



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**HUGO NEVES DE OLIVEIRA**

**MUDANÇAS AMBIENTAIS E OS IMPACTOS DO SETOR  
HIDRELÉTRICO NO SISTEMA FLUVIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO JUBA, ALTO SEPOTUBA – MATO GROSSO**

**CÁCERES – MT  
2023**



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**HUGO NEVES DE OLIVEIRA**

**MUDANÇAS AMBIENTAIS E OS IMPACTOS DO SETOR  
HIDRELÉTRICO NO SISTEMA FLUVIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO JUBA, ALTO SEPO TUBA – MATO GROSSO**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGGeo), para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Linha de pesquisa: Análise Ambiental

Orientador: Dr. Gustavo Roberto dos Santos Leandro

**CÁCERES – MT  
2023**



**HUGO NEVES DE OLIVEIRA**

**MUDANÇAS AMBIENTAIS E OS IMPACTOS DO SETOR HIDRELÉTRICO NO  
SISTEMA FLUVIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JUBA, ALTO  
SEPOTUBA – MATO GROSSO**

Essa Dissertação foi julgada e aprovada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Geografia, junto ao Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGGeo), da Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat).

Cáceres – Mato Grosso, 24 de novembro de 2023.

**Banca Examinadora**

---

Dr. Gustavo Roberto dos Santos Leandro  
Orientador  
Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)

---

Dra. Leila Nalis Paiva da Silva Andrade  
Avaliadora Interna  
Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)

---

Dra. Célia Alves de Souza  
Avaliadora Interna  
Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)

---

Dr. Flávio Rodrigues do Nascimento  
Avaliador externo  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

**CÁCERES – MT  
2023**



Dedico esse trabalho aos meus pais, pela vida, incentivo, amor e compreensão incondicional nesse período de pós-graduação.



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder o dom da vida e me agradecer com a sabedoria.

À minha família, que me garantiu o necessário apoio durante todo o processo.

À Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), por me oferecer educação de qualidade e suporte para o deslocamento necessário para a realização da pesquisa.

Ao meu orientador, professor Dr. Gustavo Roberto dos Santos Leandro, pela paciência e ensinamentos incansáveis.

Aos professores do Programa do Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGGeo/Unemat).

Aos colaboradores José Pereira dos Santos, Milton Pereira dos Santos, Edna Aparecida Liberato e Edson Rosa de Oliveira que forneceram todo o suporte de deslocamento e estadia no trabalho de campo realizado.

Ao Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial (LAPEGEOF), bem como sua equipe e coordenadora, professora Lelia Nalis Paiva da Silva Andrade, que forneceu o espaço e o material necessário para a realização de todo o trabalho laboratorial.

À FAPEMAT pelo apoio financeiro via bolsa de estudo que foi fornecida em todo meu trajeto como mestrando do Programa de Pós-Graduação de Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso (PPGGEO), bem como também ao meu projeto de pesquisa.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização dessa pesquisa e que, por um lapso de memória, não incluí nesse agradecimento.



## RESUMO

A presente dissertação objetivou analisar as mudanças de usos/ocupação e cobertura vegetal na bacia hidrográfica do rio Juba – Mato Grosso, apresentar as alterações no sistema fluvial associadas à construção de empreendimentos do setor hidrelétrico, bem como suas características hidrodinâmicas. Inicialmente, procedeu-se com a construção da base teórico-conceitual; levantamento cartográfico, aquisição de dados secundários e primários. Ainda houve procedimentos técnicos de Sistema de Informação Geográfica (SIG), todos associados à verificação de campo para a confecção de mapas temáticos. Durante os trabalhos de campo, foram amostrados sedimentos de fundo e em suspensão, bem como realizadas medições das variáveis hidrodinâmicas em seções transversais no rio Juba, córrego Corta Vara (afluente da margem esquerda) e no rio Sepotuba. Destacam-se, como principais compartimentos geomorfológicos, o Planalto dos Parecis (62,54%) e a Serra do Roncador (13,50%). Tais morfoesculturas ocorrem sobre rochas metamorfizadas e magmáticas mas, que também apresentam materiais aluviais e sedimentares, sendo recobertos por associações de solos arenosos, sobretudo Neossolos Quartzarênicos (65,84%). Como principal forma de uso destaca-se a atividade pecuária. Contudo, a partir de 2008, a soja é implementada como atividade agrícola e, posteriormente, há a inserção da silvicultura sendo mais expressiva em 2020. Cabe salientar que na bacia hidrográfica do rio Juba importantes territorializações foram oficializadas, sendo: a declaração e consolidação da Terra Indígena Rio Formoso (1985 e 1995) no alto curso, bem como dos assentamentos Triângulo (1994) no médio curso e Antônio Conselheiro (1996-1997) no baixo curso. No território indígena constatou-se a inserção da soja, enquanto que nos assentamentos predominam culturas temporárias e soja, e pecuária (assentamentos Triângulo e Antônio Conselheiro, respectivamente), atividades que contribuem para a progressiva supressão das coberturas vegetais. Paralelamente destaca-se os barramentos em trechos do rio Juba, com duas UHEs e duas PCHs, empreendimentos que ocasionaram o afogamento de afluentes de primeira a terceira ordem, bem como do baixo curso de afluentes como o rio Jubinha. Em relação a hidrodinâmica registrou-se a composição heterogênea dos sedimentos de fundo no córrego Corta Vara, a ocorrência de seixos e afloramentos rochosos no afluente e no rio Juba, sobretudo entre os lagos das barragens (Formação Morro Cristino) e em quedas d'água, e a deposição de sedimentos arenosos na confluência entre os rios Juba e Sepotuba. Em relação ao comportamento da vazão, os volumes foram superiores nas seções à montante no córrego Corta Vara ( $3,18 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  – montante e  $1,33 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  – jusante), o que pode ter contribuído para o assoreamento parcial da seção 2 associado ao aporte de sedimentos. No rio Juba ocorreu hidrodinâmica similar, contudo associada às barragens – largura e profundidade (entre lagos com  $118,86 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ , enquanto que a jusante registrou-se  $49,65 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ ). Entretanto, verificou-se comportamento contrário no rio Sepotuba ( $124,84 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  à montante da foz do rio Juba), o que corrobora para a importância do rio Juba enquanto tributário (vazão de  $171,62 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  após a confluência). Portanto, para que haja a apropriação da terra na bacia hidrográfica do rio Juba, de forma sustentável, e de seus



recursos hídricos há a necessidade de se obter o equilíbrio entre o uso desses bens e a dinâmica da natureza, que precisa ser analisada de acordo com o comportamento, por exemplo, da hidrodinâmica no sistema fluvial (canal principal, pelas intervenções diretas já consolidadas e, afluentes devido, sobretudo aos usos da terra e dos recursos hídricos).

**Palavras-chave:** Análise Ambiental e Recursos Hídricos. Sistema Fluvial. Complexo Hidrelétrico e Usos da Terra. Rio Juba, Alto Paraguai – Mato Grosso.



## ABSTRACT

This present dissertation intended to analyze the changes in use/occupation and vegetation cover in the Juba River in watershed – Mato Grosso; intend to present the changes in the river system associated with the construction of the hydroelectric projects, as well as their hydrodynamic characteristics. Initially, it proceeded with the construction of the theoretical – conceptual framework; cartographic survey, acquisition of secondary and primary data. There were also technical procedures of Geographic Information System (GIS), all associated with field verification for the production of thematic maps. During fieldwork, bottom and suspended sediments were sample, and measurements of hydrodynamic variables were taken in cross – sections of the Juba River, Corta Vara stream (left bank convergent) and in the Sepotuba river. Stand out, as the main geomorphological compartments, the Parecis Plateau (62,54%), and the Roncador Range (13,50%). These landforms take place on metamorphic and magmatic rocks, but also contains alluvial and sedimentary materials, covered by associations of sandy soils, especially Quartzarenic Neosols (65,84%). The predominant land use is livestock farming. However, starting in 2008, soy was introduced as an agricultural activity, and subsequently, agroforestry was incorporated, becoming more meaningful in 2020. It is Worth pointing that in the Juba River watershed, significant territorializations were officially established, including: the declaration and consolidation of the Rio Formoso Indigenous Land (1985 and 1995) in the upper course, as well as the Triangulo settlements (1994) in the middle course, and Antonio Conselheiro settlements (1996-1997) in the lower course. In the indigenous territory, the introduction of soy was attested, while in the settlements, temporary crops, soy, and livestock predominate (Triangulo and Antonio Conselheiro settlements, respectively), activities that contribute to the progressive suppression of vegetation cover. Simultaneously, it is worth noting the damming in section of the Juba River, involving two large hydropower plants (UHEs) and two small hydropower plants (PCHs). These projects have led to the submersion of first to third – order convergent, as well as the lower reaches of convergentes such as the Jubinha River. In terms of hydrodynamics, the heterogeneous composition of bottom sediments was observed in the Corta Vara stream, with the presence of pebbles and rocky outcrops in the convergent and Juba River, especially between the lakes of the dams ( Morro Cristalino Formation) and the waterfalls, and the deposition of sandy sediments at the confluence of the Juba and Sepotuba rivers. Regarding flow behavior, higher volumes were recorded in the upstream sections of the Corta Vara stream ( $3,18 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  upstream and  $1,33 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  – downstream), which may have contributed to the partial silting of section 2 associated with sediment input. Similar hydrodynamics occurred in the Juba River, associated with the dams – width and depth (between lakes with  $118,86 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  , while downstream recorded  $49,65 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  ). However, opposite behavior was observed in the Sepotuba River ( $124,84 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  upstream of the Juba River mouth), which supports the importance of the Juba River as a tributary ( flow of  $171,62 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  after the confluence). Therefore, for the sustainable appropriation of land in the Juba River watershed, and its water resources, there is a necessity to achieve a balance between



the use of these assets and the dynamics of nature. This balance must be analyzed in accordance with the behavior, for example, of hydrodynamics in the river system (main channel, through already established direct interventions, and convergents, mainly due to land and water resource uses).

**Key – words:** Environmental Analysis and Water Resources. River/Fluvial System. Hydropower Complex and Land Uses. Juba River, Upper Paraguay – Mato Grosso.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Localização da bacia hidrográfica do rio Juba, Alto Sepotuba–Mato Grosso.....	39
Figura 2 –	Coleta de dados e de amostras no córrego Corta Vara, afluente do rio Juba, Mato Grosso.....	45
Figura 3 –	Sedimentos de fundo em processo de secagem em estufa, logo após o trabalho de campo.....	47
Figura 4 –	Dispersão das amostras com auxílio do agitador de Wagner.....	48
Figura 5 –	Etapa de pesagem dos sedimentos amostrados em trabalho de campo.....	49
Figura 6 –	Agitador de peneiras utilizado para a separação e classificação granulométrica .....	50
Figura 7 –	Processos de preparação e de secagem da fração argila (separada por pipetagem) e dos sedimentos em suspensão. ....	51
Figura 8 –	Formações geológicas da bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso. ....	54
Figura 9 –	Percentual das formações geológicas que compõem a estrutura da bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso. ....	55
Figura 10 –	Morfoesculturas (A) e altimetria (B) na bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso.....	57
Figura 11 –	Percentual das unidades geomorfológicas, com destaque para o Planalto dos Parecis, presentes na bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso.....	59
Figura 12 –	Queda d’água no rio Juba, importante ponto turístico utilizado por moradores e turistas como balneário, Mato Grosso.....	60
Figura 13 –	A- Folhelhos metamorfizados com clivagem ardosiana em queda d’água do rio Juba, Mato Grosso. B - Seixos rolados e metapelitos coletados em trabalho de campo.....	61
Figura 14 –	Morfologia do relevo na bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso.....	62
Figura 15 –	Associações pedológicas presentes na bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso.....	63
Figura 16 –	Percentual das classes de solos, sobretudo arenosos, da bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso.....	64
Figura 17 –	Ocorrência de solo exposto próximo aos canais fluviais no Assentamento Triângulo, Tangará da Serra – Mato Grosso.....	65
Figura 18 –	Distribuição das coberturas vegetais e predominância do uso pecuário na bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso.....	71
Figura 19 –	Expansão das culturas temporárias e instalação de empreendimentos hidrelétricos na bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso.....	73
Figura 20 –	Instalação da PCH Graça Brennand e consolidação do Assentamento Antônio Conselheiro no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso.....	77
Figura 21 –	Ocorrência de pastagem e fragmentos de vegetação nativa.....	78
Figura 22 –	Instalação da PCH Pampeana e expansão da soja e da silvicultura na bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso.....	80
Figura 23 –	Consolidação da Silvicultura enquanto modelo produtivo e de áreas de soja em 2020.....	82
Figura 24 –	Principais mudanças na morfologia do sistema fluvial do rio Juba, Mato Grosso.....	87



Figura 25 – Principais mudanças na morfologia do rio Juba com a implantação das PCHs, Mato Grosso.....	88
Figura 26 – A - PCH Graça Brennand (ao fundo controle estrutural com morros); B – Área de pastagem no primeiro plano e o lago no segundo plano, Mato Grosso.....	90
Figura 27 – Variação altimétrica do córrego Corta Vara da nascente até a sua confluência com o rio Juba, Mato Grosso.....	91
Figura 28 – Embasamento rochoso aflorado no leito do córrego Corta Vara, afluente da margem esquerda do rio Juba, Mato Grosso.....	92
Figura 29 – Coleta de amostras dos sedimentos de fundo e sua composição granulométrica.....	93
Figura 30 – Coleta de amostras dos sedimentos de fundo e sua composição granulométrica.....	94
Figura 31 – Perfil longitudinal do rio Juba, com destaque para as litologias que embasam o canal fluvial.....	96
Figura 32 – Composição granulométrica dos sedimentos de fundo na foz do rio Juba, Mato Grosso.....	97
Figura 33 – Composição granulométrica dos depósitos de canal presentes na confluência dos rios Juba-Sepotuba, Mato Grosso.....	98



## LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 – Paisagens, ambientes fluviais e processos selecionados para coleta de dados..... 44
- Quadro 2 – Sequência de peneiras adotadas para a análise granulométrica..... 50



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Usos, ocupação e coberturas vegetais em 1985.....	72
Tabela 2	– Usos, ocupação e coberturas vegetais em 1995.....	75
Tabela 3	– Uso, ocupação e coberturas vegetais em 2008.....	79
Tabela 4	– Uso, ocupação e coberturas vegetais em 2009.....	81
Tabela 5	– Usos, ocupação e coberturas vegetais em 2020.....	83
Tabela 6	– Variáveis hidrodinâmicas do córrego Corta Vara, afluente da margem esquerda do rio Juba, Mato Grosso. ....	95
Tabela 7	– Variáveis hidrodinâmicas do rio Juba, Mato Grosso.....	96
Tabela 8	– Variáveis hidrodinâmicas do rio Sepotuba na confluência com o rio Juba, Mato Grosso.....	99



## LISTA DE SIGLAS

AAC	– Assentamento Antônio Conselheiro
APP	– Área de Preservação Permanente
BAP	– Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai
EMBRAPA	– Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FUNAI	– Fundação Nacional dos Povos Indígenas
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Lapegeof	– Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial
MST	– Movimento Sem Terra
PCH	– Pequenas Centrais Hidrelétricas
Probio	– Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira
SRTM	– Shuttle Radar Topography Mission
TIRF	– Terra Indígena Rio Formoso
UHE	– Usina Hidrelétrica
Unemat	– Universidade do Estado de Mato Grosso



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1</b>	Paisagem enquanto leitura do espaço geográfico.....	22
<b>2.2</b>	Bacias hidrográficas – estudos Integrados, elementos da paisagem e unidade de análise para estudos espaço-temporais	26
<b>2.3</b>	Conceito de Conectividade (Hidrológica, Morfológica e Ecológica) .....	28
<b>2.4</b>	Canais fluviais, processos e formas .....	31
<b>2.5</b>	Uso e ocupação da terra e impactos associados.....	34
<b>2.6</b>	Efeitos de barragens nos sistemas fluviais .....	35
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>39</b>
<b>3.1</b>	<b>Área de Estudo</b> .....	<b>39</b>
<b>3.2</b>	<b>Procedimentos técnico-metodológicos</b> .....	<b>40</b>
3.2.1	Levantamento teórico-conceitual e de dados para a caracterização físico-ambiental.....	41
3.2.2	Usos e ocupação da terra.....	41
3.2.3	Mudanças morfológicas no sistema fluvial.....	43
3.2.4	Comportamento hidrossedimentar.....	43
3.2.4.1	Coleta de sedimentos de fundo e sólidos em suspensão.....	46
3.2.4.2	Variáveis hidrodinâmicas.....	46
3.2.5	Análises em laboratório.....	47
3.2.5.1	Ensaio de pipetagem (dispersão total).....	48
3.2.5.2	Ensaio de peneiramento.....	49
3.2.5.3	Evaporação em estufa.....	50
3.2.6	Cálculo de descarga sólida.....	51
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>53</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização físico-ambiental</b> .....	<b>53</b>
<b>4.2</b>	<b>Expansão dos usos e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Alto Paraguai, sudoeste de Mato Grosso</b> .....	<b>67</b>
4.2.1	Evolução espaço-temporal da supressão da cobertura vegetal, usos e ocupação da terra na bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso	70
<b>4.3</b>	<b>Mudanças morfológicas, características sedimentares e hidrodinâmicas</b> .....	<b>86</b>
4.3.1	Hidrodinâmica e características sedimentares sazonal .....	90
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>100</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>103</b>

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são sistemas ambientais dinâmicos por apresentarem interações entre processos que resultam em formas e mecanismos de evolução (Christofolletti, 1980; Suguio e Bigarella, 1990). Conseqüentemente, ocorrem mudanças de ordem estrutural e funcional em seus principais componentes: os canais fluviais, devido ao uso e à apropriação do relevo (Rocha, 2010; Rocha, 2015).

Desse modo, constituindo de importante unidade espacial, as bacias hidrográficas apresentam significativa relevância quanto aos trabalhos de análise ambiental, seja pela sua dinâmica e junção de propriedades físicas, seja por manifestar os impactos associados à remoção e ao uso dos recursos naturais. Nessa perspectiva, considerando a complexidade desse arranjo e de seus subsistemas, as bacias abrigam importantes eixos de estudos na ênfase do ordenamento territorial (Souza, 2013; Carvalho, 2014).

Assim, diferentes atividades econômicas são desenvolvidas em sobreposição às bacias hidrográficas com o uso e a ocupação da terra, e com a apropriação dos recursos hídricos, sobretudo, em sistemas fluviais. Dessa forma, a intervenção do homem sobre a natureza para a produção do espaço geográfico tem ocorrido sem a devida preocupação em obter o equilíbrio entre o uso desses bens e a dinâmica da natureza.

No estado de Mato Grosso, destacam-se os sistemas produtivos relacionados ao setor agropecuário, que modifica as paisagens, sobretudo a retirada da cobertura vegetal (Pessoa *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2015; Leandro; Rocha, 2019). Recentemente, o setor hidrelétrico também tem se apropriado dos sistemas fluviais de importantes rios do Estado (Ritela, 2014; Andrade, 2019 e Leandro *et al.*, 2020). Entre eles, destacam-se os afluentes da bacia hidrográfica do Alto Rio Paraguai, Brasil, como, por exemplo, os rios Sepotuba, Jauru e seus afluentes (Souza Filho, 2013; Ritela, 2014).

Nesse sentido, a bacia hidrográfica do rio Sepotuba, com 9.827,98 km<sup>2</sup>, é um dos principais contribuintes do Alto rio Paraguai, estado de Mato Grosso. Isso porque, 48,11% da bacia hidrográfica do rio Sepotuba é drenada por cursos d'água

diretamente relacionados ao rio principal; enquanto 51,88% da área de drenagem pertence a afluentes que desaguam no rio Sepotuba. Entre suas sub-bacias hidrográficas, a maior área de drenagem, com 2.278,64 km<sup>2</sup> (23,18%), tem como canal principal o rio Juba, também o afluente de maior extensão, com 128,78 km (Leandro, 2020).

Quando se modifica determinado ciclo, ou sistema, os processos que antes eram naturalmente complexos naquele ambiente se modificam ou são alterados (Cassetti, 1991; Souza, 2013). Desse modo, de acordo com Cunha (2001a), quando ocorre a intervenção humana de grande intensidade, como é o caso das construções de grandes barragens, há o rompimento do equilíbrio longitudinal do rio.

Nota-se um significativo aumento no número de empreendimentos hidrelétricos com a construção de barragens, sejam as usinas hidrelétricas – UHEs, sejam as de pequenas centrais hidrelétricas – PCHs ao longo dos canais fluviais das bacias hidrográficas brasileiras (Coelho, 2007; Coelho, 2008).

Tais empreendimentos são questionáveis ao considerar as implicações que tais modificações de origem antropogênica causam nas paisagens naturais e na disponibilidade dos recursos hídricos, considerando a regulação de suas águas (Souza Filho, 2013). Para a bacia hidrográfica do Alto rio Paraguai, Souza Filho (2013) aponta os possíveis efeitos dos barramentos nos fluxos hidrossedimentológicos dos rios de planalto para a planície pantaneira.

Praticamente todo o barramento do canal fluvial interfere em seu sistema lótico (correntezas), passando a ser um sistema com características lênticas (ou de águas semiparadas) no reservatório. Esse tipo de interferência gera uma série de efeitos em cadeia, os quais, dependendo da magnitude e da área de abrangência, podem ser irreparáveis (Duarte e Marçal, 2017; Leandro, 2020).

Com isso, é conveniente trazer a discussão sobre os impactos que tais empreendimentos, podem trazer para a bacia hidrográfica do rio Juba (Coelho, 2008; Cunha, 2011; Souza Filho, 2013; Andrade, 2019; Leandro, 2020).

Assim, a principal pergunta que norteia a presente pesquisa é: Quais os cenários de uso e ocupação da terra, seus impactos, bem como os efeitos dos empreendimentos do setor hidrelétrico causam no sistema fluvial da bacia do rio Juba, um dos principais afluentes de planalto das bacias hidrográficas dos rios Sepotuba-

Paraguai, que abastecem a planície pantaneira, a partir da construção das barragens bem como os modelos produtivos com o uso e ocupação da terra?

Nesse cenário, a bacia hidrográfica do rio Juba foi selecionada como recorte espacial de análise ao serem consideradas suas características físico-ambientais, modos de uso e ocupação da terra e a apropriação do relevo e recursos hídricos (Complexo Hidrelétrico Juba e novas propostas para a construção de empreendimentos).

Nesse contexto, esta pesquisa teve como objetivo geral analisar as mudanças de usos/ocupação e cobertura vegetal, apresentar as alterações no sistema fluvial associadas à construção de empreendimentos do setor hidrelétrico, bem como suas características hidrodinâmicas.

Os objetivos específicos foram: 1 – Apresentar os fatores físico-ambientais que constituem a bacia hidrográfica do rio Juba; 2 - Analisar o cenário atual de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do rio Juba frente às mudanças espaço-temporais a partir das classes de uso e de cobertura vegetal; 3 – Caracterizar o comportamento hidrodinâmico atual (vazão, sedimentos de fundo e em suspensão) do sistema fluvial (afluente, rio Juba e confluência com o rio Sepotuba) a partir das mudanças morfológicas com a instalação de empreendimentos hidrelétricos.

Assim, esta dissertação foi organizada em quatro capítulos, como explicitado a seguir:

No capítulo I, apresenta-se a introdução do trabalho, questões da pesquisa, como a problemática que serviu de base para o desenvolvimento do trabalho, definição da temática, a pergunta norteadora, a relevância da pesquisa e o objetivo geral e os específicos.

O capítulo II traz a fundamentação teórica, em que foram estruturados em subitens chave que embasaram as discussões e caminhos metodológicos. Nela estão contempladas discussões sobre a paisagem, sistemas fluviais, ocupação e uso da terra e hidrodinâmica.

No capítulo III, estão descritos os procedimentos metodológicos que foram necessários ao desenvolvimento da pesquisa (materiais necessários e procedimentos metodológicos).

No capítulo IV, são apresentados e discutidos os resultados obtidos com os fatores físico-ambientais, uso e ocupação da terra, as mudanças morfológicas no sistema fluvial e os aspectos de sua hidrodinâmica. Em seguida, nas considerações finais, são apresentadas as conclusões que o desenvolvimento da pesquisa permitiu inferir.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 2.1. Paisagem enquanto leitura do espaço geográfico

A paisagem e o espaço geográfico são duas das principais categorias que norteiam a ciência geográfica. A partir das suas diferentes óticas pode-se visualizar e compreender diversas abordagens existentes na geografia, sejam elas produto de desenvolvimento físico (natural) ou humano (antrópico) (Moraes, 1997).

Segundo Schier (2003), a paisagem reúne elementos que servem de amparo para a compreensão da realidade do mundo, sendo de fundamental importância ao conhecimento e entendimento da relação entre o homem e natureza. Esse conceito é amparado em diferentes perspectivas e abordagens, o qual, através dos séculos, pôde proporcionar o desenvolvimento do conhecimento geográfico.

Essa categoria, recebeu abordagens de estudos dos mais clássicos geógrafos, como Alexander Von Humboldt, Paul Vidal de La Blache, Carl Sauer, Augustin Berque, entre outros. Estes geógrafos não só desenvolveram proposições a partir de tal categoria como também foram responsáveis por tornar a geografia uma ciência (Strachulsk, 2015).

Nesta perspectiva, assim como na construção da Geografia, a categoria paisagem teve forte influência de duas importantes escolas geográficas: a escola francesa e a alemã (Barbosa; Gonçalves, 2014).

Podemos inferir que a inserção da paisagem na Geografia acompanhou o desenvolvimento da própria ciência geográfica, desde as primeiras constatações e estudos referentes à Geografia como ciência, com as escolas alemã e francesa, sendo as principais expoentes da sistematização da Geografia (Barbosa; Gonçalves, 2014, p. 107).

Segundo Silveira (2012) e Strachulsk (2015), a paisagem na ótica de Humboldt, que foi o precursor da escola alemã, era vislumbrada em um olhar sob os elementos

naturais, como os solos, as florestas, os rios, dentre outros, não desconsiderando, mas negligenciando assim a ação antrópica que atua nesses elementos.

Maximiano diz que, “Humboldt partiu da observação da vegetação para caracterizar um espaço e das diferenças paisagísticas da vegetação para aplicar o método ao mesmo tempo explicativo e comparativo. [...]”. (2004, p. 86).

No entanto, com o passar do tempo, essa escola foi aos poucos incrementando uma visão menos naturalista e incorporou de vez as ações de cunho humano nas suas abordagens, denominando-as de cultural e influenciaram as outras duas importantes escolas que também vieram a contribuir com a formação da categoria paisagem: a escola francesa e a soviética (Schier, 2003; Barbosa; Gonçalves, 2014).

Assim, Bertrand (2004, p. 141), em contramão à forma na qual a paisagem era vista no início, afirma que “É preciso frisar bem que não se trata somente da paisagem “natural”, mas da paisagem total integrando todas as implicações da ação antrópica”:

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. [...] (Bertrand, 2004, p. 141).

Neste sentido, Maximiano diz que, “Entre os geógrafos há um consenso de que a paisagem, embora tenha sido estudada sob ênfases diferenciadas, resulta da relação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos.” [...], e reforça que “[...] ela não é apenas um fato natural, mas inclui a existência humana.” (2004, p. 87)

De uma perspectiva clássica, os geógrafos perceberam a paisagem como a expressão materializada das relações do homem com a natureza num espaço circunscrito. Para muitos, o limite da paisagem atrelava-se à possibilidade visual” (Suertegaray, 2001, não paginado).

Mendonça (2001) também diz que a paisagem não pode ser entendida somente como o meio natural ou os aspectos físicos que compõem o planeta; ela também incorpora o homem por meio de suas ações ao seu conjunto de elementos, o que se forma, assim, a chamada “paisagem natural” e a “paisagem humanizada” (Mendonça, 2001, p. 47).

Ab'Saber (2003) diz que a paisagem é a resultante de processos ao longo do tempo, de traços históricos que são modelados a partir dos povos formadores do território. Nesse sentido, a paisagem sempre herda características fisiográficas e biológicas. Suertegaray (2001), também discorrendo sob a paisagem, e a diferenciando do conceito de espaço, reforça que:

[...] paisagem é transtemporal juntando objetos passados e presentes, uma construção transversal juntando objetos. Espaço é sempre um presente, uma construção horizontal, uma situação única. Ou ainda, paisagem é um sistema material, nessa condição, relativamente imutável, espaço é um sistema de valores, que se transforma permanentemente (Suertegaray, 2001, não paginado).

O espaço geográfico é outra importante categoria que compõe a Geografia, sendo seu objeto de estudo. Nesse contexto, Vidal de la Blache, Max Sorre, Jean Brunhes, Pierre Defontaines, e os brasileiros Roberto Lobato Corrêa, Ruy Moreira e Milton Santos, foram alguns dos vários geógrafos que colaboram com a conceitualização dessa categoria. Numa união a partir da visão da maior parte desses autores, percebe-se que existe grande semelhança na forma de como veem tal espaço, sempre buscando relacionar a ação humana sem deixar de reconhecer as forças naturais que agem no mundo, essas óticas são heranças deixadas pelas escolas francesas e alemãs (Braga, 2007).

O espaço geográfico, por sua vez, foi muito bem trabalhado por um dos maiores geógrafos que já existiu: Milton Santos. Foi por esse brasileiro que de fato essa linha categórica pôde receber a devida atenção, pois, por muito tempo, foi deixada de lado por muitos geógrafos (Cavalcante; Lima, 2018).

Milton Santos trouxe a visão do espaço geográfico num modelo de perspectiva a partir do resultado da relação social que era produzida, decorrente das mudanças que ocorriam pela influência que o homem exercia por meio da economia, da política, e da tecnologia (Santos, 2006).

A evolução que marca as etapas do processo de trabalho e das relações sociais marca, também, as mudanças verificadas no espaço geográfico, tanto morfológicamente, quanto do ponto de vista das funções e dos processos. É assim que as épocas se distinguem umas das outras (Santos, 2006, p. 61).

Nesse sentido, Moreira (1998), destaca que o espaço geográfico está diretamente ligado ao trabalho. Segundo ele, é a produção histórica do trabalho numa maneira organizada que condiciona o processo produtivo contínuo, pois o espaço é condição de (re)produção. De igual modo, Castilho e Frederico (2010) definem que o espaço geográfico pode ser visto como um circuito espacial produtivo dentro de um território.

O espaço é parte da realidade, portanto, multidimensional. Para uma eficaz análise conceitual é necessário definir o espaço como composicionalidade, ou seja, compreende e só pode ser compreendido em todas as dimensões que o compõem. Essa simultaneidade em movimento manifesta as propriedades do espaço em ser produto e produção, movimento e fixidez, processo e resultado, lugar de onde se parte e aonde se chega. Por conseguinte, o espaço é uma completitude, ou seja, possui a qualidade de ser um todo, mesmo sendo parte. Desse modo, o espaço geográfico é formado pelos elementos da natureza também e pelas dimensões sociais, produzidas pelas relações entre as pessoas, como a cultura, política e a economia. As pessoas produzem espaços ao se relacionarem diversamente e são frutos dessa multidimensionalidade (Fernandes, 2006, p. 04).

Assim, conforme Cavalcante e Lima (2018), o espaço geográfico confere uma porção de inter-relação entre homem e meio, na qual, todos os fatores, processos e elementos que dele fazem parte o modificam e conseqüentemente o produz, estando ele, assim, em constante produção por meio dos elementos físicos naturais e pela ação produzida pelo antrópico que nele age, modifica, transforma e impõe.

## **2.2. Bacias hidrográficas – estudos Integrados, elementos da paisagem e unidade de análise para estudos espaço-temporais**

As bacias hidrográficas são áreas da superfície terrestre, com a existência de limites criados a partir do escoamento das águas no decorrer do tempo; é o resultado da interação da água com outros elementos ambientais existentes nesse complexo sistema natural (Brigante; Espíndola, 2003).

São áreas de captação natural da água providas de precipitação que faz convergir o escoamento para um ponto único de saída. Essas áreas se estruturam a partir de um agrupamento de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que se interligam até formar um leito único, o canal principal (Tucci, 1997).

Para Barrella (2001), as bacias são porções de terras drenadas por um canal principal, o rio, e seus afluentes, formadas nos pontos mais altos do relevo por divisores de água. As águas das chuvas escoam superficialmente, resultando na formação dos riachos e rios, ou infiltram no solo para formação das nascentes e também do lençol freático.

Nessa mesma linha de reflexão, Silveira (1993) *apud* Machado e Torres (2013) diz que a bacia hidrográfica é uma composição de conjuntos de redes de drenagem formadas a partir de cursos d'água que se interligam, resultando em um leito único, que é o canal principal. Nesse contexto, o sistema fluvial das bacias hidrográficas se caracteriza pela formação da junção de unidades físicas importantes, denominadas elementos geoambientais, como o solo, o relevo, a vegetação, o clima, dentre outros (Andrade, 2019).

Christofolletti (1999) coloca as bacias hidrográficas como unidades espaciais que possuem, em síntese, uma estrutura, com ciclos de funcionamento e uma evolução espaço-temporal.

Para Botelho e Silva (2004), as bacias hidrográficas são unidades espaciais que se encorpam a diversos componentes e processos complexos de interação que compõem toda sua dinâmica. Do ponto de vista geomorfológico, as bacias são unidades geomorfológicas que contêm importância justamente pelo fato de levarem a interação de fatores físicos, químicos, biológicos, econômicos e sociais (Guerra; Cunha, 2004).

Botelho e Silva (2004) dizem que as bacias hidrográficas são reconhecidas como unidades espaciais desde a década de 1960, mas tem nos últimos anos se efetivado como importantes unidades de estudo e pesquisa, não somente dentro da geografia física, mas também da conhecida área da ciência ambiental.

Apesar disso, os autores enfatizam também que foi apenas na metade da década dos anos de 1990 que houve aumento na produção de pesquisas ligadas às

áreas ambientais, especificamente as relacionadas à questão do uso e da qualidade da água, que, aliadas à conscientização por parte da sociedade, fez também com que surgissem leis de esferas federais, estaduais e municipais.

Dessa forma, cresceu enormemente o valor da bacia hidrográfica como unidade de análise e planejamento ambientais. Nela é possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico, presente no sistema representado pela bacia de drenagem (Botelho; Silva, 2004, p. 154).

De igual modo, Carvalho (2014) ressalta que a bacia hidrográfica, ao ser trabalhada sob a perspectiva de gestão e planejamento, deve ser estudada e analisada sem deixar de lado outros componentes que com ela se inter-relacionam, cujos componentes ambientais e ação antrópica têm forte influência em seu sistema. Pode-se perceber que a ação antrópica tem potencial para modificar os componentes ambientais, produzindo ações que podem trazer danos à qualidade e à quantidade de água de uma bacia.

Os componentes ambientais como as rochas, o relevo, os solos, a água, a vegetação e o clima, não poderiam mais ser compreendidos isoladamente, mas seria fundamental o reconhecimento de suas interfaces, de suas relações com o meio para entender a dinâmica ambiental e propor mecanismos de planejamento e gestão adequados. (Carvalho, 2014, p. 28).

Assim, as bacias hidrográficas, dentre todos os recursos naturais, se condicionam como elementos de grande importância, uma vez que são vitais para a manutenção da vida, tanto em relação à biodiversidade, quanto a própria sociedade. Com isso, esses grandes fluxos hídricos são cada vez mais alvos de estudos, e são adotadas como unidades de conservação e planejamento ambiental (Nascimento; Villaça, 2008).

[...] Entendida como célula básica de análise ambiental, a bacia hidrográfica permite conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e interações que nela ocorrem. A visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita na adoção desta unidade fundamental (Botelho; Silva, 2004. p. 153).

Não à toa, países da União Europeia como, Reino Unido, França e Espanha tem adotado as bacias como unidade físico-territorial básica a fim de intervir nessas unidades com ações de planejamento e gestão (Machado; Torres, 2013).

A partir da visão sistêmica, as bacias hidrográficas ganham atribuição de recorte espacial. Esses complexos sistemas inserem-se em dada espacialidade de caráter natural que, dada as circunstâncias, vão sendo modeladas, seja por sua própria dinâmica, pela ação do sistema natural (geossistema), seja por forças externas, pela ação antrópica. Esses processos dinâmicos e suas respectivas implicações levam a bacia hidrográfica a se caracterizar como unidade em transformação contínua, sob diferentes agentes modeladores (Christofolletti, 1999).

Nesse sentido, quando se busca distinguir o estado dos elementos e os processos que fazem parte do sistema hidrológico, (o solo, a água, o ar, a vegetação, a infiltração, o escoamento, a erosão, o assoreamento, a inundação e a contaminação), pode-se avaliar com isso o equilíbrio desse sistema e a sua qualidade ambiental. Conforme Botelho e Silva (2004), é necessário partir de um olhar sobre reflexos ligados à ação do homem no espaço, que traz diferentes níveis de qualidades, dada a sua relação com o tempo mediante as demandas de uso dos recursos em função da exploração econômica e cultural.

### **2.3. Conceito de Conectividade (Hidrológica, Morfológica e Ecológica)**

A abordagem sistêmica, conforme Christofolletti (1974), trouxe novas perspectivas para os estudos, sobretudo aqueles referentes à geomorfologia fluvial. Essa abordagem contribuiu para o início da investigação da dinâmica dos processos geomorfológicos e hidrológicos de forma integrada.

Nesse sentido, Mattos e Perez Filho (2004) dizem que entender as particularidades de uma bacia hidrográfica se faz importante, por ser a maneira possível de compreender cada arranjo que dela faz parte, levando-se em conta a matéria, a energia e a estrutura.

[...] a bacia hidrográfica não pode ser entendida pelo estudo isolado de cada um dos seus componentes: sua estrutura, funcionamento e organização são decorrentes das inter-relações desses elementos, de

modo que o todo resultante não é resultado da soma da estrutura, funcionamento e organização de suas partes. Analisar separadamente os processos que ocorrem nas vertentes e aqueles que acontecem nos canais fluviais não permite compreender como o sistema bacia hidrográfica funciona enquanto unidade organizada complexa (Mattos; Perez Filho, 2004. p. 17).

As bacias hidrográficas contêm uma representação espacial, pela qual é possível identificar variações de elementos e fatores atuantes na rede de drenagem e nos canais que dela fazem parte. Esses elementos e fatores, como; precipitação pluvial, escoamento superficial, produção de sedimentos e erosão hídrica, são importantes para a análise da movimentação da água e de sedimentos nos ambientes (Duarte, 2015).

[...] quando nos referimos aos elementos que compõem um sistema, na verdade não estamos falando de objetos, mas sim de sistemas de um nível hierárquico menor, ou seja, subsistemas. Assim, um sistema é formado por subsistemas, ao mesmo tempo que integra outros sistemas de níveis hierárquicos maiores. Os sistemas complexos se organizam hierarquicamente de uma forma aninhada: há sistemas dentro de sistemas dentro de sistemas...[...] (Mattos; Perez Filho, 2004. p. 13).

Brunsdon e Thornes (1979) trouxeram nova reflexão nos estudos da geomorfologia fluvial. O trabalho realizado por eles teve como objetivo mostrar as mudanças da paisagem e sua sensibilidade. No trabalho, buscou-se enfatizar a inter-relação dos ambientes fluviais, como o canal e a planície de inundação, o que levou à conclusão de um estudo integrado de diferentes elementos, dando início ao que seria conceituado como conectividade na área da dinâmica ambiental por Merriam (1984), *apud* Zanandrea *et al.* (2019).

Essa abordagem aliada à visão sistêmica adotada por Christofolletti (1974), pela qual cada aspecto existente na bacia hidrográfica pode comportar um sistema que nela faz parte ou se integra, possibilita não apenas perceber a conectividade dos sistemas e subsistemas de uma bacia, que resulta da forma com que ocorre a transmissão de energia e matéria em uma rede fluvial. Também se pode entender a sua influência nos diferentes modelos fluviais existentes ou criados, e na modelagem da paisagem (Souza, 2011; Souza; Correa, 2012).

Christofolletti (1999) explica que não somente as bacias hidrográficas são organizações espaciais e que essa organização expressa a existência de ordem e entrosamento entre as partes ou elementos componentes de um conjunto. O funcionamento e a interação entre tais elementos são resultantes da ação dos processos que mantêm a dinâmica e as relações entre eles.

Nesse sentido, a conectividade expressa a relação existente entre ambientes, fatores e elementos concentrados em uma bacia. Em síntese, a conectividade é a ligação pela a qual os sistemas contêm um para o outro e as influências que as ações resultantes desses sistemas causam (Souza, 2011; Rocha, 2011; Souza; Correa, 2012; Souza, 2013; Duarte; 2015; Duarte e Marçal, 2017).

Bracken e Croke (2007) relatam que os estudos de conectividade na geomorfologia e hidrologia podem ser divididos em três classificações: conectividade da paisagem, conectividade hidrológica e conectividade sedimentológica. Desse modo, a conectividade da paisagem seria a possibilidade de interação e circulação de energia e matéria entre seus compartimentos (Souza; Branco; 2020). Por sua vez, a conectividade hidrológica, refere-se à passagem de água pela bacia hidrográfica (Tucci, 2002; Rocha; Santos, 2018). A conectividade sedimentológica é relativa à transferência de sedimentos de uma bacia hidrográfica (Schumm, 1977; Duarte e Marçal, 2017).

À essa tipologia, pode-se acrescentar, ainda, o aspecto biótico e a conectividade ecológica, expressos pela cobertura vegetal e com destaque para as zonas ripárias (Kobiyama, 2003).

Assim, nota-se a necessidade do estudo da conectividade da paisagem, que indica a capacidade de transmissão de água e sedimento entre os compartimentos da paisagem. Ao mesmo tempo, é necessário avaliar as possibilidades de evolução da dinâmica fluvial e da conectividade da paisagem (Souza; Corrêa, 2020).

Desse modo, a análise detalhada das relações de transmissão de fluxos biofísicos (água, nutrientes e sedimento) entre seus compartimentos é ponto fundamental para a compreensão do comportamento e da evolução dos sistemas fluviais. Assim, é possível analisar a transmissão não só a partir de uma metodologia estrutural, mas também, avaliando a magnitude/frequência processual.

Nesse sentido, Duarte e Marçal (2017) discutem que diversos autores apontam para a necessidade de identificar os bloqueios que impedem ou diminuem a conectividade da paisagem em bacias hidrográficas e distinguem três tipos de bloqueios: zonas tampão (*buffers*), barreiras (*barriers*) e zonas de coberturas (*blankets*). As zonas tampão são formas que impedem a entrada de sedimentos na rede de canais e perturbam a conectividade lateral. As barreiras estão presentes no interior da rede de canais e influenciam a conectividade longitudinal. Já as zonas de coberturas rompem as ligações verticais, podendo ocorrer ao longo do canal e sua planície de inundação.

Com isso, a escala entre compartimentos de paisagem apresenta quatro possibilidades: jusante-montante, ligação longitudinal relacionada com a transferência de fluxo pelo sistema; canal tributário-principal; encosta e fundo do vale, ligação lateral relacionada com a denudação e erosão da encosta, deposição e retrabalhamento dos colúvios e do material do fundo do vale; e canal-planície de inundação, ligação lateral, relacionada com a formação e retrabalhamento das planícies de inundação (Fryirs, 2013 *apud* Souza e Branco, 2020). Ainda, as escalas de sub-bacia e bacia são o conjunto de informações sobre a conectividade e características das suas áreas.

#### **2.4. Canais fluviais, processos e formas**

Dentro das delimitações de uma bacia hidrográfica, encontram-se os canais fluviais. Essas estruturas são canais de escoamento que compõem a rede de drenagem fluvial de uma bacia (Machado; Torres, 2013). Há, ainda, as planícies de inundação, entendidas como áreas de sedimentação adjacentes aos canais fluviais (Chistofolletti, 1981; Suguio e Bigarella, 1990; Latrubesse e Stevaux, 2017). Desse modo, os canais fluviais e as planícies de inundação são os principais compartimentos que compõem os sistemas fluviais.

De acordo com Zancopé e Perez Filho (2006), as planícies de inundação surgem ao longo dos cursos d'água por modificações da dinâmica de transporte de sedimentos. Assim, os rios têm sua dinâmica de transporte alterada ao transpor estruturas geológicas distintas e litologias de diferentes graus de resistência à erosão,

desenvolvendo trechos com predomínio de sedimentação (as planícies de inundação) e trechos com predomínio de erosão e transporte.

Nesse sentido, as planícies constituem-se como os principais sujeitos transportadores de materiais providos de processos erosivos e intempéricos, condicionando-as como agentes de suma importância para os processos de morfogênese, e morfodinâmicos da bacia hidrográfica, pois funcionam como canais de escoamento. Todo esse processo faz parte do ciclo hidrológico submetido às sazonalidades, variabilidades, períodos, e eventuais mudanças hidrológicas (Christofolletti, 1974).

Essas estruturas são construídas para otimizar a energia utilizada para realizar o escoamento da água e também do material transportado (Guerra; Guerra, 2015; Stevaux; Latrubesse, 2017).

Os canais fluviais podem receber diferentes classificações, haja vista que os arranjos espaciais e as características dos canais são condicionados pela estrutura geológica e também pela evolução com que a morfogênese da região sofre. Em síntese, é possível afirmar que os canais fluviais podem receber três tipos de classificação: perenes, intermitentes e efêmeros (Machado; Torres, 2013).

Segundo Christofolletti (1974), a resistência litológica, a forma com que se dispõem as camadas rochosas e as diferentes declividades e modificações geomorfológicas explicam a existência dos diferentes arranjos e formas de canais fluviais, ocasionando, assim, padrões de drenagens e de canais com diferentes perfis.

Suas dimensões quanto à geometria da seção (largura e profundidade), padrão (arranjo areal dos canais) e perfil longitudinal (pendente) dependem não apenas das características do fluxo (magnitude, velocidade e regime), mas também do tipo de substrato (rochoso ou aluvial) e da natureza (carga de fundo, suspensa ou dissolvida) e da quantidade do material por ele transportado (Stevaux; Latrubesse, 2017, p. 153).

De acordo com Machado e Torres (2013), o ordenamento dos canais corresponde ao grau de ramificação ou de bifurcação que estes criam dentro da bacia hidrográfica. Ainda segundo os autores, de modo geral, as bacias de ordem maior tendem a ser mais bem drenadas.

Guerra e Guerra (2015) e Latrubesse e Stevaux (2017) classificam os canais fluviais em diferentes tipos, devido às várias formas que se apresentam na superfície terrestre. São sete classes de canais fluviais: anastomosados, meandrantos, deltaicos, ramificados, reticulados, irregulares e retilíneos, conforme parâmetros de sinuosidade, grau de entrelaçamento e relação entre largura e profundidade (Ricominni *et al.*, 2009)

A diferenciação entre os tipos de canais é definida pelo grau de sinuosidade ou índice de sinuosidade, que representa a relação entre o comprimento do canal e a distância do eixo do vale [...] (Cunha, 1996, p. 159).

Os canais retilíneos, como o próprio nome denota, possuem baixa sinuosidade, ou seja, não há desvios significativos no curso d'água. Esses tipos de canais são considerados raros, e ocorrem quando o rio está delimitado por linhas tectônicas ou principalmente por se encontrar em área de embasamento rochoso com resistência homogênea, o que contribui para que o canal não se desvie da sua rota (Chistofolletti, 1974).

Contudo, os canais retilíneos podem ocorrer em trechos com predominância dos outros padrões de canal, sobretudo quando ocorre controle estrutural (linha de falha, por exemplo). Canais retilíneos apresentam relações com controles estruturais, porém, seu talvegue pode ter configuração sinuosa devido ao transporte de sedimentos e à construção de barras laterais, dispostas alternadamente em cada margem (Suguio e Bigarella, 1990; Silva *et al.*, 2008).

Assim, os padrões podem ocorrer em diferentes trechos dos canais fluviais, a depender de uma série de características, como o substrato rochoso, tipo de sedimentos, mudanças de ordem climática, entre outros (Suguio, 1990). Desse modo, conforme Rocha (2010), em condições de desequilíbrio no sistema, novas relações entre o trabalho do canal e a forma adequada para executá-lo serão estabelecidas com o decorrer do tempo, até que um novo estado de ajuste se estabeleça. Nesse intervalo de tempo, o sistema percorre trajetória de readaptação, e o entendimento das relações entre processos e formas se tornam complexos.

A tendência à mudança, apontada pelos autores, pode ter relação com a carga de sedimentos (acréscimo na carga transportada em decorrência do uso e ocupação

na bacia, a conectividade estrutural e a sedimentológica). Há, ainda, as intervenções diretas nos canais fluviais com o controle de sua vazão (barramentos), variabilidades hidrológicas (conectividade hidrológica) também associadas às coberturas e usos da terra.

O transporte de sedimentos pelo canal é o produto final da atuação de uma série de processos que se iniciam com a precipitação sobre a bacia hidrográfica e que, ao longo de seu caminho pelas vertentes, interagem com uma gama de variáveis, a saber: cobertura vegetal, tipo de solo e de rocha, pendente, além do tipo de uso e de ocupação (Leli *et al.*, 2010). Dessa forma, é evidente que a análise da carga sedimentar transportada é fator de grande importância para a compreensão da dinâmica da bacia e do estado de degradação ou preservação em que ela se encontra.

## **2.5. Uso e ocupação da terra e impactos associados**

Conceitualmente, cobertura da terra e uso da terra são distintos. Contudo, em termos práticos, estão intimamente ligados, tendo em vista que há a supressão do primeiro, sobretudo para a instalação de modelos produtivos em distintas escalas (local e regional). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o uso da terra tem a seguinte definição:

O uso da terra, dentre as várias definições existentes, geralmente associadas às atividades conduzidas pelo homem relacionadas com uma extensão de terra ou a um ecossistema, foi considerado com uma série de operações desenvolvidas pelos homens, com a intenção de obter produtos e benefícios (IBGE, 2013, p. 42).

No que se refere ao uso da terra dentro do debate do desenvolvimento sustentável, merecem destaque: a caracterização dos processos de utilização da terra; e as referências aos fatores que levam a mudanças e a expectativa da justiça ambiental, devido aos diferentes interesses, direitos civis e conflitos distributivos sobre os recursos naturais. Por sua vez, cobertura da terra está assim conceituada:

Assim, entende-se por cobertura da terra os elementos da natureza como a vegetação (natural e plantada), água, gelo, rocha nua, areia e

superfícies similares, além das construções artificiais criadas pelo homem, que recobrem a superfície da terra. (IBGE, 2013, p. 44).

Conceituadas as diferenças entre uso e cobertura da terra, pode-se inferir que, de acordo com as ações antrópicas, ocorrem alterações tanto no uso do solo, como na cobertura da terra, e essas alterações podem gerar impactos negativos, que precisam ser conhecidos e avaliados.

Desse modo, entende-se por levantamento o conjunto de operações necessárias à elaboração de uma pesquisa temática que pode ser sintetizada por meio de mapas. O levantamento da cobertura e do uso da terra indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada por meio de padrões homogêneos da cobertura terrestre. Para tal estudo, deve-se elaborar pesquisas de escritório e de campo, voltadas para a interpretação, análise e registro de observações da paisagem, concernentes aos tipos de uso e de cobertura da terra, visando sua classificação e espacialização por meio de cartas (IBGE, 2013).

Assim, consideram-se as análises espaço-temporal como um instrumento para a contextualização da apropriação dos recursos naturais, como os recursos hídricos e da produção do espaço geográfico com a apropriação do relevo em suas múltiplas escalas e dimensões (ambiental, social, política), modificando-se, assim, as coberturas da terra, formações vegetais, por ocupações humanas, sejam essas rurais, urbanas, industriais, residenciais, comerciais, entre outras.

## **2.6. Efeitos de barragens nos sistemas fluviais**

O homem, ao longo dos anos, conseguiu desenvolver técnicas capazes de modificar e ajustar as características do meio físico-natural, buscando utilizar a capacidade energética desses meios (Serra; Oliveira, 2020).

As bacias hidrográficas são tidas como fontes de recursos hídricos para diversos setores e atividades econômicas, sobretudo na produção de energia hidrelétrica. No Brasil o uso da água para fins energéticos se tornou uma das principais formas de apropriação:

A hidreletricidade se constitui numa alternativa de obtenção de energia elétrica a partir do aproveitamento do potencial hidráulico de um determinado trecho de um rio, normalmente assegurado pela construção de uma barragem e pela conseqüente formação de um reservatório (Bermann, 2007, p. 139).

Contudo, para que se possibilite a obtenção da capacidade energética desses recursos naturais, é necessário promover grande alteração nas suas características físico-naturais, o que pode acarretar em danos ambientais severos para as bacias hidrográficas e seus respectivos sistemas e ambientes fluviais.

Soma-se, ainda, conseqüências com impactos negativos à biodiversidade e a própria sociedade que depende e consome energia hidrelétrica, ou atores sociais que vivem e dependem diretamente de suas relações com os rios ora barrados para a produção hidrelétrica (Calheiros; Castrillon; Bampi, 2018).

A construção de barramentos para a exploração de energia hidrelétrica deve seguir minuciosos estudos de impactos ambientais determinados pela legislação brasileira. Os Estudos de Impactos Ambientais (EIAs) e os Relatórios de Impactos do Meio Ambiente (RIMAs) foram implementados na década de 1980 a fim de fiscalizar e diminuir os impactos causados por empreendimentos (Guerra; Marçal, 2006; Telles, 2013).

Apesar do esforço feito para o controle dos danos que esses empreendimentos podem causar, ainda sim é de conhecimento científico que os barramentos trazem conseqüências significativas ao sistema rio-planície de inundação, sobretudo a sua morfologia e hidrologia (Coelho, 2007; Coelho, 2008; Rocha, 2010; Souza Filho, 2013; Ritela, 2014; Queiroz, 2018; Andrade, 2019).

Segundo Guerra e Marçal (2006) e, também, Serra e Oliveira (2020), era comum, até alguns anos atrás, afirmar que a construção de usinas hidrelétricas produzia energia limpa. Mas essa assertiva foi com o tempo sendo revista, visto que, para ocorrer à instalação desses empreendimentos, é necessária grande mobilização de recursos naturais

A fragmentação de rios é o maior impacto para um sistema cuja característica principal é o fluxo dinâmico de suas águas e periodicidade sazonal. Os barramentos fragmentam habitats, alteram a biodiversidade e impedem a migração reprodutiva de peixes, além

de reter água, nutrientes e sedimentos, alterando o fluxo natural desses elementos fundamentais para o funcionamento dinâmico de uma planície de inundação. (Calheiros; Castrillon; Bampi, 2018, p. 124)

Os barramentos agem como bloqueadores do curso d'água, o que impede seu fluxo, e escoamento provocando alterações no balanço hidrológico de uma bacia hidrográfica. Juntamente ao bloqueio do fluxo de água, também ocorre a interrupção do transporte de sedimentos, um fator importante, visto que isso pode desencadear desequilíbrios nos sistemas bióticos e abióticos da bacia hidrográfica (Telles, 2013).

Quando ocorre uma intervenção humana de grande intensidade, como é o caso das construções de grandes barragens, há o rompimento do equilíbrio longitudinal do rio. Praticamente todo barramento do canal fluvial interfere no seu sistema lótico (correntezas) passando a ser um sistema com características lênticas (ou de águas semiparadas) no reservatório.[...] (Coelho, 2008, p. 18).

Rocha (2010) enfatiza, nesse sentido, que a dinâmica do escoamento ganha importância, pois incide relevância na atuação da água frente aos sedimentos, o que influenciará na topografia do leito do rio.

O represamento [...] na bacia hidrográfica pode ainda segurar sedimentos em transporte, tanto de fundo quanto em suspensão, além de outros materiais orgânicos particulados e materiais dissolvidos, que causam enriquecimento de nutrientes e sedimentos nos lagos e empobrecimento a jusante (Rocha, 2010, p. 199).

Segundo Queiroz (2018), essas alterações provocadas no escoamento e no transporte dos sedimentos podem levar ao surgimento de linhas de fluxo, o que por consequência modifica características ao longo do canal, como a posição das ilhas fluviais.

Nesse contexto, o controle da vazão praticado pelos barramentos leva a uma alteração de barras e ilhas fluviais, fazendo com que o canal perca padrão original e assumam morfologia distinta. Em suma, o que se passa é a alteração da dinâmica do leito do canal que busca novo equilíbrio, devido à alteração imposta pela ação da barragem (Andrade, 2019).

No que tange à construção de barragens hidrelétricas, paisagens são alteradas pela sobreposição de uma massa d'água a uma superfície onde outrora atuavam processos característicos e organizados em função de uma lógica de distribuição de energia diferenciada, típica de ambientes terrestres. É importante ressaltar que tais alterações se desdobram em tempos distintos, sendo algumas delas imediatas, e outras mais lentas. A visualização dessas alterações está na dependência da escala de análise pretendida, de modo que, pode-se afirmar que algumas delas só serão percebidas ao nível de detalhe como, por exemplo, a modificação nas comunidades biológicas. Outras estarão mais facilmente perceptíveis “aos olhos” em níveis escalares mais amplos, tais como a colmatação (elevação) e a erosão derivadas da modificação dos níveis de base originais, ou seja, existentes anteriormente à instalação de barramentos (Serra; Oliveira, 2020, p. 65).

Para Coelho (2007), os barramentos podem exercer influência significativa no processo de erosão, deposição e transporte de sedimentos em um canal fluvial. Segundo o autor, é típico o desencadeamento de erosão de fundo, o que também se identifica como entalhamento do leito, fato que pode se agravar devido às ações como o desmatamento que, por consequência, gera maior acúmulo e produção de sedimentos. Além disso, os barramentos podem provocar alteração na vazão do canal em função da forma que as usinas hidrelétricas e são operadas.

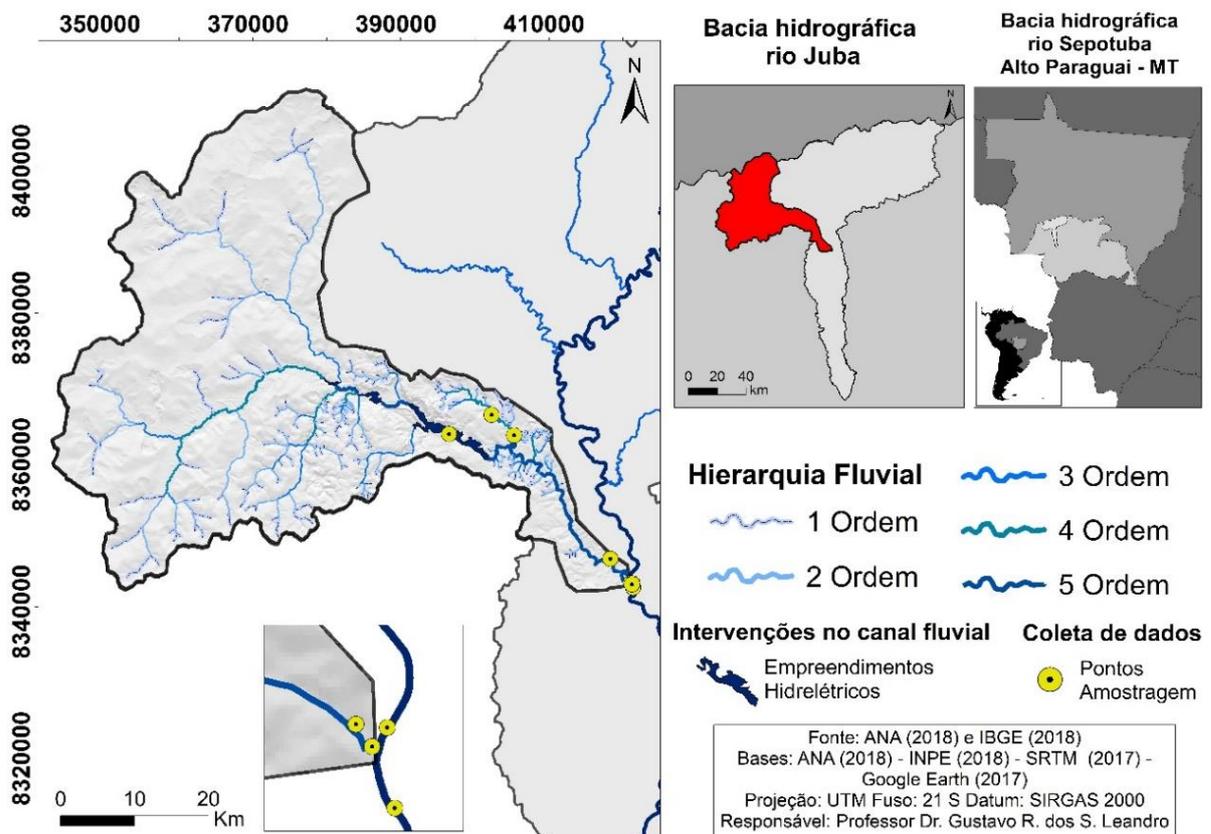
## CAPÍTULO III

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudo

O presente trabalho foi desenvolvido a partir da análise integrada de elementos da paisagem na bacia hidrográfica com seu sistema fluvial ao considerar a conectividade (Mattos; Perez Filho, 2004; Rocha, 2011; Rocha, 2015; Leandro, 2020). Dessa forma, toma-se por recorte espacial a bacia hidrográfica do rio Juba, um dos principais afluentes do rio Sepotuba, as quais integram a bacia do rio Paraguai – Mato Grosso, com enfoque em seu sistema fluvial (Figura 1).

