



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Mapeamento do uso e ocupação das terras da bacia do reservatório da usina hidrelétrica de Espora-GO

Assunção Andrade de Barcelos¹ Patrícia da Silva Gomes² Fernanda Luisa Ramalho³ João Batista Pereira Cabral⁴ Hudson Moraes Rocha⁵

¹Doutor em Geografia, Programa de Pós-graduação em Geografia - Universidade Federal de Jataí-UFJ, e-mail assuncaoa-barcelos@hotmail.com. ²Mestranda em Geografia pela Universidade Federal de Jataí-UFJ, e-mail paty00sg@gmail.com. ³Doutoranda em Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFG - Instituto de Estudos Socioambientais/IESA, e-mail ramalho_luisa@hotmail.com. ⁴ Professor Associado IV da Universidade Federal de Jataí-UFJ, pesquisador na área de Geociência com ênfase em Limnologia, Hidrossedimentologia, Metais Pesados e Geotecnologias, e-mail jbcabral2000@yahoo.com.br. ⁵ Pós-doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal de Jataí-UFJ, e-mail sauhudson@gmail.com.

Artigo recebido em 19/04/2021 e aceito em 06/03/2022

RESUMO

Este artigo tem como objetivo mapear e analisar a dinâmica de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica da área de influência direta do reservatório da UHE Espora, localizada entre os municípios de Aporé, Serranópolis e Itarumã, no sudoeste do estado de Goiás, em quatro períodos distintos (2003, 2008, 2013 e 2018). A abordagem metodológica teve enfoque na análise temporal do uso e cobertura da terra, com aplicação de técnicas de processamento e classificação computacional digital de imagem de satélites. Foram realizadas a identificação, a classificação e a quantificação dos tipos de uso e cobertura da terra. As classes de uso da terra estudadas foram: água, vegetação, pastagem e agricultura. Os resultados apontaram que, para o período de análise de 2003 a 2018, houve um aumento da área da classe de água, principalmente, pela construção do barramento do rio Corrente, e uma crescente expansão da área agrícola voltada à inserção da cana-de-açúcar no Cerrado brasileiro; contrapondo-se à expansão agrícola, ocorreu diminuição da vegetação nativa e da pastagem.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, sensoriamento remoto, Cerrado.

Mapping the use and occupation of the basin of influence of the reservoir of the hydroelectric plant of Espora-GO

ABSTRACT

This paper aims to map and analyze the landscape dynamics of land use and occupation of the area under direct influence of the Espora Hydroelectric Plant, located between the municipalities of Aporé, Serranópolis and Itarumã, southwestern Goiás, in four distinct periods (2003, 2008, 2013 and 2018). The methodological approach focused on the temporal analysis of land use and cover, applying the techniques of Digital Image Processing through unsupervised classification. The identification, classification and quantification of land use and cover types were performed. The results showed that for the period of analysis from 2003 to 2018 there was an increase in the area of the water class, mainly due to the construction of the dam of the Corrente river and a growing expansion of the agricultural area aimed at the insertion of sugarcane in the Brazilian Cerrado; counteracting the agricultural expansion, there was a decrease in native vegetation and pasture.

Keywords: hydrographic basin, remote sensing, geographic information system.

Introdução

Na expansão das atividades agropastoris no Cerrado brasileiro, especificamente na região sudoeste de Goiás, o desmatamento foi e tem sido a principal causa da conversão de extensas áreas de vegetação nativa em áreas de produção de pecuária e agricultura em larga escala de soja, milho e cana-de-açúcar (Cabral *et al.*, 2013; Ferreira *et al.*, 2016; Oliveira, Ferreira e Sobrinho, 2018).

As mudanças significativas no desenvolvimento da agropecuária do estado de Goiás ocorreram, principalmente, a partir de 1970, em decorrência dos incentivos do Governo Federal, com fortes programas especiais para o desenvolvimento, tais como o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o desenvolvimento do Cerrado e o Fundo

Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste, marcados pelo incremento na base tecnológica e de insumos agrícolas, objetivando a expansão do mercado agrícola brasileiro e a integração da região Centro-Oeste com o restante do país (Calaça, Dias, 2010; Pessoa, Inocêncio, 2014; Oliveira, Ferreira, Garvey, 2018).

Essa expansão das atividades antrópicas em bacias hidrográficas no Centro-Oeste brasileiro, ligadas aos setores agropecuário, sucroenergético e hidroelétrico, vem contribuindo com a perda de biodiversidade da fauna e flora do Cerrado (Batista *et al.*, 2017; Rocha, Cabral, Marcuzzo, 2020). O desmatamento das coberturas vegetais naturais do Cerrado para o plantio da agricultura tem influenciado diretamente nos processos degradacionais do meio natural (Sano *et al.*, 2019).

Na região, observa-se uma substituição das áreas destinadas à pecuária e à agricultura de soja e milho para o plantio de cana-de-açúcar para produção do etanol, como também observado nos trabalhos de (Silva, 2013; Pauli *et al.*, 2020) no Centro-Oeste. Com isso, tendem a ser mais intensas devido à criação de complexos agroindustriais e suas dinâmicas específicas, interligadas aos setores industriais fornecedores de insumos e processadores de produtos agrícolas (Rodrigues, Castro, 2018). Existe, também, o uso de novos fertilizantes nas lavouras, o que impacta diretamente na dinâmica da biodiversidade e no cotidiano da população que vive na região (Lima *et al.*, 2019; Nogueira *et al.*, 2015; Braga *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2019).

Com o aumento da demanda de energia elétrica e das fontes renováveis de combustível (não fóssil), decorrente do crescimento econômico do país, a partir do ano 1990, na região Centro-Oeste do Brasil, foi proposta a construção de vários empreendimentos hidrelétricos e sucroenergéticos, na região do sudoeste de Goiás (Sant'Ana, Castro, 2014; Nogueira *et al.*, 2021; Cabral *et al.*, 2021).

Um impacto recorrente em áreas de represamento de rios são os rompimentos de barragens, devido a erros de engenharia e intensa precipitação, que acabam afetando a dinâmica do uso e ocupação da terra (Lopes, 2016; Lacaz, Porto e Pinheiro, 2017; Pereira, Cruz e Guimarães, 2019). De acordo com (Martins *et al.*, 2020), quando ocorre o rompimento de barragem, pode ocorrer um “efeito dominó” em outros reservatórios a jusante, aumento da vazão, mais deposição de sedimentos no fundo do reservatório, diminuindo a capacidade de armazenamento de água e geração de energia, além de ocorrer outros

rompimentos de barragens abaixo do incidente no rio.

Além desses impactos, os sedimentos orgânicos e químicos são carreados para os cursos d'água, o que acaba por afetar negativamente o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos (Abreu, Cunha, 2015; Khaing, *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2020; Savic *et al.*, 2021).

Conforme (Agência Estado, 2008; Montalvão, 2008; ANA, 2011; Goiás, 2015), em 31 de janeiro de 2008, com volume elevado de precipitação na bacia do Rio Corrente, houve o rompimento da barragem da UHE Espora, causando a destruição das matas ciliares, de animais silvestres e domésticos, e perda de plantações agrícolas nas margens do rio.

