

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CAMPUS DE TRÊS LAGOAS  
BACHARELADO EM GEOGRAFIA

Kellen Cristina Pereira Alves

**HIDROSEDIMENTOLOGIA DE SISTEMAS FLUVIAIS NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO FORMOSO, PLANALTO DA BODOQUENA-MS**

Três Lagoas  
2023

Kellen Cristina Pereira Alves

**HIDROSEDIMENTOLOGIA DE SISTEMAS FLUVIAIS NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO FORMOSO, PLANALTO DA BODOQUENA-MS**

Trabalho Conclusão de Curso de  
Graduação em Bacharelado em Geografia  
do Campus de Três Lagoas da  
Universidade Federal de Mato Grosso do  
Sul, como requisito para a obtenção do  
título de Bacharela em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Frederico dos Santos  
Gradella

Três Lagoas  
2023

**HIDROSSEDIMENTOLOGIA DE SISTEMAS FLUVIAIS NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO FORMOSO, PLANALTO DA BODOQUENA-MS**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado para obtenção do título de Bacharela em Geografia e aprovado em sua forma final pelo curso de Geografia.

**Banca Examinadora:**

---

Dr. Frederico dos Santos Gradella  
UFMS/Três Lagoas

---

Dr. Mauro Henrique Soares da Silva  
UFMS/Três Lagoas

---

Dr. Guilherme Dalponti  
Neotrópica do Brasil

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus por me iluminar e ter dado forças, minha mãe por estar ao meu lado e amigos que me apoiaram ao longo destes anos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela sua graça e misericórdia ao conceder-me forças para concluir mais uma etapa da minha vida.

À minha mãe Sueli Maria, por sustentar e alimentar meus sonhos diariamente, acreditando em mim carinho e confiança, mesmo quando eu desacreditava em minha capacidade.

Agradeço especialmente ao meu orientador, Prof. Dr. Frederico dos Santos Gradella pelos seus ensinamentos e a paciência que teve comigo no decorrer desta pesquisa.

Aos amigos(a) Ana, Gabriel, Júlio, que fiz durante esta jornada e levarei para toda vida. E também aos meus amigos (a) de infância Leticia e Vinicius que sempre me apoiaram em cada momento.

Também agradeço ao laboratório de sensoriamento remoto (La- Ser), Bruno, Bruna, Vincler por ter sinto minha luz me ajudado diretamente em um momento que estava sem inspiração para continuar este trabalho e Erivelton que foi um nobre amigo me auxiliando na elaboração dos mapas que foram usados neste trabalho.

A UFMS (Universidade Federal do Mato Grosso do Sul) pela utilização das instalações e equipamentos.

A Fundação Neotrópica do Brasil que proporcionou o desenvolvimento desta pesquisa na colaboração dos trabalhos de campo.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, anonimamente, me ajudaram com informações, sugestões, ideias e críticas, muitas das quais essenciais ao desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

**OBRIGADA!!!**

## SUMÁRIO

1 Introdução .....	9
2 Objetivo .....	10
3 Revisão da literatura .....	10
3.1 Aspectos Físicos Regionais da área de estudo .....	10
3.2 Geomorfologia da área cárstica da Serra da Bodoquena.....	11
3.3 Turismo na Serra da Bodoquena e em Bonito.....	12
3.4 Economia.....	16
3.5 Processos erosivos e degradação do solo .....	17
3.6 Legislação vigente para a região .....	18
3.7 Sedimentologia .....	18
4 Procedimentos metodológicos .....	21
4.1 Localização da área de Estudo .....	21
4.2 Procedimentos de coleta .....	22
4.3 Rotinas analíticas laboratoriais .....	23
5 Resultados e discussão .....	25
6 Considerações finais .....	35
7 Referências bibliográficas.....	36
8 Referências consultadas .....	39

## **RESUMO**

A bacia hidrográfica do Rio Formoso (BHRF) encontra-se no estado de Mato Grosso do Sul, no Planalto da Bodoquena, no município de Bonito, um dos maiores centros de recepção de ecoturismo do Brasil. A atração de turistas está associada as águas superficiais que apresentam grande translucidez devido a características do material geológico, o carste. Analisar o comportamento hidrossedimentológico de rio da bacia hidrográfica do Formoso no Planalto da Bodoquena. A bacia hidrográfica do rio Formoso é a principal bacia hidrográfica do município de Bonito e grande parte dos atrativos turísticos do município estão nesta bacia hidrográfica. Cinco seções fluviais foram definidas para amostragem de sedimento em suspensão e cálculos de velocidade e vazão, que se deram em maio e outubro de 2022. Como resultado, foi possível identificar comportamento diferenciado entre os rios em resposta as chuvas que ocorreram em outubro. Já em relação ao sedimento em suspensão, todos apresentaram aumento em outubro.

**Palavras Chaves:** Conservação; recursos hídricos; ecoturismo.

## **ABSTRACT**

The Formoso river watershed (FRW) located in the state of Mato Grosso do Sul on the Bodoquena Plateau in the Bonito city which is important ecotourism reception centers in Brazil. The main attraction of tourists is associated with surface waters that are highly translucent due to characteristics of the geological material, karst. Analyzing the hydrosedimentological behavior of a river in the Formoso basin on the Bodoquena Plateau. The Formoso river watershed is the main river basin in the municipality of Bonito and most of the municipality's tourist attractions are in this watershed. Five river cross sections were defined for suspended sediment sampling and velocity and flow calculations in May and October 2022. As a result it was possible to identify different behavior between the rivers in response to the rains that occurred in October. In relation to suspended sediment, all showed an increase in October.

**Keywords:** Conservation; water resources; ecotourism.

## 1 Introdução

Conhecida mundialmente por sua beleza natural, a região de Bonito, localizada no Estado de Mato Grosso do Sul, onde se encontra a bacia hidrográfica do Rio Formoso (BRF), tem sofrido nas últimas décadas com o crescimento no turismo e também a acelerada na urbanização sem planejamento (SILVA, 2015).

Estes impactos se estendem pelo Pantanal e são responsáveis pela degradação de habitats naturais, perda de biodiversidade causada pela fragmentação dos sistemas naturais, alteração na qualidade das águas, assoreamento dos rios, entre outros (CARVALHO, 2008).

As chuvas intensas na região alteraram a forma dos rios, tornando-os turvos. A água das lavouras que escorem e deságua no rio, alterando o pH e toda a composição do rio. A Secretaria Municipal de Turismo (Sectur), de Bonito, afirma que os danos ambientais afetam a economia local e as áreas naturais. A Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural (Agraer), que administra as áreas cultivadas próximas à cidade, exige que os produtores rurais sejam responsabilizados pela supervisão das áreas cultivadas (IMASUL, 2020).

Um dos problemas causados pelos processos erosivos é a diminuição da seção de vazão nos leitos dos rios (ELLIOT; WARD, 1995).

Para manter uma bacia hidrográfica com bom funcionamento por um longo período de uso, deve-se dispor de recursos tecnológicos e estudos para fazer a avaliação das situações existentes e propor alternativas para gestão e uso do solo e da água (TOMÁS; COUTINHO, 1993).

Os sedimentos que desembocam nos cursos d'água possuem uma variedade de granulometria, e o trânsito desses sedimentos varia de acordo com as condições ambientais e erosivas da área (CARVALHO, 2008).

Nesse contexto, o estudo foi estudar as características hidrossedimentológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Formoso (BHRF). Apesar das diferenças inerentes à localização geográfica dessa bacia hidrográfica e de seus componentes, apresentam um ponto em comum e talvez o mais importante: são dotadas de modelos econômicos ligados à agricultura, como as lavouras de soja e pecuária.

## **2 Objetivo**

Analisar o comportamento hidrossedimentológico de rio da bacia hidrográfica do Formoso no Planalto da Bodoquena, no sentido de auxiliar a conservação dos sistemas hídricos do Planalto da Bodoquena.

## **3 Revisão da literatura**

### **3.1 Aspectos Físicos Regionais da área de estudo**

O planalto da Bodoquena é uma formação sedimentar, tendo dentre sua litologia o calcário. Existem lacunas entre essas rochas que chamamos de grutas ou cavernas. Portanto, deve haver mais de 100 grutas na Bodoquena Planalto. Há rochas nas áreas subsolo do município que coletam água da chuva para criar águas subterrâneas. Em algumas áreas das falhas calcárias, a água flui através dos pântanos e coleta minerais. Como resultado, a água mineral é rica em bicarbonato de cálcio e magnésio. Apesar disso, a água permaneceu incolor (BOGGIANI, 2007).

Na época da formação da camada calcária, a região já foi um mar conhecido como Oceano de Corumbá, mas inúmeros terremotos e movimentos tectônicos acabaram levando à colisão de dois continentes antigos e, eventualmente, ao desaparecimento do mar potencial. Ao longo dos anos, movimentos tectônicos originaram-se na Cordilheira dos Andes e no planalto da Bodoquena. Com uma fonte de água rica em minerais (bicarbonato de cálcio e magnésio) de origem calcária, que é a rocha mais rica da zona (EMBRAPA, 2006).

As grutas de Bonito são quentes, e algumas têm lagos. Há também formas desconhecidas que emergem dos tetos, assim como outras formas nas partes inferiores. Em geral, são áridas, servindo de habitat para pequenos animais, principalmente os morcegos, que desempenham um papel crucial na dispersão de sementes, bem como no transporte de alimentos entre as grutas, proporcionando o início da cadeia alimentar (SALLUN, 2005).

A estação quente vai de setembro a janeiro, com temperaturas máximas médias diárias acima de 31°C. O mês mais quente do ano em Bonito é dezembro, com máximas de 32°C e mínimas de 22°C. A parte mais fria do ano é de maio a julho, quando as altas temperaturas médias diárias estão abaixo de 27 °C. Julho é o mês das geadas de Bonito, com temperatura média de 15 a 27°C (ICMBIO, 2013).

Está classificação foi criada por Köppen, como tendo um clima tropical de inverno seco de maio, que é um estado seco e bem definido com precipitação média abaixo de 60 mm. A quantidade total de precipitação de julho a agosto foi bastante baixa (33 e 36 mm, respectivamente), e a maior parte se concentrou nos meses de outubro a março, que é típico do inverno úmido de novembro a abril. A temperatura média anual é de 23,1 C, e a precipitação média anual é de 1.454 mm. Caso a capacidade hidráulica disponível (CAD) seja de 100 ou 125 mm, a presença de excesso de água no mês da estação mais chuvosa sendo março, com dois períodos de déficit, nos meses de abril e junho a agosto. Vai de setembro a outubro e, em menor grau, em maio (BAPTISTA-MARIA, 2007, *apud* IBGE, 2005).

### **3.2 Geomorfologia da área cárstica da Serra da Bodoquena**

A margem do rio Formoso eleva-se a uma altura de até 650 metros em configuração vertical. O noroeste, em particular, apresenta um acentuado declive que pode atingir ocasionalmente um desnível de cerca de 300 metros a partir do final do rochedo da Embaixada. Uma nascente de montanha que, repentinamente ou em degraus, enfrenta as planícies das grandes encostas e anticlinais da zona montanhosa oriental (SALLUN-FILHO; KARMANN, 2004).

Paisagens cársticas são regiões com solos à base de rochas carbonáticas onde predominam processos químicos de dissolução de rochas pela água, levando ao desenvolvimento de porosidade secundária na forma de condutores e, conseqüentemente, sistemas hidrogeológicos subterrâneos (SALLUN-FILHO; KARMANN, 2012).

