FUNDAÇÃO NEOTRÓPICA DO BRASIL

Relatório Técnico Preliminar

O Fenômeno de turvamento no Rio Formoso:
Reconhecimento dos pontos de turvamento na bacia cênica do Rio Formoso (abril/maio de 2021)

Bonito, Mato Grosso do Sul
06 de maio de 2021

Fundação Neotrópica do Brasil
O Fenômeno de turvamento no Rio Formoso: Reconhecimento dos pontos de turvamento na bacia cênica do Rio Formoso (abril/maio de 2021).
Relatório de Diagnóstico técnico preliminar dos pontos de turvamento das águas do Rio Formoso em Bonito - MS (abril/maio de 2021).

Execução Técnica:

Apoio:

Período de atividades: 21 de abril de 2021 a 06 de maio de 2021.

Instituição Executora: Fundação Neotrópica do Brasil (FNB)

CNPJ: 73.684.789/0001-10 Inscrição Municipal: 2109804

Endereço: Clóvis Cintra 711 - Vila Donária, CEP: 79290-000, Bonito/MS

Fone/fax: (67) 3255-3462

E-mail: neotropica@fundacaoneotropica.org.br/www.fundacaoneotropica.org.br

Projeto: Observatório Serra da Bodoquena – Ampliando as ações de Conservação e políticas ambientais no planalto da Bodoquena.

Coordenação:

Rodolfo Portela Souza, Superintendente Executivo da Fundação Neotrópica do Brasil, Gestor Ambiental, Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Execução Técnica:

Fernanda Cano de Andrade Marques, Gestora Ambiental (FNB).

Fernando de Almeida Louveira, Gestor Ambiental (FNB).

Guilherme Dalponti, Biólogo, Mestre em Ecologia e Conservação (FNB).

Marc Laurent Bernanos de Zayas Colas, Guia de Turismo e Agricultor.

Rafael Dettogni Guariento, Doutor em Ecologia.

Sebastião Amaro Junior, Guia de Turismo Especialista em Atrativos Turísticos Naturais.

Thainara Félix Durso, Administradora (FNB).

Victor Hugo Sanches, Jornalista, Mestre em Comunicação (FNB).

Introdução

O Rio Formoso possui cerca de 100 km de extensão constituindo, juntamente com os rios Da Prata e Do Peixe, as bacias cênicas do município de Bonito, na região do Planalto da Bodoquena em Mato Grosso do Sul. Tais bacias cênicas caracterizam-se, principalmente, pela rica flora e fauna aquática, bem como à distinta limpidez das águas, permitindo em alguns pontos uma visibilidade de até 60m na distância horizontal. Logo, o conjunto de rios de águas transparentes, cachoeiras, grutas e cavernas preenchidas com águas límpidas e formações calcáreas exuberantes além de fauna e flora ricas, conservadas em áreas como o Parque Nacional da Serra da Bodoquena e Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), tornam a região do Planalto da Bodoquena um dos principais destinos ecoturísticos do mundo.

Os principais fatores responsáveis pela transparência característica dos rios do Planalto da Bodoquena são a relativa conservação dos banhados e matas ciliares circundantes às nascentes da maior parte dos rios e à predominância de rochas calcárias calcíticas e dolomíticas ocasionando em uma grande quantidade de compostos de carbonato de cálcio $CaCO^3$ e carbonato de magnésio e $CaMg\ (CO^3)^2$ na água, os quais precipitam e cristalizam sobre o material em suspensão, acelerando o processo de decantação e sedimentação cujo resultado pode ser observado no rápido crescimento das tufas calcáreas características nos rios da região (Cristalli 2006, Sallun-Filho et al. 2009).

