

# COMPONENTES AMBIENTAIS E HIDRODINÂMICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BRANCO, CONTRIBUINTE DO PANTANAL MATO-GROSSENSE

Josiel Dorriguette de Oliveira<sup>1</sup>

Celia Alves de Souza<sup>2</sup>

Carla Galbiati<sup>3</sup>

Juberto Babilônia de Sousa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutorando em Ciências Ambientais pela Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, MT, Brasil, email: dorriguette@gmail.com. <sup>2</sup> Professora Sênior na Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, MT, Brasil, email: celialves@unemat.br. <sup>3</sup> Professora Adjunta na Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, MT, Brasil, email: carla@unemat.br. <sup>4</sup>Professor Adjunto no Instituto Federal de Mato Grosso-, Cáceres, MT, Brasil, email: juberto.sousa@cas.ifmt.edu.br

## RESUMO

Estudar bacias hidrográficas permite compreender a relação existente entre os componentes ambientais (físico, biótico e antrópico) e a disponibilidade e funcionamento hídrico, tornando-se um instrumento necessário para a preservação, mitigação e gerenciamento dos recursos hídricos. O objetivo desta pesquisa foi analisar a hidrodinâmica em oito sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Branco. A metodologia consistiu em seis etapas, quais sejam: análise documental e bibliográfica; interpretação de mapas temáticos; visitas *in loco*; coleta de dados em campo; análise de laboratório e tabulação de dados. As variáveis hidrodinâmicas e o transporte de sedimentos foram verificados em oito seções por um período de 18 meses entre janeiro de 2018 e junho de 2019. Para obtenção da batimetria, usou-se ecobatímetro e, para medir a velocidade do fluxo, usou-se o molinete fluviométrico. Para coletar os sedimentos suspensos, usou-se a garrafa de Van Dorn. A sub-bacia do córrego Grande apresentou as menores médias para: de vazão (0,84m<sup>3</sup>/s), carga sólida suspensa (2,68 ton/dia) e turbidez (9,42 UTN). A maior média de vazão (7,05 m<sup>3</sup>/s) foi no córrego Bracinho, sendo esse o principal afluente. O estudo demonstrou que a cobertura vegetal, a declividade e o tipo de solo influenciam diretamente na produção de sedimentos em suspensão nas sub-bacias. O estudo demonstrou que os componentes ambientais – tais como uso e cobertura da terra, cobertura pedológica e relevo – estão diretamente relacionados com a produção de sedimentos ao longo do ano nas sub-bacias estudadas.

**Palavras-chave:** Solos. Uso e cobertura da terra. Relevo. Sedimentos. Impactos ambientais

## ABSTRACT

Studying hydrographic basins allows us to understand the relation between environmental components (physical, biotic and anthropic) and water availability and functioning, making it a necessary instrument for the preservation, mitigation and management of water resources. The objective of this research was to analyze the hydrodynamics in eight sub-basins of the Branco River hydrographic basin. The methodology consisted of six stages, namely: documentary and bibliographic analysis; interpretation of thematic maps; on-site visits; field data collection; laboratory analysis and data tabulation. The hydrodynamic variables and sediment transport were verified in eight sections for a period of 18 months between January 2018 and June 2019. To obtain the bathymetry, an echo sounder was used and, to measure the flow velocity, the fluviometric windlass. To collect the suspended sediment, the Van Dorn bottle was used. The sub-basin of the Grande stream presented the lowest averages for: flow (0.84m<sup>3</sup>/s), suspended solid load (2.68 ton/day) and turbidity (9.42 NTU). The highest average flow (7.05 m<sup>3</sup>/s) was in the Bracinho stream, which is the main tributary. The study demonstrated that the vegetation cover, the slope and the type of soil directly influence the production of suspended sediments in the sub-basins. The study demonstrated that the environmental components - such as land use and cover, soil cover and relief - are directly related to the production of sediments throughout the year in the studied sub-basins.

**Keywords:** Soils. Land use and coverage. Relief. Sediments. Environmental impacts

## INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica consiste em uma área onde ocorre a captação natural das águas pluviais que convergem para um único ponto de saída. A dinâmica fluvial reflete as inter-relações de elementos como o clima, a cobertura vegetal, a geologia, a geomorfologia, solo e as formas de uso da terra (Silveira, 1993; Souza e Cunha, 2012).

A Agência Nacional das Águas (ANA), a partir da Lei nº 9.433/97, define a bacia hidrográfica como a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Assim, estudos com foco em bacias hidrográficas são importantes para subsidiar políticas públicas voltadas para o planejamento e gestão do ambiente.

Os recursos hídricos sempre tiveram relevante importância para os seres humanos, tanto que os primeiros assentamentos humanos ocorreram nas proximidades dos canais de drenagem. A gestão das águas do Nilo pelos egípcios, por exemplo, já ocorria há mais de 5.000 anos (Stevaux e Latrubesse, 2017).

O estudo realizado por Souza e Cunha (2012), no rio Paraguai, mostra que as águas correntes provocam erosão no leito dos rios, por intermédio dos mecanismos de corrosão (química) e corrasão (desgaste abrasivo). Pontuam ainda que a erosão depende de fatores como velocidade e turbulência do fluxo, do volume e das partículas transportadas nas águas dos rios.

Segundo Lima (2010), em rios de leitos rochosos, as duas principais categorias de processos erosivos são a abrasão e o arranque. O autor afirma que o fluxo de sedimento, além de influenciar o processo erosivo por abrasão, causa a predisposição do leito ao arranque e produz microfissuras pelo impacto.

Os elementos físicos ambientais tais como o clima, a vegetação, capacidade de infiltração do solo, a influência geológica e a geomorfológica influenciam diretamente no escoamento superficial de uma bacia hidrográfica, indicando a quantidade total das águas das precipitações que chegam ao canal fluvial (Suguo e Bigarella, 1990).

Heitmuller e Raphelt (2012) reiteram a importância do sedimento na dinâmica fluvial, destacando que é necessária a recuperação de um rio. Em contrapartida, caso haja um desequilíbrio, essa capacidade pode também causar sérios danos.

Ao estudar o transporte de sedimentos no rio Fremont (subafluente do rio Colorado e que drena 1.000 km<sup>2</sup> no estado estadunidense de Utah),

Godfrey et al. (2008) concluíram que o movimento de sedimentos se dá por diversos fatores tais como: intemperismo, movimento de massa, precipitações e inundações. Os autores chegaram à conclusão de que 95% dos sedimentos acarreados para o rio Fremont são provenientes do período de chuvas intensas no verão.

A precipitação – como afirmado pelos autores Stevaux e Latrubesse (2017) – é a principal responsável pela entrada de água na bacia hidrográfica. Assim, para os estudos das bacias, torna-se necessário o conhecimento de sua ação para que possa relacioná-la a outros fatores que exercem influência na dinâmica fluvial. Os autores ainda corroboram que a precipitação é fundamental para a umidade do solo e que 97% das águas subterrâneas advêm da infiltração.

Négrel et al. (2014), ao fazerem a conexão solo – sedimento – rio, definem as principais preocupações para a gestão das bacias hidrográficas a erosão, impermeabilização, compactação, salinização, alterações hidromorfológicas, contaminação, alterações na quantidade de água, acidificação e redução da matéria orgânica do solo. Apontam também oito indicadores que podem ser utilizados para a caracterização do estado biofísico da bacia a composição química, o estado trófico, o estado da biota, a capacidade da cobertura, a salinidade, o material particulado, o nível da água e a morfologia e pedologia.

Assim, fica evidente a necessidade do uso adequado dos solos e práticas conservacionistas para que se possa controlar a quantidade de sedimentos nos canais de drenagem, evitando o assoreamento.

O solo é elemento básico à produção de alimentos; porém, mesmo com o grande avanço da produtividade mundial, a nutrição humana continua em crise. Embora o número daqueles que passam fome no mundo tenha diminuído 21% desde 1990, pelo menos 805 milhões de pessoas ainda padecem pela falta de alimento (Duxbury et al., 2015).

Ao realizar a análise do potencial erosivo por compartimentos morfopedológicos como subsídio ao planejamento do uso e ocupação da terra do Alto Banabuiú – Ceará, Silva e Mendes (2022), concluíram que a depender da classe do solo, relevo e uso, ocorre um aumento da erosão. As áreas com cobertura pedológica de Neossolo Litólico e declividade superior a 45% foram as mais vulneráveis aos processos erosivos.

No alto curso da bacia hidrográfica do rio Branco, a falta de preservação das matas ciliares, o manejo do solo sem a observância de suas potencialidades e limitações e a falta de adoção de práticas conservacionistas são fatores que trouxeram diversos impactos ambientais para a bacia.

Estudo realizado por Gomes et al. (2021) na bacia hidrográfica do rio Pontal, aponta que o desmatamento ocorrido entre os anos de 1992 e 2020, contribuiu para redução de água no balanço hídrico, impactando na disponibilidade de água disponível no solo.

A bacia hidrográfica do rio Branco tem sua cabeceira de drenagem localizada no Planalto dos Parecis, no bioma Cerrado. A maior parte da bacia está situada no bioma Amazônia, entretanto os canais de drenagem da bacia contribuem com água e sólidos para o bioma Pantanal; logo, pode-se afirmar que a bacia hidrográfica do rio Branco está presente no contexto dos três biomas mato-grossenses.

Ao analisar as variáveis hidrodinâmicas e sedimentológicas no baixo curso do rio Cabaçal, do qual o rio Branco é afluente, Paula et al. (2020) verificaram que o canal se apresentava assoreado, sendo a retirada da vegetação nativa a partir da década de 1970 uma das hipóteses para o ocorrido.

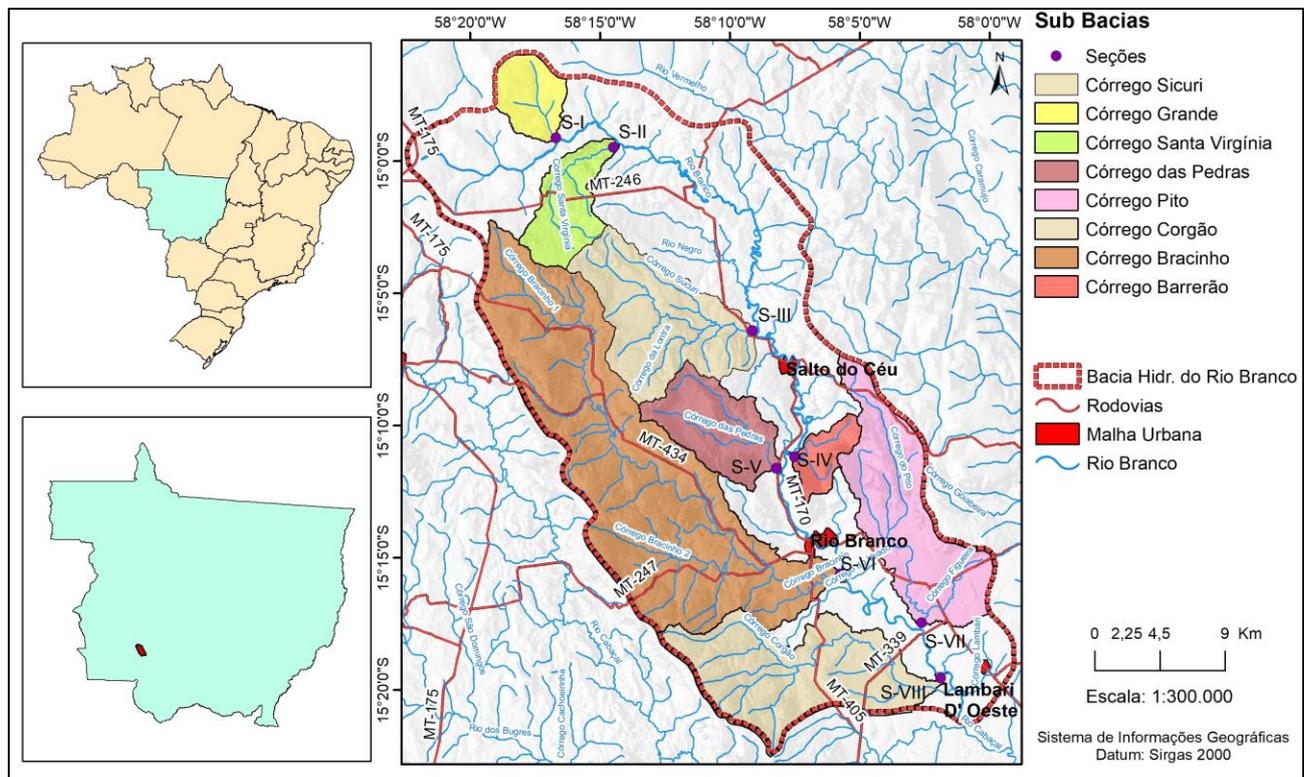
A pesquisa teve como objetivo realizar a caracterização ambiental e hidrodinâmica em oito sub-bacias na Bacia Hidrográfica do Rio Branco (BHRB). Foi realizado o monitoramento da precipitação, determinadas as classes de declividade, classificadas: a cobertura pedológica e uso e cobertura da terra. Quanto a dinâmica fluvial o estudo focou nos seguintes aspectos da rede de drenagem: batimetria de seções transversais; velocidade do fluxo e vazão ao longo do ano, carga sólida suspensa e turbidez.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Branco (BHRB) localiza-se entre as coordenadas geográficas de 14° 59' 00" a 15° 20' 00" de latitude Sul e 57° 58' 00" a 58° 26' 00" de longitude Oeste, com área de aproximadamente 1.027,80 km<sup>2</sup> (Figura 1). Tem sua nascente principal na Chapada dos Parecis, mais precisamente na comunidade Rio Branquinho, município de Reserva do Cabaçal, passando pelo perímetro urbano de Salto do Céu e Rio Branco e desaguando a esquerda do rio Cabaçal, no município de Lambari D'Oeste, MT. Possui cerca de 100 afluentes, sendo o principal deles o córrego Bracinho.