Desse modo, o monitoramento do modelo de uso e ocupação da terra em uma bacia hidrográfica é de suma importância para a compreensão da estrutura e dos padrões de organização socioeconômica (Leite, Rosa, 2012), além de servir como subsídio para o planejamento e gestão dos recursos naturais (Assis *et al.*, 2014; Rocha, Cabral, 2017; Figura, Reis, 2017; Santos *et al.*, 2020).

Dentre os vários métodos utilizados para a avaliação das alterações do uso da terra em uma bacia hidrográfica, destaca-se o emprego de geotecnologias, procedimento técnico que permite monitorar as mudanças de uso da terra e cobertura vegetal em tempo quase real, exercendo um importante papel na gestão e na tomada de decisões para o planejamento e na orientação dos recursos ambientais (IBGE, 2013; Assis *et al.*, 2014; Santos, Martins, 2018; Castanho, Carvalho, Santana, 2020).

A bacia hidrográfica da Usina Hidrelétrica (UHE) de Espora, localizada no Sudoeste Goiano, ao longo dos últimos anos, vem sofrendo com a conversão de áreas de pecuária e vegetação natural em áreas de agricultura e produção de energia. A implantação de usinas hidrelétricas e empreendimentos sucroenergéticos na bacia do rio Corrente afetou diretamente a estrutura organizacional socioeconômica do espaço da região e causou as alterações na paisagem (Faleiro, Lima e Cunha, 2015; Pereira *et al.*, 2018; Birro, Ross e Cabral, 2021; Cavalcante *et al.*, 2021).

Nessa perspectiva, o presente estudo tem por objetivo analisar a dinâmica de uso e ocupação da bacia hidrográfica (área de influência direta) do reservatório da UHE-Espora (GO), por meio do mapeamento da evolução do uso e cobertura da terra, para os anos de 2003, 2008, 2013 e 2018, com a utilização de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

Material e método

A área de estudo está localizada no sudoeste de Goiás (Figura 1), com uma área em torno de 837,1 km², com área alagada do reservatório em torno de 30,6 km² da UHE-Espora no rio Corrente, com uma extensão em torno de 450km, no sentido Noroeste-Sudeste no sudoeste de Goiás, entre os municípios de Aporé, Serranópolis e Itarumã, nas coordenadas UTM E=370000m, E=410000m e N=7927000m, N=7963000m, delimitado pelo sistema de Projeção UTM – WGS 84 e mapeado pela folha 22 SE-22-YB (SIEG, 2020).

O rio Corrente é o principal curso d'água da bacia hidrográfica da Usina Hidrelétrica (UHE) de Espora, formado pela junção dos rios Jacuba e Formoso, que nascem no Parque Nacional das Emas-PNE, no sudoeste do Estado de Goiás, pertencentes à bacia do rio Paranaíba (ANA, 2013).

A construção do reservatório da UHE Espora teve início em maio de 2001, com concessão à Fuad Rassi Engenharia S. A. e transferida, em 2002, para a Espora Energética, com o prazo de concessão de 35 anos, para a exploração energética, com potência instalada de 32 MW (Sousa Júnior; Sinisgalli, 2005).

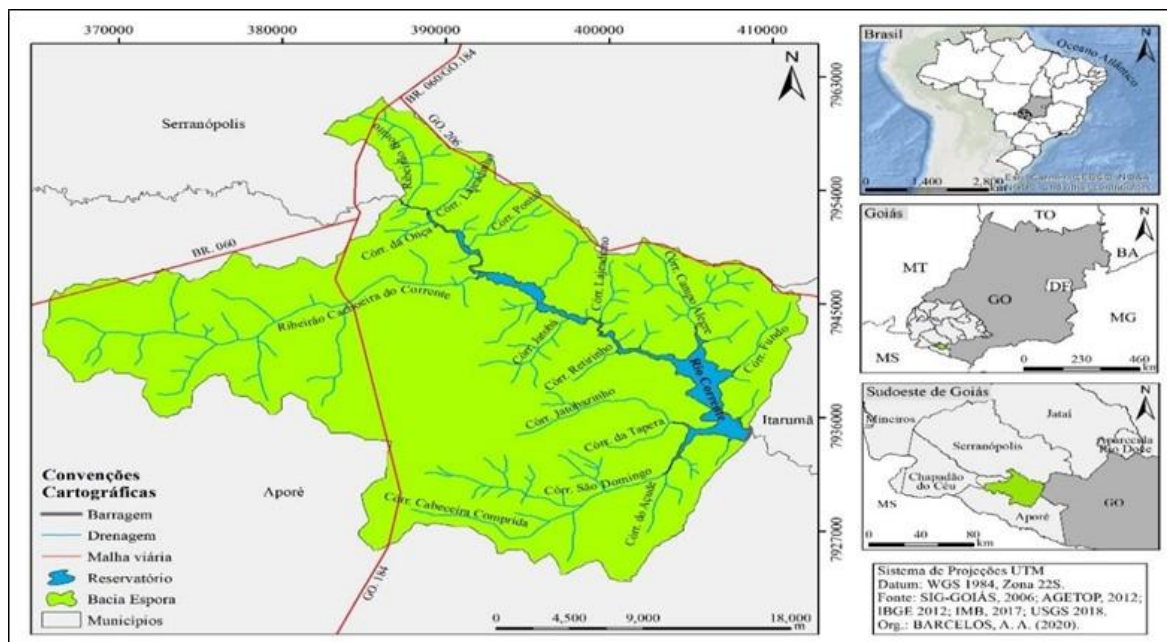


Figura 1. Localização da bacia do reservatório da UHE Espora

A bacia hidrográfica da UHE Espora faz parte da Bacia Sedimentar do Paraná, formada por rochas basálticas do grupo São Bento, Formação Serra Geral (Reis *et al.*, 2014), que, segundo Moreira *et al.* (2008), corresponde à Era Mesozoica do Período Cretáceo, localizada na faixa linear do leito do rio Corrente, na margem do reservatório da UHE Espora. As rochas areníticas do Grupo Bauru, Formação Vale do Rio do Peixe, ocorrem mais ao topo da bacia, formadas por estratos de arenitos, permeados com siltitos ou lamitos arenosos, caracterizando-se por serem muito finos a finos, de cor marrom-claro rosado alaranjado, de seleção moderada a boa, apresentando cimentação carbonática (CaCO₃) (Fernandes, 2004). Na área de estudo, ocorre, ainda, a presença de Unidades de Coberturas Detríticas indiferenciadas e os Depósitos aluvionares, que são formações mais recentes do período quaternário (SIEG, 2020).

O relevo da bacia faz parte da Superfície Regional de Aplainamento (SRAIII-RT), com cotas altimétricas entre 553 a 850 m, associadas a declives plano e suave-ondulado (Latrubesse e Carvalho, 2006; Birro, Ross e Cabral, 2021).