Logo, a variação nos índices de turbidez nos rios do Planalto da Bodoquena pode ocorrer devido a fatores naturais e antropogênicos, tendo como principal fonte de variação as chuvas que ocasionam o carreamento de material particulado para os leitos dos rios, a quantidade de material e, consequentemente, a turbidez das águas na região pode ser influenciada por atividades antrópicas nas áreas adjacentes às bacias de drenagem, como o desmatamento e o revolvimento do solo para plantio agrícola mecanizado, estes eventos elevam temporariamente a turbidez porém após o estio as águas geralmente voltam a tornar-se cristalinas em torno de 3 a 4 dias.

Em levantamentos mensais realizados pela Fundação Neotrópica do Brasil – que abrange 34 pontos de monitoramento na região, a turbidez medida

em Unidade de **Turbidez Nefelométrica** (NTU) comumente apresenta níveis abaixo de 1,0 NTU na maior parte dos pontos, isso significa que... mesmo durante os meses de maior pluviosidade, apresentando valores mais altos apenas em coletas realizadas em dias subsequentes a chuvas abundantes. Ademais, considera-se também fatores antropogênicos que podem ocasionar o aumento da turbidez, independentemente do regime de chuvas, ações de lavra mineral, desvios de cursos d'água, drenagem de áreas úmidas e obras nas margens dos rios.

Considerando as características dos Rios Cênicos do Planalto da Bodoquena e as observações acima supracitadas, o turvamento das águas do Rio Formoso observado no dia 21 de abril de 2021 causou comoção entre os cidadãos bonitenses, principalmente devido à ausência de chuvas nos dias anteriores ao evento.

Desse modo, o objetivo deste relatório é avaliar a extensão do turvamento no Rio Formoso e encontrar a origem do material particulado causador desta alteração, para isto utilizamos imagens aéreas, avaliamos os parâmetros físico-químicos da água e realizamos uma visita *in loco*.

Metodologia

A priori, foi realizado um levantamento de imagens aéreas feitas por satélite e com uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) ao longo do curso do Rio Formoso nas áreas à jusante e à montante da região onde ocorre o turvamento.

Ademais, foi feita a análise de variáveis físico-químicas da água com uso de sonda multiparâmetros em três pontos no Rio Formoso, dois pontos à jusante da região onde ocorre o turvamento e um ponto à montante, na data que foi registrado o turvamento, respectivamente em 21 de abril de 2021. Também utilizamos os dados dos parâmetros físico-químicos coletados anteriormente ao evento de turvamento (controle usado como linha de base para os parâmetros físico-químicos na região) observando os dados registrados em 26/03/2021 como parte de um levantamento mensal realizado pela Fundação Neotrópica do Brasil em áreas próximas aos pontos amostrados.

A localização e descrição dos pontos amostrados antes e depois do turvamento está sumarizada e pode ser visualizada na tabela (1) abaixo.

Tabela 1. Localização e descrição dos pontos amostrados antes e depois do turvamento.

Ponto	Período	Jusante/ Montante	Data	Hora	Latitude	Longitude
Balneário Municipal de Bonito	Coleta realizada antes do turvamento	Jusante ao turvamento	26/03/2021	12:04	21°10'16.65"S	56°27'1.04"W
Fazenda Santa Eugênia	Coleta realizada antes do turvamento	Jusante ao turvamento	26/03/2021	15:34	21°12'56.52"S	56°29'38.22"W
RPPN São Geraldo	Coleta realizada antes do turvamento	Montante ao turvamento	26/03/2021	15:57	21°15'13.75"S	56°33'38.31"W
Praia Da Figueira	Coleta realizada após o turvamento	Montante ao turvamento	21/04/2021	13:00	21°15'6.77"S	56°31'57.90"W
Fazenda Santa Eugênia	Coleta realizada após o turvamento	Jusante ao turvamento	21/04/2021	12:00	21°12'56.52"S	56°29'38.22"W
Balneário Municipal de Bonito	Coleta realizada após o turvamento	Jusante ao turvamento	21/04/2021	10:30	21°10'16.65"S	56°27'1.04"W

Além disso, foi realizada uma verificação *in loco* no ponto de turvamento para identificação do material particulado em suspensão. Para tanto, foi necessária uma descida de barco, iniciada em um ponto à montante da região do turvamento, percorrendo o leito do Rio Formoso sentido à sua foz.

