

DINÂMICA DE USO E COBERTURA DO SOLO EM FUNÇÃO DA INSTALAÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA SALTO OSÓRIO NO SUDOESTE PARANENSE

DYNAMICS OF LAND USE AND COVERAGE DUE TO THE INSTALLATION OF SALTO OSÓRIO HYDROELECTRIC PLANT IN THE SOUTHWEST OF PARANA

DINÁMICA DE USO Y COBERTURA DEL SUELO DEBIDO A LA INSTALACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE SALTO OSÓRIO EN EL SUDOESTE PARANAENSE

Heloísa da Silva Victorino¹
José Ricardo da Rocha Campos²

RESUMO

O Brasil tem explorado seus recursos hídricos para geração de energia e promoção do desenvolvimento socioeconômico desde o século XIX. Um exemplo desta política foi a instalação da Usina Hidrelétrica (UHE) Salto Osório, localizada no Rio Iguaçu. Apesar da importância e do potencial brasileiro em produzir eletricidade, a implantação de UHEs influencia em todo seu entorno, provocando grandes transformações no cenário. Este trabalho objetivou utilizar o conjunto de técnicas de Geoprocessamento, dados censitários e a literatura disponível para analisar os efeitos resultantes da implantação e operação da UHE Salto Osório sobre seu entorno. Para isto realizou-se a classificação supervisionada em imagens orbitais Landsat em datas que possibilitaram a análise da evolução temporal de uso e cobertura do solo da área de estudo e a análise conjunta com dados censitários e bibliografia. Os resultados mostram que a implantação da UHE, associada às terras férteis e ao fortalecimento da agricultura no período, atraiu muitos imigrantes que, no processo de desenvolvimento dos municípios do entorno, promoveram significativas mudanças na paisagem.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Uso e Cobertura do Solo. UHE Salto Osório.

ABSTRACT

Brazil has been exploiting its water resources to generate energy and promote socioeconomic development since the 19th century. An example of this policy was the installation of the Salto Osório Hydroelectric Power Plant (HPP), located on the Iguaçu River. Despite the importance and Brazilian potential in electricity production, the implementation of HPPs influences their entire surroundings, causing major changes in the scenario. This work aimed to use geoprocessing techniques, census data and available literature to investigate the effects resulting from the implementation and operation of Salto Osório HPP on its context. For this, supervised classification was carried out using Landsat orbital images on dates that made it

¹Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco. Paraná. Brasil. E-mail: hvictorino@utfpr.edu.br. ORCID: 0000-0002-3393-3734.

²Doutor em Solos e Nutrição de Plantas. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco. Paraná. Brasil. E-mail: jricardo28@gmail.com. ORCID: 0000-0002-5162-3158.

possible to analyze the temporal evolution of land use and occupation in the study area and joint analysis with census data and bibliography. The results show that the implementation of the HPP, associated with fertile land and the strengthening of agriculture in the period, attracted many immigrants who, in the process of development of the surrounding municipalities, promoted significant changes in the landscape.

Keywords: Remote Sensing. Land Use and Cover. Salto Osório HPP.

RESUMEN

Brasil ha estado explotando sus recursos hídricos para generar energía y promover el desarrollo socioeconómico desde el siglo XIX. Un ejemplo de esa política fue la instalación de la Central Hidroeléctrica (CH) Salto Osório, ubicada en el río Iguazú. A pesar de la importancia y el potencial de Brasil en la producción de electricidad, la implementación de centrales hidroeléctricas influye en todo su entorno, provocando grandes cambios en el escenario. Este trabajo tuvo como objetivo utilizar técnicas de Geoprocesamiento, datos censales y literatura disponible para investigar los efectos resultantes de la implementación y operación de la CH Salto Osório en su contexto. Para ello se realizó una clasificación supervisada de imágenes orbitales Landsat en fechas que permitieron analizar la evolución temporal del uso y ocupación del suelo en el área de estudio y un análisis conjunto con datos censales y bibliografía. Los resultados muestran que la implementación de la CH, asociada a tierras fértiles y al fortalecimiento de la agricultura en el período, atrajo a muchos inmigrantes que, en el proceso de desarrollo de los municipios aledaños, promovieron importantes cambios en el paisaje.

Palavras chave: Teledetección. Uso y Cobertura del Suelo. CH Salto Osório.

Como citar este artigo: VICTORINO, Heloísa da Silva; CAMPOS, José Ricardo da Rocha. Dinâmica de uso e cobertura do solo em função da instalação da usina hidrelétrica Salto Osório no Sudoeste Paranense. **DRd – Desenvolvimento Regional em debate**, v. 14, p. 949-971, 20 dez. 2024. Doi: <https://doi.org/10.24302/drd.v14.5343>.

Artigo recebido em: 22/03/2024

Artigo aprovado em: 06/12/2024

Artigo publicado em: 20/12/2024

1 INTRODUÇÃO

A realidade internacional resultante da devastação financeira e econômica da Segunda Guerra Mundial forçou as nações a buscarem políticas econômicas, cuja meta principal era atingir o desenvolvimento industrial, até mesmo das antigas colônias da Europa, então independentes. O desenvolvimento econômico pautado na industrialização fez com que a demanda de energia buscasse fontes potenciais a partir dos recursos naturais, que beiraram a exaustão em serviço à humanidade.

Nas décadas posteriores à Segunda Guerra, as nações eram hierarquizadas por indicadores de desenvolvimento, cujo nível econômico quase se confundia com o nível de

industrialização do país. O desenvolvimento consistia, basicamente, em instituir uma economia de mercado que abrangesse praticamente a totalidade de seu povo (Heidemann, 2009).

As políticas desenvolvimentistas passaram, assim, a investir no estabelecimento e emancipação industrial que, de forma genérica, usa energia para transformar matéria prima em produtos finais. Este conceito leva ao entendimento de que o desenvolvimento econômico e tecnológico de uma nação estaria estreitamente relacionado à sua capacidade de gerar energia (Fonseca, 2013). Assim, a dedicação ao desenvolvimento industrial pautava-se num maior consumo energético e, portanto, demandava a incorporação de novas fontes de energia advindas de recursos disponíveis no meio ambiente.

A dependência brasileira de importação de energia (carvão e derivados de petróleo) até a década de 1930 era extrema, fato este que fez da lenha nativa a única fonte de energia doméstica consumida em larga escala. Assim, o Brasil era visto apenas como um promissor mercado importador, motivo que impossibilitou atrair o investimento privado nacional e estrangeiro na exploração do petróleo e do carvão nacional. A constatação deste fato e o reconhecimento de que sem energia moderna não seria possível o desenvolvimento industrial, levou o Estado Nacional a criar empresas estatais e um arranjo institucional favorável ao financiamento e crescimento deste setor (Almeida; Bicalho, 2012).

Assim, a primeira grande fonte de energia moderna doméstica aproveitada em larga escala seria a energia hidrelétrica, principalmente em razão do grande potencial da rede hidrográfica brasileira, que conta com rios caudalosos, grande volume d'água, domínio de rios perenes, e domínio de rios de planalto em áreas de elevado índice pluviométrico, entre outras vantagens.

O maior potencial hidrelétrico instalado no Brasil atualmente encontra-se na bacia do rio Paraná, segunda em potencial hidrelétrico do país, ficando atrás apenas da Bacia do Amazonas. A Bacia do Paraná drena a região onde se iniciou, efetivamente, o processo de industrialização brasileiro e por isso conseguiu receber mais recursos investidos em infraestrutura. Está presente nos estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina e Distrito Federal e é formada pelo Rio Paraná e seus afluentes, como os rios Tietê, Paranapanema e Iguaçu, no qual se encontra instalada a Usina Hidrelétrica Salto Osório – UHESO, cujo reservatório é estudo de caso deste trabalho.

O Plano Nacional de Energia 2030 (Brasil, 2007) aponta a evidente necessidade de vigilância no desenvolvimento de qualquer potencial hidráulico para mitigação dos impactos ambientais provocados. Ainda, salienta o dever de tornar aproveitamentos desse tipo como elementos de integração regional. Ou seja, há de se buscar o equilíbrio entre desenvolvimento e sustentabilidade, confrontando os impactos ambientais para as gerações futuras com os custos futuros mais altos que essas gerações pagarão pela energia, com os impactos ambientais produzidos pela opção escolhida (uma vez que todas as fontes de energia produzem impacto ambiental) e, inclusive, com a eventual escassez futura da energia.

Embora o desenvolvimento tenha estado frequentemente acoplado do termo sustentabilidade nas últimas décadas, principalmente no debate sobre a relação sociedade e natureza, ainda se mostra prevaiente o interesse econômico sobre o ambiental, favorecendo sua coexistência com a degradação ambiental e injustiça social, gerando conflitos socioambientais e prejudicando a efetiva sustentabilidade (Neves; Marini; Corona, 2017). Lima

(2021, p. 141) demonstra que, “para além de um discurso, o desenvolvimento regional sustentável deve se tornar uma prática e, para que isso aconteça, deve se tornar um valor para a sociedade e para os atores governamentais regionais em suas mais diversas esferas”.

Considerando os diversos efeitos passíveis decorrentes da instalação de uma UHE existe, ainda, a necessidade de avaliação individual de cada realidade, considerando aspectos econômicos, sociais e ambientais. Neste contexto, o Sensoriamento Remoto, como conjunto de técnicas que possibilita a obtenção de informações sobre a superfície terrestre através do registro da interação da radiação eletromagnética com os alvos, a partir de plataformas aéreas ou orbitais, mostra-se como uma oportuna ferramenta para a inferência a respeito de efeitos socioambientais decorrentes da implantação de UHEs a partir da identificação, quantificação e classificação das áreas envolvidas no cenário dos reservatórios artificiais.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), associados ao Sensoriamento Remoto possibilitam, a partir da análise espacial, a integração de diferentes dados que auxiliem no monitoramento, planejamento e orientação das atividades no entorno e área de influência do reservatório, como agricultura, urbanização e aproveitamento da balneabilidade. Neste último caso, essas análises podem subsidiar o planejamento para instalações adequadas de infraestrutura e equipamentos turísticos, como restaurantes, clubes e gestão das atividades como, por exemplo, a pesca (Sestini, 2020).

