

APORTE DE SEDIMENTOS A MONTANTE DA UHE COLIDER, NO MÉDIO CURSO DO RIO TELES PIRES-MATO GROSSO

Leila Nalis Paiva Da Silva ANDRADE

Professora e Orientadora no Programa de Pós-Graduação Mestrado em Geografia –
UNEMAT

E-mail: leilaandrade@unemat.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0571-4833>

Marcela Bianchessi da Cunha-SANTINO

Departamento de Hidrobiologia. Laboratório de Bioensaios e Modelagem Matemática da
Universidade Federal de São Carlos - UFSCar.

E-mail: Cunha_santino@ufscar.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6048-0745>

Celia Alves de SOUZA

Professor Sênior nos Programas de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Geografia da
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

E-mail: celialvesgeo@globo.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9068-9328>

Histórico do Artigo:

Recebido

Mai de 2021

Aceito

Junho de 2021

Publicado

Agosto 2021

Resumo: Esta pesquisa teve como objetivo verificar a quantidade e tipos de sedimentos transportados no sistema fluvial, a montante da Usina Hidrelétrica-UHE de Colíder, no médio curso do rio Teles Pires, região norte do Estado de Mato Grosso. Foram efetivados cinco campos no período de dois anos em 4 (quatro) pontos para coleta de sedimentos de fundo e em suspensão. No trabalho em gabinete foram realizadas as análises do tamanho e forma dos grãos > 2,00 mm. Na pesquisa em laboratório realizou-se a análise das amostras coletadas em campo pelo método de peneiramento e pipetagem. Por meio deste estudo verificou-se que o rio Teles Pires apresenta afloramento rochoso no leito e corredeiras. Fator este, que explica o aparecimento de sedimentos grossos no fundo do canal. Com a construção, instalação e funcionamento da usina pode-se averiguar que a carga sedimentar variou. Em algumas

Revista Equador (UFPI), Vol. 10, Nº 2, Ano, 2021, p. 270 – 297.

Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

campanhas registrou maior concentração da composição arenosa, enquanto no enchimento do reservatório o silte teve valores elevados no fundo do canal, o que pode associar a submersão das margens, colmatagem dos afluentes e a perda da velocidade. A construção e funcionamento da UHE Colider contribuíram em mudanças significativas na fisiografia do canal e da paisagem no entorno.

Palavras chave: Hidrossedimentologia. Usina Hidrelétrica. Fisiografia.

SEDIMENT SUPPORT UPGRADING FROM THE COLIDER HPP, IN THE MIDDLE COURSE OF THE TELES PIRES RIVER - MATO GROSSO

Abstract: This research aimed to verify the quantity and types of sediments transported in the fluvial system, upstream of the Colíder Hydroelectric Power Plant, in the middle course of the Teles Pires River, in the northern region of the State of Mato Grosso. Five camps were built over a two-year period in 4 (four) points to collect bottom and suspended sediments. In the work in the cabinet, analyzes of the size and shape of the grains were performed. > 2,00 mm. In laboratory research, the analysis of samples collected in the field by the sieving and pipetting method was carried out. Through this study it was found that the Teles Pires river presents rocky outcrops in the bed and rapids. This factor explains the appearance of thick sediments at the bottom of the channel. With the construction, installation and operation of the plant, it can be verified that the sediment load varied. In some campaigns there was a greater concentration of the sandy composition, while in the filling of the reservoir the silt had high values at the bottom of the channel, which can associate the submersion of the banks, filling of the tributaries and the loss of speed. The construction and operation of the Colider HPP contributed to significant changes in the physiography of the channel and the surrounding landscape.

Keywords: Hydrosedimentology. Hydroelectric Power Plant. Physiography.

APOYO A SEDIMENTOS ACTUALIZACIÓN DE LA UHE COLIDER, EN EL CURSO MEDIO DEL RÍO TELES PIRES-MATO GROSSO

Resumen: Esta investigación tuvo como objetivo verificar la cantidad y tipos de sedimentos transportados en el sistema fluvial, aguas arriba de la Central Hidroeléctrica Colíder, en el curso medio del río Teles Pires, región norte del Estado de Mato Grosso. Se construyeron cinco campamentos durante un período de dos años en 4 (cuatro) puntos para recolectar sedimentos del fondo y en suspensión. En el trabajo de oficina, el análisis del tamaño y forma de los granos > 2,00 mm. En la investigación de laboratorio, el análisis de las muestras recolectadas en campo se realizó mediante el método de tamizado y pipeteo. A través de este estudio se verificó que el río Teles Pires presenta afloramientos rocosos en el cauce y rápidos. Este factor explica la aparición de sedimentos gruesos en el fondo del canal. Con la construcción, instalación y operación de la planta, se puede verificar que la carga de sedimentos varió. En algunas campañas hubo una mayor concentración de la composición arenosa, mientras que en el llenado del embalse el limo tuvo valores altos en el fondo del canal, lo que puede asociar la sumersión de las riberas, el llenado de los afluentes y la pérdida. de velocidad. La construcción y operación de la central hidroeléctrica Colider contribuyó a cambios significativos en la fisiografía del canal y el paisaje circundante.

Palabras clave: Hidrosedimentología. Central hidroeléctrica. Fisiografía.

INTRODUÇÃO

Os estudos sobre os transportes de sedimentos são fundamentais, porque esse processo influencia diretamente a dinâmica dos rios, conseqüentemente, afeta a qualidade do habitat, a biota e todo ecossistema aquático. De tal modo que o equilíbrio hidrodinâmico depende do conjunto dos fatores que determinam o fornecimento de sedimentos, como a erosão natural e as atividades antrópicas (CARVALHO et al., 2000; ALLAN e CASTILLO, 2007; KUERTEN et al., 2009).

Os fatores inerentes como velocidade, material de origem, clima, vegetação estão integrados e contribuem com as características dos sedimentos (BRITO et al., 2009). E qualquer perturbação interfere na produção e transporte dos materiais. Nesse contexto, as partículas sedimentares podem ser transportadas de diversas maneiras e várias vezes, o que pode diferir é o processo das atividades mecânicas e hidráulicas (SUGUIO, 2003).

Na dinâmica dos rios, o fluxo da água na maioria das vezes é turbulenta, e desempenha uma força de cisalhamento que faz com que as partículas sejam transportadas no fundo do canal pelo processo de rolamento ou saltação, a força motriz propuliona o fluxo de água e à medida que aumenta a velocidade faz com que as partículas finas permaneçam suspensas (LEOPOLD e MADDOCK JÚNIOR, 1953; PENTEADO, 1974; PETTS, 1979; CHRISTOFOLETTI, 1980; SUGUIO, 2003; ALLAN e CASTILLO, 2007; CARR e NEAYR, 2008; BALASUBRAMANIAN, 2010; CUNHA, 2013).

Analisando a dinâmica das partículas, as mais pesadas como as areias (grossa, média e fina), cascalhos, blocos ou calhaus, seixos, grânulos e matacões são transportados por arraste, rolamento ou saltação no leito do canal, constituído a carga de fundo (CHRISTOFOLETTI, 1981; BETTES, 2008; DRAFT, 2009; RICCOMINI et al., 2009; SILVA et al., 2011; POMEROL et al., 2013; PINTO, 2017). Enquanto os grãos menores, silte e argila precisam de velocidades críticas de erosão por causa de sua coesão. Essas partículas finas se conservam em suspensão na maioria do tempo, somente em velocidade baixas, depositam-se (CHAPMAN e KIMSTACH, 1996; SUGUIO, 2003; RICCOMINI et al., 2009; STEVAUX e LATRUBESSE, 2107).

As obras de engenharia na construção de reservatórios implicam em efeitos em cadeia, do local para o global na rede de drenagem (CUNHA, 2013; COELHO, 2008). Conceitualmente os reservatórios têm características distintas como fisiografia e variáveis hidrológicas (RIBEIRO FILHO et al., 2011).

A construção de barragens modifica e rompe a funcionalidade natural dos rios. A montante, a tendência é a retirada da vegetação para construção do reservatório, a colmatagem de afluentes, a diminuição da vazão, a mudança de ambiente de lótico para lântico e o processo de deposição e sedimentação das partículas.

A pressão e utilização do recurso hídrico interfere de modo direto na hidrossedimentologia. Assim, as mudanças ocasionadas nas calhas dos rios estão contribuindo com alterações significativas, muitas vezes, as reações são irreversíveis.