Figura 1 – Mapa de localização de sub-bacias na Bacia Hidrográfica do Rio Branco, Mato Grosso



Fonte: Elaboração dos autores

## Procedimentos metodológicos

A pesquisa foi realizada em três etapas: atividade de gabinete, atividade de campo e atividade de laboratório.

### Atividade de gabinete

Realizou-se o levantamento e o estudo de material bibliográfico e cartográfico. Para Marconi e Lakatos (2007), uma pesquisa desenvolvida com base em materiais elaborados é constituída principalmente de livros e de artigos científicos. Além dessas consultas, foram analisados dados secundários como os do IBGE, do Projeto RADAMBRASIL e da Secretaria de Estado de Planejamento de Mato Grosso – SEPLAN-MT.

A caracterização dos elementos ambientais foi realizada por meio da compilação das informações presentes nos relatórios do Projeto RADAMBRASIL, Brasil (1982), da SEPLAN/CNEC (2000), do Instituto SOS Pantanal e WWF (2015) e IBGE (2019).

Para delimitar a bacia hidrográfica do rio Branco, foi usada a extensão *ArcHydro* do programa *Arcgis*. O primeiro passo foi realizar o download do arquivo TOPODATA, disponível no sítio eletrônico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As imagens de radar SRTM disponíveis possuem resolução espacial de 30 metros. Foi elaborado o mosaico das duas imagens necessárias e feita a reprojeção para o sistema de coordenadas planas; assim, sendo obtido o Modelo Digital de Elevação. Após esse processo, foram executados os algoritmos *Fill Sinks*, *Flow Direction*, *Flow Accumulation*, *Stream Definition*, *Stream Segmentation*, *Catchment Grid Delineation*, *Catchment Polygon Processing*, *Drainage Line Processing*, *Adjoint Catchment Processing*, *Drainage Point Processing*, *Batch Point Generation* e *Watershed Delineation*. O próximo passo foi exportar o arquivo para o formato *Shapefile*.

Com a bacia delimitada, utilizou-se a ferramenta *Clip* do *ArcGis* para recortar das bases cartográficas da geologia, da pedologia, da geomorfologia e do uso e ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Branco.

No mapa de uso e ocupação, algumas subunidades de vegetação propostas foram unificadas, para simplificar o mapa. Foram inseridos na base os dados referentes à silvicultura, pois esse uso não foi considerado pelos autores. Para tanto, foram realizados os polígonos no Programa *Google Earth*, gerando o arquivo KMZ, que foi convertido no *ArcGis* para o formato

*shapefile* e inserido na base de dados inicial da bacia.

As informações referentes a cobertura pedológica foram corrigidas com auxílio das expedições a campo e a descrição morfológica dos solos. Assim, foram classificados em até o 4º nível categórico conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos-SBCS da Embrapa (2018).

Por meio do Modelo Digital de Elevação (MDE) foi aplicada a ferramenta *surface analyst*, *slope*, *output: percent rise (%)* para obter o mapa de declividade. Conforme indicado por Ross (1994), foi realizada uma reclassificação das informações obtidas em cinco classes de declividade distintas: até 6%, 6 a 12%, 12 a 20%, 20 a 30% e acima de 30%.

A área de estudo abrange 8 sub-bacias distribuídas ao longo da bacia hidrográfica do rio Branco. A seleção das sub-bacias a serem estudadas levou em consideração a logística de acesso e representatividade da sub-bacias, contemplando o alto, médio e baixo curso da bacia.

Para calcular a área da seção, foi utilizada a fórmula  $A = P \cdot L$  (onde A é a área da seção, P é a profundidade e L é a largura do canal). Para o cálculo da vazão, utilizou-se a fórmula  $Q = A \cdot V$  (onde Q é a vazão, A é a área e V é a velocidade da água) (Cunha, 2008).

Os valores de descarga sólida em suspensão foram medidos conforme apresentado por Carvalho (2008) na forma da expressão abaixo:

$$Q_{ss} \equiv \Sigma(C_{ss} \cdot Ql_i) \cdot 0,0864$$

Onde:  $Q_{ss}$  = descarga sólida em suspensão (ton/dia);  $C_{ss}$  = concentração de sedimentos em suspensão da vertical (mg/l);  $Ql_i$  = descarga líquida da respectiva vertical (m³/s).

### Atividades de campo

A pesquisa em campo foi realizada por dezoito meses consecutivos entre os meses de janeiro de 2018 a junho de 2019 para observações, coletas de amostras de sedimentos em suspensão e medições da velocidade do fluxo e da batimetria.

Para possibilitar o acesso às seções do médio e baixo curso, foi utilizado um barco de fibra de 3,5 m acoplado a um motor estacionário de 4 hp de potência e mecanismo de propulsão do tipo rabeta. A escolha por essa embarcação se deve a existência de cachoeiras e corredeiras no rio Branco, o que inviabiliza a navegação por longos trechos. O peso relativamente baixo proporcionado

pela fibra de vidro facilitou a locomoção entre as seções.

Os sedimentos em suspensão foram coletados na garrafa de “Van Dorn”, a água-sedimento foi acondicionada em garrafas plásticas devidamente etiquetadas e mantidas refrigeradas em caixa térmica até a chegada ao laboratório. Para realizar as medições dos níveis de turbidez, foram realizadas coletas de água no centro do canal fluvial em todas as seções por 18 meses consecutivos (janeiro de 2018 a junho de 2019). O aparelho utilizado foi o turbidímetro, marca Policontrol, modelo AP 2000, cuja unidade de mensuração é expressa em Unidades Nefelométrica de Turbidez (UTN).

Para medir a velocidade do fluxo, foi utilizado molinete fluviométrico, modelo MLN 7 – 200.09.15, o qual possui uma hélice com um ponto magnético. A cada rotação em que o ponto magnético se encontra com a base, o contador de pulsos digital, modelo CPD – 20, registra um pulso, ou seja, quanto maior a velocidade na seção do rio, mais pulsos serão registrados pelo contador de pulsos. O contador de pulsos foi regulado para fazer a leitura por 10 segundos. Dessa forma, a quantidade de pulsos registrada é dividida por 10 e assim se tem o valor de N (rotação por segundo-RPS). O resultado então é adicionado à equação disponibilizada pelo fabricante do aparelho com base na calibração realizada em laboratório.

Nas seções onde a profundidade era de até 1 m, para medir a profundidade foi usada a barra metálica do próprio molinete que é graduada a cada 2 cm. Nas seções onde a profundidade era maior, usou-se para aferir a profundidade um ecobatímetro GARMIN echomap 50s. O equipamento possui uma sonda com um sonar que é colocada na superfície da água e realiza a batimetria para revelar a profundidade.

A precipitação foi medida por intermédio de quatro pluviômetros, sendo um administrado pelo CRPM na Estação Pluviométrica Colônia Rio Branco, que fica no perímetro urbano da cidade de Rio Branco; e mais três pluviômetros digitais da marca TFA Dostmann/Werthem disponibilizado pela Incoterm, modelo 4760, com precisão de mais ou menos 90%.

Os pluviômetros automáticos instalados eram constituídos por dois equipamentos, sendo um o receptor e o outro o transmissor, a transmissão entre os equipamentos foi feita sem fio (Figura 2).

Figura 2 – Pluviômetro digital utilizado para monitoramento da precipitação



Fonte: Foto dos autores (2017)

O transmissor localizava-se na unidade externa onde a água recolhida era direcionada para um conjunto de duas cubas articuladas por um eixo central. Quando a cuba que estava elevada lotava, descia por gravidade e, nesse momento, a segunda cuba se elevava, momento em que ocorria o registro de um pulso no mecanismo eletrônico do transmissor e a água era eliminada automaticamente. O receptor fazia a leitura dos pulsos enviados pelo transmissor e convertia para a unidade métrica de milímetro.

No equipamento, foi possível obter as informações referentes à precipitação da última hora, das últimas 24 h, sete dias, sete semanas e sete meses. A principal limitação do equipamento foi que só registrava a precipitação diária por sete dias, e então as informações passavam a ser semanais ou mensais. As informações foram acessadas no menu do equipamento e registradas no caderno de campo mensalmente durante as atividades de campo relacionadas à hidrodinâmica.

Para a instalação de estações pluviométricas automáticas, a ANA (2011) determina que devam estar a uma altura de 1,5 m do solo, em terreno plano, protegidas de obstáculos e de riscos de inundação. Determina ainda que as estações devem estar a uma distância de duas vezes sua altura de obstáculos, sendo assim, precisam estar a 3 m de obstáculos com relação à superfície de captação dos pluviômetros.

O equipamento foi inserido em uma caixa de madeira que recebeu pintura com esmalte

sintético para aumentar a durabilidade. Dentro dela foi colocada a unidade receptora e, em cima, instalada com parafusos a unidade transmissora. A caixa foi fixada em uma estaca de madeira em ambiente aberto a uma altura de 1,5 m do solo e longe de obstáculos.

Para definir o local da instalação dos pluviômetros, levou-se em consideração a espacialização da bacia, localização do pluviômetro administrado pelo CPRM, relevo local e a representatividade da sub-bacia (entre as selecionadas para a pesquisa). Assim, foi instalado um pluviômetro na maior sub-bacia do alto curso (córrego Santa Virgínia), um na maior sub-bacia do rio Branco que fica na margem direita (córrego Bracinho) e outro na maior sub-bacia da margem esquerda (córrego Pito).

### Atividades de laboratório

Para análise dos sedimentos transportados em suspensão, foi usado o método de evaporação. As amostras de sedimentos em suspensão foram acondicionadas em béqueres pesados anteriormente. Realizou-se a secagem do material em estufa modelo TE-394/2. Os béqueres foram pesados três vezes com auxílio de balança analítica, definindo-se os valores de sedimentos em suspensão (mg/L) (Carvalho et al., 2000).

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

A bacia hidrográfica do rio Branco possui uma área de 1.027,86 km<sup>2</sup> e contém 2.295 nascentes. O canal principal nasce da Chapada dos Parecis e possui 95,10 km de extensão até seu exultório na margem esquerda do rio Cabaçal, na Depressão do Alto Paraguai. O rio Branco passa a ser de 7ª ordem após a confluência com o córrego Bracinho, que é seu principal afluente (Felix, 2018).

O divisor de águas na bacia hidrográfica rio Branco encontra-se aproximadamente a 700 metros de altitude, enquanto a foz está a cerca de 150 metros. O rio principal e seus afluentes percorrem áreas de planaltos, apresentando fluxo turbulento em rupturas de declividade que originam corredeiras e cachoeiras. O gradiente topográfico contribui para ocorrência de vários níveis de base local que potencializam o transporte de materiais de fundo. As atividades humanas na bacia ocasionaram diversos problemas ambientais, dentre eles os processos erosivos e o aumento da carga de sedimentos.