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Juba, Alto Sepotuba–Mato Grosso



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### 3.2. Procedimentos técnico-metodológicos

A metodologia, como conjunto de diversas técnicas e procedimentos, deve representar a “espinha dorsal” de qualquer pesquisa. Desse modo, inicialmente, cabe considerar que a pesquisa experimental não elimina a pesquisa empírica ou vice-versa, pelo contrário, elas se completam e os resultados de uma favorecem o avanço da outra. É evidente que toda pesquisa experimental é desencadeada a partir de estudos empíricos pré-elaborados pela própria equipe ou por outros pesquisadores. A pesquisa empírica fornece o conhecimento básico que norteará o avanço do estágio seguinte, que é o experimento (Ross, 2008).

Dessa forma, para a aplicação de determinada metodologia, foi preciso, por um lado, dominar o conteúdo teórico-conceitual e, por outro, ter habilidade de manuseio do instrumental técnico de apoio, e não confundir, como habitualmente ocorre nas atividades de pesquisa, técnicas operacionais (execução) com método (interpretação). Ainda, Ab’Sáber (2007) comenta sobre a relação entre a história e o espaço, o recorte espacial e, sempre, a busca da contextualização do fenômeno geográfico.

Na realidade, a pesquisa experimental visa demonstrar, por experiências de laboratório e das estações de experimentos - campo, bem como em gabinete - a veracidade de uma série de fatos interpretados empiricamente. E, no caso da Geomorfologia, observa-se uma gama de pesquisas e de procedimentos teórico-metodológicos que resultam em diversas representações dos processos, formas e dinâmicas analisadas (Ross, 2008).

Nesse contexto, utilizou-se, predominantemente, na presente dissertação de mestrado, a metodologia quali-quantitativa. Essa junção de duas formas metodológicas resulta em maior abrangência de dados coletados (Fonseca, 2002). Isso porque, segundo Lüdke e André (1986), o meio natural é a principal fonte de dados para uma pesquisa qualitativa, e o pesquisador o principal instrumento. A pesquisa quantitativa considera que as informações só podem ser analisadas a partir de dados brutos, coletados a partir de instrumentos padronizados.

### 3.2.1. Levantamento teórico-conceitual e de dados para a caracterização físico-ambiental

Para o desenvolvimento da presente pesquisa, foram fundamentais os trabalhos de gabinete, campo e laboratório (Ross e Fierz, 2009). Inicialmente, realizaram-se consultas às fontes primárias e secundárias para a construção da base teórica-conceitual - revisão bibliográfica e estado da arte, levantamento cartográfico e aquisição de dados secundários.

O inventário de materiais consistiu em uma parte da etapa de gabinete, realizada de forma preliminar às outras e ao longo de todo o processo de investigação. Dessa forma, consultas a livros, relatórios, teses, dissertações, artigos, cartas topográficas, imagens orbitais e mapas temáticos foram de fundamental importância.

Os dados sobre as formações litológicas e as unidades geomorfológicas foram obtidos junto ao Instituto de Geografia e Estatística – IBGE. Também se utilizou do Atlas de Mato Grosso, considerando-se os aspectos pedológicos e climáticos da região (Camargo, 2011). A identificação das principais classes, ou seja, as predominantes, foi baseada no Manual Técnico da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2013).

Os mapas com as características hipsométricas e de declividade foram elaborados a partir das imagens do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM). Para tanto, utilizou-se a ferramenta *slope* do ArcGis por meio da qual foram gerados os valores de declividade da bacia hidrográfica em porcentagem. Por fim, foram estabelecidos os intervalos de elevação para a bacia hidrográfica.

### 3.2.2. Usos e ocupação da terra

No que diz respeito à identificação dos usos e ocupação da terra na bacia hidrográfica do rio Juba, bem como suas mudanças espaço-temporais, foram necessários levantamentos bibliográficos que contribuam para a contextualização da dinâmica produtiva regional, bem como dos modelos adotados pelos setores econômicos, que se apropriam do relevo e da água (enquanto recursos hídricos). Essa identificação da área com seu uso e ocupação é primeiro objetivo específico dessa pesquisa.

Dessa forma, esses levantamentos ocorreram a partir da leitura de artigos, teses, dissertações e de consultas a banco de dados oficiais, que também forneçam esses dados como: o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão de Mato Grosso (Seplag) e o Projeto MapBiomas (2020). Para a realização dessa etapa, e alcance do objetivo específico, adotaram-se as seguintes etapas:

- Leitura do material obtido (teses, dissertações, artigos, cartilhas, documentos, dados estatísticos);
- Fichamento das informações mais relevantes.

Estudos sobre as mudanças na cobertura vegetal baseiam-se, frequentemente, no método de avaliação espaço-temporal (Pessoa *et. al.*, 2013; Leandro; Nascimento e Souza, 2019; Leandro; Rocha, 2019). Dessa forma, foi necessária a realização de mapeamentos temáticos da bacia hidrográfica do rio Juba.

Como critérios para a seleção dos anos-chave, foram considerados os marcos históricos relacionados aos empreendimentos hidrelétricos, a supressão de coberturas vegetais e os arranjos produtivos. Assim, foram selecionados dados do Projeto MapBiomas referente aos anos de 1985, 1995, 2008, 2009 e 2020. Ainda, foram usadas imagens dos satélites Landsat 5 e 8, bem como cartas topográficas e imagens disponíveis no *software Google Earth*.

Os anos-chave foram selecionados conforme as principais mudanças ambientais que, por sua vez, foram analisadas tendo em vista os objetivos específicos 2 e 3, no contexto da bacia hidrográfica do rio Juba, e em seu sistema fluvial (mudanças nas classes de uso e ocupação da terra e construção de barragens).

A legenda das classes dos mapas de uso da terra e cobertura vegetal, produtos tecnológicos gerados, conforme objetivos específicos 1 e 2, teve sua elaboração a partir das proposições presentes no relatório técnico do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio) (Brasil, 2004), no Manual Técnico de Vegetação e Uso da Terra (IBGE, 2012) e no MapBiomas (2020).

### 3.2.3. Mudanças morfológicas no sistema fluvial

Para identificar os principais impactos morfológicos e, conseqüentemente, hidrológicos, no canal fluvial, relacionados à construção dos barramentos no rio Juba, buscou-se analisar as mudanças ambientais decorrentes do uso dos recursos hídricos, cuja análise é o terceiro objetivo específico da dissertação de mestrado. Para tanto, foi adotada a interpretação de imagens de satélite para o período deca-anual de 35 anos. A escolha do período para a análise se justifica pela disponibilidade de materiais orbitais, transformações no uso/ocupação da terra (intervenções indiretas) e construção do Complexo Juba (intervenções diretas).

Com isso, foram mapeadas alterações associadas aos empreendimentos hidrelétricos em trechos do perfil longitudinal, tendo como indicadores: espelho d'água – à montante e à jusante, afluentes atingidos e assoreamento, bem como mudanças no padrão de canal. Para tanto, utilizou-se da interpretação visual de imagens dos satélites Landsat 5 e 8 (Coelho, 2008; Panizza; Fonseca, 2011; Ritela, 2014).

Os dados obtidos foram sistematizados e organizados em tabela, e a análise espaço-temporal das mudanças, para cada trecho, realizada a partir da sobreposição dos vetores no *software ArcGIs 10.3*. Parte dos dados relacionados às dinâmicas de deposição e conectividade hidrológica-hidrocinâmica (Rocha, 2010; Rocha, 2011) foram aferidas com auxílio de imagens disponíveis pelo *Google Earth Pro* entre os anos de 2000 a 2022, em função da disponibilidade das imagens. Também se realizaram trabalhos de campo para o cumprimento dessa etapa da pesquisa.

#### 3.2.4. Comportamento hidrossedimentar

Em trabalho de campo e de laboratório, foram coletados e sistematizados dados de pontos georreferenciados, qualitativos e quantitativos, referente às variáveis hidrodinâmicas, materiais sedimentados, (de fundo, em suspensão e em depósitos de canal), ocorrências litoestratigráficas e de afloramentos rochosos, unidades geomorfológicas, tipologias de uso e ocupação e cobertura vegetal. Foram, também, examinados os aspectos relacionados aos tipos de leito (rochoso, misto ou arenoso), quedas d'água e corredeiras (Quadro 1).

Quadro 1. Paisagens, ambientes fluviais e processos selecionados para coleta de dados.

Pontos	Local	Paisagem	Localização
--------	-------	----------	-------------

I	Rio Juba (Barragem)			14°48'01.23"S 57°57'41.42"O
II	Rio Juba (Foz)			14°59'05.21"S 57°44'01.33"O
III	Córrego Corta Vara			14°46'37.01"S 57°54'29.85"O
IV	Córrego Corta Vara			14°48'07.43"S 57°52'47.62"O
V	Rio Sepotuba (Montante)			14°59'05.98"S 57°43'54.06"O
VI	Rio Sepotuba (Jusante)			14°59'24.32"S 57°43'52.34"O
Cachoeira Leito Rochoso com presença de sedimentos arenosos				14°58'20.77"S 57°44'40.87"O
Depósito de canal (margem esquerda) Rio Sepotuba				14°59'05.98"S 57°43'54.06"O



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O trabalho de campo foi realizado no período de seca (abril de 2022), para a obtenção de dados hidrossedimentares *in loco* na área da pesquisa, conforme objetivo específico três (Figura 2). Desse modo, foi possível a caracterização sazonal de aspectos hidrodinâmicos e sedimentares na bacia hidrográfica do rio Juba, e de seu afluente (córrego Corta Vara), e deste com o rio Sepotuba, em decorrência das transformações na paisagem com os usos e ocupação da terra, da construção das barragens e do comportamento hidrológico regional.

Figura 2. Coleta de dados e de amostras no córrego Corta Vara, afluente do rio Juba, Mato Grosso.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os procedimentos de campo e laboratório contaram com o apoio técnico e logístico do Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial (Lapegeof), Campus de Cáceres da Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat) com a disponibilização de pessoal e equipamentos.

#### 3.2.4.1. Coleta de sedimentos de fundo e sólidos em suspensão

A seleção das seções para monitoramento e coleta de amostras de sedimentos foi baseada nos critérios assinalados abaixo (Bühler e Souza, 2012; Leandro, 2020):

- Processos e ambientes fluviais (curso da bacia, confluência, morfologia da seção transversal).
- Condição de acesso.
- Uso do espaço pela população local e sua representatividade (dentro e fora do sistema de drenagem).

As amostras de sedimentos de fundo foram coletadas no rio Juba, córrego Corta Vara (afluente da margem esquerda) e na confluência com o rio Sepotuba, com auxílio do aparelho do tipo Van Veen e a carga suspensa com um mostrador pontual denominado garrafa de Van Dorn. As coletas ocorreram em três pontos nas seções transversais (margem esquerda, talvegue e margem direita). As amostras de sedimentos de fundo foram armazenadas em sacolas plásticas, devidamente identificadas (Leandro, Souza e Nascimento, 2020; Leandro, 2020).

Esse tipo de coleta de material em suspensão está em conformidade com procedimentos indicados por Carvalho (2008), Carvalho (2009), Leli *et al.* (2010) e Bühler e Souza (2012). As coletas foram realizadas, tanto de material suspenso, quanto sedimentos de fundo, durante o mesmo período, em seções transversais.

O material foi armazenado em garrafas plásticas, esterilizadas com a água do próprio rio, a partir do procedimento de lavagem (Leli *et al.*, 2010; Bühler e Souza, 2012; Leandro, 2020). Posteriormente, as garrafas foram identificadas e o material foi armazenado em caixa térmica com gelo.

#### 3.2.4.2. Variáveis hidrodinâmicas

Com base em orientações de Carvalho (2008), foram obtidos dados referentes à largura/profundidade do canal com o auxílio de ecobatímetro GPSmaps 420s Garmin em trechos do sistema fluvial. E a velocidade do fluxo em três pontos (margem esquerda, talvegue e margem direita), a profundidade de 20%, 50% e 80% na coluna da água com auxílio do molinete hidrométrico modelo CPD-10.

#### 3.2.5. Análises em laboratório

As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial – LAPEGEOF, Câmpus de Cáceres da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.

Para a análise dos sedimentos de fundo, consideram-se as propriedades físicas e os percentuais granulométricos quanto à ocorrência temporal e distribuição espacial ao longo do sistema fluvial. Com isso, a quantificação e classificação granulométrica foram obtidas por pipetagem e peneiramento (Leandro, Souza e Nascimento, 2020). Inicialmente, as amostras de sedimentos de fundo foram transferidas para *beckeres* identificados para posterior secagem em estufa por 48 horas (Figura 3).

Figura 3. Sedimentos de fundo em processo de secagem em estufa, logo após o trabalho de campo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

#### 3.2.5.1. Ensaio de pipetagem (dispersão total)

Para quantificar as frações argila e silte, adotou-se a pipetagem – dispersão total (EMBRAPA, 1997). Esse método é baseado nas mudanças de concentração de partículas em suspensão originalmente uniforme (Suguio, 1973). Os procedimentos constam das etapas abaixo descritas.

Após secagem em estufa modelo TE-394/2, 20 g de amostra de cada ponto de coleta, foi destorroada e condicionada em béqueres contendo 10 mL de solução dispersante ( $\text{NaOH } 0,1 \text{ m.L}^{-1}$ ) e água destilada (100 mL). Em seguida, o conteúdo dos béqueres foi agitado com um bastão de vidro, tampado com um vidro de relógio e deixado em repouso por uma noite.

Transcorrido o período de repouso, as amostras foram submetidas à agitação mecânica durante 15 minutos no agitador de Wagner TE-160. Na sequência, o material foi lavado a uma peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 0,053 ( $n^{\circ} 270$ ), apoiada sobre um funil contendo, logo abaixo, uma proveta de 1000 mL (Figura 4). As frações silte e a argila passaram para a proveta de 1000 mL e a areia ficou retida na peneira.

Figura 4. Dispersão das amostras com auxílio do agitador de Wagner.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O material da proveta foi agitado com um bastão de vidro por 30 segundos e deixado em repouso. Transcorrido o tempo de decantação, foi colhido o material contido a 5 cm de profundidade, ou seja, partículas suspensas, as quais foram recolhidas por aspiração (fração argila).

Ao fim do processo, o material suspenso e a areia retida na peneira foram transferidos para béqueres identificados de acordo com o ponto de coleta e levados à estufa modelo TE-394/2.

Concluída a secagem, foi realizada a pesagem com balança analítica e calculados os valores de areia, silte e argila (Figura 5). A fração silte equivale à

diferença da soma areia/argila das 20 g iniciais. Foram realizados três ensaios por ponto de coleta para obtenção da composição média dos sedimentos depositados.

Figura 5. Etapa de pesagem dos sedimentos amostrados em trabalho de campo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### 3.2.5.2. Ensaio de peneiramento

O material retido na peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 0,053 (nº 270) pela pipetagem (dispersão total) foi seco em estufa. Posteriormente, submetido ao processo mecânico de peneiramento no agitador eletromagnético, com uma sequência de peneiras padronizadas, por 30 minutos (Quadro 2 e Figura 6). As parcelas retidas em cada peneira foram pesadas, permitindo a classificação das frações arenosas e silte/argila (Suguió, 1973).

Quadro 2. Sequência de peneiras adotadas para a análise granulométrica.

Peneiras – numeração/malha	Classificação
4,75	Seixos
2,00	Grânulos
1,18	Areia Muito Grossa
0,600	Areia Grossa
0,475	Areia Média
0,212	Areia Fina

0,053	Areia Muito Fina
-------	------------------

Fonte: Adaptado de Suguio (1973).

Figura 6. Agitador de peneiras utilizado para a separação e classificação granulométrica.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### 3.2.5.3. Evaporação em estufa

Leli *et al.* (2010) apresentam diferentes procedimentos para a determinação da quantidade de sedimento suspenso, a saber: 1) filtração, 2) evaporação, 3) granulômetro a laser. No presente estudo, considerando as interações entre a vazão e os sedimentos em suspensão bem expressa pela descarga sólida, foi adotada a evaporação, no intuito de determinar a quantidade de material suspenso (Figura 7).

Figura 7. Processos de preparação e de secagem da fração argila (separada por pipetagem) e dos sedimentos em suspensão.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Nesse método, determinado volume de amostra foi posto em um béquer pré-pesado levado à estufa modelo TE-394/2 (65°C) para que a umidade seja totalmente extraída do material, principalmente se o material for argila. Por diferença de massa, obtém-se a quantidade de sedimento em suspensão, representado em  $\text{mg.L}^{-1}$  (Leli *et. al.*, 2010).

### 3.2.6. Cálculo de descarga sólida

Os valores de descarga sólida em suspensão ( $Q_{SS}$ ) foram determinados pelo somatório do produto entre a concentração de sólidos suspensos na seção transversal ( $C_{SSi}$ ), respectiva descarga líquida da vertical ( $Q_i$ ) e segundos totais em 24 horas (86400), na forma da equação expressa abaixo:

$$Q_{SS} = \sum (C_{SSi} \cdot Q_i) \cdot 0,0864 \text{ (Equação 01)}$$

em que:  $Q_{SS}$  = descarga sólida em suspensão ( $\text{t.dia}^{-1}$ );  $C_{SSi}$  = concentração de sedimento em suspensão da vertical ( $\text{mg.L}^{-1}$ );  $Q_i$  = descarga líquida da respectiva vertical ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ); e 0,0864 = total de segundos/dia (Carvalho, 2009). Os valores obtidos foram organizados em tabela com auxílio do *software Excel 2010*, sendo os resultados das análises apresentados em gráficos.

Os dados obtidos em trabalhos de campo e análises laboratoriais foram sistematizados em tabelas, utilizando o *software Excel 2010*. Posteriormente, os

resultados foram organizados em tabelas e gráficos, apresentando discussões espaciais e temporais.

## CAPÍTULO IV

### 4.1. Caracterização físico-ambiental

A bacia hidrográfica do rio Juba possui drenagem em distintas unidades litológicas, e que escoam em mais de um compartimento geomorfológico, sob condições de regime pluviométrico sazonal definido. Destaca-se, ainda, a ocorrência de importantes transições ecológicas (Amazônia e Cerrado). Desse modo, suas características enfatizam as variadas condições físico-ambientais, sobretudo a partir de sua apropriação pelos setores agropecuários e, mais recentemente, pelo setor energético.

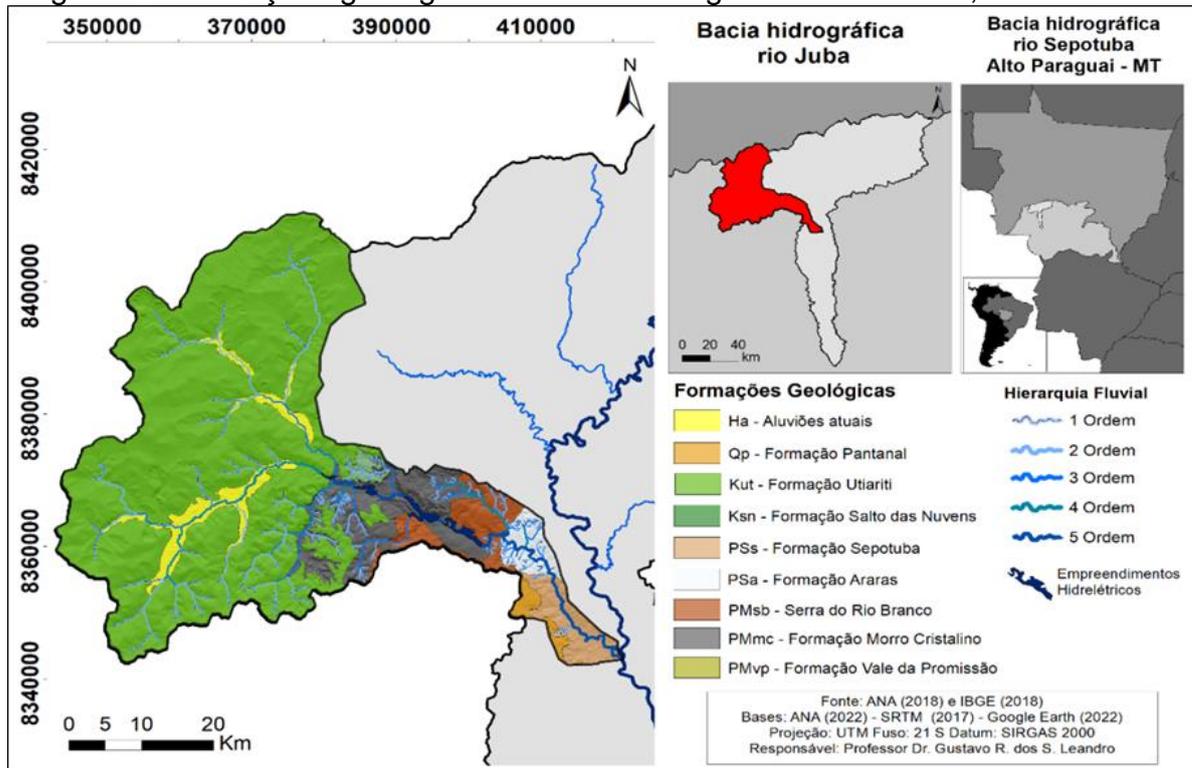
Do ponto de vista hidrográfico, o rio Juba é o maior afluente em extensão (128,78 km) de outro importante sistema da região: a bacia hidrográfica do rio Sepotuba, ou seja, esse rio e seus afluentes se tornam a principal sub-bacia do rio Sepotuba, ao drenar 23,18% de sua área com 2.236 km<sup>2</sup> entre os municípios de Barra do Bugres e Tangará da Serra, Mato Grosso.

Nesse sentido é importante ressaltar que os aspectos geológico-geomorfológicos contribuem para forte o controle sobre as formas de relevo, exercendo importância sobre os processos de dissecação, aplanamento e acumulação, associado as condições climáticas regionais, os quais bem expressos pelos arranjos dos canais fluviais, processos pedogenéticos e características de vegetação (Leandro, 2020).

De acordo com Batezzeli, Ladeira e Assine (2014) a região dos Parecis, localizada na porção centro-oeste do território brasileiro, abriga sequência continental do Cretáceo Tardio, que registra condições tectonossedimentares e climáticas específicas. Ainda, a partir da descrição sistemática de afloramentos, os autores identificaram associações de fácies aluviais e eólicas.

Nesse contexto, a litologia que estrutura a bacia hidrográfica do rio Juba corresponde a nove formações geológicas, que embasam de forma heterogênea a área de drenagem. Destaca-se que o alto e médio curso são estruturados pela Formação Utiariti com 73,13% (Figura 8).

Figura 8 - Formações geológicas da bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso.



Fonte: CAMARGO (2011).

Importante salientar que a Formação Utiariti, pertencente ao Grupo Parecis, constitui-se de sedimentos arenosos feldspáticos de granulometria fina a média, com subordinadas intercalações de siltitos, argilitos e raros níveis delgados de conglomerados.

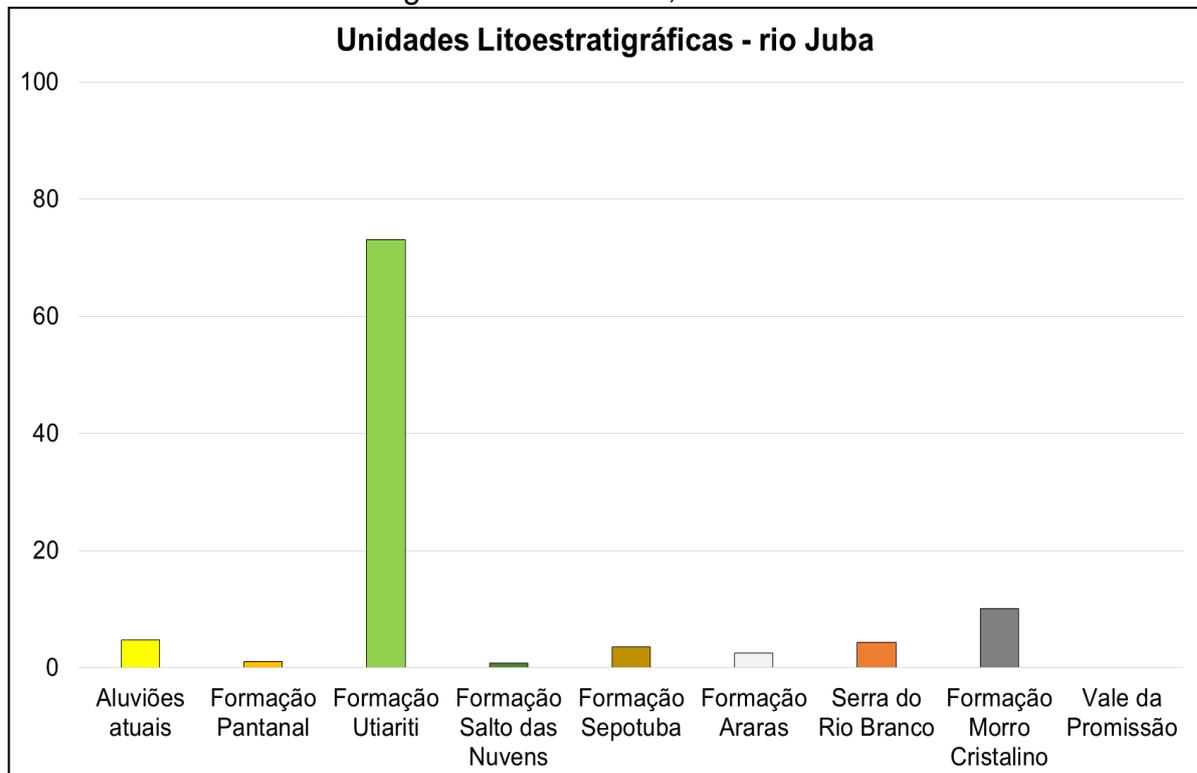
Cabe salientar sua sobreposição gradacional e concordante com a Formação Salto das Nuvens (17,31%), formada por arenitos quartzosos com níveis conglomerativos intercalados. Importante salientar que alguns dos afluentes do rio Juba, que percorrem sobre a respectiva formação geológica, desaguam no Complexo Hidrelétrico, próximos à antiga Cachoeira São Sebastião.

Conforme Batezelli, Ladeira e Assine (2014), essa unidade é constituída por conglomerados polimíticos de coloração cinza a bege, intercalados com arenitos finos a médios. Os conglomerados são sustentados por clastos e/ou matriz arenosa, com clastos de gnaisses, basaltos e quartzito. São subarredondados a subangulosos, com tamanhos que variam de 7 a 40 centímetros de diâmetros. O material mais espesso se localiza nas camadas basais da unidade.

A Formação Morro Cristalino (10,13%) constitui-se de metarenitos ortoquartzíticos (rochas sedimentares submetidas a metamorfismo, mas que preservam suas características sedimentares) e feldspáticos com intercalações conglomeráticas (Camargo, 2011). Também se destaca o Grupo Serra do Rio Branco, a qual também é composta de rochas metamorizadas, sobretudo granitos.

O Grupo Alto Paraguai também apresenta ocorrência na bacia hidrográfica do rio Juba, integradas pelas Formações Araras com 2,45% e Sepotuba com 3,59% (Figura 9). No caso da Formação Araras, destacam-se materiais carbonáticos associados a intercalações de folhelhos e siltitos. E a Formação Sepotuba constitui-se de sedimentos pelíticos com predomínio de folhelhos e intercalações de arenitos finos. A Formação Vale da Promissão (0,01%), mesmo com baixa ocorrência, destaca-se por apresentar materiais como metassiltitos, filitos, ardósia e metarenitos finos (Leandro, 2020). Logo, esses materiais passaram por algum grau de metamorfismo e por processos sedimentares.

Figura 9. Percentual das formações geológicas que compõem a estrutura da bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso.



Fonte: Trabalho de Gabinete (2022).

Do período Quaternário ocorre a Formação Pantanal, no baixo curso, composta de sedimentos com variação granulométrica entre areias, siltes, argilas e cascalhos, ou seja, depósitos detríticos aluviais, principalmente transportados por processos fluviais recentes e, por processos eóligos-aluvionares pretéritos.

Sobre as morfoestruturas, encontram-se as que são resultado da ação climática atual e pretérita (Ross, 1997; IBGE, 2009). Na Plataforma Amazônica, destacam-se as morfoesculturadas da Chapada e Planalto dos Parecis, com altitude ente 450 m e 722 m e, no Cinturão Orogênico Paraguai-Araguaia, a Depressão do Alto Paraguai.