Nesse contexto, a Usina Hidrelétrica de Colider foi construída no médio curso do rio Teles Pires, no bioma Amazônico e Cerrado. Os trabalhos de construção do empreendimento hidroelétrico de Colider iniciaram no ano de 2010 com o cadastramento das famílias, desapropriação das terras e retirada da vegetação no local (COPEL, 2014).

Essas alterações na paisagem interferiram na carga de sedimentos de fundo e em suspensão transportadas no médio curso do rio Teles Pires. Considerando ainda a quantidade de corredeiras antes da construção que posteriormente desapareceram, implicando diretamente no funcionamento natural. Esse rompimento hídrico implica diretamente a dinâmica do rio Tapajós que conseqüentemente afeta a bacia Amazônica.

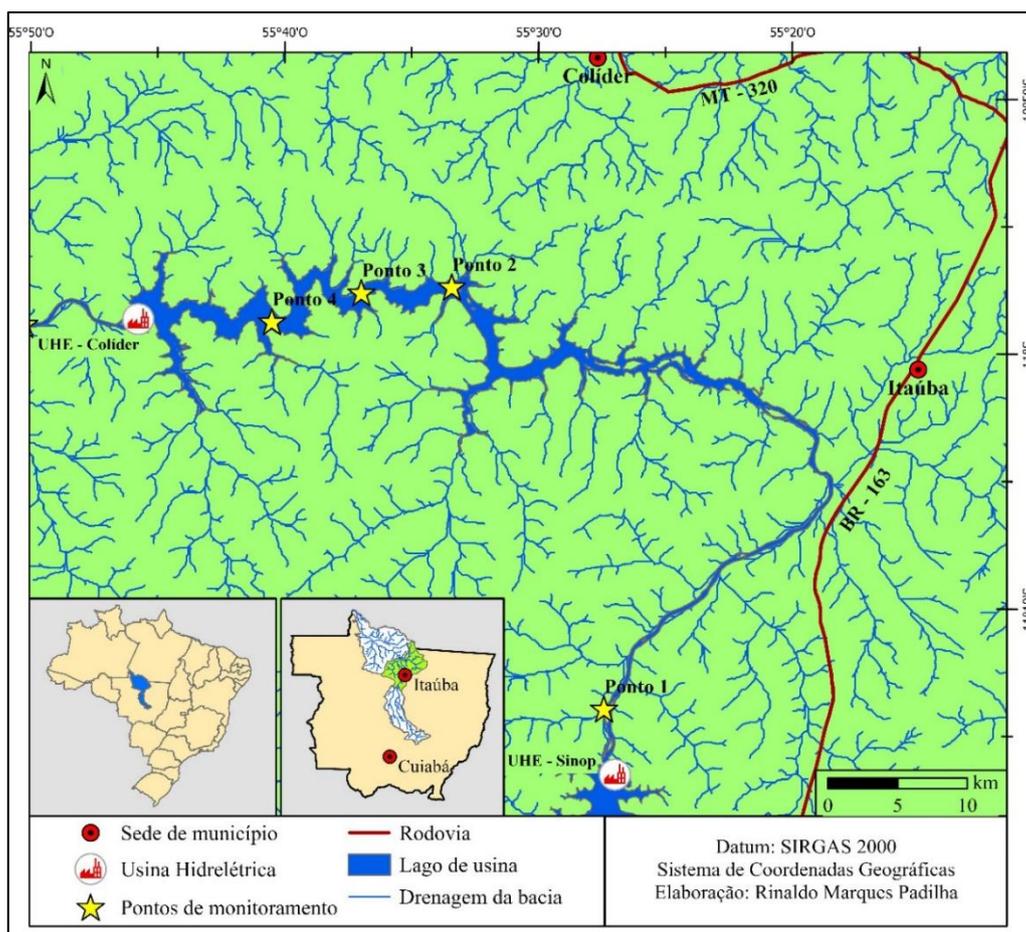
Assim, a pesquisa com caráter inédito na região, teve como objetivo verificar a quantidade e tipos de sedimentos transportados no sistema fluvial a montante da Usina Hidrelétrica-UHE Colíder, no médio curso do rio Teles Pires, na região norte do Estado de Mato Grosso.

METODOLOGIA

Área de estudo

A área de estudo compreende a extensão aproximada de 81 km a montante da usina hidrelétrica de Colider no médio curso do rio Teles Pires, nos municípios de Itaúba, Colider e Canaã do Norte no estado de Mato Grosso (Figura 1).

Figura 1. Localização da área de estudo no médio curso do rio Teles Pires



O estudo foi pautado nos procedimentos técnicos operacionais no período de 2 (dois) anos em 4 (quatro) pontos a montante da UHE Colíder (Tabela 1).

Tabela 1. Pontos monitorados no corredor fluvial do médio curso do rio Teles Pires nos municípios Colíder, Itaúba e Nova Canaã do Norte

Pontos	Coordenadas Geográficas		Descrição
	Latitude Sul	Longitude Oeste	
P1	11°14'0.6"	55°27'17.81"	<ul style="list-style-type: none"> - Área de divisa de duas usinas hidrelétricas Sinop e Colíder - Localizada em propriedade particular - Próximo a ilha fluvial - Ambiente lótico - Área não alagada pela UHE Colíder - Município de Itaúba
P2	10°57'28.46"	55°33'22.67"	<ul style="list-style-type: none"> - Próximo a ilha Fluvial - Área do reservatório da UHE Colíder - Ambiente lótico/lêntico - Área alagada pela UHE Colíder - Município de Itaúba/Colíder
P3	10°57'43.6"	55°36'55.5"	<ul style="list-style-type: none"> - Próximo a ilha Fluvial - Área do reservatório da UHE Colíder - Ambiente lótico/lêntico - Área alagada pela UHE Colíder - Município de Itaúba/Colíder
			<ul style="list-style-type: none"> - Próximo a ilha Fluvial

P4	10°58'51.3"	55°40'27.3"	- Área mais próxima do reservatório da UHE Colíder - Ambiente lóxico/lêntico - Área alagada pela UHE Colíder - Município de Nova Canaã do Norte/Itaúba
----	-------------	-------------	---

Fonte: Andrade (2019)

PROCEDIMENTO METODOLÓGICOS

Trabalho de Campo

Quantificação da velocidade

Para mensurar a velocidade foram utilizados flutuadores e cronômetro na distância de 10 m. Para cada ponto na seção transversal foi utilizada uma série de 3 (três) repetições (GARCEZ e ALVAREZ, 1988; CUNHA, 2013; STEVAUX e LATRUBESSE, 2017; ANDRADE, 2020).

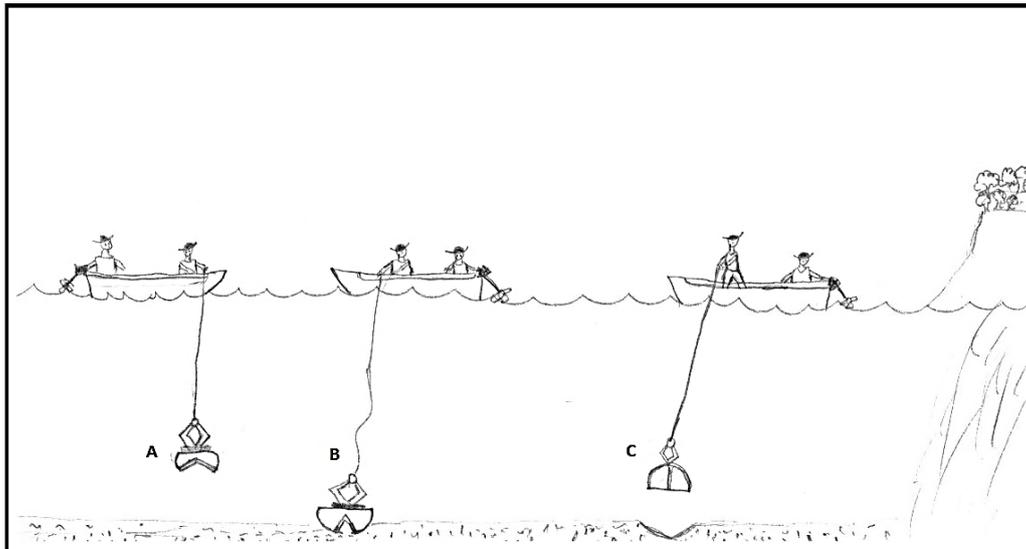
Coleta de material (sedimentos de fundo e suspensão)

Foram realizadas cinco coletas em cada seção transversal no período de estiagem e cheia referenciados como MD = margem direita, PM = próximo a margem direita, C = centro, PE = próximo a margem esquerda e ME = margem esquerda.