Além do alto valor de preservação dos recursos naturais e da biodiversidade (pelo endemismo das espécies subterrâneas), essas regiões são de fundamental importância econômica por abrigarem atividades turísticas relacionadas a eventos ciclônicos. A região de Bonito, região serrana da Serra da Bodoquena, no sul de Mato Grosso, onde cavernas submersas, rios nascentes, lagos cristalinos e cachoeiras com tufo calcários são atrativos turísticos, é o melhor exemplo desse uso econômico do carte no Brasil. Os Rios Salobra, Formoso e Prata formam a base da Serra da Bodoquena, que também inclui um planalto sem nome no Sudeste que é drenado ao norte pelo Rio Salobra O Rio Perdido (Bacia do Rio Apa) fica ao sul (ALMEIDA, 1965; SALLUN-FILHO & KARMANN, 2007). Sallun e Karmann (2007) referem-se às áreas

que incluem os afluentes dos rios Formoso e Prata como "Plancies of Tufas" neste contexto geomorfológico.

Nesse caso, a água percorre sistemas hidrológicos subterrâneos, enriquecendo-se com carbonato de cálcio, e emergindo à esquerda em grandes nascentes, como as nascentes prata e Bonito (BOGGIANI et al., 2002).

No caso dos depósitos do BHRF, o cálcio que foi perdido para a água durante sua jornada subterrânea e superficial se acumula na forma de tufos em meandros abandonados, fazendo com que a profundidade dos lagos próximos diminua e com a formação de pântanos. (NEOTRÓPICA, 2016)

Como resultado, a manutenção da zona temperada é importante para a deposição contínua dos tufos calcários característicos da região. Seu desenvolvimento pode ser impactado por fatores como temperatura da água, presença de determinados compostos orgânicos e fosfato; mesmo baixas concentrações podem ter um impacto na deposição de cálcio. Além disso, mas atenção deve ser dada às condições únicas de turbidez da água da região, pois um aumento neste parâmetro pode afetar o crescimento de algas, que está ligado ao crescimento de tufos (BOGGIANI *et al*, 2002).

### **3.3 Turismo na Serra da Bodoquena e em Bonito**

O Parque Nacional da Serra da Bodoquena tem 76.481 hectares e está dividido em dois fragmentos, um ao norte e outro ao sul. Sua peça central é uma formação de serras calcárias, que a diferencia das demais montanhas da região. O parque também possui áreas compostas por campos cerrados, flores sazonais e a maior extensão do Oceano Atlântico no estado de Mato Grosso do Sul (GUIMARÃES, 2018).

O parque tem muitas atrações e uma delas é o Rio Perdido, que corta parte da área do parque e recebeu esse nome por percorrer certas trilhas que se perdem no caminho, por baixo da rocha e por cavidades naturais, e reaparecem em outro lugar (GUIMARÃES, 2018).

A Serra da Bodoquena apresenta diferentes encostas em suas porções a leste e oeste devido ao seu arcabouço. Colinas suaves e morros remanescentes de rocha carbonática ocorrem na porção leste, enquanto encostas mais pronunciadas e escarpadas ocorrem na porção oeste. Colinas, sumidouros, ressurgências, assim como a formação de cavernas, foram possíveis pela presença de rochas ricas em carbonatos na área. Este ponto de referência circular se forma nas rochas

carbonáticas do Grupo Corumbá, incluindo a maior parte do ponto de referência montanhoso. A região é extremamente propícia ao desenvolvimento de cavernas e abismos devido à predominância de rochas carbonáticas (ALMEIDA, 2010).

A vegetação é densa e arbórea, incluindo remanescentes da matriz Atlântica e uma transição para o Cerrado. Apresenta fauna exuberante com araras azul, vermelha e canindé, assim como a gavião real, com destaque para jaguatirica, suçuarana, lobo guará, raposa, lobinho e onça pintada. Existem outros animais como a paca, a capivara, a cutia, a queixada e o cateto, além de uma rica variedade de invertebrados. A manutenção de ecossistemas naturais com significativo valor ecológico e estético possibilitará a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de programas de educação ambiental, recreação na natureza e ecoturismo como são a cachoeira boca da onça, cachoeira buraco do macaco, cachoeira serra da Bodoquena e nascentes da serra sendo uma atração aberta recentemente (TAFARELO, 2022).

Apesar de ter sido fundado em 1948, os primeiros atrativos turísticos de Bonito surgiram na década de 1970. Nessa época, ecologistas e cientistas começaram a se interessar pelas belezas naturais únicas da região, que incluíam rios embrionários de águas cristalinas, cachoeiras e grutas. Somente em meados da década de 1980 o turismo começou de fato, com visitas à Gruta do Lago Azul, Gruta de Nossa Senhora Aparecida e Balneário Municipal do Rio Formoso. No entanto, não havia visita turística organizada, a indústria hoteleira era pequena e desorganizada e não havia infraestrutura turística na cidade (TAFARELO, 2022).

A criação do CONDEMA - Conselho Municipal do Meio Ambiente em 1986 foi um importante ponto de virada que iniciou a introdução de conceitos de conservação e turismo sustentável na área. Na época, foram criadas três das primeiras agências de turismo de Bonito, que tinham a função de direcionar os turistas aos atrativos da região. As agências emitem ao visitante um voucher simples que garante o acesso à atração. Nas figuras 1 e 2 abaixo mostra um pouco das belezas naturais. Posteriormente, o guia recebe da agência o dinheiro correspondente ao valor dos vouchers emitidos (TAFARELO, 2022).



Figura 1: Cachoeira serra da Bodoquena (A); cachoeira boca da Onça (B); nascentes da serra (C); cachoeira buraco do Macaco (D). Fonte: Acquaviagens.

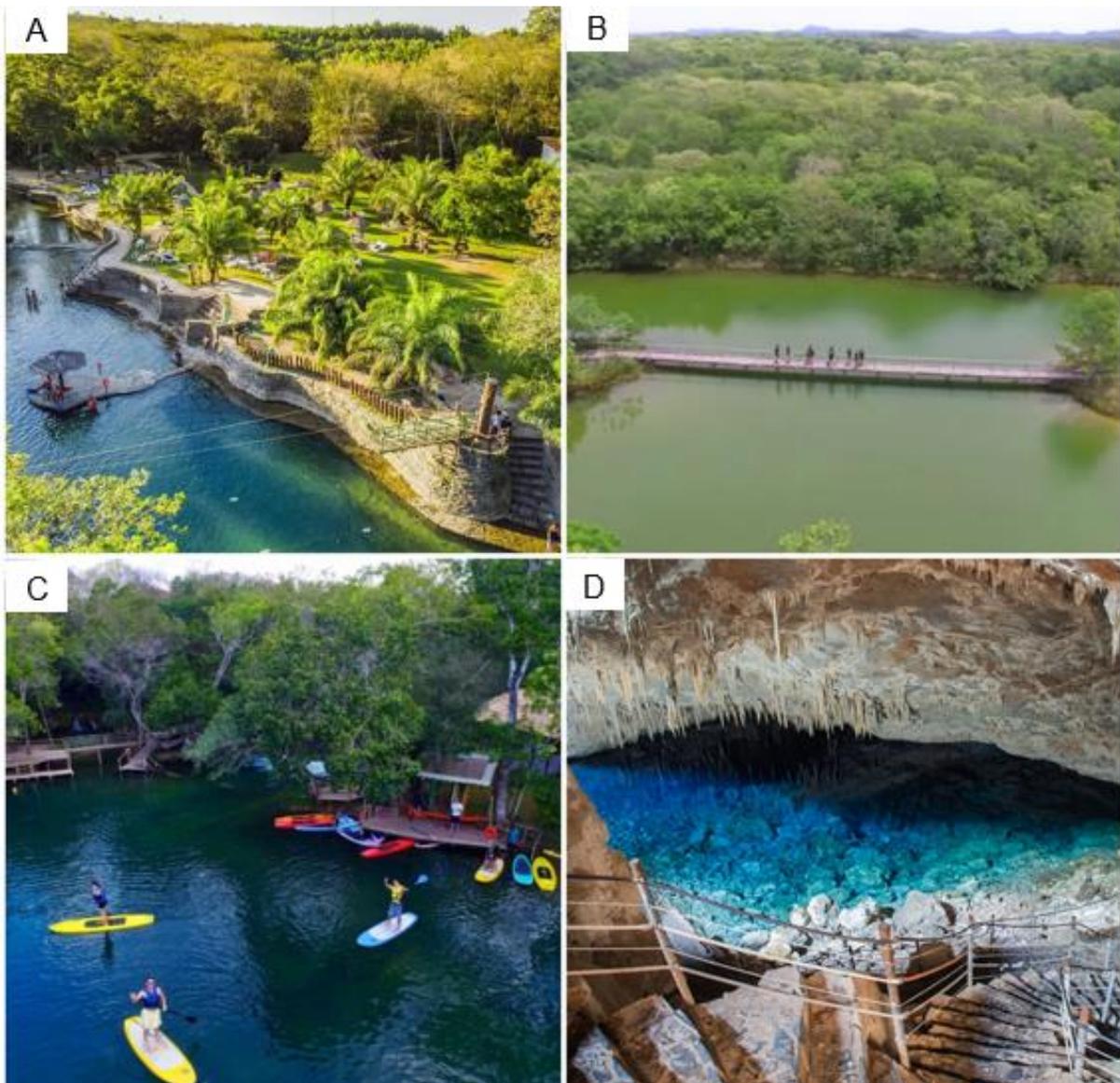


Figura 1. Balneário do Sol (A); Aquário Natural (B); Ilha do Padre (C); Gruta do Lago Azul (D). Fonte: Bonitoway.

Algumas das principais atrações turísticas de Bonito são, o balneário do sol é um empreendimento particular, possui vegetação nativa com trilhas, camping com churrasqueiras, restaurantes, lanchonetes. (BONITO, 2010)

O Aquário Natural, dispõe de equipamento de mergulho deques, piscina com instalações para instruções básicas de mergulho, museu com animais do cerrado e zoológico autorizado pelo IBAMA, com exemplares da fauna regional. (BONITO, 2010).

A Ilha do Padre, assim denominada por referir-se ao seu antigo proprietário, o Padre católico Roosevelt de Sá Medeiros com restaurante, bar, diques, pontes e capela.

### **3.4 Economia**

Bonito, que foi escolhido pela 16ª vez como o melhor destino de ecoturismo do Brasil, teve um número recorde de visitantes em 2017 e um número recorde de excursões realizadas, segundo o Observatório do Turismo. Mais de 209 milhões de turistas e 711 milhões de viagens foram realizadas em 2019. O número de viajantes e atrações turísticas visitadas aumentou 4,15% e 12,69%, respectivamente, em 2019. Além disso, nunca houve tantos visitantes em Bonito em janeiro como neste ano: 28.666. Mais de 80% dos visitantes são brasileiros, principalmente do Rio de Janeiro (10%), Paraná (11%) e São Paulo (40%) (GRECHI, 2011).

Em parceria com o prefeito e o governo federal, o governo de Mato Grosso do Sul realizou diversos investimentos na cidade de Bonito. Por exemplo, a revitalização do aeroporto para aumentar a segurança de passageiros e viajantes e atrair novos voos; e a pavimentação da estrada (GRECHI, 2011).

Mais investimentos estão a caminho, como a restauração da MS-382 entre Guia Lopes da Laguna e Bonito e a instalação de asfalto na MS-382 até a Gruta do Lago Azul, um dos principais polos postais da comunidade. Com pouco mais de 209 milhões de visitantes em 2019, o turismo representa 45% da produção econômica total de Bonito e contribui com R\$ 300 milhões para a economia local. 478 empresas do setor que gera 2.000 empregos em uma cidade com cerca de 22.000 habitantes (estimado para 2021) (BONITO, 2010).