Conforme aponta estudos de Oliveira et al. (2021), a região de Salto do Céu, situada na bacia hidrográfica do rio Branco, entre o período de

2008 a 2020 houve a redução da média de precipitação o que implica na menor vazão dos canais de drenagem ao longo do ano. Os autores salientam que o poder público e privado necessita tomar medidas que visam a preservação, conservação e racionamento dos recursos hídricos.

Entre as sub-bacias selecionadas, as do baixo curso (Bracinho, Pito e Corgão) são as maiores e totalizam 42,53% do total da bacia hidrográfica do rio Branco. As do médio curso (Sicuri, Barrerão e Pedras) representam 13,28% e as do alto curso (Grande e Santa Virgínia) 5,25% do total da bacia (Tabela 1). No total as oito sub-bacias selecionadas se estendem por 626,88 km<sup>2</sup> e representam 61,06% da bacia hidrográfica do rio Branco.

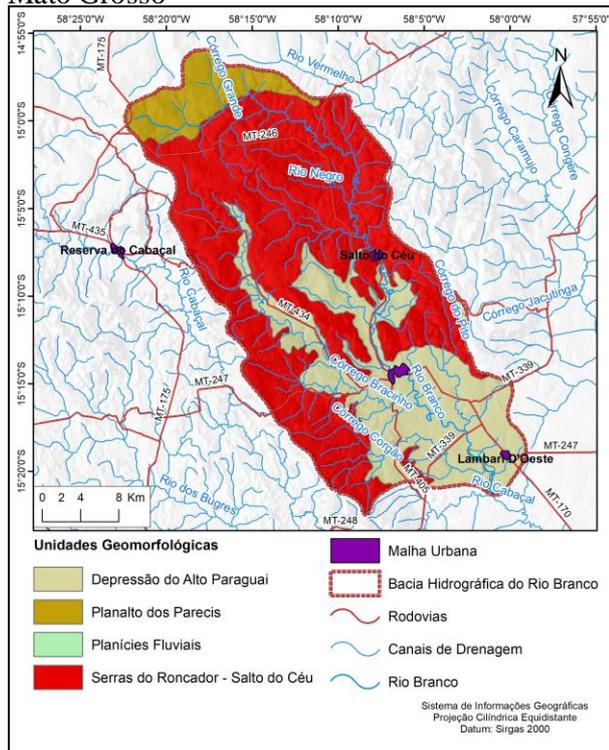
Tabela 1 – Área das sub-bacias avaliadas da Bacia Hidrográfica do Rio Branco, Mato Grosso

Sub-bacia	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Córrego Grande	21,531	2,10
Córrego Santa Virgínia	32,356	3,15
Córrego Sicuri	77,057	7,51
Córrego Barrerão	14,73	1,43
Córrego das Pedras	44,547	4,34
Córrego Bracinho	250,009	24,35
Córrego Pito	89,657	8,73
Córrego Corgão	96,993	9,45

Fonte: Organização dos autores

Na bacia hidrográfica do rio Branco, as unidades geomorfológicas (Tabela 02) são definidas como Planalto dos Parecis (Chapada dos Parecis e Serras do Roncador-Salto do Céu), Depressão do Alto Paraguai e planícies fluviais. Nas áreas do planalto, emerge uma rica rede fluvial que, embora seja composta por pequenos corpos d'água, garantem uma boa distribuição hídrica na bacia (Figura 3).

Figura 3 – Unidades geomorfológicas da BHRB, Mato Grosso



Fonte: Elaboração dos autores

Tabela 2 – Área de abrangência das unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Branco

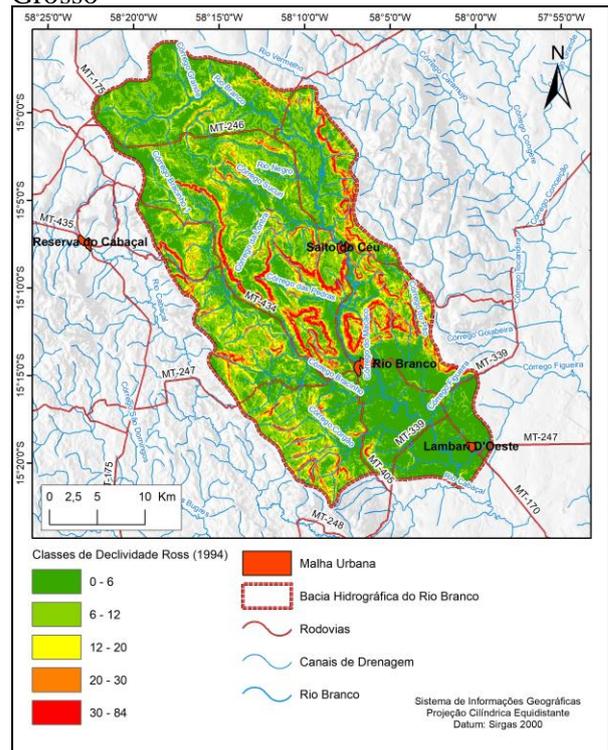
Unidades Geomorfológicas	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Serras do Roncador–Salto do Céu	628,58	61,16
Depressão do Alto Paraguai	315,87	30,73
Planalto dos Parecís	80,27	7,81
Planícies Fluviais	3,08	0,30

Fonte: Organização dos autores

A dissecação do relevo propicia canais encaixados com morfologia bem definida em praticamente toda a rede de drenagem. Os canais apresentam dois padrões: retilíneos e meandros encaixados. Quanto à rede de drenagem, possui escoamento do tipo subparalelo.

Na Depressão do Alto Paraguai e nas Planícies Fluviais, predominam as declividades de até 6%, tendo esses compartimentos do relevo as topografias mais planas da bacia hidrográfica do rio Branco. No Planalto dos Parecís, predominam declividades de até 12% (Figura 4).

Figura 4 – Classes de declividade da BHRB, Mato Grosso



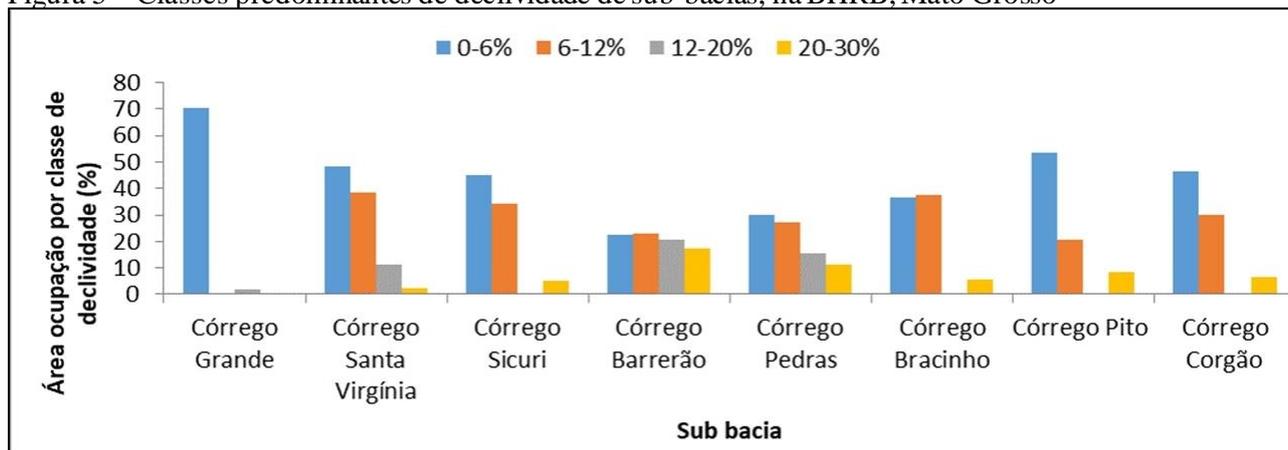
Fonte: Elaboração dos autores

As declividades mais acentuadas estão situadas nas áreas das Serras do Roncador-Salto do Céu, principalmente nos patamares transicionais entre as Serras do Roncador – Salto do Céu e a Depressão do Alto Paraguai.

Dentre as sub-bacias pesquisadas, a do córrego Grande é a que possui relevo mais homogêneo, predominando declividade de até 6%. As sub-bacias dos córregos da Pedra e Barrerão foram as que apresentaram maior variação de declividade (Figura 5).

Na bacia do córrego Grande, a declividade menos acentuada e a presença de Neossolo Quartzarênico Órtico típico foram fatores determinantes para a reduzida carga de sedimentos suspensos transportados durante o ano; entretanto, o uso sem adoção de práticas conservacionistas contribuiu para o surgimento de uma voçoroca devido à fragilidade do solo. Assim, após chuvas mais intensas, ocorre o aumento da carga de sedimentos transportados. No período de coletas, ficou evidenciado o aumento significativo da carga sólida suspensa no mês de março de 2019, quando comparado com os demais meses amostrados no córrego Grande.

Figura 5 – Classes predominantes de declividade de sub-bacias, na BHRB, Mato Grosso



Fonte: Elaboração dos autores

Araujo et al. (2005) pontuam cinco fatores básicos que controlam a erosão pluvial, quais sejam: o clima (duração e intensidade da chuva), solo (erodibilidade natural), topografia (comprimento, forma e declividade da encosta), vegetação (tipo e extensão da cobertura) e uso e manejo do solo.

Nos demais córregos analisados, foi observado que a declividade potencializa as enchentes após chuvas de maior duração e intensidade. Entretanto, a declividade faz a duração das enchentes ser reduzida quando comparada com as de rios mais caudalosos encontrados em áreas relevo mais planos. Sendo assim, chuvas intensas provocam grandes alterações na vazão e na concentração de sedimentos suspensos de forma abrupta nas bacias hidrográficas menores e com declividade mais acentuadas. Nas bacias hidrográficas maiores, como a do rio Paraguai, essa variação ocorre de forma vagarosa e sem picos de mudança abrupta.

Monitoramento automatizado baseado na turbidez realizado por Vestena et al. (2007) na bacia hidrográfica do Caeté, em Alfredo Wagner, Santa Catarina, revelou grande variação na concentração de carga suspensa no período de 18 de setembro a 29 de setembro de 2006. No dia 21 de setembro, a concentração de sólidos suspensos ficou acima de 1.300mg/L; no dia 29 de setembro, ficou acima de 1.800mg/L; entretanto, na maioria dos dias ficou abaixo dos 200mg/L. As medições foram realizadas com intervalos de 10 minutos e demonstraram a necessidade de monitoramento constante. A bacia hidrográfica estudada possui

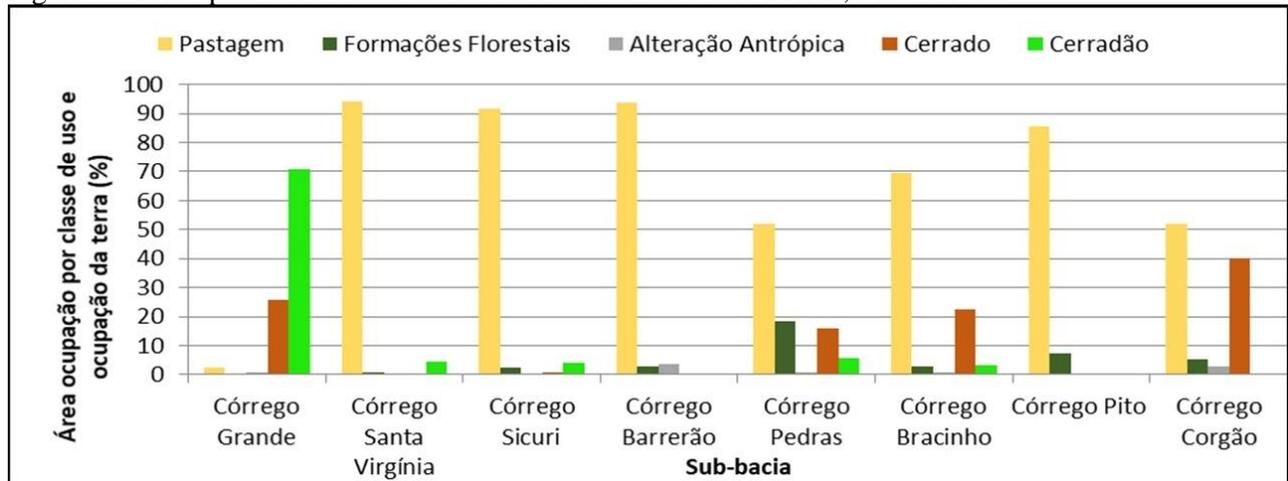
área de 163km<sup>2</sup> e está em relevo dissecado na região serrana de Santa Catarina. Com pequeno intervalo de dias, houve significativa variação na concentração de sólidos suspensos.

Souza et al. (2019) analisaram a morfologia, hidrodinâmica e carga de sedimentos no baixo curso do rio Sepotuba. As seções de coleta ocorreram no canal do rio Sepotuba e no rio Paraguai a montante e a jusante da confluência entre os dois canais. Os dados foram coletados mensalmente e demonstram que a concentração de carga suspensa variou entre 40 e 400 mg/L ao longo do ano. Entre os meses do período chuvoso (outubro a abril), a variação foi de 100 a 400mg/L.

No estudo intitulado Bacia Hidrográfica do Rio Bugres: Características Ambientais e Morfológicas, Morfométricas e a Dinâmica Fluvial, Félix et al. (2020), a vazão variou entre 8,82 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> e 97,03 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, a descarga sólida variou de 76,20 ton/dia, a 1.224,91 ton/dia, havendo predomínio de areia fina nos sedimentos de fundo.

Quanto à vegetação, a sub-bacia com maior cobertura natural é a do córrego Grande (Figura 6), tendo 70,8% da área recoberta por cerradão, sendo esse outro fator que contribuiu para a menor carga de sólidos transportados por essa sub-bacia. Foi também a que apresentou os menores valores de turbidez, na maioria dos meses amostrados, com exceção do mês de março de 2019, em decorrência das chuvas dos dias que antecederam as coletas.

Figura 6 – Principais uso e cobertura da terra em sub-bacias na BHRB, Mato Grosso



Fonte: Elaboração dos autores

Nas demais sub-bacias, predominou a cobertura por pastagens. Bertoni e Lombardi Neto (2017) apresentaram o efeito do tipo de uso sobre a perda de solo por erosão em alguns usos e cobertura da terra. Conforme os autores, as pastagens possuem menor perda de solo quando comparado com outros usos, porém tem perda superior aos registrados por matas (Tabela 3).

Tabela 3 – Efeito do tipo de uso do solo sobre as perdas por erosão. Médias ponderadas para três tipos de solo do estado de São Paulo

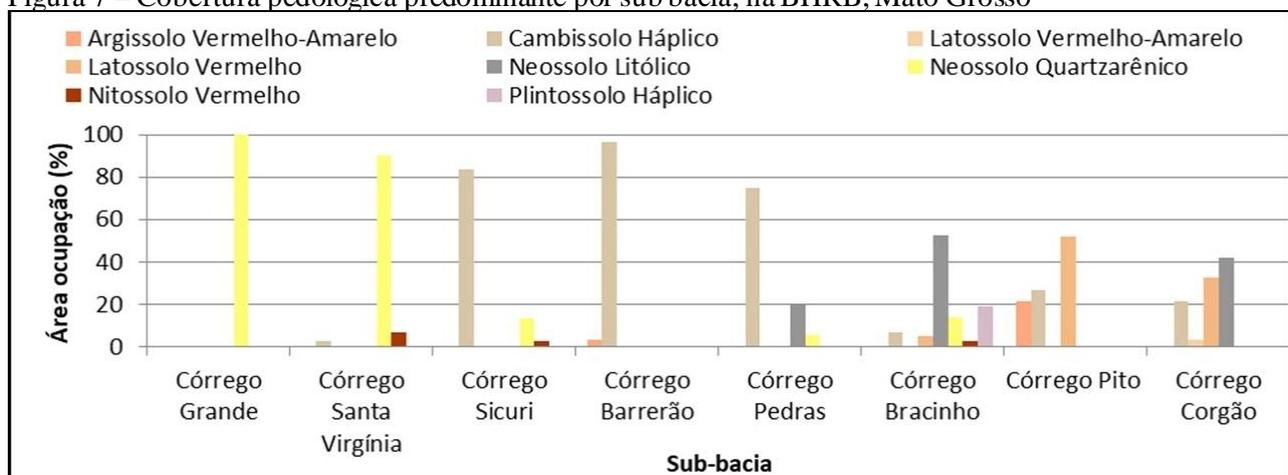
Tipo de uso	Perdas de	
	Solo (t/ha)	Água (% de chuva)
Mata	0,004	0,7
Pastagem	0,4	0,7
Cafezal	0,9	1,1
Algodal	26,6	7,2

Fonte: Adaptado de Bertoni e Lombardi Neto (2017)

Nas atividades de campo, constatou-se que a maioria das propriedades não adotam práticas conservacionistas no manejo dos solos, sendo observada a falta de mata ciliar na maioria dos canais de drenagem.

Quanto a cobertura pedológica, nas sub-bacias dos córregos Grande e Santa Virgínia, predominou o Neossolo Quartzarênico Órtico típico; nas sub-bacias dos córregos Sicuri, Barrerão e Pedras, o Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico; no Bracinho e Corgão, o Neossolo Litólico Distrófico fragmentário e, no Pito, o Latossolo Vermelho Distrófico argissólico (Figura 7).

Figura 7 – Cobertura pedológica predominante por sub-bacia, na BHRB, Mato Grosso



Fonte: Elaboração dos autores. Convenção de cores do Sistema Brasileiro de Classificação de solos (2018).

Conforme apontam Duarte et al (2020) os índices de erodibilidade dos solos arenosos é maior quando comparado com aqueles mais argilosos.

Estudo realizado por Oliveira et al. (2019) na bacia hidrográfica do rio Branco constatou que o Nitossolo Vermelho Distroférrico típico apresentou menor susceptibilidade a erosão quando comparado ao Neossolo Quartzarênico Órtico típico, evidenciando a maior fragilidade dos solos com maior teor de areia em sua composição.

Castro et al. (2019) ao analisar a influência dos materiais das margens e da vegetação ciliar na erosão de meandros no rio Claro chegaram à conclusão que o material constituinte da margem exerce influência na erosão marginal. As áreas constituídas de areias grossa e média apresentaram maior taxa de erosão quando comparadas as áreas com presença de sedimentos finos.

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 (Tabela 4).

Tabela 4 – Efeito do tipo de solo nas perdas por erosão. Médias na base de 1.33mm de chuva e declividades entre 8,5 e 12,8%

Solo	Perdas de	
	Solo (t/ha)	Água (% de chuva)
Arenoso	21,1	5,7
Argiloso	16,6	9,6
Terra roxa	9,5	3,3

Fonte: Adaptado de Bertoni e Lombardi Neto (2017)

Na bacia hidrográfica do rio Branco, os processos erosivos que evoluíram para voçorocas estão localizados na cobertura pedológica do Neossolo Quartzarênico Órtico típico, principalmente na transição entre o Planalto dos Parecis e as Serras do Roncador-Salto do Céu onde o relevo acidentado, a fragilidade natural do solo e o uso inadequado sem a adoção de práticas conservacionistas contribuíram para acelerar o processo erosivo. Foram identificadas voçorocas nas sub-bacias dos córregos Santa Virgínia e Grande.

A cobertura pedológica também influencia na cor da água nos canais de drenagem após as chuvas mais intensas. Conforme apontam Resende et al. (2014, p. 34) “os principais pigmentantes, responsáveis pela cor dos solos, são matéria orgânica e os compostos de Fe.” Quanto à forma e ao conteúdo de Fe, os autores salientam que a cor

amarela está relacionada com a goethita (Gt) e cor vermelha à hematita (Hm).

### Sub-bacia do córrego Grande

A sub-bacia do córrego Grande está situada na porção norte da bacia, próximo à nascente do rio Branco. Ocupa uma área de 21,53 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 2,10% do total da bacia hidrográfica do rio Branco.

Possui como solo predominante o Neossolo Quartzarênico Órtico típico e vegetação tipo floresta e cerradão. Nas áreas antropizadas prevalecem as pastagens cultivadas, destinadas à bovinocultura. Nas áreas onde a vegetação nativa foi removida, foi observada uma voçoroca, com dimensões aproximadas de 873 m<sup>2</sup>.

A fragilidade ambiental natural dessa sub-bacia, em decorrência da declividade e do solo, demonstra que não possui aptidão ao uso. Dessa forma, o recomendado é que seja preservada a área ainda inalterada e adotadas práticas conservacionistas nas áreas em uso. Conforme aponta Ross (1994), a fragilidade de um ambiente perante as intervenções humanas pode ser maior ou menor, dependendo das características genéticas. O autor afirma que a maioria dos ambientes estava em equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades humanas passaram a intervir de forma cada vez mais intensa na exploração dos recursos naturais.

Cuiabano et al. (2017) analisaram a vulnerabilidade ambiental à erosão hídrica na sub-bacia do córrego do Guanabara em Reserva do Cabaçal, Mato Grosso. A área do estudo está situada próxima às sub-bacias dos córregos Grande e Santa Virgínia e tem a maior parte de sua área coberta por Neossolo Quartzarênico. Os autores classificaram com o grau de erodibilidade muito alto e extremamente suscetível à erosão os ambientes onde existe a presença de Neossolo Quartzarênico, mesmo quando ocorrem em áreas planas.

Estudo realizado por Cunha e Bacani (2016) realizou a caracterização da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego Come Onça, em Água Clara, Mato Grosso do Sul. Nessa pesquisa, os autores classificaram como fragilidade potencial média as áreas com predomínio de Neossolo Quartzarênico onde a declividade é de até 12% (inclinação suave) e fragilidade potencial alta onde os Neossolos Quartzarênicos estão associados a declividades de até 20%. Destacam, ainda, que as áreas de vegetação nativa possuem papel fundamental à proteção e atenuação no grau de fragilidade ambiental.

Na divisão da bacia hidrográfica do rio Branco em Unidades Geoambientais, Oliveira et al. (2021), apontam que a área de abrangência do córrego Grande, apresenta fragilidade ambiental em decorrência da associação de fatores tais como: fragilidade natural do solo, retirada da vegetação nativa, uso antrópico sem observância de técnicas conservacionistas e a declividade.

Araujo et al. (2005) afirmam que a vegetação ciliar age na contenção da erosão marginal de duas maneiras: a parte aérea funciona como uma barreira e reduz a velocidade do fluxo e as raízes abaixo do solo retêm ou mantêm fisicamente as partículas de solo no lugar.

Castro et al. (2013) afirmam que tem se dado pouca importância aos efeitos advindos dos desmatamentos ciliares, que provocam a redução do nível do lençol freático, aumenta a quantidade de sedimentos em suspensão e o assoreamento dos mananciais.

Ao aplicar o Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN) nas áreas de nascentes do córrego das Pitas no sudoeste de Mato Grosso Schiavinato e Gonzalez (2019) verificaram que predominou as classes Ruim e Péssimo, sendo a falta de proteção das nascentes um dos maiores problemas. Para reverter a situação os autores recomendam atender a legislação vigente, sobretudo no que tange a criação de Áreas de Preservação Permanentes.

A ausência de mata ciliar deixa as margens desprotegidas e está contribuindo para acelerar a erosão marginal e conseqüentemente aumentar o assoreamento.

A maior vazão na sub-bacia do córrego Grande (seção I) durante o período de coleta, foi de 2,03 m<sup>3</sup>/s em março de 2018 e a menor foi 0,35 m<sup>3</sup>/s em novembro de 2018. Nos meses de fevereiro, março e junho de 2019 não houve coleta de dados, pois a única estrada de acesso estava bloqueada.

A carga sólida suspensa e a turbidez se mantiveram em até 3,1 ton/dia e 6,96 UTN, respectivamente, durante quase todos os meses amostrados na seção I, a exceção foi o mês de março de 2019, quando foi registrado 96,7 UTN de turbidez e 25,652 ton/dia de carga sólida suspensa.

Em 2018, a vazão da seção I entre os meses de fevereiro e março aumentou 290%, já a turbidez se manteve em 4,2 UTN. Em março de 2019, foi registrado 96,7 UTN de turbidez, que está associada à precipitação de 49 mm registrada em menos de 48h antes da coleta. Entre os meses de novembro de 2018 e abril de 2019, foram registrados 1.560 mm de precipitação, sendo esse o período de maior concentração de chuvas; os meses de julho e agosto foram os mais secos, acumulando apenas 1 mm nos dois meses no ano de 2018 (Figura 8).

Foi possível verificar que a cobertura pedológica, composta por solos com textura areia, contribuem para um menor transporte de sedimentos em suspensão (comparando com as demais sub-bacias avaliadas nesta pesquisa), tendo em vista que a granulometria é composta por sedimentos de maior calibre. Entretanto a precipitação das 48h que antecederam a coleta elevou o transporte de sedimentos.

A maior parte da sub-bacia encontra-se preservada, o relevo de plano a ondulado e a baixa proporção de silte e argila no solo contribuem para o baixo aporte de sedimentos em suspensão ao longo do ano. A maior concentração de sedimentos em suspensão e elevação da turbidez em março de 2019 podem estar associados a uma voçoroca presente a montante da seção I. As chuvas elevam o transporte superficial de sedimentos que são transportados até os canais de drenagem, elevando a descarga sólida suspensa, turbidez e a concentração dos sedimentos suspensos. A falta de vegetação contribui para acelerar o escoamento superficial, favorecendo a erosão laminar.

Figura 8 – Precipitação, vazão, turbidez e carga sólida suspensa na seção I, no córrego Grande na BHRB, Mato Grosso



Fonte: Elaboração dos autores

### Sub-bacia do córrego Santa Virgínia

A sub-bacia do córrego Santa Virgínia (seção II) possui área de 32,36 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 3,15% da bacia hidrográfica do rio Branco. Na área predomina o Neossolo Quartzarênico Órtico típico no alto e médio curso e, no baixo curso, ocorre Nitossolo Vermelho Distroférico típico.

O uso predominante é para pastagens cultivadas, destinadas à bovinocultura. As características físicas do ambiente, o uso e a falta de técnicas conservacionistas vêm causando sérios impactos ambientais, entre eles a falta de mata ciliar e a presença de voçorocas na sub-bacia do Córrego Santa Virgínia.

O vale apresenta-se em forma de U no médio curso e nas escarpas são encontradas diversas nascentes que compõem uma rede de drenagem paralela que converge para o canal principal dessa sub-bacia. Localiza-se nas Serras do Roncador-Salto do Céu, onde ocorre as unidades geológicas Formação Morro Cristalino e Formação Vale da Promissão.

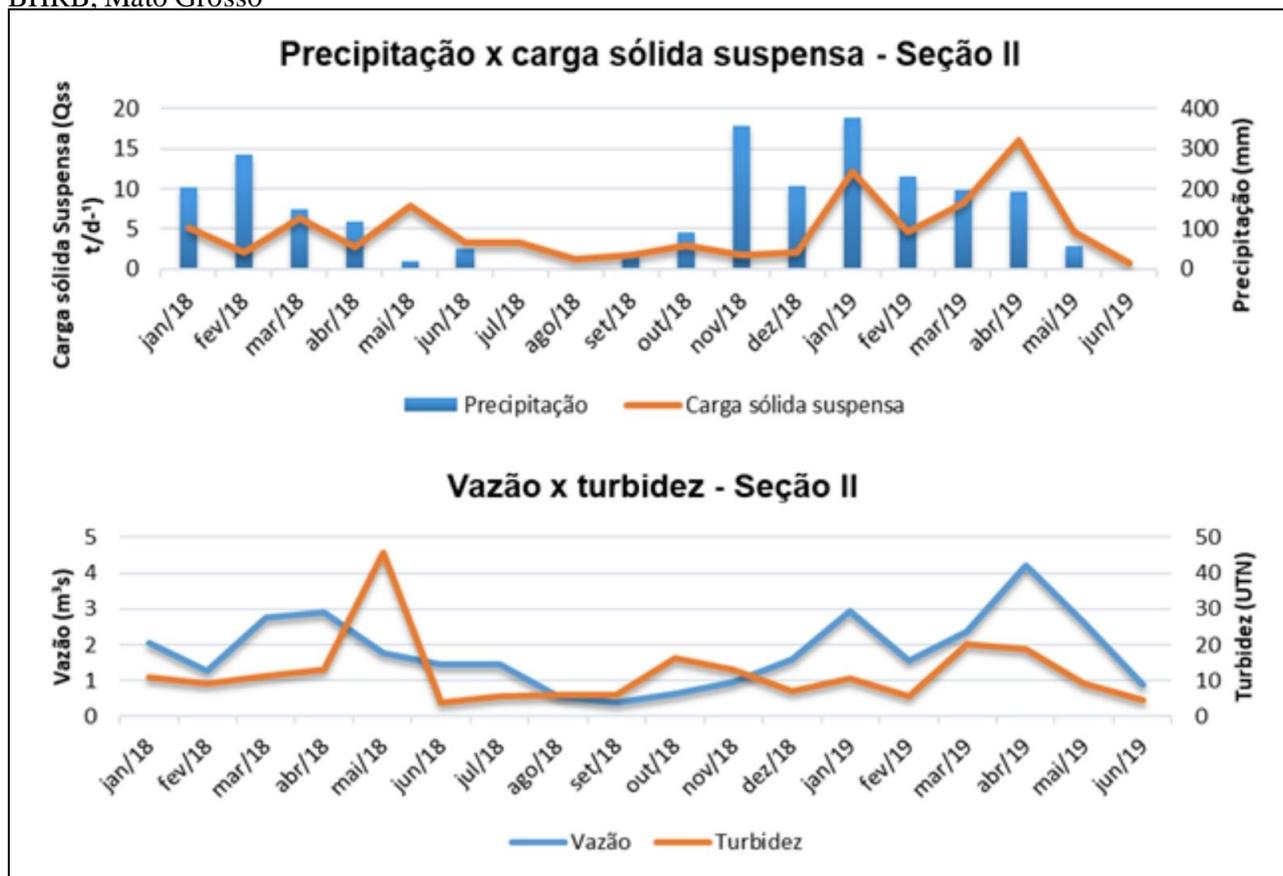
Na área onde foram identificadas as voçorocas na sub-bacia do córrego Santa Virgínia,

predomina o Neossolo Quartzarênico Órtico típico. A fragilidade natural desse solo, a declividade e a falta de adoção de técnicas conservacionistas no manejo do solo, potencializam a perda de solo e o transporte de sedimentos.

O fluxo no córrego Santa Virgínia é turbulento, principalmente no período chuvoso, com destaque para uma cachoeira 200 m a montante da seção II.

A vazão do córrego Santa Virgínia (seção II) ficou entre 4,2 m<sup>3</sup>/s em abril de 2019 e 0,39 m<sup>3</sup>/s em setembro de 2018. O maior valor para carga suspensa foi no mês de abril de 2019 com 16,12 t/d e a menor foi em agosto de 2018 com 1,17 t/d. A turbidez variou entre 45,6 e 3,74 UTN (maio e junho de 2018, respectivamente). Os valores de carga sólida suspensa mais elevados em abril de 2019 podem ser explicados pela precipitação registrada de 82,8mm no dia que antecedeu a coleta. Os parâmetros de vazão, carga sólida suspensa e turbidez do rio Branco (seções V e VI) permaneceram equivalentes tanto a montante quanto a jusante do córrego Santa Virgínia (Figura 9).

Figura 9 – Precipitação, vazão, turbidez e carga sólida suspensa na seção II, no córrego Santa Virgínia na BHRB, Mato Grosso



Fonte: Elaboração dos autores

### Sub-bacia do córrego Sicuri

A sub-bacia do córrego Sicuri (seção III) abrange cerca de 77,06 km<sup>2</sup>, o que equivale a 7,51% da bacia hidrográfica do rio Branco. O solo predominante Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico e o relevo variam de plano a escarpado. O solo é predominantemente recoberto por pastagens cultivadas destinadas para a bovinocultura. A falta de mata ciliar acelera o processo de erosão marginal, contribuindo para o aumento do assoreamento dos canais de drenagem.

A diferença nas cores do fluxo do rio Branco e do córrego Sicuri (Figura 10) está relacionada com o tipo de solo predominante na sub-bacia. A montante da confluência, o rio Branco e alguns afluentes recebem sedimentos oriundos do Nitossolo Vermelho Distroférrico típico que tem como material de origem sedimento argiloso e rico em ferro produzido pelo intemperismo do diabásio, enquanto o córrego Sicuri possui ocorrência predominante de Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico que tem como material de origem predominante os argilitos de cores amareladas.

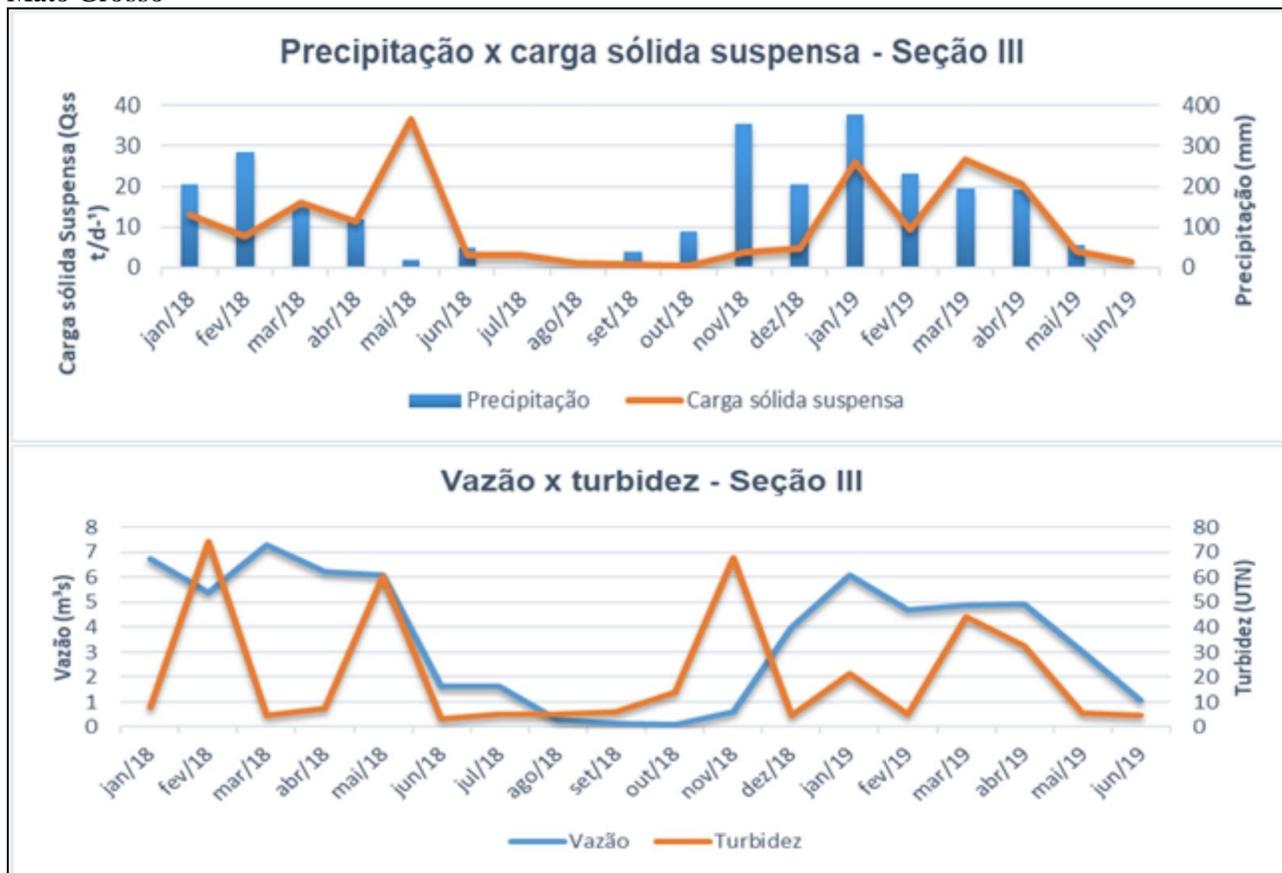
Figura 10 – Confluência do córrego Sicuri com o rio Branco na BHRB, Mato Grosso



Fonte: Foto dos autores (2019)

A vazão na seção VII (córrego Sicuri) variou entre 7,31 m<sup>3</sup>/s em março de 2018 e 0,10 m<sup>3</sup>/s em outubro de 2018. A turbidez foi baixa em praticamente todas as amostras, sendo o maior valor registrado no mês de fevereiro de 2018 em 74,3 UTN. Foi medido em maio de 2018 o maior volume de carga sólida suspensa (36,8 ton/dia) e em outubro de 2018 a menor, calculada em 0,39 ton/dia (Figura 11).

Figura 11 – Precipitação, vazão, turbidez e carga sólida suspensa na seção III no córrego Sicuri na BHRB, Mato Grosso



Fonte: Elaboração dos autores

O córrego Sicuri é escolhido como balneário pela população da cidade de Salto do Céu por uma particularidade: a água limpa quase todos os dias do ano. Tal fato foi comprovado nas coletas de campo. Devido ao gradiente e ao tipo de solo, os sedimentos suspensos são transportados de forma acelerada, sendo assim, mesmo a vazão de março sendo a maior registrada, a turbidez se apresentou baixa.