Resultados

Para tal diagnóstico preliminar, foram utilizados resultados de três abordagens, sendo respectivamente: (1) Levantamento de imagens aéreas realizadas com VANT; (2) Análise de parâmetros físico-químicos da água; (3) Levantamento in loco ao ponto de turvamento.

1. Levantamento de imagens aéreas realizadas com VANT

Com o levantamento de imagens aéreas realizadas com a utilização de VANT, foi possível observar claramente a diferença no aspecto geral do Rio Formoso comparando-se localidades à jusante da região do turvamento e à montante, conforme podemos observar nas imagens abaixo (figura 1 e figura 2).

Devido às restrições do uso do espaço aéreo, em torno da região do Aeroporto Regional de Bonito, não foi possível identificar o ponto exato do turvamento com a utilização do VANT, porém foi possível constatar que este ponto está dentro da região do Banhado do Formoso entre as coordenadas **21° 12.942'S 56° 29.637'W** (ponte sobre o Rio Formoso entre as fazendas Santa Eugênia e Belo Horizonte) e **21° 15.122'S 56° 31.965'W** (Praia da Figueira).

Figura 1. Rio Formoso (ponte sobre o Rio Formoso entre as fazendas Santa Eugênia e Belo Horizonte).

Imagem aérea realizada com utilização de VANT Rio Formoso à jusante do ponto de turvamento mostrando aspecto "leitoso" da água data da imagem: 21/04/2021.

Figura 2. Rio Formoso (Praia da Figueira).

Imagem aérea realizada com utilização de VANT Rio Formoso à montante do ponto de turvamento mostrando aspecto cristalino da água; data da imagem: 21/04/2021.

Por meio das imagens aéreas, pode-se notar uma variação abrupta no que tange a limpidez das águas. A priori, pelo fato da não ocorrência de chuvas durante o período da variação de turbidez, o fenômeno percebido teria sido ocasionado por outros fatores.

2. Análise de Parâmetro Físico-Químicos da Água

Os resultados da análise dos parâmetros físico-químicos da água amostrados no dia **21/04/2021** mostraram um aumento na turbidez nos pontos à jusante da área de turvamento em relação à coleta realizada no dia **26/04/2021** durante o levantamento mensal realizado pela Fundação Neotrópica do Brasil. Os valores dos parâmetros mensurados estão relacionados e podem ser visualizado abaixo, na Tabela (2).

Tabela 2. Análise dos parâmetros físico-químicos da água amostrados antes e depois do turvamento.								
Ponto	**Período**	**Jusante/ Montante**	**T ºC**	**pH**	**Turbidez (NTU)**	**OD (mg/L)**	**TDS (g/L)**	**Profundidade (m)**
Balneário Municipal de Bonito	Antes do turvamento	Jusante	24.39	8.74	1.7	9.78	0.281	1.20
Fazenda Santa Eugênia	Antes do turvamento	Jusante	24.57	8.53	7.4	9.21	0.313	1.55
RPPN São Geraldo	Antes do turvamento	Montante	24.43	8.69	1.4	7.21	0.274	1.10
Praia Da Figueira	Após o turvamento	Montante	23.62	8.51	<0.5	5.94	0.321	1.35
Fazenda Santa Eugênia	Após o turvamento	Jusante	23.33	8.49	21.8	9.17	0.313	0.8
Balneário Municipal de Bonito	Após o turvamento	Jusante	23	8.48	17.8	9.01	0.286	1.3

Conforme pode-se observar, os valores de turbidez aparecem elevados nos pontos na **Fazenda Santa Eugênia** e no **Balneário Municipal de Bonito** da coleta realizada no dia 21/04/2021, mesmo sem o registro de chuvas nos últimos 5 dias, destacamos o ponto na **Fazenda Santa Eugênia** desta coleta, realizado na ponte sobre o Rio Formoso entre as fazendas Santa Eugênia e fazenda Belo Horizonte (o qual corresponde ao ponto 20 das coletas mensais realizadas pela Neotrópica), neste ponto foi observado um aumento expressivo de 7.4NTU para 21.8NTU (Figura 3).