Embora reconhecida regionalmente e, mesmo sendo um dos atrativos mais antigos de Bonito, esteve, por muito tempo, abandonada e depredada (BONITO, 2010)

A Gruta do Lago Azul é uma caverna aberta à visitação turística que ficou mundialmente famosa por suas belezas naturais. Esse é um passeio contemplativo! A visita é guiada e dura aproximadamente de 1h e 20 minutos. Para chegar até o lago azul de águas cristalinas que fica no fundo da caverna são 300 degraus (SILVA, 2015).

### 3.5 Processos erosivos e degradação do solo

A causa primária da erosão acelerada do solo é a atividade humana e as mudanças relacionadas aos terraços, que têm implicações nos ciclos de carbono e nutrientes, na produção do solo e nas condições socioeconômicas globais (BORRELLI *et al.*, 2017).

Processo natural da superfície da terra, o processo erosivo do solo é acelerado pela atividade humana, principalmente pelo desenvolvimento do solo (YANG *et al.*, 2003). Sendo um processo lento e sorrateiro, 1 mm de solo pode ser perdido em apenas um aguaceiro ou vendaval e, devido ao seu pequeno tamanho, pode prosseguir sem ser detectado. No entanto, esta perda de apenas terras agrícolas podem crescer para 15 t/ha. (ALVES, 2021)

Levará cerca de 20 anos para recuperar essa quantidade de solo em condições agrícolas. No entanto, com o tempo, esse solo se tornará menos eficaz em sustentar o crescimento das culturas, pois pode alterar os ciclos de carbono, nitrogênio e fósforo, bem como a relação N:P da matéria orgânica do solo, ambos conhecidos por terem efeitos significativos em uma série de processos (QUINTON *et al.*, 2010).

O solo é um enorme e dinâmico reservatório de carbono e a base física para a maior parte de nossa produção de alimentos. Mudanças mais profundas estão no horizonte para essas funções interconectadas, particularmente aquelas desencadeadas por mudanças no clima e na produção de alimentos, que provavelmente terão impacto na sociedade neste século (AMUNDSON *et al.*, 2015).

O termo "degradação solo" refere-se à deterioração ou perda das características químicas, físicas, morfológicas e biológicas do mineral, como, por exemplo, a perda de quantidade e nutrientes do mineral, a destruição de matéria orgânica, compactação, poluição trazida pelo uso de produtos químicos e agrotóxicos, etc (CAPECHE, 2005).

A degradação do solo pode ser entendida como mudanças adversas de longo prazo nas propriedades do solo e processos, levando a uma perda de função e produtividade do ecossistema devido a obstáculos que impedem a recuperação do solo por conta própria, resultando em uma perda de sustentabilidade ambiental. O método mais nocivo de degradação solitária é o erosivo (SILVA, 2003 *apud* COGO *et al.*, 2011).

O processo torna-se um dos mais nocivos para a manutenção dos recursos construtivos da terra, pois ultrapassa os limites naturais de renovação, tipicamente

desencadeados pela atividade humana. Além de reduzir sua capacidade de produção para diferentes culturas, também pode levar a sérios danos ambientais, como asfixia e poluição dos mananciais (COGO *et. al.*, 2003).

### **3.6 Legislação vigente para a região**

A Lei Estadual nº 1.871/1998 estabelece diretrizes para seu uso e cria uma faixa de defesa particular de 150 metros para cada rio que margeia a foz do Rio Formoso e do Rio da Prata. Há também dois estatutos municipais que garantem a proteção dos córregos da região. Uma delas é a lei municipal 989/2003. Outra é a portaria municipal que exige uma zona de preservação permanente de 50 metros de largura para os rios locais, mesmo que tenham menos de 10 metros de extensão.

No artigo 2º do Código Florestal, "Córregos e Nascentes", é estabelecido um nível de preservação permanente com base nos limites dos rios e outros corpos d'água. Com base nessa situação legal e ambiental, afirma-se que os primeiros 50 metros do Rio Bonito e suas vazões são áreas de conservação permanente (APPs) (SANTOS, 2017).

Somente atividades de ecoturismo que tenham sido devidamente autorizadas pela agência para o meio ambiente são permitidas. Apenas pecuárias de pequeno porte, madeireiros, indústrias de todos os tipos e tamanhos, bem como quaisquer minerações permitidas, são permitidas de 50 metros até os próximos 100 metros.

### **3.7 Sedimentologia**

Sedimentos são partículas sólidas que se separam das rochas por meio de um processo físico ou químico e se movem ou se depositam como resultado da interação com agentes dinâmicos externos. Carvalho (1994) utilizou o termo "sedimentação" para se referir a todos os processos físicos envolvendo sedimentos, incluindo erosão, movimentação em cursos d'água e deposição. Os sedimentos fluviais são aqueles que são carregados e depositados como resultado da evaporação da água. Esses processos extremamente complicados, que ocorrem naturalmente em todo o planeta, são significativos em escala global porque são responsáveis pela configuração atual da crosta terrestre. Entre as forças dinâmicas externas que possibilitam a

sedimentação incluem-se a água, o vento, a gravidade, o gelo, e as forças biológicas como a ação anterodorsal (CARVALHO, 1994).

Os sedimentos originaram-se da erosão do leito rochoso bem como das margens. As partículas corroídas que entram no rio podem ser transportadas em suspensão por meio líquido ou por levitação. O movimento das partículas suspensas é influenciado pela vazão da corrente de água. As partículas do leito se movem por arraste, ou pela velocidade da corrente, mas também sofrem resistência ao atrito, o que faz com que se movam a uma velocidade menor do que as partículas em suspensão. Dependendo da velocidade da corrente e do impacto da turbulência, as partículas podem entrar no líquido e permanecer suspensas ou retornar à posição de leitura à medida que as forças atuantes diminuem. Como é bem conhecido, as partículas permanecem fluidas dentro de qualquer evaporação ou oxidam ou sedimentam (ALVES, 2021).

A situação intermediária é o transporte sólido sempre para jusante. O que normalmente acontece é uma complexa interação líquido-sólido resultando em trechos com dinâmicas diferentes. A produção de sedimentos de uma determinada área da bacia não é necessariamente igual ao deflúvio sólido que passa em uma seção de rio mais à jusante. Isso é porque, obviamente, parte fica depositada em algum ponto do caminho. Passando agora especificamente ao transporte concentrado dentro do rio, sabemos da hidráulica fluvial que os tipos básicos de transporte sólido são: suspensão e arraste (ALVES, 2021).

A suspensão inclui tanto os constituintes do texto original quanto a chamada carga 12 de lavagem ou carga de barbatanas, que é um tipo de "pano de fundo de sedimentos" originário da bacia propriamente dita. (MEDEIROS *et al*, 2008) e (SILVA, 2003) categorizam o movimento de sedimentos em três grupos: Carga contínua saltitante: só as partículas que pulam ao longo do curso d'água por efeito da corrente ou pelo impacto de outras partículas. Carga sólida do leito ou de arrasto: são partículas que rolam ou escorregam longitudinalmente nos cursos. A pressão inicial que uma partícula experimenta em uma corrente pode ser causada pelo impacto de uma partícula sobre outra, o rolamento de uma partícula sobre outra ou o fluxo de água sobre a superfície curva de uma partícula, carga contínua de modo que os sedimentos suportados sejam transportados com componentes planejado, sendo suficientemente pequenos para permanecerem suspensos em suspensão. De um

modo geral, esse grupo de sedimentos pode representar até 99% de todo o peso de água sólida transportada pelo curso d'água.

Segundo Carvalho (2000), a expressão " carga sólida " refere -se a qualidades de movimento como suspense, arrastar, contato. Partículas mais finas, como argila e silte, estão presentes em maior quantidade na carga sólida já nas cargas suspensas do que materiais mais pesados, como areia há material mais grosseiro, como areia e pedregulhos, na carruagem sólida da carta (CARVALHO, 2000).

Como foco em análise do transporte de sedimentos em suspensão por ser relativamente simples de medir, dentre as duas formas básicas de transporte de sedimentos: suspensão e arraste. Embora a medição do transporte aéreo seja difícil, incerta e de difícil acesso, normalmente é calculada usando fórmulas hidráulicas que, quando aplicadas à natureza, o que é muito mais complicado, podem levar a erros de até 600%. (MEDEIROS *et al.*, 2008).

A estimativa da deflexão do sólido em suspensão é realizada por meio de modelos matemáticos, que podem ser empíricos ou fictícios. Os modelos empíricos não se baseiam na natureza física dos processos em vez disso, eles são construídos usando equações obtidas pela regressão de alguma variável do processo, como a concentração de solutos suspensos, turbidez ou pressão de vapor. (SILVA, 2015).

Aplicações simples tornam possível a estimativa desejada de outras variáveis. Dentre os diversos modelos empíricos, destacam-se como os mais prevalentes o método de determinação da curvatura-chave (Protocolo ANEEL, CARVALHO *et al.*, 2000) e o método de determinação da curvatura da permanência (CARVALHO, 1994).

A vantagem destes modelos está na sua aplicação direta, onde o conhecimento das variáveis requeridas para o método é reduzido. Apesar disso, deve-se estar atento às suas limitações, a saber, o grau de dispersão dos pares de dados nas curvas-chaves, subestimar os valores obtidos, que podem variar de 10 % a 50% (SOUZA *et al.*, 2007).

## 4 Procedimentos metodológicos

### 4.1 Localização da área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Formoso está toda inserida na área territorial do município de Bonito. O município de Bonito está localizado no sudoeste de Mato Grosso do Sul, no Planalto da Bodoquena (popularmente conhecido como Serra da Bodoquena) e na Depressão do Miranda.

A bacia do rio Formoso (Figura 3) ocupa área de aproximadamente 1.475,36 km<sup>2</sup> e possui extensão aproximada de 100 km desde sua nascente até sua foz.

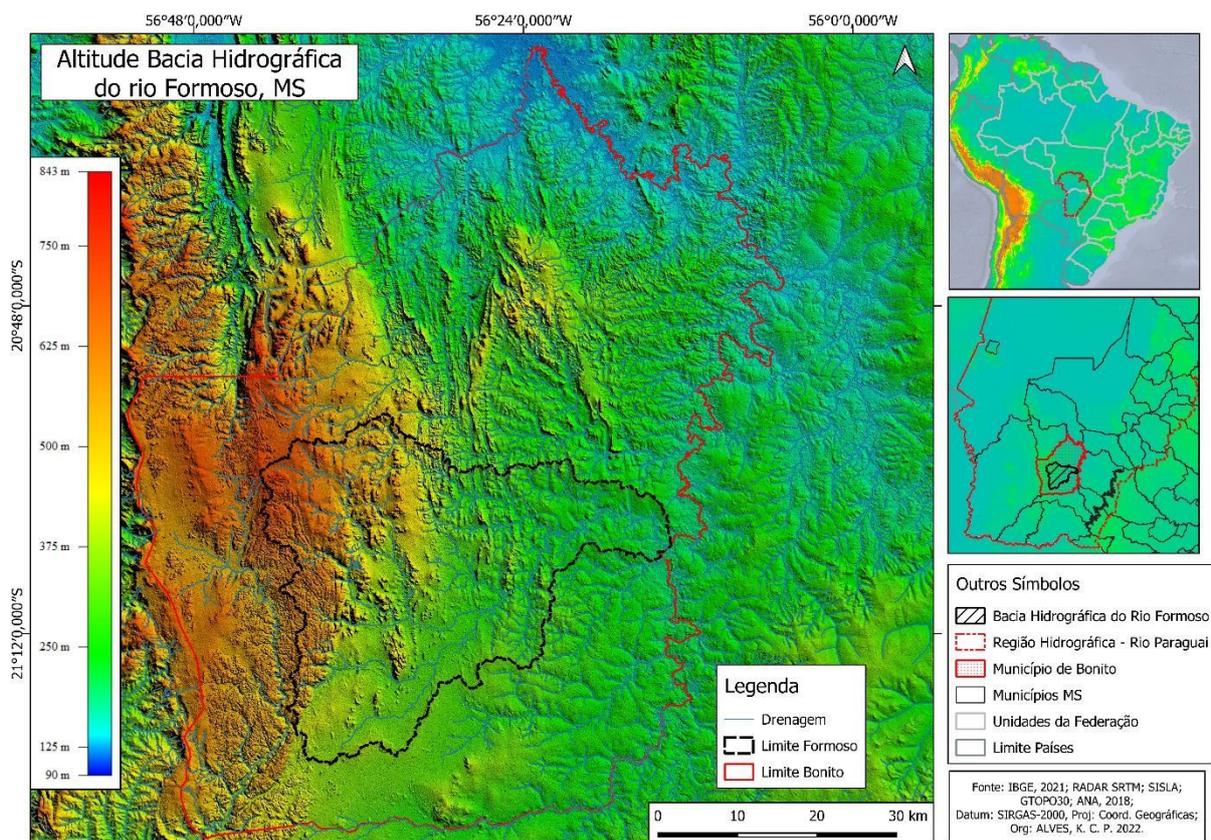


Figura 3. Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do rio Formoso. Fonte: IBGE, 2021; RADAR SRTM; SISLA; GTOPO30; ANA, 2018.

