

EVOLUÇÃO DA COBERTURA E USO DA TERRA NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DIRETA DAS USINAS HIDRELÉTRICAS BATALHA E ITUMBIARA SOB O APORTE DE FONTES SECUNDÁRIAS DE DADOS CARTOGRÁFICOS E CENSITÁRIOS

Izaias de Souza Silva ¹
Diego Tarley Ferreira Nascimento²
Patrícia de Araújo Romão³
Maurício Martines Sales⁴
Marta Pereira da Luz⁵

Resumo

No presente trabalho efetuou-se uma avaliação da evolução da cobertura e uso da terra nas áreas de influência diretas das UHEs Batalha e Itumbiara a partir de fontes secundárias. Foram utilizados dados cartográficos e censitários para reconhecimento da situação pretérita e atual da apropriação do espaço, tendo como base os mapeamentos de cobertura e uso das terras do Projeto Mapbiomas, para o recorte temporal de 1985 a 2020, e os dados socioeconômicos e agropecuários da Plataforma SIDRA/IBGE, atendendo ao recorte temporal de dados disponíveis. Os dados evidenciaram uma nítida dinâmica da cobertura e do uso das terras na área de influência direta da UHE Batalha, com sucessiva supressão da cobertura vegetal para implantação de atividades agropastoris. Por sua vez, para o caso da área de influência direta da UHE Itumbiara, o que se percebe é o uso das terras já consolidados, com predomínio de pastagens.

Palavras-Chave: Uso do Solo; Dados Secundários; SIDRA-IBGE; Mapbiomas; Usinas Hidrelétricas.

¹ Mestrando em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual de Goiás – UEG. E-mail: izaiasdesouzasilvaa@gmail.com.

² Professor adjunto do Instituto de Estudos Socio-Ambientais na Universidade Federal de Goiás (UFG) e docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Goiás - Campus Cora Coralina – UEG. E-mail: diego_nascimento@ufg.br.

³ Professora associada do Instituto de Estudos Socio-Ambientais na Universidade Federal de Goiás (UFG). Docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil da UFG e do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual de Goiás - Campus Cora Coralina – UEG. E-mail: patricia_romao@ufg.br.

⁴ Professor Titular na Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (UFG) e docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil (UFG). E-mail: mmartines@ufg.br.

⁵ Professora Adjunta da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2. Furnas Centrais Elétricas S.A. E-mail: martaluz@furnas.com.br.

EVOLUTION OF LAND COVERAGE AND USE IN AREAS OF DIRECT INFLUENCE OF BATALHA AND ITUMBIARA HYDROELECTRIC PLANTS UNDER THE CONTRIBUTION OF SECONDARY SOURCES OF CARTOGRAPHIC AND CENSITRY DATA

Abstract

In the present work, an evaluation of the evolution of land cover and use in the areas of direct influence of the HPPs Batalha and Itumbiara was carried out from secondary sources. Cartographic and census data were used to recognize the past and current situation of space appropriation, based on the mapping of land cover and use of the Mapbiomas Project, for the time frame from 1985 to 2020, and the socioeconomic and agricultural data of the Platform SIDRA/IBGE, given the time frame of available data. The data showed a clear dynamics of land cover and use in the area of direct influence of the Batalha HPP, with successive suppression of vegetation cover for the implementation of agropastoral activities. In turn, in the case of the area of direct influence of the Itumbiara HPP, what can be seen is the use of already consolidated lands, with a predominance of pastures.

Keywords: Land use; Secondary Data; SIDRA-IBGE; Mapbiomas; Power Plants.

EVOLUCIÓN DE LA COBERTURA Y USO DEL SUELO EN LAS ÁREAS DE INFLUENCIA DIRECTA DE LAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS BATALHA E ITUMBIARA BAJO EL APORTE DE FUENTES SECUNDARIAS DE DATOS CARTOGRÁFICOS Y CENSITARIOS

Resumen

En el presente trabajo se realizó una evaluación de la evolución de la cobertura y uso del suelo en las áreas de influencia directa de las UHE Batalha e Itumbiara a partir de fuentes secundarias. Se utilizaron datos cartográficos y censales para reconocer la situación pasada y actual de apropiación del espacio, con base en el mapeo de cobertura y uso del suelo del Proyecto Mapbiomas, para el periodo de tiempo de 1985 a 2020, y los datos socioeconómicos y agropecuarios de la Plataforma SIDRA /IBGE, dado el marco temporal de los datos disponibles. Los datos mostraron una clara dinámica de cobertura y uso del suelo en el área de influencia directa de la UHE Batalha, con sucesivas supresiones de cobertura vegetal para la implementación de actividades agropastoriles. A su vez, en el caso del área de influencia directa de la UHE Itumbiara, lo que se aprecia es el aprovechamiento de tierras ya consolidadas, con predominio de los pastos.

Palabras clave: Uso del suelo; Datos secundarios; SIDRA-IBGE; Mapbiomas; Centrales hidroeléctricas.

INTRODUÇÃO

As mudanças na cobertura e uso da terra são responsáveis por alterações funcionais e estruturais nas paisagens, intervindo sobre os processos ambientais e serviços ecossistêmicos em diferentes intensidades e escalas (ELLIS; PONTIUS, 2007). Desta forma, analisá-las torna-se uma atividade crucial à compreensão de suas reais implicações, desde ambientais, à econômicas e sociais, demandando assim, o levantamento de dados e informações cada vez mais confiáveis, detalhados e atuais (ARAUJO FILHO et al., 2007; MORAIN, 1998).

Sob esta perspectiva, a utilização de dados de Sensoriamento Remoto, subsidiados por Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e por outras técnicas de Geoprocessamento, tem se destacado e contribuído de forma relevante na elucidação das intervenções humanas sobre o meio, subsidiando informações e produtos capazes de auxiliar no planejamento ambiental e na gestão e ordenamento territorial (SOUZA; FERREIRA, 2014; MEDEIROS; SOUZA, 2015). Consoante a Mather (1999), os dados de Sensoriamento Remoto têm se tornado essenciais ao mapeamento e à descrição das características da cobertura e uso da terra, considerando os diferentes recortes espaciais e temporais, as distintas escalas de análise (NOVO, 2010).

Mapeamentos da cobertura e uso da terra descrevem o ambiente terrestre em termos de coberturas naturais e de usos relacionados às atividades humanas, respectivamente (CIHLAR e JANSEN, 2001). Nesse sentido, a expressão “cobertura da terra” refere-se mais diretamente ao revestimento da superfície, enquanto o termo uso da terra denota seu uso cultural, isto é, as atividades que nela são desenvolvidas (NOVO, 2010, ARAUJO FILHO et al., 2007). De toda forma, por apresentar informações sobre os elementos da paisagem, as potencialidades, as restrições ou ainda as incongruências quanto ao uso dos recursos naturais, tais mapeamentos são extremamente importantes, compreendendo um insumo base ao planejamento e ordenamento ambiental e/ou econômico (Nascimento et al., 2017).

Desde o surgimento dos primeiros sistemas orbitais, uma grande quantidade de sensores, produtos e metodologias de Processamento Digital de Imagens de satélite (PDI) foi desenvolvida, testada e aplicada nos mapeamentos de cobertura e uso da terra (LILLESAND; KIEFER; CHIPMAN, 2008). A saber, citam-se os consagrados métodos de classificação supervisionada e não supervisionada – por amostragem ou segmentação; ou ainda as classificações por uso de modelos de mistura espectral, de redes neurais, orientadas a objetos, por ângulo espectral, dentre outras.

A aquisição de informações inerentes à cobertura e uso da terra está diretamente relacionada ao PDI (LAMBIN, 2003). Assim sendo, os avanços tecnológicos associados ao Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento e sistemas computacionais trouxeram grandes inovações e possibilidades no que diz respeito ao nível de detalhe e consistência dos mapeamentos de cobertura e uso da terra. Estes mapeamentos podem ser providos a partir do processamento de imagens de satélite de média e alta resolução espacial, ou acessados a partir de produtos disponibilizados gratuitamente.

Atualmente, no que se refere aos mapeamentos da cobertura e uso da terra em nível de semidetalhe (média escala), observa-se o emprego, essencialmente, de dados orbitais disponibilizados pelos programas CBERS e *Landsat*. Por outro lado, os mapeamentos de cobertura e uso da terra em nível de detalhe (grande escala), anteriormente supridos por imagens de satélites privados (*Quickbird*, *RapidEye*, *SPOT*, *ALOS*, *Worldview*, entre outros), passam a ser subsidiados também por imagens gratuitas, como aquelas disponibilizadas pelos programas CBERS 04A (8 m *True Color Image*/2 m *Panchromatic Windex-Scan*) e Sentinel 2 (10 m *True Color Image*).

Por ser um país de dimensões continentais, de grande diversidade paisagística e de distintos e complexos modos de apropriação e exploração de seus recursos naturais, observa-se que o Brasil apresenta poucos mapeamentos de cobertura e uso da terra capazes de recobrirem todo o seu vasto território de 8.516.000 km². Dessa forma, geralmente as iniciativas contemplam escala de reconhecimento e semidetalhe, valendo-se principalmente de imagens satelitárias do programa *Landsat* e levando em consideração diferentes recortes espaciais, temporais, níveis hierárquicos de classificação/detalhamento da legenda. Embora os recortes espaciais sejam diversos, observa-se que a maior parte destes mapeamentos atendem a escala regional (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Nesse contexto, convém elencar como os mais consagrados programas de mapeamento e monitoramento da cobertura e uso da terra para o território brasileiro, em área contígua: o Projeto RadamBrasil, lançado em 1970; o Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), implementado em 2004; o programa de Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra, realizado pelo IBGE (edição 2000, 2010, 2012, 2014, 2016 e 2018); o Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil

(*MapBiomass*), a partir de 2015; e mais recentemente, em 2019, o DATACUBE Brasil, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Assim, considerando esses aspectos fundamentais inerentes às metodologias de mapeamentos da cobertura e uso da terra, seja no contexto do território brasileiro, de cada uma de suas regiões, unidades federativas ou municípios, e mesmo sob o recorte espacial de biomas e de bacias hidrográficas, percebe-se modificações intrínsecas na cobertura e uso da terra por conta da forma como o homem se apropria do espaço geográfico e explora os recursos naturais, conforme os meios técnicos-científicos e informacionais (SANTOS, 2004).