Figura 3. Rio Formoso (ponte da Fazenda Santa Eugênia).

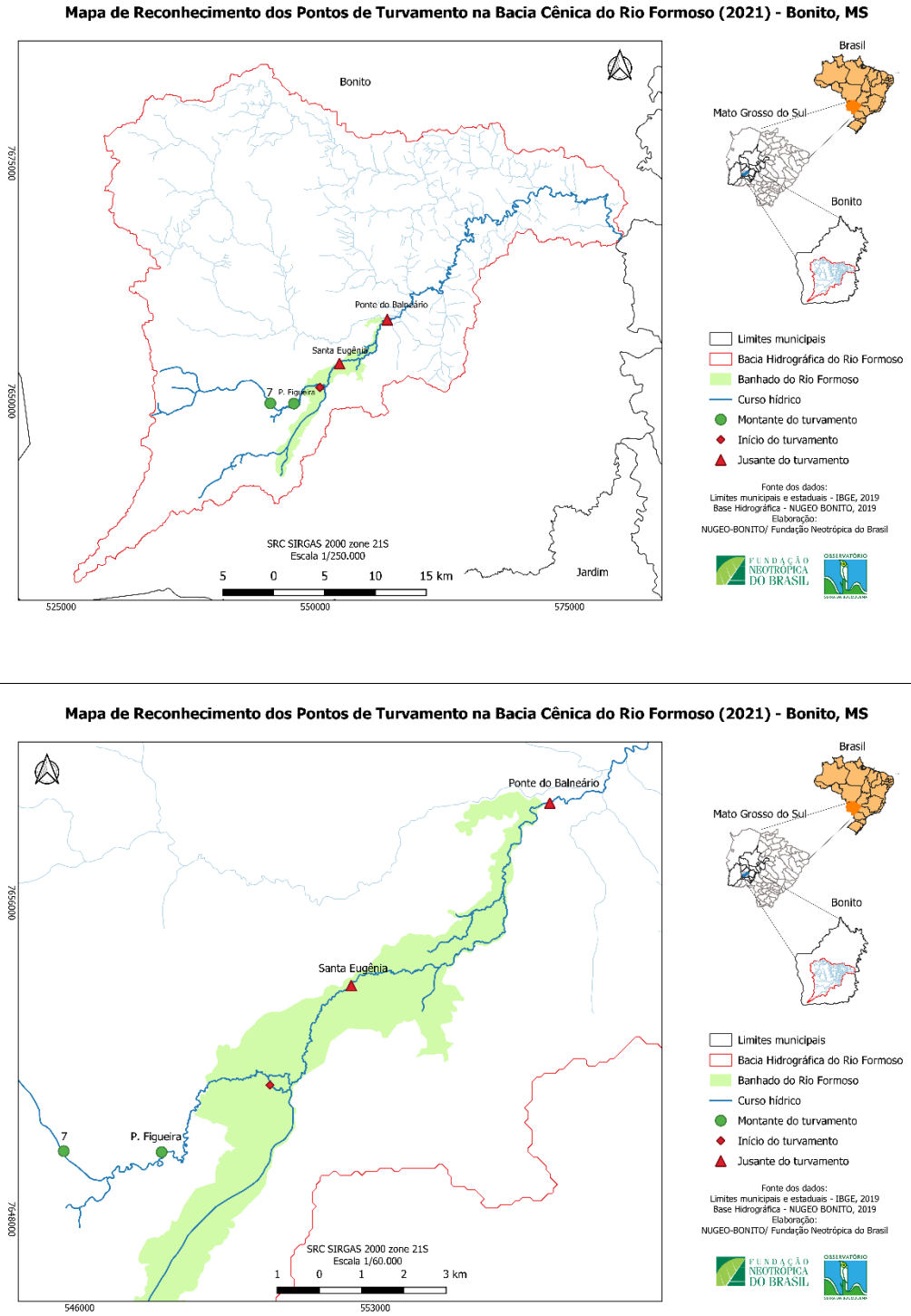
Aspecto do Rio Formoso na ponte da Fazenda Santa Eugênia no dia 21/04/2021, neste ponto a sonda registrou um valor de turbidez de 21.4 NTU neste ponto, no ponto amostrado na Praia da Figueira localizado rio acima foi registrado um valor de menor que 0.5 NTU.