Os limites da bacia do Formoso são com as bacias dos rios Bacuri (ao norte), Perdido (a oeste), da Prata (ao sul), e do Miranda (a leste). O acesso rodoviário à cidade a partir de Campo Grande, pode ser realizado pela BR-060, passando pelos municípios de Sidrolândia, Nioaque e Guia Lopes da Laguna, num percurso de 230 km. Depois mais 60 km continue pela MS 382 até Bonito.

## 4.2 Procedimentos de coleta

As amostragens e mensurações ocorreram em maio (fim das chuvas, período de vazante) e outubro (retorno do período chuvoso) de 2022 em forma de seções fluviais em cinco pontos (Figura 4), em canais fluviais da bacia hidrográfica do rio Formoso. Os canais fluviais estudados foram: Córrego Bonito, Córrego Formosinho, Rio Formoso (dois pontos) e o rio Mimoso.

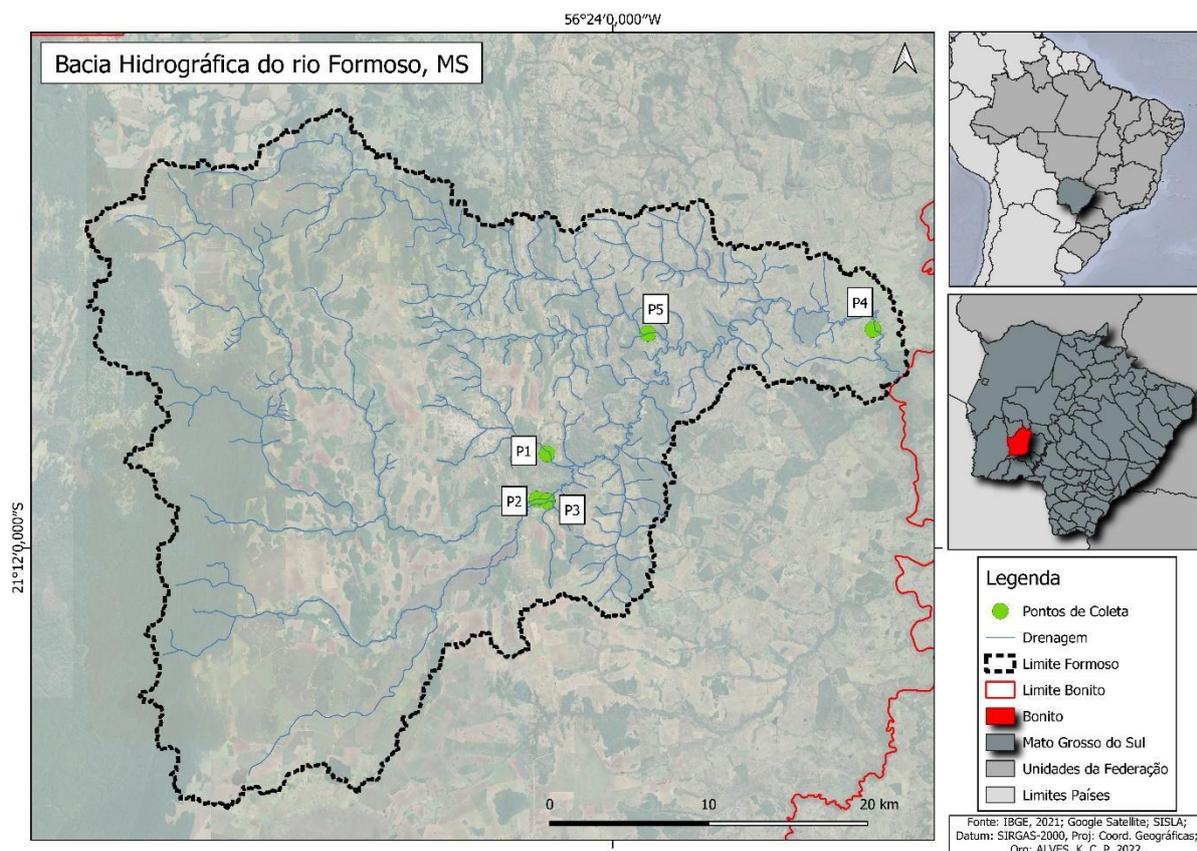


Figura 4. Localização das seções fluviais. Fonte: IBGE, 2021; Google satélite, SISLA.

Nomenclatura dos pontos amostrados: P1-Córrego Bonito; P2-Córrego Formosinho; P3-Rio Formoso montante; P4-Rio Formoso jusante; e P5-Rio Mimoso. Descrição dos pontos amostrados: P1: trata-se de um córrego urbano, a escolha deste local foi exclusivamente para avaliar a descarga de sedimentos produzidos no centro urbano; P2: este ponto tem o intuito de avaliar a descarga de sedimentos da micro bacia do Rio Formosinho; P3: a escolha deste local se deu pela necessidade de avaliar as descargas de sedimentos antes de receber as contribuições das micro bacias; P4: este é o ponto próximo da confluência com o rio Miranda e busca avaliar

a descarga de sedimentos após a contribuição de todas as micro bacias citadas acima; P5: sua localização busca avaliar a descarga de sedimentos da referida micro bacia.

No método da seção fluvial, portanto transversa ao canal, permite dividir em intervalos (subseção) de mesma largura, obtendo as profundidades do canal em cada intervalo. Deste modo, ao final das mensurações das profundidades, ter-se-á o perfil transversal da seção e a largura do canal. A partir de então, será possível mensurar a velocidade de fluxo em diferentes pontos da seção para se obter uma velocidade média. Posteriormente é mensurado a estimativa de vazão. Na Figura 5 uma ilustração como exemplo.

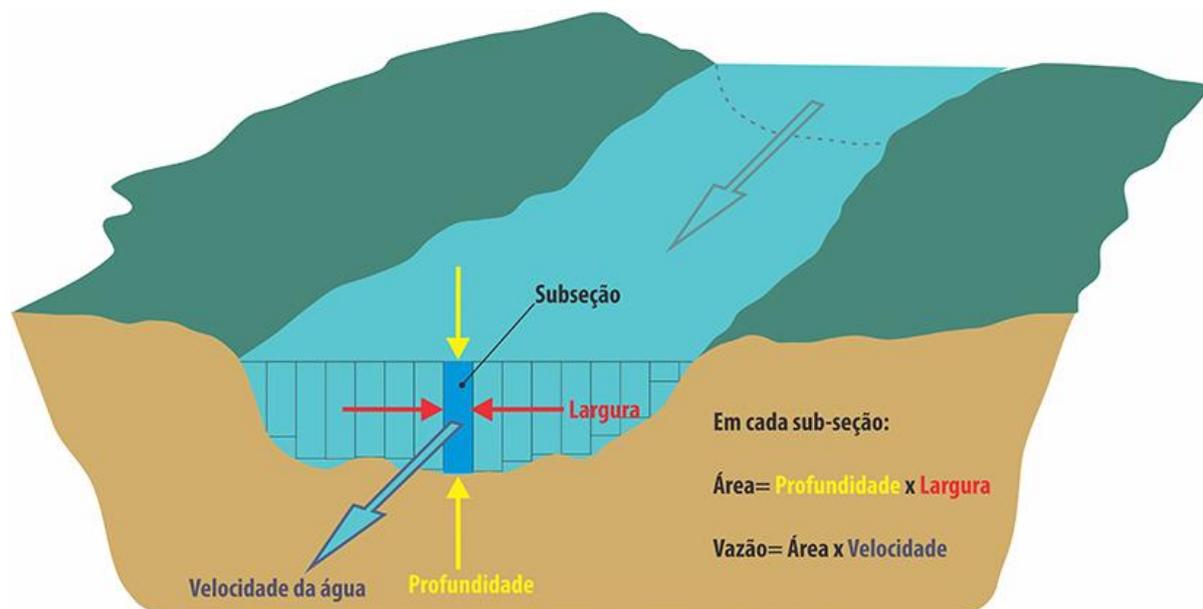


Figura 5. Exemplo de seção fluvial. Fonte: Ribeiro Jr (2023).

Durante essas atividades de campo, foram amostradas águas (1l) para estimativa de sedimento em suspensão. Como não havia sedimento de fundo em nenhum dos pontos, não houve coleta. Os fundos dos canais fluviais eram rochosos

### 4.3 Rotinas analíticas laboratoriais

As amostras de água foram mantidas refrigeradas durante a coleta e levadas ao Laboratório de Monitoramento Ambiental e Recursos Hídricos do Campus de Três Lagoas da UFMS para análise adequada. Os métodos de evaporação e filtragem são alternadamente usados para analisar partículas de sedimentos suspensos. Os filtros

não devem ser empilhados na bandeja e devem ser manuseados com cuidado ao serem levados ao forno mufla. No método de evaporação, a amostra é deixada no local durante 24 horas antes de retirar 500 ml da mesma solução para correção de possíveis sólidos dissolvidos (Figura 6). Em seguida, remove-se o excesso de líquido contendo sedimentos (LARENTIS, 2004).

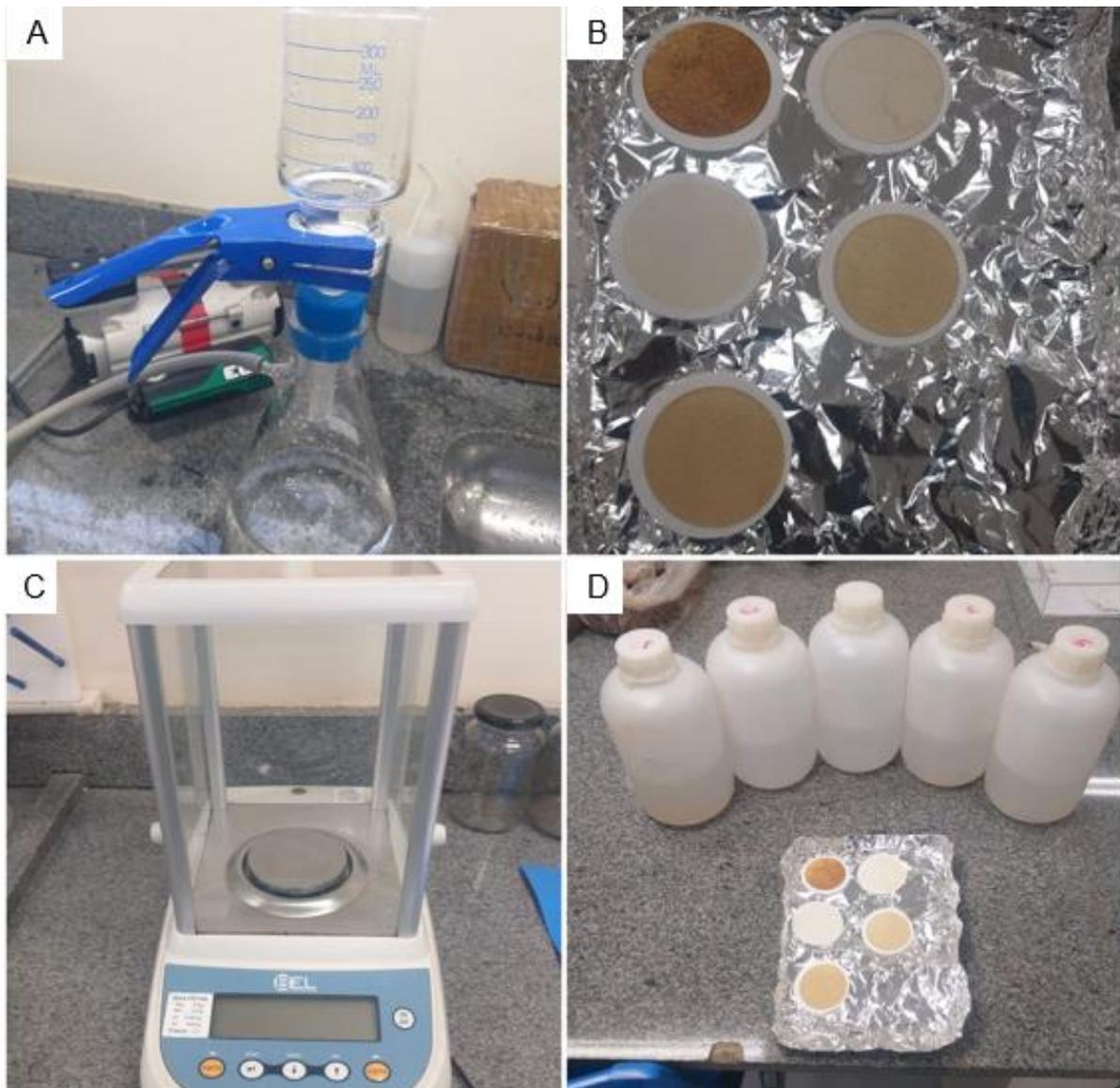


Figura 6. A: sistema de filtração no kitassato, onde o filtro está fixado no meio da presilha; B: os filtros após a filtração; C: balança de precisão; e D: as amostras de água. Fonte: própria autora.

Assim que o forno estiver devidamente aquecido à temperatura correta (450°C), acenda-o e deixe-o funcionando por 4 horas consecutivas. Em seguida, desligue o forno e aguarde aproximadamente 30 minutos para que esfrie. Após cumprir essas

etapas, o próximo passo é a pesagem do filtro, que deverá permanecer no dessecador durante todo o procedimento, a fim de evitar qualquer contato com o ar.

É de extrema importância utilizar sempre uma pinça para manipular os filtros e certificar-se de que a porta da balança esteja fechada antes, durante e após a pesagem. Zere a balança (TARA), adicione o filtro, abra a porta e espere até que a balança calcule o peso. Após anotar o valor obtido, remova-o com uma pinça e coloque o filtro de volta na bandeja (COIMBRA, 1991).

## 5 Resultados e discussão

Nas duas coletas de dados (maio e outubro), apesar de haver a expectativa de se encontrar alturas da lâmina d'água diferentes, essa não foi a realidade encontrada. Nos dias que antecederam a atividade de campo de outubro, ocorreram fortes chuvas, quando possivelmente os canais fluviais deveriam estar com menor nível de água, abaixo na Figura 7, estão as fotos do ponto 1.



Figura 7. P1-Córrego Bonito, imagens foram feitas apenas no mês de outubro de 2022. Fonte: própria autora.

No ano de 2022, o estado de Mato Grosso do Sul, de modo geral, estava passando pelo terceiro ano hidrológico com redução de precipitações. Apesar disso, segundo moradores locais, os rios da Bodoquena não apresentaram grandes variações de seus níveis, variaram ao longo do ano semelhante aos períodos de precipitações médias normais. Na Figura 8 são registros fotográficos do ponto 2 - Córrego Formosinho.



Figura 8. P2-Córrego Formosinho, imagens foram feitas apenas no mês de outubro de 2022. Fonte: própria autora.

No Quadro 1 e no Quadro 2 demonstra essa condição, de pequena variação entre os meses de maio e outubro na altura linimétrica e largura dos rios estudados. Contudo, a velocidade média e a vazão são diferentes entre as coletas.

Seção fluvial/ dados	Córrego Bonito	Córrego Formosinho	Rio Formoso montante	Rio Formoso jusante	Córrego Mimoso
Largura (m)	5,18	14,3	19	17	12
Profundidade máxima (cm)	34	246	228	171	131,5
Velocidade Média (m/s)	0,38	0,29	0,17	0,37	0,19
Vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,31	5,92	4,8	7,41	2,05

Quadro 1. Dados mensurados *in loco* e calculados em laboratório da atividade de campo de maio/2022.

Seção fluvial/ dados	Córrego Bonito	Córrego Formosinho	Rio Formoso montante	Rio Formoso jusante	Córrego Mimoso
Largura (m)	5,18	14,3	17,5	15,5	12
Profundidade máxima (cm)	37	255	216	170	134
Velocidade Média (m/s)	1	0,21	0,18	0,59	0,04
Vazão (m <sup>3</sup> /s)	1,02	4,46	4,74	9,69	0,41

Quadro 2. Dados mensurados *in loco* e calculados em laboratório do campo de outubro/2022.

Analisando os dados de vazão, foi possível observar que, no período de outubro a vazão do Córrego Formosinho teve aumento em relação ao período da estação seca em maio pois ouvi uma inversão nos períodos, o mês de outubro foi o mais chuvoso e maio sendo o a seca. Figura 9, do P3-Rio Formoso montante.



Figura 9. P3-Rio Formoso montante, imagens foram feitas apenas no mês de outubro de 2022. Fonte: própria autora.

O aumento de vazão faz com que em algumas épocas, principalmente nos períodos de chuvas fortes, o que favorece o aporte de sedimento no sentido de vertente-rio, assim, aumento de sedimentos em suspensão (Gráfico 1).

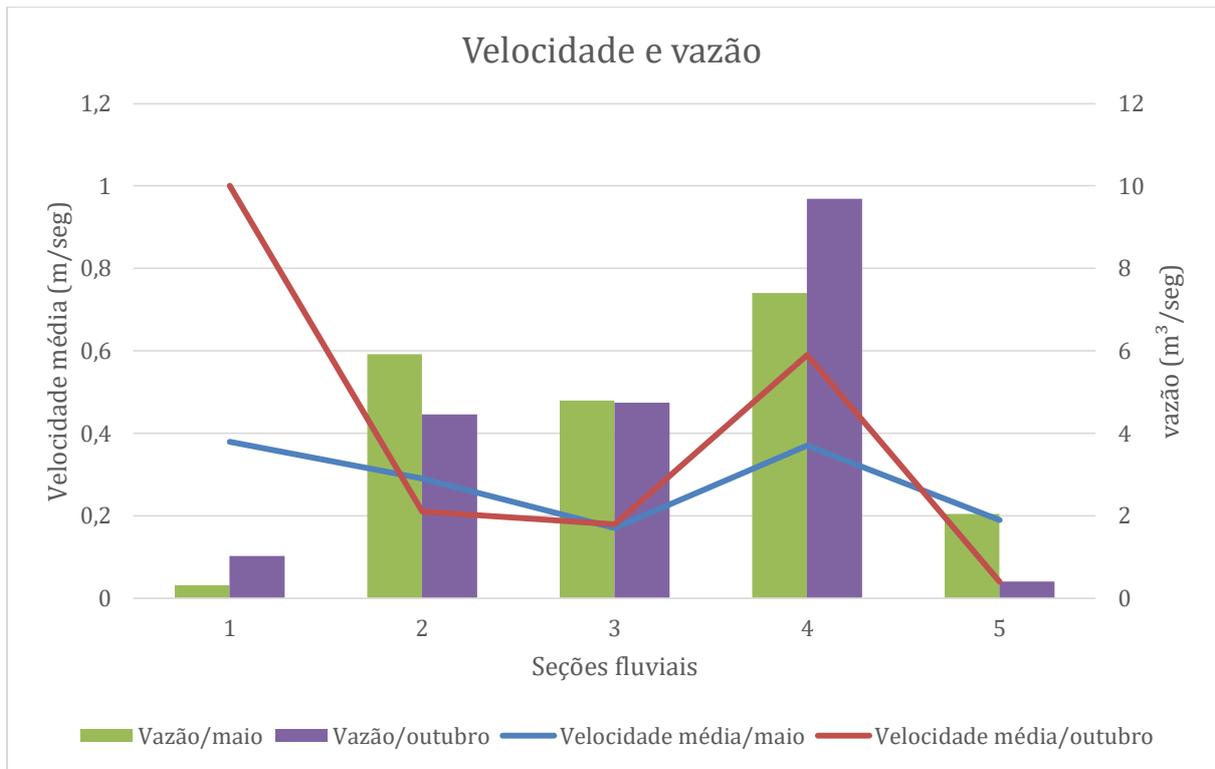


Gráfico 1. Dados de velocidade e vazão por seção fluvial das mensurações de maio e outubro.

Como nota-se, todas as larguras dos pontos de maio e outubro são idênticas, não tendo alteração. Na P1 na profundidade há uma diferença pois no mês de maio está com 34 cm em outubro teve um aumento indo para 37 cm as produções de sedimento em suspensão no período de seca foram baixo, enquanto no período chuvoso foram altas o que indica que em períodos chuvosos tais sub-bacias são maiores produtoras de escoamento superficial, conseqüentemente, de aporte de sedimentos em suspensão.

No ponto P2 e P3 está com proximidade entre eles, sendo o P2 com 246 cm em maio e em outubro 255 cm. Já o P3 está com 228 cm em maio que quase se aproxima com o P2 do mesmo período, continuando na P3 em outubro 216 cm sua profundidade, um motivo de estar se aproximando com o P2 pode ser por causa do período chuvoso. A Figura 10, mostra o P4-Rio Formoso.