Rufino *et al.* (2017) utilizaram ferramentas de Sensoriamento Remoto para estudos de modificação da paisagem da área alagada pela Usina Hidrelétrica de Itá (SC) e concluíram que, apesar do grande aumento na oferta de energia, a diminuição na qualidade de água e desagregação social das comunidades são consequências imediatas de grande relevância a serem considerada no estudo de impactos de UHEs.

Assim, considerando a literatura bibliográfica do tema de estudo, o objetivo deste trabalho consiste em avaliar os efeitos decorrentes da implantação e operação da UHE Salto Osório sobre o uso e cobertura do solo, no contexto em que está inserida, a partir de técnicas de Sensoriamento Remoto e de Geoprocessamento e de sua análise conjunta com dados censitários e literatura disponíveis.

Este trabalho está organizado como segue. Após essa introdução, a seção 2 apresenta o referencial teórico que embasa o estudo apresentado. A seção 3 apresenta e caracteriza a área de estudo. A seção 4 trata dos materiais e método utilizados no desenvolvimento deste trabalho. A seção 5 apresenta e discute os resultados alcançados. As considerações finais são apontadas na seção 6 e na seção 7 são elencadas as referências bibliográficas consultadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

As usinas hidrelétricas convertem a energia potencial de uma determinada massa de água em energia elétrica ao transferi-la de um ponto mais elevado para outro ponto de menor altitude. O alagamento de uma vasta área que proporcione a diferença de potencial necessária para geração hidrelétrica provoca profundas alterações no ecossistema, como a supressão da vegetação natural, o assoreamento do leito dos rios, o desmoronamento de barreiras, a extinção de espécies de peixes, além dos impactos sociais relacionados ao deslocamento de populações ribeirinhas.

Apesar das hidrelétricas serem consideradas fontes de energia limpas, a necessidade de modificação da paisagem para construção das suas estruturas, como reservatório, barragem, etc., provocam impactos socioambientais, motivo pelo qual esses empreendimentos são alvo de muitos protestos contrários à sua instalação. Em geral as oposições não vetam a operação das usinas, mas podem levar a uma revisão do projeto de modo a reduzir os impactos (Souto, 2018).

É evidente que a construção de um empreendimento hidrelétrico traz, apesar dos impactos negativos, também aspectos benéficos que viabilizem e estimulem sua instalação. Entre eles pode-se citar: i) a geração de empregos decorrentes da operação da UHE, ii) o abastecimento energético necessário à atividade humana a partir de uma fonte renovável e mais barata do que as demais energias limpas (solar, eólica e energia proveniente das marés, por exemplo), iii) o desenvolvimento da região circundante ao reservatório pelo estímulo às atividades de lazer e turismo, e iv) a possibilidade de utilização da água represada para irrigação da agricultura local (Naime, 2012).

Alves e Thomaz Junior (2012) constatarem que a implantação de uma hidrelétrica implica em “um intenso processo de reorganização econômica da região e do território onde isso acontece”, caracterizada pelos “fluxos migratórios de trabalhadores em busca de oportunidades de empregos formal e informal em tais empreendimentos barrageiros”.

O Estudo de Viabilidade do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Jirau (2004) aponta que empreendimentos hidrelétricos promovem o crescimento demográfico regional desde antes da fase de construção, em virtude da expectativa da dinamização da economia local, que fomenta o interesse pelo desenvolvimento de atividades direta ou indiretamente relacionadas à UHE. Souza (1990) acrescenta que, finalizada a construção da obra de engenharia, segue-se um período de desmobilização gradativo dos trabalhadores, a partir da qual a mão-de-obra satélite torna-se um problema local pelo fato de uma grande parcela não retornar a seus locais de origem, pressionando, assim, as demandas por infraestrutura após a execução das obras de engenharia.

Neste contexto, considerando que as atividades humanas envolvidas em todo o processo de implantação de uma hidrelétrica podem, em diferentes escalas, impactar o ecossistema, constata-se fundamental acompanhar e monitorar essas implicações a fim de se estabelecer um planejamento para compatibilizar as atividades antrópicas com a conservação ambiental (Venturieri *et al.*, 2005).

O aumento da área agricultável na bacia de um reservatório hidrelétrico pode implicar no incremento do carreamento de nutrientes para o reservatório e, apesar do efeito de diluição promovido pelo aumento da vazão, a concentração de partículas e nutrientes no reservatório pode provocar futuros efeitos de eutrofização. Além disso, a expansão da área de agricultura em função do processo migratório pode, ainda, acarretar em variações bruscas na vazão e nas condições de qualidade da água, o que pode ser agravado com as mudanças climáticas (Guedes *et al.*, 2023).

Nesta problemática, ferramentas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto mostram-se importantes aliados na caracterização da dinâmica de uso e cobertura do solo, permitindo diagnosticar e monitorar sua evolução, além de estimar a expansão e intensidade das mudanças na paisagem provocadas pela ação antrópica (Lang; Blaschke, 2009; Silva *et al.*, 2011).

3 ÁREA DE ESTUDO

A Usina Hidrelétrica Salto Osório está localizada no Rio Iguaçu, entre os municípios de São Jorge d'Oeste e Quedas do Iguaçu no estado do Paraná (Figura 1). Entrou em operação comercial em 1975 e sua concessão tem validade até 2028. Seu reservatório teve enchimento iniciado em maio de 1975 e atingiu uma extensão de 70 km, com uma área aproximada de 55 km² e capacidade total de armazenamento de 1124 bilhões de metros cúbicos. O tempo de residência é de 16 dias e possui uma profundidade média de 25,5 m, com máxima de 40 m (ECSA, 2002a).

Com obras iniciadas em 1970 – 32 anos antes da primeira Resolução do CONAMA (Brasil, 2002), que viria regulamentar empreendimentos deste porte – sendo a primeira Usina Hidrelétrica a aproveitar os recursos do Rio Iguaçu, a implantação da UHE Salto Osório não passou, previamente, por quaisquer Estudos de Impacto Ambiental, afetando todo o ecossistema no entorno do Rio Iguaçu, principalmente na porção que viria a compreender o reservatório.

De acordo com a ECSA (2002a), o reservatório da UHE Salto Osório teve seu enchimento iniciado em maio de 1975 e atingiu a extensão de 70km, com área aproximada de 55km² e capacidade total de armazenamento de 1,124 bilhões de metros cúbicos. O nível normal máximo de operação situa-se na cota 397,00 m (acima do nível do mar), com o nível máximo na altitude de 398,00 m, a partir da qual foi definida a faixa de desapropriação, e o mínimo de operação na cota 389,00m. Para constituição da Faixa de Segurança junto às suas margens do reservatório, foram adquiridas todas as propriedades situadas abaixo do nível 398,00m. A desapropriação se deu por meio de declaração de utilidade pública e foram financiadas pela sociedade, o que as tornou bem público, cuja administração é de responsabilidade da concessionária. É relevante ressaltar que o ressarcimento se limitou às terras, com prejuízos aos proprietários pelas benfeitorias perdidas.

Seis municípios são banhados pelo lago em seus 220 km de perímetro; Quedas do Iguaçu e Rio Bonito do Iguaçu; São Jorge d'Oeste, São João, Sulina e Saudade do Iguaçu.

O processo histórico de ocupação do território no centro-oeste e sudoeste do Paraná, onde se localizam esses municípios, definiu uma distribuição fundiária com predominância de pequenas propriedades de exploração unifamiliar. Tal característica foi intensificada no município de Rio Bonito do Iguaçu, às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Salto Osório, onde foi implantado pelo INCRA, em meados da década de 90, o maior assentamento de agricultores sem-terra do país, destinado a 1 512 famílias, embora deva-se ressaltar que na área próxima ao reservatório existem, também, propriedades de grande extensão destinadas à exploração florestal (ARAUPEL) o que constitui uma característica local singular em relação à estrutura fundiária regional. Descendentes dos primitivos habitantes da região, os índios Kaingang e Guaranis, ocupam atualmente as reservas de Mangueirinha e Chopinzinho, nos municípios de mesmo nome, em regime comunal de ocupação e manejo da terra (ECSA, 2002b; INCRA, 2017).

Figura 1 – Localização da barragem UHE Salto Osório



Fonte: Autoria própria (2022)

A área de estudo deste trabalho, abrangida pelo reservatório da UHESO e seus municípios limítrofes, caracteriza-se por grandes atrativos turísticos pelas riquezas naturais em decorrência de suas qualidades geográficas, como águas termais, rios e cachoeiras e exuberantes paisagens; e outras proporcionadas em função da construção das Usinas de Salto Osório e Salto Santiago (a leste de Salto Osório), como o Parque Aquático Municipal de Quedas do Iguaçu, o Canyon formado pelo antigo leito do Rio Iguaçu em Rio Bonito do Iguaçu, o Parque Aquático Termas de Sulina, além das diversas áreas de lazer públicas e privadas na borda do reservatório.