Assim, de acordo com Camargo (2011), sua morfoescultura constitui-se de morfologias aplainadas (Chapada dos Parecis), convexas (Planalto dos Parecis) e, dissecadas instaladas na Depressão do Alto Paraguai. Ainda, de acordo com Batezelli, Ladeira e Assine (2014) a Formação Utiriti, unidade superior do Grupo Parecis, aflora na porção centro oeste do estado e sustenta relevo de escarpas que constituem a Chapada dos Parecis.

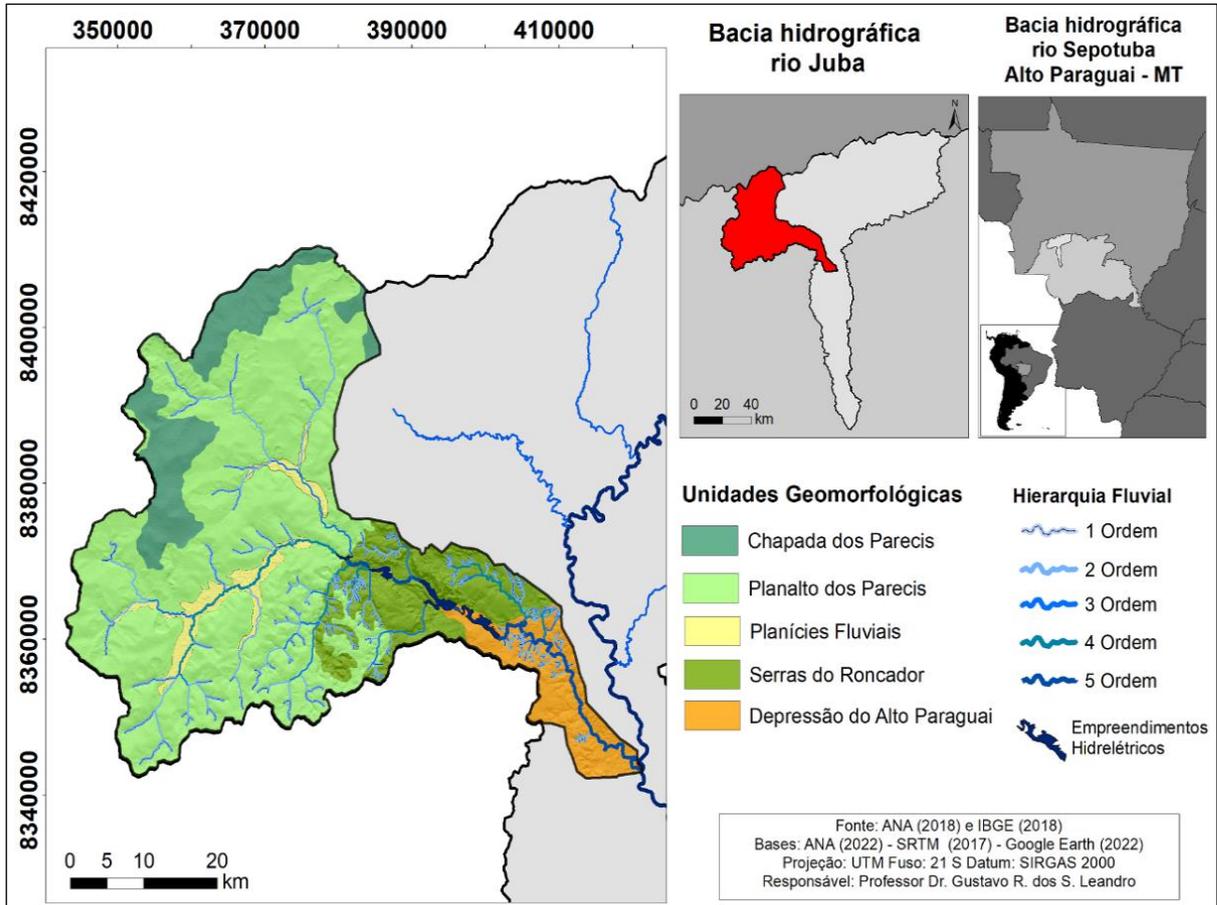
Segundo Curvo (2008), essa unidade do Planalto Sedimentar dos Parecis corresponde principalmente às áreas pediplanadas, amplas superfícies tabulares erosivas e interflúvios tabulares com altitude em torno de 600 m. Constitui-se litologicamente de arenitos do Grupo Parecis, os quais apresentam acamamento plano-paralelo, caracterizando sua homogeneidade topográfica (Oliveira, Souza e Sousa, 2023).

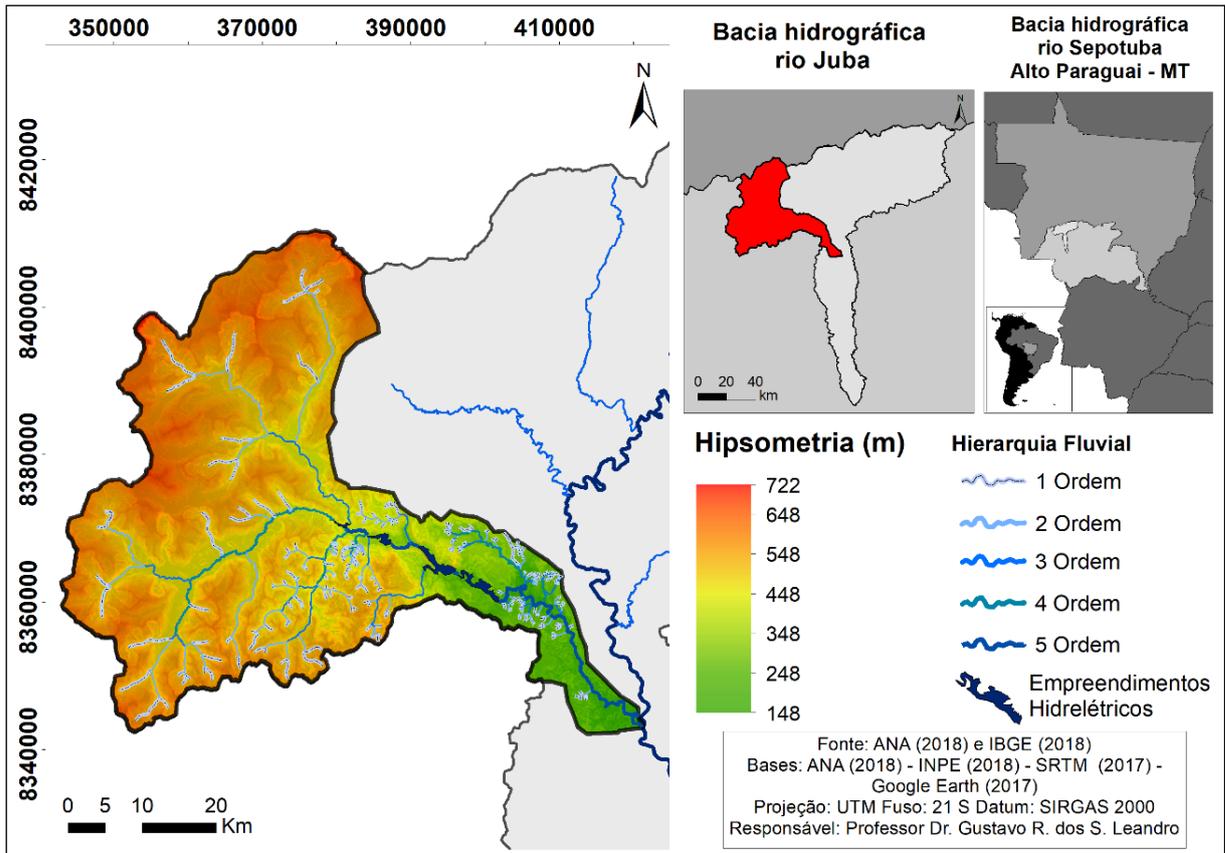
A unidade do Parecis, primeiramente estudado por Derby (1895), trata-se de terrenos paleozóicos e cenozóicos, constituindo o divisor de águas entre as Bacias Platina e Amazônica, cujo relevo se apresenta, segundo Werle e Alves da Silva (1996), dissecado com formas tabulares de grande amplitude, elevações residuais com cimos planos, bordejadas por escarpas que constituem patamares estruturais escalonados (Rosa *et al.*, 2005. p. 133).

Na bacia hidrográfica do rio Juba, predomina no alto curso a unidade morfoescultura do Planalto dos Parecis. Contudo, as cabeceiras de drenagem dos principais canais fluviais, inclusive o próprio rio Juba, estão inseridas entre o Planalto e a Chapada dos Parecis (Figura 10A). Ainda, sobre o alto curso (altimetria entre 640-722 m) destacam-se dois trados aluviais presentes nos sistemas fluviais dos rios Juba

(margem esquerda) e Jubinha (margem direita) a montante dos empreendimentos hidrelétricos (Figura 10B).

Figura 10. Morfoesculturas (A) e altimetria (B) na bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso.

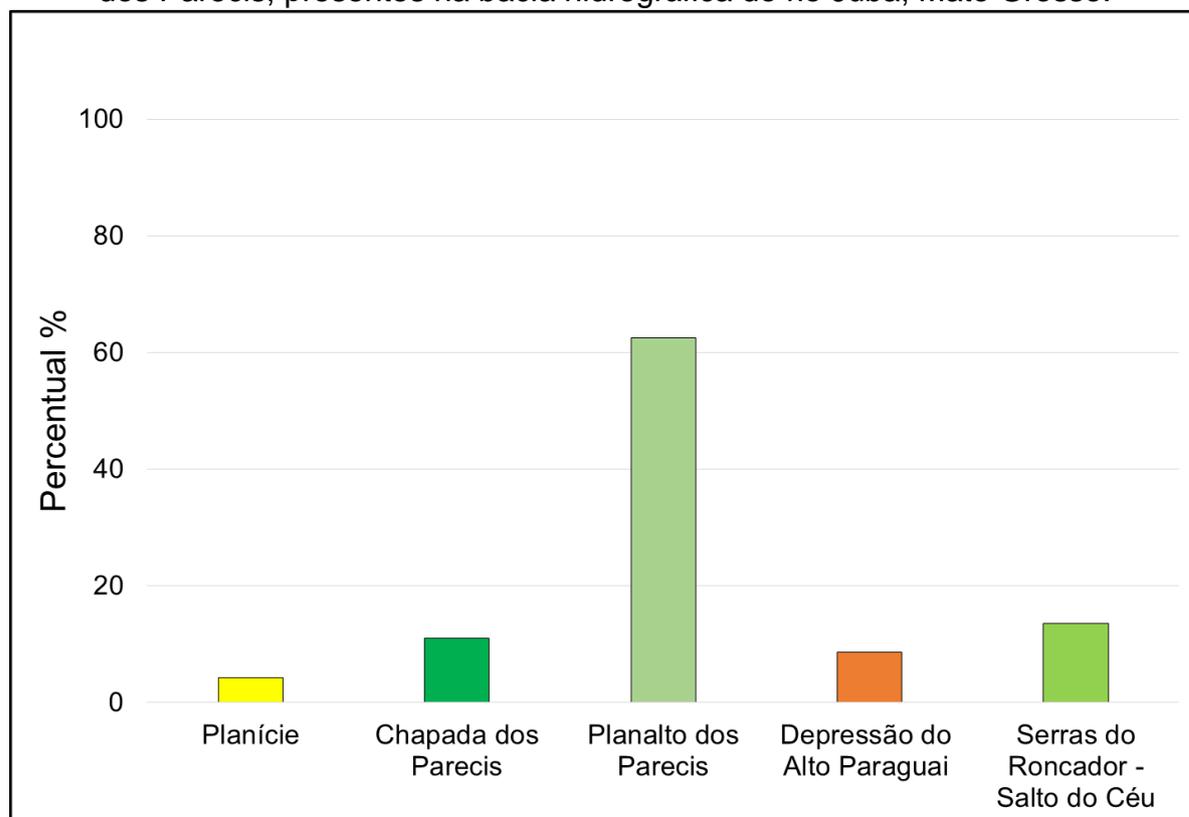




Fonte: Camargo (2011) e SRTM (2022).

Nesse contexto, têm-se como principal unidade morfoescultural o Planalto dos Parecis com 62,54% da área total (Figura 11). Em seguida destacam-se as Serras do Roncador, com 13,5%, assim como a Depressão do Alto Paraguai, onde se localiza os empreendimentos hidrelétricos. Contudo, a Chapada dos Parecis (11,08%) apresenta percentual maior ao da Depressão do Alto Paraguai (8,57%).

Figura 11. Percentual das unidades geomorfológicas, com destaque para o Planalto dos Parecis, presentes na bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso.



Fonte: Trabalho de Gabinete (2022).

No sopé do Planalto dos Parecis, localiza-se a Serra do Roncador (13,59%) (SILVA, 2010), constituída de rochas cristalinas de modo geral e corresponde a uma rampa dissecada elaborada em litologias pré-cambrianas (Formação Morro Cristalino). Ocorrência de Neossolos Litólicos e Regolíticos no Sistema de Escarpa (transição entre a Chapada dos Parecis e o Planalto dos Parecis) e em relevos residuais da sub-bacia hidrográfica do rio Juba – Formação Morro Cristalino (Leandro, 2020).

Com isso, outro ponto interessante a ser considerado sobre o sistema fluvial é a ocorrência de quedas d'água ao longo do rio Juba, com destaque para as corredeiras ao longo do médio e baixo curso, em decorrência do leito com trechos rochosos ou misto, conforme mencionado anteriormente (Figura 12).

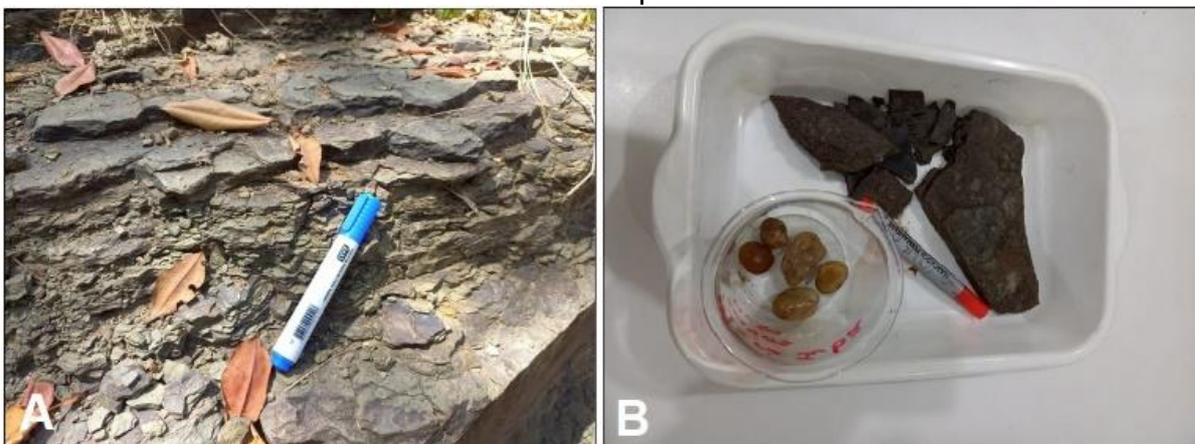
Figura 12. Queda d'água no rio Juba, importante ponto turístico utilizado por moradores e turistas como balneário, Mato Grosso.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Em meio aos materiais coletados em trabalho de campo, foi identificado ao longo do perfil longitudinal do rio Juba a ocorrência de seixos rolados de quartzo e quartizitos. Também, pôde-se notar a predominância de metapelitos de siltitos e argilitos metamorfizados, que também apresentaram clivagem ardosiana, se caracterizando como folhelhos metamorfizados (Figura 13).

Figura 13. A- Folhelhos metamorizados com clivagem ardosiana em queda d'água do rio Juba, Mato Grosso. B - Seixos rolados e metapelitos coletados em trabalho de campo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Essa predominância pode explicar a influência das respectivas formações geológicas nos arranjos morfométricos da bacia, principalmente a Formação Morro Cristalino, pois há a ocorrência de trechos com leitos rochosos no rio Juba, o que indica a existência de embasamentos residuais resistentes a processos erosivos, físico-químicos e também para sua impermeabilidade. Contudo, também constatou-se em trabalho de campo a clara incidência dos canais fluviais enquanto modeladores regionais, sobretudo como observado no córrego Corta Vara, afluente da margem esquerda do rio Juba.

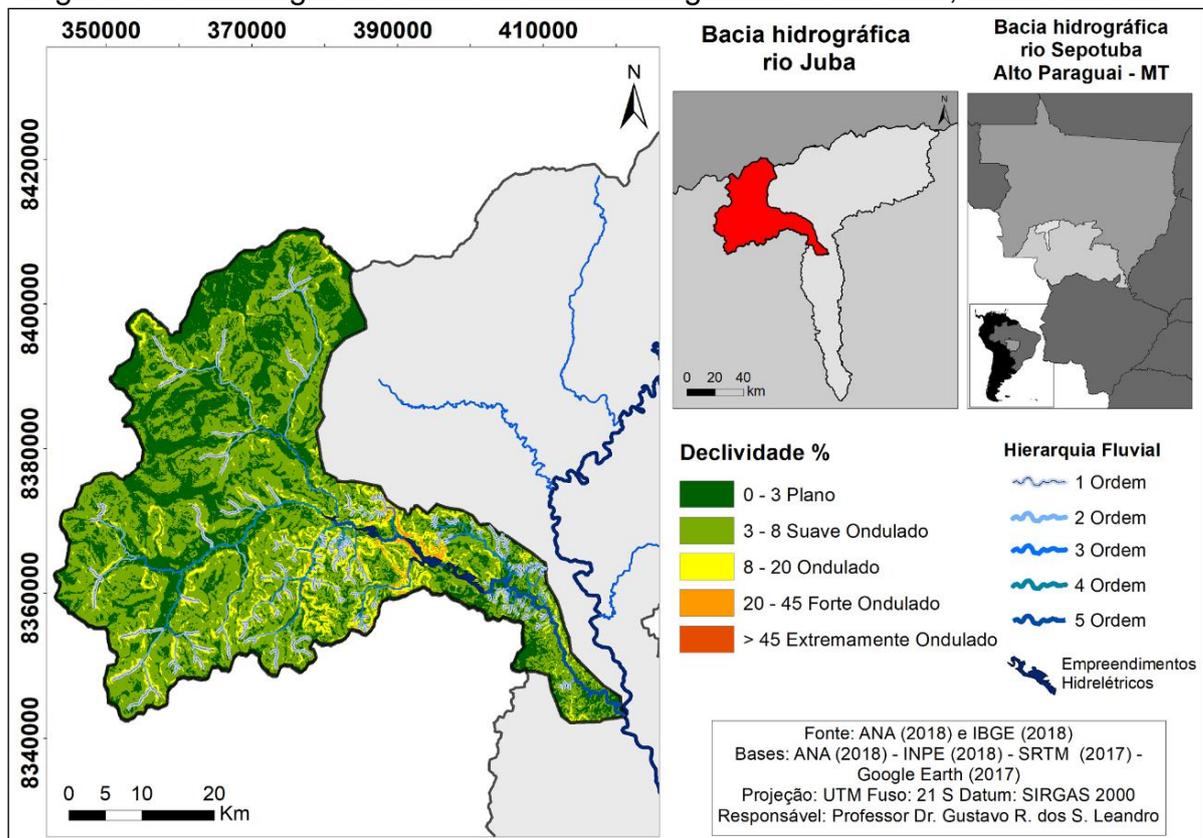
A ocorrência de rochas de origem magmática, rochas de embasamento cristalino, também explicam a instalação de Usinas e de Pequenas Centrais Hidrelétricas no alto curso da bacia, bem como a pretensão de instalação de grandes empreendimentos hidrelétricos. Enfatiza-se a ocorrência de formações geológicas sedimentares, pretéritas e atuais (Formação Utariti e Aluviões Atuais), e que a conectividade hidrológica, sedimentológica e morfológica do sistema pode ser interrompida por tais empreendimentos.

Nesse sentido, Duarte e Marçal (2017) discutem que diversos autores apontam para a necessidade de identificar os bloqueios que impedem ou diminuem a conectividade da paisagem em bacias hidrográficas, e distinguem três tipos de bloqueios: zonas tampão (*buffers*), barreiras (*barriers*) e zonas de coberturas (*blankets*). As barreiras estão presentes no interior da rede de canais e influenciam a

conectividade longitudinal. No caso do rio Juba, consideram-se como barreiras os empreendimentos hidrelétricos.

No contexto da bacia hidrográfica do rio Juba, destacam-se as baixas declividades, que variam de plano a suave ondulado. Tal característica do relevo corroborou para o avanço e formas de apropriação dos solos e da água (Figura 14).

Figura 14. Morfologia do relevo na bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso.



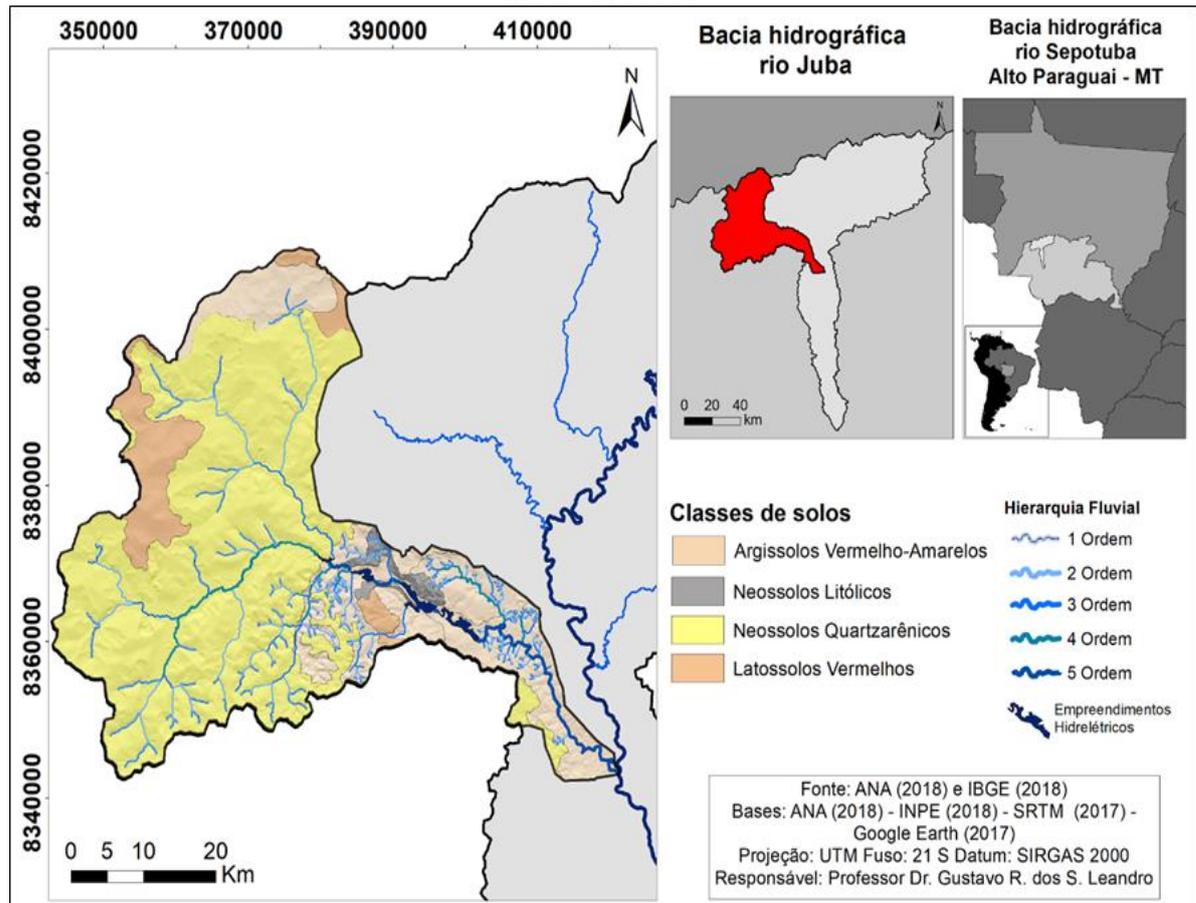
Fonte: SRTM (2017).

Em contrapartida, estão associados a agropecuária os impactos ambientais que implicam na sua morfodinâmica e morfologia do rio Juba, impactos que se estendem a alguns afluentes. Isso porque, as monoculturas avançam até os limites da borda da Chapada (onde ocorrem baixas declividades), nas quais, localizam-se importantes áreas de nascentes, e no caso da Depressão do Alto Paraguai, tem-se o represamento da água.

Associado às características litológicas e de relevo, destacam-se as classes de solos, corpos tridimensionais oriundos do processamento pedogenético dos materiais

de origem frente as condicionantes físico-climáticas regionais. No contexto da bacia hidrográfica do rio Juba, o Neossolo Quartzarênico corresponde à principal cobertura pedológica, associado às manchas de Argissolos e Latossolos (Figura 15).

Figura 15. Associações pedológicas presentes na bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso.



Fonte: EMBRAPA (2013).

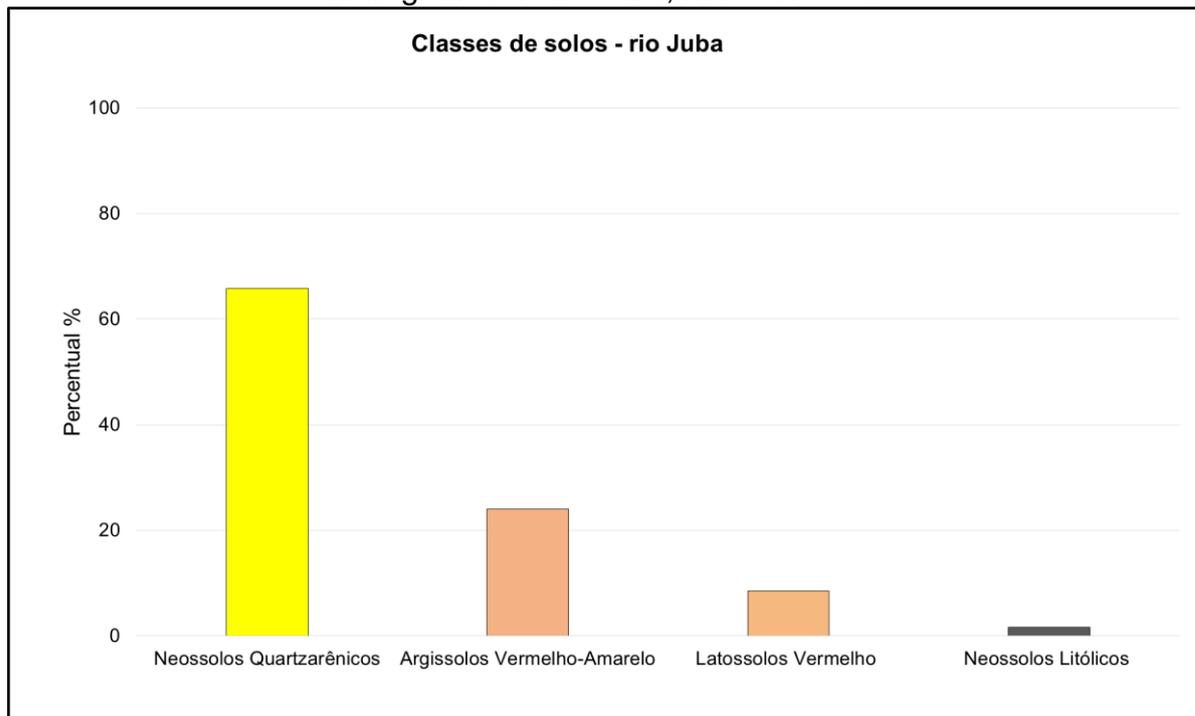
Desse modo, há a ocorrência de Neossolos Litólicos presentes na Serra do Roncador, formados a partir de materiais da Formação Morro Cristalino; Neossolos Quartzarênicos com composição de 900 g/Kg de areia, sobretudo na Chapada dos Parecis e Depressão do Alto Paraguai (Oliveira *et al.*, 2017); manchas de Argissolos sobrepostos às Formações Sepotuba, Utiariti e Salto das Nuvens; e Latossolos com ocorrência na Chapada dos Parecis.

Conforme Castro e Hernani (2015), os chamados solos arenosos ocorrem em áreas com predomínio de textura superficial arenosa, desenvolvidos sobretudo de arenitos, e em áreas aplanadas, como: os Latossolos Vermelhos de textura média;

Argissolos Vermelhos; Amarelos e Vermelhos-Amarelos; além dos Neossolos Quartzarênicos apresentam fragilidades relacionadas a sua textura (fraca agregação), estrutura (combinada à textura, teor de matéria orgânica e mineralogia da fração argila).

Os Neossolos Quartzarênicos (65,84%), estão associados à Formação Utiariti, os quais estão sujeitos aos processos de erosão hídrica e eólica. Ainda se registra a ocorrência de Argissolos Vermelho-Amarelos com pouco mais de 24%, e Latossolos Vermelhos com 8,49%. Em menor proporção, os Neossolos Litólicos 1,60%, associados à Formação Morro Cristalino. Nota-se então, que predominam solos mais intemperizados, antigos, em associação a solos novos (Figura 16).

Figura 16. Percentual das classes de solos, sobretudo arenosos, da bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso.



Fonte: Trabalho de Gabinete (2022).

De acordo estudo realizado por Oliveira, Souza e Sousa (2023) o grau de erosão dos solos arenosos é maior quando comparados àqueles mais argilosos. Assim, os solos com textura arenosa, principalmente aqueles que se encontram em declividades mais acentuadas, necessitam da adoção de práticas conservacionistas para evitar perdas mais significativas de solo e nutrientes. Dessa forma, na área de

estudo ocorrem solos com fragilidades intrínsecas, mas que podem ser potencializadas de acordo com os usos e práticas de manejo.

Com isso, destaca-se a fragilidade hídrica que ocorre por deficiência ou excesso de água e relacionada à textura, estrutura, permeabilidade e formas do relevo (declividade, por exemplo). Solos arenosos possuem macroporos, com drenagem excessiva e poucos microporos, resultando em baixo armazenamento de água (Castro e Hernani, 2015).

Assim, Leandro (2020, p. 121) destaca a necessidade de considerar as formações geológicas e associações de solos presentes nos sistemas geomorfológicos, tendo em vista as formas de apropriação do relevo e recursos hídricos. O rio Juba possui sistema de drenagem eficiente de modo a drenar “importantes trechos em Planície Aluvial, com 87,644 km<sup>2</sup> e 30,229 km<sup>2</sup>, respectivamente. Essa formação é constituída por sedimentos atuais, havendo em sua área de drenagem predominância de Neossolos Quartzarênicos”.

Outro elemento fundamental, no contexto da bacia hidrográfica do rio Juba, trata-se das condições climáticas, sobretudo os índices pluviométricos, sua distribuição, volume e, posteriormente, as etapas de infiltração e de escoamento superficial associadas aos processos erosivos, sobretudo quando há solos expostos (Figura 17).

Figura 17. Ocorrência de solo exposto próximo aos canais fluviais no Assentamento Triângulo, Tangará da Serra – Mato Grosso.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Rosa *et al.* (2005), Martins *et al.* (2010), Dallacort *et al.* (2011) enfatizam que a macrorregião de Tangará da Serra e a Chapada dos Parecis, as quais abrangem o Cerrado e a área de fronteira agrícola, possuem duas estações bem definidas, no que se refere à precipitação, com estação chuvosa, que se concentra nos meses de outubro a abril, e estação seca, entre os meses de maio a setembro.

Dallacort *et al.* (2011) ainda considera que os meses de maio e setembro funcionam como intermediadores do real período de seca na região, uma vez que o intervalo entre os meses de junho e agosto são os que concentram maior escassez de precipitação, não somente na bacia do rio Juba, mas em várias regiões do cerrado brasileiro.

Os meses de maio e setembro podem ser considerados de transição, concentrando 7,3% da precipitação média anual. No entanto, em alguns meses do ano, podem ocorrer valores de precipitação iguais ou próximos a 0 mm. A estação seca se estende de junho a agosto, ocorrendo, em média, 2,7% da precipitação anual (Martins *et al.*, 2010, p. 295).

É importante considerar que a ocorrência das chuvas na estação das águas nem sempre se porta de maneira regular, tanto de maneira espacial, como também de maneira temporal, irregularidades essas que, por vezes, acabam influenciando no planejamento agrícola e na produção (Sousa, 1998).

Nesse mesmo princípio, Rosa *et al.* (2005), diz que, do ponto de vista agroclimatológico, a região do bioma do Cerrado está sujeita a sofrer com regimes de secas, mesmo dentro da estação chuvosa, que pode persistir de duas a três semanas, podendo atingir até um mês ou mais sem chuvas, cujo fenômeno é denominado de veranico.

O certo é que a área de estudo comporta característica persistente quanto ao seu regime pluviométrico. Nos meses de outubro a abril, que correspondem ao período chuvoso, os dados de média das precipitações se mantiveram entre 40% a 50% de probabilidade, enquanto os meses de maio a setembro, período de seca, tiveram como médias de probabilidade números entre 25% a 40% (Dallacort *et al.*, 2011).

Martins *et al.* (2010. p. 295) complementa, ainda, que “a região apresenta estação seca e chuvosa bem definida, uma vez que 47,14% das precipitações ocorrem no verão; 16,35% no outono; 4,4% no inverno; e 32,11% na primavera.”

Ao nível de 75% de probabilidade, os meses que apresentam maior probabilidade de precipitação são novembro a março, período em que a lâmina mensal esperada é superior a 150 mm. No entanto, no mês mais chuvoso (janeiro), ao mesmo nível probabilístico, é esperada precipitação superior a 220 mm. Já nos meses de junho a agosto, a precipitação esperada, a 75% de probabilidade, não ultrapassa 5,25 mm mensais (Martins *et al.*, 2010. p. 295).

Portanto, nos estudos da hidrologia, o histórico de precipitação atuante de determinada área é uma das informações mais relevantes para entender o regime hidrológico (Mello e Silva, 2005).

Leandro (2020), estudando a bacia do rio Sepotuba, importante receptor da bacia hidrográfica do rio Juba, também enfatiza que os regimes hidrológicos da respectiva bacia apresentaram variações importantes, o que corrobora as cotas de vazão da bacia. Analisando o período de 1970 a 2018, pode-se constatar períodos sazonais bem definidos, no qual, os meses de cheia se concentram entre dezembro e abril, os meses de outubro e novembro se caracterizam como meses de enchente, os meses de maio e junho são o período de vazante, e os meses entre julho a setembro equivale ao período da de seca.

#### **4.2. Expansão dos usos e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Alto Paraguai, sudoeste de Mato Grosso**

O processo histórico de uso e ocupação na bacia hidrográfica do rio Paraguai se desenvolve a partir de importantes desdobramentos direcionados a esse recorte espacial. Na faixa sudoeste do estado de Mato Grosso, a ocupação social não-indígena começou a ser registrada por volta do século XVIII, com a apropriação luso-espanhola (Bindandi, 2014; Leandro, 2020).

Sabe que a exploração dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, foi intensificada na década de 1970, e acelerada em meados de 1980, com a expansão das atividades agropecuárias. Portanto, o território mato-grossense sofreu alterações em sua estrutura nos últimos anos. A porção correspondente à bacia do

Alto Paraguai (BAP) apresentou grandes modificações devido aos processos de uso e ocupação (Lorenzon, 2016).

Por abranger extensa área, e contar com importantes sub-bacias hidrográficas, incluindo a sub-bacia do rio Juba, grandes porções da bacia do alto Paraguai tiveram a cobertura vegetal retirada. Trechos ao longo dos rios Paraguai, Bugres, Sepotuba, Cabaçal e Jauru foram, ao longo dos anos, afetados por desmatamentos, cujas atividades, como já mencionado, foram intensificadas em torno das décadas dos anos de 1970 e 1980, e foram se aumentando ao longo dos anos seguintes (Souza *et al.*, 2012; Pessoa *et al.*, 2013; Leandro e Rocha, 2019).

A bacia hidrográfica do Alto Paraguai (BAP), ligada às atividades na região, tem sido ocupada por diversas monoculturas, o que traz apontamentos e estudos que buscam investigar os impactos associados a essas formas de ocupação (Serigatto, 2006; Souza *et al.*, 2012; Lorenzon, 2016; Leandro, 2020).

Sobre o alto curso da bacia hidrográfica do rio Paraguai, Ribeiro, Galvanin e Paiva (2017) apontam que o principal fator de mudança antrópica se deve ao aumento da área destinada à classe pastagem e a consequente redução da vegetação natural, devido ao crescimento da pecuária e agricultura, sobretudo nas áreas de nascentes do próprio rio Paraguai, na porção Paraguai/Jauquara.

Um dos fatores que influenciou a manutenção do estado pouco degradado na bacia hidrográfica do rio Jauquara é a presença da Estação Ecológica Serra das Araras, que mantém a área intacta, pois os limites da estação compreendem trechos de serras paralelas, de relevo muito acidentado, que dificultam o acesso à região (Ribeiro, Galvanin e Paiva, 2017). O que não ocorreu na bacia hidrográfica do rio Juba, uma vez que o fator geomorfológico corroborou para a sua apropriação e instalação de empreendimentos hidrelétricos (Leandro, Rocha e Souza, 2020).

Os modelos produtivos instalados no alto curso do rio Paraguai (Paraguai/Jauquara) também foram reproduzidos na bacia hidrográfica do rio Bugres. Pessoa *et al.* (2013) constataram que, de forma geral, as classes mais expressivas no ano de 1991 e 2001 foram a vegetação nativa, seguida pela pastagem e cana-de-açúcar. No ano de 2011, esta ordem muda para cana-de-açúcar, vegetação nativa e pastagem, indicando mudanças espaços-temporais em todas as classes.

A vegetação nativa concentrou-se principalmente em áreas de APPs, tanto de encostas na parte superior, próximas a Serra Tapirapuã, entre os municípios de Nova Olímpia e Denise, como de matas ciliares na parte inferior, região sul da bacia, no município de Barra do Bugres (Pessoa *et al.*, 2013).

Contudo, em estudo realizado por Pessoa, Galvanin e Neves (2014), verificou-se que na confluência entre os rios Bugres e Paraguai, nos últimos 26 anos (1984-2010), a floresta aluvial no município de Barra do Bugres foi alterada pelo uso da terra por extensas áreas de agricultura e pastagem.

Em vários locais visitados, foram encontrados canaviais e pastagens localizadas a menos de 30 metros do rio. Em relação ao solo exposto da área em estudo, esse pode estar relacionado com o desmatamento para a formação de áreas agricultáveis, de pastagem e também para a instalação de pesqueiros (Pessoa, Galvanin e Neves, 2014).

Na interbacia do Paraguai, a pastagem encontra-se localizada em toda a região e obteve crescimento da área em 64,88% no ano 2001 (em relação a 1991) e redução de 3,92% no ano 2011. Mesmo com registro de redução, a pecuária se expande sentido sul da BAP (Pessoa *et al.*, 2013):

A vegetação nativa sofreu intensos processos de antropização na área de estudo nos últimos 20 anos, principalmente pela substituição de cerca de 22,89% de sua área de ocorrência, para uso da terra como pastagem e como monocultura de cana-de-açúcar, em 2001. A expansão da monocultura de cana-de-açúcar ocorreu em área de pastagem e, principalmente, próximas às usinas (Pessoa *et al.* 2013, p. 125).

A vegetação nativa no período analisado compõe, principalmente, de áreas de APPs ao longo do rio Paraguai, córregos Ixu e Ribeirão Queimado, as áreas de encostas das porções Norte (Alto Paraguai) e leste da Interbacia (Pessoa *et al.*, 2013).

A jusante do rio Sepotuba, encontram-se os afluentes Cabaçal, Padre Inácio e Jauru, em cuja bacia hidrográfica também há intensa ocupação associada à supressão de coberturas vegetais nativas. De acordo com Lorenzon (2016), a bacia hidrográfica do rio Cabaçal, para o ano de 2013, apresentava-se ocupada por 68% de áreas com agricultura, pecuária, silvicultura e áreas urbanas e, que ainda em 1990 sua vegetação nativa já estava suprimida em mais de 50%. Conseqüentemente, a

intensificação de usos na bacia hidrográfica do rio Cabaçal tem contribuído para acelerar os processos erosivos e para o assoreamento de seus rios (Félix, 2018; Lima, 2018; De Paula, 2019; Oliveira, Souza e Sousa, 2023).

A jusante do rio Cabaçal, destaca-se a bacia hidrográfica do córrego Padre Inácio - BHCPI. De acordo com Luz *et al.* (2021) o desenvolvimento da atividade pecuária na BHCPI ocorreu com o avanço da cultura sobre áreas vegetadas, resultando na fragmentação e supressão das classes Floresta Estacional Semidecidual Aluvial e Savana Arborizada com Presença de Savana Florestada. Por sua vez, a classe Agricultura na Região de Savana, majoritariamente composta da cultura da cana-de-açúcar, expandiu-se, ocupando áreas anteriormente destinadas ao desenvolvimento de pastagens, que se encontravam em fase de degradação.

Miranda e Neves (2019) constataram que, na bacia hidrográfica do rio Jauru, com o avanço da ocupação na bacia, a vegetação foi paulatinamente suprimida e novos usos da terra foram sendo inseridos e/ou ampliados. Logo, os usos da terra contribuíram na fragmentação ou supressão da vegetação natural. Com isso, as autoras concluíram que o padrão espacial da paisagem demonstrou o aumento no número de fragmentos e diminuição nas áreas dos fragmentos, que, conseqüentemente, podem influenciar na biodiversidade e no equilíbrio dos biomas (Amazônia, Cerrado e Pantanal), visto que contribui para a perda de *habitat* e variedades de espécies animal e vegetal.

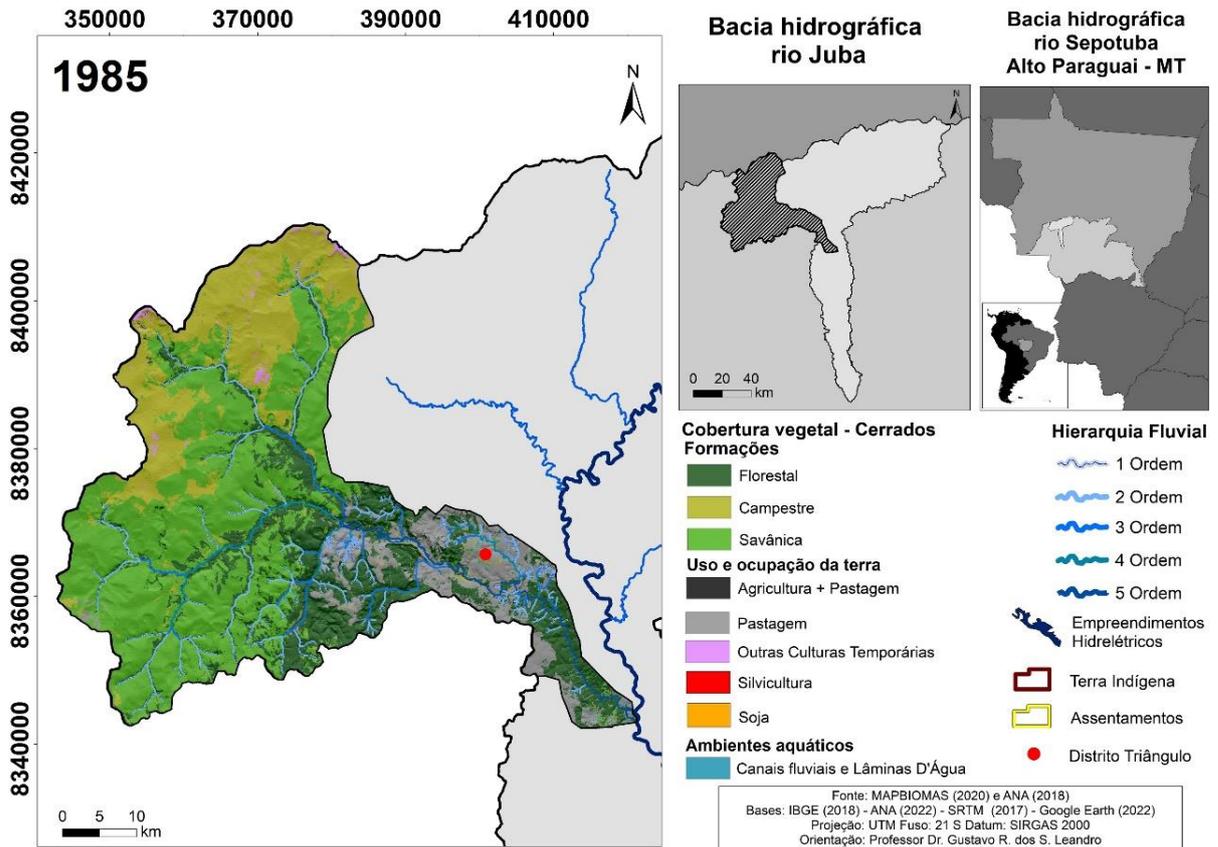
Entre as bacias dos rios Bugres, Paraguai/Jauquara, Interbacia do Paraguai (a montante) e, Cabaçal, Padre Inácio e Jauru (a jusante), encontra-se a bacia hidrográfica do rio Sepotuba, no qual deságua o seu principal afluente: o rio Juba. A bacia hidrográfica do rio Juba também foi transformada por atividades de uso e ocupação, com modificações decorrentes do processo de apropriação, intensificadas na década de 1980, conforme se pode ver a seguir.

#### 4.2.1. Evolução espaço-temporal da supressão da cobertura vegetal, usos e ocupação da terra na bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso

No ano de 1985, já era possível perceber o início do processo de inserção de uso pecuário na bacia hidrográfica do rio Juba. Com o avanço da pastagem, a

vegetação nativa foi gradualmente suprimida, sobretudo no médio-baixo curso (Figura 18).

Figura 18. Distribuição das coberturas vegetais e predominância do uso pecuário na bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso



Fonte: MapBIOMAS (2020), organizado pelo autor (2022).

Destaca-se então a ocorrência de três classes de cobertura vegetal nativa: as Formações Savânicas, Florestais e Campestres. Conforme IBGE (2012), na primeira formação, a vegetação apresenta estratos arbóreos e arbustivo-herbáceos definidos. Trata-se do Cerrado Sentido Restrito (Cerrado denso, Cerrado típico, Cerrado ralo e Cerrado rupestre).

A segunda, Formação Florestal, corresponde a tipos de vegetação com predomínio de espécies arbóreas, com formação de dossel contínuo. Tipicamente ocorrem junto à drenagem, ao compor as matas de galeria ou ciliares, como também o chamado Cerradão. A Formação Campestre cobre sobretudo o alto curso da bacia

hidrográfica o rio Juba. Tipicamente com predominância de estrato herbáceo - campo sujo, campo limpo e campo rupestre (IBGE, 2012).

Junto à retirada das coberturas vegetais primárias da bacia, novas feições foram surgindo, e denota-se às primeiras transformações. No alto curso, registraram-se atividades agrícolas para o desenvolvimento de culturas temporárias. Já era possível identificar 15,26 km<sup>2</sup> de culturas temporárias plantadas, além da pecuária predominante no ano de 1985, com 238,18 km<sup>2</sup>. Ainda, registrou-se a ocorrência de agricultura permanente, com área de 1,28 quilômetros quadrados (Tabela 1).

**Tabela 1.** Usos, ocupação e coberturas vegetais em 1985.

<b>Classes</b>	<b>Km<sup>2</sup></b>
<b>Cobertura vegetal</b>	
Florestal	564,65
Campestre	445,16
Savânica	1005,02
<b>Uso e ocupação da terra</b>	
Pastagem + Agricultura	1,31
Pastagem	238,18
Culturas temporárias	15,26
Silvicultura	-
Soja	-
<b>Ambientes aquáticos</b>	
Canais fluviais e lâminas d'água	9,07
<b>Territorialidades</b>	
Terra Indígena Rio Formoso <sup>1</sup>	Declarada
Assentamento Triângulo	-
Assentamento Antônio Conselheiro	-

Fonte: Trabalho de Gabinete (2023), organizado pelo autor (2023).

De acordo com Dubreuil *et al.* (2005) as fazendas de gado ocupam as áreas mais distantes da cidade. É o caso da Gleba Triângulo (atual Distrito Triângulo), localizada a 30 km de Tangará da Serra, Mato Grosso. Esse setor foi igualmente colonizado nos anos 60 pelos produtores de café procedentes do Paraná. Uma das consequências do avanço das pastagens foi a agregação de pequenos lotes para

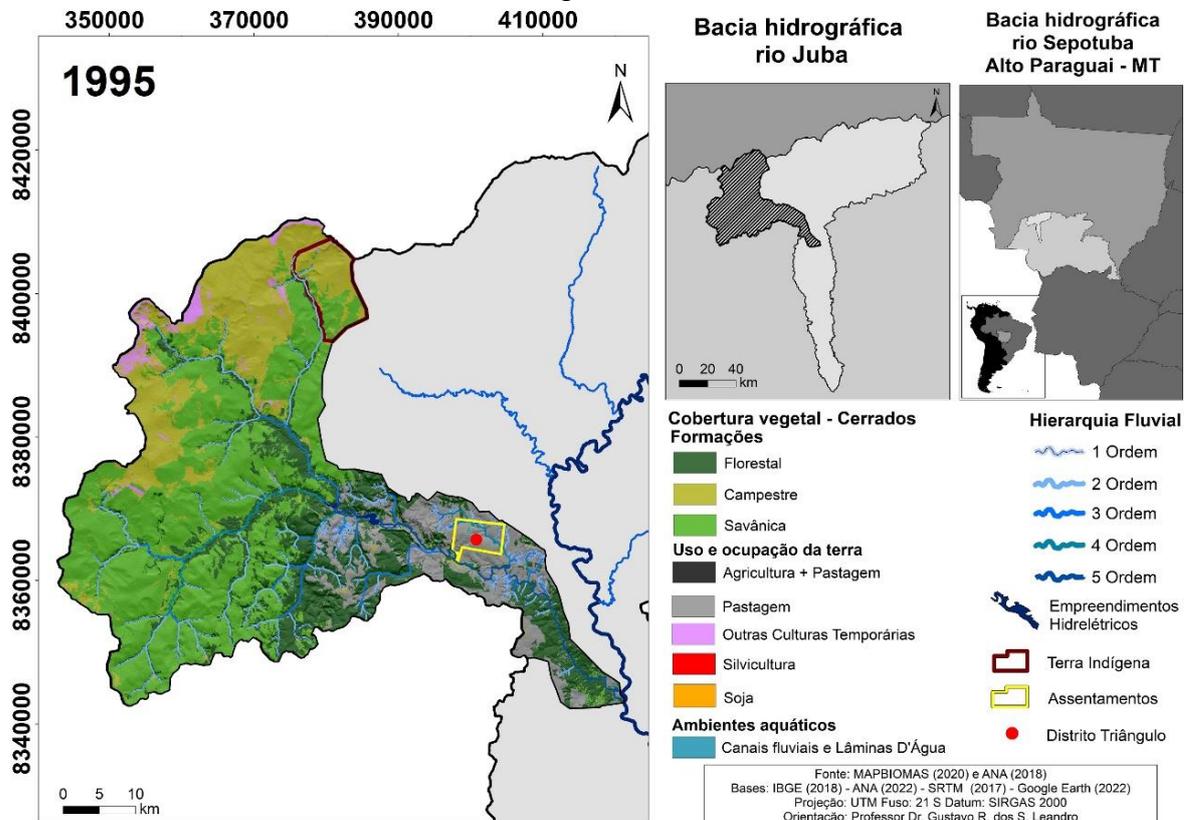
<sup>1</sup> Sobreposta a áreas de Formação Campestre e Formação Savânica.

formar fazendas médias, malgrado as tentativas de ocupação pelos camponeses sem-terra, em 1985.

A pecuarização regional motivou a instalação de frigoríficos em Tangará da Serra e nas proximidades da Chapada dos Parecis. Atualmente, boa parte dos colonos desse setor dedica-se à cria, ou seja, à produção de bezerros para a formação do rebanho da fazenda do grupo Carrefour (Dubreuil *et al.*,2005).

Por sua vez, no dia 28 de novembro de 1985, a Terra Indígena Rio Formoso (TIRF), foi oficialmente declarada como reserva indígena. Entretanto, foi apenas no dia 24 de dezembro de 1991 que teve sua homologação decretada (Figura 19). Fazendo parte da extensão territorial do município de Tangará da Serra, a TIRF tem 201,83 km<sup>2</sup> de dimensão espacial, cuja cobertura é formada pelos biomas da Amazônia (1,98%), e do Cerrado (98,02%), área que, na bacia hidrográfica do rio Juba, ocupa 83,33 km<sup>2</sup>, que corresponde a 41,28% de sua área total (FUNAI, 2023).

Figura 19. Expansão das culturas temporárias e instalação de empreendimentos hidrelétricos na bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso



Fonte: MapBIOMAS (2020), organizado pelo autor (2022).

Importante salientar que o limite da terra indígena se sobrepõe à nascente do rio Juba, e segue delineado por seu canal fluvial sentido oeste-sudoeste. Ao norte e nordeste encontra-se o limite da bacia hidrográfica do rio Juba. Sua cobertura vegetal é composta por Contato Savana-Formações Pioneiras (82,42%) e por Savana (17,58%).

O grupo indígena continua fixado próximo aos corpos de água, sempre nas cabeceiras, atualmente compartilhando o uso com as fazendas limítrofes de suas terras, que utilizam os solos para a monocultura de soja, acelerando as mudanças nos corpos de água (EA-Zokemae, 2003 *apud* Melo, Queiroz e Aroni, 2023).

Esse recorte territorial tem um considerável papel no que se refere à preservação e conservação dos recursos ambientais (Leandro; Rocha; Souza, 2020), e também se postula como um dos sujeitos usuários da água proveniente da bacia, assim, de certa forma, entra em rota de conflito com as atividades produtivas do agronegócio ali desenvolvidas (Melo; Queiroz, 2021), como a agricultura e a pecuária.

Isso porque, no ano de 1995, ocorreu o salto no plantio de culturas temporárias na bacia hidrográfica do rio Juba, pois o que na década de 1980 concentrou 15,26 km<sup>2</sup> de áreas cultivadas, passou a representar mais de 43,84 km<sup>2</sup> (Tabela 2), ou seja, houve aumento de 187,28% em relação ao ano de 1985, sobretudo nas áreas de cabeceira. Tal fato reflete no aumento do uso na bacia e, conseqüentemente, para a expansão da fronteira agrícola nas áreas de nascente.

Ainda que o uso para o plantio tenha começado a ter destaque e ganhado espaço no recorte espacial da bacia, a criação de bovinos também se expandiu e contou com leve acréscimo nas áreas destinadas à pastagem. Em 1985 eram de 238,18 km<sup>2</sup> de pastos presentes na faixa espacial da bacia, em 1995 esse número foi de 266,69 km<sup>2</sup> (Tabela 2). Isso também é reflexo da criação do assentamento Triângulo, que até os dias atuais conta com a pecuária como principal atividade produtiva e econômica.

Tabela 2. Usos, ocupação e coberturas vegetais em 1995.

<b>Classe</b>	<b>Km<sup>2</sup></b>
<b>Cobertura vegetal</b>	
Florestal	531,23
Campestre	423,00
Savânica	1000,15
<b>Uso e ocupação da terra</b>	
Agricultura + Pastagem	1,64
Pastagem	266,69
Culturas temporárias	43,84
Silvicultura	-
Soja	-
<b>Ambientes aquáticos</b>	
Canais fluviais e lâminas d'água	12,10
<b>Territorialidades</b>	
Terra Indígena Rio Formoso	83,33
Assentamento Triângulo	27,65
Assentamento Antônio Conselheiro	-

Fonte: Trabalho de Gabinete (2023), organizado pelo autor (2023).

Em relação aos ambientes aquáticos, naquele ano ainda não haviam sido construídos empreendimentos hidrelétricos. Desse modo, a água presente na bacia hidrográfica do rio Juba, em 1985, compõem-se de seus canais fluviais, em seus cursos naturais, com quedas d'água, cachoeiras e corredeiras.

Entretanto, na década de 1990, intervenções diretas no sistema fluvial corroboraram as transformações das paisagens na bacia hidrográfica do rio Juba. De acordo com Leandro, Rocha e Souza (2020), as obras foram iniciadas na segunda metade dos anos de 1990, quando, por imagens de satélite, obteve-se a cronologia dos empreendimentos. Um dos primeiros registros é de maio de 1995, quando da formação do primeiro lago, com 2,944 km<sup>2</sup>. Pouco tempo depois, formou-se o segundo lago, em agosto de 1995, com 0,834 km<sup>2</sup> (UHE Juba I e UHE Juba II).

Trata-se da construção das primeiras barragens no rio Juba, que passaram a influenciar diretamente a dinâmica fluvial do canal principal e dos afluentes. Dessa forma, as intervenções diretas no sistema fluvial somaram-se às modificações que já eram presentes na década de 1980, mas que também foram intensificadas com o avanço no processo de uso e ocupação.

Esse processo de apropriação de solo para posterior conversão em áreas de pastagens resulta, ao longo do tempo, na mudança da fitofisionomia original da área

que, como parte da cadeia física, também traz mudanças no sistema fluvial da bacia (Silva *et al.*, 2011).

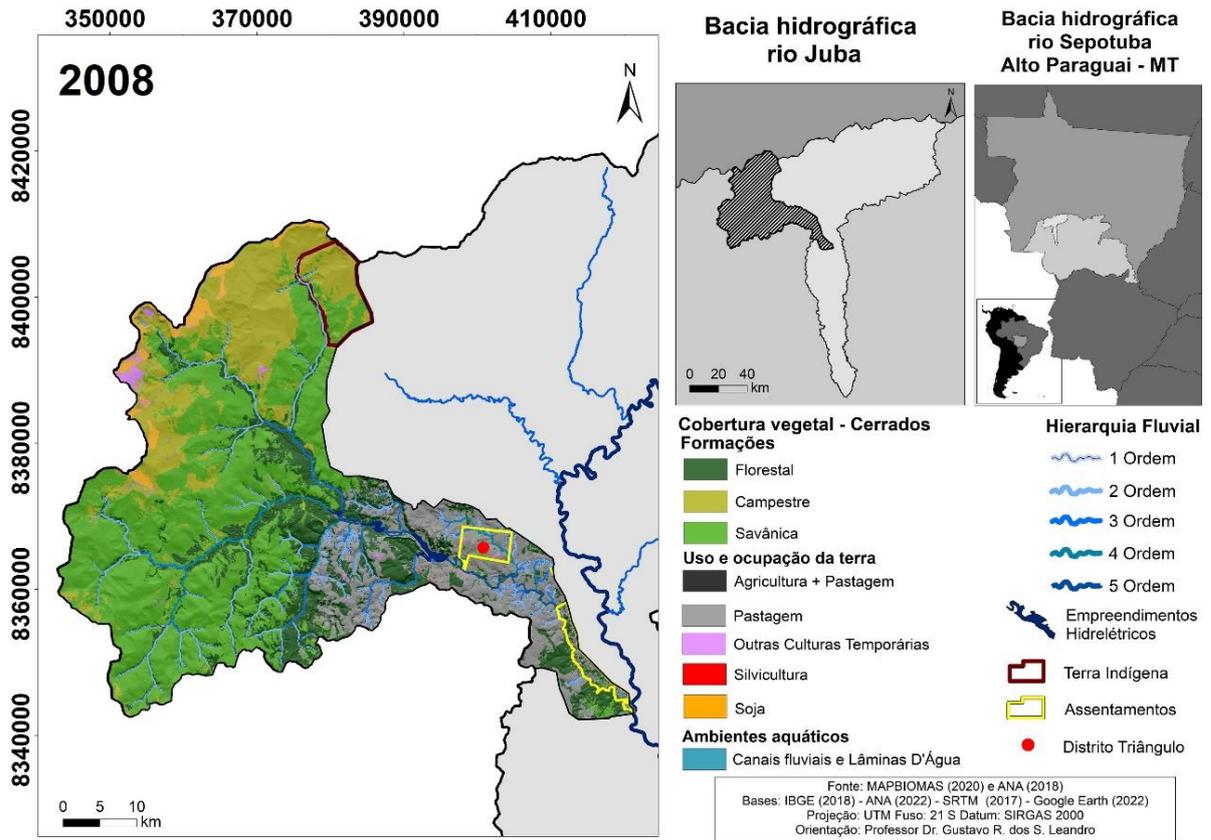
Nos anos de 1980, teve início a consolidação de pequenas formações de povoamentos na bacia hidrográfica do rio Juba. Grileiros foram se apossando de áreas da fazenda Tapirapuã, que antes foi uma antiga sesmaria, formando, assim, a gleba Tapirapuã (Oliveira, 2002). A formação da gleba contribuiu significativamente para tal expansão, haja vista que não havia área ocupada por agricultura na Gleba Tapirapuã, a qual se destinava exclusivamente à criação extensiva de gado (Silva, Queiroz e Galvanin, 2017).