Para coleta da carga suspensa foi empregada a técnica tradicional. O processo de coleta consiste em primeiro lugar esterilizar a garrafa de 1 L com a própria água do rio por 2 (duas) vezes e coletar a água a 10 cm da superfície. Posteriormente as amostras são armazenadas em temperatura ambiente em caixa térmica com gelo até o início das análises (máximo de 24 horas após coleta) (BÜHLER e SOUZA, 2012; ROCHA et al., 2018; ANDRADE, 2019).

Na coleta dos sedimentos de fundo foi utilizado a draga Van Veen (amostrador de mandíbulas). A técnica consiste em lançar o aparelho no canal e assim que entra em contato com o fundo a draga se fecha, retendo a carga sólida nas suas mandíbulas (Figura 2). Para cada coleta nos 5 (pontos) na seção, a draga foi lançada 3 (três) vezes. As amostras foram armazenadas em sacolas plásticas de 1 kg e etiquetadas com dados sobre a localização para posterior análise da granulometria. Essa técnica foi empregada por Souza Filho (1993), Kuerten et al. (2009) e Rocha (2016).

Figura 2. Coleta de sedimentos de fundo (A) Lançamento da draga, (B) contato com o fundo e sedimentos e (C) Coleta de sedimentos



A quantidade de amostra coletada em cada campo variou, pois nem todos os pontos registrou sedimentos de fundo ou eram insuficientes para a análise. Considerando os sedimentos fundo e suspensão foram coletadas aproximadamente 100 amostras no fundo do canal e igual valor em superfície.

Trabalho em Gabinete

Cálculo da velocidade

Para calcular a velocidade do fluxo na superfície da seção transversal utilizou a Equação 1 por Cunha (2013):

$$V = D/T \text{ (Equação 1),}$$

Onde: V = Velocidade; D = Distância; T = Tempo

Análise da granulometria (bloco, seixos e grânulos)

Para determinação do tamanho e forma das partículas maiores foi adotada a separação das amostras e manualmente foram medidas pela tabela de classificação granulométrica (mm) de acordo com Giannini e Melo (2009) e para classe Pomerol et al. (2013). Utilizando como parâmetro as três dimensões das partículas (longa, intermediário e diâmetro curto) com auxílio de uma régua graduada. Esse método foi utilizado por alguns pesquisadores como Ubeid (2016) para determinar o tamanho dos sedimentos do rio (Tabela 2).

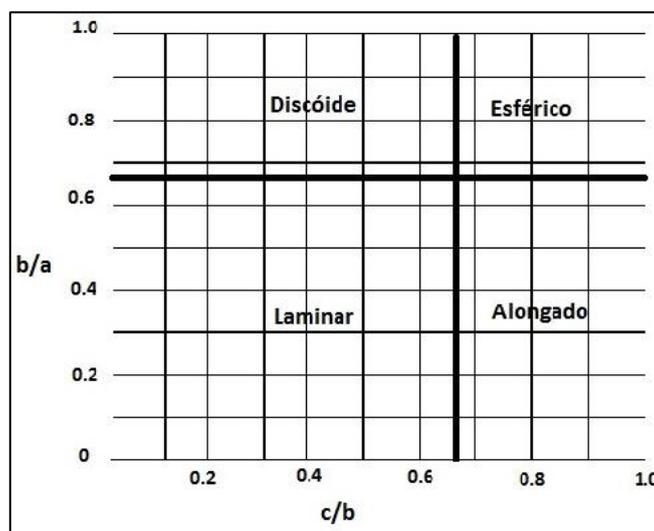
Tabela 2. Classificação dos sedimentos maiores transportados no fundo do canal

Tamanho (mm)	Sedimentos	Classe
> 256	Matacão	Ruditos
256 - 64	Bloco ou calhau	
64 – 4,0	Seixo	
4,0 – 2,0	Grânulo	

Fonte: Adaptado de Giannini e Melo (2009), Pomerol et al. (2013)

Foi empregada ainda a técnica de Zingg (1935 apud CUNHA, 2013) para comparar as formas e os tipos de seixos transportados utilizando de histograma para determinar em: laminar, esférico, discóide e alongado, ressalta-se que essa análise foi direcionada aos seixos maiores de 64 – 54 mm (Figura 3).

Figura 3. Histograma para determinação do tipo e forma dos seixos transportados no rio Teles Pires.



Fonte: Zingg (1935 apud CUNHA, 2013)

Sendo que nos eixos foram considerados as maiores dimensões: (a) comprimento; (b) largura e (c) altura para determinar as formas dos seixos (Tabela 3):

Tabela 3. Determinação do tipo e forma dos seixos conforme histograma

Classe	B/A	C/B	Forma
1	> 0,67	> 0,67	Esférica
2	> 0,67	< 0,67	Discóide
2	< 0,67	> 0,67	Alongada
4	< 0,67	< 0,67	Laminar

Fonte: Zingg (1935 apud CUNHA, 2013)

Análise em Laboratório da Granulometria

Para quantificar as frações de argila e silte, foi adotada a pipetagem (EMBRAPA, 1997), utilizando-se amostras de 20 g do solo, utilizando três réplicas de cada ponto. As amostras foram mantidas por 12 horas em contato com a solução do dispersante químico ($\text{NaOH } 0,1 \text{ M.L}^{-1}$), e posteriormente, agitadas em alta rotação (12.000 rpm) por 15 minutos.

A fração de argila foi determinada pelo método da pipeta, que consiste em pipetar um volume da suspensão. A fração de areia foi retida em peneira de malha de 0,053 mm (n. 270). Posteriormente as frações foram secas em estufa e pesadas para a obtenção dos respectivos percentuais. O silte corresponde ao complemento dos percentuais que é obtido por diferença das outras frações em relação ao peso original. Os ensaios ocorreram em três repetições por ponto de coleta para obtenção da composição média.

A quantificação das frações de areia (grossa, média e fina) ocorreu a partir do ensaio de peneiramento por meio de processo mecânico no agitador eletromagnético, com uma sequência de peneiras padronizadas, por 30 minutos. O material retido em cada uma das peneiras foi pesado separadamente (SUGUIO, 1973).

Para classificação das areias utilizou da classificação de acordo com as peneiras do agitador, areia grossa de 4,75 mm e 2,36 mm; de 2,36 mm, mas ficou retida nas peneiras de 1,18 mm e 600 μm , foi considerada média; e nas peneiras de 300 μm a 75 μm foi classificada como areia fina. Essa escala foi adaptada da American Society for Testing and Materials (ASTM), conforme Souza et al. (2012) e Leandro et al. (2014).

E o método por evaporação total, elaborado por Carvalho et al. (2000), foi usado para verificar a quantidade de sedimentos transportados em suspensão. As amostras foram condicionadas em béquer de 500 ml e então secas em estufa e, posteriormente, pesadas em balança analítica por três vezes, obtendo-se uma média dos valores dos sedimentos em suspensão (mg/L).

As análises de solo foram realizadas no Laboratório de Pesquisa e Ensino em Geomorfologia Fluvial “Antonio Christofolletti” na Universidade do Estado de Mato Grosso no Campus de Colíder.

Cálculo da descarga sólida em suspensão

De acordo com Carvalho et al. (2000) o valor da descarga em suspensão (ton/dia) é calculado pela multiplicação da descarga líquida pela concentração registrada na coleta e análise em laboratório. Assim, utilizou-se a Equação 2 para o cálculo da descarga.

$$Q_{ss} = 0,0864 \times Q \times cs \text{ (Equação 2),}$$

Onde: Q_{ss} = descarga sólida em suspensão (t/dia); Q = descarga líquida (m^3/s); cs = concentração (mg/l).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Transporte de sedimentos no fundo e em suspensão

No médio curso do rio Teles Pires registrou a variabilidade dos sedimentos transportados no fundo do canal e da carga suspensa. Assim, os sedimentos foram altamente variáveis ao longo do perfil longitudinal e transversal. De acordo com Christofolletti (1981), é comum a composição granulométrica dos rios possuir partículas de várias classes, tamanhos e formas. Leopold e Maddock Júnior (1953), Christofolletti (1981), Suguio (2003), Souza (2004), Silva (2009), Cima et al. (2014), Leandro et al. (2012), Cunha (2013) Leandro et al. (2014) e Stevaux e Latrubesse (2017) ainda ressaltam que a carga sedimentar de fundo é constituída de materiais grossos como (areia e cascalhos) e a suspensa (silte e argila).