O aumento de vazão faz com que em algumas épocas, principalmente nos períodos de chuvas fortes, o que favorece o aporte de sedimento no sentido de vertente-rio, assim, aumento de sedimentos em suspensão

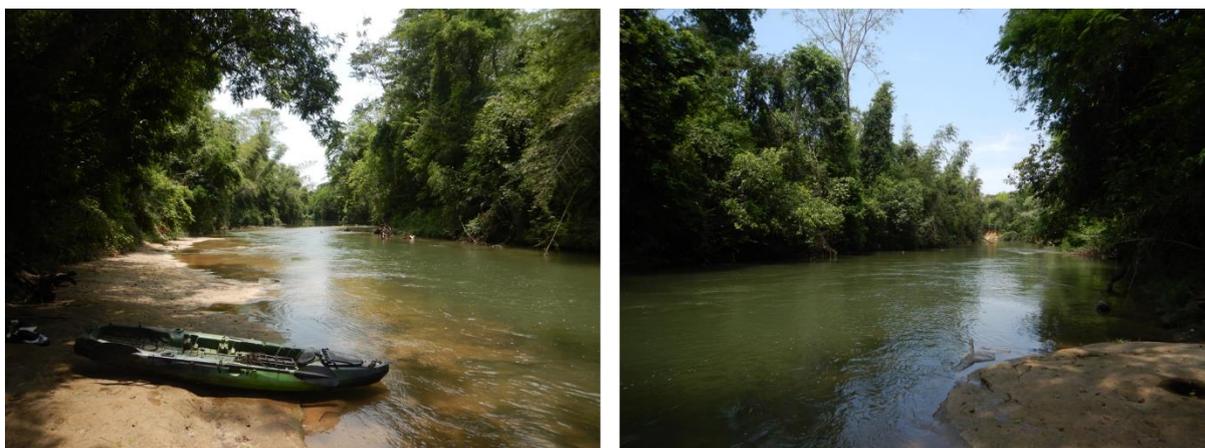


Figura 10. P4-Rio Formoso jusante, imagens foram feitas apenas no mês de outubro de 2022. Fonte: própria autora.

A profundidade média e máxima tem variações do P4 de maio onde se encontra com 171 cm em maio, mas já no mês de outubro com 170 cm, localiza na foz da bacia hidrográfica, em ambos os períodos, os valores da descarga sólida de sedimento foram altos, indicando, de forma abrangente, que a há alta capacidade de produção de sedimentos, sugerindo que as ações de proteção do solo e de contenção de escoamento superficial são ineficientes.

No P5 notamos que no mês de maio a profundidade foi de 131,5 cm já no mês de outubro foi de 134 cm tendo uma queda, sendo possível esta alteração pelo motivo de chuvas, possivelmente ocorreram devido ao mecanismo de sedimentação por conta do alto teor de carbonato de cálcio na água da região, que favorece sua translucidez (LELIS 2015).

A seguir, será analisado os Gráficos 1 e 2, referentes a maio e outubro que apresentam os dados de sedimento em suspensão.

Como observado, o P1 e P2 o sedimento em suspensão no período de maio foi inferior, enquanto no período de outubro foram maiores; por motivo de poucas chuvas no período de maio, não havia muita produção de sedimento por escoamento superficial.

Como pode ser notado o sedimento orgânico dos meses coletados em maio e outubro houve alteração, sendo possível notar que no P3 de outubro deve haver diminuição, podendo ser causado por causa da baixa precipitação neste mês. A Figura 11 mostra que o P5-Rio Mimoso, tem a mesma largura como o P1.



Figura 11. P5-Rio Mimoso, imagens foram feitas apenas no mês de outubro de 2022.  
 Fonte: própria autora.

Em ambos períodos, os valores tiveram uma grande diferença na P4, em outubro foi um valor muito alto de sedimento que pode ser representado pela área de contribuição de práticas preservacionistas e conservacionistas que dificultam o escoamento superficial e o aporte de sedimento no corpo hídrico (Gráfico 2).

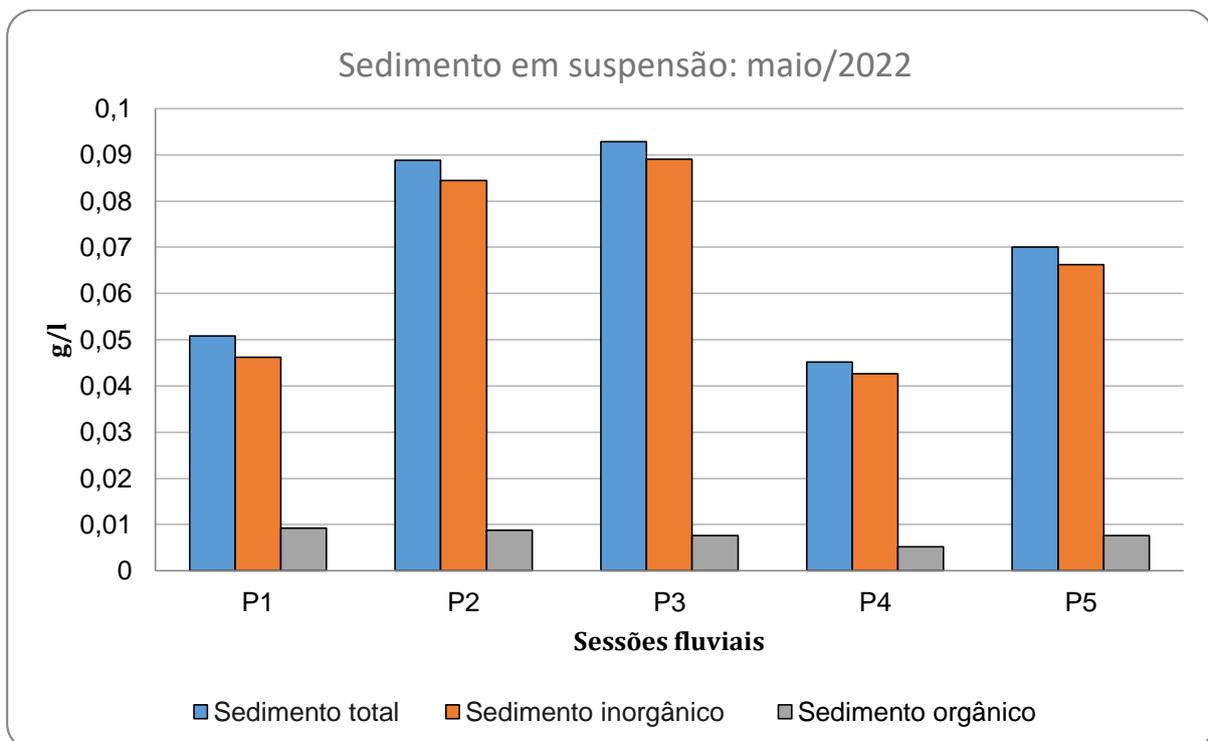


Gráfico 2. Sedimento de suspensão maio.

Ocorreu aumento no P5 de maio em relação a outubro tanto no sedimento total quanto no inorgânico indicando, de forma abrangente, que a há alta capacidade de produção de sedimentos, sugerindo que as ações de proteção do solo e de contenção de escoamento superficial são ineficientes.

Em alguns pontos o aporte de sedimentos no corpo hídrico pode ter sido evitado pelas práticas preservacionistas e protecionistas que são aplicadas na bacia, como: curva de nível e área de preservação permanente, além da diluição dos sedimentos com um maior volume de água. Por outro lado, a maior concentração de sedimentos na época de seca pode ter ocorrido devido a ocorrência de erosão nas margens do rio, em função do nível baixo nesta época, aumentando a concentração de sedimentos com uma menor vazão para diluição (CHELLA, 2005) (Gráfico 3 e 4).

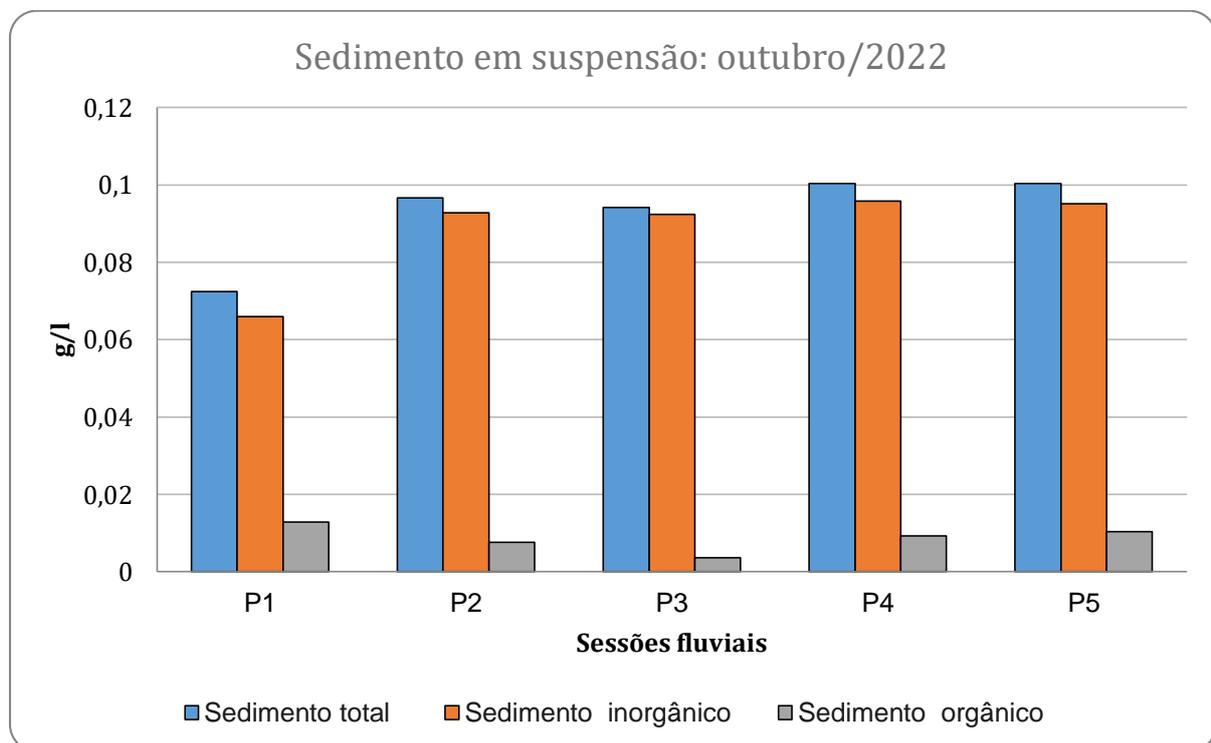


Gráfico 3. Sedimento de suspensão outubro.

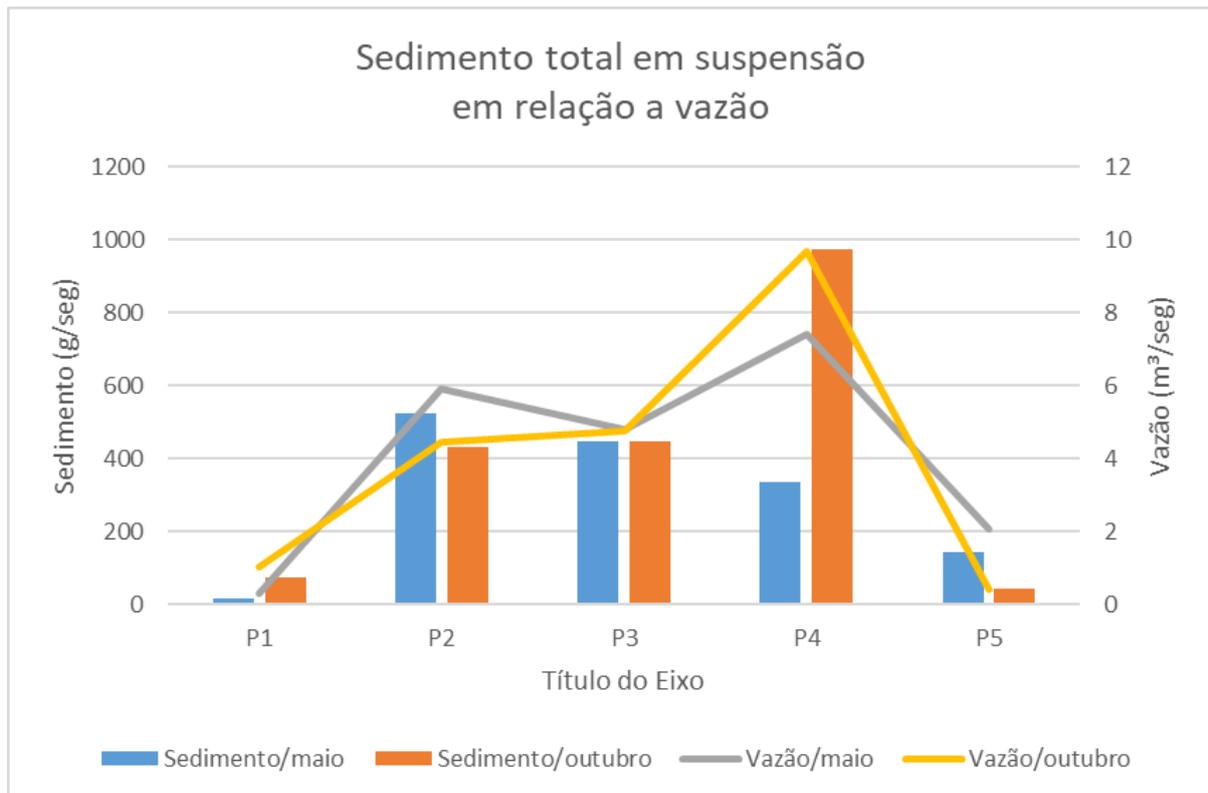


Gráfico 4. Estimativa de descarga de sedimento em suspensão em relação a vazão de cada seção fluvial por coleta.