Assim, inserido na região de transição entre os biomas Cerrado e Amazônia, o Assentamento Antônio Conselheiro (AAC) foi criado, por desapropriação, com a finalidade de regularizar a situação dos posseiros que ocupavam a Gleba Tapirapuã em 1996. A área, com 392,02 km<sup>2</sup>, foi dividida em 999 unidades agrícolas familiares, conforme Portaria Incra nº 109, de 12 de dezembro de 1997 (Brasil, 1997).

Contudo, foi após o ano de 2001 que grande parte dos assentados se mudaram para o assentamento, tornando ainda mais ocupada a área em torno da bacia hidrográfica do rio Juba. Hoje, o Assentamento Antônio Conselheiro, se destaca como um dos maiores aglomerados desse tipo em toda a América Latina, que abriga uma população de aproximadamente 990 famílias, em sua maioria, sulistas ainda ligados ao Movimento Sem Terra (MST), as quais se encontram distribuídas em 63 agrovilas distintas (Lazaroto *et al.*, 2008).

Com a divisão da área em pequenos lotes, houve mudança na forma de uso por parte dos assentados, já que “pode-se observar o início do cultivo agrícola, com destaque para banana, mandioca, *citrus* e milho (Silva; Queiroz; Galvanin, 2017, p. 41)”. Essa foi a terceira territorialização na bacia hidrográfica do rio Juba, juntamente com a criação da Reserva Indígena Rio Formoso e, com o Assentamento Triângulo (Figura 20).

Figura 20. Instalação da PCH Graça Brennand e consolidação do Assentamento Antônio Conselheiro no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso



Fonte: MapBIOMAS (2020), organizado pelo autor (2022).

Em relação ao uso, nota-se a inserção da silvicultura em 2008, mesmo que pouco expressiva, na bacia hidrográfica do rio Juba. Trata-se de áreas antes ocupadas por pastagem, no médio curso. Também a inserção de culturas temporárias no médio-baixo curso com destaque para o Assentamento Triângulo. Contudo, a pastagem ainda se destacou como a principal forma de ocupação na bacia hidrográfica do rio Juba, com 355,18 km<sup>2</sup>, aumento de 33,18% em relação a 1995, o que contribuiu para a supressão de áreas de Formação Florestal no Assentamento Antônio Conselheiro (AAC) no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Juba (Figura 21).

Figura 21. Ocorrência de pastagem e fragmentos de vegetação nativa.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Um pouco mais de dez anos desde o início da operação dos dois primeiros empreendimentos hidrelétricos na bacia hidrográfica do rio Juba, foi iniciada a construção de outros dois barramentos (Leandro; Rocha; Souza, 2020). Diferentemente das duas primeiras intervenções, que são classificadas como Usinas Hidrelétricas-UHEs, esses dois novos empreendimentos tiveram distinta classificação, denominadas de Pequenas Centrais Hidrelétricas–PCHs.

No mês de maio do ano de 2008, o terceiro barramento foi construído, o que trouxe mais uma importante transformação da feição original da bacia, e principalmente no canal principal do rio Juba. Com 3,637 km<sup>2</sup> de extensão, a Pequena Central Hidrelétrica Graça Brennand estava formada e pronta para o início de sua operação (Leandro; Rocha; Souza, 2020). Conseqüentemente, as lâminas d'água passaram a ocupar 16,03 km<sup>2</sup> em 2008, aumento de 32,47% em relação a 1995 (Tabela 3).

Tabela 3. Uso, ocupação e coberturas vegetais em 2008.

<b>Classe</b>	<b>Km<sup>2</sup></b>
<b>Cobertura vegetal</b>	
Florestal	444,42
Campestre	404,69
Savânica	997,06
<b>Uso e ocupação da terra</b>	
Agricultura + Pastagem	3,56
Pastagem	355,18
Culturas temporárias	16,72
Silvicultura	0,38
Soja	40,61
<b>Ambientes aquáticos</b>	
Canais fluviais e lâminas d'água	16,03
<b>Territorialidades</b>	
Terra Indígena Rio Formoso <sup>2</sup>	83,33
Assentamento Triângulo	27,65
Assentamento Antônio Conselheiro	25,01 <sup>3</sup>

Fonte: Trabalho de Gabinete (2023), organizado pelo autor (2023).

Constatou-se também que em todas as classes de cobertura vegetal houve supressão de 5,53% (1995-2008), redução superior ao período de 1985-1995 (3%). A Formação Campestre foi a classe que perdeu mais área, devido à conversão em pastagem.

Para o período, é importante salientar que houve um salto na agricultura, que passou de 1,64 km<sup>2</sup> em 1995, para 43,72 km<sup>2</sup> em 2008, dos quais, 92% da área foi utilizada para a produção de soja (40,61 km<sup>2</sup>). Ainda para o ano de 2008, destaca-se a redução de Culturas Temporárias com 16,72 km<sup>2</sup>, 162,20% em relação a 1995, o que condiz com o fato de ter havido a incorporação de pequenas propriedades por médios e grandes latifúndios no período, que passaram a produzir soja, principalmente, nas cabeceiras de drenagem do rio Juba, no alto curso.

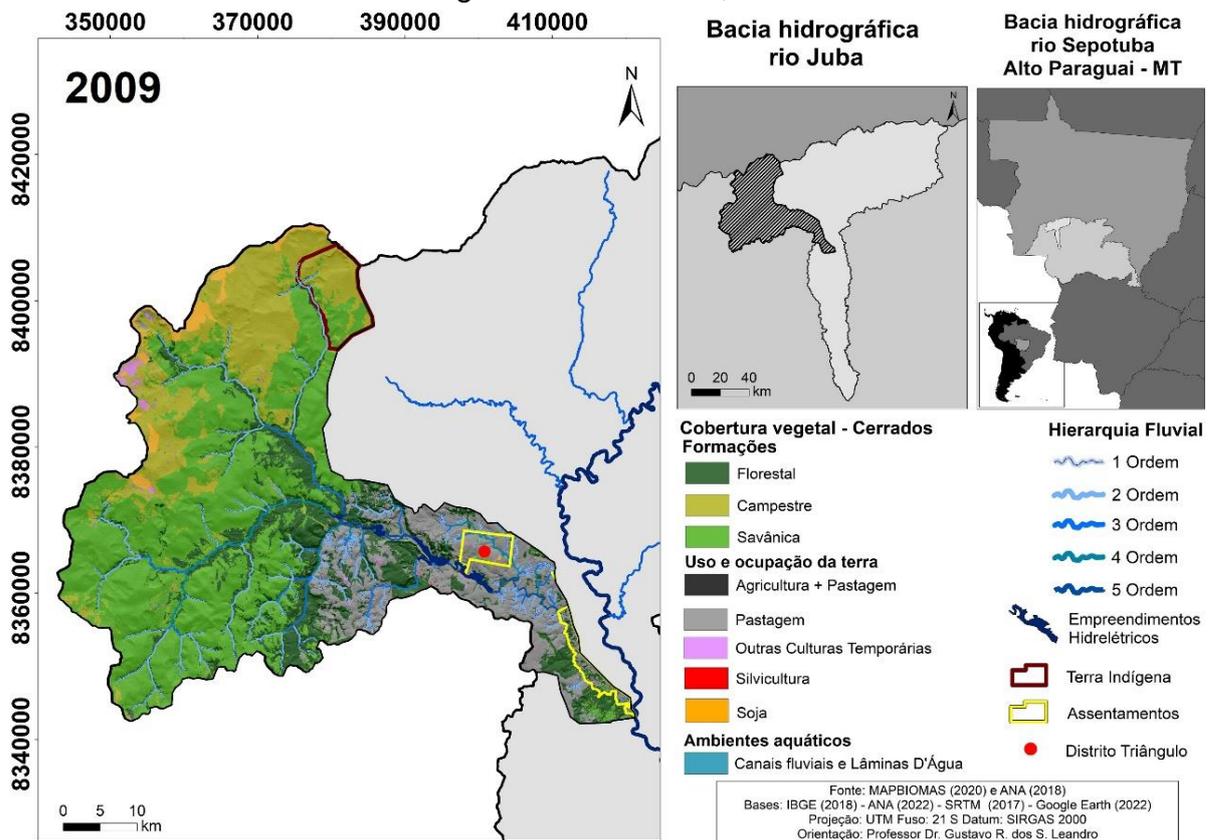
No ano de 2009, o principal problema foi a inserção da soja na terra indígena (0,78 km<sup>2</sup>), mesmo havendo sua redução de 40,61% (2008) para 39,23% (2009) em toda a bacia hidrográfica do rio Juba (Figura 22). Isso porque, de acordo com Melo e Queiroz (2021), o rio Juba abastece a aldeia Santa Vitalina. Há uma aldeia à montante

<sup>2</sup> Sobreposta a áreas de Formação Campestre e Formação Savânica.

<sup>3</sup> Área correspondente a 6,37% da área total do Assentamento que possui 392,02 km<sup>2</sup> (Silva, Queiroz e Galvanin (2017).

e roças indígenas à montante e jusante. Ainda, o rio Juba é apreciado para pescarias dos indígenas, lugar que denominam como fazenda Camarcan, onde está instalada a maioria dos empreendimentos hidrelétricos no rio Juba.

Figura 22. Instalação da PCH Pampeana e expansão da soja e da silvicultura na bacia hidrográfica do rio Juba, Mato Grosso



Fonte: MapBIOMAS (2020), organizado pelo autor (2022).

Sobre os empreendimentos hidrelétricos, em março do ano de 2009, ano seguinte ao término da construção do terceiro barramento, foi finalizada a construção da Pequena Central Hidrelétrica Pampeana, que contribui para alterações no sistema fluvial do rio Juba (Leandro; Rocha; Souza, 2020). Hoje, a PCH Pampeana se coloca como o último empreendimento já instalado ao longo do canal fluvial da bacia hidrográfica do rio Juba, que faz limite com o Assentamento Triângulo (Figura 20).

Conforme Leandro, Rocha e Souza (2020) apesar da classificação dos dois últimos lagos como Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), suas dimensões, de 8,198 km<sup>2</sup>, ultrapassavam em 60,62% as áreas dos outros dois barramentos a montante, as UHEs Juba I e Juba II, (Leandro; Rocha; Souza, 2020). A este fato, pode-

se atrelar a uma importante modificação no ano de 2009, ou seja, o aumento dos espelhos d'água na bacia hidrográfica que passou a possuir 19,39 km<sup>2</sup> (Tabela 4).

Tabela 4. Uso, ocupação e coberturas vegetais em 2009.

<b>Classe</b>	<b>Km<sup>2</sup></b>
<b>Cobertura vegetal</b>	
Florestal	439,97
Campestre	411,19
Savânica	998,99
<b>Uso e ocupação da terra</b>	
Agricultura	43,98
Pastagem	352,56
Culturas temporárias	12,15
Silvicultura	0,38
Soja	39,23
<b>Ambientes aquáticos</b>	
Canais fluviais e lâminas d'água	19,39
<b>Territorialidades</b>	
Terra Indígena Rio Formoso <sup>4</sup>	83,33
Assentamento Triângulo	27,65
Assentamento Antônio Conselheiro	25,01

Fonte: Trabalho de Gabinete (2023), organizado pelo autor (2023).

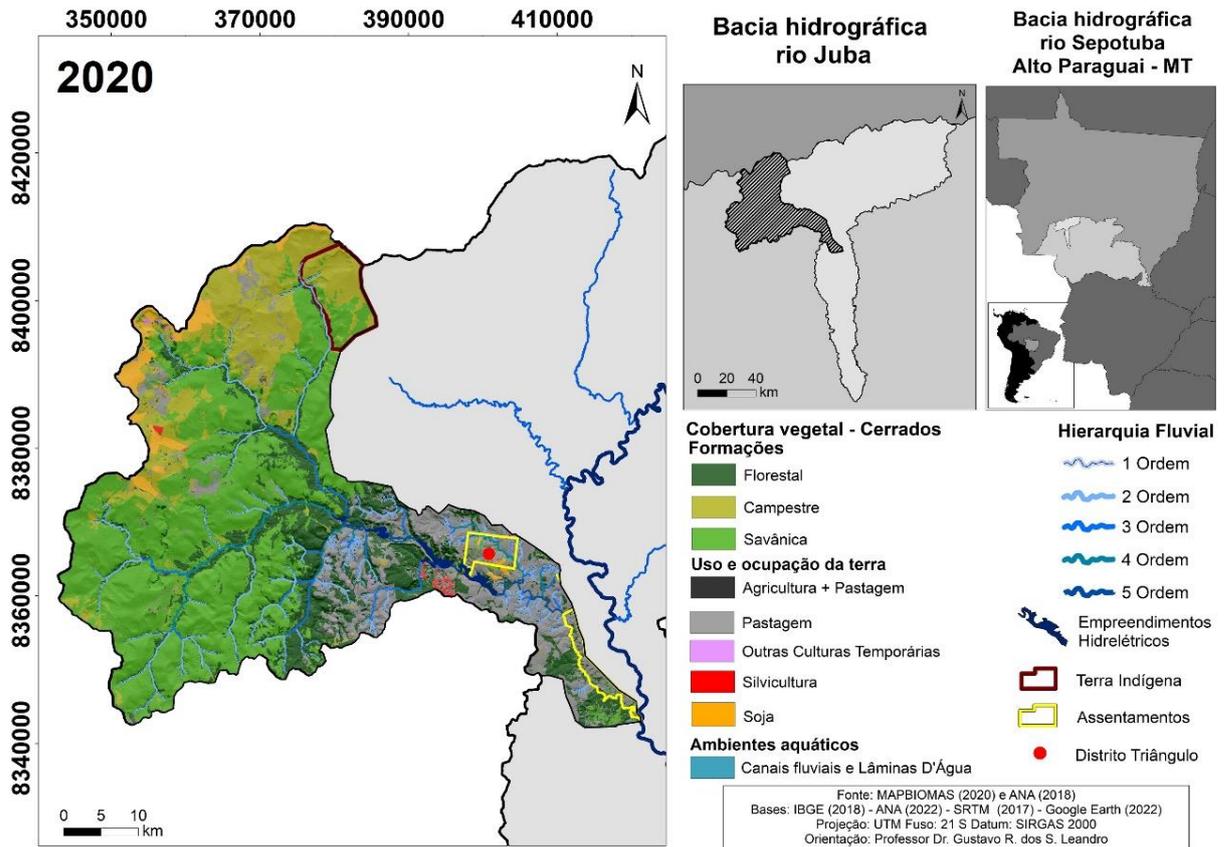
Leandro e Rocha (2019) também apontaram para um crescimento das áreas úmidas ao longo da bacia hidrográfica do rio Sepotuba no decorrer dos anos, principalmente nas proximidades dos represamentos, atrelando a isso a prática de reservação e não por disponibilidade natural de água, já que, em outras unidades avaliadas, houve a ocorrência inversa, a redução das lâminas d'água, principalmente na interbacia do Sepotuba, com destaque para a dinâmica do canal junto a planície de inundação.

No ano de 2020, consolidou-se a soja na bacia hidrográfica do rio Juba, sobretudo no alto curso associado ao modelo produtivo das monoculturas presentes na Chapada dos Parecis, como também no Assentamento Triângulo (1,25 km<sup>2</sup>). Cabe salientar também o aumento expressivo da atividade de silvicultura, que foi registrada, inicialmente, em 2008. No ano de 2020, nota-se a expansão das áreas plantadas no

<sup>4</sup> Sobreposta a áreas de Formação Campestre e Formação Savânica. Com inserção da soja em 2009.

médio curso, próximas aos empreendimentos hidrelétricos, PCH Graça Brennand e PCH Pampeana (Figura 23).

Figura 23. Consolidação da Silvicultura enquanto modelo produtivo e de áreas de soja em 2020.



Fonte: MapBIOMAS (2020), organizado pelo autor (2022).

Entretanto, as áreas utilizadas pela pecuária ainda predominam na bacia hidrográfica do rio Juba, com 370,38 km<sup>2</sup> (Tabela 5).

Tabela 5. Usos, ocupação e coberturas vegetais em 2020.

Classe	Km <sup>2</sup>
<b>Cobertura vegetal</b>	
Florestal	434,80

Campestre	355,52
Savânica	1013,43
<b>Uso e ocupação da terra</b>	
Agricultura	12,72
Pastagem	370,38
Culturas temporárias	4,60
Silvicultura	6,28
Soja	61,32
<b>Ambientes aquáticos</b>	
Canais fluviais e lâminas d'água	19,60
<b>Territorialidades</b>	
Terra Indígena Rio Formoso <sup>5</sup>	83,33
Assentamento Triângulo	27,65
Assentamento Antônio Conselheiro	25,01

Fonte: Trabalho de Gabinete (2023), organizado pelo autor (2023).

Historicamente a região circunvizinha à TIRF foi colonizada por produtores rurais do município de Tangará da Serra-MT, a partir do final da década de 50 do século passado e foi orientada para a produção agrícola com base familiar, porém, não foi essa a única frente de colonização.

Políticas de governo fomentou outra frente de colonização e ocupação das terras propiciando a modernização da exploração do campo com financiamentos de custos modestos e isenções fiscais, privilegiando os latifúndios rurais. Atualmente o Chapadão dos Parecis é importante polo agrícola brasileiro para as *commodities* agrícolas (Filho 2020). É bom que se diga que parte dos indígenas foi seduzida por esse modelo de geração de renda e riqueza e arrendaram parte de suas terras para agricultores vizinhos em formato de parceria, onde produzem milho, soja, algodão, etc. (Nascimento, 2007).

Assim, em contraponto à questão da preservação ambiental, e partindo do pressuposto de que os indígenas também fazem o uso da bacia, salienta-se que, além das atividades tradicionais, eles já tem desenvolvido a monocultura de alta tecnologia por meio de acordos com não indígenas, na Terra Indígena Rio Formoso (TIRF), o que resultou em cultivos de soja e milho safrinha e algodão (Nascimento, 2007; Terças

<sup>5</sup> Sobreposta a áreas de Formação Campestre e Formação Savânica. Com inserção da soja em 2009.

*et al.*, 2016), Esse fato demonstra, pelo lado dos indígenas, a adoção da produção pela busca da obtenção de lucro econômico alternativo<sup>6</sup> (Melo; Queiroz, 2021).

Nesse contexto, ainda em 2008, registrou-se a ocorrência de plantio de soja na Terra Indígena Rio Formoso, bacia hidrográfica do rio Juba, com área de 0,03 km<sup>2</sup> e, em 2020, houve aumento expressivo para 0,87 km<sup>2</sup>, um aumento de 96,55%. Esse fato evidencia que, assim como os produtores rurais e os grandes latifundiários que ocupam a bacia do rio Juba, os indígenas também se colocam como modeladores da terra, a partir de outros modos de produção.

Conforme Melo e Queiroz (2021), observa-se na TIRF, de um lado, a agricultura praticada para a subsistência e ligada à cosmologia do grupo social tradicional, e, do outro, a agricultura moderna e mais agressiva, direcionada à produção em alta escala. Essas estratégias distintas de sobrevivência dos povos nativos do Chapadão dos Parecis alteram o meio ambiente em maior ou menor escala, com reflexo direto na qualidade das águas.

Logo, outro ponto importante a ser ressaltado são as condições da qualidade da água consumidas pelos indígenas. Cursos d'água superficiais, oriundos das chuvas e do afloramento do lençol freático, são os responsáveis pela durabilidade dos corpos hídricos atuantes na bacia, os quais diluem e acabam por transportar uma variedade de substâncias e organismos que podem ocasionar danos à saúde e afetar a vida das comunidades aquáticas, como as indígenas (Alves *et al.*, 2012).

O crescimento da população ligada à localização dos cursos d'água que, via de regra, fazem limites ou estão inseridos em sistemas antrópicos, resultam na modificação e nas condições químicas, físicas e microbiológicas das águas (Vinaga *et al.*, 2015).

De acordo com Melo e Queiroz (2021), nas terras indígenas, essa situação não é diferente, pois seus limites, muitas vezes, são fronteiriços às atividades produtivas do agronegócio que, de alguma forma, alteram o ambiente, seja por despejos de compostos orgânicos seja por compostos inorgânicos e resíduos das lavouras ou

---

<sup>6</sup> Cabe destacar que a área destinada pelos indígenas para a parceria de produção agrícola fica na porção norte da TIRF, dentro dos 20% que pertencem à Bacia do rio Tapajós (Melo e Queiroz, 2021). Contudo, a partir de 2008, detectou-se a ocorrência de soja na TIRF, no alto curso do rio Juba, Alto Paraguai – Mato Grosso.

pastagens. Mais do que isso, a adoção de práticas exógenas por parte de indígenas tem criado instrumentos de contaminação nas aldeias e ao redor delas, fator que também contribui para a alteração das características naturais do ambiente onde vivem.

Dessa forma, a bacia hidrográfica do rio Formoso e a do Juba, com a extensão de 711,47 km<sup>2</sup> e 2.278,65 km<sup>2</sup>, respectivamente, possuíam as menores taxas de exploração do setor agropecuário, com 35,42% e 19,75%, se comparados a outros números observados na bacia do rio Sepotuba. Esse fato, juntamente com o papel desempenhado pelo turismo e pela presença da reserva indígena rio Formoso, tem ajudado na conservação ambiental da sub-bacia do rio Formoso e da sub-bacia do rio Juba, uma vez que a demarcação também se estende pela área da segunda bacia (Leandro, Rocha, Souza, 2020).

Assim, a cobertura nativa presente nas respectivas sub-bacias hidrográficas se sobrepõe à área da terra indígena, que possui apenas 189,79 km<sup>2</sup>, ou seja, 1,93% da área total da bacia hidrográfica do rio Sepotuba. Cabe salientar que seus limites margeiam o rio Juba, bem como as áreas de nascente do rio Formoso e que, portanto, desempenha papel fundamental para a preservação e conservação de importantes ambientes fluviais – nascentes e zona ripária –, bem como para a manutenção do próprio Complexo Hidrelétrico do rio Juba (Leandro, Rocha, Souza, 2020, p. 1452).

Contudo, para Leandro, Rocha e Souza (2020), o sistema fluvial do rio Juba também está sobre pressão em relação ao Complexo instalado na bacia, pois se trata de um sistema onde as represas seguram e controlam a água que escoar. Isso porque, após a construção dos barramentos, o rio Jubinha, passou a desaguar diretamente no lago da UHE Juba I. Além disso, o Córrego Toco de Aroeira passou a desaguar no trecho do canal natural a jusante, cerca de 4 km a montante da barragem UHE Juba II. Dessa forma, é incontestável que o Complexo Hidrelétrico construído no rio Juba controla não apenas o canal principal da sub-bacia hidrográfica do Juba, mas também alguns de seus afluentes, principalmente aqueles localizados à margem direita.

Há de esclarecer que o Assentamento Antônio Conselheiro, na sub-bacia hidrográfica do rio Juba, perdeu 59,49% de Formação Florestal entre 2009 e 2020. Em 2015 a área de agricultura passou a ocupar 7,02% da área do Assentamento

Antônio Conselheiro incluindo cultivos diversificados em pequena escala para o consumo próprio e venda no comércio local (Silva; Queiroz; Galvanin, 2017).

Contudo, na porção inserida no sul da bacia hidrográfica do rio Juba, não é essa a realidade, pois em 2009, a pecuária se destacou com 14,28 km<sup>2</sup>, 57,09% da área total. Em 2020 a pastagem aumentou para 18,30 km<sup>2</sup> (73,17% da área total), expansão que causou a supressão da Formação Florestal. Ainda, de 2009 para 2020, verificou-se a inserção da soja e de outras culturas temporárias no assentamento, mesmo que com áreas ínfimas: 0,004 km<sup>2</sup> e 0,012 km<sup>2</sup>, respectivamente.

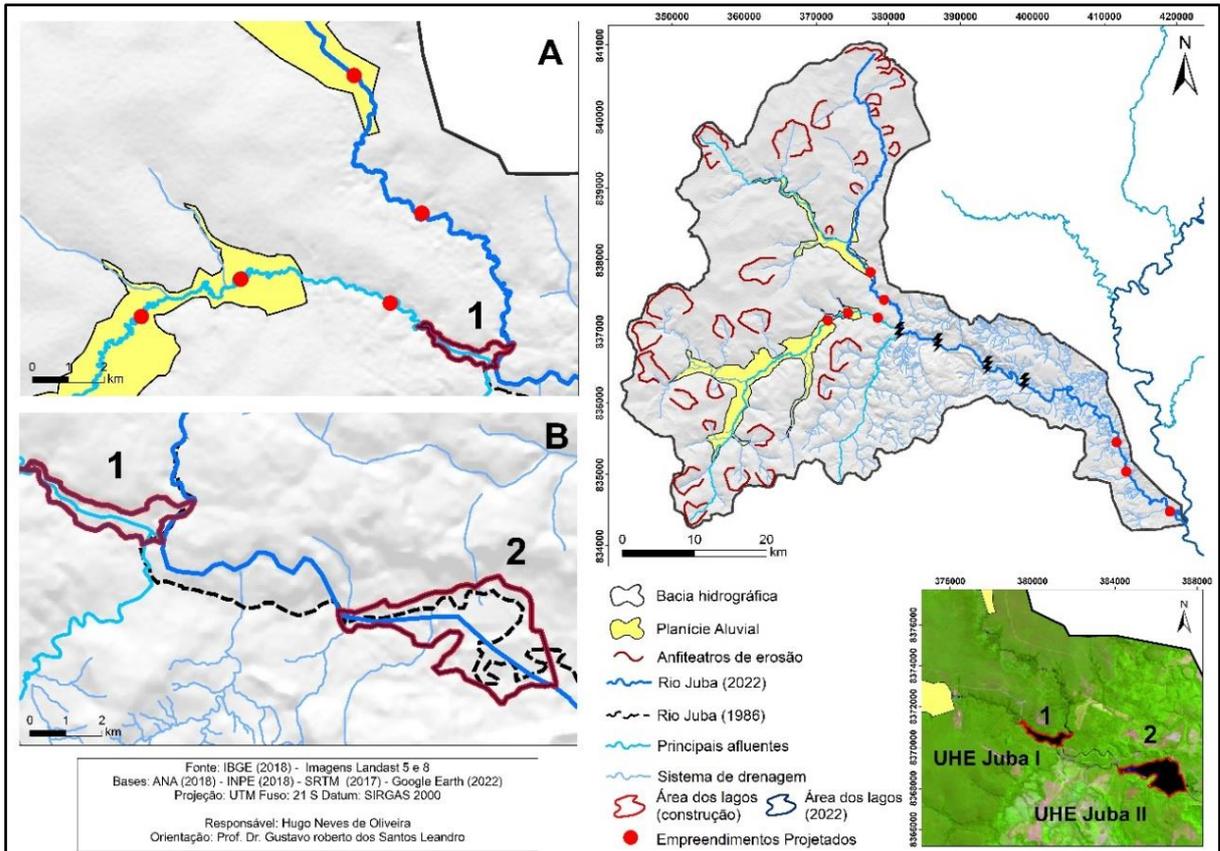
A título de comparação, um estudo realizado por Silva, Queiroz e Galvanin (2017), por meio do uso do Índice de Transformação Antrópica (ITA) proposto por Lèmechev (1982), foi possível concluir que o Assentamento Antônio Conselheiro (AAC), a partir das alterações no uso da terra, passou da condição de regular, 1995, para degradado, em 2015.

#### **4.3. Mudanças morfológicas, características sedimentares e hidrodinâmicas**

Os empreendimentos hidrelétricos que compõem o Complexo Juba foram instalados no próprio rio Juba. Contudo, no primeiro trecho, o lago 1 atinge não só o rio Juba, mas também dois importantes afluentes, sendo o rio Jubinha e o córrego Toco de Aroeira (Figura 24A). Destacam-se ainda empreendimentos projetados para o rio Juba com mais cinco possíveis barragens ao longo do sistema fluvial à montante dos empreendimentos já consolidados.

Contudo destaca-se que os lagos 1 e 2, são embasados por rochas da Formação Morro Cristalino, ao contrário das áreas escolhidas para os novos empreendimentos (três barragens), pois são trechos aluviais dos rios Juba e Jubinha. Destaca-se ainda que os referidos lagos localizam-se a jusante da planície aluvial do rio Jubinha, afluente da margem esquerda, onde, por sua vez, estão projetados mais dois empreendimentos, área embasada pela Formação Utariti (Figura 24A).

Figura 24. Principais mudanças na morfologia do sistema fluvial do rio Juba, Mato Grosso.



Fonte: Trabalho de Gabinete (2022) adaptado de Leandro (2020).

Entre o primeiro e o segundo lago, as principais alterações no canal fluvial do rio Juba incluem a transposição de água com a construção de canal artificial de 3,46 km, o qual é um afluente atingido pela intervenção (Figura 24B). Com a construção do lago 2, houve o alagamento de novas áreas anteriormente não inundadas, atingindo o baixo curso de afluentes de primeira a terceira ordem.