A carga de fundo tem relação com a quantidade de canais de 1ª ordem na bacia hidrográfica do rio Teles Pires. Os canais de primeira ordem correspondem as áreas mais elevadas. Localizam-se no alto curso, áreas de nascentes. Devido a declividade o regime do fluxo é mais turbulento, contribuindo com alta capacidade erosiva e o transporte de sedimentos grossos (MACHADO e TORRES, 2012). Desta forma, a grande presença desses canais em todo curso do rio Teles Pires está contribuindo com o aumento da carga sedimentar devido a presença de corredeiras, fluxo turbulento, e, com altos indícios de erosão nas áreas das cabeceiras.

No monitoramento realizado nos quatro pontos a montante da UHE Colíder nos dois anos (2016-2018) pode-se quantificar a composição granulométrica de areias (grossa, média e fina) classe dos (arenitos), silte e argila (pelitos ou lutitos), grânulos, blocos e seixos (ruditos) transportadas pela velocidade do fluxo ou movidas pela força de arranque no período de cheia associadas a fontes locais (autóctones) (Figura 4). Salienta que a extensão do trecho estudado no fundo do canal registra uma estrutura basal com afloramento rochoso (fundo e superfície). Os autores ainda reforçam que os rios de leito rochoso são escavados pelo próprio embasamento da rocha. Leopold e Maddock Júnior, (1953), Montgomery e Bolton (2003) e Bettés (2008) ressaltam que a composição litológica (estável e composição grossa) indica maior rugosidade no leito.

Figura 4. Afloramento rochoso no canal



O transporte desses sedimentos está ligado com os fatores hidrológicos e o regime do curso d'água. Nesse caso a precipitação, topografia, a estrutura geológica, a declividade e a cobertura vegetal influenciam na formação de materiais intemperizados ou erodidos na bacia hidrográfica e o carreamento desses materiais desintegrados (rocha e solo) até o rio. Assim, o fluxo do rio e o transporte de sedimentos compõem o processo de equilíbrio atuantes no sistema fluvial (COELHO, 2008; CHRISTOFOLETTI, 1981; CUNHA, 2013; STEVAUX e LATRUBESSE, 2017). Deste modo, o transporte e a sedimentação interferem diretamente na qualidade da água e o desenvolvimento dos ecossistemas aquáticos (CARR e NEARY, 2008; RIBEIRO FILHO et al., 2011).

Os sedimentos são característicos da área de captação, no entanto, as partículas podem ser originárias do fundo do canal com o processo de erosão do leito (vertical) corrosão, bem como procedentes das margens (lateral) corrosão e das vertentes.

Os pontos a montante da UHE Colíder tiveram competência de transportar materiais arenosos. No P1, os sedimentos de fundo variaram entre areia (média e fina), silte e argila no período de estiagem/julho de 2016. A usina ainda encontrava em fase de construção. Registrou-se maior quantidade de areia fina entre os pontos (margem esquerda e direita,

próxima a margem esquerda e direita e centro) da seção transversal com 71,44% a 99,55%. Os resultados mostram que a maior velocidade registrada foi próxima a margem esquerda 1,66 m/s. Nesse ponto destacou-se afloramento rochoso, o que contribuiu com o tipo de fluxo (turbulento), a velocidade e transporte de sedimentos grossos, principalmente areia fina. A carga do material de fundo é derivada do leito do rio com a força do cisalhamento, principalmente com a presença de areia sua concentração está diretamente relacionada com a capacidade de transporte (Tabela 4).

Tabela 4. Transporte de sedimentos (fundo e suspensão) nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de estiagem/julho de 2016

Amostras	Concentração em Suspensão (mg/L)	Sedimentos de Fundo (%)				
		Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
P1 - C	0,009	0	0,10	99,55	0	0,35*
P1 - PMD	0,008	0	0,05	85,49	14,46	0
P1 - MD	0,008	0	0	71,44	26,73	1,83
P1 - PME	0,006	0	0	85,30	13,70	1,00
P1 - ME	0,008	0	0	85,28	13,65	1,07
P2 - C	0,001	0	0,07	99,63	0	0,3
P2 - PMD	0,003	0	0	71,68	28,32	0
P2 - MD	0,006	0	0	71,60	28,38	0,01
P2 - PME	0,004	0	0,39	97,12	2,59	0
P2 - ME	0,004	0	0,21	68,49	30,46	0,84
P3 - C	0,001	Afloramento rochoso				
P3 - PMD	0,001	Afloramento rochoso				
P3 - MD	0,001	0	0	82,92	15,66	1,42
P3 - PME	0,001	0	0	77,94	22,06	0
P3 - ME	0,002	0	0	21,99	75,04	2,97
P4 - C	0,004	-	3,28	95,94	0,24	0,54
P4 - PMD	0,006	-	1,64	66,40	30,00	1,96
P4 - MD	0,008	-	-	36,77	60,3	2,93
P4 - PME	0,005	Afloramento rochoso				
P4 - ME	0,007	Afloramento rochoso				

Em que: C- Centro do Canal; MD – Margem Direita; ME – Margem Esquerda; PMD Próximo a Margem Direita; PME – Próximo a Margem Esquerda; * Sedimentos com Seixos

No P2, o rio teve competência para carrear sedimentos de materiais arenosos, com partículas de areia fina. Os maiores índices foram registrados nas velocidades máximas (ANDRADE et al., 2020). Salienta que no centro do canal não apresentou silte, mas pequena percentagem de argila 0,3%. Esses dados se devem por ser um local com vários afloramentos rochosos e de acordo com a geologia e observações *in loco* há a ocorrência de rochas graníticas e quartzos. De acordo com o período de estiagem a concentração média de sedimentos em suspensão variaram entre 0,00 mg/L e 0,0832 t/dia (Tabela 5).

Tabela 5. Concentração dos sedimentos em suspensão em toneladas/dia

Ponto	Descarga dos Sedimentos em Suspensão t/d				
	2016	2017	2017	2018	2018
	Julho	Janeiro	Julho	Janeiro	Julho
P1 - Montante	0,6524	2,4131	1,5927	7,2471	1,7688
P2 - Montante	0,0832	1,8421	2,8387	0	0
P3- Montante	0,0501	2,1618	2,1552	0	0
P4 - Montante	0,2873	0,8355	0	0	0

No P2, pode-se verificar a quantidade de matacões, blocos e seixos no fundo do canal. Nesse caso, a força de tração faz com que partículas maiores > 256 mm se movam lentamente de acordo com a velocidade do fundo, especialmente no período de cheia. Esse processo por se lento faz com que a partícula seja somente movida pela força de arranque. Nesse contexto, Christofolletti (1981) afirma que conforme o tamanho dos grãos, alguns são movidos e outros de granulometria maior permanecem imóveis.

Assim, mesmo na inércia as partículas passam pelo processo abrasivo sem necessitar se movimentar devido a zona de turbulência, resultando em granulometrias de tamanhos e formas diferentes. A redução da partícula ocorre da montante para jusante a medida que a velocidade crítica é necessária para movimentar no período de cheia o fragmento rochoso. Fatores como profundidade e velocidades após a diminuição da partícula < 64 mm contribuem que o material seja transportado por rolamento ou somente movimentada pela força de arranque.

No P3 o afloramento rochoso inicia no centro do canal e estende-se próximo a margem direita com grande concentração arenosa nos outros pontos da seção transversal. O leito sobre a rocha a erosão no fundo ocorre pelo efeito hidráulico pela corrosão, cavitação e arranque. No P4 permanece a tendência de transporte de materiais grossos com composição arenosa e porcentagem alta de areia fina 95,94% no centro do canal. Avaliando essa seção, verificou-se o aumento dos sedimentos finos com concentração siltosa 60,3% na margem direita (Tabela 5). Esse fator justifica principalmente a construção da UHE Colíder. Nessa época as obras de engenharia hidráulica estavam ocorrendo nas margens e afluentes do rio Teles Pires, bem como a baixa velocidade do fluxo, permitindo que os sedimentos fossem depositados no fundo do canal. A construção de barragens e reservatórios nos cursos d'água implica mudanças de ordem física do canal, pois altera a hidrodinâmica, morfologia, bem como a sedimentologia do rio (LEOPOLD e MADDOCK JÚNIOR, 1953; PETTS, 1979; CHRISTOFOLETTI, 1981; STEVAUX, 1993; WOOD e ARMITAGE, 1997; CARVALHO et al., 2000; COELHO, 2008; LÓPES et al. 2016; MENDES, 2018; MIRANDA et al., 2018).