A P1 pode ser notada que é a menor nos dois períodos com relação a vazão, por ser um dos pontos em menor diâmetro e profundidade assim tendo uma menor vazão neste leito. No P2 se tem um aumento, pode ser um ponto com uma profundidade e largura maiores desta forma tendo uma vazão maior que o ponto anterior. O P3 é o montante e o P4 é a jusante, mas é notável a diferença entre eles, o P3 se nota que nos dois períodos se igualam, já o P4 a diferença entre maio e outubro, já que outubro a uma grande precipitação.

E o último ponto analisando os dados dos gráficos 1 e 2, foi possível observar que, no período chuvoso a vazão no exutório do Rio formoso teve um aumento de aproximadamente 60% em relação ao período de seca neste mesmo ponto.

O perfil de um curso de água é a curva que de maneira transversal ou longitudinal caracteriza um vale em que o curso de água se encontra. O perfil transversal de um local do rio é um perfil topográfico estabelecido perpendicularmente ao talvegue, podendo mostrar o leito menor, o leito maior, a bacia de inundação, etc.

Os perfis transversais (Gráfico 5 ao 9) destas áreas foram analisados da seguinte forma, foram montados gráficos abaixo sendo um gráfico por ponto.

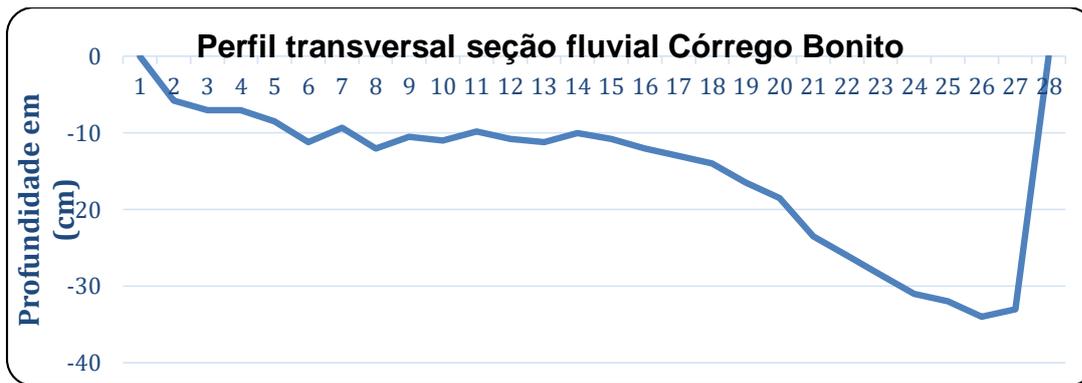


Gráfico 5: Perfil transversal do P1-Córrego Bonito.

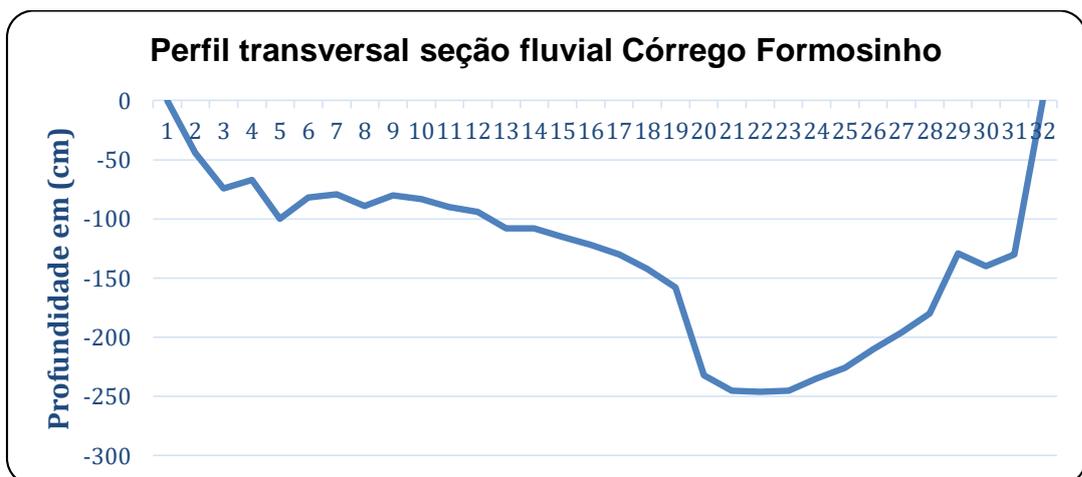


Gráfico 6: Perfil transversal do P2-Córrego Formosinho.



Gráfico 7: Perfil transversal do P3-Rio Formoso montante.

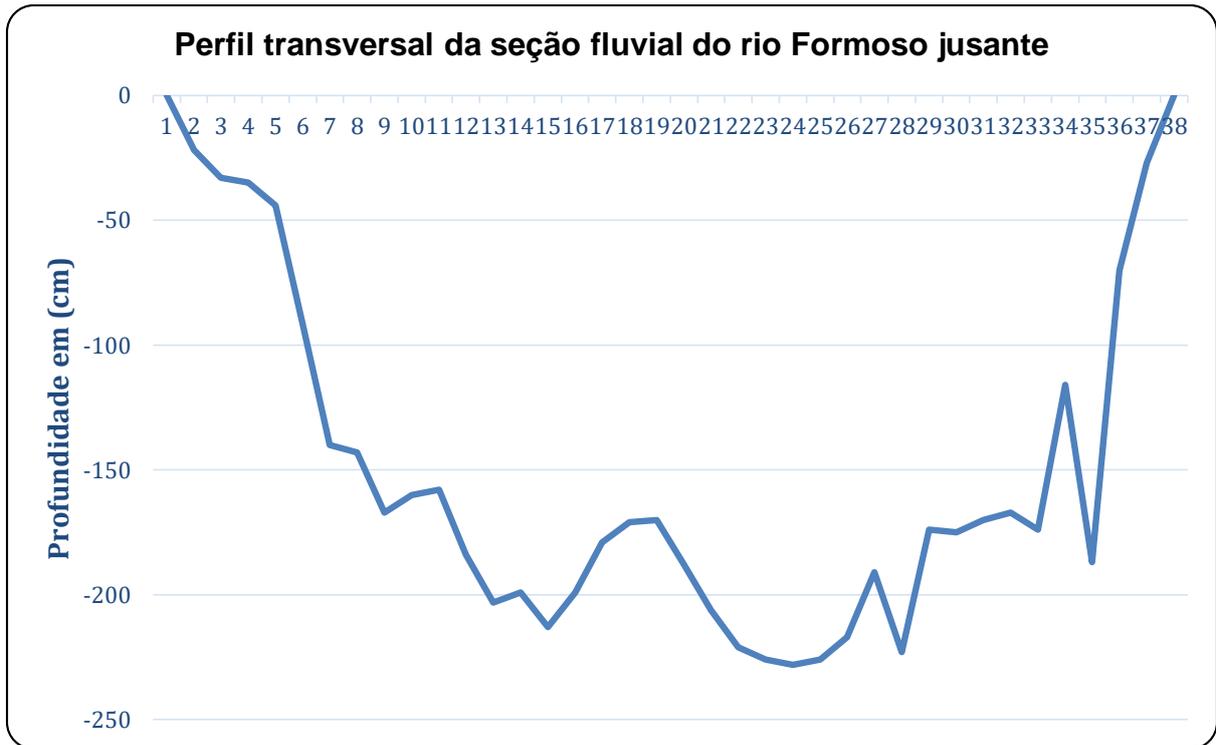


Gráfico 8: Perfil transversal do P4-Rio Formoso jusante.



Gráfico 9: Perfil transversal do P5-Rio Mimoso.

## **6 Considerações finais**

Foi possível compreender que a bacia hidrográfica do rio Formoso apresenta variação significativa em sua capacidade de transporte de sedimentos, com maior capacidade durante o mês de outubro, com base nos resultados das descargas sólidas obtidas.

Conforme observado, o sedimento suspensão em P1 e P2 foi menor em maio e maior em outubro. Houve pouca chuva em maio, por isso não houve muita produção de sedimentos provenientes do escoamento.

No P5, tanto o sedimento total como o sedimento inorgânico aumentaram em maio em comparação com outubro, indicando uma maior capacidade de produção de sedimentos.

Por outro lado, a maior concentração de sedimentos durante a estação seca pode ser devida à erosão das margens dos rios que ocorre neste período devido aos níveis mais baixos da água e à menor diluição do fluxo, o que aumenta a concentração de sedimentos.

É possível concluir, ainda, que a Bacia Hidrográfica do Rio Formoso possui ineficientes ações conservacionistas e preservacionistas de processos erosivos, pois a produção de sedimento calculada para a sua foz foi classificada como alta tanto no período chuvoso quanto no período seco. Embora em alguns pontos, essas práticas são adequadas, evitando uma maior concentração de sedimentos nos períodos chuvosos.

É necessário monitorar continuamente os rios da bacia do Formoso a fim de avaliar o comportamento dos sedimentos para melhor compreensão do comportamento hidrossedimentológico, pois a produção de sedimentos variou mais durante o período hidrológico de outubro do que durante o período hidrológico de maio.

## 7 Referências bibliográficas

ACQUA VIAGENS. Agência de Turismo em Bonito MS. Disponível em: [https://www.acquaviagens.com.br/?gclid=Cj0KCQjwy4KqBhD0ARIsAEbCt6hqsh4EbtohyxVq-yn9TxedqTg85Pc\\_icQXb7aIap2fwOS\\_VnGfjYaAn9CEALw\\_wcB](https://www.acquaviagens.com.br/?gclid=Cj0KCQjwy4KqBhD0ARIsAEbCt6hqsh4EbtohyxVq-yn9TxedqTg85Pc_icQXb7aIap2fwOS_VnGfjYaAn9CEALw_wcB). Acesso em: 14 out. 2022.

ALMEIDA, F. F. M. Geologia do sudoeste mato-grossense. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. Div. Geol. Mineral., 118 p. (Bol. no 116). 1945.

ALMEIDA, N. P. Atuação dos Operadores de Turismo no Processo de Turistificação de Bonito-MS. Rio Claro, SP: [s.n.], 2010.

ALVES, V. M. Perdas estimadas de solos por erosão sob diferentes dinâmicas de mudança de uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, em Bonito-MS. 2021. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ANA, Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraguai. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/bdc7c120-39c0-439a-86c6-4599c29643f0>. Acesso em: 31 out. 2022.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Guia das Práticas Sedimentométricas, ANEEL, PNUD, OMM, Brasília. 2000.