Deste contexto, chamamos a atenção para as bacias hidrográficas situadas junto à reservatórios de Usinas Hidrelétricas (UHEs), nas quais observa-se alterações na cobertura e uso da terra tanto na fase de implantação dos reservatórios – por conta do enchimento do reservatório e conseguinte inundação do entorno do barramento, como também após a conclusão dos empreendimentos (CAMAPUM DE CARVALHO et al. 2015).

As alterações na cobertura e uso da terra no entorno de reservatórios de UHEs, após a conclusão dos mesmos, na maior parte das vezes, podem ocorrer seja pela incorporação de atividades agropecuárias (lavouras e pastagens plantadas) ou pela construção de infraestruturas (casas, sítios, estradas, entre outros). A própria condição da infraestrutura, por exemplo, as estradas como geradores de direções preferenciais de fluxo ou mesmo as próprias estruturas de contenção, podem causar ou intensificar processos erosivos, como é o caso de estruturas mal dimensionadas ou mal posicionadas à meia vertente, por exemplo, ou o caso de bacias de contenção que ao invés de conter, deflagram ou intensificam o processo.

Uma das principais preocupações envolvendo tais dinâmicas está relacionada à redução da cobertura vegetal natural e à ausência de práticas conservacionistas dos solos. De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1999), o tipo de cobertura da terra e, de igual forma, o uso que se faz da mesma, exerce forte influência sobre o escoamento superficial e a deflagração de processos erosivos, que podem contribuir para a geração de sedimentos e, conseqüentemente, o comprometimento do sistema de geração de energia hidrelétrica, por conta do assoreamento dos reservatórios. Isto posto, torna-se evidente que mapeamentos da cobertura e uso da terra, detalhados, atualizados e consistentes, são indispensáveis à compreensão das diferentes alterações nas paisagens, seja a partir de processos naturais ou das ações antrópicas nas bordas dos reservatórios.

Nesse sentido, o presente trabalho visa prover a avaliação da evolução da cobertura e uso da terra sob o aporte de fontes secundárias de dados cartográficos e censitários, que retratem a condição pretérita e atual da apropriação do espaço, tendo como estudo de caso as áreas de influência direta das Usinas Hidrelétricas (UHE) Batalha e Itumbiara.

Convém a ressalva de que este trabalho está vinculado a uma pesquisa de mestrado, que tem por objetivo o desenvolvimento de uma proposta metodológica de mapeamento de cobertura e uso do solo em detalhamento progressivo para o entorno de Usinas Hidrelétricas. Nesta ocasião é demonstrada a etapa inicial da proposta, na qual são empregados, essencialmente, dados cartográficos e censitários de fontes secundárias, públicos e oficiais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Contextualização das áreas em estudo

As áreas em estudo são representadas pelas áreas de influência direta⁶ das UHEs Batalha e Itumbiara, situadas, respectivamente, na porção leste e sudeste do estado de Goiás, na divisa com o estado de Minas Gerais (Figura 1). A área de influência direta da UHE Batalha possui uma área de 5.156 km² e contempla três municípios, ao passo que a área de influência direta da UHE Itumbiara representa uma área de 7.296 km² e compreende dezoito municípios, sendo treze em Goiás e cinco em Minas Gerais (Figura 1).

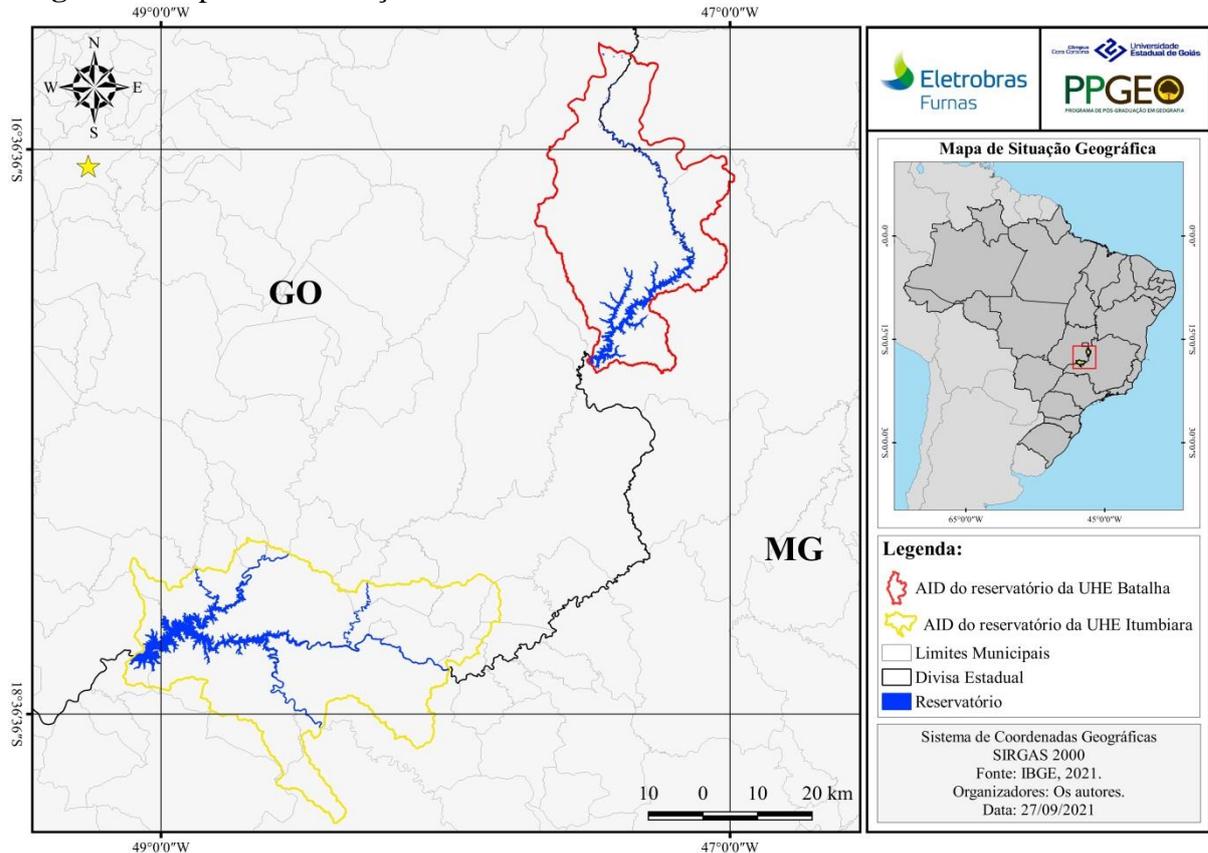
A UHE Batalha teve sua construção iniciada em meados do ano de 2008, e entrou em operação a partir do dia 17 de maio de 2014, quando o reservatório teve seu enchimento finalizado. A UHE Itumbiara, por sua vez, foi construída entre novembro de 1974 e início de 1980, com operação iniciada a partir do dia 24 de abril de 1980, portanto, há mais de 40 anos. Trata-se, assim, de uma Usina Hidrelétrica relativamente recente e outra antiga.

O reservatório da UHE Itumbiara se forma a partir da contribuição dos rios Corumbá e do São Marcos, ao passo que o reservatório da UHE Batalha tem a contribuição apenas do segundo. Geomorfologicamente, as áreas em estudo estão situadas sobre planaltos formados a

⁶ A área de influência direta (AID) foi delimitada a partir da bacia hidrográfica à montante da barragem da UHE, sendo desconsideradas as bacias de contribuição à montante de reservatórios e barramentos, uma vez que estes são capazes de reterem sedimentos e o próprio fluxo superficial de água.

partir de cinturões orogênicos da Faixa Brasília, marcados pela ocorrência de relevos ondulados, com ocorrência de Cambissolos, Latossolos e Argissolos.

Figura 1. Mapa de localização das áreas de influência direta das UHEs Batalha e Itumbiara.



Fonte: IBGE, 2021. Org.: Os autores.

Considerando a classificação climática de Köppen-Geiger (1961), o clima predominante na região em apreço pertence à tipologia Aw, que retrata um clima tropical com chuvas de verão. Um aspecto importante dessa tipologia é a sazonalidade das chuvas, concentradas especialmente entre os meses de outubro e março.

Enquanto a região compreendida pela UHE Batalha retrata domínio de fitofisionomias campestres e savânicas, típicas da vegetação do Cerrado, na região da UHE Itumbiara percebe-se presença de formações florestais, relacionadas ao bioma da Mata Atlântica.

Procedimentos metodológicos

O percurso metodológico se baseou essencialmente nas etapas de revisão bibliográfica e de compilação, organização, tratamento, representação e análise de dados cartográficos e

censitários de fonte secundária para reconhecimento e monitoramento da cobertura e uso da terra nas áreas em estudo. No que diz respeito aos dados cartográficos, foram empregados arquivos em formato matriciais de cobertura e uso da terra, provenientes do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomass⁷).

Os mapas anuais de cobertura e uso da terra do MapBiomass são concebidos a partir da classificação pixel a pixel de imagens de satélite da missão *Landsat*, com resolução espacial de 30m, possibilitando aplicações em escalas de até 1:100.000. O processamento dos dados ocorre em nuvem por meio da plataforma *Google Earth Engine* (GEE), com aplicação de algoritmos de aprendizagem de máquina, fazendo uso de um esquema de níveis hierárquicos de classificação, que leva em consideração e combina tanto o sistema de classificação proposto pelo Manual de Uso das Terras do IBGE (2013), quanto os Sistemas de Classificação propostos pela Organização para Alimentação e Agricultura (FAO) (MACDICKEN, 2015).

Os dados provenientes do MapBiomass foram adquiridos mediante a plataforma de programação em nuvem do GEE onde consultou-se a coleção mais atual (6.0) do repositório MapBiomass *User Toolkit* e efetuou-se o *download* dos dados. De posse dos mesmos, criou-se um banco de dados em ambiente SIG, especificamente fazendo uso do *software* livre e de código aberto QGIS, versão 3.16 (Hannover), pelo qual procedeu-se com rotinas de processamento (reprojeção, recorte, vetorização, extração das estatísticas das classes temáticas, entre outros); com a conseguinte elaboração dos mapas de cobertura e uso da terra das áreas em estudo dos anos de 1985 e 2020. Os dados resultados do cômputo de área ocupada por cada uma das classes de cobertura e uso do solo foram exportados e inseridos no *software Excel* do pacote Microsoft Office, versão 2019, para cálculo de porcentagem e elaboração das representações tabulares e gráficas.