Os sedimentos em suspensão registraram uma concentração baixa de 0,001 a 0,008 mg/L seguindo os padrões da resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 357/05, visto que o valor máximo permitido para sólidos totais é de 500 mg/L. Quando a velocidade da água diminui, sucede a deposição de partículas finas, que são transportadas na superfície da água. Fator esse justificado no P4, a velocidade diminui em 0,32 m/s, ocorrendo o processo de sedimentação (ANDRADE et al., 2020). Outro fator limitante para os sedimentos suspensos está relacionado ao regime das chuvas, a concentração é mais elevada no período da cheia. Carvalho (1994) ainda reforça que quanto maior a quantidade de areia transportada no fundo do canal, menor a concentração de sedimentos suspenso.

Na análise do transporte de sedimentos no período de cheia/janeiro de 2017 certificou-se que ao longo do perfil transversal há uma distribuição dos sedimentos na seção, com predominância de partículas grossas com textura arenosa e granulometria > que 2,0 mm a montante da UHE Colíder (Tabela 6).

Tabela 6. Transporte de sedimentos (fundo e suspensão) nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de cheia/janeiro de 2017

Amostras	Concentração em Suspensão (mg/l)	Sedimentos de Fundo (%)				
		Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
P1 - C	0,012	Bloco ou calhau				
P1 - PMD	0,014	Afloramento rochoso				
P1 - MD	0,017	Afloramento rochoso				
P1 - PME	0,015	Afloramento rochoso				
P1 - ME	0,019	Afloramento rochoso				
P2 - C	0,019	Afloramento rochoso				
P2 - PMD	0,015	0	0	96,42	3,10	0,48
P2 - MD	0,016	0	0	94,80	4,43	0,77
P2 - PME	0,018	Afloramento rochoso				
P2 - ME	0,018	Afloramento rochoso				
P3 - C	0,019	Afloramento rochoso				
P3 - PMD	0,018	Afloramento rochoso				
P3 - MD	0,018	Seixos/Grânulos				
P3 - PME	0,017	0,74	0,92	88,01	9,83	0,50
P3 - ME	0,020	0,10	0,54	87,93	10,23	1,20
P4 - C	0,024	Afloramento rochoso				
P4 - PMD	0,021	Afloramento rochoso				
P4 - MD	0,013	0	5,80	93,25	0,43	0,52
P4 - PME	0,010	0	1,68	72,23	24,54	1,55
P4 - ME	0,012	0	0,58	14,74	80,26	4,42

Em que: C – Centro do Canal; MD – Margem Direita; ME – Margem Esquerda; PMD Próximo a Margem Direita; PME – Próximo a Margem Esquerda

No P1 nas margens e nas suas proximidades foram registrados afloramento rochoso no leito, exceto no centro do canal, onde coletou-se 1 (um) bloco ou calhau que varia de 4,0 – 64 mm, na velocidade de 0,83 m/s. Sabe-se que o tamanho dessas partículas pode ser transportadas ou somente movidas pela força de arranque devido o volume.

O P2 predomina a areia fina próximo a PMD e MD. Os outros segmentos apresentaram afloramento rochoso no leito. O P3 também tem a tendência de transportar sedimentos grossos, com presença de seixos (39) de rolamento e 1 (um) de arraste e 30 grânulos. Os seixos encontrados no fundo do canal têm a forma esférica, laminar e alongado conforme a método de Zingg (1935 apud CUNHA, 2013). Comparando os dados hidrodinâmicos, o P3 registrou baixa velocidade e considerando a margem que foi coletada, a velocidade foi ainda menor 0,22 m/s. Os resultados comprovam que as partículas maiores são movidas ou arrastadas devido ao tamanho ou também podem estar no local conforme a própria erosão ou transportada das áreas das vertentes. No P4 no centro do canal e no PMD constatou afloramento rochoso, com predominância da composição arenosa.

No período de estiagem/julho de 2017 em todos os pontos monitorados a montante da UHE Colíder os sedimentos grossos registraram valores de porcentagem significativos. No entanto, vários pontos não apresentaram sedimentos, principalmente o P3 e P4. Apesar de não corresponder o período oficial de enchimento do lago, as mudanças nas margens e canal influenciaram para tais resultados sedimentológicos (Tabela 7). Santos e Cunha (2015) afirmam que nos estudos realizados na UHE Cachoeira Caldeirão no rio Araguari, os grãos maiores foram os primeiros a depositar no fundo do canal do reservatório e as partículas finas foram transportadas para a jusante.

Tabela 7. Transporte de sedimentos (fundo e suspensão) nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de estiagem/julho de 2017

Amostras	Concentração em Suspensão (mg/L)	Sedimentos de Fundo (%)				
		Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
P1 - C	0,030	0,15	0,94	98,74	0	0,17
P1 - PMD	0,022	Afloramento rochoso				
P1 - MD	0,030	Afloramento rochoso				
P1 - PME	0,030	Seixos				
P1 - ME	0,026	Seixos/Grânulos				
P2 - C	0,023	Afloramento rochoso/não houve registro de sedimentos				
P2 - PMD	0,025	0	0	37,11	59,48	3,41
P2 - MD	0,016	0	0	76,06	22,88	1,06
P2 - PME	0,023	Sedimentos Insuficientes				
P2 - ME	0,024	0	0	85,98	11,81	2,21
P3 - C	0,020	Não houve registro de sedimentos				
P3 - PMD	0,020	Não houve registro de sedimentos				

P3 - MD	0,022	Não houve registro de sedimentos
P3 - PME	0,023	Não houve registro de sedimentos
P3 - ME	0,022	Sedimentos insuficientes
P4 - C	0,014	Não houve registro de sedimentos
P4 - PMD	0,024	Não houve registro de sedimentos
P4 - MD	0,022	Não houve registro de sedimentos
P4 - PME	0,024	Não houve registro de sedimentos
P4 - ME	0,022	Não houve registro de sedimentos

Em que: C – Centro do Canal; MD – Margem Direita; ME – Margem Esquerda; PMD Próximo a Margem Direita; PME – Próximo a Margem Esquerda

A montante da UHE de Colíder mostrou que o P1 e P2 apresentaram grãos sedimentares de composição arenosa com maior teor de areia fina (37,11 a 98,74%). Pontua-se que próximo a margem direita do P2 registrou um número significativo de silte 59,48% na velocidade de 0,36 m/s, esse fator pode ser justificado com a perda da velocidade do fluxo, velocidade em limite crítico contribuindo com o depósito desses sedimentos, bem como citado anteriormente a remobilização das margens e retirada da vegetação estão influenciando nessas porcentagens.

Nos P3 e P4, os sedimentos eram insuficientes para análise. No momento em que a draga Van Veen entrava em contato com o afloramento rochoso, não coletava a quantidade necessária, por se tratar de materiais finos. Como P3 estava perdendo e o P4 não apresentou, significa que o limite crítico foi alcançado e a tendência é a deposição das partículas finas (silte e argila).

Foi registrado macrófitas próximo a margem do P3 (Figura 5). Nos reservatórios constataram depósitos originados pela descaracterização dos taludes, submersão das margens e oscilações do nível da água. A erosão das áreas contíguas, formam ambientes favoráveis para o desenvolvimento e crescimento de plantas aquáticas nos reservatórios, devido a quantidade de sedimentos finos e com nutrientes nas margens (MIRANDA et al., 2018; MENDES, 2018). Assim, a própria dinâmica do lago condiciona a rápida proliferação dessa vegetação, pois adaptação é melhor em ambientes lênticos (ALLAN e CASTILLO, 2007).

Figura 5. Presença de macrófitas aquáticas no reservatório da UHE Colíder



No período de cheia/janeiro de 2018, pode-se quantificar a montante, a maior concentração de silte 30,33 a 83,48%. Esses resultados confirmam que a perda da velocidade acarreta a deposição de sedimentos finos. De acordo com Souza (2004) e Stevaux e Latrubesse (2017), o fluxo vai perdendo a velocidade até atingir a velocidade crítica, não sendo possível o transporte, quando ocorre a deposição das partículas (Tabela 8).

Tabela 8. Transporte de sedimentos (fundo e suspensão) nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de cheia/janeiro de 2018

Amostras	Concentração em Suspensão (mg/L)	Sedimentos de Fundo (%)				
		Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
P1 - C	0,042	-	0,33	98,94	0,1	0,63
P1 - PMD	0,044	1,05	0,89	97,43	0,11	0,52
P1 - MD	0,045	Seixos/Grânulos				
P1 - PME	0,050	Sedimentos insuficientes				
P1 - ME	0,053	0,21	0,12	98,41	1,26	0,51
P2 - C	0,018	Sedimentos insuficientes				
P2 - PMD	0,032	Não houve registro de sedimentos				
P2 - MD	0,013	Não houve registro de sedimentos				
P2 - PME	0,033	Não houve registro de sedimentos				
P2 - ME	0,016	Sedimentos insuficientes				
P3 - C	0,033	-	0,50	98,27	0,71	0,52
P3 - PMD	0,029	0,20	4,83	94,09	0,46	0,42
P3 - MD	0,029	0	0	76,20	22,12	1,68
P3 - PME	0,030	0,09	0,51	13,24	80,69	5,47
P3 - ME	0,032	Não houve registro de sedimentos				
P4 - C	0,038	1,33	0,76	75,74	20,19	1,98
P4 - PMD	0,041	0,86	10,37	56,07	30,33	2,37
P4 - MD	0,037	0	0	16,40	77,89	5,71
P4 - PME	0,035	0	0	22,56	74,43	3,01
P4 - ME	0,031	0	0	12,28	83,48	4,24

Em que: C – Centro do Canal; MD – Margem Direita; ME – Margem Esquerda; PMD Próximo a Margem Direita; PME – Próximo a Margem Esquerda; * Bloco ou calhau presente na amostra; ** Seixos e grânulos presentes na amostra

Devido o enchimento do lago esses pontos (2, 3 e 4) perderam a velocidade, os sedimentos grossos que foram transportados estagnaram e iniciou-se o processo de deposição/sedimentação e decomposição da matéria orgânica, visto que em vários pontos não foram retiradas as ilhas fluviais (Figura 6). De acordo com os noticiários regionais houve grande mortandade de peixes, cerca de 13 toneladas devido o enchimento do reservatório UHE Sinop, comprometendo o ambiente da UHE de Colíder, todavia foi solicitado via judicial o fechamento imediato do Sistema de Transposição de Peixes. Segundo os estudos realizados, parte da vegetação não foi retirada, o que causou o aumento da matéria orgânica em decomposição. Assim sendo, comprometeu a biomassa local e contribuiu com o acréscimo dos sedimentos em suspensão e a elevação da turbidez da água (ARAÚJO, 2019; FOLHAMAX, 2019; OLHAR DIRETO, 2019; NORTÃO ONLINE, 2019).

Figura 6. Decomposição da vegetação das ilhas fluviais não retiradas no processo do enchimento do reservatório da UHE Colíder



De acordo Allan e Castillo (2007) e Poletto e Castilhos (2008) as condições do ambiente propícia a proliferação de macrófitas e algas, principalmente com a presença de sedimentos orgânicos (Figura 7 e Tabela 8). No entanto, com a perturbação do canal e a deposição dos sedimentos no fundo do canal oferecerá um substrato inóspito e de má qualidade para a maioria dos organismos (se não todos) (MONTGOMERY e BOLTON, 2003). Com o tempo algumas espécies desaparecem, e, permanecem as mais resistentes (CARVALHO et al., 2000).

Figura 7. Decomposição da matéria orgânica e sedimentos finos depositados.



No P2 a montante da UHE Colíder não teve registro de sedimentos ou a quantidade coletada foi insuficiente para análise. No P3 apresentou sedimentos grossos, com composição arenosa de 94,09% de areia fina próximo a margem direita. Essa porcentagem associa-se com acomodação dos sedimentos maiores transportados no fundo, erodidos pelo impacto hidráulico ou relaciona-se também com a composição das margens remobilizadas com a construção da usina, iniciando o depósito e sedimentação das partículas finas.

No P4 próximo a barragem há maior concentração de sedimentos finos, pois analisando o processo, desde janeiro de 2017 o ponto vem reduzindo a velocidade até atingir o limite crítico e ocorrer a deposição dessas partículas (Tabela 8). De acordo com Stevaux (1993) com a construção das usinas hidroelétricas: de Porto Primavera (no rio Paraná) e de Rosana (no rio Paranapanema) houve mudanças significativas no aporte de sedimentos, principalmente de granulometria grossa. Neste interim, Carvalho et al. (2000), Cabral (2005), Bettes (2008), Miranda (2011), Miranda et al. (2018) ainda complementa que a construção de reservatórios ocasiona mudanças na vazão e no transporte dos sedimentos. Cabral et al. (2009) afirmam que em 56 anos a taxa de sedimentação é de 4,68 cm/ano no reservatório de cachoeira Dourada.

A última coleta foi realizada no período de estiagem/julho de 2018. Como citado, o fundo do rio Teles Pires nesse trecho do médio curso possui estrutura basal com afloramento rochoso. Em vários momentos na coleta, os sedimentos foram insuficientes para análise, principalmente nos pontos (2, 3 e 4) por ser a área do reservatório, perdeu a velocidade do fluxo. De acordo com Heede (1980), a construção de barragens diminui a velocidade a montante, e ao atingir o ponto crítico os sedimentos finos se depositam. A presença de partículas maiores explica-se pelo processo de acomodação da erosão hidráulica ou marginal ocorrida antes e durante o enchimento do lago. Pondera ainda que em algumas margens, a montante apontou porcentagem elevada de materiais grossos. Combinando com o período de

cheia, o que contribuiu com instabilidade do fundo e com as margens que foram submersas com o reservatório da usina (Tabela 9 e Figura 8).

Tabela 9. Transporte de sedimentos (fundo e suspensão) nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de estiagem/julho de 2018

Amostras	Concentração em Suspensão (mg/L)	Sedimentos de Fundo (%)				
		Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
P1 - C	0,018	Não houve registro de sedimentos				
P1 - PMD	0,022	Sedimentos insuficientes				
P1 - MD	0,025	---	---	90,56	0,73	8,71
P1 - PME	0,027	Bloco				
P1 - ME	0,031	Não houve registro de sedimentos/afloramento rochoso				
P2 - C	0,015	Bloco				
P2 - PMD	0,015	0,64	0,49	72,38	2,57	23,92
P2 - MD	0,024	Não houve registro de sedimentos				
P2 - PME	0,015	Não houve registro de sedimentos				
P2 - ME	0,016	Não houve registro de sedimentos				
P3 - C	0,022	Não houve registro de sedimentos				
P3 - PMD	0,019	Sedimentos insuficientes				
P3 - MD	0,019	Não houve registro de sedimentos				
P3 - PME	0,013	Não houve registro de sedimentos				
P3 - ME	0,017	1,66	0,42	95,67	0,68	1,57
P4 - C	0,019	Não houve registro de sedimentos				
P4 - PMD	0,017	0,57	0,42	50,74	3,70	44,57
P4 - MD	0,020	---	0,22	87,40	1,14	11,24
P4 - PME	0,019	Não houve registro de sedimentos				
P4 - ME	0,017	Não houve registro de sedimentos				

Em que: C – Centro do Canal; MD – Margem Direita; ME – Margem Esquerda; PMD Próximo a Margem Direita; PME – Próximo a Margem Esquerda.

Figura 8. Lago da UHE Colíder no período de julho 2018



O P1 a montante apresentou 1 (um) bloco, o período de cheia contribui com a presença desse grão 256 – 64 mm próximo a margem esquerda e 90,56% de areia fina na margem direita na velocidade de 0,31 m/s.

A grande quantidade dos sedimentos de fundo, são oriundos da erosão corrosiva, do hidrotransporte ou movimentos das partículas em função do rompimento da própria dinâmica do rio Teles Pires. O bloco encontrado é um arenito de coloração vermelha com grãos de quartzo, classificado no grupo das rochas sedimentares da Formação Dardanelos. Ao ser coletado, o impacto da draga fez com que a amostra se quebrasse. A rocha passou pelo processo de oxidação (Figura 9).

Figura 9. Rocha sedimentar arenítica coletada no fundo do canal. Em que (A) Rocha Fragmentada com ataque dos organismos; (B) Grãos de Quartzo



Conforme citado por diversos autores Christofolletti (1980); Leinz e Amaral (2001), Suguio (2003), Souza (2004) e Stevaux e Latrubesse (2017) o tamanho das partículas transportadas determinam a competência de um rio temporalmente. Assim, os grãos maiores são carreados durante o período de cheias. Ao mesmo tempo a presença de detritos maiores protege o fundo do rio contra o trabalho erosivo.

Buffington (2012) afirma que as condições do fluxo, distribuições e o transporte de sedimentos condicionam o fornecimento do sedimento ao longo dos anos. Stevaux e Latrubesse (2017) ainda reforçam que com esse processo de transporte, determinados grãos podem permanecer em um local por alguns anos em escala geológica. Assim, a análise de seixos e blocos registrados nos rios fornecem dados paleohidrológicos importantes.