Os solos da região são compostos, principalmente, por Latossolos e Neossolos Quartzarênicos (Embrapa, 2018). Segundo Nimer (1989), o clima do Centro-Oeste brasileiro apresenta duas estações climáticas bem definidas, sendo um período menos chuvoso (seco), entre os meses de maio a setembro, e um período chuvoso (úmido), de outubro a abril. Conforme a classificação de Köppen (1948), o clima do Cerrado é do tipo Aw, com temperatura média de 23,4 °C e precipitação média anual em torno de 1400 a 1600 mm (Cardoso, Marcuzzo, Barros, 2014). Os meses que apresentam níveis de precipitação pluviométrica mais elevados ocorrem entre dezembro e março.

Para delimitar a área de estudo da UHE Espora, utilizou-se o ArcGIS 10.6.1 (licenciado pelo laboratório de Geoinformação da UFJ), conforme proposta descrita por Souza (2014), por meio da ferramenta *Spatial analyst Tools* > Processamento do MDEs > *Fill* > *Flow direction* > *Flow accumulation* > *Watershed*.

Para o mapeamento do uso e ocupação da terra da bacia da UHE Espora (GO), utilizaram-se imagens dos satélites Landsat 5/Zona 22 sul - Sensor Thematic Mapper-TM (2003; 2008) e Landsat 8/Zona 22 sul - Sensor Operational Land Imager (OLI) (2013; 2018), com resolução espacial de 30 m, disponíveis no banco de dados do sistema EarthExplorer do U.S. Geological Survey (USGS, 2018), gerido pela National Aeronautics and Space Administration (NASA).

A seleção das imagens de satélite considerou as imagens com, no máximo, 10% de cobertura de nuvens, para os anos de análise de

2003, 2008, 2013 e 2018 (Quadro 1). Para gerar os mapas de uso da terra e a composição colorida (RGB), foram usadas as bandas 3, 4, 5 e 6 das imagens do satélite Landsat, com a utilização da ferramenta *Composite Bands* no Software ArcGis. Posteriormente, foi selecionado o método de classificação não-supervisionada pela ferramenta “Multivariate/Iso cluster Unsupervised”, que executa a associação dos pixels semelhantes, formando as classes de uso em um arquivo matricial tipo *raster*, o qual foi convertido em formato vetorial, tipo *shapefile* (.shp), conforme (Nascimento *et al.*, 2016). Para realizar a correção dos polígonos que ficaram ambíguos, das classes pré-definidas pelo programa, utilizou-se a ferramenta “*Fild Calculator*” para alteração dos atributos e reclassificação das respectivas classes corretas, gerando, por fim, o mapa temático final de uso da terra para cada período analisado.

Quadro 1. Características das imagens de satélites selecionadas para mapeamento do uso e ocupação da terra da bacia da UHE Espora.

Data da Imagem	Órbita	Ponto	Satélite	Bandas RGB	Resolução Espacial
17-08-2003	223	73	Landsat 5 TM	5, 4, 3	30 m x 30 m
14-08-2008	223	73	Landsat 5 TM		
15-08-2013	223	73	Landsat 8 OLI		
10-08-2018	223	73	Landsat 8 OLI		

As cores dos mapas de uso e ocupação das terras foram realizadas conforme descrito pelo manual técnico do (IBGE, 2013; Rocha e Cabral, 2017; Rocha, Cabral e Marcuzzo, 2020). As classes de cobertura e de uso da terra foram determinadas obedecendo uma combinação de superfícies de uma escala regional, elaboradas a partir do nível II (subclasses), com 12 itens. As categorias de análises observadas da UHE de Espora, para o subitem “Águas Continentais”, usaram a classe <Água>; 2); na categoria de “Áreas de Vegetação Natural”, englobaram-se as áreas do bioma Cerrado na classe <Vegetação>; 3) na categoria “Áreas antrópicas agrícolas”, foram utilizadas as classes <Agricultura> e <Pastagem>.

A validação dos mapas de uso e ocupação das terras foi realizada pelo Índice Kappa, que, segundo Landis e Koch (1977) e Nery, Oliveira e Abreu (2013), é um método estatístico que possibilita analisar e mensurar de forma comparativa os resultados das análises dos mapas temáticos obtidos por meio do sensoriamento remoto.

Os resultados estatísticos Kappa foram realizados a partir da equação 1:

$$K = \frac{n \sum_{i=1}^c x_{ii} - \sum_{i=1}^c x_{i+} x_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^c x_{i+} x_{+i}}$$

Equação 1 – Índice Kappa

Onde:

K = é uma estimativa do coeficiente Kappa; $\sum_{i=1}^c 1x_{ii}$ = somatória da diagonal da matriz de confusão; n = número total de amostras coletadas; c = número do total de classes; x_{ii} = é o valor na linha i e coluna i; x_{i+} = é a soma da linha i; x_{+i} = soma da coluna i da matriz de confusão.

A proposta de qualidade e classificação do índice Kappa foi estabelecida por Landis e Koch (1977) e utilizado por Nery, Oliveira e Abreu (2013). A estatística Kappa foi dividida em seis classes, que variam entre 0 e 1 (Quadro 2) e determinam a qualidade do mapa.

Quadro 2. Classes do Índice Kappa.

Índice Kappa	Qualidade
0	Péssimo
0,01 - 0,20	Ruim
0,21 - 0,40	Razoável
0,41 - 0,60	Boa
0,61 - 0,80	Muito Boa
0,81 - 1,00	Excelente

Resultados

O mapeamento do uso da terra foi realizado em intervalos de cinco anos, correspondendo aos anos de 2003, 2008, 2013 e 2018. Na (Tabela 1) são

apresentados os resultados das áreas ocupadas e a distribuição geográfica das diferentes classes e tipos de uso da terra analisadas na bacia da UHE Espora.

Tabela 1. Dinâmica do uso da terra da bacia hidrográfica da UHE Espora.

Anos avaliados e resultados em km ² e %									
Uso (km ²)	2003		2008/2003		2013/2008		2018/2013		2018/2003
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	%
Água	3,4	0,4	11,3	230,9	21,4	89,3	26,1	21,7	667,6
Vegetação	190,7	22,7	176,8	-7,2	173,4	-1,9	171,0	-1,3	-10,8
Pastagem	615,3	73,5	593,5	-3,5	517,2	-12,8	496,1	-4,1	-19,3
Agricultura	27,7	3,3	55,7	101,0	125,2	124,6	143,9	14,9	419,4
TOTAL	837,2		837,2		837,2		837,2		

Nota-se que a atividade econômica da Bacia da UHE Espora (GO), até o ano de 2003, permaneceu economicamente dedicada à criação extensiva de gado, ocupando a pastagem 73,5% da área total da bacia, e a uma agricultura de subsistência, ainda pouco expressiva, ocupando apenas 3,3% de toda área da bacia. A vegetação nativa remanescentes e matas ciliares ocupavam em torno de 22,7%, principalmente, nas proximidades dos cursos d'água.

O corpo hídrico correspondia a 0,4% da bacia, isso é, o rio Corrente com seus afluentes (Figura 2), antes da construção do barramento da UHE Espora. A grande extensão de área da classe de pastagem dessa bacia remete ao processo histórico de ocupação das áreas do Centro-Oeste brasileiro (Rodrigues, Castro, 2018), que adotava o modelo da pecuária extensiva como base fundamental para o desmatamento de grandes áreas de vegetação nativa do Cerrado (Silva, Miziara, 2011; Ponciano, Rodrigues, Faria, 2019).

No século XX, intensificou-se a ocupação das áreas de Cerrado, com uma maior apropriação capitalista da terra. Contudo, a pastagem constituiu-se o primeiro uso econômico do solo, após exploração da madeira, para então ceder espaço à agricultura voltada, principalmente, para a comercialização econômica externa (Pinheiro *et al.*, 2016; Ipeia, 2018; Oliveira *et al.*, 2020).

Apesar dos solos do Cerrado apresentarem elevado grau de intemperismo-lixiviação e serem considerados ácidos, por apresentarem elementos químicos tóxicos Al^{3+} e H^{+} , com baixa capacidade de trocas catiônica, baixa capacidade de retenção de água, com baixos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} e de baixa fertilidade agrícola, a fim de garantir a produção agrícola, é realizada a utilização de insumos químicos e biológicos para correção do solo (Lopes e Guilherme, 2016; Lima *et al.*, 2019).

Fidalski (2015) e Ramalho *et al.* (2019) ressaltam que grande parte do Cerrado é composta por Latossolos, os quais apresentam baixa fertilidade na sua camada superficial, que por serem arenosos necessitam de um manejo adequado, devendo-se utilizar camadas de gramíneas para diminuir ou até impedir o escoamento superficial do solo no período de elevada precipitação.

De acordo com Zhao *et al.*, (2019), quando o solo ultrapassa a quantidade de infiltração, pode ocorrer arrasto de sedimentos com o escoamento superficial, gerando erosão hídrica, em particular em solos menos agregados. Sendo assim, a pastagem pode ser uma boa alternativa para esse tipo de solo, desde que sejam aplicadas técnicas de cobertura vegetal, terraceamento, de forma a reduzir as perdas de solo por erosão hídrica (Castro *et al.*, 2011; Xavier *et al.*, 2021).

Com o término da construção do barramento do reservatório da UHE Espora, em 2006, com o objetivo principal de gerar energia elétrica, a área coberta por água ocupava 0,4 % da bacia hidrográfica, e, após o barramento do rio Corrente, teve um acréscimo de área coberta por massa d'água entre 2003 a 2018, em torno de 667,6%. Nesse mesmo período, em decorrência de sua implantação, atividades de cunho sucroenergético instalaram-se ao longo das margens do reservatório e nos municípios da região sudoeste de Goiás, ocasionando impactos na produção de alimentos, na biodiversidade, sendo

caracterizada pelo seu progresso, principalmente, sobre as áreas agrícolas e as áreas de vegetação nativa (Pereira, Faria, Castro, 2018).

Conforme (Tabela 1 e Figura 2), no período entre 2003 a 2008, a bacia do reservatório da UHE Espora apresentou uma perda de 7,2% da vegetação nativa. Nesse mesmo período analisado, a classe de pastagem teve um decréscimo de 3,5% de sua área ocupada na bacia. Em contraponto à perda da vegetação nativa e de pastagem, a agricultura apresentou uma expansão de 101,0% na área de estudo, voltada principalmente para o plantio da cana-de-açúcar.

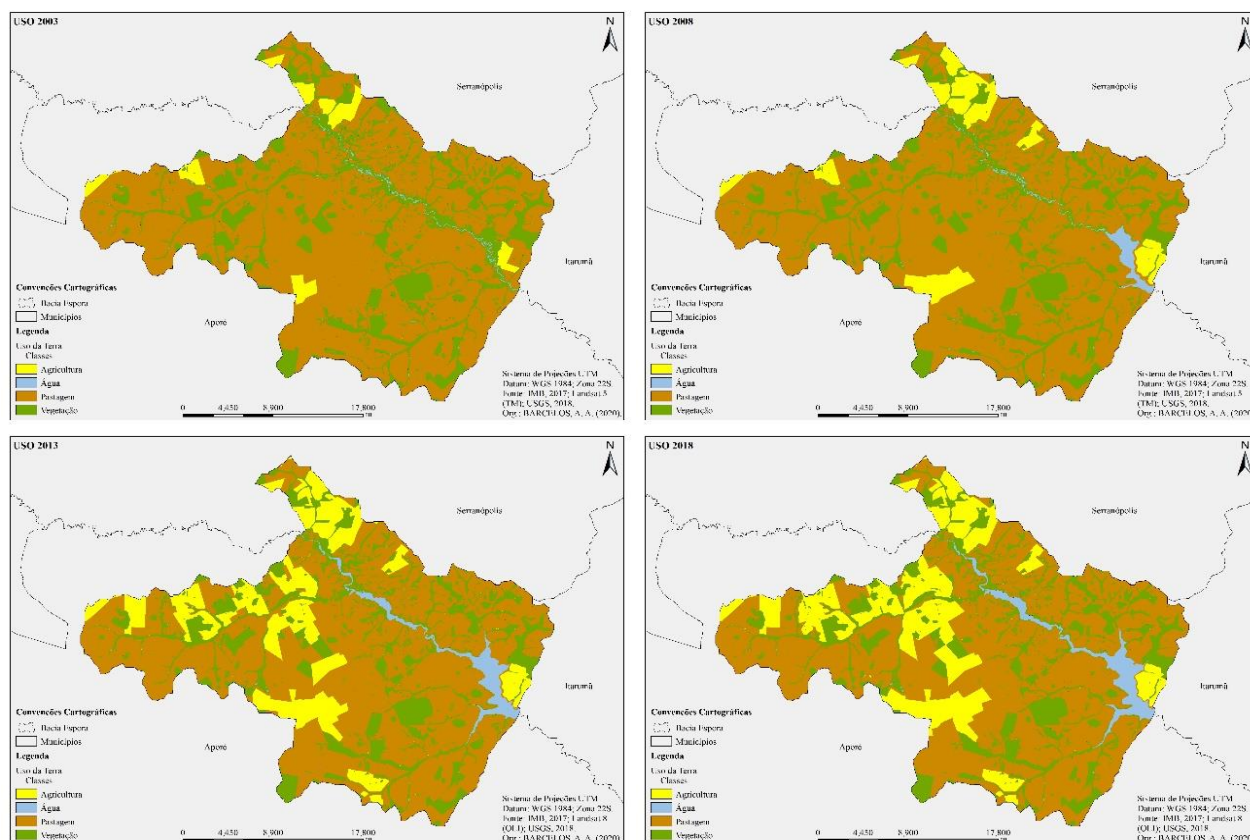


Figura 2. Mapas de uso e ocupação das terras da bacia hidrográfica do reservatório da UHE Espora nos anos 2003, 2008, 2013 e 2018.

No período de 2008 a 2013, na bacia da UHE Espora, no entorno do seu reservatório, as áreas antropizadas para o plantio e processamento da cana-de-açúcar para produção de álcool tiveram um aumento de 124,6%, em detrimento das contínuas perdas de áreas de vegetação nativa do Cerrado, de 1,9%, e da conversão de 12,8% de áreas de pastagem para agricultura (Tabela 1 e Figura 2).

Leite e Rosa (2012) destacam que, na bacia hidrográfica do Rio Formiga (TO), no período de 1973 a 2011, houve a redução de áreas de vegetação nativa em decorrência de desmatamento e incorporação de terras para práticas

agropecuárias. Aspectos semelhantes foram encontrados nos estudos de (Rocha e Cabral, 2017; Xavier e Silva, 2018), em que áreas nativas do Cerrado do Sudoeste de Goiás foram substituídas por culturas agrícolas de soja, milho e, mais recentemente, de cana-de-açúcar.

Pinheiro (2019) ressalta que as áreas agrícolas destinadas para o plantio de cana exigem uma elevada demanda de volume de água, gerando, consequentemente, grandes quantidades de efluentes ricos em cargas orgânicas (vinhaça), que, segundo Rocha, Cabral e Marcuzzo (2020), em contato com ambiente aquático, causam deterioração dos corpos d'água.

Ao analisar o mapa de uso da terra entre 2013 e 2018 na bacia da UHE Espora (Tabela 1 e Figura 2), pode-se observar a contínua perda de áreas de vegetação (-1,3%) e pastagem (-4,1%), que passaram a ser ocupadas por atividades agrícolas. Dessa forma, as áreas de agricultura concentram-se mais nas áreas de topo da bacia do reservatório da UHE Espora, que apresenta 91,85% de áreas com declividade que varia em torno de 0 a 8%, consideradas como plana a suave ondulado, que são adequadas à mecanização e propícias para plantio da cana-de-açúcar, soja e milho, que utiliza maquinário do plantio a colheita, que são os incentivos existente no agronegócio (Ferreira, Sobrinho, 2018).



Figura 3. Exemplos de uso da terra na área do reservatório da UHE Espora.

Figura A. Área de cultura de cana-de-açúcar do reservatório da UHE Espora. Fonte: Autores (2017).

Figura B. Área de pastagem na bacia do reservatório da UHE Espora. Fonte: Autores (2018).

Em estudo realizado na bacia hidrográfica do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros, na bacia hidrográfica do Córrego Matriz, no município de Cachoeira Alta-GO, Ramalho *et al.* (2019) verificou um aumento da vegetação nativa, entre o período de 2000 a 2010, que pode estar relacionado com a obrigatoriedade que o proprietário de terra tem pelo Cadastro Ambiental Rural-CAR, conforme Lei nº 18.104, de 18 de julho de 2013, que estabelece normas para proteção da vegetação das áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal, e Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que regulariza essa proteção. Esses resultados também podem estar relacionados às leis anteriormente citadas, mostrando que a área corresponde à legislação vigente.

Quando há redução da vegetação nativa em decorrência do aumento das atividades agrícolas nas áreas de topo, ao longo das vertentes, verifica-se que o mesmo pode chegar aos cursos d'água, causando assoreamento de rios e reservatórios, contribuindo com a degradação da qualidade das

A expansão da pecuária extensiva (Figura 3-A) e o plantio da cana-de-açúcar (Figura 3-B) representam as principais formas de uso e ocupação da terra da bacia da UHE Espora, entre 2003 e 2018. Em estudos realizados por Lopes *et al.* (2016) nas bacias hidrográficas do município de Jataí (GO) e município de Canápolis (MG), e por Rocha e Cabral (2017) na bacia do rio Verdinho, entre os municípios de Itarumã e Caçu, constatarem-se aspectos semelhantes ao estudo realizado na bacia da UHE Espora, que apresenta uma expansão das atividades agropastoris e avanço da cana-de-açúcar, sobrepondo-se à vegetação natural do Cerrado (Oliveira *et al.*, 2020).

águas por insumos agrícolas (Rodrigues *et al.*, 2019). Essa contaminação dos cursos d'água pode estar diretamente relacionada à introdução de partículas de sedimentos e de contaminantes químicos, aplicados em áreas agrícolas, que podem ser carregados, principalmente, durante o período de elevada precipitação (Liess *et al.*, 1999; Rajput *et al.*, 2020).

Quanto aos resultados das análises de uso e ocupação da terra, a bacia da UHE Espora indica uma evolução na dinâmica de mudanças de uso e ocupação da terra, principalmente, com a expansão da cana-de-açúcar, da soja e do milho, fato semelhante ao trabalho da alteração do uso e

ocupação do solo em diferentes escalas espaciais no entorno do reservatório de Furnas, no estado de Minas Gerais, conforme os estudos realizados por Pinheiro (2019).

As alterações do uso da terra na bacia da área da pesquisa faz parte do cenário em que o Cerrado brasileiro se encontra, no qual, nas últimas décadas, a participação no Produto Interno Bruto

(PIB) tem aumentado significativamente (IVO et al., 2018), além disso, o fato de os municípios de Rio verde e Jataí, no sudoeste de Goiás, ocuparem a 4ª lugar na produção milho, soja e cana-de-açúcar (IBGE, 2020; SEAPA, 2020b). Quanto à pecuária, o estado de Goiás tem participação fundamental, com o 2º maior rebanho do Brasil e 4º na produção de leite (SEAPA, 2020a; Ferreira, Mizziara e Couto, 2019).

Santos *et al.* (2020) ressaltam que as transformações que ocorrem na bacia e os impactos sobre os recursos hídricos necessitam de ações que garantam a conservação e manutenção dos

remanescentes florestais ainda existentes na área de estudo.

A exatidão da qualidade das classificações de aplicação do coeficiente Kappa pode ser observada na Tabela 2. As classificações do coeficiente Kappa, nos quatro mapas analisados, foram enquadradas como de qualidade Excelente. Foody (2002) destaca que o índice Kappa deve ser superior a 0,85%, pois, esse valor demonstra melhor precisão nos mapas, ou seja, os mapas classificados para a bacia do reservatório da UHE Espora contêm cerca de 12% de erros de confusão.

Tabela 2. Resultados do índice Kappa e suas respectivas qualidades dos resultados dos mapas de uso e ocupação da terra dos anos: 2003, 2008, 2013 e 2018.

	2003	2008	2013	2018
Índice Kappa	0,87	0,90	0,89	0,89
Qualidade	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

Conclusões

Esse estudo avalia o uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do reservatório da UHE Espora, em quatro períodos distintos. Com o represamento do rio Corrente para gerar energia elétrica, a bacia teve um ganho de 667,8% na classe de água, entre 2003 e 2018, sendo que a área da vegetação teve uma perda em torno de -10,8% e a pastagem também apresentou uma perda de -19,3% do total de sua área. Contrapondo-se às perdas de vegetação e pastagem, a área de agricultura cultivada teve um ganho significativo de 419,4%. As atividades agrícolas observadas na área de estudo têm cada vez mais se expandido, principalmente, com a cana-de-açúcar. O uso e

ocupação da terra indicam que a bacia apresenta uma evolução na dinâmica da paisagem, com as mudanças de pecuária extensiva para agricultura.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil – Edital CAPES 071/2013 – Processo número 88881.068465/2014-01. Agradeço também ao Laboratório de Geociências Aplicada da Universidade Federal de Jataí-UFJ pela possibilidade de participar do PROCAD.

Referências.

- Abreu, C.H.M.; Cunha, A.C., 2015. Qualidade da água em ecossistemas aquáticos tropicais sob impactos ambientais no baixo Rio Jari-AP: Revisão descritiva. *Biota Amazônia*, 5, 2, 119-131.
- ANA. Agência Nacional de Águas, 2013. Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba: resumo executivo. Brasília-DF.
- ANA. Agência Nacional de Águas, 2011. RP-03 Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. Contrato nº 12. Brasília-DF, Disponível em: <http://cbhparanaiba.org.br/uploads/documentos/prh_paranaiba/documentos_apoio/Parte_A_

[Caracterizacao_Bacia.pdf](#)>. Acesso em: 20 ago. 2019.

- Agência Estado-G1. 2008. Água arrastou pontes após rompimento de usina em GO. Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/Brasil/0,mul2821395598,00agua+arrastou+pontes+apos+rompimento+de+usina+em+go.html> Acesso em: 01 ago. 2020.

- Assis, J.M.O.; Calado, L.O.; Souza, W.M.; Sobral, M.C., 2014. Mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Belém de São Francisco-PE nos anos de 1985 e 2010. *Revista Brasileira de Geografia Física* 7, 5, 858-869.

- Batista, D.F., Cabral, J.B.P., Franco, D.F.S., Lopes, S.M.F., 2017. Avaliação e enquadramento das águas do ribeirão paraíso. *Boletim Gaúcho de Geografia*, 44, 1/2.

- Birro, S. O. G.; Ross, J. L. S.; Cabral, J. B. P.; 2021. Analysis of environmental fragility in the area of direct influence of the Espora hydroelectric power plant in Corrente river, Goiás, Brazil. *Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT)*, nº 22 Dezembro. Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, p. 138 – 161.
- Braga, C.C.; Cabral, J.B.P.; Lopes, S.M.F.; Oliveira, S.F.; Rocha, I.R., 2018. Qualidade dos sedimentos em relação à presença de metais pesados no reservatório da usina hidrelétrica de Caçu-GO. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 11, 3, 959-972.
- Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 22 jan. 2020.
- Cabral, J.B.P.; Wachholz, F.; Becegato, V.A.; Nascimento, E.S., 2013. Diagnóstico Hidrossedimentológico do Reservatório da UHE Caçu - GO. *Geofocus*, Madrid, 13, 25-37.
- Cabral, J.B.P., Oliveira, S.F., dos Santos, F.F.et al. 2021. Potentially toxic metal environmental pollution in sediments of a model hydroelectric plant water reservoir in Brazil. *Environ Earth Sci* 80, 506.
- Calaça, M.; Dias, W.A.A., 2010. Modernização do campo no cerrado e as transformações socioespaciais em Goiás. *Campo Território: revista de geografia agrária*, 5, 10, 312-332.
- Cardoso, M.R.D.; Marcuzzo, F.F.N.; Barros, J.R., 2014. Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. *Acta Geográfica*, Boa Vista-RR 16, 40-55.
- Castanho, R.B.; Carvalho, V.M.C.; Santana, G.H.S., 2020. Aplicação de geotecnologias na agropecuária da microrregião geográfica de Ituiutaba/Minas Gerais. *Campo-Território: revista de geografia agrária*, Edição especial, 15, 259-285.
- Castro, W.J.; Castro, M.L.L.; Lima, J.O, Oliveira, L.F.C.; Rodrigues, C.; Figueiredo, C.C., 2011. Erodibilidade de solos do cerrado goiano. *Agronegócios e Meio Ambiente* 4, 305-320.
- Cavalcante, M. M. A.; Costa, G. M.; Silva, G. V. L.; Moret, A. S. 2021. Hidrelétrica e unidade de conservação na Amazônia. *Mercator*, v. 20.
- EMPRESA Brasileira De Pesquisa Agropecuária – Embrapa Solos.2018. Sistema brasileiro de classificação de solos / Umberto Gonçalves dos Santos ... [et al.], 5. ed. Brasília, DF, 356p.
- Fernandes, L.A., 2004. Mapa litoestratigráfico da parte oriental da bacia Bauru (PR, SP, MG), ESCALA 1:1.000.000. *Boletim Paranaense de Geociências* 55, 53-66.
- Ferreira, L.G.; Bustamante, M.; Fernandes, G.; Machado, R.B., 2016. Cerrado: o fim da história ou uma nova história. *Ciência Hoje* 56, 24-29.
- Ferreira, L.C.G.; Sobrinho, F.L.A., 2018. O agronegócio sucroenergético e a paisagem regional na microrregião Ceres (GO) – da Cang ao contexto canavieiro atual. *Boletim Goiano de Geografia (Online)*, Goiânia-GO 38, 200-223.
- Ferreira, G. C. V.; Miziara, F.; Couto, V. R. M. 2019. Pecuária em Goiás: análise da distribuição espacial e produtiva. *Revista Eletrônica do PRODEMA*, 13,. 12 21-39.
- Fidalski, J., 2015. Qualidade física de Latossolo Vermelho em sistema de integração lavoura-pecuária após cultivo de soja e pastejo em braquiária.- *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 50, 1097-1104.
- Figura, C.; Reis, J.T., 2017. A influência do uso e cobertura da terra nos parâmetros da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Abaúna, em Getúlio Vargas, RS. *Ciência e Natura*, Santa Maria-RS 39, 352-365.
- Foody, G.M., 2002. Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment* 80, 185-201.
- Goiás. Lei nº 18.104, de 18 de julho de 2013. Disponível em: http://www.gabinetecivil.go.gov.br/leis_ordina-rias/2013/lei_18104.htm. Acesso em: 21 jan. 2020.
- Goiás. Relatório geral das vistorias em barragens no estado de Goiás. Defesa civil. Goiânia-GO: Bombeiros de Goiás, 2015. 13 p. Disponível em: <https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2015/03/relatorio-final-barragens-colorido.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2019.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013. Manual técnico de uso da terra. 3. ed. 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: 05 out. 2019.
- IBGE. Rio Verde é 2º maior produtor de milho do Brasil, segundo IBGE 2020. Disponível em <<https://www.agricultura.go.gov.br/comunicacao/C3%A7%C3%A3o/not%C3%ADcias/3476-rio-verde-%C3%A9-2%C2%BA-maior-produtor-de-milho-do-brasil,-segundo-ibge.html>> Acessado em: 20/dez./2021.
- Ivo, I. O.; Biudes, M. S.; Machado, N. G.; Pavão, V. M. 2018. Influência do desmatamento no índice de área foliar e temperatura da superfície

- no Cerrado mato-grossense. *Nativa*, Sinop, v.6, n.4, p.364-369.
- IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Ipea data: agropecuária. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 15-12-2021.
- Khaing, Z.M.; Zhang, K., Sawano, B.H.; Shrestha, B.B., Sayama, T., Nakamura, K., 2019. Flood hazard mapping and assessment in data-scarce Nyaungdon area, Myanmar. *PloS One*, 14, 11, e 0224558.
- Köppen, W., 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Económica, 479p.
- Lacaz, F.A.C.; Porto, M.F.S.; Pinheiro, T. M. M., 2017. Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão/Samarco. *Rev. bras. saúde ocup.*, 42, 1-12.
- Landis, J.R.; Koch, G.G., 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33, 159-174.
- Latrubesse, E. M.; Carvalho, T. M. 2006. Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal. Goiânia-GO: Secretária de Indústria de Comércio/ Superintendência de Geologia e Mineração.
- Leite, E.F.; Rosa, R., 2012. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Formiga, Tocantins. *Observatorium*, Uberlândia-MG 4 90-106.
- Liess, M.; Schulz, R.; Liess, M.H.D.; Rother. B., 1999. Kreuzig, R. Determinação da contaminação por inseticidas em riachos agrícolas. *Water Research* 33, 239-247.
- Lima, T.M.; Weindorf D.C.; Curi, N.; Guilherme, L.R.G.; Lana, R.M.Q.; Ribeiro, B.T., 2019. Elemental analysis of Cerrado agricultural soils via portable X-ray fluorescence spectrometry: Inferences for soil fertility assessment. *Geoderma* 353, 264-272.
- Lopes, A. S.; Guilherme, L.R.G., 2016. A career perspective on soil management in the Cerrado region of Brazil. *Advances in Agronomy*. 137, 1-72.
- Lopes, S.M.F.; Cabral, J.B.P.; Braga, C.C.; Ramalho, F.L., 2016. Avaliação espaço-temporal do uso da terra nas bacias hidrográficas do ribeirão Paraíso-GO e córrego/Cadunga-MG. *Geoambiente On-line* 27.
- Martins, R. A.; Santos, E. V.; Souza, A. T.; Costa, S. P.; Oliveira, R. S.; Nogueira, P. H. S. 2021. Mapeamento em grande escala da cobertura vegetal e uso da terra na bacia de contribuição da represa da EMGOPA, município de Morrinhos – GO. *Brazilian Journal of Development*, 7, 1, 4099-4116.
- Montalvão, S., 2008. Rompimento de barragem alaga fazendas, destrói ponte e isola cidades em Goiás. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/ultnot/2008/01/31/ult23u1085.jhtm>. Acesso em: 13 jun. 2019.
- Moreira, M.L.O.; Moreto, L.C.; Araújo, V.A.; Lacerda Filho, J.V.; Costa, H.F., 2008. (Orgs). *Geologia do estado de Goiás e do Distrito Federal*. Goiânia-GO: CPRM/SIC – FUNMINERAL.
- Nascimento, I.S.; Cruz, C.B.M.; Neves, S.M.A.S.; Galvanin, E.A.S., 2016. Avaliação da Exatidão dos Classificadores MAXVER e ISO Cluster do Software ArcGIS for Desktop com Uso de Imagem Landsat 8 do Município de Cáceres/MT. *Revista Continentes (UFRRJ)*, Rio de Janeiro-RJ 8, 48-62.
- Nimer, E., 1989. *Climatologia do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE. 422 p.
- Nery, C.V.M.; Oliveira, D.B.; Abreu, L. H.G., 2013. Estudo comparativo entre os índices NDVI obtidos a partir dos sensores Landsat 5 - TM e Resourcesat - Liss III. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia-MG 14, 160-167.
- Nogueira, P.F.; Cabral, J.B.P.; Oliveira, S.F.; Rocha, I.R., 2015. Eutrofização no reservatório da UHE foz do Rio Claro (GO). *Revista do Departamento de Geografia* 30, 19-33.
- Nogueira, P. F., Cabral, J. B. P., & Camara, M. A. B. 2021. Avaliação qualitativa do risco de poluição por metais potencialmente tóxicos nos sedimentos do empreendimento hidrelétrico de Foz do Rio Claro. *Revista Do Departamento De Geografia*, 41, 1, e172916.
- Oliveira, A.R.; Ferreira, L.C.G.; Garvey, B., 2018., A ocupação do Cerrado goiano pelo agronegócio canavieiro. *Revista Nera*, 21, 43, 79-100.
- Oliveira, E.R.; Silva, J. R.; Baumann, L. R. F.; Miziara, F.; Ferreira, L. G.; Merelles, L. R. O., 2020. Tecnologia e degradação de pastagens na pecuária no Cerrado brasileiro. *Sociedade & Natureza*, 32, 626-638.
- Oliveira, D. M.S.; Cherubin, M. R.; Franco, A. L. C.; Santos, A. S.; Gelain, J. G.; Dias, N. M. S.; Diniz, T. R.; Almeida, A. N.; Feigl B. J.; Davies, C. A.; Pastilha, K.; Karlen, D. L.; Smith, P. Cerri, C. C.; Carri, C. E. P. 2019. Is the expansion of sugarcane over pasturelands a sustainable strategy for Brazil's bioenergy industry? *Renewable and Sustainable energy Reviews*, 102, 346-355.
- Pauli, R.P.; Zajonz, B.T.; Schulz, J.R.S.; Freitas, C.A., 2020. A segurança alimentar e nutricional