Com relação às diferenças entre os pontos localizados à montante e à jusante no Rio Formoso podemos considerar que há uma variação normal nos índices de turbidez, como encontrado na coleta realizada anteriormente ao episódio de turvamento, na data de 26/03/2021, onde foram registrados os valores de 1.4 NTU em um ponto à montante localizado na **RPPN são Geraldo** e 7.4 NTU na ponte da **Fazenda Santa Eugênia**. Porém, curiosamente esta diferença aumentou expressivamente na coleta realizada em 21/04/2021, onde foram registrados valores abaixo de 0.5 NTU na **Praia da Figueira** à montante da região do turvamento e 21.8 NTU na **Fazenda Santa Eugênia** à jusante.

3. Levantamento in loco ao ponto de turvamento

Em 22/04/2021 foi realizada uma expedição para localizar o ponto de origem do turvamento no rio Formoso. Para tanto, uma equipe composta por 4 integrantes utilizando 3 botes infláveis que saíram da Praia da Figueira (coordenadas **21° 15.122'S 56° 31.965'W**), percorrendo o curso do rio a favor da corrente (Figura 4).

Figura 4. Pontos de reconhecimento na bacia cênica do Rio Formoso (2021).



Reconhecimento realizado para localização do ponto de turvamento do Rio Formoso.

A expedição teve início por volta das 9h do fuso horário de Mato Grosso do Sul, liderada pelos especialistas em Atrativos Turísticos Naturais, Marc

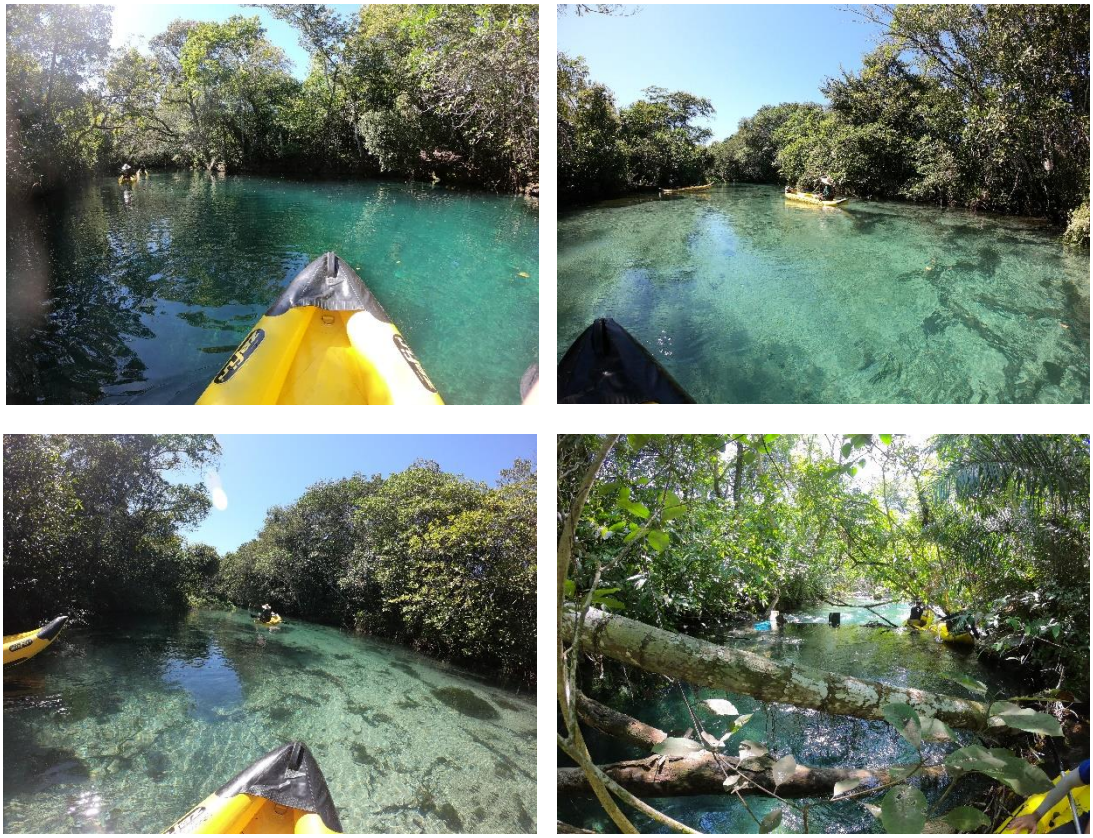
Laurent Bernanos de Zaya Colas e Sebastião Amaro Junior, pelo Biólogo da Fundação Neotrópica do Brasil Guilherme Dalponti, acompanhados pelo Jornalista da Fundação Neotrópica do Brasil Victor Hugo Sanches.