Pela afirmação dos autores no P2 registrou no centro do canal um bloco de microgranito que compreende ao Complexo do Xingu, sendo a unidade mais antiga na litoestratigrafia. O bloco metamorfizado apresentou pequenas fissuras que correspondem ao impacto da partícula hidrotransportada, bem como a reação química em contato com a rocha. Gonçalves (2013) ainda complementa que os materiais depositados nos leitos fluviais

compõem verdadeiros acervos de informações das reações químicas, física e biológica, devido ao processo de acumulação ao longo das condições espaciais e temporais da própria dinâmica dos rios.

A quantidade e a dimensão dos grãos reforçam as discussões de Christofolletti (1981) e Pomerol et al. (2013) sobre a competência de um rio está relacionada ao tamanho da partícula hidrotransportada. E no rio Teles Pires, ocorre o aporte de sedimentos no fundo do canal com grãos de várias dimensões.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo hidrossedimentológico realizado permitiu verificar e quantificar o tipo de sedimentos transportados no médio curso do rio Teles Pires entre os municípios de Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte. Os pontos monitorados a montante da UHE Colíder registrou sedimentos finos e grossos em várias profundidades.

O canal fluvial do rio Teles Pires transporta energia pela água precipitada e escoada das vertentes, bem como hidrotransporta os sedimentos intemperizados do fundo do canal (autóctones) ambiente aquático, das margens erodidas e os sedimentos transportados pelo efeito do escoamento (alóctones) do ecossistema terrestre.

A tendência da área monitorada é a deposição dos sedimentos grossos a montante da UHE Colíder. O fator justifica-se devido a área não apresentar velocidade, assim os seixos permaneceram no ponto onde estavam sendo transportado quando houve a mudança do ambiente lótico (água corrente) para lântico (água parada). Com a mudança da velocidade, os materiais finos estão iniciando o processo de deposição a montante.

Na área alagada muitos afluentes foram assoreados e colmatados. Com a supressão da vegetação e das feições morfológicas ilhas e barras, tanto a fauna terrestre quanto a aquática sofreram com essas alterações, uma vez que a maioria das ilhas fluviais não foram retiradas. O aumento do nível fluviométrico contribuiu para a decomposição dessas espécies. Assim, as pesquisas de monitoramento são inéditas, e contribuirão com novos estudos sobre a hidrossedimentologia da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAN, J. D.; CASTILLO, M. M. **Stream Ecology**: Structure and function of running Waters. 2ª Edição. Springer, 2007.

ANDRADE, L. N. P. da S. **Efeitos da implantação da UHE Colíder na dinâmica fluvial e na qualidade da água do curso médio do rio Teles Pires (Mato Grosso)**. 2019. 262 fls.

Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/12231/TESE%20LEILAfinal.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. Acesso em: 01 de julho de 2021.

ANDRADE, L. N. P. da S.; SANTINO, M. B. da C.; SOUZA, C. A.; SANTOS, M.; PADILHA, R. M. Implicações nas variáveis hidrodinâmicas com a construção da usina hidrelétrica Colider, Mato Grosso. **Ciência Geográfica**. Bauru, XXIV. Vol. XXIV (3) janeiro/dezembro 2020. Disponível em: https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIV_3/agb_xxiv_3_web/agb_xxiv_3-13.pdf. Acesso em: 01 de julho de 2021.

ARAÚJO, N. Usina Hidrelétrica no Rio Teles Pires. **Gazeta Digital**. 12 de fevereiro, 2019.

BALASUBRAMANIAN, A. Fluvial processes and landforms. **Technical Report**. August, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/309630899_FLUVIAL_PROCESSES_AND_LANDFORMS/download. Acesso em: 31 de janeiro de 2019.

BETTES, R. Sediment transport and alluvial resistance in rivers. **Joint Defra**. Environment Agency Flood and Coastal Erosion Risk Management R&D Programme, 2008. Disponível em: https://www.therrc.co.uk/MOT/References/EA_DEFRA_Sediment_transport_and_alluvial_resistance_in_rivers.pdf. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

BRITO, R. N. R.; ASP, N. E.; BEASLEY, C. R.; SANTOS, H. S. S. dos. Características Sedimentares Fluviais Associadas ao Grau de Preservação da Mata Ciliar - Rio Urumajó, Nordeste Paraense. **Acta Amazônica**. vol. 39 n. (1) 2009, p.173 – 180.

BUFFINGTON, J. M. Changes in Channel Morphology Over Human Time Scales. In: CHURCH, M.; BIRON, P. M.; ROY, A. **Gravel-bed Rivers: Processes, Tools, Environments**. First Edition. Edited John Wiley & Sons Ltd. Published 2012, Chapter, 32.

BÜHLER, B. F.; SOUZA, C. A. Aspectos sedimentares do rio Paraguai no perímetro urbano de Cáceres – MT. **Revista Geociências**. São Paulo, UNESP, v. 31, n.3, 2012, p. 339-349.

CABRAL, J. B. P. Estudo do processo de assoreamento em reservatórios. **Caminhos de Geografia**. 6(14), Fev/2005, p. 62-69. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15371>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2019.

CABRAL, J. B. P.; FERNANDES, L. A.; SCOPEL, I.; BECEGATO, V. A.; FIORI, A. P. Avaliação do estado de assoreamento do reservatório de cachoeira Dourada (GO/MG). **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, 21(1): 97-119, ABR. 2009. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadenatureza/article/view/9705>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

CARVALHO, N. de O. **Hidrossedimentologia prática**. CPRM – Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais, Rio de Janeiro, 1994.

CARVALHO, N. de O.; FILIZOLA JÚNIOR, N. P.; SANTOS, P. M. C. dos.; LIMA, J. E. F. W. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**. Brasília: ANEEL. 2000. 140 p. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/Guia_ava_port.pdf. Acesso em: 05 de fevereiro de 2019.

CARR, G. M.; NEARY, J. P. **Water Quality for Ecosystem and Human Health**. 2ª ed. PNUMA. 2008. Disponível em: <http://www.gemswater.org/>. Acesso em: 23 de junho de 2017

CIMA, E. F.; ANDRADE, L. N. P. da S.; SOUZA, C. A.; SANTOS, M. dos.; LEANDRO, G. R. dos. S. Frequência granulométrica e deposição de sedimentos em ambientes do corredor fluvial do rio Paraguai, pantanal superior, Mato Grosso. **Cadernos de Geociências**, v. 11, n. 1-2, 2014.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. Selection of water quality variables. In: CHAPMAN, D. (ed.). **Water quality assessments - a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. Second Edition, Cambridge, 1996, cap. 5, p. 182-245.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Blücher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial: o canal fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

COELHO, A. L. N. Geomorfologia fluvial de rios impactados por barragens. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia v. 9, n. 26 Jun/2008, p. 16 – 32. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15721>. Acesso em: 15 de outubro de 2018.

COPEL. Companhia Paranaense de Energia. **Jornal da Usina Hidrelétrica de Colíder**. Curitiba- PR: Ano 03, nº14, Julho de 2014.

CONAMA. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf. Acesso em: 08 de janeiro de 2019.

CUNHA, S. B. da. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 12ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013, cap. 5, p. 211-252.

DRAFT. **Fluvial Sediment Transport**. 2009. Disponível em: https://www.tceq.texas.gov/assets/public/permitting/watersupply/water_rights/eflows/02042009sedtransporthandout.pdf. Acesso em: 16 de janeiro de 2019.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solos**. 2ª edição Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997.

GIANNINI, P. C. F.; MELO, M. S. Do grão à rocha sedimentar: erosão, deposição e diagênese. In: TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M.C. M. de; TAIOLI, F. (org.). **Decifrando a Terra**. 2ª ed. São Paulo: Nacional. 2009, p. 240 - 277.

GONÇALVES, G. R. Influência do sedimento em ecossistemas aquáticos. In: POLETO, C.; MERTEN, G. H. (orgs.). **Qualidade dos sedimentos**. 2ª edição (revisado e ampliado). Porto Alegre: ABRH, 2013, cap.8, p. 237-255.

HEEDE, B. H. **Stream Dynamics: An Overview for Land Managers**. USDA Forest Service General Technical Report RM-72, 1980.

KUERTEN, S.; SANTOS, M. L. dos.; SILVA, A. Variação das características hidrosedimentares e geomorfologia do leito do rio Ivaí – PR, em seu curso inferior. **Geociências**. São Paulo. v. 28, n. 2, 2009, p. 143-151. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/7104>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

LEANDRO, Gustavo Roberto dos Santos; SOUZA, Celia Alves de; CHAVES, Istéria Jovem de Freitas. Aspectos sedimentares na baía Negra, corredor fluvial do rio Paraguai, Pantanal de Cáceres (MT). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 43, 2012, p. 204-216.