BAPTISTA-MARIA, Vivian Ribeiro. Caracterização das florestas ribeirinhas do rio Formoso e Parque Nacional da Serra da Bodoquena/MS, quanto as espécies ocorrentes e histórico de perturbação, para fins de restauração. Diss. Universidade de São Paulo, 2007.

BOGGIANI, P. C.; COIMBRA, A. M.; GESICKI, A.L.; SIAL, A. N.; FERREIRA, V. P.; RIBEIRO, F. B.; FLEXOR, J. M. 2002. Tufas Calcárias da Serra da Bodoquena, MS - Cachoeiras petrificadas ao longo dos rios. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.;

BOGGIANI, Paulo César *et al.* Definição de capacidade de carga turística das cavernas do Monumento Natural Gruta do Lago Azul (Bonito, MS). *Geociências*, v. 26, n. 4, p. 333-348, 2007.

Bonito Way Agência de Viagem. Disponível em: [https://www.bonitoway.com.br/pt-br?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=agenciabway&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwy4KqBhD0ARIsAEbCt6i9qnmrAPX0ZuN5XEB6DXuAUHUZ5glKaJIYo5yt7a4\\_LjkLVVO4YtEaAvDxEALw\\_wcB](https://www.bonitoway.com.br/pt-br?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=agenciabway&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwy4KqBhD0ARIsAEbCt6i9qnmrAPX0ZuN5XEB6DXuAUHUZ5glKaJIYo5yt7a4_LjkLVVO4YtEaAvDxEALw_wcB) Acesso em: 31 out. 2022.

BONITO. Prefeitura Municipal de Bonito. Secretaria de Administração e Finanças, Central do ISSQN. Relatório de Contribuintes, 16 abr. 2010.

BORRELLI, Pasquale *et al.* Uma avaliação do impacto global da mudança do uso da terra no século XXI na erosão do solo. *Comunicações da natureza*, v. 8, n. 1, pág. 1-13, 2017.

CARVALHO, N. O. Assoreamento de reservatórios - consequências e mitigação dos efeitos. *In: Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos*, 2000, Santa Maria.

CARVALHO, N. O. Hidrossedimentologia prática. 2a edição; revisada; atual e ampliada, Rio de Janeiro – RJ: interciência, 2008, 599 p.

CARVALHO, N. O. Hidrossedimentologia prática. Rio de Janeiro: Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais, 1994. 372 p.

CARVALHO, P. E. R. Ecologia, silvicultura e usos da uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunberg). EMBRAPA Florestas-Circular Técnica (INFOTECA-E), 1994.

CHELLA, M. R et al. Avaliação do transporte de sedimentos no rio Barigüi. *Araucária*, v. 460, n. 85, p. 15, 2005.

COGO, N. P; LEVIEN, R; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água, influenciando as alterações hídricas pelos métodos de preparo das classes declive e níveis de fertilidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, p. 743-753, 2011.

COIMBRA, R. M. Monitoramento da Qualidade da Água, cap. 4 em *Hidrologia Ambiental*. Coleção ABRH, v. 3, p. 391- 411, 1991.

EDWARDS, T. K.; GLYSSON, G. D. Field methods for measurement of fluvial sediment. *In: Techniques of Water-Resources Investigations of the U.S. Geological Survey (USGS)*. Reston, Virginia. 1999.

ELLIOT, W. J.; WARD, A. D. *Environmental Hydrology* Boca Raton: Lewis Publishers. p. 462. 1995.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p. 2006.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Manual de métodos e análises de solos*. Rio de Janeiro, 1979.

FILHO, W. S; KARMANN, I. Mapa geomorfológico do carste da Serra da Bodoquena, centro-oeste do Brasil. *Revista de mapas*, v. 3, n. 1, pág. 282-295, 2007.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/>. Acesso: 10/10/2022.

GRECHI, D. C. O desenvolvimento turístico sob a ótica da economia institucional: uma análise do caso de Bonito (MS). 2011.

GUIMARÃES, P; SILVA, J. O turismo na microrregião da Bodoquena-MS. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Brasileiro de 2021*. Rio de Janeiro, 2005

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Brasileiro de 2021*. Rio de Janeiro, 2021.

ICMBIO, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, 2013.

IMASUL, Instituto Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. Disponível: <https://www.imasul.ms.gov.br/balanco-da-camara-tecnica-mostra-avanco-na-conservacao-do-solo-e-da-agua-em-bonito> Acesso: 05/12/2023.

LARENTIS, D. G. Modelagem matemática da qualidade da água em grandes bacias: sistema Taquari/Antas – RS. 2004. 159 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MEDEIROS, P. A., CORDERO, A., Transporte de Sedimentos em Suspensão em 3 Postos Sedimentométricos da Bacia do Rio Itajaí-Açú. *In: VIII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos*, 2008.

NEOTRÓPICA, Fundação Neotrópica do Brasil. Estudos para criação de unidades de conservação municipais em Bonito, MS. p. 115, 2016.

QUINTON, John N. *et al.* The impact of agricultural soil erosion on biogeochemical cycling.

RIBEIRO JR. Entenda o que é: Série histórica de vazões de um rio. InfoSãoFrancisco. Disponível em: <https://infosaofrancisco.canoadetolda.org.br/artigos/explicando/entenda-o-que-e-serie-historica-de-vazoes-de-um-rio/>. Acesso 17 out. 2023.

SALLUN FILHO, W, I. K.; BOGGIANI, P. C. Paisagens cársticas da Serra da Bodoquena (MS). *Geologia do Continente Sul-Americano* 1 (2004): 423-433.

SALLUN FILHO, W. Geomorfologia e geoespeleologia do carste da Serra da Bodoquena, MS. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2005.

SALLUN FILHO, W; KARMANN, I. Províncias cársticas e cavernas no Brasil. *Geologia do Brasil*. Tradução. São Paulo: Beca, 2012.

SANTOS, A; FERREIRA, G. Política ambiental e uso turístico de cavernas: o plano de manejo espeleológico do abismo anhumas. *In: anais do ENIC*, 2017.

SILVA, A. M., Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas, 2003.

SILVA, P. V. A importância da água para a percepção turística na bacia do Rio Formoso em Bonito-MS. 2015.

SILVA, P. V. A. Água e o Turismo na Bacia do Rio Formoso. 2015. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.

SISLA. Disponível em: [http://sisla.imasul.ms.gov.br/sisla/pagina\\_inicial.php](http://sisla.imasul.ms.gov.br/sisla/pagina_inicial.php). Acesso em: 31 out. 2022.

SOUZA, C. F.; DORNELLES, A. M.; ACIOLI, L. A.; MERTEN, G.; Comparação dentre Estimativas de Produção de Sedimentos na Bacia do Rio Potiburu, VII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, 2007.

TAFARELO, S. Bonito – MS: como a cidade se transformou na capital Brasileira do ecoturismo. CNN Brasil, Bonito, 14/03/2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/viagemegastronomia/noticias/bonito-ms-como-a-cidade-se-transformou-na-capital-brasileira-do-ecoturismo/>. Acesso em: 14 out. 2022.

TOMÁS, P. P.; COUTINHO, M. A. Estudo do parâmetro de erosividade da Equação Universal de Degradação de Solos. Publicação, n. 2/93, 1993.

USGS, United States Geological Survey. Digital Elevation - Global 30 Arc-Second Elevation (GTOPO30), U.S. Geological Survey. Disponível em: <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-global-30-arc-second-elevation-gtopo30>. Acesso: 10/11/2023.

USGS, United States Geological Survey. Hydro Documentation. Disponível em: Acesso em: out. 2022

YANG, D. *et al.* Global potential soil erosion with reference to land use and climate changes. Hydrological Processes, v. 17, n. 14, p. 2913–2928, 2003.

## **8 Referências consultadas**

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, J. L. G.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22 n.6, p. 711 – 728, 2013

ARRUDA, D. O.; OLIVEIRA, G. M; MARIANI, M. A. P. Competitividade do sistema produtivo do turismo em Bonito, MS, a partir de uma visão baseada em recursos. Interações (Campo Grande), v. 15, p. 399-408, 2014.

BARR JR, T. C. Observações sobre a ecologia de cavernas. O Naturalista Americano, v. 101, n. 922, pág. 475-491, 1967.

BOGGIANI, P. C.; TRELIN, A. C.; SALLUN FILHO, W.; OLIVEIRA E. C.; ALMEIDA, L. H. S. 2011. Turismo e Conservação de Tufas Ativas da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul. Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas, v. 4, p. 55-63.

BORGES, L. A. C et al. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. Ciência Rural, v. 41, p. 1202-1210, 2011.

COELHO, B. Z. Avaliação de técnicas e métodos de hidrometria na estação fluviométrica São Ludgero, SC. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Criciúma, 2011. 85 p. 2011.

DE ANDRADE, A. G; PORTOCARRERO, H; CAPECHE, C. L. Práticas mecânicas e vegetativas para controle de voçorocas. EMBRAPA Solos. Comunicado Técnico, 2005.

FAN, F. M.; COLLISCHON, W.; RIGO, D. Modelo analítico de qualidade de água acoplado com Sistema de Informação Geográfica para simulação de lançamentos com duração variada. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 18, n. 4, 2013. Acesso em: 20. jun. 2022.

GARCIA, E. C; FERREIRA, F; SENNA, Vlademir. Planejamento para o desenvolvimento sustentável de Bodoquena/MS. Multitemas, 2000.

GARCIA, L. Cidades turísticas da Serra da Bodoquena. Acquaviagens, Bonito, 04/10/2022. Disponível em: <https://www.acquaviagens.com.br/autor/luciana-garcia/1/> Acesso em : 12/11/2022

GORDON, N. D., FINLAYSON, B. L.; McMAHON, T. A.; GIPPEL, C. J. Stream hydrology: an introduction for ecologists. 2. Ed. John Wiley and Sons, 2004, 429p.

LOMBA, R. M. A Expansão Do Setor Terciário Em Função Da Atividade Turística Na Cidade De Bonito – Mato Grosso Do Sul – Brasil. v. 2, p. 7918–7930, 2005.

NÓBREGA, R. S. Um pensamento crítico sobre as classificações climáticas: de Köppen até Strahler. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 3, n. 1, pág. 18-22, 2010.

OLIVEIRA, F. A. *et al.* Uso de modelo hidrodinâmico para determinação da vazão a partir de medições de nível. RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 21, n. 4, p. 707-718, out./dez. 2016. Acesso em: 15.jun. 2022.

PINTO, V. G.; MORAES, M. F.; RIBEIRO, C. B. M. Análise comparativa entre velocímetro acústico de efeito doppler e molinete hidrométrico: estudo de caso no Ribeirão Espírito Santo – Juiz de Fora (MG).

POWELL, D. M. Dryland Rivers: Processes and Forms. (cap.12.) A.J. Parsons; A.D. Abrahams (eds.), *Geomorphology of Desert Environments*, 2nd ed., p. 333-373, 2009.

QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M.L.C. (Edits.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 2002, v.01: 249-259.

SANTOS, H. G. dos, et. al. Propostas de revisão e atualização do sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 56 p. (Embrapa Solos. Documentos, 53).

SOLOS, Embrapa et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, v. 3, 2006.

VITTE, A. C; DE MELLO, J. P. Considerações sobre a erodibilidade dos solos e a erosividade das chuvas e suas consequências na morfogênese das vertentes: um balanço bibliográfico. CLIMEP-Climatologia e Estudos da Paisagem, v. 2, n. 2, 2007.