Destacam-se trechos inundados de quatro afluentes de primeira ordem. Por sua vez, o próprio rio Juba foi impactado, pois em 1986 o canal fluvial, sinuoso, possuía 7,72 km de extensão, mas, com a construção do barramento, alterou-se sua fisiografia e morfologia (Figura 24B).

Dessa forma, as principais alterações identificadas no rio Juba estão associadas, principalmente, à formação dos reservatórios. Com isso, houve mudanças morfológicas e, hidrodinâmicas que ocorrem a partir das barragens a montante (lagos 1 e 2), e em cascata (lagos 3 e 4), ou seja, alterações na fisionomia e fisiologia do canal. O que, conseqüentemente, causou transformações nos



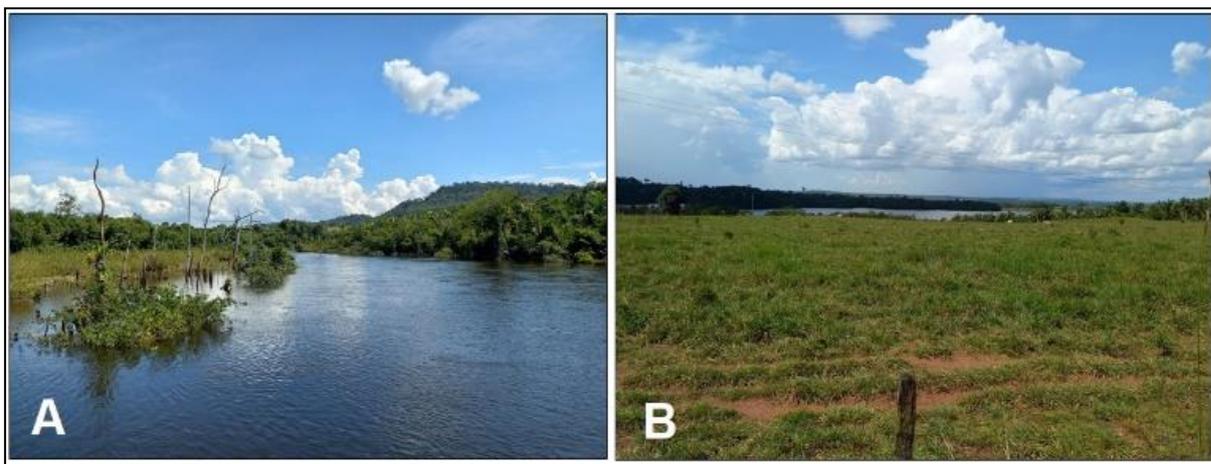
Entre os lagos 2 e 3, um trecho de 2,49 km, foi desviado por uma construção de canal artificial (Figura 25A). No antigo canal, registrou-se a ocorrência de ilha fluvial em trecho sinuoso. Ainda, destaca-se o alagamento de um trecho do rio Juba com a formação do lago 2, o que implica na hidrodinâmica do sistema que, em trechos não alterados do sistema fluvial, apresentam corredeiras e quedas d'água.

Nesse contexto, Zarf *et al.* (2019) ponderam que a construção de usinas hidrelétricas compromete a funcionalidade do canal fluvial. Conforme discutido por Ritela (2014), as alterações causadas pela instalação de barragens atingem diversas variáveis e diferentes ordens no ambiente fluvial, desencadeando efeitos que podem abranger desde o pontual, enquanto local da construção do empreendimento e periferias, até longas distâncias a jusante, podendo comprometer até mesmo a bacia hidrográfica como um todo.

A caracterização dos aspectos geológico-geomorfológicos, presentes na bacia hidrográfica do rio Juba, contribuíram para a identificação dos diferentes padrões de drenagem e do canal, tais como trechos retilíneos e curvas em “cotovelo” com vales encaixados e leito misto (areno-rochoso). Essas características também contribuíram para a instalação do Complexo Hidrelétrico Juba, seja as UHEs e as PCHs. Os lagos formados com a construção das barragens encontram-se entre a Serra do Roncador – Salto do Céu e a Depressão do Alto Paraguai sob as rochas metamorfizadas da Formação Morro Cristalino.

Contudo, as mudanças de ordem hidrológica e hidrodinâmica corroboraram para modificações na vegetação e na fauna aquáticas; modificação na vegetação ciliar e, bem como na área de planície, com a submersão das formas de relevo, inundação de espécies vegetais, entre outros (Figura 26A).

Figura 26. A - PCH Graça Brennand (ao fundo controle estrutural com morros); B – Área de pastagem no primeiro plano e o lago no segundo plano, Mato Grosso.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

*In loco*, verificou-se a ocorrência de espécies nativas, associadas às áreas de Cerrado no entorno da PCH Graça Brennand. Entretanto, constatou-se a submersão de parte da cobertura vegetal devido à dinâmica do lago. Além do mais, a ocorrência de pastagens no entorno da PCH Pampeana, em áreas de solos arenosos, tem contribuído para surgirem processos erosivos o que, por sua vez, contribui para o transporte de material sedimentar para o leito do rio (Figura 26B).

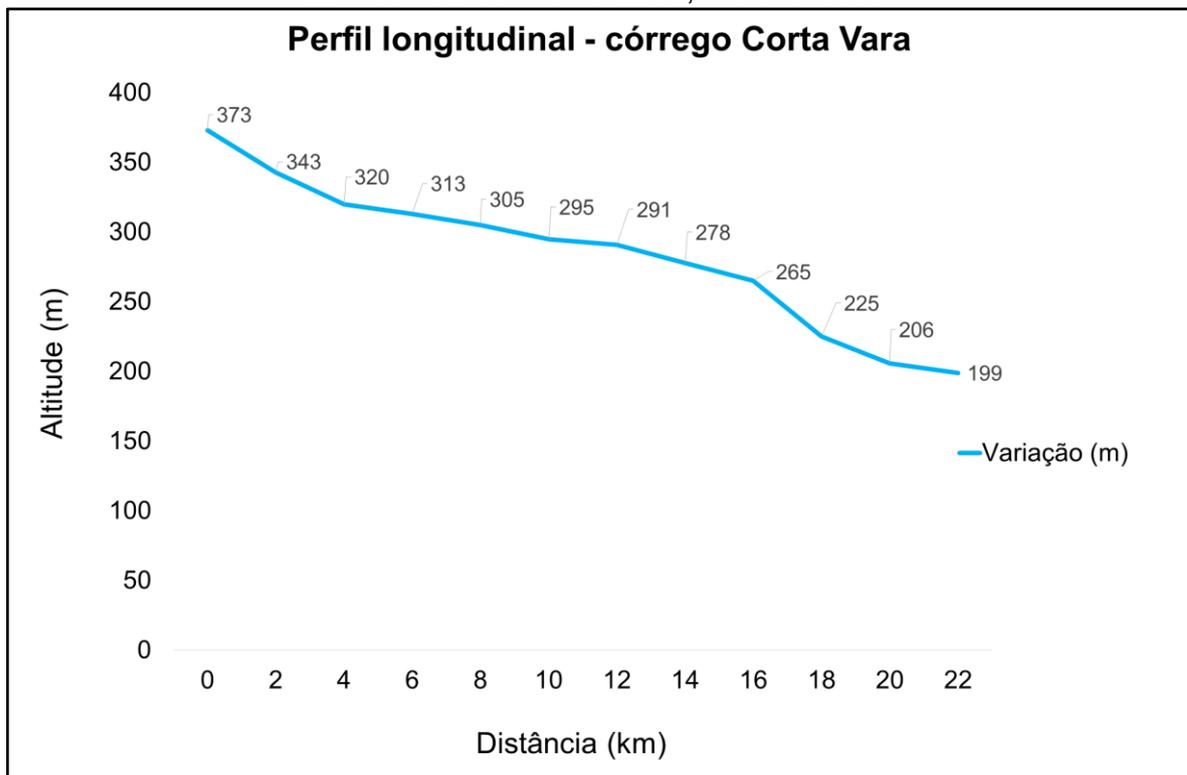
Nesse contexto, salienta-se que mais de 89% das unidades litoestratigráficas, presentes na bacia hidrográfica do rio Juba, correspondem a materiais sedimentares, com ou sem alteração por metamorfismo. Destacam-se os conglomerados, materiais arenosos, silte e argila, sobretudo no alto curso da bacia, a montante dos empreendimentos hidrelétricos, o que, eventualmente, poderá comprometer a vida útil das barragens.

#### 4.3.1. Hidrodinâmica e características sedimentares sazonal

A jusante do Complexo Hidrelétrico Juba, desagua um importante afluente pela margem esquerda, cuja bacia hidrográfica é utilizada para diversas atividades econômicas, voltadas, sobretudo, para a agricultura. Destacam-se propriedades produtoras de banana, mandioca, feijão, entre outros. Além disso, ocorrem extensas áreas de pastagem utilizadas pelo setor pecuário. Na sub-bacia hidrográfica do córrego Corta Vara também se localiza a Gleba Triângulo, localidade pertencente ao município de Tangará da Serra, Mato Grosso.

O córrego Corta Vara possui 20,07 km de extensão e foi classificado como canal de quarta ordem na hierarquia fluvial (Figura 27). Tratando-se, portanto, de um importante elemento modelador do relevo, do ponto de vista morfométrico, pois sua altimetria possui variação de 174 m. Nas perspectivas morfológica e hidrodinâmica, verificou-se que se trata de um afluente dinâmico. Durante a pesquisa de campo, constatou-se, por relato, que, no ano de 2021, ocorreram duas cheias com o transbordamento da água.

Figura 27. Variação altimétrica do córrego Corta Vara da nascente até a sua confluência com o rio Juba, Mato Grosso.



Fonte: Trabalho de Gabinete (2023).

As margens na seção transversal 1 do córrego Corta Vara apresentaram altura de 3,95 m (margem direita) e 4,18 m (margem esquerda), enquanto na seção transversal 2, a jusante, apresentaram 3,39 m (margem direita) e 3,62 m (margem esquerda). Seu canal percorre sobretudo trechos sobre a Formação Morro Cristalino com rochas metamórficas, e Serra do Rio Branco, cuja litologia é composta de rochas magmáticas intrusivas e extrusivas como riodacitos, granitos pórfiros, andesitos, dacitos.

Em seu alto curso (seção transversal 1) identificou-se leito rochoso, com rochas afloradas, devido ao baixo nível da água no córrego (período de seca). Fragmentos de arenitos e quartzitos puderam ser coletados no local, o que evidencia a ocorrência, e influência da Formação Morro Cristalino, e também da Formação Araras, que concentra resíduos intrusivos de origem magmática. Desse modo, os materiais litológicos presentes em seu leito e a altura de suas margens indicam intenso processo de incisão do canal até o ponto de contato com rochas mais resistentes (Figura 28).

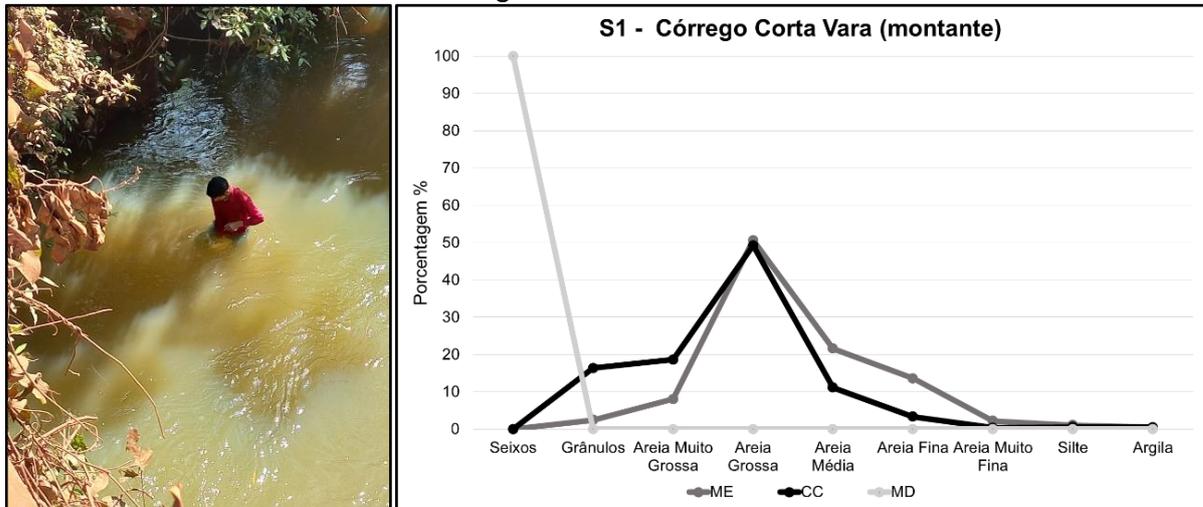
Figura 28. Embasamento rochoso aflorado no leito do córrego Corta Vara, afluente da margem esquerda do rio Juba, Mato Grosso.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Entretanto, em meio ao material rochoso, ocorrem sedimentos de diferentes granulometrias, sobretudo materiais arenosos. Na seção transversal 1, por exemplo, 100% da amostra coletada na margem direita apresentou fragmentos rochosos, associados a afloramentos (Figura 29). Por seu turno, no centro do canal e, em sua margem esquerda, os sedimentos de fundo apresentaram composição, predominantemente, de areia grossa (49,20% e 50,62%, respectivamente). Destaca-se também o percentual de areia muito grossa (18,60%) no centro do canal, e de areia média à fina na margem esquerda (21,56% e 13,60%).

Figura 29. Coleta de amostras dos sedimentos de fundo e sua composição granulométrica.

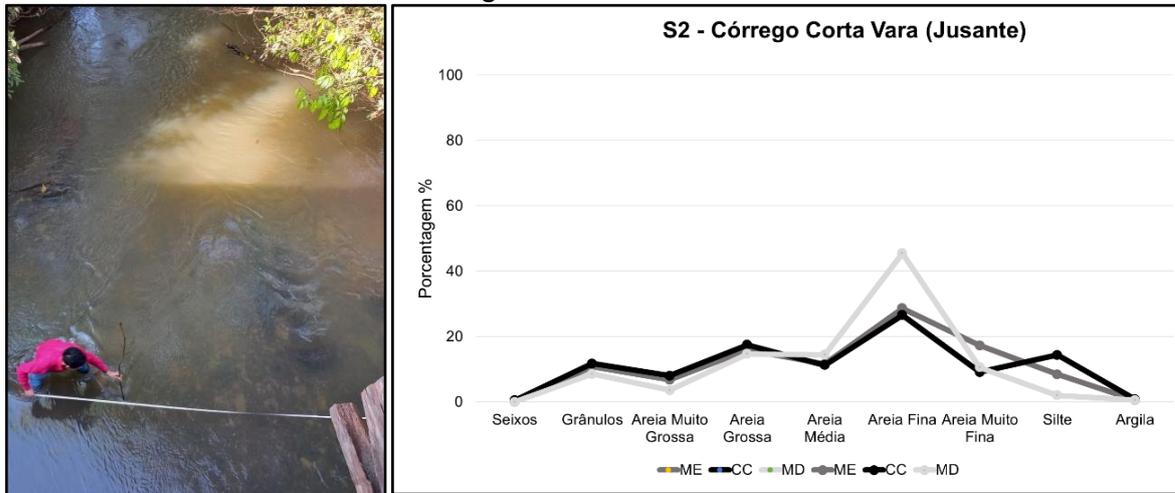


Fonte: Trabalho de Campo, Análises Laboratoriais e de Gabinete (2022).

Na seção transversal 2, próximo a foz, não se registrou ocorrência de afloramentos rochosos. Ainda, ao contrário da seção transversal 1, houve maior heterogeneidade nos tipos de sedimentos de fundo, associado à intenso aporte de sedimentos que, parcialmente, contribuíram para assoreamento do canal a partir de sua deposição.

Os materiais arenosos variaram de areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina à areia muito fina. Os maiores percentuais de areia fina com maior ocorrência na margem direita (45,50%). No centro do canal e na margem esquerda a concentração foi de 26,58% e 28,63%, respectivamente. Ainda, comparado a seção transversal 1, ocorreram maiores concentrações de silte e argila (Figura 30).

Figura 30. Coleta de amostras dos sedimentos de fundo e sua composição granulométrica.



Fonte: Trabalho de Campo, Análises Laboratoriais e de Gabinete (2022).

Por essa razão, considera-se que a ocorrência de sedimentos arenosos e de frações de silte e de argila pode ter relação com os usos e ocupação da terra. Isso porque, durante trabalho de campo, validou-se a ocorrência de solo exposto às margens do canal, cuja morfologia da área contribui para o aporte do material para o córrego.

Assim, destaca-se o papel da concentração de fluxo de água das chuvas para o canal e, conseqüentemente, do aporte de sedimentos, tendo em vista que sobre o córrego Corta Vara foram instaladas pontes que ligam estradas não asfaltadas na região.

Em relação a hidrodinâmica do córrego Corta Vara, houve diminuição da vazão na seção transversal 2, a jusante, em relação à seção transversal 1, a montante. Na primeira seção transversal, o canal apresentou profundidade média de 0,94 m, que, associado à largura em nível d'água, resultou em área maior ocupada por seu fluxo. Por sua vez, na seção transversal, o assoreamento parcial do canal pode ter contribuído para tais condições (menor profundidade) associado à largura do canal. A dinâmica do córrego Corta Vara, que envolve a relação das suas dimensões e o fluxo d'água, e as conseqüentes alterações provocadas pela sedimentação, ficou definida na Tabela 6.

Tabela 6. Variáveis hidrodinâmicas do córrego Corta Vara, afluente da margem esquerda do rio Juba, Mato Grosso.

Seção transversal	Largura (m)	Profundidade Média (m)	Área da seção (m <sup>2</sup> )	Velocidade Média (m <sup>3</sup> /s <sup>-1</sup> )	Vazão (m <sup>3</sup> /s <sup>-1</sup> )	Carga suspensa média mg/L <sup>-1</sup> )	Descarga Sólida (ton/dia)
1	9,41	0,94	8,85	0,36	3,18	72,6	19,97
2	7,26	0,49	3,56	0,37	1,33	105,33	12,12

Fonte: Dados de campo (2022).

Cabe salientar que o canal do córrego Corta Vara na seção transversal 1 está em um trecho de corredeira, devido aos afloramentos rochosos, com fluxo turbulento, o que corroborou para a descarga sólida de 19,97 ton/dia, mesmo com menor concentração suspensa em relação à seção transversal 2. A segunda seção transversal, mesmo com concentração suspensa de 105,33 ton/dia, apresentou menor descarga, associada a baixa vazão (58,17% em relação à vazão da seção 1).

Os aspectos físico-ambientais, sobretudo geológico-geomorfológicos, são importantes do ponto vista energético, pois se sabe que, além da dos quatro empreendimentos hidrelétricos já instalados, há outros projetados em pontos a montante e a jusante (Leandro e Rocha, 2020).

Assim, destaca-se que o rio Juba é um importante rio de planalto com distintos embasamentos geológicos, que influenciam a configuração da bacia hidrográfica a partir de processos morfoclimáticos, sobretudo com os processos fluviais (leito rochoso, misto e arenoso).

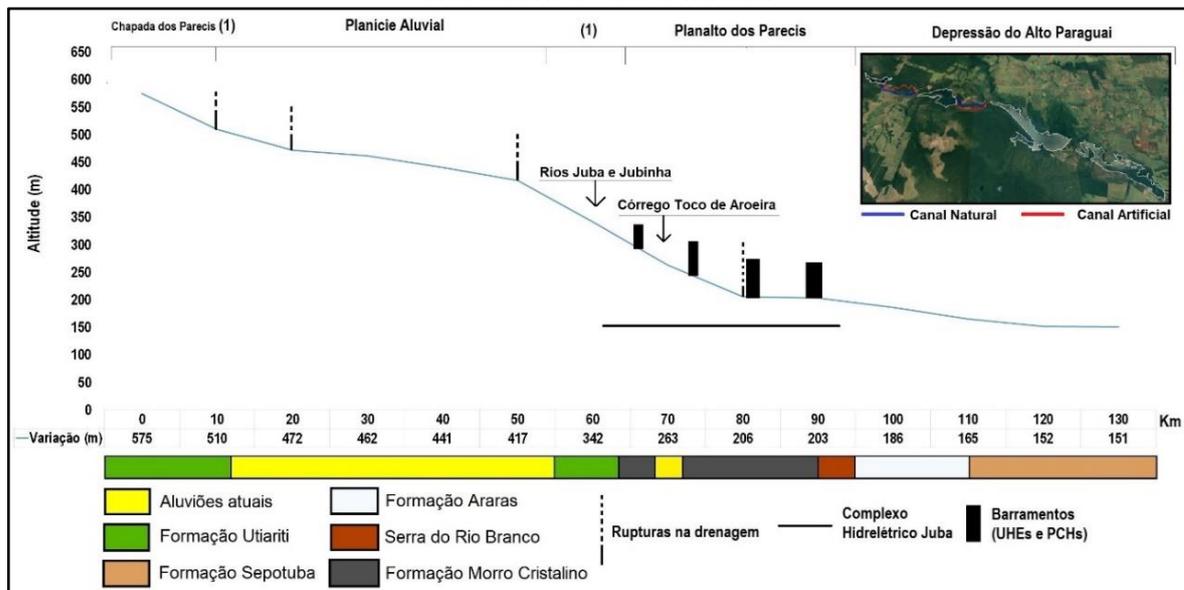
Soma-se a esses fatores a influência do processo de uso e ocupação da bacia, que registra intenso uso para o desenvolvimento da pecuária e da agricultura. É sabido que tais processos, principalmente a agricultura, são realizados a partir da retirada da cobertura vegetal, o que pode, conseqüentemente, aumentar o aporte de sedimentos descarregados na bacia e no canal principal.

Além das características físicas inerentes à bacia hidrográfica do rio Juba, sobretudo suas litologias e classes de solos, corroboram para as dinâmicas dos canais fluviais os usos e a ocupação, e mais recentemente as intervenções diretas no rio Juba. Nesse contexto, foram caracterizadas duas seções transversais no rio Juba; a primeira entre barragens e a segunda em sua foz.

Na primeira seção transversal do rio Juba, entre as PCHs Graça Brennand e Pampea, o leito do canal apresentou características rochosas. Com base no

mapeamento geológico, trata-se de litologias da Formação Morro Cristalino, constituída por rochas sedimentares clásticas metamorfizadas e por conglomerados (Figura 31).

Figura 31. Perfil longitudinal do rio Juba, com destaque para as litologias que embasam o canal fluvial.



Fonte: Leandro (2020).

Em relação ao fluxo de água, é preciso considerar que a seção transversal 1 do rio Juba encontra-se em um trecho curto entre os lagos 3 e 4. Isso porque, sua dinâmica é influenciada pelo controle das barragens, ou seja, abertura e fechamento. Dessa forma, destacam-se os valores superiores de vazão (+139,40%) e descarga sólida (+131,53%) na seção transversal 1, sobretudo ao considerar a área da seção molhada (+396,53%), mesmo com a ocorrência de maior velocidade (+107,41%) e concentração suspensa (+3,39%) na foz do rio Juba, seção transversal 2 (Tabela 7).

Tabela 7. Variáveis hidrodinâmicas do rio Juba, Mato Grosso.

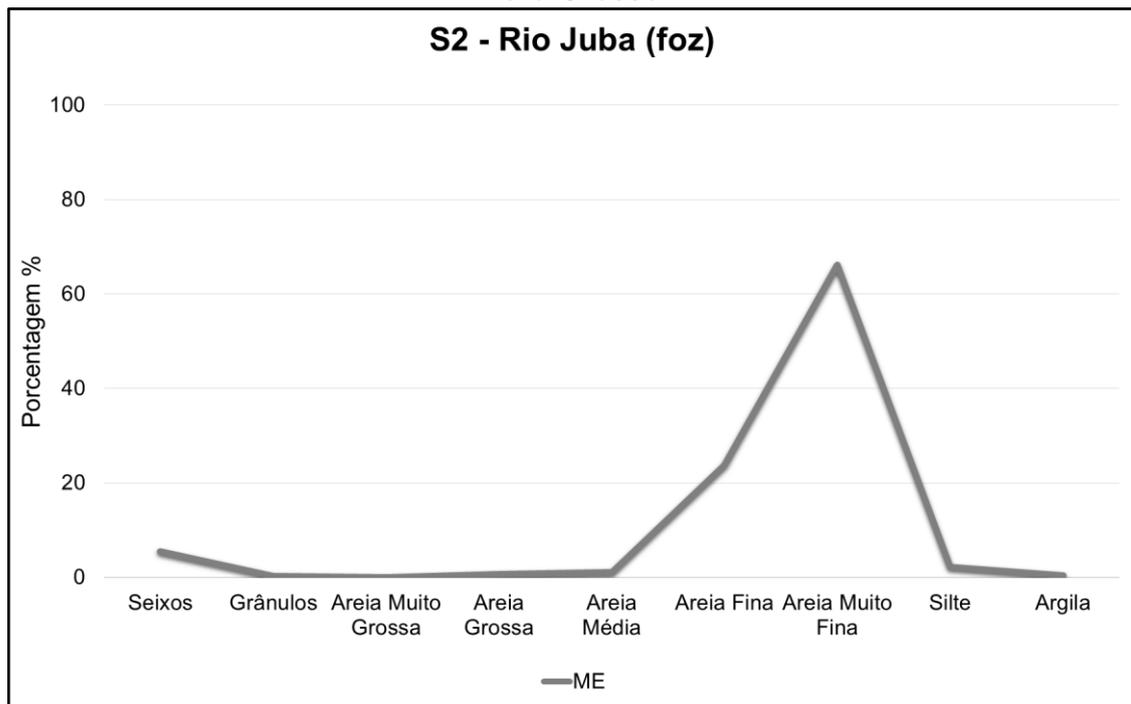
Seção transversal	Largura (m)	Profundidade Média (m)	Área da seção (m <sup>2</sup> )	Velocidade Média (m <sup>3</sup> /s <sup>-1</sup> )	Vazão (m <sup>3</sup> /s <sup>-1</sup> )	Carga suspensa a média (mg/L <sup>-1</sup> )	Descarga Sólida (ton/dia)
1 – Entre barragens	58,23	3,78	220,11	0,54	118,86	29,47	302,64
2 – Foz	41,82	1,06	44,33	1,12	49,65	30,47	130,71

Fonte: Dados de Trabalho de Campo (2022).

Na seção transversal 2 do rio Juba, registrou-se a ocorrência de afloramentos rochosos, mas também de sedimentos arenosos em sua margem esquerda. Destaca-

se maior percentual de areia muito fina com 66,16%, seguido de areia fina com 23,77% e seixos com 5,41% (Figura 32). O que caracteriza o canal fluvial nesse trecho como leito rochoso, mas com ocorrência de sedimentos transportados. A característica de leito rochoso se repete no rio Sepotuba, a montante e a jusante da foz do rio Juba.

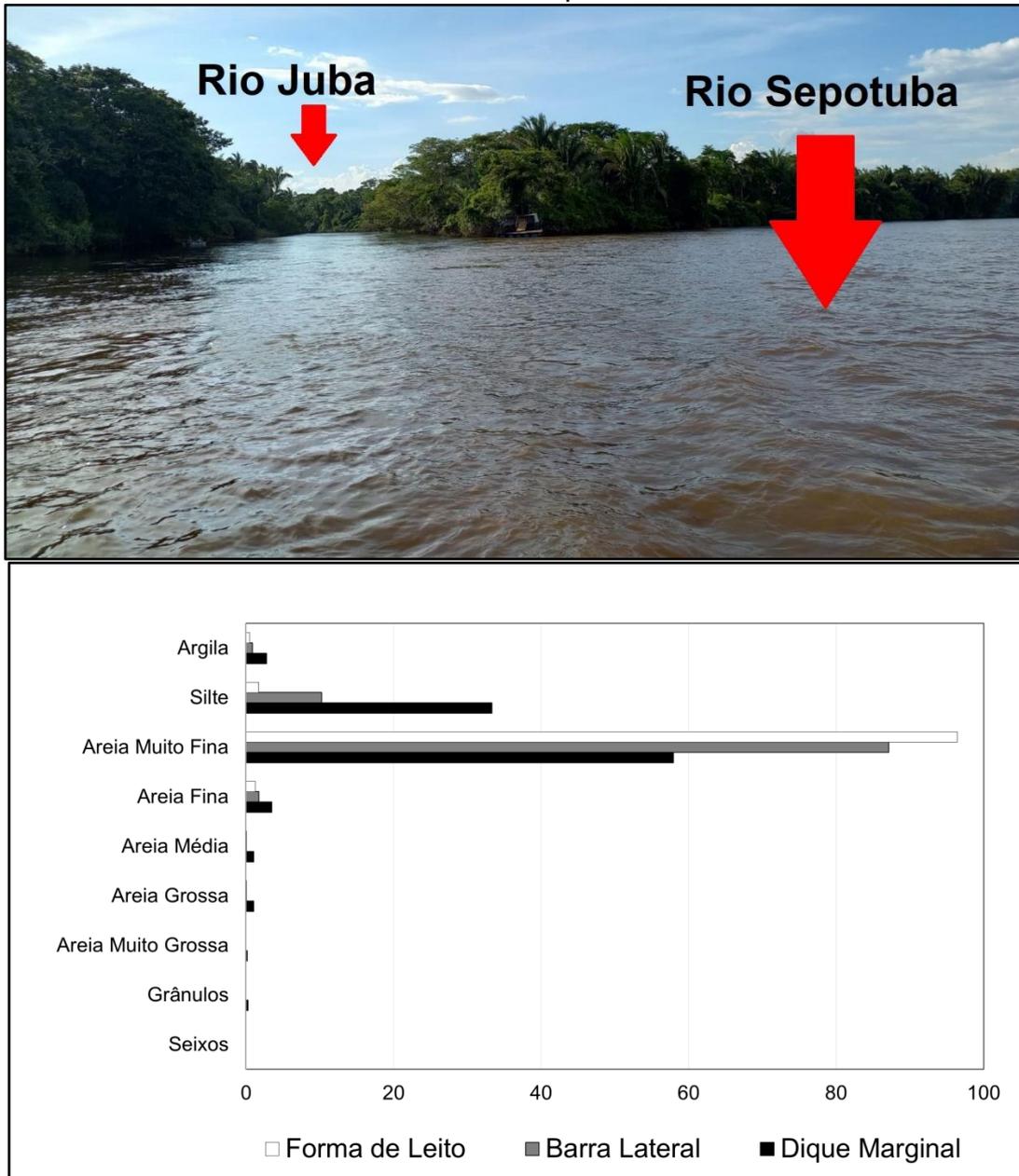
Figura 32. Composição granulométrica dos sedimentos de fundo na foz do rio Juba, Mato Grosso.