4 MATERIAIS E MÉTODO

Para realização da análise da evolução de uso e cobertura do solo da área de estudo no período anterior (1974) e posterior (1985) à implantação da UHESO utilizou-se imagens da coleção 2, nível 1 (ortorretificadas e radiometricamente calibradas) provenientes do sensor Multispectral Scanner (MSS) a bordo dos satélites Landsat 1 e 5, com resoluções espaciais de 79 m e 82 m, respectivamente. A análise da atual (2023) realidade de uso e cobertura do solo foi realizada a partir da imagem orbital proveniente do sensor Operational Land Imager (OLI) a bordo do satélite Landsat 9, que possui resolução espacial de 30 m. As imagens orbitais utilizadas neste trabalho foram obtidas a partir da plataforma USGS Earth Explorer (USGS, 2023), disponibilizadas sem custos ao usuário.

Ainda neste escopo utilizou-se o mapeamento de uso e cobertura do solo elaborados pelo Projeto MapBiomás (2023) no período entre os anos de 1985 e 2022. Esses mapas, provenientes da coleção 8 do Projeto MapBiomás, foram produzidos a partir da técnica de

classificação automática *random forest*, aplicada sobre imagens Landsat, com resolução de 30 metros. É pertinente esclarecer que a classe Mosaico de usos refere-se a “áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura” (Souza et al., 2020).

Para análise pedológica do entorno do reservatório foram utilizados os dados do Mapa de Solos do Estado do Paraná, em arquivo do tipo *shapefile*, que utiliza o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos na Escala: 1:250.000, disponibilizados pela EMBRAPA através do portal GEOINFO (EMBRAPA, 2020).

Por fim, para análise contextual dos resultados obtidos a partir da classificação de uso e cobertura do solo da área de estudo deste trabalho foram ainda utilizados dados censitários e de localidades disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 1992; 2001; 2010; 2011; 2020; 2023), bem como dados de Assentamentos de Reforma Agrária (INCRA 2017), visando confrontar a evolução da paisagem com a dinâmica da região no período estudado.

Para o processamento das imagens e elaboração dos diversos mapas com apresentação dos resultados obtidos utilizou-se neste trabalho a versão 3.16.9 do software QGIS.

A análise da evolução temporal do uso e da cobertura do solo foi realizada pelo processo de Classificação Supervisionada – Modelo Gaussiano, a partir do plugin DZetsaka do *software* QGIS. Para isso, selecionou-se uma imagem do período anterior à construção da UHE Salto Osório, adquirida em 05 de junho de 1974, e outra imagem referente a 10 anos após o início da operação da usina, em 12 de junho de 1985. A imagem de 1974 é proveniente do sensor MSS a bordo do satélite Landsat 1, enquanto a imagem de 1985 é proveniente do mesmo sensor a bordo do satélite Landsat 5. Nestas duas classificações, considerando a resolução espacial de aproximadamente 80 m das imagens orbitais, optou-se por mapear apenas as classes água, solo exposto e vegetação. A análise da evolução do uso e cobertura do solo neste período se deu de forma quantitativa, a partir da contabilização das áreas de cada classe mapeada nas duas datas, e qualitativa.

Visando, ainda, uma análise próxima da atualidade sobre a dinâmica do uso e cobertura do solo, realizou-se, também, a Classificação Supervisionada pelo mesmo método supracitado, sobre uma imagem orbital do sensor OLI a bordo do satélite Landsat 9, adquirida em 17 de setembro de 2023. Nesta classificação, cuja imagem orbital possui uma resolução espacial de 30 metros, foi possível mapear as classes água, solo exposto, mata, cultura agrícola, pastagem e área urbana, proporcionando uma análise mais detalhada da área de estudo (Frank, 2014). Em se tratando de uma imagem com resolução espacial significativamente discrepante das cenas de 1974 e 1985, optou-se por realizar a análise da evolução de uso e cobertura do solo apenas de forma qualitativa para o período de 2023.

Foi ainda realizada a análise sobre o mapeamento de uso e cobertura do solo elaborado pelo Projeto MapBiomias (2023) entre os anos de 1985 e 2022, com intervalo de 10 anos entre eles, exceção dada ao último intervalo, que é de 7 anos.

É relevante mencionar que a composição colorida das cenas apresentadas nas Figuras 2 a 4 foram determinadas com base na disponibilidade de bandas para os três sensores utilizados, de forma que contribuíssem para a compatibilidade da análise nos três períodos e proporcionassem ao leitor uma aparência o mais intuitiva possível. Desta forma, foi atribuída a cor azul à banda espectral do comprimento de onda verde, a cor verde à banda espectral relativa

ao comprimento de onda infravermelho próximo e a cor vermelha ao comprimento de onda vermelho.

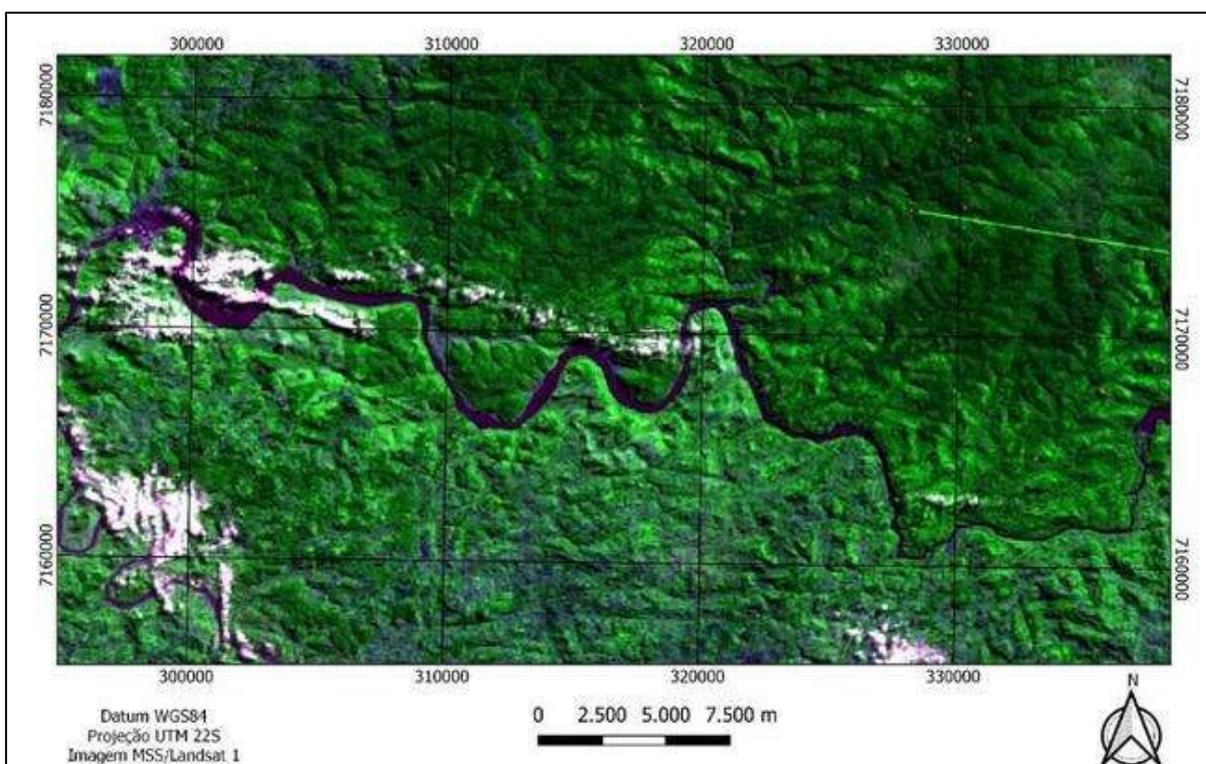
Por fim, com o intuito de subsidiar uma análise mais circunstanciada foram explorados, além dos dados censitários disponíveis, também os mapas de Localidades e Assentamentos (Figura 9), a fim de estabelecer comparações entre os períodos e locais de implantação dos assentamentos com o uso e cobertura do solo; e de Tipos de Solo (Figura 10) a fim de se associar a fertilidade do solo à expansão das áreas destinadas à agricultura.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ocorrência de impactos de ordem ambiental, social e econômica são inerentes à instalação e operação de Usinas Hidrelétricas, sendo necessário, assim, mensurar a magnitude desses impactos a fim de minimizá-los da maneira mais equilibrada possível. Observa-se, então, a imprescindibilidade de monitoramento ambiental de áreas implicadas por UHEs, em destaque a unidade alvo deste estudo, Salto Osório.