#### Sub-bacia do córrego Barrerão

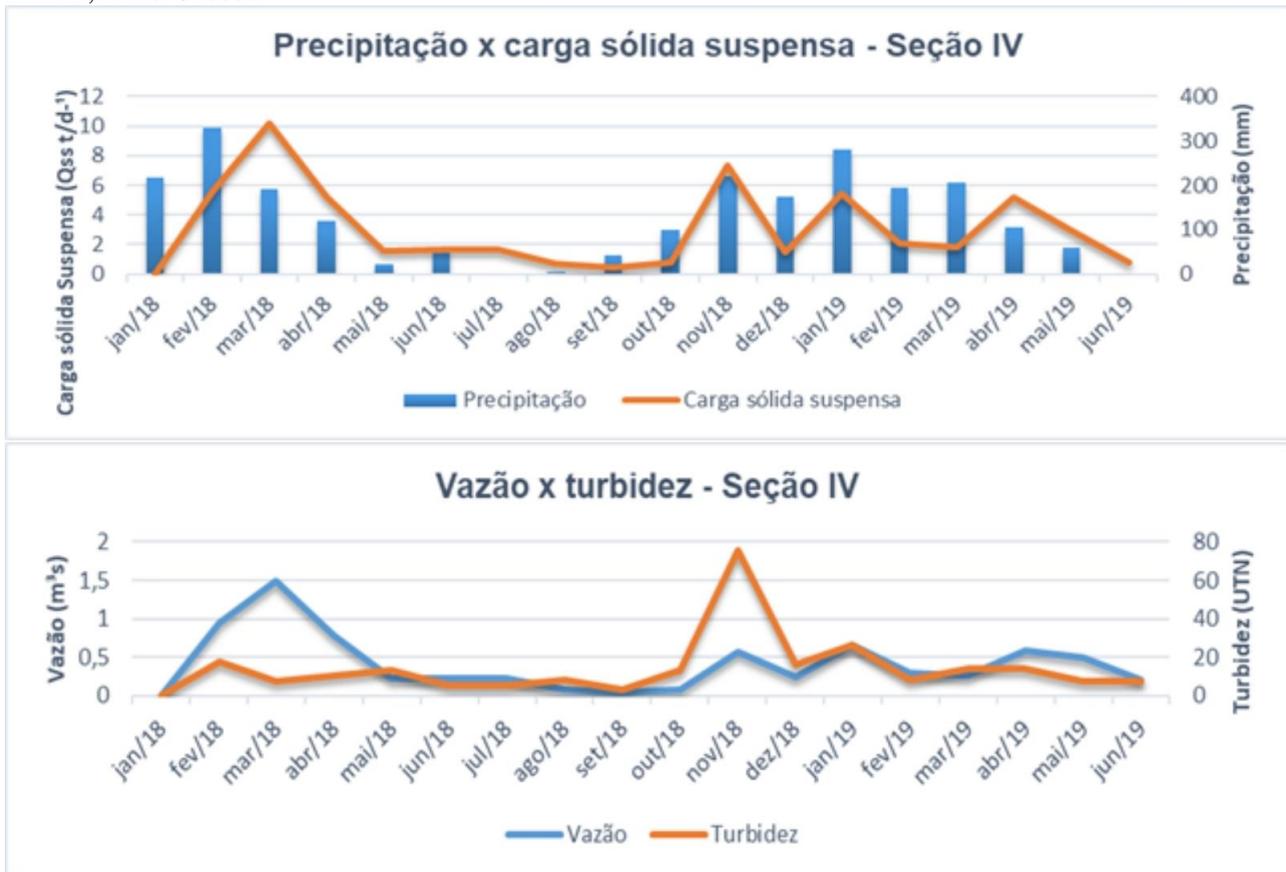
O córrego Barrerão (seção IV) tem a área de 14,73 km<sup>2</sup>, correspondendo a 1,43% do total da bacia hidrográfica do rio Branco e a menor sub-bacia selecionada para a pesquisa.

O solo predominante na sub-bacia do córrego Barrerão é o Cambissolo Háplico Tb

Distrófico típico. O principal uso do solo é para o cultivo de pastagens destinadas à bovinocultura. As nascentes estão nas vertentes da Serra Fortuna no Grupo Rio Branco e o médio e baixo curso estão situados na Depressão do Alto Paraguai na Formação Vale da Promissão.

A vazão no córrego Barrerão variou entre 1,49 m<sup>3</sup>/s em março de 2018 e 0,03 m<sup>3</sup>/s em setembro de 2018. No acumulado dos últimos 21 dias que antecederam a coleta, houve 168,6mm de precipitação, o que explica a maior vazão registrada nesse mês, entretanto como não houve chuvas significativas nas 72 h que antecederam a coleta, a turbidez se apresentou baixa. A carga sólida suspensa variou entre 10,14 ton/dia em março e 0,43 ton/dia em setembro de 2018 (Figura 12).

Figura 12 – Precipitação, vazão, turbidez e carga sólida suspensa na seção IV, no córrego Barrerão, na BHRB, Mato Grosso



Fonte: Elaboração dos autores

### Sub-bacia do córrego das Pedras

A sub-bacia do córrego das Pedras (seção V) abrange uma área 44,55 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 4,34% da área total da bacia hidrográfica do rio Branco. O córrego das Pedras nasce em área de Neossolo Litólico Distrófico fragmentário, porém a maior parte da sub-bacia está em Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico.

Na cobertura pedológica da sub-bacia do córrego das Pedras, predomina textura arenosa, material mais pesado quando comparado com a argila e o silte. Além disso, na maior parte da sub-bacia, o relevo é dissecado, apresentando declividades mais acentuadas. Devido à textura do solo e à declividade, na maior parte do ano, a massa líquida do córrego das Pedras se mantém com baixa turbidez. Já no canal do rio Branco, após chuvas intensas, a cor da água se mantém com a coloração avermelhada por vários dias. O tom avermelhado do rio Branco (Figura 13) está associado ao Nitossolo Vermelho Distroférrico típico presente a montante da confluência com o córrego das Pedras, em decorrência do material de origem (Diabásio). Resende et al. (2014) afirmam que solos originados a partir de rochas máficas, como o diabásio, tendem a ter como cor o

vermelho-escuro, em decorrência do maior teor de óxido de Fe na forma de hematita.

Figura 13 – Confluência entre o córrego das Pedras e o rio Branco, na bacia hidrográfica do rio Branco, Mato Grosso.



Fonte: Foto dos autores (2019)

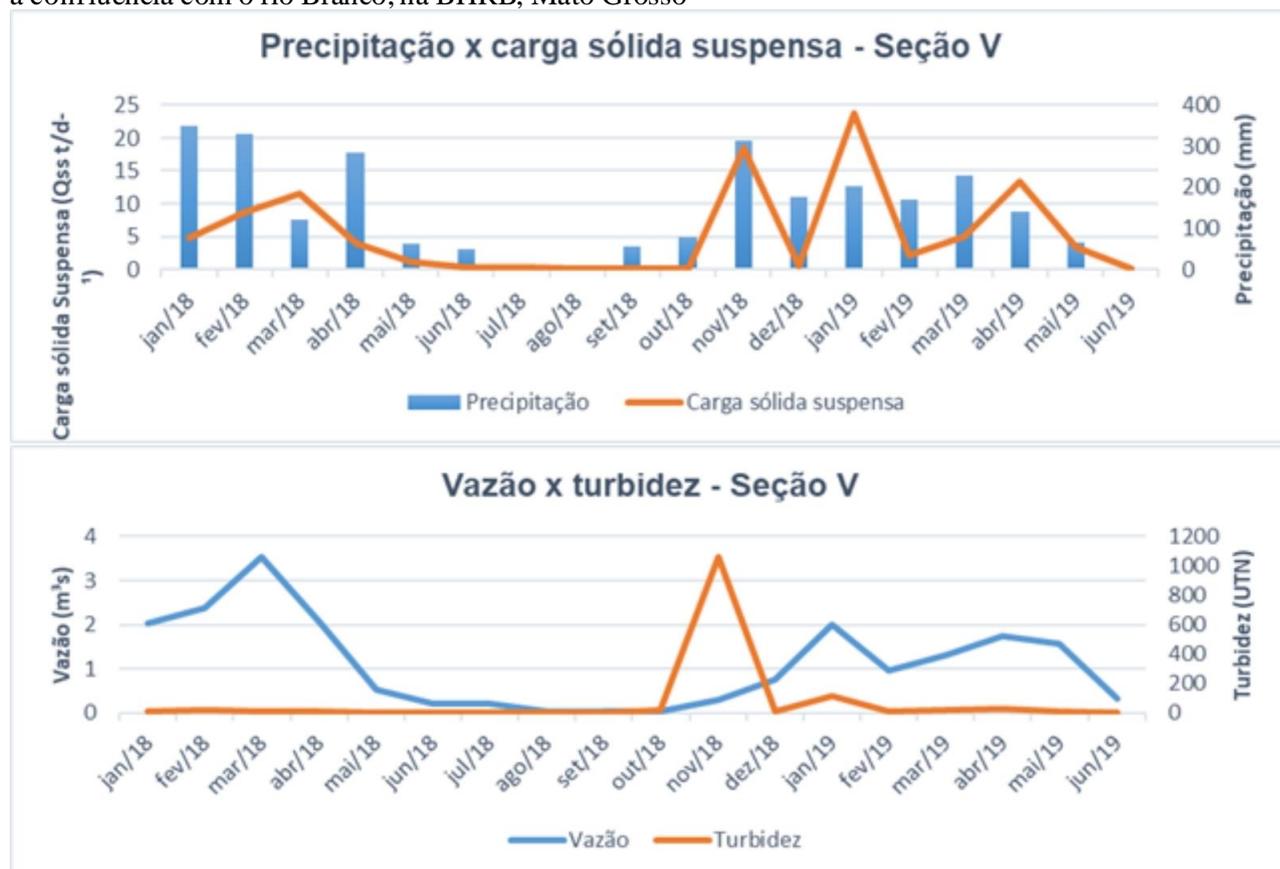
Ao fazer a análise sedimentológica do alto curso da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, Santos et al. (2013) concluíram que a capacidade de transporte de sedimentos está tão associada ao volume de água no canal (potencializado no período de cheia) que pode causar até mesmo a fragmentação de rochas de arenito depositadas em seu leito, bem como ao relevo que, caso seja acidentado, causa maior

turbulência no fluxo. Isso pode favorecer o transporte de sedimentos em suspensão e facilitar o transporte de sedimento de fundo, inclusive de materiais mais grosseiros.

A vazão do córrego das Pedras variou entre 3,53 m<sup>3</sup>/s em março de 2018 e 0,09 m<sup>3</sup>/s em agosto do mesmo ano. A turbidez se apresentou reduzida em quase todos os meses amostrados, a exceção foi o mês de novembro de 2018, quando a turbidez foi medida em 1062 UTN. O maior

volume de carga suspensa foi registrado em janeiro de 2019 (23,73 ton/dia). No dia que antecedeu a coleta de novembro de 2018, foram medidos 23 mm de precipitação. Em janeiro choveu, nas 72 horas que antecederam a coleta, 74,7mm. A elevação na vazão não correspondeu diretamente ao aumento da turbidez. A carga sólida suspensa foi maior com a elevação do volume do débito (Figura 14).

Figura 14 – Precipitação, vazão, turbidez e carga sólida suspensa na seção V, no córrego das Pedras, próximo a confluência com o rio Branco, na BHRB, Mato Grosso



Fonte: Elaboração dos autores

### Sub-bacia do córrego Bracinho

O córrego Bracinho é o maior afluente do rio Branco, sua bacia possui 250km<sup>2</sup> o que equivale a 24,4% do total. A nascente está localizada a cerca de 680 m de altitude e a foz a 170 m de altitude. É a sub-bacia que apresenta o maior número de afluentes. Os afluentes nascem nas encostas das Serras do Roncador – Salto do Céu que compõem o Planalto Dissecado dos Parecís, a foz está localizada na Depressão do Alto Paraguai.

A nascente do córrego Bracinho se encontra preservada, circundada com pastagens cultivadas. O solo com textura arenosa necessita da

adoção de práticas conservacionistas em seu manejo.