Fonte: Trabalho de Campo, Análises Laboratoriais e de Gabinete (2022).

Contudo, na confluência entre os rios Juba e Sepotuba, foram identificados três tipos de depósito de canal, com a forma de leito, barra lateral e dique marginal. A forma de leito apresentou em sua composição 96,44% de areia muito fina, percentual granulométrico, que diminui progressivamente na barra lateral (87,17%) e no dique marginal (57,94%). Simultaneamente, houve o aumento nos percentuais de material mais fino, com maior concentração de silte e argila no dique marginal com 33,33% e 2,78%, respectivamente (Figura 33).

Figura 33. Composição granulométrica dos depósitos de canal presentes na confluência dos rios Juba-Sepotuba, Mato Grosso.



Fonte: Dados de laboratório (2022).

As características granulométricas dos depósitos de canal indicam fases deposicionais e estágios evolutivos de estabilização. Cabe salientar que a coleta dos materiais ocorreu no período de diminuição das chuvas na região, e início do período de vazante. E que, no próximo período de cheia esses sedimentos depositados, eventualmente, poderão ser novamente transportados, sobretudo da forma de leito e barra lateral, pela sua instabilidade em relação ao dique marginal.

No que diz respeito à hidrodinâmica, destaca-se o aumento da vazão de montante para a jusante (+37,47%) do rio Sepotuba, e deste em relação ao rio Juba (montante +151,44% e jusante +245,65%). Entretanto, reduziu-se a descarga sólida em - 4,16 ton/dia bem como, a carga suspensa média em – 18,57 mg/L<sup>-1</sup> (Tabela 08).

Tabela 8. Variáveis hidrodinâmicas do rio Sepotuba na confluência com o rio Juba, Mato Grosso.

Seção transversal	Largura (m)	Profundidade Média (m)	Área da seção (m <sup>2</sup> )	Velocidade Média (m <sup>3</sup> /s <sup>-1</sup> )	Vazão (m <sup>3</sup> /s <sup>-1</sup> )	Carga suspensa média (mg/L <sup>-1</sup> )	Descarga Sólida (ton/dia)
1 – Montante	112,23	0,9	101,01	1,24	124,84	67,10	723,78
2 – Jusante	95,33	1,57	149,67	1,15	171,62	48,53	719,62

Fonte: Dados de campo (2022).

Em estudo realizado por Leandro (2020) o rio Sepotuba, em sua foz, apresentou vazão de 242,42 m<sup>3</sup>/s<sup>-1</sup> (abril de 2017). Volume superior em 41,25% em relação à segunda seção transversal monitorada no rio Sepotuba, a jusante da foz do rio Juba (abril de 2022). Logo, constata-se o aumento de volume de água em relação à confluência do principal tributário da bacia hidrográfica do Sepotuba.

Destaca-se também a menor velocidade registrada pelo autor, de 0,597 m/s<sup>-1</sup> e, inversamente, maior profundidade, com 4,66 m (abril de 2017). É preciso salientar, novamente, que os rios Juba-Sepotuba possuem leitos rochosos e corredeiras. Enquanto o rio Sepotuba, no baixo curso, faz confluência com o rio Paraguai, encontra-se em trecho aluvial da planície e pantanais mato-grossenses. Logo, são distintas as litologias, morfologia e padrão de canal, curso da bacia, entre outros aspectos que implicam em suas características e hidrodinâmica.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na sub-bacia hidrográfica do rio Juba, ocorrem distintos compartimentos geomorfológicos. Destacam-se a Chapada e Planalto dos Parecis e a Serra do Roncador juntamente com a Depressão do Alto Paraguai. Tais morfoesculturas ocorrem sobre litologias metamorfizadas e magmáticas, mas que também apresentam materiais aluviais e sedimentares. Importante registrar a ocorrência de associações pedológicas de solos arenosos, principalmente Neossolo Quartzarênico, pois o uso intensivo pode colaborar para processos erosivos, acúmulo de sedimentos e para seu aporte ao sistema fluvial, com efeitos para os próprios empreendimentos hidrelétricos conforme constatado em trabalho de campo.

As transformações na sub-bacia hidrográfica do rio Juba se intensificaram ao longo dos últimos trinta e cinco anos. A colonização sulista, associada às formas de uso, além da exploração do setor hidrelétrico, colaboraram para a modificação de sua paisagem com a intervenção do espaço, predominantemente agropecuário.

Dessa forma, a partir da análise espaço-temporal das dinâmicas e arranjos espaciais na bacia hidrográfica do rio Juba, constatou-se a presença da pastagem como a principal forma de ocupação desde 1985. Contudo, verificou-se seu progressivo avanço associado ao uso pecuário. Em relação às culturas temporárias, desenvolvidas até então em pequenas e médias propriedades, houve aumento, mas com decréscimo nos períodos seguintes. Esse processo se deu pelo predomínio das monoculturas.

Nesse contexto, é preciso rever a criação de três territorialidades em meio às apropriações que se deram ao longo dos anos na sub-bacia hidrográfica do rio Juba. Primeiramente a criação e a efetivação da Terra Indígena Rio Formoso (1985-1991), a criação e desapropriação do Assentamento Triângulo (1994), e do Assentamento Antônio Conselheiro (1996-1997).

Dos três, o maior percentual de conservação da cobertura vegetal ocorre na Reserva Indígena, embora tenha sido introduzida a soja nos limites da Chapada dos Parecis. No Assentamento Triângulo, há diversidade na produção, sobretudo no entorno do córrego Corta Vara, afluente do rio Juba, pela margem esquerda. Em trabalho de campo verificou-se a ocorrência da produção de banana, mandioca, hortaliças, sobretudo para a escala local, cuja maioria dos produtos são

comercializados no Distrito Triângulo. Para tal empreitada, os produtores fazem uso da prática de irrigação em algumas propriedades. Contudo, é preciso salientar o avanço da soja no respectivo assentamento, o que pode resultar em conflitos de uso e de interesse. Por sua vez, no Assentamento Antônio Conselheiro, embora haja pequenos produtores familiares, ainda há o predomínio da pecuária, tendo em vista que a maior parte da área é ocupada por pastagens.

Registre-se que, em relação ao sistema fluvial, o rio Juba e seus afluentes são utilizados para abastecimento humano e animal, para pesca (destaca-se tal prática pela população indígena e não indígena), lazer, turismo (sobretudo nas cachoeiras formadas no rio Juba), irrigação (assentamentos), mas principalmente, a intervenção direta para a produção de energia. Nos anos analisados, houve aumento das áreas úmidas, mais precisamente das lâminas d'água, associadas à formação de lagos do setor hidrelétrico.

Desse modo, as principais mudanças morfológicas, com impactos hidrológicos e hidrodinâmicos, identificadas no sistema fluvial, foram o alagamento de afluentes, alteração no padrão de canal do rio Juba, sobretudo no trecho da UHE Juba II, a conversão de ambientes lóticos com corredeiras em ambientes lênticos. Houve, ainda, formação de mais dois lagos (2008 e 2009) a jusante, classificados como PCHs, mas com áreas superiores às chamadas UHEs (1995) a montante.

Nas áreas alagadas, destaca-se também a extinção de coberturas vegetais, conforme verificado em trabalho de campo, o que, por sua vez, nesse contexto, também contribuiu para a perda de áreas agrícolas. Cabe salientar que os limites do Assentamento Triângulo se encontram em contato com a PCH Pampeana.

Desse modo, a existência de formações cristalinas e morrarias, predominantes no médio curso do rio Juba, colaborou com a construção dos empreendimentos hidrelétricos ali instalados. Entretanto, no alto e baixo curso da bacia hidrográfica, ocorrem distintas formações geológicas e unidades morfológicas, daquelas identificadas no trecho barrado, recobertas por solos arenosos.

Nesse sentido, é preciso efetivamente monitorar a sua hidrodinâmica sazonal, haja vista que, conforme constatado na coleta de dados em trabalho de campo e as análises laboratoriais, os afluentes do rio Juba possuem capacidade e competência para transporte de sedimentos de fundo. Além do mais, a partir das características

morfológicas das margens do córrego Corta Vara, deve-se considerar seu alto poder incisivo, devido ao enchimento nos períodos de cheia.

Logo, constata-se a intensa apropriação do relevo, solos e da água na bacia hidrográfica do rio Juba, o que demanda um planejamento e gerenciamento efetivo, a partir do entendimento de suas dinâmicas de ordem física, biológica e dos sistemas produtivos ali instalados.

Assim, destaca-se o fato de os trechos com projeções de instalação de novas UHEs e/ou PCHs serem importantes do ponto de vista geomorfológico patrimonial (cachoeiras e corredeiras); por suas conectividades, a exemplo do Córrego Corta Vara, por ser um dos principais afluentes que ainda desagua em trecho não alterado; como também do ponto de vista turístico (beleza cênica e balneabilidade).

Com isso, coloca-se em debate a projeção de outras instalações ao longo do perfil longitudinal do rio Juba. Os futuros empreendimentos devem se submeter aos estudos mais detalhados sobre as formas de relevo, constituição dos materiais litológicos e pedológicos, regime das chuvas e vazão (deca-anual e sazonal) e os impactos diretos no sistema fluvial, especialmente levar em conta não só o próprio rio Juba, mas, também toda a bacia hidrográfica do rio Sepotuba e, conseqüentemente, do rio Paraguai (rio tronco do Pantanal).

## 6. REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER. A. N. **O que é ser geógrafo**: memórias profissionais de Aziz Nacib Ab'Sáber. Rio de Janeiro: Record, 2007.
- AB'SÁBER. A. N. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALVES I. C. C.; EL-ROBRINI, M.; SANTOS, M. L. S.; MONTEIRO, S. M.; BARBOSA, L. P. F.; GUIMARÃES, J. T. F. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). **Acta Amaz**, Manaus. v. 42, n. 1, p. 115-124, 2012.
- ANDRADE, L. N. P. S. **Efeitos da implantação da UHE Colíder na dinâmica fluvial e na qualidade da água do curso médio do rio Teles Pires (Mato Grosso)**. 2019. 262 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos – UFScar, São Carlos – SP, 2019.
- BARBOSA, L.; GONÇALVES, D. A paisagem em geografia: diferentes escolas e abordagens. *Élisée*, **Rev. Geo**. UEG – Anápolis, v. 3, n. 2, p. 92-110, jul./dez. 2014.
- BARRELLA, W. *et al.* As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. *In*: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO; H. F. (Ed.) **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.
- BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B.; ASSINE, M. L. Ambientes deposicionais e evolução estratigráfica do cretáceo superior da bacia dos Parecis. **Geociências**, v. 33, n. 3, p. 429-448, 2014.
- BERMANN, C. Impasses e controvérsias da hidreletricidade. **Estudos Avançados**, v. 21, n. 59, p.139-153, 2007.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **RA'EGA**. Curitiba-PR, n. 8, p. 141-152, 2004.
- BINDANDI, N. M. **Evolução da navegação, morfologia e sedimentação no rio Paraguai no município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil**. 125 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2014.
- BOTELHO, R. G. M.; DA SILVA, A. S. **Bacia hidrográfica e qualidade ambiental**. *In*: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. Reflexões sobre a geografia física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- BRAGA, R. M. O espaço geográfico: um esforço de definição. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, Nº 22, pp. 65 - 72, 2007.
- BRASIL. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA. Portaria INCRA/SR (13) nº 109, de 12 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a destinação de imóvel para fins de Reforma Agrária e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15 dez. 1997. Seção 1, p. 27.
- BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. **Limnologia Fluvial**. São Carlos: RIMA, 2003.

- BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; CHAGAS, A. C.; EBERHARD, T. D. Clima e vegetação natural do estado do Rio Grande do Sul segundo o diagrama climático de Walter e Lieth. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 2, p. 91-100, 2007.
- CALHEIROS, D.; IKEDA CASTRILLON, S. K.; BAMPI, A. C. . Hidrelétricas nos rios formadores do pantanal: ameaças à conservação e às relações socioambientais e econômicas pantaneiras tradicionais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, p. 135-160, 2018.
- CARVALHO, R. G. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**. v. esp., n. 36, p. 36-43, 2014.
- CARVALHO, T. M. Avaliação do transporte de carga sedimentar no médio rio Araguaia. **Geosul**. v. 24, n. 47, p. 147-160. 2009.
- CARVALHO, T. M. Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 1, n. 1, p. 73-85. 2008.
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Editora Contexto, 1991. 147 p.
- CASTILLO, R.; FREDERICO, S. Espaço geográfico, produção e movimento: uma reflexão sobre o conceito de circuito espacial produtivo. **Soc. Nat.**, Uberlândia, v. 3, n. 22, p. 461-474. 2010.
- CAVALCANTE, L. V.; LIMA, L. C. Epistemologia da Geografia e espaço geográfico: a contribuição teórica de Milton Santos. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 22, n. 1, p. 061-075. 2018.
- CHRISTOFOLETTI. **Modelagem de sistemas ambientais**, Ed. Edgard Blücher, 1999.
- COELHO, A. L. N. **Alterações hidrogeomorfológicas no médio-baixo rio Doce-ES**. 2007. Tese. 245 f, (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação do Departamento de Geografia da Universidade Federal Fluminense - UFF, Rio de Janeiro. 2007.
- COELHO, A. L. N. Geomorfologia fluvial de rios impactados por barragens. **Caminhos de Geografia, Uberlândia**, v. 09, n. 26, p. 16-32, 2008.
- CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. *In*: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (orgs.) **Geomorfologia exercícios técnicas e aplicações**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 157-189.
- CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia e meio ambiente**. 5.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- CURVO, G. A. G. **Caracterização física por meio da abordagem morfopedológica da sub-bacia do córrego Dracena na bacia do Alto Paraguai: Município de Reserva do Cabaçal, MT**. 2008.140 f. Dissertação (Mestrado) –Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Cáceres, MT, 2008.
- DIEGUES, A. C. **Aspectos socioculturais e políticos do uso da água**. São Paulo: Nupaub-USP, 2005. Disponível em; <http://nupaub.fflch.usp.br/sites/nupaub.fflch.usp.br/files/color/agua.pdf>.

DUARTE, N. S.; MARÇAL, M. S. Conectividade da paisagem na bacia do rio Sana (RJ): relação entre áreas de captação efetiva e tipos de bloqueios. **Rev. Bras. Geomorfol. (Online)**, São Paulo, v.18, n.4, (out-dez) p.755-766, 2017.

DUBREUIL, V.; BARIOU, R.; PASSOS, M.; FERRAND, R.; NÉDÉLEC, V. Evolução da fronteira agrícola no centro-oeste de Mato Grosso: municípios de Tangará da Serra, Campo Novo do Parecis e Diamantino. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 463-478, maio/ago. 2005.

FÉLIX, E. A. **Morfologia, morfometria e dinâmica fluvial como subsídio para o planejamento dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Cabaçal – MT**. 2018. 173 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências Humanas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Cáceres – MT, 2018.

FERNANDES, B. M. **Os campos da pesquisa em Educação do Campo: espaço e território como categorias essenciais**. In: MOLINA, Mônica Castagna (Org.). Educação do Campo e Pesquisa: questões para reflexão. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2006. p. 27-40.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

Filho, J. A ocupação das terras na comunidade Córrego das Pedras no Sudoeste mato-grossense. **Cadernos CERU**, 30(2), 27-57. 2020. Disponível em <http://www.revistas.usp.br/ceru/article/view/169028>

FREITAS JUNIOR, D. S.; PINTO, V. R.; LIMA, A. C.; JONGMAN, R. H. G. Biodiversity and its drivers and pressures of change in the wetlands of the Upper Paraguay–Guapore Ecotone, Mato Grosso (Brazil). **Land Use Policy**, 47, p. 163-178, 2015.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. dos S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manuais técnicos em Geociências: manual técnico de uso da terra**. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manuais técnicos em Geociências: manual técnico da vegetação**. n. 1. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.

KOBIYAMA, M. Conceitos de zona ripária e seus aspectos geobiohidrológicos. In: Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias (1: 2003: Alfredo Wagner) Florianópolis: UFSC/PPGEA, **Anais...**, 2003. p.1-13. KUNKLE, S.H. Agua: su calidad suele depender del forestal. Unasyuva, 1974. p. 10-16.

LAZAROTO, A.C. ; ALNOCH, R. C. ; BLAETH, M.L. ; ROSA, M. . **Padrão Socioeconômico e Cultural dos moradores da Assentamento Antônio Conselheiro, Agrovila Serra dos Palmares, MT, Brasil..** In: II Fórum de Educação e Diversidade, 2008, Tangará da Serra., 2008, Tangará da Serra. II Fórum de Educação e Diversidade.2008, 2008.

LEANDRO, G. R S.; ROCHA, P. C.; SOUZA, C. A. Apropriação dos recursos hídricos e intervenções nos canais fluviais na bacia hidrográfica do rio Sepotuba, Alto Paraguai, Mato Grosso – Brasil. **Ciência Geográfica**, Bauru - XXIV - v. 24, n. 3, p. 1444-1461, janeiro/dezembro – 2020.

LEANDRO, G. R. S. **Interações hidromorfodinâmicas na bacia hidrográfica do rio Sepotuba – Alto Paraguai, Mato Grosso – Brasil**. 2020. 287 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Presidente Prudente – SP, 2020.

LEANDRO, G. R. S.; ROCHA, P. C. Expansão agropecuária e degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio Sepotuba - Alto Paraguai, Mato Grosso – Brasil. **Soc. Nat.**, Uberlândia, MG, v. 31, p. 1-21, 2019.

LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A.; NASCIMENTO, F. R. Sedimentos de fundo e em suspensão no corredor fluvial do rio Paraguai, Pantanal Norte mato-grossense, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 34, n. 2, p. 195-214, 2014.

LELI, I. T.; STEVAUX, J. C.; NÓBREGA, M. T. Produção e transporte da carga suspensa fluvial: teoria e método para rios de médio porte. **Boletim de Geografia**. v. 28, n. 1, p. 43-58. 2010.

LÉMECHEV, T. On hydrological heterogeneity catchment morphology and catchment response. **Journal of Hydrology**, v. 100, p. 357-375, 1982.

LIMA, C. S. **Uso e ocupação da terra, alterações morfológicas e hidrodinâmica no baixo curso do rio Cabaçal – Mato Grosso**. 2018. 171 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Faculdade de Ciências Humanas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Cáceres – MT. 2018..

LORENZON, T. H. **Dinâmica do uso da terra e as implicações na cobertura vegetal, na qualidade da água e no solo da bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso –Brasil**. 2016. 131f. Dissertação (Mestrado em Ambientes e Sistemas de Produção Agrícolas), Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Tangará da Serra –MT, 2016.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. André. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986. 99 p.

LUZ, C. C. da S.; RAMOS, A. W. P.; BARROS, C. A. de; NEVES, S. M. A. da S.; SILVA, J. dos S. V. da.; GALVANIN, E. A. dos S. NDVI e EVI aplicados à análise da dinâmica temporal da cobertura vegetal e usos da terra da bacia do córrego Padre Inácio – Mato Grosso, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 44, n. 35438, p.1-10, 2021.

MACHADO, P. O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à Hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

MATTOS, S. H. V. L; PEREZ FILHO, A. Complexidade e estabilidade em sistemas geomorfológicos: uma introdução ao tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 5, n. 1, p. 11-18, 2004.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **R. RAÍGA**, Curitiba, n. 8, 2004. p. 83-91.

MELO, M. T. de.; QUEIROZ, T. M. de. Qualidade da Águas na Proteção de Comunidades Aquáticas na Terra Indígena Rio Formoso, em Tangará da Serra-MT Região de Transição entre os Biomas Cerrado e Amazônia. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 10, n. 3, p. 66-77, set.-dez. 2020.

MELO, M. T. de.; QUEIROZ, T. M. de.; ARONI, B. O. Caracterização das fontes, dos usos e da percepção da qualidade da água na terra indígena Rio Formoso, em Tangará da Serra/MT. **Caderno CRH**, v. 36, e023007. 2023

MENDONÇA, F. **Geografia física: ciência humana?** 7. Ed. – São Paulo: contexto, 2001.

MIRANDA, M. R. da S.; NEVES, S. M. A. da S. Dinâmica da estrutura da paisagem da bacia hidrográfica do rio Jauru/Mato Grosso. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia-MG v. 20, n. 69, p. 63–77. mar/2019.

MORAES, A. C. R. **Geografia: pequena história crítica**. 15ª edição, São Paulo, Hucitec, 1997.

MOREIRA, R. **O que é geografia**. Primeiros Passos. - São Paulo: Brasiliense. 3.ed, 1998.

NASCIMENTO, O. A. A produção do espaço geográfico indígena Paresí em Mato Grosso: impactos e perspectivas socioeconômicas. UFMT. Mato Grosso, Brasil, Cuiabá. 2007. 153f. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2007. Disponível em: <<http://biblioteca.funai.gov.br/media/pdf/TESES/MFN-21005.pdf>>

NASCIMENTO, D. L.; GALVANIN, E. A. S.; RIBEIRO, H. V.; COCCO, J. Análise e previsões das ações antrópicas para a bacia do rio do Sangue - Mato Grosso/Brasil. **Revista de Estudos Sociais**, n. 34, v. 17, p. 52-63, 2015.

NASCIMENTO. W. M.; VILAÇA, M. G. Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento. **Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Três Lagoas-MS, n. 7, 2008.

OLIVEIRA, C. E.; Famílias e Natureza : As relações entre famílias e ambiente na construção da colonização de Tangará da Serra – MT. 2002. 244f. **Dissertação** (Mestrado em História) Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2002.

OLIVEIRA, J. D.; SOUZA, C. A.; SOUSA, J. B. de. Impacto do uso e ocupação da terra na cobertura pedológica de Neossolo Quartzarênico Órtico típico na cabeceira de drenagem do rio Branco. **Revista Geoaraguaia**, v.13 n. Esp. da Travessia à Resiliência – Cad. 1, 2023, p. 245-265.

PANIZZA, A. D.; FONSECA, F. P. Técnicas de interpretação visual de imagens. **Geosp – Espaço e Tempo**. n. 30, p. 30-43, 2011.

PAULA, W. C. de. **Alterações morfológicas no baixo curso do rio Cabaçal, MT no período entre 1990 a 2018**. 2019. 121 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Faculdade de Ciências Humanas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Cáceres – MT, 2019.

PESSOA, S. P. M.; GALVANIN, E. A. dos S.; NEVES, S. M. A. da S. Mapeamento do uso e ocupação da floresta aluvial no rio Paraguai - Barra do Bugres/Mato Grosso. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 6, p. 1295-1303, nov/dez/2014.

PESSOA, S. P. M.; GALVANIN, E. A. dos S.; NEVES, S. M. A. da S.; KREINTLOW, J. P. Análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio do Bugres - Mato Grosso, Brasil. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 163-174, 2013.

PESSOA, S. P. M.; GALVANIN, E. A. S.; KREITLOW, J. P.; NEVES, S. M. A. S.; NUNES, J. R. S.; ZAGO, B. W. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na interbacia do rio Paraguai médio - MT, Brasil. **Revista Árvore**. v. 37, n. 1, p. 119-128, 2013a.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1995.

RAMOS, A. L. D. **Análise integrada e estrutura da paisagem das áreas de proteção permanente e zona ripária do baixo rio Doce**. 2012. 226 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Vitória – ES, 2012.

RIBEIRO, H. V.; GALVANIN, E. A. dos S.; PAIVA, M. M. Análise das pressões antrópicas na bacia Paraguai/Jauquara-Mato Grosso. **Ciência e Natura**. v. 39 n.2, p. 378 – 389, 2017.

RITELA, A. **Empreendimentos para a produção de energia: efeitos geomorfológicos e hidrossedimentológicos no Alto Jauru - MT**. 2014. 203 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói, 2014.

ROCHA, P. C. Indicadores de alteração hidrológica no alto rio Paraná: intervenções. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 22, n. 1, p. 205-225, 2010.

ROCHA, P. C. Sistemas rio-planície de inundação: geomorfologia e conectividade hidrodinâmica. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 1, n. 33, p. 50-67, 2011.

ROCHA, P. C. **Geomorfologia e conectividade hidrodinâmica em sistemas fluviais aluviais: uma revisão conceitual**. 2015. 55 f. Relatório. Estágio de Pós-Doutoramento – Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente (GEMA) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (PEA) - Universidade Estadual de Maringá / School of Environmental Science – University of Liverpool (uk), Maringá/Liverpool, 2015.

ROSS, J. L. S.; FIERZ, M. S. M. **Algumas técnicas de pesquisa em Geomorfologia**. In: VENTURI, L. A. B. (Org.). *Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 69-84.

SANTOS, J. W. M. C. Ritmo Climático e Sustentabilidade socioambiental da agricultura comercial da soja no Sudeste de Mato Grosso. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, v. 1, n. esp., p. 1-20, 2005.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção /.** - 4. ed. 2. reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SCHIER, R. Trajetórias do conceito de Paisagem em geografia. O espaço geográfico em análise. **RA E GA**. Editora UFPR, Curitiba, n. 7, p. 79-85, 2003.

SERIGATTO, E. M. **Delimitação automática das Áreas de Preservação Permanente e identificação dos conflitos de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Sepotuba - MT**. 2006. 188f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

SERRA, J. P; OLIVEIRA, T. A. Impactos ambientais decorrentes da construção de barragens de Usinas Hidrelétricas: reflexões e desdobramentos físico-naturais. **Revista Ciências Ambientais: Diagnósticos Ambientais** volume 2, p. 64-83. 2020.

SILVA, A. de B. **Sistemas de Informações Georeferenciadas: conceitos e fundamentos**. São Paulo: Unicamp, 2003. 236 p.

SILVA, A.; SOUZA FILHO, E. E.; CUNHA, S. B. Padrões de canal do rio Paraguai na região de Cáceres (MT). *Revista Brasileira de Geociências*. v. 38, n. 1, p. 167-177. 2008.

SILVA, C. J. SOUSA, K. N. S.; IKEDA-CASTRILLON, S. K.; LOPES, C. R. A. S.; NUNES, J. R. S.; CARNIELLO, M. A.; MARIOTTI, P. R.; LAZARO, W. L.; MORINI, A.; ZAGO, B. W.; FAÇANHA, C. L.; ALBERNAZ-SILVEIRA, R.; LOUREIRO, E.; VIANA, I. G.; OLIVEIRA, R. F.; CRUZ, W. J. A.; ARRUDA, J. C.; SANDER, N. L.;

SILVA, T. V.; QUEIROZ, T. M.; GALVANIN, E. S. Uso da terra no Assentamento Antônio Conselheiro no estado de Mato Grosso. **R. Ra'e Ga**, Curitiba, v. 40, p. 35 -44 , ago/2017.

SILVEIRA, R. W. D. da. **Filosofia, arte e ciência: a paisagem na geografia de Alexander Von Humboldt**. 2012. 472 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP.

SOUSA, J. O P. de; CORRÊA, A. C. de B. Cenários evolutivos da conectividade da paisagem em ambiente semiárido – bacia do Riacho do Saco, Serra Talhada, Pernambuco. **Rev. Bras. Geomorfol. (Online)**, São Paulo, v. 21, n. 1, (Jan-Mar) p. 63-77, 2020.

SOUSA, J. O. P. de; BRANCO, A. O. T. C. Impedimentos de transmissão no sistema fluvial e a conectividade da paisagem. **Revista da ANPEGE**, v. 16. n. 31, p. 59 - 73, 2020.

SOUSA, S. A. V. Programa computacional para simulação da ocorrência de veranicos e queda de rendimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33 n. 12, p. 1952-1956, 1998.

SOUZA FILHO, E. E. As barragens na bacia do rio Paraguai e a possível influência sobre a descarga fluvial e o transporte de sedimentos. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 117-133, 2013.

SOUZA, C. A.; PIERANGELI, M. A. P.; SOUSA, J. B. Análise espaço-temporal do corredor fluvial do rio Paraguai no trecho entre Cáceres e a ilha Taiamã/MT. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 65, n. 4, p. 551-564, 2012.

SOUZA, J. O. P. Dos sistemas ambientais ao sistema fluvial - uma revisão de conceitos. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 14, n. 46, p. 224-233, 2013.

STRACHULSKI, J. O percurso do conceito de paisagem na ciência geográfica e perspectivas atuais. **Revista Sapiência: sociedade, saberes e práticas educacionais** – UEG/Câmpus de Iporá, v.4, n. 2, p. 03 - 33 – jul/dez 2015.

SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço geográfico uno e múltiplo. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociale**, Barcelona, n. 93, julho 2001.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 307 p.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes fluviais**. 2ª ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1990.

TELLES, D. D. **Ciclo ambiental da água**: da chuva à gestão. 1 ed. Editora Edgard Blücher Ltda. 2013.

TERÇAS, A. C. P. et al. Os Haliti-Paresí: uma reflexão sobre saúde e demografia da população residente nas terras indígenas Paresí. **Espaço Ameríndio**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 226-253, 2016. DOI: 10.22456/1982-6524.60301.

TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2ª ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: Revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 2, p. 135-152, 1997.

VINAGA, L. *et al.* Caracterização físico-química da água utilizada pela população do Assentamento Quilombola Vão Grande – MT. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4. n. 2. P. 30-44. 2015.

ZARF, C.; BERLEKAMP, J.; HE, F.; JÄHNIG, S.; DARWALL, W.; TOCKNER, K. Future large hydropower dams impact global freshwater megafauna. **Scientific Reports**. 2019, 9:18531. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54980-8>. Acesso em: 10 mar. 2023.