Por sua vez, os dados censitários, referentes aos aspectos agropecuários e socioeconômicos dos municípios situados nas áreas de influência direta das UHs Batalha e Itumbiara, foram acessados e compilados a partir da plataforma do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA-IBGE) – <https://sidra.ibge.gov.br>. Em planilhas do *software*

⁷ O Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomass) envolve uma rede multi-institucional, com especialistas de diversas áreas do conhecimento, principalmente Sensoriamento Remoto e Computação; com objetivo de mapear a cobertura e uso da terra para todo o território brasileiro. A disponibilização dos arquivos ocorre tanto pela plataforma <https://mapbiomas.org/> quanto pelo *Google Earth Engine*, por meio de script de reposição de dados.

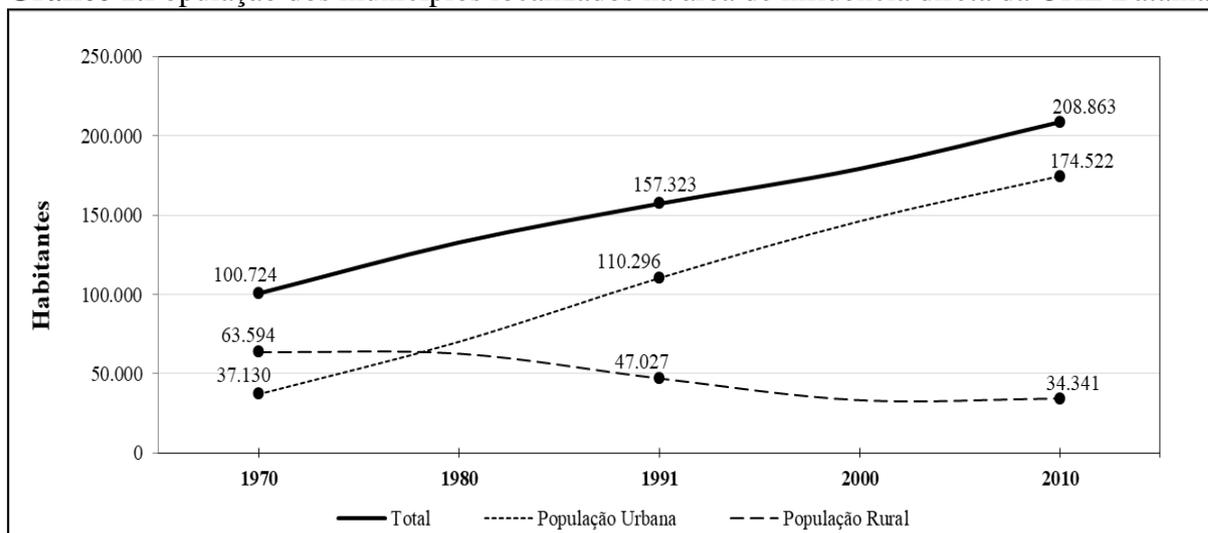
Excel, após organizados, os dados referentes aos municípios de cada área de influência direta foram somados e então elaboradas as representações gráficas da variação anual. Foram considerados os respectivos temas: quantidade produzida das principais culturas agrícolas, quantidade de cabeças dos principais tipos de rebanhos, população total e estimada e produto interno bruto. Foram utilizados os recortes temporais disponíveis para cada dado, sendo: 1970 a 2010 para população total (total, urbana e rural) e 2021 para a população estimada, 1985 a 2019 para dados agropecuários e 2002 a 2018 para o Produto Interno Bruto (PIB), atendendo ao recorte temporal de dados disponíveis.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dinâmica na UHE Batalha

Conforme dados levantados do Censos Demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), constata-se que a população dos municípios situados nas respectivas áreas de influência direta encontra-se em considerável incremento entre as décadas de 1970 e 2010. Para o contexto área de influência direta da UHE Batalha a população dobrou, especificamente, um aumento de 100.724 para 208.863 habitantes; o que significa uma demanda crescente sobre os recursos naturais e a incorporação de novas áreas para ocupação e desenvolvimento de atividades humanas. De acordo com as estimativas do IBGE, atualmente (2021) a população dos municípios situados na área de influência direta da UHE Batalha é de 241.385 – o que indica um contínuo aumento demográfico.

Tendo em vista o Gráfico 1, que diz respeito à dinâmica da população total, urbana e rural dos municípios localizados na área de influência direta da UHE Batalha entre 1970 e 2010, nota-se um acentuado incremento da população urbana (que quase quintuplica), e uma consequente diminuição da população rural (reduzida pela metade), com inversão do predomínio da população rural para urbana no final da década de 1970. De acordo com Lambi et al. (2001, 2003), esse comportamento não só pode ser identificado em muitos países tropicais a partir dos anos 2000, quando o processo de urbanização se intensificou; como também tem sido a causa dominante das mudanças na ocupação e uso das terras, especialmente no Brasil, onde o processo de modernização da agricultura contribuiu diretamente na apropriação dos recursos naturais, diminuição da população rural e consequente aumento da população urbana.

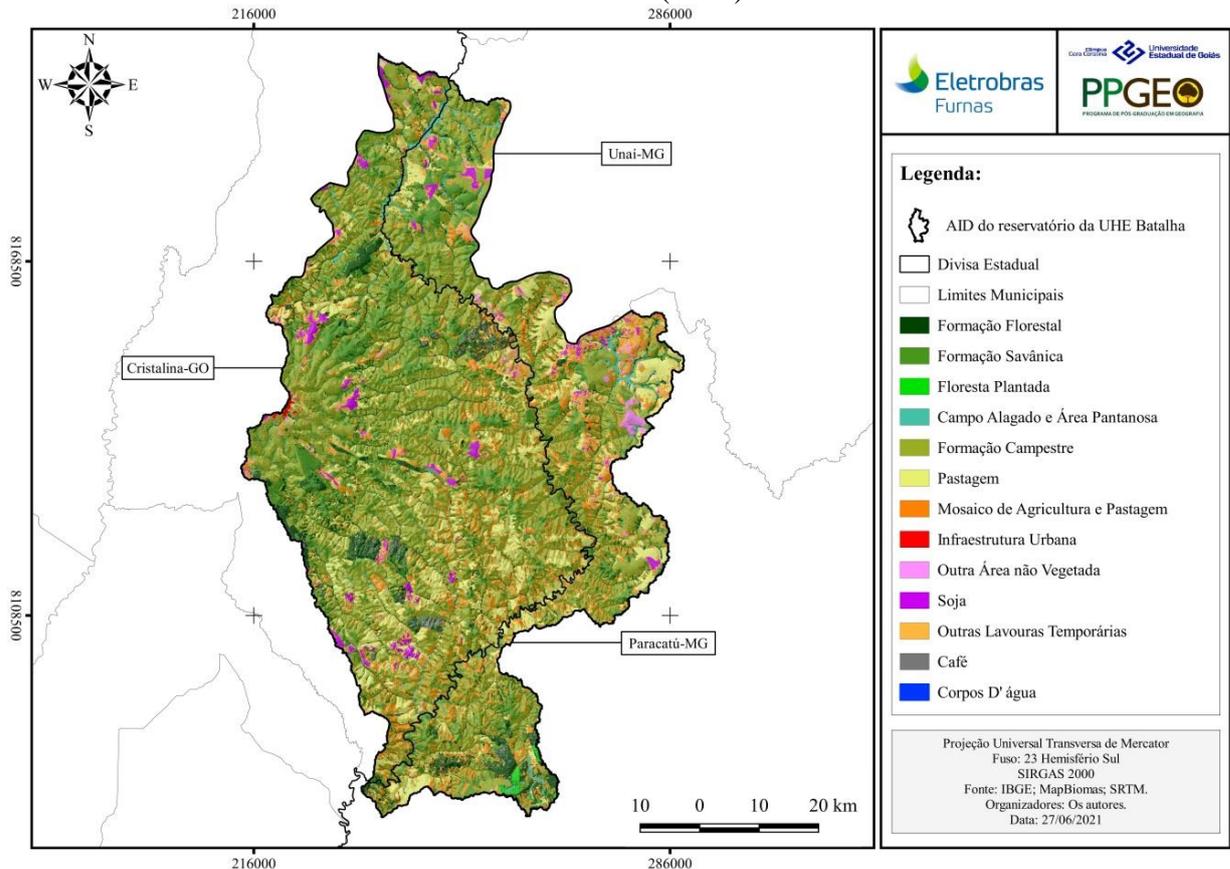
Gráfico 1. População dos municípios localizados na área de influência direta da UHE Batalha.

Fonte: SIDRA-IBGE. Org.: Os autores.

A partir dos dados do MapBiomias, elaboraram-se mapas de cobertura e uso da terra da área de influência direta da UHE Batalha para os anos de 1985 e 2020. Considerando o mapa de cobertura e uso da terra referente ao ano de 1985 (Figura 2), percebe-se que as coberturas naturais se relacionam, sobretudo, às áreas de Formações Campestres (37,9%) e Formações Savânicas (18,9%), com pouca presença de Formações Florestais (6,8%); enquanto o uso da terra se associa principalmente às pastagens (15,6%), com presença também significativa de áreas com mosaico de agricultura e pastagem (12,5%), e pouca proporção de atividades agrícolas (5,2% - considerando a soja, o café e as outras lavouras temporárias). Assim, nota-se em 1985 o predomínio de coberturas vegetais naturais (66%), com fragmentos de formação florestal vislumbrados na porção meridional e oeste da área em apreço, e áreas de formação savânica sobre toda a região.

As atividades antrópicas na área de influência direta da UHE Batalha em 1985 eram pouco expressivas, representando aproximadamente 34% da sua área. Nesse sentido, as áreas de pastagem são representadas por manchas relativamente bem distribuídas pela região, com a atividade agrícola, especialmente destinadas ao cultivo da soja, relacionadas à pequenas e esparsas localidades onde a disposição do relevo apresenta poucas saliências, com destaque para o município de Cristalina-GO. As áreas de mosaicos de agricultura e pastagem podem ser observadas em pequenos fragmentos em toda a área de influência direta, mas também sob a forma de manchas de dimensões mais consideráveis, à leste da região.

Figura 2. Mapa da cobertura e uso da terra da área de influência direta da UHE Batalha (1985).

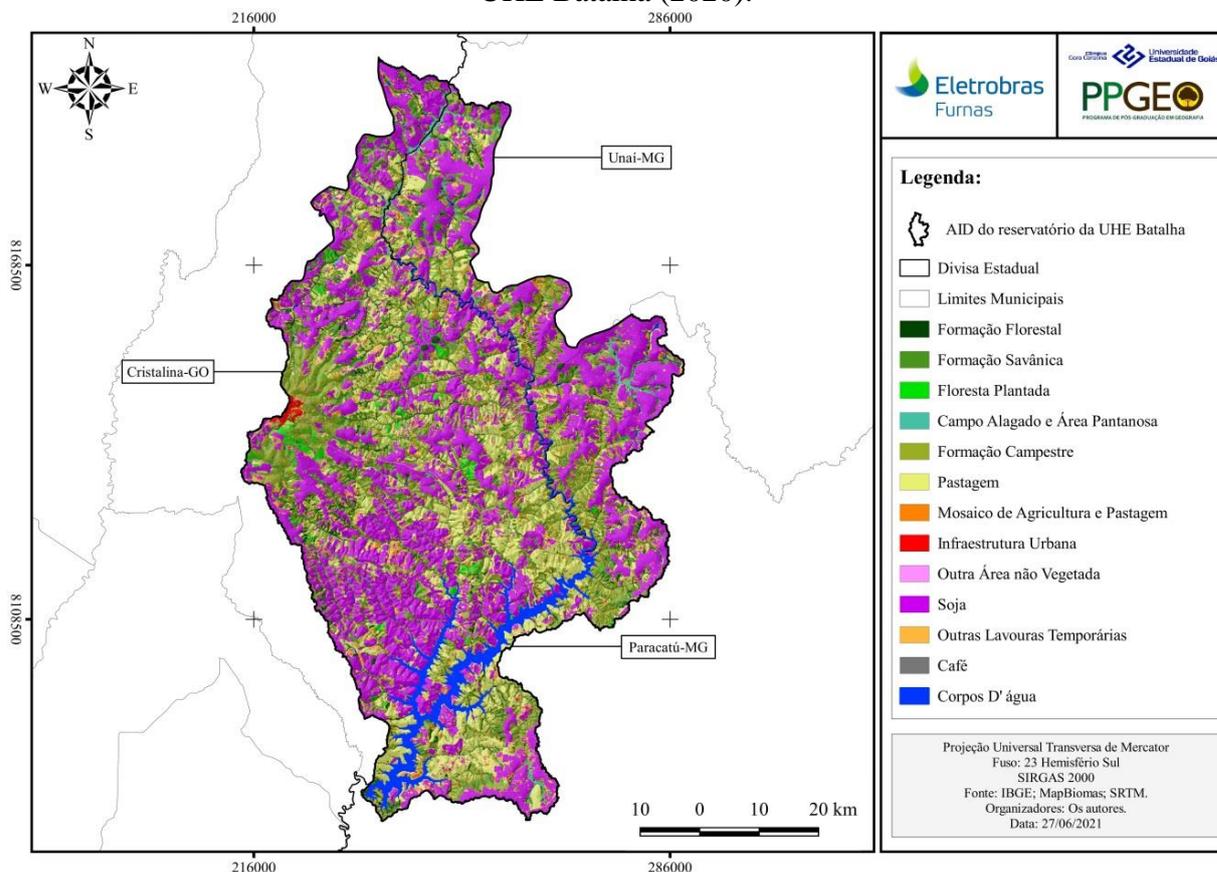


Fonte: MapBiomias (coleção 6); SRTM. Org.: Os autores.

Por sua vez, a Figura 3 retrata o mapa de cobertura e uso da terra da área de influência direta da UHE Batalha para o ano de 2020, isto é, 36 anos após o primeiro período de observação, e seis anos após o enchimento do reservatório. Se observa que o uso da terra passa a representar 65,7% da área em estudo – principalmente relacionada ao cultivo de soja (38,5%), com a pastagem representando 18,4% da região. Por sua vez, as coberturas naturais representam 34,3% da área de influência direta da UHE Batalha em 2020, especialmente representadas pelas formações campestre (14,4%) e savânica (10,8%).

Em 2020, as áreas agrícolas, sobretudo relacionada ao plantio de soja, ocorrem, na sua maior parte, sobre áreas de chapadas, com relevo plano favorável ao uso de maquinários e outras tecnologias; ao passo que as áreas ocupadas por pastagens mostram-se relacionadas, principalmente, às áreas onde as condições geomorfológicas limitam a implantação das atividades agrícolas. A formação campestre, concentrada sobre o a porção oeste, situa-se sobre a feição de relevo elevado e plano conhecida como Domo de Cristalina, e também em manchas nas porções sudeste e sul da região, em Paracatú-MG.

Figura 3. Mapa da cobertura e uso da terra da área de influência direta da UHE Batalha (2020).



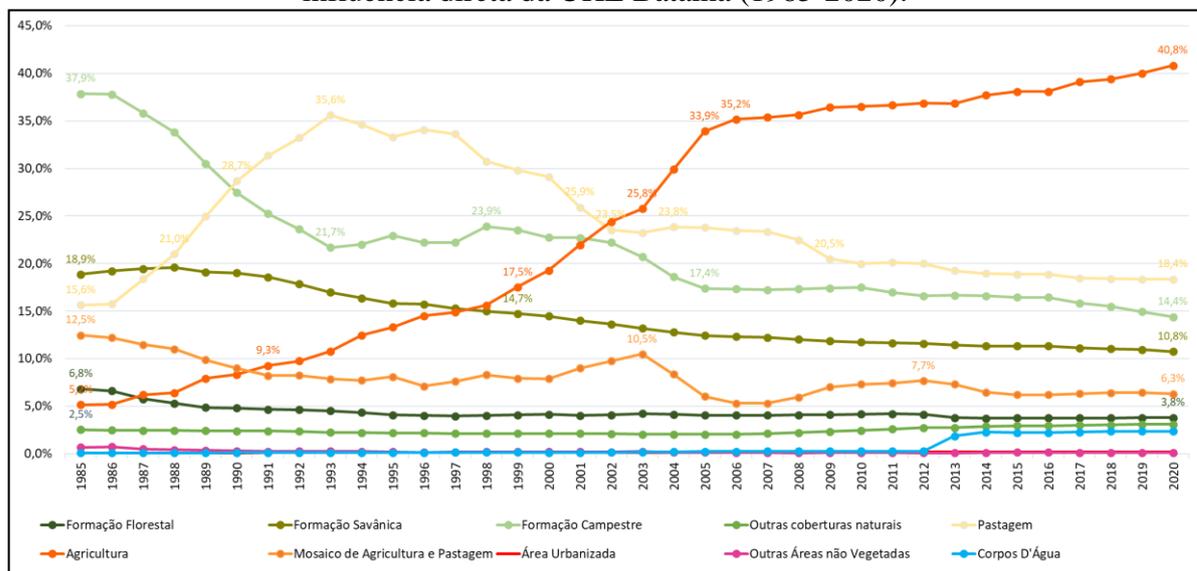
Fonte: MapBiomias (coleção 6); SRTM. Org.: Os autores.

Uma característica importante da agricultura desenvolvida mais recentemente desta região é o modelo extensivo-intensivo, sendo intensivo não só em relação ao uso da terra, mas também da água, com a prática de irrigação por pivôs centrais. Nesse sentido, cita-se o exemplo do município de Cristalina – GO, que em 2015 respondia por aproximadamente 24% da área irrigada de todo o estado de Goiás (PEREIRA JÚNIOR; FERREIRA; MIZIARRA, 2015), sendo considerado um dos municípios goianos com maior densidade e unidade de área irrigada por pivôs centrais (SANTOS *et al.* 2019).

O Gráfico 2 mostra a dinâmica espaço-temporal das classes de cobertura e uso da terra na área de influência direta da UHE Batalha entre 1985 e 2020, sendo possível notar o contínuo

aumento da agricultura (com incorporação das classes de soja, cana, outras lavouras temporárias e café) que, em 1985, representava apenas 5,2%, e passa a representar 40,8% da região em 2020 – esse incremento é incisivo, principalmente, até o ano de 2004, posteriormente apresentando um crescimento mais moderado, apesar de contínuo. Ao longo dos 36 anos analisados, observa-se a redução e fragmentação da vegetação campestre e savânica, sendo que a primeira respondia por 37,9% da área de influência direta da UHE de Batalha em 1985, reduzida a 14,4% da área, em 2020, e a segunda demonstrando uma redução mais tímida, de 18,9% para 10,8% entre os 36 anos.

Gráfico 2. Porcentagem ocupada pelas classes de cobertura e uso da terra na área de influência direta da UHE Batalha (1985-2020).



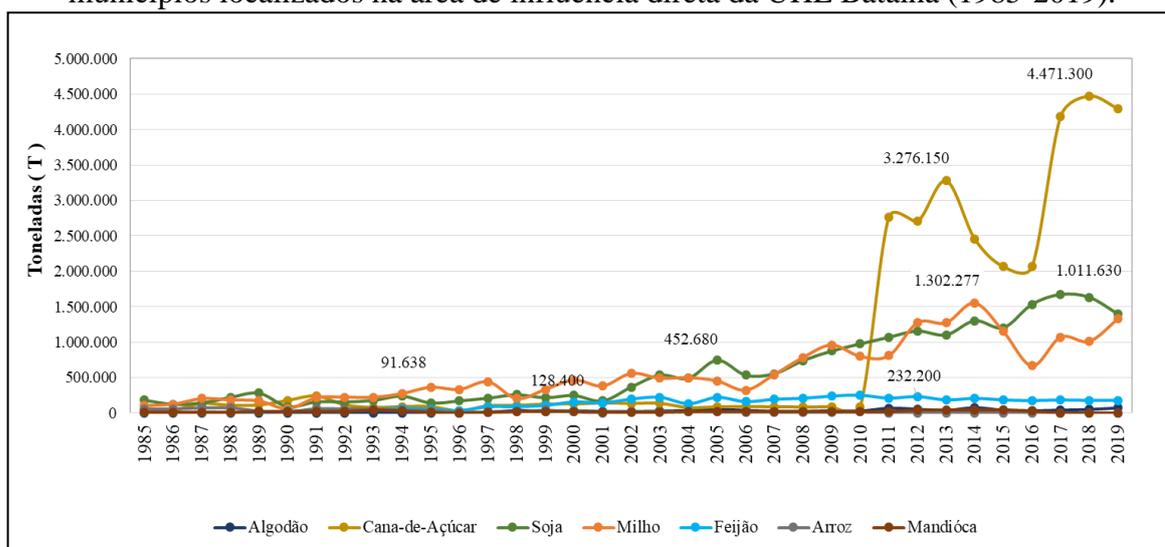
Fonte: MapBiomias (coleção 6). Org.: Os autores.

Importante observar a dinâmica das pastagens na área em apreço, uma vez que essa atividade apresentou um vertiginoso incremento até 1993, quando respondeu a 35,6% da área, e, desde então, demonstrou um contínuo decréscimo, alcançando os 18,4% da área em 2020. Até o ano de 2002, essa atividade predominava entre os usos antrópicos, quando passou a dar margem para as atividades agrícolas. Dessa forma, pode-se supor que até o ano de 1993, as áreas de formação campestre eram convertidas para áreas, principalmente, de pastagem, mas também para áreas agrícolas. Depois deste período, possivelmente, as áreas ocupadas por pastagens paulatinamente deram espaço ou foram incorporadas pelas atividades agrícolas, especialmente ao cultivo de soja

Destaque também deve ser dado ao incremento da classe de corpo hídrico entre 2012 e 2013, período em que houve o barramento do Rio São Marco e enchimento do reservatório da UHE Batalha.

Segundo os dados da quantidade produzida das principais culturas agrícolas nos municípios da área de influência direta da UHE Batalha, indicados pelo Gráfico 3, no ano de 1985 a produção de soja era de 122.820 toneladas ao ano, um valor relativamente baixo quando comparado com àquele registrado em 2019, de 1.397.300 toneladas. Um incremento relativamente semelhante é observado para o milho. Todavia, a maior dinâmica é da produção de cana-de-açúcar, especialmente entre os anos de 2010 e 2011, haja vista o incremento da produção de 88.450 para 2.763.460 toneladas.

Gráfico 3. Quantidade produzida das principais culturas agrícolas desenvolvidas nos municípios localizados na área de influência direta da UHE Batalha (1985-2019).



Fonte: SIDRA-IBGE. Org.: Os autores.

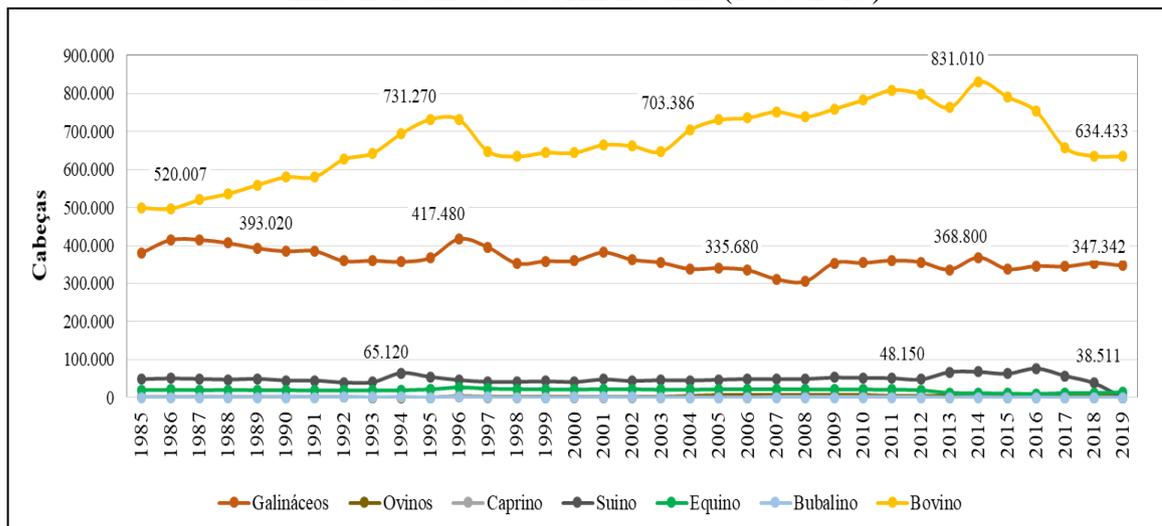
Observou-se que a partir dos anos de 2013 e 2014, após o enchimento do reservatório da UHE Batalha, há uma tendência de diminuição da produção da cana-de-açúcar e do milho, respectivamente. Entretanto, após 2016 ambas culturas agrícolas demonstram novo incremento da produção, sobretudo da cana-de-açúcar.

Importante destacar uma discrepância entre os dados cartográficos do Mapbiomas e os censitários do SIDRA/IBGE, especialmente no tocante ao primeiro indicar o predomínio da soja na área de influência direta da UHE Batalha, ao passo que os dados do IBGE apontam para o predomínio, em termos de quantidade produzida, da cana-de-açúcar. Todavia, entende-se que

o aumento da produção não deve ser diretamente relacionado ao aumento da área plantada, mas pela maior produtividade do cultivar, tendo em vista o uso de tecnologias e da irrigação mecanizada, por exemplo. De mesma forma, também deve ser lembrado que a área de influência direta de cada UHE não compreendeu a toda extensão territorial dos municípios, assim, possivelmente, as áreas de plantio de cana-de-açúcar devem se situar fora da área considerada no estudo, ao passo que a parte do município compreendida pela área de influência direta deve concentrar a maior proporção das áreas destinadas ao cultivo de soja.

No tocante à dinâmica da quantidade de cabeças dos principais tipos de rebanhos, o Gráfico 4 demarca a maior presença dos rebanhos bovino e de galináceos, com o primeiro apresentando um ligeiro aumento de 1985 a 2014, seguindo um decréscimo nos anos seguintes.

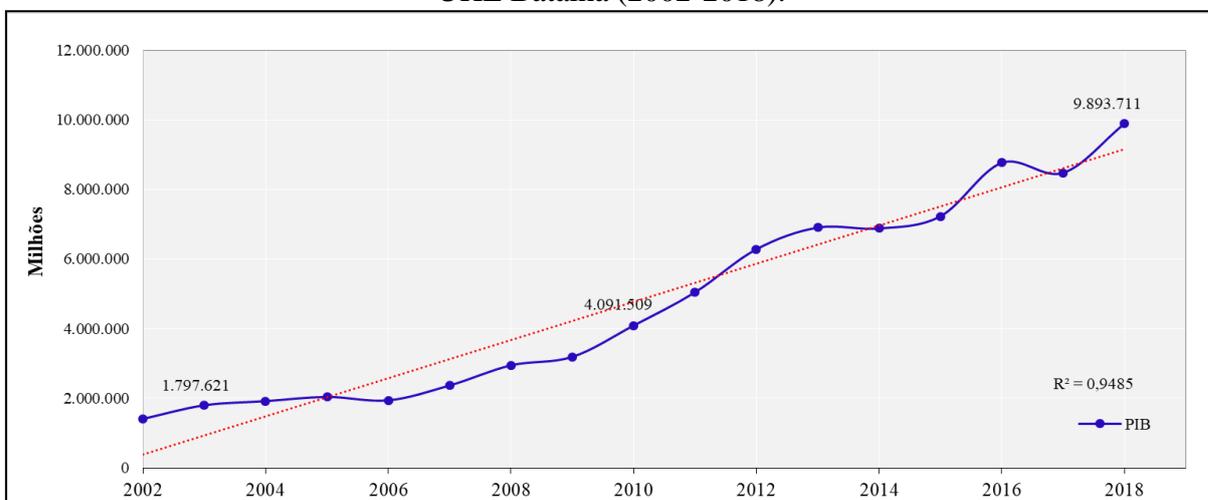
Gráfico 4. Total dos tipos de rebanhos existentes nos municípios localizados na área de influência direta da UHE Batalha (1985-2019).



Fonte: SIDRA-IBGE. Org.: Os autores.

Haja vista o evidente cenário de expansão das atividades agrícolas, o Gráfico 5 mostra a correspondente tendência de aumento do Produto Interno Bruto (PIB), partindo de R\$ 1.797.621, em 2003, e alcançando o montante de R\$ 9.893.711, em 2018. Assim, observa-se que a dinâmica da cobertura e uso da terra, direcionadas sobretudo pelas atividades agropecuárias, tem influenciado a demografia e a economia dos municípios próximos à UHE Batalha.

Gráfico 5. PIB dos municípios situados na área de influência direta da UHE Batalha (2002-2018).

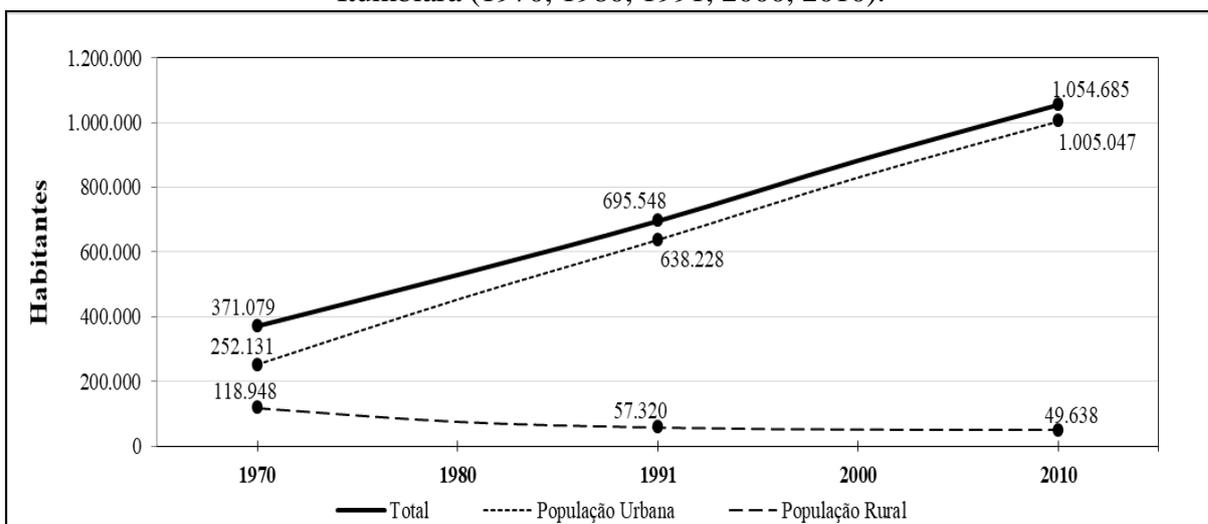


Fonte: SIDRA-IBGE. Org.: Os autores.

Dinâmica na UHE Itumbiara

Assim como foi observado no contexto da área de influência direta da UHE Batalha, entre as décadas de 1970 e 2010 a população dos municípios localizados na área de influência direta da UHE Itumbiara também registrou um aumento significativo, passando de 371.079 habitantes para 1.054.685 (Gráfico 6).

Gráfico 6. População dos municípios localizados na área de influência direta da UHE Itumbiara (1970, 1980, 1991, 2000, 2010).



Fonte: SIDRA-IBGE. Org.: Os autores.

Em termos comparativos, a população total estimada pelo IBGE para o ano de 2021 para os municípios interceptados pela área de influência direta da UHE Itumbiara, de 1.239.085 habitantes, é bem superior àquela vista para a UHE Batalha, praticamente o quádruplo. Apesar das áreas apresentarem extensão territorial relativamente semelhante, sendo 5.156 km² em Batalha e 7.296 km² referente à Itumbiara, esta última apresenta maior proporção de áreas urbanas, associadas às sedes municipais, ou aos povoados e vilarejos, o que assegura maior quantitativo populacional.

Outro aspecto demográfico que se diferencia do que foi observado nos municípios da área de influência direta da UHE Batalha (Gráfico 1), é que, para o caso dos municípios situados próximos à UHE Itumbiara (Gráfico 6), desde a década de 1970, o predomínio é de população urbana com relação à rural, esta última, apresentando sucessiva diminuição ao longo do período de observação.

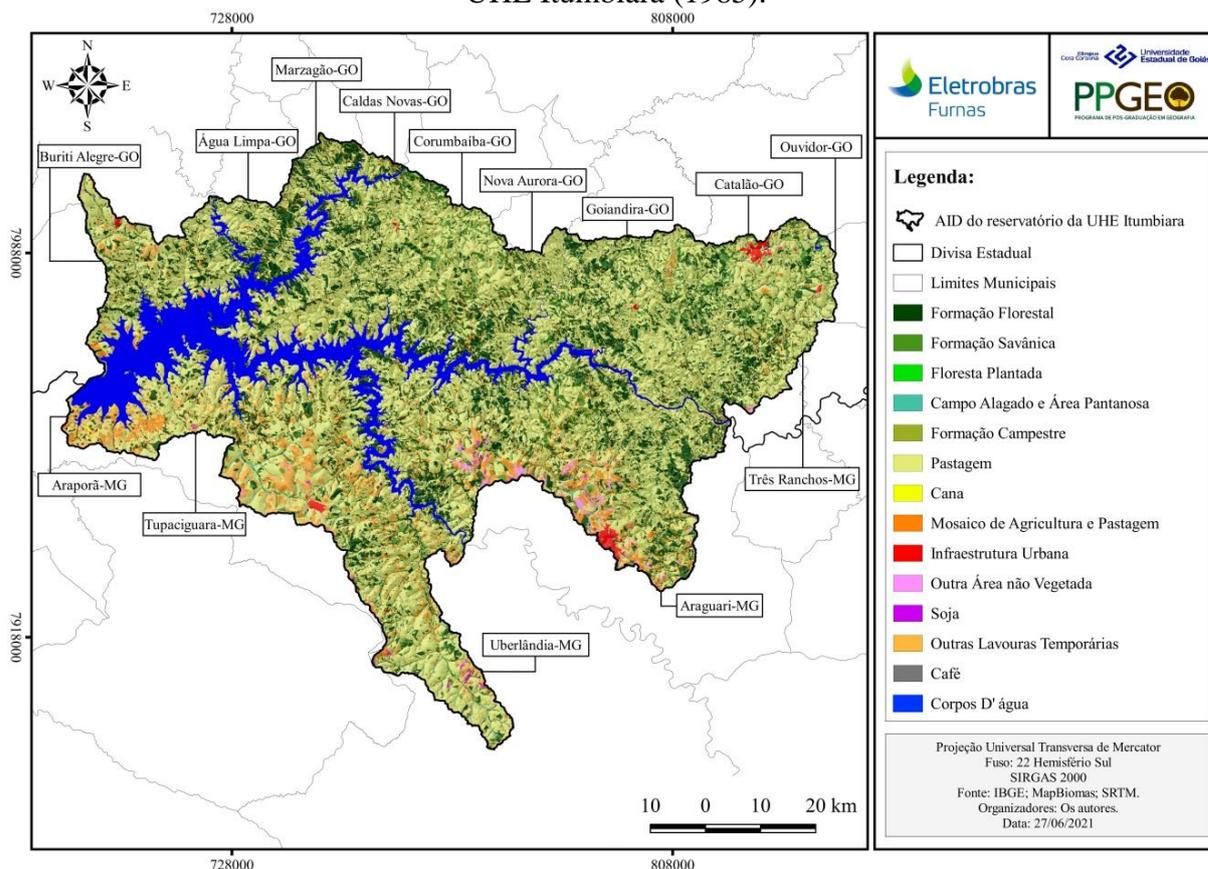
A Figura 4 representa o mapa da cobertura e uso da terra da área de influência direta da UHE Itumbiara referente ao ano de 1985, pela qual nota-se o predomínio de atividades antrópicas, perfazendo 66% da área em apreço, especialmente relacionadas às pastagens (56,1%). As coberturas vegetais e corpos hídricos representam 34% da área, associadas a Formação Florestal (18,8%), Corpos D'Água (10%) Formação Savânica (4,5%). Dessa forma, a área de influência direta da UHE Itumbiara, desde o primeiro período de observação, encontra-se bastante antropizada,

Neste ano de 1985, a agricultura, representada por outras lavouras temporárias ou pelo mosaico de agricultura e pastagem, perfaz cerca de 9,1% da área, estando a primeira classe situada principalmente na porção sudoeste da região, junto aos municípios de Araporã-MG e Tupaciguara-MG, e a segunda classe vislumbrada no contexto dos municípios de Uberlândia-MG e Araguari-MG, à sudeste. Por sua vez, as áreas de remanescentes da cobertura vegetal natural encontram-se esparsamente distribuídas.

A partir do mapa da cobertura e uso da terra da área de influência direta da UHE Itumbiara para o ano de 2020 (Figura 5), percebe-se a manutenção do predomínio do uso da terra por pastagem, apesar de um pequeno decréscimo, para 44,6% do total da área em estudo. Por sua vez, as áreas ocupadas por agricultura triplicam na região, passando a representar 26,3% da área – isso ao serem consideradas as classes de cana, soja, café, outras lavouras temporárias e mosaico de agricultura e pastagem. O maior incremento das áreas agrícolas foi da classe de soja, que em 2020, passa a corresponder a 7,6%, sendo tais áreas vislumbradas em manchas

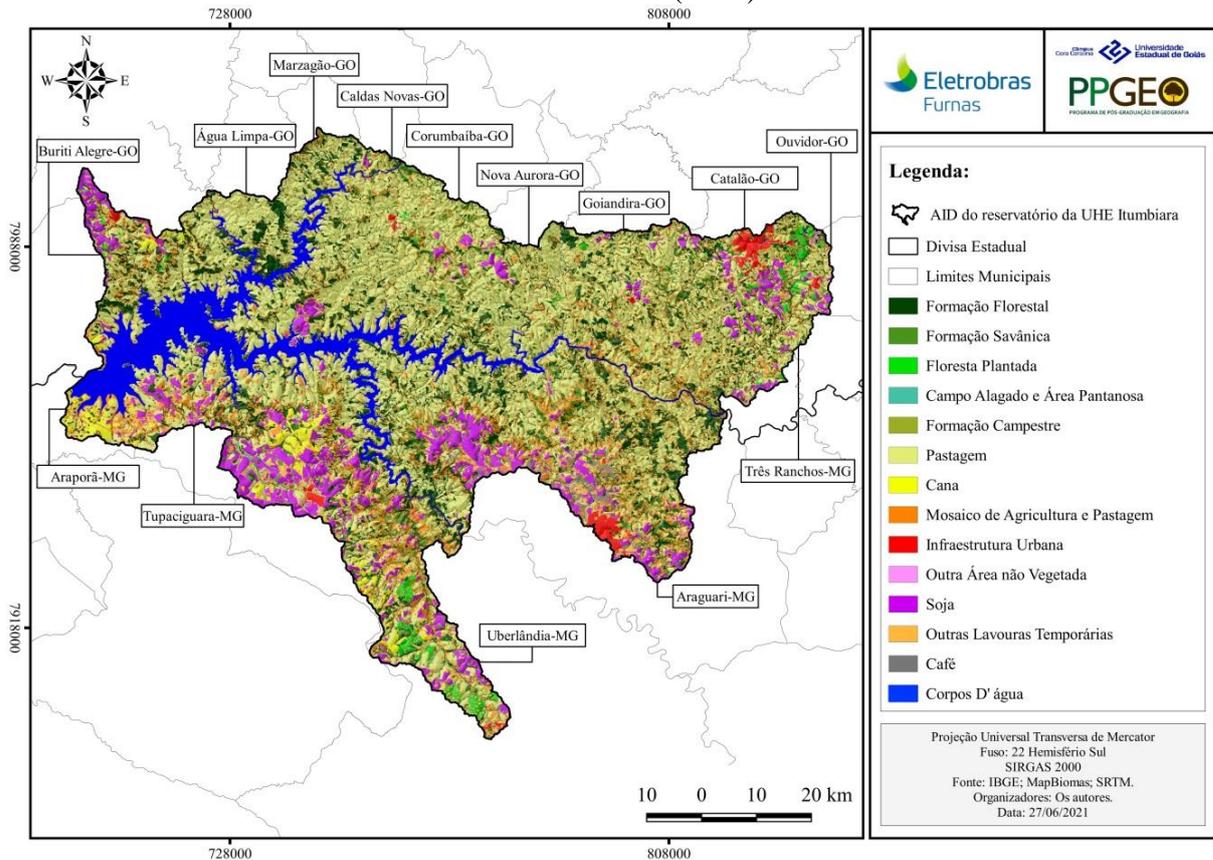
situadas especialmente na porção sul da região, nos municípios de Araporã-MG, Tupaciguara-MG, Uberlândia-MG e Araguari-MG, mas também nos municípios de Buriti Alegre-GO, à noroeste, além de Catalão-GO e Ouvidor-GO, à nordeste.

Figura 4. Mapa da cobertura e uso da terra da área de influência direta da UHE Itumbiara (1985).



Fonte: MapBiomias (coleção 6); SRTM. Org.: Os autores.

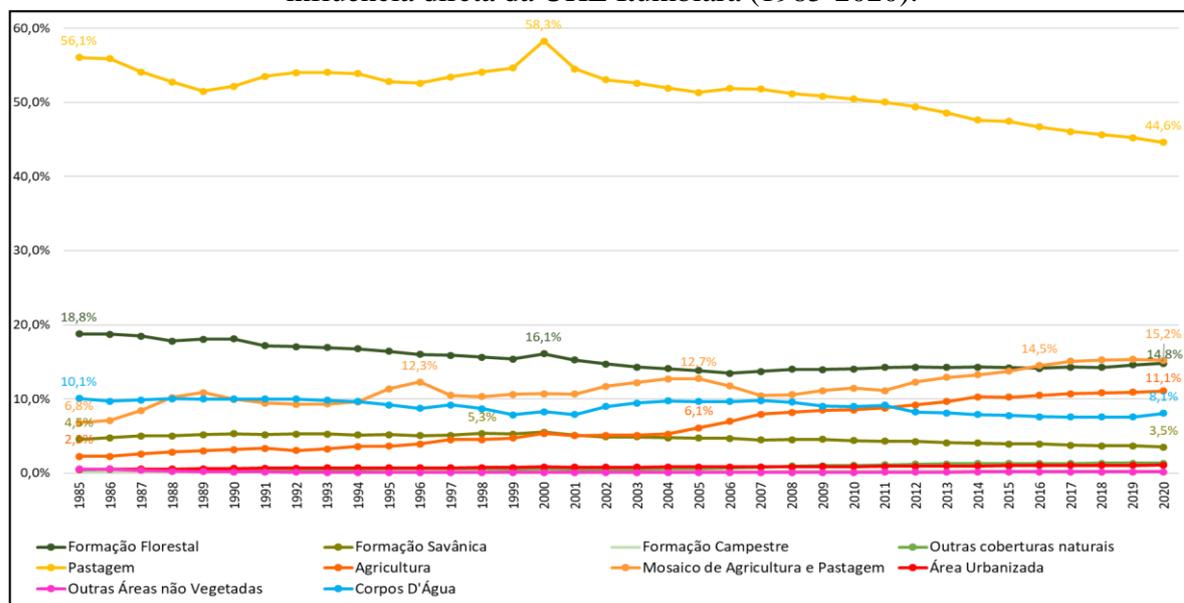
Figura 5. Mapa da cobertura e uso da terra da área de influência direta da UHE Itumbiara (2020).



Fonte: MapBiomas (coleção 6); SRTM. Org. Os autores.

Assim, diferentemente do que ocorre no contexto da UHE Batalha, na qual observa-se uma acentuada dinâmica da paisagem, com destituição das coberturas vegetais naturais para implementação das atividades agrícolas, na área de influência direta da UHE Itumbiara percebe-se um uso já consolidado das terras desde o período inicial de análise (1985), com predomínio de pastagens extensivas voltadas principalmente à manutenção do rebanho bovino. Como um reflexo deste aspecto, percebe-se uma sutil diminuição das coberturas vegetais, por exemplo, nas Formações Florestais diminuem (4%) – conforme o Gráfico 7. Dessa forma, apesar da maior ocorrência da Formação Florestal em Itumbiara, com relação à Batalha, de mesma forma há a redução e descaracterização desta fitofisionomia a fragmentos em áreas esparsamente descontinuas, sendo oportuno destacar a importância de uma avaliação/monitoramento das mesmas, considerando a problemática de sua fragmentação e serviço ecossistêmico.

Gráfico 7. Porcentagem ocupada pelas classes de cobertura e uso da terra na área de influência direta da UHE Itumbiara (1985-2020).

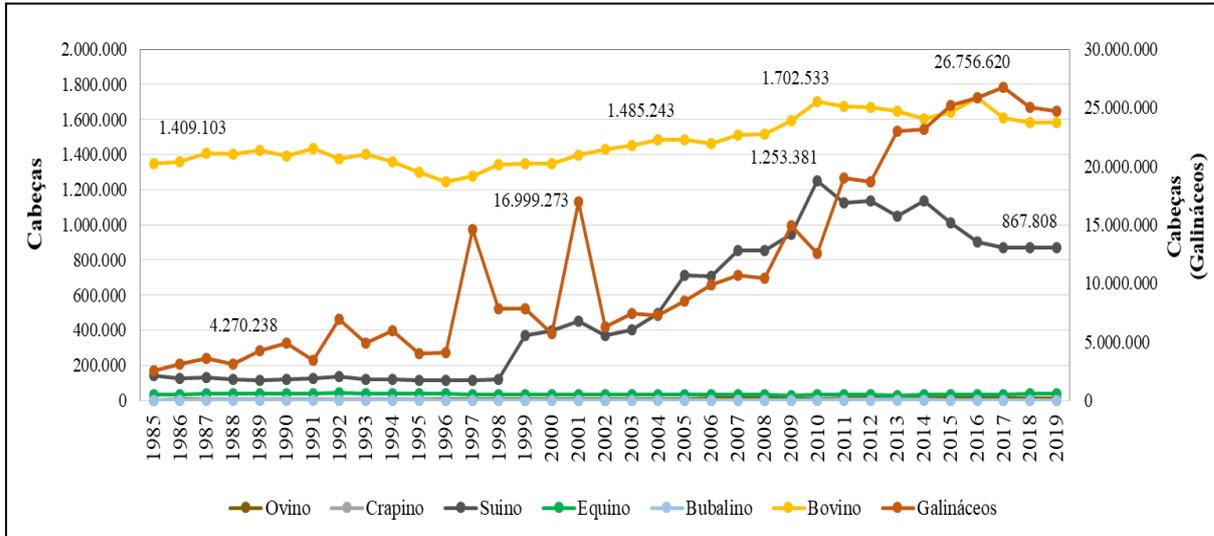


Fonte: MapBiomias (coleção 6). Org.: Os autores.

Convém também destacar a diminuição da proporção ocupada pela classe de corpos hídricos de 10,1%, em 1985, para 8,1%, em 2020 – o que pode apontar para redução do reservatório da UHE Itumbiara, diante de um contexto nacional de diminuição dos níveis de água dos reservatórios de Usinas Hidrelétricas, associado pela redução das chuvas nos últimos anos, conforme apontado por Gomes (2020).

De acordo com os dados do SIDRA-IBGE, o predomínio é de efetivo rebanho bovino dos municípios situados na área de influência direta da UHE Itumbiara, em consonância com a maior proporção e manutenção das áreas de pastagens. Todavia, há um nítido incremento do efetivo de rebanho suíno, especialmente entre 1998 e 2010, com sucessivo decréscimo nos anos seguintes. A criação de galináceos é também bastante expressiva na referida área, com sucessivo aumento ao longo do período analisado.

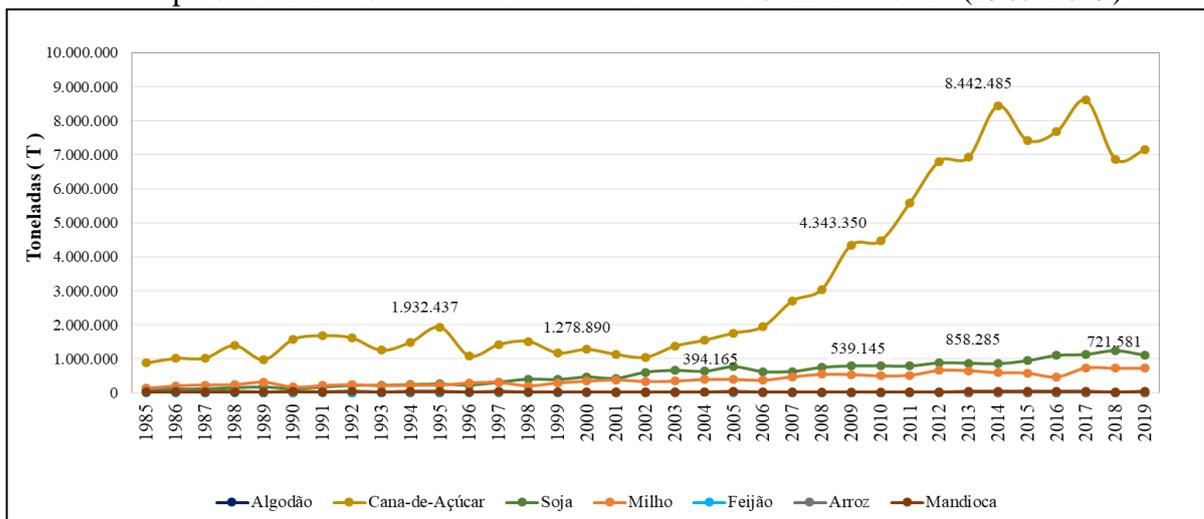
Gráfico 8. Total dos tipos de rebanhos existentes nos municípios localizados na área de influência direta da UHE Itumbiara (1985-2019).



Fonte: SIDRA-IBGE. Org.: Os autores. OBS.: os dados do quantitativo de Galináceos foram representados no segundo eixo do Gráfico, devido a discrepâncias em relação aos demais tipos de rebanhos.

A partir do Gráfico 9 observa-se que das principais culturas agrícolas destacam a cana-de-açúcar, a soja e o milho. A cana-de-açúcar é produzida em maior escala, com sucessiva elevação, especialmente após o ano de 2004, sendo cultivada de maneira intensiva e numa menor área que as demais culturas temporárias.

Gráfico 9. Quantidade produzida das principais culturas agrícolas desenvolvidas nos municípios localizados na área de influência direta da UHE Itumbiara (1985-2019).

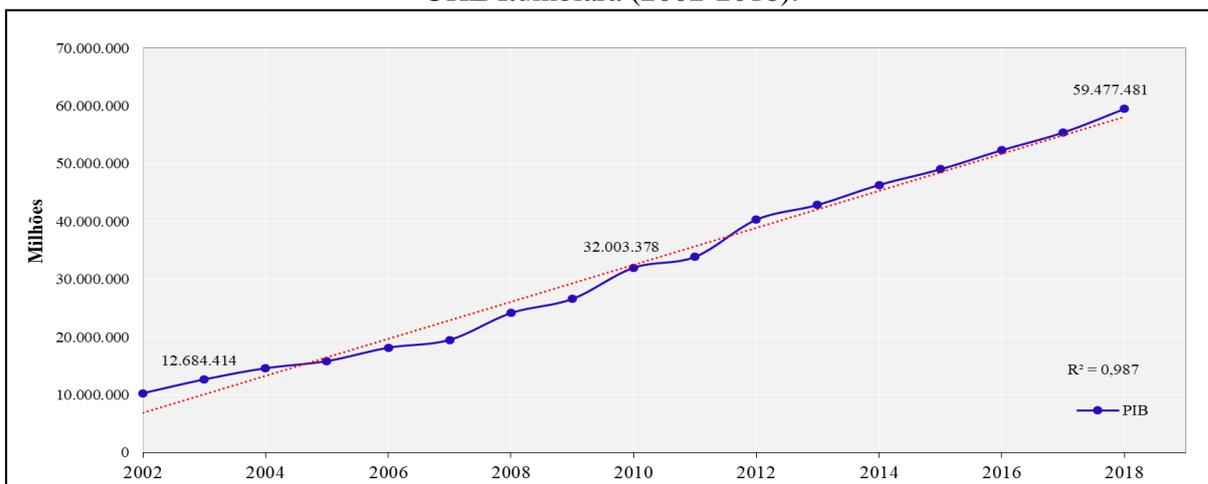


Fonte: SIDRA-IBGE. Org.: Os autores.

Certamente, como resposta da maior quantidade de municípios compreendidos pela área de influência direta da UHE Itumbiara, o montante do Produto Interno Bruto (PIB), visto pelo

Gráfico 10, é bastante superior que aquele observado para a UHE Batalha. Todavia, em ambos casos, há uma tendência de elevação, haja vista o valor de R\$ 12.684.414 em 2003, que alcança o patamar de R\$ 59.477.481 em 2018.

Gráfico 10. PIB dos municípios situados na área de influência direta da UHE Itumbiara (2002-2018).



Fonte: SIDRA-IBGE. Org.: Os autores.

Assim, nota-se que mesmo o uso consolidado da terra junto à UHE Itumbiara entre 1985 e 2020, há uma certa dinâmica em relação ao incremento do efetivo de rebanhos suínos e de galináceos, ao aumento da produção de cana-de-açúcar e dos aspectos socioeconômicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho efetuou-se uma avaliação da evolução da cobertura e uso da terra nas áreas de influência diretas das UHEs Batalha e Itumbiara a partir de fontes secundárias. Para isto, foram utilizados dados cartográficos e censitários para reconhecimento da situação pretérita e mais atual da apropriação do espaço, tendo como base os mapeamentos de cobertura e uso das terras do Projeto Mapbiomas, para o recorte temporal de 1985 a 2020, e os dados socioeconômicos e agropecuários da Plataforma SIDRA/IBGE, atendendo ao recorte temporal de dados disponíveis.

Os produtos cartográficos e gráficos apresentados evidenciam uma nítida dinâmica da cobertura e do uso das terras nos municípios situados juntos a área de influência direta da UHE Batalha, com sucessiva supressão da cobertura vegetal para implantação de atividades

agropastoris e, num segundo momento, especificamente após o ano de 1993, redução das áreas de pastagem para incorporação e maior incremento de áreas agrícolas. Essa dinâmica é corroborada pelos dados censitários agropecuários, que apontam para manutenção do efetivo de rebanhos bovino e suíno, e incremento da produção de culturas agrícolas, do milho, soja e, principalmente, cana-de-açúcar.

Por sua vez, para o caso da área de influência direta da UHE Itumbiara, o que se percebe é o uso das terras já consolidados desde o período inicial de observação, com predomínio de pastagens, e tendência de aumento do efetivo de rebanhos de bovino e, principalmente, galináceos e suíno e suave incremento da produção agrícola, especialmente de cana-de-açúcar, soja e milho.

Algumas discrepâncias foram encontradas ao serem comparados os dados cartográficos de mapeamento de cobertura e uso da terra do Projeto Mapbiomas, com relação aos dados censitários agrícolas do SIDRA/IBGE, sobretudo por conta de os primeiros indicarem incremento do cultivo de soja, em ambas as áreas de estudo, e os segundos retratarem aumento da quantidade produzida de cana-de-açúcar. Todavia, entende-se que, além do fato das áreas de influência direta não considerarem toda a extensão territorial dos municípios, os dados cartográficos retratam a expansão da área plantada, enquanto que os dados censitários representam a produtividade – esta última podendo ser elevada, mesmo ao ser empregada uma mesma extensão territorial, por conta do modelo intensivo e emprego de tecnologias, por exemplo.

Dessa forma, destaca-se como bastante oportuno o emprego de dados de fontes secundárias, de acesso livre e proveniente de órgãos oficiais, capazes de subsidiar o diagnóstico da condição pretérita e atual da ocupação e apropriação do espaço geográfico. Além disso, convém frisar o benefício da utilização de um software livre de geoprocessamento (QGIS) na condução do trabalho, que propiciou acesso gratuito a um importante recurso para o tratamento, a análise e a representação da informação espacial.

Conforme destacado na introdução, os resultados apresentados neste trabalho consistem na etapa inicial de uma proposta metodológica de mapeamento de cobertura e uso das terras para o entorno de Usinas Hidrelétricas em detalhamento progressivo. Desse modo, este estudo será continuado para, em seguida, se avançar no sentido de implementar técnicas de processamento digital de imagens de satélite de média e alta resolução, com o suporte de índices espectrais, para gerar informações mais detalhadas acerca da cobertura e uso da terra. Ao final,

destaca-se que tais produtos analíticos se destacam como importante insumo ao planejamento regional e ambiental, assim como para prognósticos e formulações de medidas de manejo e proteção do solo frente à desagregação, transporte e deposição de sedimentos nos reservatórios das UHEs, que tendem a causar impactos negativos na vida útil dos sistemas e na geração de energia hidrelétrica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Eletrobras Furnas e a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) pela coordenação técnica e financiamento, no âmbito do Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) intitulado “Modelagem em Diversas Escalas da Geração de Sedimentos em Erosões e o Aporte em Reservatórios de UHEs”, P&D ANEEL Sedimentos, código ANEEL PD.0394-1705/2017.

REFERÊNCIAS

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999. 355p.

CAMAPUM DE CARVALHO, J.; LELIS, A. C.; SALES, M. M.; MASCARENHA, M. M. D. A.; ANGELIM, R. R.; PEREIRA, L. M. **Erosão de bordo de reservatório: cartilha do projeto de pesquisa “Monitoramento e estudo de técnicas alternativas na estabilização de processos erosivos em reservatórios de UEHs”**. GECOM/UFG, Goiânia-GO, vol. 1, 2015, 53p.

CIHLAR, J.; JANSEN, L. J. M. From Land Cover to Land Use: A Methodology for Efficient Land Use Mapping over Large Areas. **Professional Geographer**, v. 53, n. 2, p. 275-289, 2001. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/4/4/1024/pdf> Acesso em: 20/01/2021.

ELLIS, E.; PONTIUS, R. Land-use and land-cover change. In: **Encyclopedia of Earth**. Cutler J. Cleveland (Washington, D. C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment), 2007.

GOMES, R. dos S. **Influência da variabilidade climática nos volumes dos reservatórios do Nordeste do Brasil**. 2020. 138f. Dissertação (Mestrado em Ciências Climáticas) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/31243> Acesso em: 10/09/2021
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. Ed. Manuais Técnicos em Geociências, Rio de Janeiro, IBGE, n. 7,

2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf> Acesso em 16/05/2020.

LAMBIN, E. F.; GEIST, H. J.; LEPERS, E. Dynamics of Land-Use and Land-Cover Change in Tropical Regions. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 28, p. 205-248, 2003. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.energy.28.050302.105459> Acesso em 01/01/2019.

LILLESAND, T. M; KIEFER, R. W; CHIPMAN, J. W. **Remote sensing and image interpretation**. 6th ed. Hoboken NJ: John Wiley e Sons, 2008. 756p.

MACDICKEN, K. Global Forest Resources Assessment 2015: What, why and how?. **Forest Ecology and Management**, v. 352, p. 3-8, 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i4808e/i4808e.pdf> Acesso em: 20/08/2020.

MATHER, P. M. **Computer processing of remotely-sensed images: an introduction**. 2^a ed. Great Britain: John Wiley e Sons, 1999. 352p.

MEDEIROS, C. N.; SOUZA, M. J. Mapeamento dos sistemas ambientais do município de Caucaia (CE) utilizando Sistema de Informação Geográfica (SIG): subsídios para o planejamento territorial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 1, p. 30-45, 2015. Doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v8.1.p025-040>

MORAIN, S. A. A Brief History of Remote Sensing Applications, with Emphases on Landsat. In: **People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science**. LIVERMAN, D; MORAN E. F; RINDFUSS, R. R; STERN, P. C. National Academy Press, Washington, D.C. p. 70-93, 1998.

NASCIMENTO, D. T. F.; ROMÃO, P. de A.; SALES, M. M.; ALMEIDA, F. de P. Mapeamento da cobertura do solo em bordas de reservatório e processos erosivos associados. In: SALES, M. M.; CARVALHO, J. C.; MASCARENHA, M. M. A. (org.). **Erosão em Borda de Reservatório**. 1^a ed. Goiânia: Gráfica UFG, 2017. 584 p. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/385/o/ebook-erosao-em-borda-de-reservatorio.pdf>

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 4^a Edição. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2010. 388p.

OLIVEIRA, M. T. de; CASSOL, H. L. G.; GANEM, K. A.; DUTRA, A. C.; PRIETO, J. D.; ARAI, E.; SHIMABUJURO, Y. E. Mapeamento da Vegetação do Cerrado – Uma Revisão das iniciativas de Sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 72, n. Especial 50 anos, p. 1250-1274, 2020. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/56591>

PEREIRA JÚNIOR, L. C.; FERREIRA, N. C.; MIZIARA, F. A expansão da irrigação por pivôs centrais no estado de Goiás (1984-2015). **Boletim Goiano de Geografia**, v. 37, n. 2, p. 323-341, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5216/bgg.v37i2.49158>

SANTOS, M. **A natureza do espaço**. 4^a ed. São Paulo: Edusp, 2004.

SANTOS, T. G. P.; DA SILVA, R. M. D.; BOGGIONE, G. de A.; DA SILVA, A. M. S. Mapeamento de pivôs centrais de irrigação em Cristalina – GO utilizando séries temporais. In: XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 2019, Santos. **Anais [...]**. Santos: INPE, 2019. p. 2937-2940.

SOUZA, S. B. de; FERREIRA, L. G. Mapeamento da cobertura e uso da terra: uma abordagem utilizando dados de sensoriamento remoto óptico multitemporais e provenientes de múltiplas plataformas. **Revista Brasileira de Cartografia**. n. 66/2, p. 321-336, 2014.

Submetido em 16 de setembro de 2021

Aceito em 07 de março de 2022

Publicado em 18 de março de 2022