LEANDRO, Gustavo Roberto dos Santos; SOUZA, Célia Alves; NASCIMENTO, Flávio Rodrigues. Processo de deposição fluvial na Baía Comprida, rio Paraguai, município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. **Revista. Ra’e Ga**. Curitiba, v.31, 2014, p. 296-316.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E do. **Geologia Geral**. 14ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2001.

LEOPOLD, L. B.; MADDOCK, JUNIOR, T. The Hydraulic Geometry of Stream Channels and Some Physiographic Implications. **Geological survey professional**. United States Government Printing Office, Washington, paper 252, 1953. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/pp/0252/report.pdf>. Acesso em: 19 de janeiro de 2019.

MACHADO, P. J. de O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à Hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MCLAREN, P.; BOWLES, D. The effects of sediment transport on grain size distributions. **Journal of Sedimentary Petrology**. Vol. 55, No. 4, Jur-v, 1985, p. 457-470

MENDES, A. B. Análise sinérgica da vida útil de empreendimentos hidrelétricos em cascata: o caso do rio Araguaia. In: POLETO, C. (org.). **Sedimentologia fluvial: estudos e técnicas**. 2ª edição. Porto Alegre: ABRH, 2018, cap. 4 p. 115-152.

MIRANDA, R. B. de. **A influência do assoreamento na geração de energia hidrelétrica: estudo de caso na usina hidrelétrica de Três Irmãos – SP**. 2011, 132 fls. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

MIRANDA, R. B.; ESTIGONI, M. V.; MAUD, F. F. A influência do assoreamento nos reservatórios de centrais hidrelétricas. In: POLETO, C. (org.). **Sedimentologia fluvial: estudos e técnicas**. 2ª edição. Porto Alegre: ABRH, 2018, cap.5, p. 157-190.

MONTGOMERY, D. R.; BOLTON, ANDS. M. Hydrogeomorphic Variability and River Restoration. **American Fisheries Society**. 2003, p. 39-80. Disponível em:

http://gis.ess.washington.edu/grg/publications/pdfs/Mont_Bolton.pdf. Acesso em: 26 de janeiro de 2019.

MORTANTE DE PEIXES. **Folhamax**. 11 de fevereiro de 2019.

NORTÃO ONLINE. **Perigo**: Copel alerta sobre riscos da pesca e navegação no canal da Usina Colíder. Disponível em: <http://www.nortaoonline.com/mobile/noticias/Colíder/8789/>. Acesso em: 4 de julho de 2019.

OLIVEIRA, E. de. Geometria Hidráulica: Algumas Considerações Teóricas e Práticas. **Sociedade e Território**. Natal, v. 24, nº 1, p. 166 - 184, jan./jun. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/3470>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

PINTO, A. A. S. **Estabilização de margens fluviais. Uma abordagem multifuncional**. 2017. 410 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade do Porto. Porto, 2017.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 1974.

PETTS, G. E. Complex response of river channel morphology subsequent to reservoir construction. **Progress in Physical Geography**. 3(3), September, 1979, P. 329-362. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/249822672_Complex_Response_of_River_Channel_Morphology_to_Reservoir_Construction. Acesso em: 31 de janeiro de 2019.

POLETO, C.; CASTILHOS, Z. C. Impacto por poluição difusa de sedimentos em bacias urbanas. In: POLETO, C. (org.). **Ambiente e sedimentos**. Porto Alegre: ABRH, 2008, cap. 6, p. 193-228.

POMEROL, C.; LAGABRIELLE, I.; RENARD, M.; GUILLOT, S. **Princípios de Geologia: técnicas, modelos e teorias**. 14ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

RIBEIRO FILHO, R. A.; PETRERE JUNIOR, M.; BENASSI, S. F.; PEREIRA, J. M. A. Itaipu Reservoir limnology: eutrophication degree and the horizontal distribution of its limnological variables. **Braz. J. Biol.**, 2011, vol. 71, no. 4, p. 889-902. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842011000500010>. Acesso em: 06 de agosto de 2019.

RICCOMINI, C.; ALMEIDA, R. P. de.; GIANNINI, P. C .F.; MANCINI, F. Processos fluviais e lacustres e seus registros. In: TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M. de.; TAIOLI, F. (org.). **Decifrando a Terra**. 2ª ed. São Paulo: Nacional, 2009, p. 306-333.

ROCHA, P. C. Geometria hidráulica e transporte de sedimentos em canais do sistema fluvial do alto rio Paraná, centro-sul do Brasil. **Geosul**. Florianópolis, v. 31, n. 61, jan./jun. 2016, p 249-269. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/21775230.2016v31n61p249/31917>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

ROCHA, D. M. M.; ANDRADE, L. N. P da S.; ANDRADE, B. C.; SOUZA, C. A.; GONZALEZ, A. Z. D. Dinâmica fluvial do rio Boa Esperança no município de Terra Nova

do Norte/Mato Grosso. **Caminhos de Geografia**. 2018. V. 19, n. 68. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG196812>. Acesso em: 01 de julho de 2021.

SANTOS, E. S. dos.; CUNHA, A. C. da. Análise de cenários hidrossedimentométricos para estimar taxas de assoreamento e vida útil do reservatório da UHE Cachoeira Caldeirão no Rio Araguari/AP-Brasil. **Biota Amazônia**. Macapá, v. 5, n. 3, 2015, p. 88-97. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/1723>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

SILVA, L. N. P. da. **Bacia hidrográfica do Córrego das Pitãs-MT: dinâmica fluvial e o processo de Ocupação, como proposta de gestão dos recursos hídricos**. 2009. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2009. Disponível em: <http://www.unemat.br/prppg/ppgca/teses/2009/17.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2017

SILVA, A.; SOUZA FILHO, E. E.; NEVES, S. M. A.S. Erosão marginal e sedimentação no rio Paraguai no município de Cáceres (MT). **Revista Brasileira de Geociências**. 41(1): 76-84, março de 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bjgeo/v41n1/2317-4692-bjgeo-41-01-76.pdf>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

SOUZA FILHO, E. E. de. **Aspecto da geologia e estratigrafia dos depósitos sedimentares do rio Paraná entre Porto Primavera (MS) e Guaira (PR)**. 1993, 235 fls. Tese (Doutorado Geologia Sedimentar). Universidade de São Paulo. Instituto Geociências. São Paulo, 1993.

SOUZA, C. A. **Dinâmica do corredor fluvial do Rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã-MT**. 2004. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.

SOUZA, C. A.; VENDRAMINI, W. J.; SOUZA, M. A. Assoreamento na baía do Sadao no rio Paraguai – Cáceres (MT). **Cadernos de Geociências**, Salvador, v. 9, n. 2, p. 85-93, 2012. Disponível em: <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/view/6016>. Acesso em: 14 de julho de 2021.

STEVAUX, J. C. **O rio Paraná: geomorfogênese, sedimentação e evolução quaternária de seu curso superior (região de Porto Rico, PR)**. 1993, 261 fls. Tese (Doutorado Geologia Sedimentar). Universidade de São Paulo. Instituto Geociências. São Paulo, 1993.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de textos, 2017, p.59-81.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgar Blücher, USP, 1973.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

SUSPENSÃO EM USINAS HIDRELÉTRICAS. **Olhar Direto**. 11 de fevereiro, 2019.

UBEID, K. F. Quaternary alluvial deposits of Wadi Gaza in the middle of the Gaza Strip (Palestine): Facies, granulometric characteristics, and their paleoflow direction. **Journal of African Earth Sciences**. 118 (2016) 274- 283. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2016.03.012>. Acesso em: 28 de setembro de 2016.

WOOD, P. J.; ARMITAGE, P. D. Biological Effects of Fine Sediment in the Lotic Environment. **Environmental Management**. Vol. 21, No. 2, p. 203–217. 1997. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/14200730_Biological_Effects_of_Fine_Sediment_in_the_Lotic_Environment/download. Acesso em: 01 de fevereiro de 2019.

Agradecimentos

Agradecemos ao projeto “Bacia hidrográfica do rio Teles Pires: dinâmica fluvial e empreendimentos hidroelétricos entre os municípios de Nova Canaã do Norte e Itaúba, Mato Grosso”, financiado pelo Edital Universal 005/2015, processo nº 224752/2015 da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso - FAPEMAT, pelo apoio financeiro que possibilitou os trabalhos de campo e a sistematização dos dados tratados neste artigo e pelas bolsas de Iniciação Científica. Também à Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) e Universidade Federal de São Carlos pelo apoio financeiro e logístico.