Na Formação Utiariti, está situada a nascente do córrego Bracinho, e, nesse ambiente, predomina a cobertura pedológica de Neossolo Quartzarênico Órtico típico. Na margem esquerda, prevalece a Formação Fortuna, onde está situada a maior parte dos afluentes, nas vertentes predomina o Neossolo Litólico Distrófico fragmentário e no topo o Neossolo Quartzarênico Órtico léptico.

Na margem direita predominam as formações Vale da Promissão e Morro Cristalino. Na Formação Vale da Promissão, foi encontrado o Plintossolo Háptico Distrófico típico, Cambissolo Háptico Tb Distrófico léptico e Latossolo

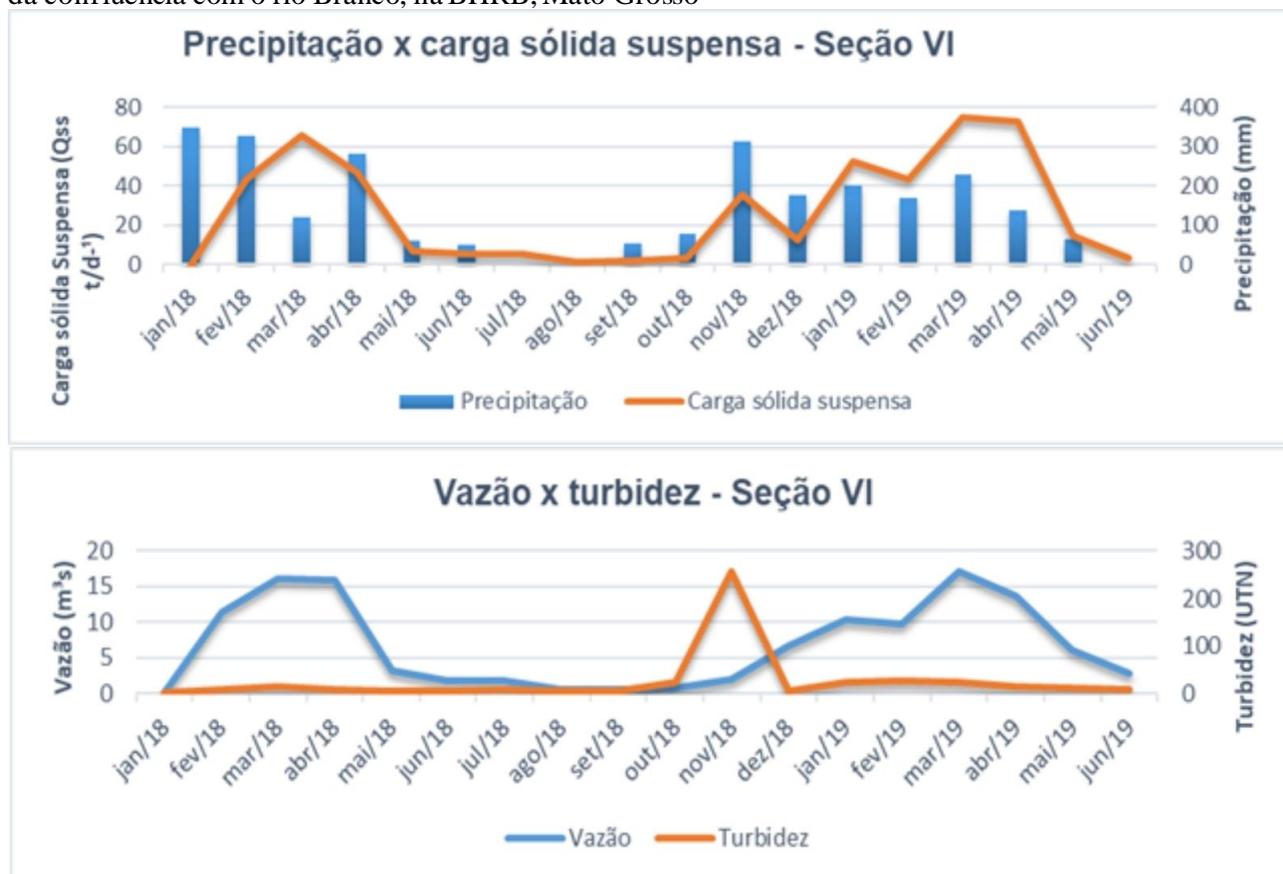
Vermelho Distrófico argissólico. Na Formação Morro Cristalino, ocorre o Neossolo Litólico Distrófico fragmentário nas encostas e o Neossolo Quartzarênico Órtico léptico no topo.

Ocorrem ainda, na sub-bacia do córrego Bracinho, duas coberturas pedológicas de Nitossolo Vermelho Distrófico típico, que tem como material de origem rochas da suíte intrusiva Salto do Céu, composta por diabásio e gabro.

O uso na sub-bacia é basicamente para pastagens cultivadas destinadas à bovinocultura. Nas atividades de campo, não foram identificadas voçorocas, porém foi identificada erosão laminar, principalmente associada a pastagens degradadas.

A vazão do córrego Bracinho (seção VI) variou entre 17,06 m<sup>3</sup>/s em março de 2019 e 0,43 m<sup>3</sup>/s setembro de 2018. Estudo realizado por Felix (2018) registrou 17,86 m<sup>3</sup>/s em fevereiro/março de 2017 e 4,66 m<sup>3</sup>/s em agosto de 2017. Oliveira (2018) calculou a vazão em 1,98 m<sup>3</sup>/s em outubro de 2015 e 35,07 m<sup>3</sup>/s em abril de 2016. Os resultados demonstram que a vazão do córrego Bracinho varia de forma intensa durante o ano. Devido ao gradiente topográfico e às características ambientais da bacia, as chuvas escoam de forma acelerada, sendo assim, o volume de fluxo varia bastante durante o período chuvoso. O início do período chuvoso foi o que apresentou o maior carga sólida suspensa (Figura 15).

Figura 15 – Precipitação, vazão, turbidez e carga sólida suspensa na seção VI, no córrego Bracinho, próximo da confluência com o rio Branco, na BHRB, Mato Grosso



Fonte: Elaboração dos autores

### Sub-bacia do córrego Pito

A sub-bacia do córrego Pito compreende uma área de 89,66km<sup>2</sup> que abrange um total de 8,73% da bacia. Sua nascente está sob a cobertura pedológica de Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, no médio curso é encontrado o Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico e no baixo curso predomina o Latossolo Vermelho Distrófico argissólico.

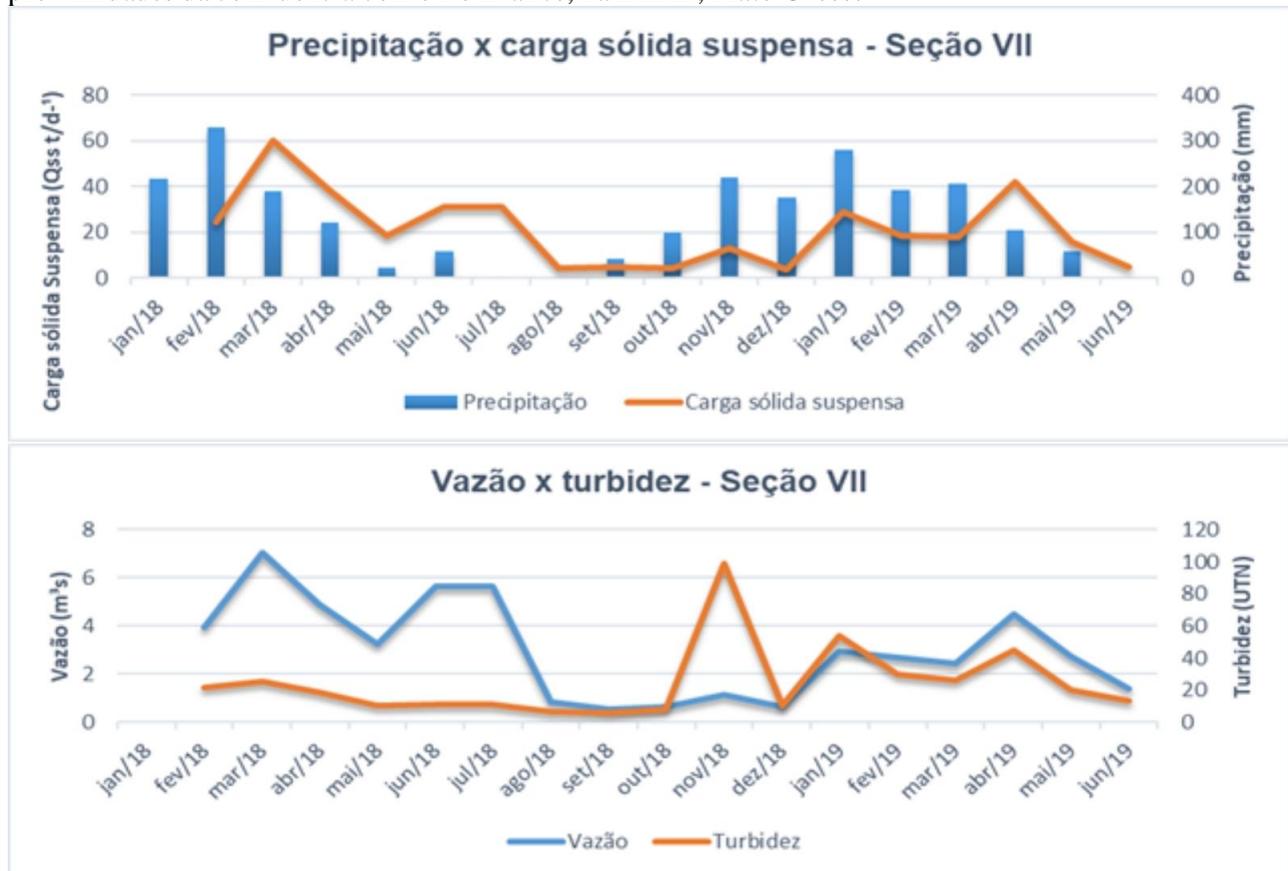
A declividade no alto e médio curso é elevada, chegando a ultrapassar os 45% e o vale é entalhado em forma de V. A falta de mata ciliar contribui para o assoreamento do canal e aumenta a velocidade do fluxo após chuvas mais intensas.

O principal uso na sub-bacia do córrego Pito é com pastagens cultivadas destinadas à bovinocultura. Em menor proporção, é encontrada a silvicultura no baixo curso.

A vazão no córrego Pito (seção VII) variou entre 7,07 m<sup>3</sup>/s em março de 2018 e 0,53m<sup>3</sup>/s em setembro do mesmo ano. A maior turbidez foi registrada em novembro de 2018 (99 UTN). Nas coletas de janeiro a abril de 2018, o aumento de

vazão não implicou no incremento da turbidez; nas coletas de janeiro a abril de 2019, foi possível estabelecer uma relação entre vazão e turbidez. A carga sólida suspensa esteve sempre associada à vazão em todas as coletas (Figura 16).

Figura 16– Precipitação, vazão, turbidez e carga sólida suspensa na seção VII, no córrego do Pito nas proximidades da confluência com o rio Branco, na BHRB, Mato Grosso



Fonte: Elaboração dos autores

### Sub-bacia do córrego Corgão

A sub-bacia do córrego Corgão possui a área de 96,99km<sup>2</sup>, o que corresponde a 9,45% do total da bacia hidrográfica do rio Branco. Sua nascente se encontra na encosta da serra de Monte Cristo sob vegetação de cerrado. O solo no alto curso é o Neossolo Litólico Distrófico fragmentário, no médio curso é encontrado também o Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico, no baixo curso predomina o Latossolo Vermelho Distrófico típico.

As nascentes principais do córrego Corgão estão em áreas de Neossolo Litólico e declividades predominantemente superiores a 20%. As características do solo aliadas à declividade inibem as atividades antrópicas. A vegetação predominante é o cerrado.

A vazão na seção VIII (córrego Corgão) variou entre 12,47 m<sup>3</sup>/s em abril de 2019 e 0,13 m<sup>3</sup>/s em setembro de 2018. A turbidez apresentou

os maiores valores em novembro de 2018 e abril de 2019.

Os valores de vazão, turbidez e carga sólida se apresentaram muito acima da média anual em abril de 2019. Embora não tenha sido registrado no pluviômetro próximo à sub-bacia, o volume apresentado demonstra que choveu forte poucas horas antes da coleta e que estava ocorrendo uma enchente na sub-bacia.