- (San) vem sofrendo restrições pela produção de biocombustíveis? Uma análise a partir do modelo de Zockun. *Revista de Desenvolvimento Econômico – RDE*, 2, 46.
- Pereira, L. F.; Cruz, G. B.; Guimarães, R. M. F. 2019. Impactos do rompimento da barragem de rejeitos de Brumadinho, Brasil: uma análise baseada nas mudanças de cobertura da terra. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, 04, 02, 122-129.
- Pereira Trindade, S., Maria Silva de Faria, K., & Simões de Castro, S. 2018. Análise da expansão canavieira e as mudanças de uso do solo no sudoeste goiano de 1985 a 2016. *Boletim Goiano De Geografia*, 38 3, 569–590.
- Pessôa, V.L.S.; Inocêncio, M.E., 2014. O Prodecer (Re) Visitado: as engrenagens da territorialização do capital no Cerrado / (RE)VISITING THE PRODECER: the workings of the territorialization of capital in Brazil's Cerrado region. *Campo-Território: Revista de Geografia Agrária* 9, 1-22.
- Pinheiro, P.L. Uso do solo e suas relações com a qualidade da água em locais de implantação de parques aquícolas no reservatório de furnas (MG). 2019. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de São João Del- Rei, São João Del-Rei, 2019.
- Pinheiro, T.F.; Escada, M.I.S.; Valeriano, D. M.; Hostert, P.; Gollno, F.; Muller, H., 2016. Forest degradation associated with logging frontier expansion in the Amazon: the BR-163 region in Southwestern Pará, Brazil. *Earth Interactions*, 20, 17, 1-26.
- Ponciano, T.A.; Rodrigues, H. S. C.; Faria, K. M. S., 2019. Abordagem morfoedológica para avaliação histórica da estrutura da paisagem no Vão do Paranã (GO). *Ateliê Geográfico*, 13, 2, 111-127.
- Ramalho, F.L.; Barcelos, A.A.; Cabra, J. B.P.; Birro, S.O.G., 2019. Diagnóstico ambiental do uso e ocupação das terras entre os anos de 2010 a 2015 no córrego matriz, Cachoeira-Alta, Goiás, Brasil. *Geoambiente On-line* 33.
- Rajput, V.; Minkins, T.; Sushkova S.; Behal, A.; Maksimov, A.; Blicharska, A.; Ghazaryan, K.; Movsesyan, H.; Barsova, N. 2020. ZnO and CuO nanoparticles: a threat to soil organisms, plants, and human health. *Environ Geochem Health*, 42, 147–158.
- Reis, G.S.; Mizusaki, A.M.; Roisemberg, A.; Rubert, R.R., 2014. Formação Serra Geral (Cretáceo da Bacia do Paranã): um análogo para os reservatórios ígneo-básicos da margem continental brasileira. *Pesquisas em Geociências* 41, 155-168.
- Rocha, H.M.; Cabral, J.B.P.; Marcuzzo, F.F.N., 2020. Qualidade das águas em resposta aos efeitos do uso da terra na área de influência direta de reservatório pelo emprego da análise multivariada. *Boletim Goiano de Geografia*, 40, 62750.
- Rocha, I.R.; Cabral, J.B.P., 2017. Alterações no Uso da Terra da Bacia Hidrográfica da UHE Salto do Rio Verdinho, Goiás, Brasil. *Ciência e Natura* 39, 142-153.
- Sano, E.E.; Rosa, R.; Scaramuzza, C.A. M.; Adami, M.; Bolfe, E.L.; Coutinho, A.C.; Esquerdo, J.C.D. M.; Maurano, L.E.P.; Narvaes, I.S.; Oliveira Filho, F.J.B.; Silva, E.B.; Victoria, D.C.; Ferreira, L.G.; Brito, J.L.S.; Bayma, A.P.; Oliveira, G.H.; Bayma-Silva, G., 2019. Land use dynamics in the Brazilian Cerrado in the period from 2002 to 2013. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 54, 00138.
- Sant'Ana, R. S., & Castro, S. S. 2014. Impactos Sobre a Biot e a Qualidade de Latossolos Cultivados com Cana-de-Açúcar. *Revista Processos Químicos*, 8 16, 9-31.
- Santos, L.B.; Barros, M.N.R.; Coelho A.S.; Fenzl, N., 2020. Análise da dinâmica do uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Marapanim, Pará. *Revista Brasileira de Geografia Física* 13, 1935-1952.
- Santos, P.T; Martins, A.P., 2018. Classificação da cobertura vegetal e do uso da terra da bacia hidrográfica do rio Claro, Goiás, para os anos de 1985, 1995, 2005 e 2016. *Geoambiente On-Line* 30, 97-114.
- Savic, R.; Ondasek, G.; Zemunac, R.; Kovacic, M.B.; Kranjec, F.; Jokanovic, V.N.; Bezdan, A., 2021. Longitudinal distribution of macronutrients in the sediments of Jegricka watercourse in Vojvodina, Serbia. *Science of the Total Environment* 754, 142138.
- SEAPA. Goiás possui 2º maior rebanho bovino do Brasil. 2020. Disponível em: <https://www.agricultura.go.gov.br/comunica%C3%A7%C3%A3o/not%C3%ADcias/3489-goi%C3%A1s-possui-2%C2%BA-maior-rebanho-bovino-do-brasil.html>> Acesso em: 21 dez. 2021.
- SEAPA. Jataí tem a maior produtividade de cana-de-açúcar no País. 2020. Disponível em: <https://www.agricultura.go.gov.br/comunica%C3%A7%C3%A3o/not%C3%ADcias/3509-jata%C3%AD-tem-a-maior-produtividade-de-cana-de-a%C3%A7%C3%BAcar-no-pa%C3%ADs.html>. Acesso em: 21 dez. 2021.
- SIEG. Sistema Estadual de Estatísticas e Informações Geográficas de Goiás. 2020. Disponível em:

- <https://www.imb.go.gov.br/sieg>. Acesso em: 20 jul. 2020.
- Silva, A.A.; Miziara, F., 2011. Avanço do setor sucroalcooleiro e expansão da fronteira agrícola em Goiás. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia-GO 41, 399-407.
- Silva, K.R.; Giongo, P.R.; Soares J.A.B.; Giongo, A.M.M.; Lunas, D.A.L.; Gomes, L.F., 2019. Evolução da área de cana-de-açúcar e indicadores selecionados socioeconômicos em Quirinópolis-GO (2005 a 2015). Brazilian Applied Science Review 3, 1206-1222.
- Silva, W.F., 2013, O espaço produtivo dos grãos e da cana-de-açúcar no cerrado do Centro-Oeste. Boletim Goiano Geografia (On-line). Goiânia-GO 33, 107-128.
- Rodrigues, B. M.; Osco. L. P.; Antunes, P. A.; Ramos, A. P. M., 2019. Avaliação da influência do uso e cobertura da terra na qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Pirapozinho (SP). Revista Brasileira Geografia Física, 12, 3. 738-753.
- Rodrigues, H. S. M de C; Castro, S. S de. 2018. A expansão da cana-de-açúcar e a aptidão agrícola das terras da microrregião do Vale do Rio dos Bois-GO. Geografia, Rio Claro, 43, .237-253.
- Sousa Júnior, W.C.; Sinisgalli, P.A.A., 2005. Análise da Viabilidade Técnica e Ambiental de AHEs no Sudoeste de Goiás: Relatório final. São José dos Campos-SP: ACIMA. 288 p.
- Souza, D.G., 2014. Metodologia de mapeamento para gestão de processos. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.
- Souza, J. C.; Martins, P.T.A; Druciaki, V.P., 2020. Uso e cobertura do solo no Cerrado: panorama do período de 1985 a 2018. Élisée - Revista de Geografia da UEG 9, e922022.
- USGS. United States Geological Survey. EarthExplorer. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 01 ago. 2018.
- Xavier, A.P.C.; Silva, R.M., 2018. Modelagem temporal dinâmica do uso e ocupação do solo baseado em SIG para a bacia do rio Tapacurá (PE). Geociências, São Paulo-SP 37, 193-2010.
- Xavier, M.V.B.; Santos, L.L.; Fonseca, A.P.M.; Almeida, E.S.; Almeida, L.V.O.; Aguiar, R. M.A.S.; Moreira, C.D. D.; Semensato, B.D.; Ferreira, J.M.; Oliveira, P.V.A., 2021. Capacidade de uso e manejo conservacionista do solo de um fragmento de cerrado *sensu stricto*, Montes Claros-MG. Research, Society and Development, 10, 41410716697.
- Zhang, K.; Ruben, G.B.; Li, X.; Li, Z.; Yu, Z.; Xia, J.; Dong. Z. A., 2020. Comprehensive assessment framework for quantifying climatic and anthropogenic contributions to streamflow changes: A case study in a typical semi-arid North China basin. Environmental Modelling and Software, 128, 104704.
- Zhao, B.; Zhang, L.; Xia, Z.; Xu, W.; Xia L.; Liang, Y.; Xia, D., 2019. Effects of rainfall intensity and vegetation cover on erosion characteristics of a soil containing rock fragments slope. Advances in Civil Engineering, 2019, 1-14.