O percurso total da expedição foi de aproximadamente 9 km, onde pode-se prestigiar paisagens fantásticas que revelam a importância da conservação e preservação dos banhados e matas ciliares da região, ações que contribuem diretamente para a manutenção da bacia cênica do Rio Formoso e a subsistência de centenas de espécies (Figuras 5 e 6).

Figura 5. Percurso realizado a favor da corrente do Rio Formoso.

Percurso realizado para localização do ponto de turvamento do Rio Formoso.

Figura 6. Registros do percurso sobre o Rio Formoso.



Registros pelo Rio Formoso mostram um pouco da paisagem do percurso.

Para visualizar trechos fílmicos pelo percurso do Rio Formoso na investigação in loco realizada em 21/04/21 pela Fundação Neotrópica do Brasil é necessário utilizar um leitor de *QR Code* no seu aparelho de *smartphone* sobre a figura 7.

Figura 7. *QR Code* para visualizar as filmagens ao longo do percurso pelo Rio Formoso.

Os locais revelam a importância da preservação e conservação dos banhados e mata ciliares para manutenção hídrica da bacia cênica.

Após cerca de 7 km de percurso (coordenadas geográficas do ponto de desbarrancamento **21°14'20.82"S**, **56°30'44.60"W**), foi encontrado um desbarrancamento das margens do rio, na região do Banhado do Rio Formoso, gerando um visível aumento da turbidez. O material predominante sendo carreado para o curso do rio foi identificado como uma tufa calcárea pulverulenta (Figura 8).

Figura 8. Ponto de turvamento encontrado no Rio Formoso.

Local de desbarrancamento no Rio Formoso mostrando carreamento de material calcáreo causando turvamento na água.

Para desenvolver o relatório técnico final do diagnóstico, bem como garantir uma verificação fidedigna do fenômeno, também foram feitos registros fílmicos do ponto de turvamento do Rio Formoso. Por meio dos registros é possível experienciar a complexidade do fenômeno de turvamento (Figura 9).

Figura 9. *QR Code* para visualizar as filmagens do ponto de turvamento do Rio Formoso.
O local registra um desbarrancamento no Rio Formoso, fenômeno de carreamento de material calcáreo, responsável pelo turvamento na água.