Os dados demonstram que, mesmo no período chuvoso (outubro a abril), o débito de córrego Corgão varia muito. Em até 24h após chuvas intensas, a vazão, a turbidez e a carga sólida suspensa se elevam, entretanto, a turbidez e a carga sólida suspensa são reduzidas em poucos dias em decorrência do gradiente topográfico. O solo no alto curso possui maior fração de areia, assim a maior carga suspensa (silte e argila) é adsorvida no baixo curso. Como a turbidez reduz rapidamente no alto curso, o fluxo transporta os

sedimentos mais finos para o rio Branco e, em poucos dias, os índices de turbidez diminuem

(Figura 17).

Figura 17 – Precipitação, vazão, turbidez e carga sólida suspensa na seção VIII, no córrego Corgão, próximo a confluência com o rio Branco, na BHRB, Mato Grosso



Fonte: Elaboração dos autores

## CONCLUSÕES

A colonização da região onde se situa a bacia hidrográfica do Rio Branco iniciou a partir da década de 1960 e, desde então, houve a retirada da vegetação nativa.

Quando do processo de ocupação da bacia hidrográfica do rio Branco, faltou planejamento do Estado a fim de manter como reserva ambiental as áreas de maior fragilidade para evitar danos posteriores.

A caracterização ambiental da bacia hidrográfica do rio Branco possibilitou compreender as fragilidades e potencialidades ao uso do solo, dando embasamento para a compreensão dos impactos ambientais encontrados durante a pesquisa.

O monitoramento em oito sub-bacias pelo período de 18 meses foi importante para entender como as características ambientais e o uso interferem na dinâmica dos canais de drenagem. Os resultados demonstram que cada bacia hidrográfica possui sua dinâmica própria e que os fatores naturais e antrópicos influenciam na

hidrodinâmica e carga de sedimentos dos canais de drenagem.

Foi verificado que as voçorocas situadas na cabeceira de drenagem da bacia elevam a carga de sedimentos de fundo e, assim, ocasionam o assoreamento dos canais de drenagem. A falta de vegetação ciliar ao longo da bacia provoca aumento da erosão marginal, contribui para elevar a carga de sólidos suspensos e também para o assoreamento do canal.

Os diversos impactos ambientais encontrados ao longo da bacia demonstram a necessidade de projetos de recomposição de áreas degradadas. A recuperação das matas ciliares é fundamental para estabilizar as margens dos canais de drenagem, reduzir a erosão marginal e o transporte de sedimentos.

Projetos com objetivo de orientar os produtores rurais quanto à necessidade de adoção de práticas conservacionistas precisam ser implementados pelo poder público urgentemente. Nas áreas urbanas, urge que sejam universalizadas as coletas de esgoto sanitário (e seu tratamento) e

seletiva ao mesmo tempo em que seja adotada a disposição correta dos resíduos sólidos e leis que garantam a permeabilidade do solo.

Novos estudos são necessários para melhor compreender os processos de sedimentação da bacia hidrográfica do rio Branco.

## 6 REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas, 2011. Orientações para elaboração do relatório de instalação de estações hidrométricas /Agência Nacional de Águas; Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. Brasília.

ARAUJO, G. H. D. S., ALMEIDA, J. R. D., GUERRA, A. J. T. Gestão Ambiental de Áreas Degradadas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

BRASIL. Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF: Presidência da República, [1997]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm). Acesso em: 22 jan. 2017.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL, 1982. Folha SD. 21 – Cuiabá: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro.

CARVALHO, N. de O. Fundamentos da hidrossedimentologia. In: CARVALHO, N. de O. Hidrossedimentologia prática. 2. ed., Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 2008.

CASTRO, M. N., CASTRO, R. M., SOUZA, P. C., 2013. A importância da mata ciliar no contexto da conservação do solo. Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia [online]. Disponível: <https://www.fara.edu.br/sipe/index.php/REVISTAUNIRAGUAIA/article/view/172/156>. Acesso: 22 dez. 2019.

CASTRO, W. S., CAMPOS, A. B., ZANCOPE, M. H. C., 2019. A Influência dos Materiais das Margens e da Vegetação Ciliar na Erosão de Meandros: O Caso do Rio Claro. Revista Brasileira de Geomorfologia [online] 20. Disponível: [lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/1584](http://lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/1584). Acesso: 31 jan. 2022.

CUIABANO, M. N., NEVES, S. M. A. S., NUNES, M. C. M., SERAFIM, M. E., NEVES, R. J., 2017. Vulnerabilidade ambiental à erosão hídrica na sub-bacia do córrego do

Guanabara/Reserva do Cabaçal – MT, Brasil. Geociências [online] 36. Disponível: <https://pgegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/10946>. Acesso: 18 nov. 2018.

CUNHA, E. R., BACANI, V. M., 2016. Caracterização da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego Come Onça, Água Clara/MS. ACTA Geográfica [online] 10. Disponível: <https://revista.ufrr.br/actageo/article/view/2456>. Acesso: 18 jul. 2018.

DUARTE, M. L., SILVA FILHO, E. P., BRITO, W. B. M., SILVA, T. A., 2020. Determinação da Erodibilidade do Solo por Meio de Dois Métodos Indiretos em uma bacia hidrográfica na região sul do estado do Amazonas, Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia [online] 21. Disponível: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/1533>. Acesso: 25 jan. 2022.

DUXBURY, J., LYONS, G., BRUULSEMA, T., 2015. A saúde humana depende dos nutrientes do solo. Informações Agronômicas [online] 150. Disponível: [http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/B0CE3E31580D588183257E7F004CFB9F/\\$FILE/Page6-8-150.pdf](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/B0CE3E31580D588183257E7F004CFB9F/$FILE/Page6-8-150.pdf). Acesso: 22 jun. 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2018. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5 ed. Brasília.

FÉLIX, E. A., SOUZA, C. A., SOUSA, J. B., 2020. Bacia hidrográfica do rio Bugres: características ambientais e morfológicas, morfométricas e a dinâmica fluvial. Revista Equador [online] 9. Disponível: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/9382/0>. Acesso: 01 fev. 2022.

FÉLIX, Evandro, 2018. Morfologia, morfometria e dinâmica fluvial como subsídio para o planejamento dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Cabaçal- MT. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres.

GODFREY, A. E., EVERITT, B. L., DUQUE, J. F. M., 2008. Episodic sediment delivery and landscape connectivity in the Mancos Shale badlands and Fremont River system, Utah, USA. Geomorphology. [online] 102. Disponível: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2008Geomo.102..242G/abstract>. Acesso: 18 ago. 2018.

GOMES, V. P., ARAÚJO, M. S. B. GALVÍNCIO, J. D., 2021. Mudanças espaço-temporais no uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Pontal a partir de dados referenciais do Google Earth Pro. Revista Brasileira de Geografia Física

- [online] 14. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge/article/view/253096>. Acesso: 30 jan. 2022.
- HEITMULLER, F. T., RAPHELT, N., 2012. The role of sediment-transport evaluations for development of modeled instream flows: Policy and approach in Texas. *Journal of Environmental Management* [online] 102. Disponível: [https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference\\_id/1239690](https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference_id/1239690). Acesso: 22 jun. 2018.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos, regiões fitoecológicas e outras áreas. Rio de Janeiro.
- LIMA, A. G., 2010. Rios de leito rochoso: aspectos geomorfológicos fundamentais. *Ambiência* [online] 6. Disponível: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/1039>. Acesso: 21 jun. 2018.
- MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M., 2007. Fundamentos de metodologia científica. 6 ed. São Paulo: Atlas.
- NÉGREL, P., MERLY, C., GOURCY, L., CERDAN, O., PETELET-GIRAUD, E., KRALIK, M., KLAVER, G., WIRDUM, G. V., VEGTER, J., 2014. Soil–Sediment–River Connections: Catchment Processes Delivering Pressures to River Catchments. In: BRILIS, J. et al., (eds.), *Risk-Informed Management of European River Basins, The Handbook of Environmental Chemistry* 29, Berlin.
- OLIVEIRA, A. C. B., OLIVEIRA JUNIOR, E. S., MUNIZ, C. C., 2021. Análise climática da região de Salto do Céu, Cabeceira do Pantanal: uma caracterização necessária. *Revista Equador* [online] 10. Disponível: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/12870>. Acesso: 01 fev. 2022.
- OLIVEIRA, J. D., SOUSA, J. B., SOUZA, C. A., 2021. Unidades Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Branco no Sudoeste do Estado De Mato Grosso. *Revista Equador* [online] 10. Disponível: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/12761>. Acesso: 02 fev. 2022.
- OLIVEIRA, J. D., Souza, C. A., SOUSA, J. B., 2019. Análise morfológica e atributos físicos e químicos de Nitossolo Vermelho e Neossolo Quartzarênico, no município de Salto do Céu, Mato Grosso, Brasil. *Ciência Geográfica* [online] 23. Disponível: [https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIII\\_1/agb\\_xxiii\\_1\\_web/agb\\_xxiii\\_1-11.pdf](https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIII_1/agb_xxiii_1_web/agb_xxiii_1-11.pdf). Acesso: 01 fev. 2022.
- PAULA, W. C. S., CUNHA, S. B., SOUZA, C. A., 2020. Variáveis hidrodinâmicas e sedimentológicas no baixo curso do rio Cabaçal em Cáceres-MT. *Revista Equador* [online] 9. Disponível: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/9434>. Acesso: 01 fev. 2022.
- ROSS, J. L. S., 1994. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia* [online] 8. Disponível: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327>. Acesso: 22 jun. 2018.
- SCHIAVINATO, V. M. S.; GONZALEZ, A. Z. D., 2019. Avaliação ambiental de nascentes na sub-bacia hidrográfica do córrego das Pitas-MT, Brasil. *Revista Equador* [online] 8. Disponível: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/9396>. Acesso: 01 fev. 2022.
- SEPLAN/CNEC. Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso/CNEC Engenharia S/A, 2000. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS CLASSES DE SOLOS, RESULTADOS ANALÍTICOS E CONSIDERAÇÕES SOBRE ERODIBILIDADE DA FOLHA BARRA DO BUGRES, MIR-387 (SD.21-Y-D) - MEMÓRIA TÉCNICA: Parte 2: Sistematização das Informações Temáticas. NÍVEL COMPILATÓRIO. PROJETO DE DESENVOLVIMENTO AGROAMBIENTAL DO ESTADO DE MATO GROSSO –PRODEAGRO. CUIABÁ.
- SILVA, Í. B, MENDES, L. M. S., 2022. Análise do Potencial Erosivo por Compartimentos Morfopedológicos como Subsídio ao Planejamento do Uso e Ocupação da Terra do Alto Banabuiú – Ceará. *Revista Brasileira de Geomorfologia* [online] 23. Disponível: [lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/1945/0](https://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/1945/0). Acesso: 02 fev. 2022.
- SILVEIRA, A. L. L., 1993. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). *Hidrologia, Ciência e Aplicação*. São Paulo: Edusp.
- SOS PANTANAL, WWF, 2015. BACIA DO ALTO PARAGUAI COBERTURA VEGETAL: Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do Solo na Bacia do Alto Paraguai – Porção Brasileira – Período de Análise: 2012 a 2014. Brasília. Disponível: <https://www.wwf.org.br/?48922/Bacia-do-Alto-Paraguai-Cobertura-Vegetal#>. Acesso: 27 de fevereiro de 2019.
- SOUZA, C. A., CUNHA, S. B., 2012. Evolução das margens do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a estação ecológica da Ilha de Taianã, MT. In: SOUZA, C. A. (Org.) *Bacia Hidrográfica*

do Rio Paraguai, MT: Dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental. São Carlos: Editora Cubo.

SOUZA, C. A., CUNHA, S. B., SOUSA, J. B., 2019. Morfologia, hidrodinâmica e carga de sedimentos no baixo curso do rio Sepotuba, afluente da margem direita do rio Paraguai, Cáceres-MT. *Ciência Geográfica - Bauru* [online] 23. Disponível: [https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIII\\_2/agb\\_xxiii\\_2\\_web/agb\\_xxiii\\_2-32.pdf](https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIII_2/agb_xxiii_2_web/agb_xxiii_2-32.pdf). Acesso: 22 ago. 2020.

STEVAUX, J. C., LATRUBESSE, E. M., 2017. *Geomorfologia Fluvial*. São Paulo. Oficina de Textos.

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

VESTENA, L. R., LUCINI, H., KOBRYAMA, M., 2007. Monitoramento automático da concentração de sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do Caeté, Alfredo Wagner/SC. In: *Workshop Regional de Geografia e Mudanças Ambientais: Desafios da sociedade do presente e do futuro*. Guarapuava: Ed. Unicentro.