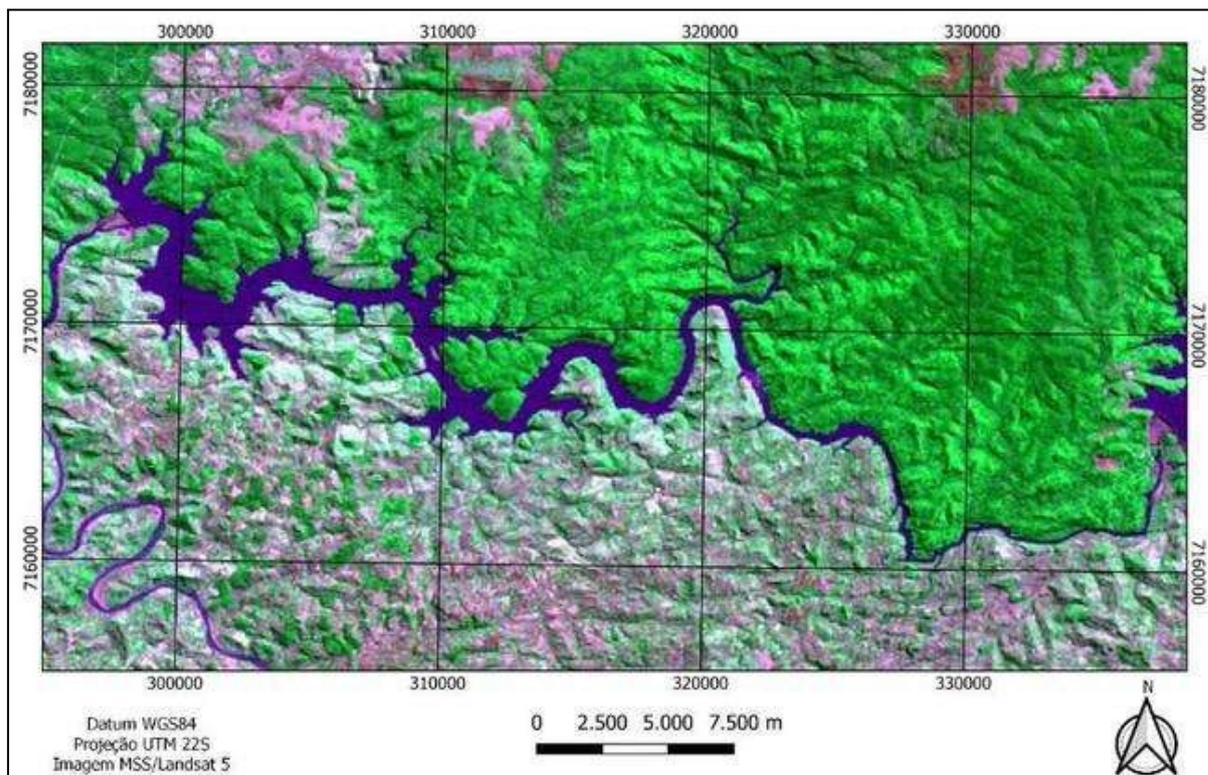
A partir da análise comparativa das duas imagens adquiridas no período anterior (Figura 2) e posterior (Figura 3) à implantação da UHE Salto Osório é possível observar a magnitude da redução de vegetação nativa, especialmente na porção sul da área estudada. Neste período, além da migração de pessoas para esta região, o país estava sobre forte influência da “revolução verde”, caracterizada pelo uso extensivo de insumos e mecanização da agricultura. A Figura 4 ilustra a cena atual do reservatório.

Figura 2 – Cena anterior à construção da UHE Salto Osório (1974)



Fonte: Autoria própria (2022)

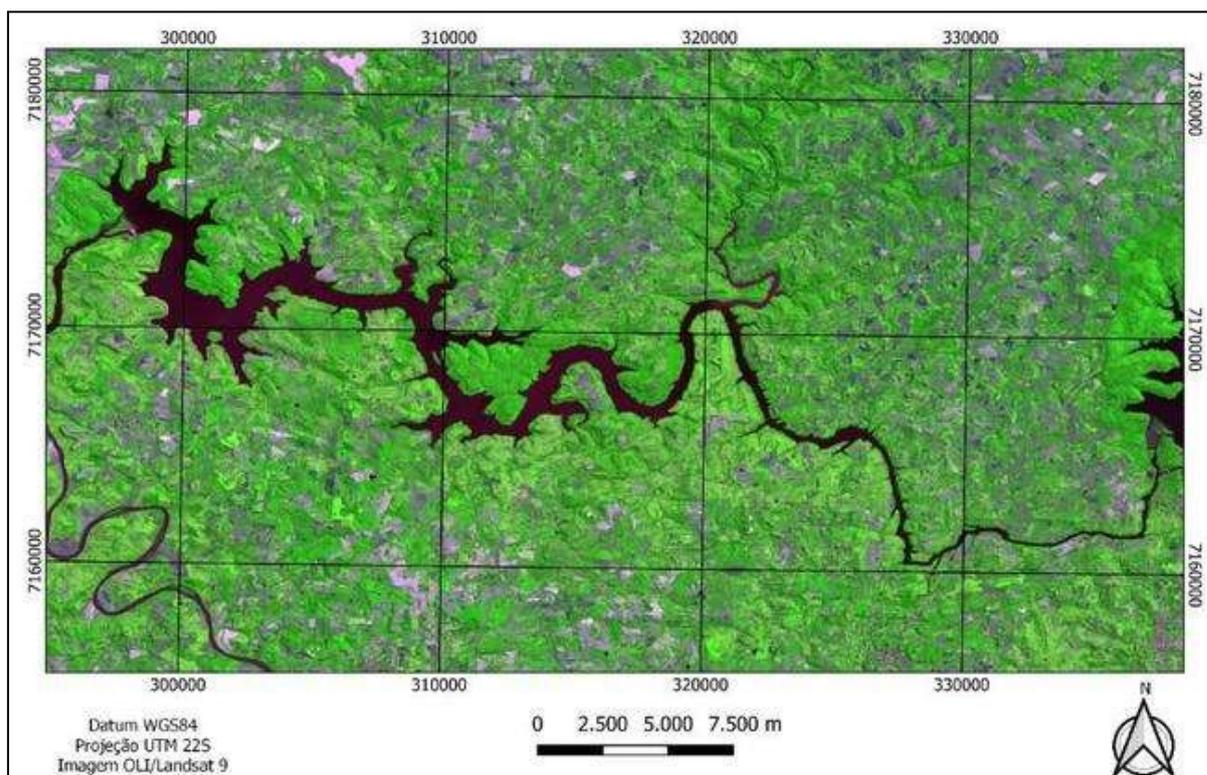
Figura 3 – Cena posterior à construção da UHE Salto Osório (1985)



Fonte: Autoria própria (2022)

A evidência mais clara que se pode observar é o impacto do aspecto visual, que sugere uma mudança drástica de cobertura do solo determinada pelo avanço da agricultura, principalmente na porção sul do reservatório.

Figura 4 – Cena atual do reservatório da UHESO (2023)

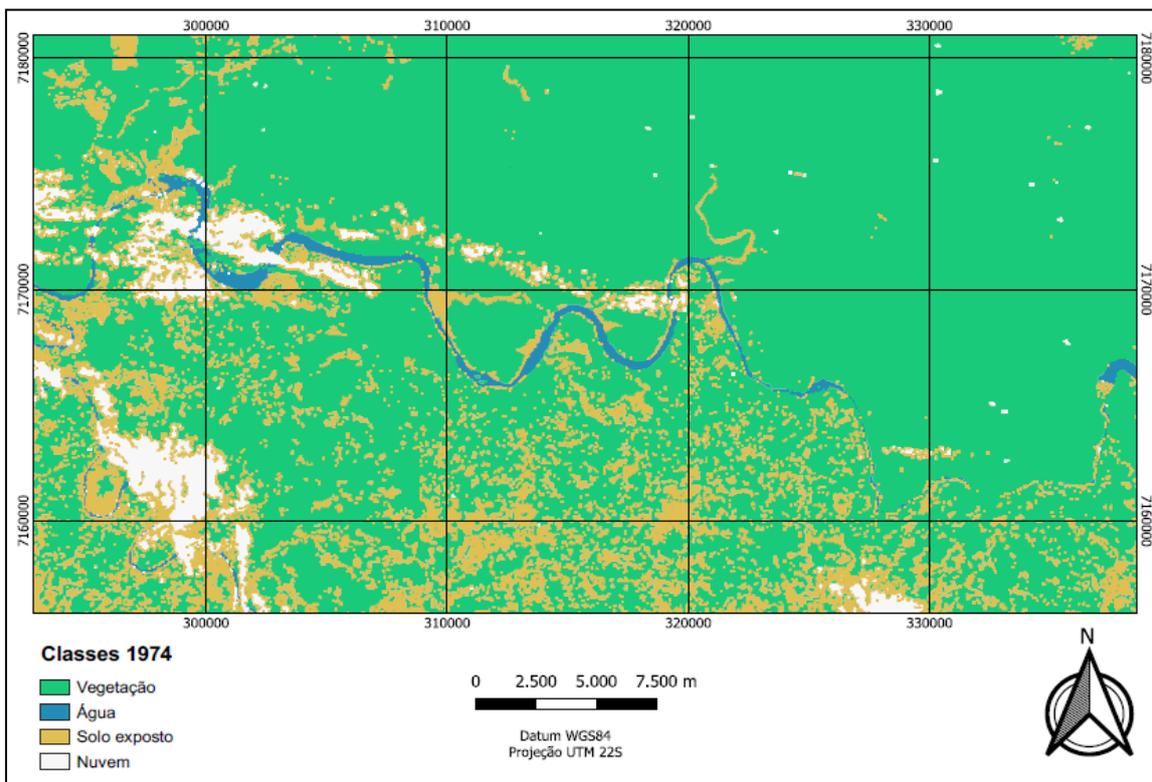


Fonte: Autoria própria (2023)

Observa-se, na cena atual, que há uma maior homogeneidade de áreas verdes na área de estudo, que combinam regiões de matas e produção agrícola, como se pode analisar nas Figuras 5 a 7.

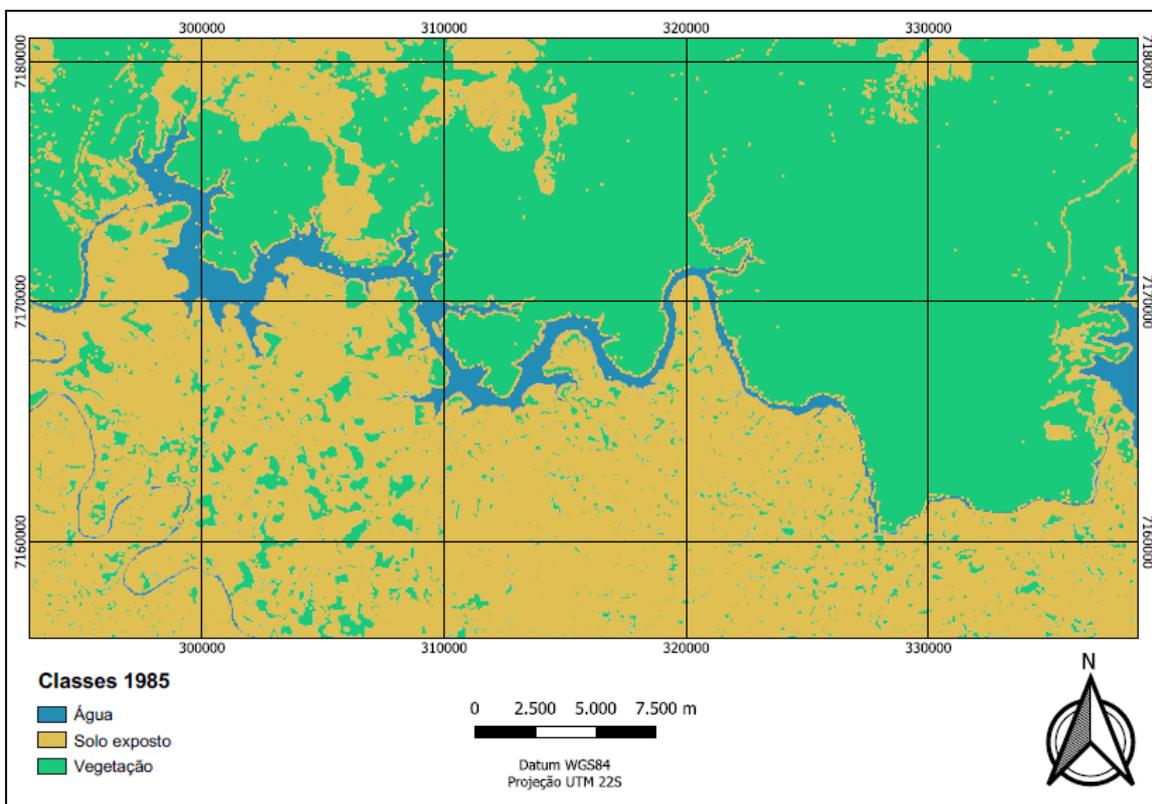
A Figura 5 ilustra a classificação supervisionada resultante da primeira data, e a Figura 6 traz a classificação supervisionada de 1985. A Figura 7 apresenta a classificação supervisionada de 2023.

Figura 5 – Uso e cobertura do solo da área de influência da UHE Salto Osório a partir da imagem de 1974



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 6 – Uso e cobertura do solo da área de influência da UHE Salto Osório a partir da imagem de 1985

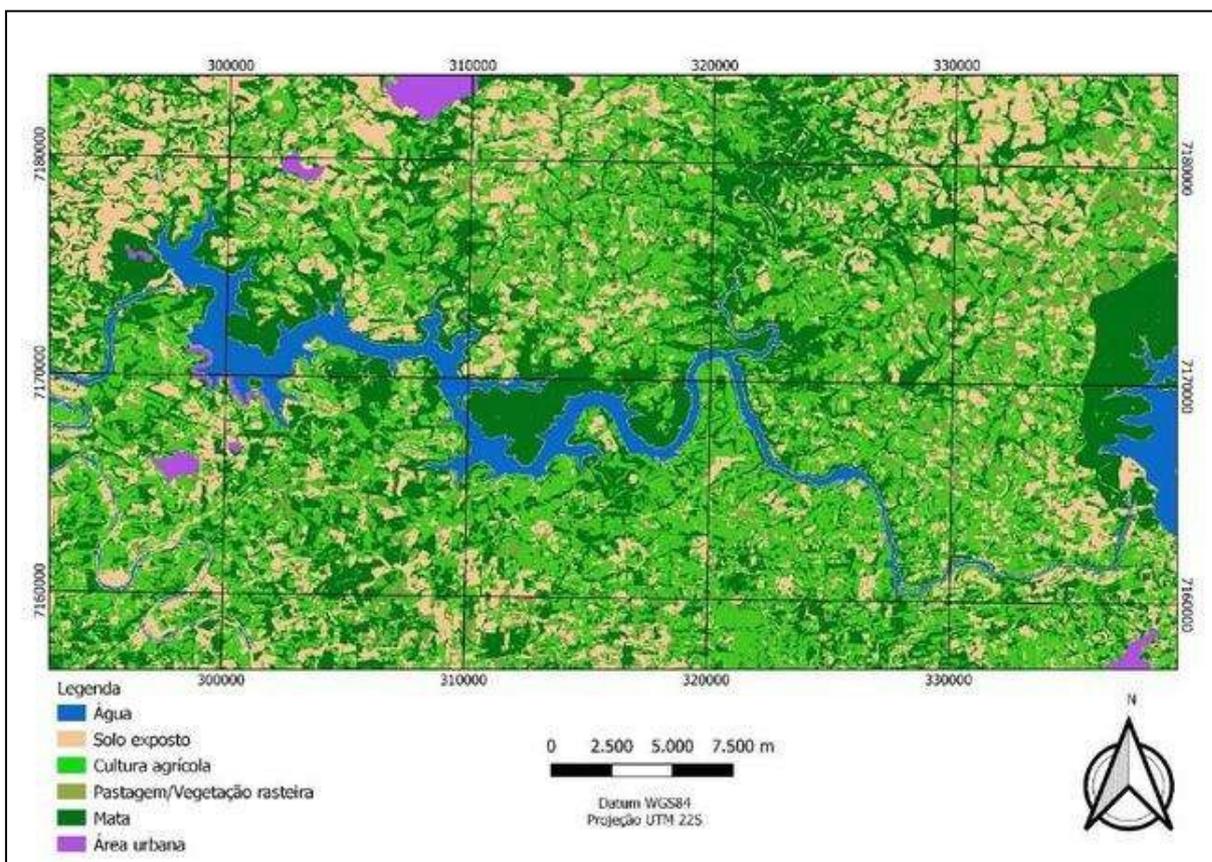


Fonte: Autoria própria (2022)

De acordo com a classificação, no recorte da imagem, em 1974 a área ocupada por vegetação era de 2 603,899 km², enquanto a área de solo exposto concentrava-se em 729,460 km². Já em 1985 a quantidade de vegetação passou para 1 149,885 km² e solo exposto avançou para 2 194,146 km². É importante destacar que, no período em questão, a legislação ambiental era mais branda e, conforme a lei nº 4 771, de 15 de setembro de 1965, os danos ao meio ambiente eram considerados contravenções com punições, apenas, restritivas de direitos. As regras só se tornaram mais rígidas a partir da aprovação da lei nº 6 938, de 31 de agosto de 1981 que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente e atribuiu competências ao IBAMA e ao CONAMA no combate a crimes ambientais (Brasil, 1981). A porção onde se observa uma expressiva área de mata nas margens ao norte do reservatório, na região sudeste do município de Quedas do Iguaçu sinaliza uma Área de Preservação Permanente, o que justifica sua permanência mesmo após a passagem dos anos.

A Figura 7 apresenta a classificação de uso e cobertura do solo referente à realidade atual (2023). É relevante ressaltar que áreas classificadas como Solo exposto ou como Pastagem/Vegetação rasteira podem ser áreas destinadas à cultura agrícola em estágio de preparo ou fases iniciais de crescimento vegetal.

Figura 7 – Uso e cobertura do solo da área de influência da UHE Salto Osório a partir da imagem de 2023



Fonte: Autoria própria (2023)

Observa-se, na classificação atual, a distinção de mais classes de uso e cobertura do solo, bem como o maior detalhamento até mesmo das classes já presentes nos anos anteriores.

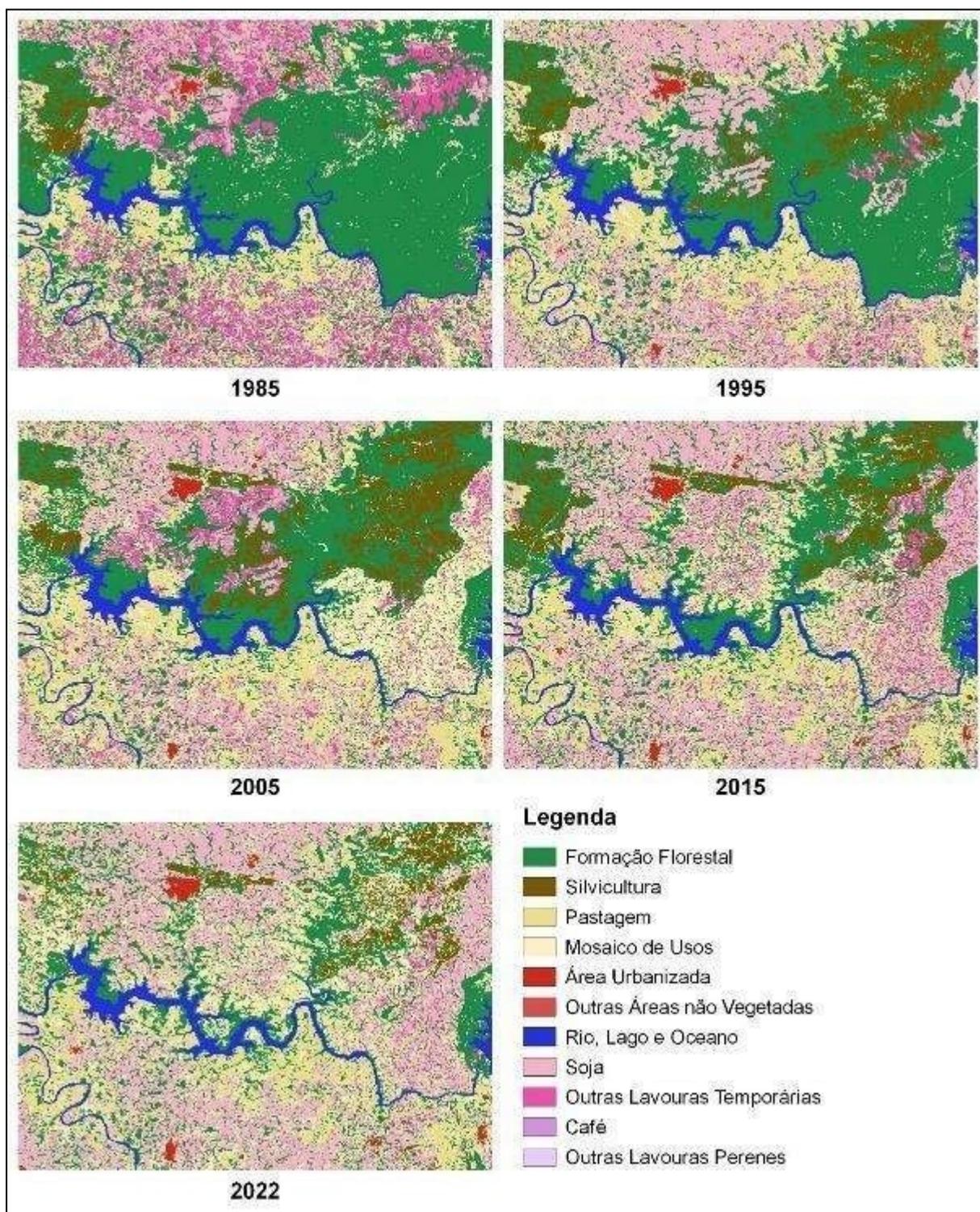
Como mencionado anteriormente, é possível identificar uma maior homogeneidade de áreas de vegetação da classificação de 2023 em relação à classificação de 1985, principalmente

na porção ao sul do reservatório. Entretanto, o resultado da classificação supervisionada de 2023, em contrapartida à cena orbital do mesmo período, permite distinguir áreas de vegetação agrícola das áreas de mata, apontando que, apesar de ainda restarem áreas de vegetação nativa, uma expressiva parcela do território está, atualmente, ocupada por agricultura.

Como constatado nos mapeamentos de uso e cobertura do solo de 1974 e 1985 observa-se, no período analisado no conjunto de dados do MapBiomias (Figura 8), uma significativa redução da área de matas (ou florestas) na área de estudo, que ocorre de forma ainda mais expressiva na porção leste/sudeste do município de Rio Bonito do Iguaçu, na zona leste do reservatório da UHE Salto Osório. Entretanto, também é intensa a redução de formação florestal na região a oeste do reservatório, no território abrangido pelo município de Quedas do Iguaçu.

Na classificação temporal elaborada pelo MapBiomias, nota-se também uma redução gradativa de lavouras temporárias cedendo espaço a lavouras permanentes, como a cultura de soja, por exemplo; enquanto ocorre um razoável crescimento das áreas de pastagem no entorno do reservatório, principalmente no lado sul, que abrange os municípios de São Jorge d'Oeste e Saudade do Iguaçu.

Figura 8 – Uso e cobertura do solo pelo MapBiomias entre 1985 e 2022



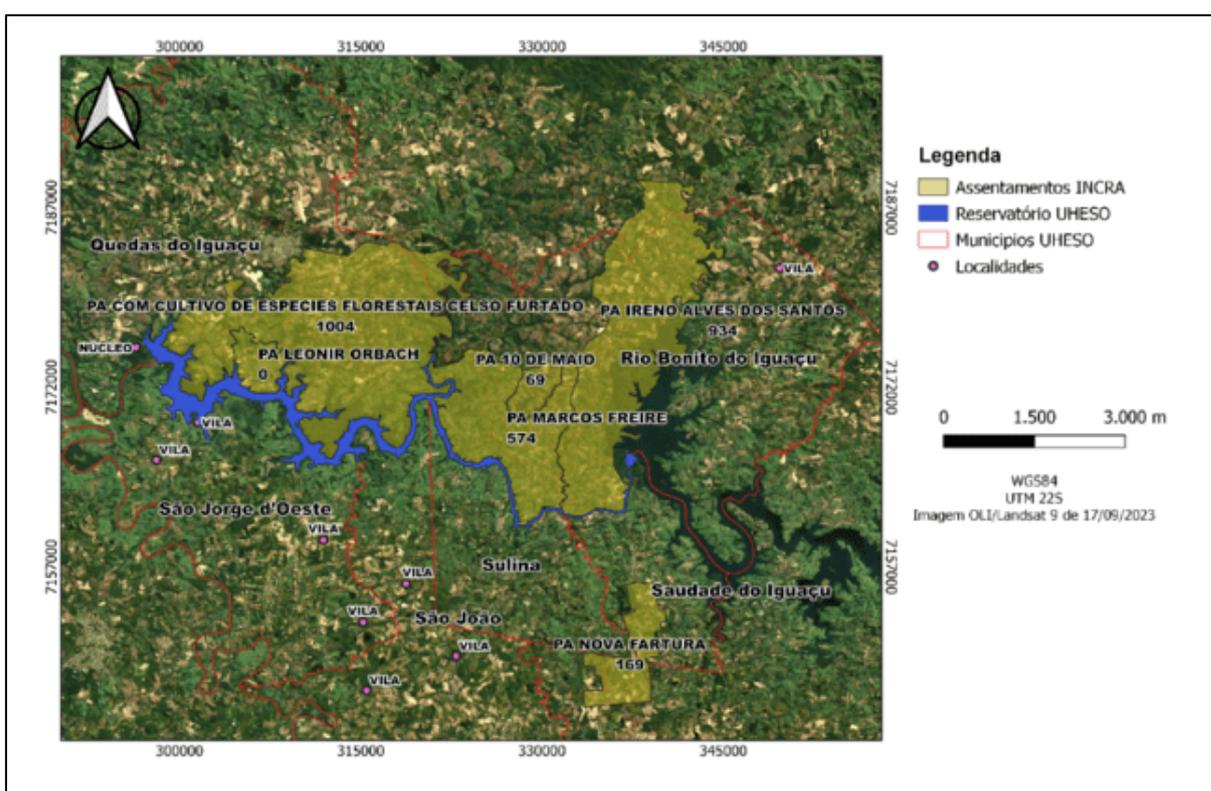
Fonte: Projeto MapBiomias (2023)

A Figura 9 traz as principais localidades elencadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, disponibilizadas para o ano de 2010, no entorno do reservatório da UHE Salto Osório. Observa-se a ocorrência de dois tipos de localidades: i) Vila: representa a “sede de um distrito, delimitada por perímetro urbano definido, por lei municipal e como a área urbana”; e ii) Núcleo: definido como Aglomerado Rural Isolado e é vinculado “a um único proprietário do

solo (empresas agrícolas, industriais, usinas, etc..), ou seja, que possui caráter privado ou empresarial” (IBGE, 2010). A Figura 9 ainda apresenta a localização de todos os Projetos de Assentamento (PA) existentes dentro do perímetro da área de estudo (INCRA, 2017), com suas respectivas quantidades de famílias assentadas. As características dos PA são:

- Obtenção da terra, criação do Projeto e seleção dos beneficiários é de responsabilidade da União através do Incra;
- Aporte de recursos de crédito Apoio Instalação e de crédito de produção de responsabilidade da União;
- Infraestrutura básica (estradas de acesso, água e energia elétrica) de responsabilidade da União;
- Titulação (Concessão de Uso/Título de Propriedade) de responsabilidade da União (INCRA, 2023).

Figura 9 – Localidades e assentamentos próximos ao reservatório da UHESO



Fonte: Autoria própria (2023)

É relevante observar que a expressiva maioria dos assentamentos da região se localizam na porção norte do reservatório, principalmente nos municípios de Quedas do Iguaçu e Rio Bonito do Iguaçu. As datas de criação dos assentamentos, capacidade de famílias e número de famílias assentadas estão elencadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Projetos de Assentamento do INCRA na área de estudo

Nome	Município	Data de criação	Capacidade (famílias)	Famílias assentadas	Área (ha)
PA Ireno Alves dos Santos	Rio Bonito do Iguaçu	30/10/1997	934	934	16852,16
PA Nova Fartura	Saudade do Iguaçu	18/12/1997	169	169	3516,78
PA Marcos Freire	Rio Bonito do Iguaçu	01/12/1998	578	574	10095,43
PA Com Cultivo de Espécies Florestais Celso Furtado	Quedas do Iguaçu	06/12/2004	1095	1004	23733,19
PA 10 de Maio	Rio Bonito do Iguaçu	26/09/2005	69	67	1035,32
PA Leonir Orbach	Quedas do Iguaçu	19/04/2016	100	0	1673,85

Fonte: Adaptado de INCRA (2017)

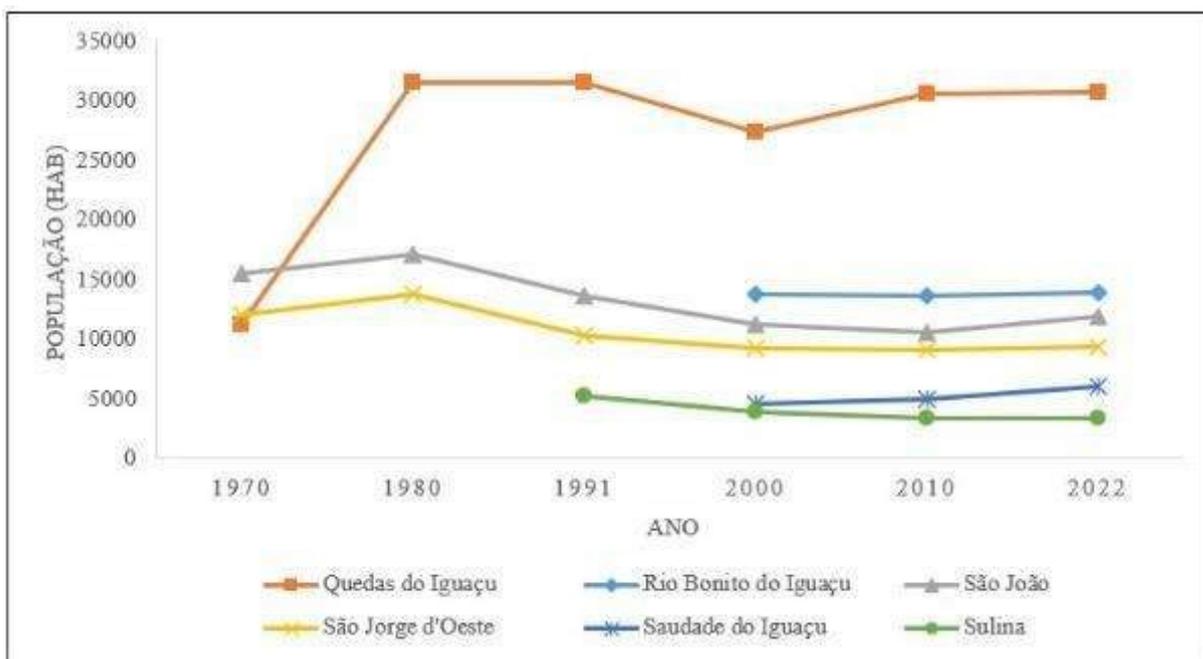
Ao constituir-se uma avaliação comparativa entre as classificações temporais do MapBiomas (Figura 8) e a espacialização dos assentamentos do INCRA (INCRA, 2017), apresentados adiante, na Figura 9, bem como com suas características apresentadas na Tabela 1, é possível estabelecer-se uma coerência bastante evidente entre os períodos de implantação dos assentamentos, suas localizações limítrofes e o intervalo de mudança do uso e cobertura do solo apontados pelo MapBiomas, observando-se uma redução gradativa de lavouras temporárias cedendo espaço a lavouras permanentes, ao passo que ocorria um razoável crescimento das áreas de pastagem no entorno do reservatório, principalmente no lado sul, abrangendo os municípios de São Jorge d’Oeste e Saudade do Iguaçu.

A população total dos municípios lindeiros ao reservatório da Usina Hidrelétrica de Salto Osório em 1991 somava 60 713 habitantes, com 57,6% residente na zona rural e 42,3% na área urbana. Já em 2000, os 70 187 habitantes recenseados dividiam-se igualmente entre área rural e urbana. Em 2010 a população total de 72 338 habitantes dos municípios lindeiros tornou a aumentar sua proporção urbana para 55,5% enquanto a população rural reduziu-se a 44,5% (IBGE 1992; 2001; 2011). Os dados de população rural e urbana por municípios resultantes do último censo do IBGE (2020) ainda não haviam sido divulgados até o fechamento deste trabalho.

O esperado na realidade migratória do país seria um incremento populacional nas zonas urbanas no período estudado, associado a um decréscimo de população nas áreas rurais. Isto de fato aconteceu na região, em praticamente todos os municípios. O que se destaca é o crescimento “instantâneo” de Rio Bonito do Iguaçu, em virtude do Assentamento Rural em meados da década de 90, o que provocou uma “distorção” da lógica demográfica da região. Assim, analisando-se as movimentações populacionais urbanas e rurais desses municípios individualmente (com exceção de Rio Bonito do Iguaçu), observa-se a lógica demográfica do êxodo rural, em que ocorre a migração da população rural para concentrações urbanas, como aponta ECSA (2002a).

Observa-se no Gráfico 1, que apresenta os dados de população dos municípios limieiros ao reservatório da Usina Hidrelétrica de Salto Osório por ano, de acordo com a realização do Censo Demográfico pelo IBGE (IBGE, 2023), que houve um significativo aumento da população nos municípios então emancipados, entre os anos de 1970 e 1980, período no qual foi construída e teve início a operação da Usina Hidrelétrica de Salto Osório, apontando uma provável causalidade de migração de outras regiões para a área de estudo.

Gráfico 1 – População versus Ano dos municípios limieiros entre 1970 e 2022

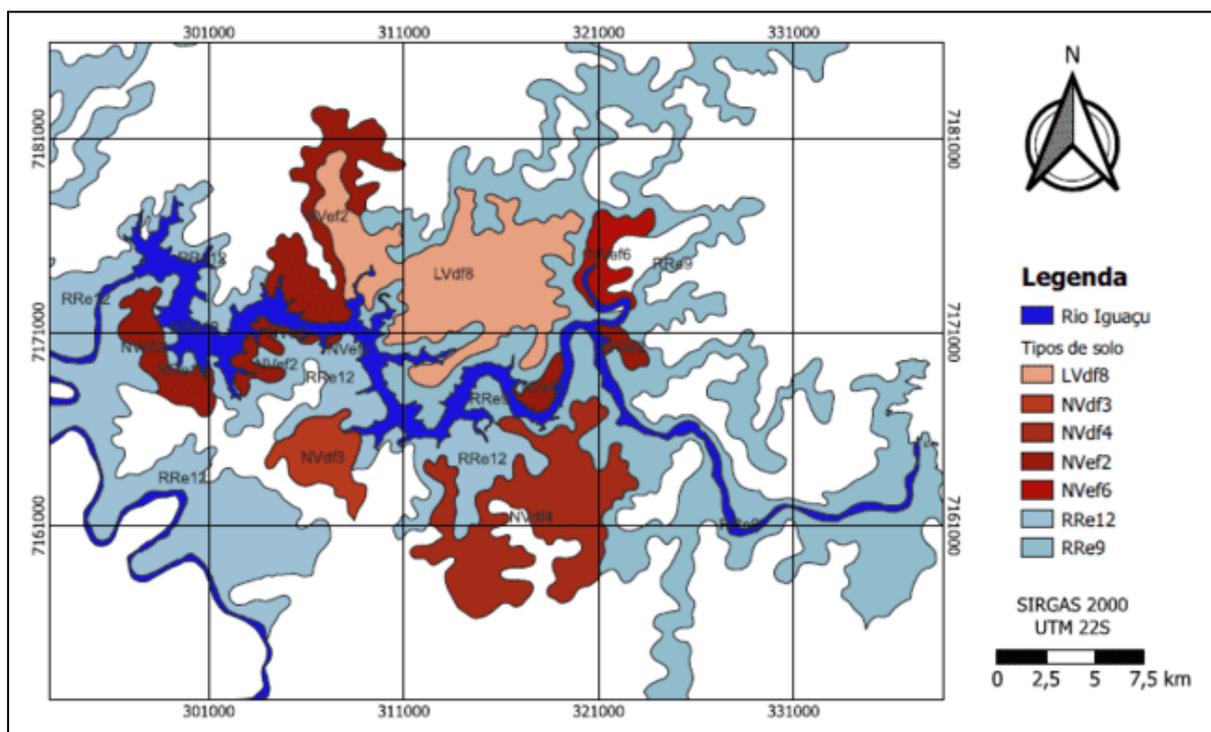


Fonte dos dados: IBGE (2023)

Desta forma observa-se que a evolução do uso e ocupação do solo entre 1985 e 2022 apresenta-se fortemente coerente com a temporalidade e a espacialização do processo de desenvolvimento e crescimento dos municípios limieiros ao reservatório.

De acordo com a EMBRAPA (2020) (Figura 10) a região do entorno do reservatório é constituída principalmente por Neossolo Regolítico Eutrófico (RRe e RRe), Nitossolo Vermelho Distroférico (NVdf, NVdf) e Nitossolo Vermelho Eutrófico (NVef e NVef). Ainda, se encontra uma pequena parte de Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf) em sua porção norte.

Figura 10 – Distribuição dos tipos de solo no entorno do reservatório da UHE Salto Osório



Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2020)

Neossolos Regolíticos Eutróficos são solos em estágio incipiente de formação e tem forte contribuição de fragmentos de rochas e cascalhos, além de localizarem em escarpas erosivas, que limitam a mecanização destes solos, restringindo expressivamente a sua utilização para os sistemas agrícolas. Apresentam saturação por bases superior a 50% o que significa, na prática, que mais de 50% das cargas elétricas do solo estão ocupadas com elementos básicos como Ca, Mg, Na e K. Por outro lado, estes solos prestam-se perfeitamente para uso com sistemas agroflorestais, ou mesmo puramente florestal (Curcio; Boneet; Kacharouski, 2020).

Nitossolos Vermelhos são solos mais desenvolvidos em relação aos Neossolos Regolíticos e são encontrados em áreas mais planas. Além do horizonte A, apresenta um horizonte pedogenético Bt, caracterizado pela cerosidade, no mínimo, moderada e comum. São solos muito desejados pelos agricultores por apresentar elevada capacidade de retenção de água, o que pode justificar o intenso avanço da atividade agrícola na região de localização deste tipo de solo.

Em relação a estas duas classes de solos citadas, uma desvantagem delas em termos ambientais é que, por apresentarem um horizonte A com textura muito argilosa, associada a uma estrutura muito pequena e granular, são solos muito susceptíveis a processos erosivos, o que pode comprometer a vida útil de reservatórios como o da barragem de Salto Osório.

Assim, a análise conjunta dos dados obtidos a partir das classificações de uso e cobertura do solo, dos dados censitários, do mapeamento de localidades e assentamentos e da constituição pedológica da área de estudo sugere que a implantação da UHE, associada às terras férteis e ao fortalecimento da agricultura no período, atraiu muitos imigrantes de outras regiões do país,

fazendo com que a paisagem sofresse consideráveis mudanças no processo de desenvolvimento dos municípios do entorno.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento e a análise temporal de uso e cobertura do solo possibilitaram observar que houve uma significativa redução da área de matas (ou florestas) na área de estudo entre os anos de 1974 e 2023, que ocorreu de forma bastante significativa nas regiões leste e sudeste do município de Rio Bonito do Iguaçu, na zona leste do reservatório da Usina Hidrelétrica Salto Osório. Entretanto, também foi intensa a redução de formação florestal na região a oeste do reservatório, no território abrangido pelo município de Quedas do Iguaçu. Assim, a evolução do uso e cobertura do solo entre 1974 e 2023 apresenta-se fortemente coerente com a temporalidade e a espacialização do processo de desenvolvimento e crescimento dos municípios limítrofes ao reservatório.

A avaliação conjunta entre as classificações temporais de uso e cobertura do solo e a espacialização dos Assentamentos do INCRA e de Localidades do IBGE permitiu constatar uma coerência bastante evidente entre os períodos de implantação dos assentamentos, suas localizações limítrofes e o intervalo de mudança do uso e cobertura do solo, associados a uma redução gradativa de lavouras temporárias cedendo espaço a lavouras permanentes, ao passo que ocorria um razoável crescimento das áreas de pastagem no entorno do reservatório, principalmente no lado sul, abrangendo os municípios de São Jorge d'Oeste e Saudade do Iguaçu.

Entre os anos de 1974 e 1985 a região estudada sofreu uma expressiva supressão vegetal e um significativo movimento imigratório, atraído pela construção e instalação da UHE Salto Osório. Neste período acontecia também, no Brasil, um significativo rearranjo de mercado agroindustrial e de máquinas agrícolas, caracterizado por aquisições e fusões entre as empresas do setor, levando a concorrência de mercado da esfera nacional para a mundial. Esta realidade fez com que aumentasse a produtividade no setor agrícola, fomentando o avanço desta atividade, fator que pode ter contribuído para um considerável impacto no uso dos solos, da água, bem como na expressiva supressão vegetal ocorrida no período.

Os resultados obtidos apontaram para a relevante aplicabilidade do Sensoriamento Remoto na análise e obtenção de estimativas dos efeitos da instalação e operação da Usina Hidrelétrica Salto Osório sobre o uso e cobertura do solo do contexto de sua inserção. Ainda, observou-se que a implantação da UHE, associada às terras férteis e ao fortalecimento da agricultura no período, atraiu muitos imigrantes que, no processo de desenvolvimento dos municípios do entorno, promoveram grandes mudanças na paisagem.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E.; BICALHO, R. A nova energia do Brasil. *In*: EARP, F. S., BASTIAN, E. F.; MODENESI, A. M. (Org.). **Como vai o Brasil?**. Rio de Janeiro: Instituto de Economia da UERJ, 2012. Disponível em: <https://pressbooks.pub/comovaiobrasil/chapter/a-nova-energia-do-brasil/>. Acesso em 22 out 2021.

ALVES, J.; THOMAZ JUNIOR, A. A migração do trabalho para o complexo hidrelétrico madeira.. In: JORNADA DO TRABALHO, 13., 2012, Presidente Prudente. **Proceedings online...** Centro de Estudos de Geografia do Trabalho, Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000142012000100032&lng=en&nrm=abn. Acesso em: 03 dez. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 302, de 20 de março de 2002**. Brasília: Presidência da República, 2002.

BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Seção 1, 2 set. 1981, p. 16509.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia – MME. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: MME, 2007. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-PNE-2030>. Acesso em: 23 jun. 2022.

CURCIO, G. R.; BONNET, A.; KACHAROUSKI, M. **Neossolos Litólicos do Subplanalto de Cascavel**: características e potencial de uso. 2020. Disponível em: <http://www.pronasolos.pr.gov.br/pagina-20.html>. Acesso em 2 nov. 2023.

ECSA – Engenharia Socioambiental. **Plano de uso e ocupação das águas e entorno do reservatório da usina hidrelétrica Salto Osório**. 2002a. Disponível em: <https://www.engie.com.br/uploads/2018/11/Plano-Salto-Osorio-Volumel.pdf>. Acesso em 5 fev. 2022.

ECSA – Engenharia Socioambiental S/C LTDA. **Plano de uso e ocupação das águas e entorno do reservatório da usina hidrelétrica Salto Santiago**. 2002b. Disponível em: <https://www.engie.com.br/uploads/2018/11/Plano-Salto-Santiago-Volume2.pdf>. Acesso em 5 abr. 2022.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Geoinfo**: Mapa de solos do estado do Paraná. 2020. Disponível em: http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode/%3Aparana_solos_20201105#more. Acesso em 23 jul. 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Estudo de Viabilidade do AHE Jirau. Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira. **Relatório Final (PJ-0519-V1-00-RL-0001)**. [S.l]: PCE; Furnas; Odebrecht, 2004. v. 1, t. II.

FONSECA, I. F. **A Construção de grandes barragens no Brasil, na China e na Índia**: similitudes e peculiaridades dos processos de licenciamento ambiental em países emergentes. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2013.

FRANK, T. **Modelo de classificação para o mapeamento de cobertura e uso da terra em áreas-teste de Santo André (SP), usando imagens do WorldView-2 e o aplicativo InterIMAGE**. 2014. 114 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2014. Disponível em: <http://urlib.net/ibi/8JMKD3MGP5W34M/3GG385P>. Acesso em: 15 set. 2023.

GUEDES, D. M. *et al.* Influência da cobertura do uso do solo sobre a hidrodinâmica do reservatório da Usina Hidrelétrica de Barra Grande, SC. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 28, n. 1, e20220057. 2023. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-415220220057>.

HEIDEMANN, F. G. Do sonho do progresso às políticas de desenvolvimento. *In*: HEIDEMANN, Francisco G; SALM, José Francisco (Orgs). **Políticas públicas e desenvolvimento: bases epistemológicas e modelos de análise**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2022: Panorama**. 2023. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 14 set. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 1991**. 1992. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=283450>. Acesso em: 20 out. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2000**. 2001. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9663-censo-demografico-2000.html?edicao=10192&t=resultados>. Acesso em: 20 out. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**. 2011. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=10503&t=resultados>. Acesso em: 20 out. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Localidades 2010**. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/27385-localidades.html>. Acesso em: 20 out. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Saúde do Iguçu**. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/saude-do-iguacu/panorama>. Acesso em: 13 set. 2023.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Assentamentos**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/reforma-agraria/assentamentos>. Acesso em 1 dez. 2023.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Exportar shapefile**. 2017. Disponível em: https://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py. Acesso em 10 jul. 2023.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LIMA, J. F. Desenvolvimento regional sustentável. **DRd - Desenvolvimento Regional em debate**, v. 11, p. 132–143, 2021. Doi: 10.24302/drd.v11.3454.

NAIME, R. Impactos socioambientais de hidrelétricas e reservatórios nas bacias hidrográficas brasileiras. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 7, n. 7, p. 1409–1422. 2012. Doi: <https://doi.org/10.5902/223611706109>

NEVES, L. A.; MARINI, M. J.; CORONA, H. M. P. Conflito socioambiental na construção da Usina Hidrelétrica do Baixo Iguçu: um estudo de caso. **DRd - Desenvolvimento Regional em debate**, v. 7, n. 2, p. 173–187, 2017. Doi: 10.24302/drd.v7i2.1510.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 8 da série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil (1985-2022)**. 2023. Doi: <https://doi.org/10.58053/MapBiomias/VJIJCL>.

RUFINO, E. P. *et al.* Análise da área alagada pela Usina Hidrelétrica de Itá com o auxílio de softwares de sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22. 2017. Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis, 2017.

SESTINI, M. F. **Análise e monitoramento de reservatórios**. 2020. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/an%C3%A1lise-e-monitoramento-de-reservat%C3%B3rios-marcelo-f-sestini-1f>. Acesso em: 25 set 2022.

SILVA, G. J. F.; MARCOLA, M. B. Avaliação espaço-temporal da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Rio Miriri- PB. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011. Curitiba. **Anais [...]** Curitiba, 2011, p. 1803-1810.

SOUTO, A. L. **Impactos socioambientais das usinas hidrelétricas**. 2018. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/8-ano/fontes-de-energia/produzindo-energia-eletrica/a/impactos-socioambientais-das-usinas-hidreletricas>. Acesso em: 15 set. 2022.

SOUZA, A. M. T. As políticas de gestão da força de trabalho e as condições de vida do trabalhador das obras barrageiras. **TRAVESSIA - revista do migrante**, v. 2, n. 6, p. 25–28, 1990. Doi: 10.48213/travessia.i6.97.

SOUZA, C. *et al.* Reconstructing Three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p. 27, 2020. Doi:10.3390/rs12172735.

USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **EarthExplorer**. 2023. Disponível em: <https://www.usgs.gov/faqs/how-do-i-use-a-scale-factor-landsat-level-2-science-products>. Acesso em: 15 abr. 2023.

VENTURIERI, A. *et al.* Utilização de imagens Landsat e CBERS na avaliação da mudança do uso e cobertura da terra e seus reflexos na qualidade da água em microbacias hidrográficas do município da Paragominas, Pará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. 2005, Goiânia. **Anais [...]** Goiânia: INPE, 2005. p. 1127-1134.