Para visualizar os trechos fílmicos da investigação in loco em 21/04/21 sobre o local de turvamento do Rio Formoso é necessário utilizar um leitor de *QR Code* no seu aparelho de *smartphone* sobre a figura 8.

Considerações

Após uma primeira avaliação *in loco* do local de turvamento do Rio Formoso verificou-se que o aumento dos níveis de turbidez é resultado de uma variação no curso do rio na região do Banhado, causando desbarrancamento em um depósito de micritas inconsolidadas, rochas carbonáticas bastante friáveis as quais são fragmentadas pela corrente ficando em suspensão e tem sua origem geológica relacionada a depósitos aluviais em paleocanais (Boggiani et al. 1999).

Considerando-se a geomorfologia da região, o Banhado do Rio Formoso é uma área constituída por canais meândricos em contínuo processo de erosão das margens côncavas e deposição nas margens convexas, ocorrendo em uma planície aluvial sentido oeste-leste, tendo sua hidrosedimentologia influenciada por uma vasta área de baixa, porém contínua declividade.

Referências

CRISTALLI, P. S. Macrofitofósseis em tufos calcários quaternários do norte da Bahia como indicadores paleoclimáticos. 2006. 195 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

Sallun Filho, W., Karmann, I., Boggiani, P. C., Petri, S., de Souza Cristalli, P., & Utida, G. (2009). A deposição de tufas quaternárias no estado de Mato Grosso do Sul: proposta de definição da formação Serra da Bodoquena. *Geologia USP. Série Científica*, *9*(3), 47-60.

Boggiani, P. C., Coimbra, A. M., Gesicki, A. L., Sial, A. N., Ferreira, V. P., Ribeiro, F. B., & Flexor, J. M. (1999). Tufas calcárias da Serra da Bodoquena. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Publicado na Internet no endereço: http://www. unb. br/ig/sigep/sitio034/sitio034. htm (Last access: 01/09/2006)*.

Parecer Técnico-científico

Campo Grande 06 de maio de 2021

PARECER SOBRE AS CAUSAS DO TURVAMENTO NO RIO FORMOSO À FUNDAÇÃO NEOTRÓPICA DO BRASIL

O relatório intitulado: “O Fenômeno de turvamento no Rio Formoso: Reconhecimento dos pontos de turvamento na bacia cênica do Rio Formoso” busca caracterizar variáveis limnológicas ao longo de diferentes locais de amostragem no curso do Rio Formoso a fim de determinar as causas do turvamento repentino da água do rio, observado em algumas porções do mesmo no dia 21 de abril de 2021.

É importante salientar que rios que correm sobre relevos cársticos, de origem calcária, são importantes fontes de intemperismo de rochas formadas por carbonato de cálcio (i.e., calcário), que se dissolvem naturalmente em contato com a água. Desta forma, é natural que as águas do Rio Formoso sejam ricas em formas dissolvidas de cálcio na sua forma iônica. No entanto, o cálcio na sua forma iônica pode se combinar com uma forma de carbono inorgânico dissolvido conhecida como carbonato (CO_3^{-2}). O carbono inorgânico dissolvido se apresenta na forma de carbonato quando o pH da água é alcalino, geralmente acima de 8, valores de pH observados ao longo do Rio Formoso. Ao se combinar com o carbonato, o cálcio se precipita na forma de carbonato de cálcio. Portanto, em pH alcalino, o calcário tende a não se dissolver na água, pois o equilíbrio da reação química favorece a formação de calcário e não sua dissolução na água.

A conclusão do relatório supracitado indica que o Rio Formoso está provocando o intemperismo de um depósito de micritas inconsolidadas em função de uma mudança de curso natural. Essas rochas são formadas por depósitos de partículas, conchas e carapaças calcárias. Devido as partículas arenosas em suspensão e das condições físico-químicas que favorecem a precipitação do calcário e não de sua dissolução, é pertinente creditar que a turbidez elevada se dê pelas causas naturais relatadas.

Profº Drº Rafael Dettogni Guariento

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação