
IMPLICAÇÕES NAS VARIÁVEIS HIDRODINÂMICAS COM A CONSTRUÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA COLIDER, MATO GROSSO

IMPLICATIONS FOR HYDRODYNAMIC VARIABLES WITH THE CONSTRUCTION OF THE COLIDER HYDROELECTRIC PLANT, MATO GROSSO

IMPLICACIONES PARA LAS VARIABLES HIDRODINÁMICAS CON LA CONSTRUCCIÓN DEL COLIDOR HIDROELÉCTRICO DE CENTRAL, MATO GROSSO

Leila Nalis Paiva da Silva Andrade¹
Marcela Bianchessi da Cunha Santino²
Celia Alves de Souza³
Marcos dos Santos⁴
Rinaldo Marques Padilha⁵

RESUMO: O estudo teve como objetivo quantificar as variáveis hidrodinâmicas para cálculos de vazão e averiguar os efeitos hidrogeomorfológicos decorrente da instalação da UHE Colíder no médio curso do rio Teles Pires no estado de Mato Grosso. Foram quantificados em campo com auxílio de flutuadores, cronômetro e trena a velocidade do canal; utilizou-se ecobatímetro para verificar a profundidade e o programa Google Earth Pró para mensurar a largura do canal. Verificou-se em dois anos que a profundidade variou de 0,50 a 24 m, a velocidade de 1,42 em 2016 passa a ser nula em 2017, conseqüentemente a vazão é zero na área do reservatório. Nesse sentido, houve mudanças significativas, em muitos casos irreversíveis na hidrodinâmica, durante a instalação, construção e o funcionamento da usina.

Palavras-chave: Usina Hidrelétrica. Vazão. Mudança na calha.

ABSTRACT: The present study aimed to quantify the hydrodynamic variables for flow calculations and to investigate the hydrogeomorphological effects resulting from the installation

1 Doutora em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos. Professora Adjunta do Curso de Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Cáceres. Pesquisadora do Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial “Sandra Baptista da Cunha” – UNEMAT. E-mail: leilaandrade@unemat.br.

2 Professora Associada do DHb da Universidade Federal de São Carlos. Professora e Orientadora do Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais/UFSCar, Campus de São Carlos. E-mail: cunha_santino@ufscar.br.

3 Professora no curso de Geografia e nos Programas de Pós Graduação em Geografia e Ciências Ambientais na Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. E-mail: celialvesgeo@globo.com.

4 Doutorando - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais/UNEMAT. Professor Assistente do Curso de Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Sinop. E-mail: mdsantos@unemat.br.

5 Doutorando em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso. Professor da Educação Básica do Estado de Mato Grosso. E-mail: rinaldomarques@hotmail.com.

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso, Universidade do Estado de Mato Grosso e Universidade Federal de São Carlos pelo apoio financeiro e logístico.

Artigo recebido em março de 2020 e aceito para publicação em setembro de 2020.

of the Colíder Hydroelectric Plant in the middle course of the Teles Pires River in the state of Mato Grosso. The channel's flow velocity was quantified in the field with the aid of floats, chronometer and measuring device; an echo sounder was employed to determine the depth and Google Earth Pro was used to measure the channel's width. In two years, it was found that the depth ranged from 0.50 to 24 m, the speed of 1.42 in 2016 became zero in 2017, and, consequently the flow was zero in the reservoir area. In this sense, significant changes have occurred, often irreversible in hydrodynamics, during the installation, construction and operation of the plant.

Keywords: Hydroelectric power plant. Flow rate. Change in the river trough.

RESUMEN: El estudio tuvo como objetivo cuantificar las variables hidrodinámicas para el cálculo de caudales y conocer los efectos hidrogeomorfológicos resultantes de la instalación de la UHE Colíder en el curso medio del río Teles Pires en el estado de Mato Grosso. Fueron cuantificados en campo con la ayuda de flotadores, cronómetro y midiendo la velocidad del canal; Se utilizó una ecosonda para comprobar la profundidad y el programa Google Earth Pro para medir el ancho del canal. En dos años se encontró que la profundidad varió de 0.50 a 24 m, la velocidad de 1.42 en 2016 se vuelve cero en 2017, en consecuencia el caudal es cero en el área del embalse. En este sentido, se produjeron cambios significativos, en muchos casos irreversibles en hidrodinámica, durante la instalación, construcción y operación de la planta.

Palabras clave: Central Hidroeléctrica. Tasa de flujo. Cambio en el través del.

INTRODUÇÃO

Os sistemas fluviais formam unidades indissociáveis e interdependentes com as respectivas bacias hidrográficas. São fontes importantes tanto para a biodiversidade do planeta como para a sociedade. Para uma gestão adequada dos recursos hídricos superficiais é necessário um conhecimento de forma integrada para entender o seu funcionamento (ANDRADE, 2019).

As pesquisas voltadas para as variáveis hidrodinâmicas, é essencial para compreender o funcionamento e comportamento hidrológico de uma rede de drenagem. Conhecer as discussões abarcadas em relação ao débito de um sistema fluvial é importante, pois contribui na prevenção de secas e enchentes, principalmente nas redes urbanas.

A análise do débito é importante para entender o processo dos recursos hídricos. Assim, a descarga pode ser estudada conforme a sua distribuição temporal como: diárias, mensais, anuais e conforme um período chuvoso (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017).

As alterações ocasionadas no sistema hidrológicos devido as atividades humanas direta ou indiretamente estão interferindo no processo do ciclo hidrológico. Um dos exemplos que ocasionam mudanças de ordem fisiográfica são os represamentos dos rios para proteção contra cheias, produção de energia elétrica e outros. Essas práticas acarretam modificação na distribuição espacial ao longo do perfil longitudinal, transversal e temporal dos fluxos fluviais.

O desvio dos rios em grande escala, especialmente produção energética causam transformações nos ecossistemas. Essa ação antropogênica interfere no processo de evaporação, infiltração e da biota das áreas fluviais (MEYBECK *et al.*, 1996; CHRISTOFOLETTI, 1999; RIBEIRO FILHO *et al.*, 2011).

Nesse sentido, no rio Teles Pires foram construídas hidrelétricas que comprometem o sistema aquático e terrestre, interferindo principalmente na ordem física e qualidade da água. Assim, quantificou-se no período de dois anos as variáveis hidrodinâmicas no médio curso do rio Teles Pires e averigou-se os efeitos na calha com a instalação da UHE Colider.

METODOLOGIA

Área de Estudo

A área de estudo compreende 124 km de extensão no médio curso do rio Teles Pires entre os municípios de Itaúba, Colider e Nova Canaã do Norte no estado de Mato Grosso (Figura 1).

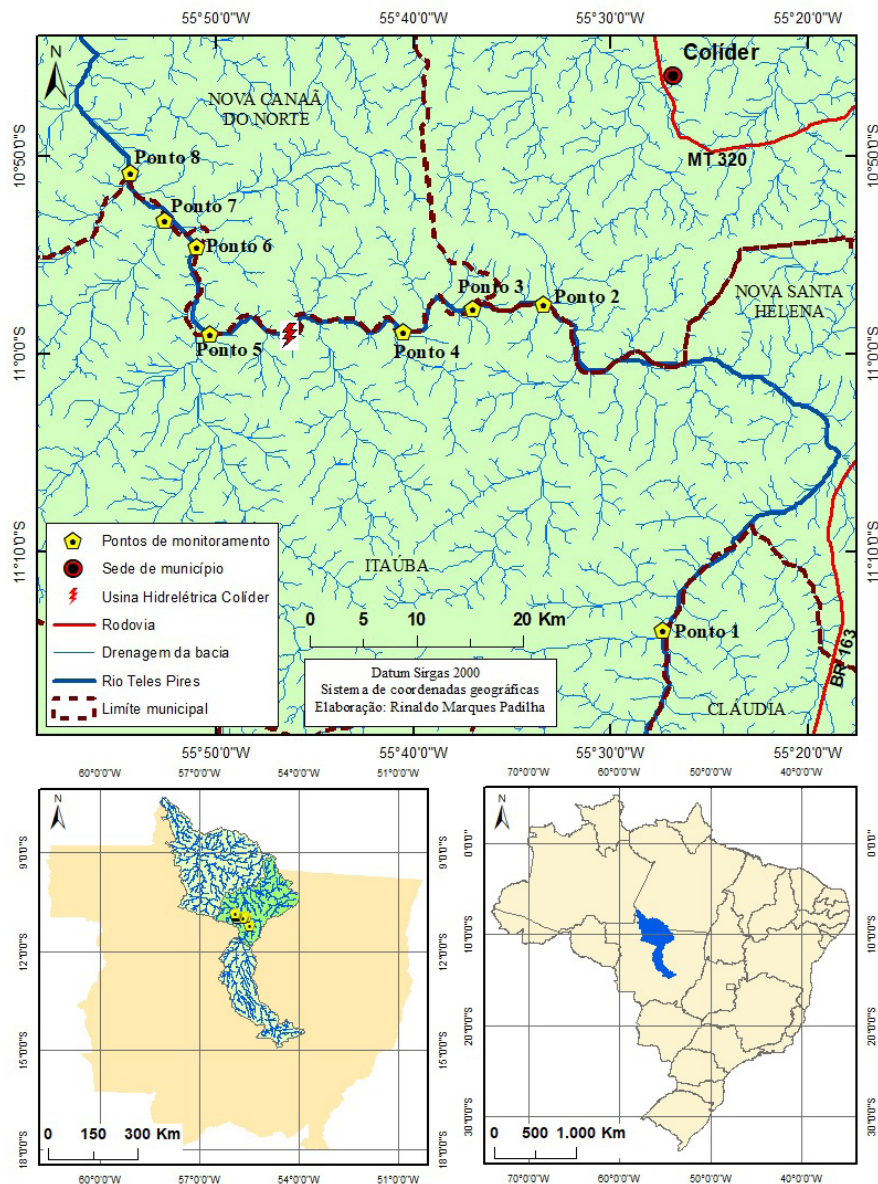


Figura 1. Localização da área de estudo.

Trabalho de Campo

No período de 2 (dois) anos foram quantificados a batimetria (largura, profundidade e velocidade) para o cálculo da área e vazão. O campo é uma das etapas essencial da pesquisa. O entendimento dos fatores preponderantes no sistema hidrossedimentológico com as combinações, observações e medições em campo contribui para compreender a distribuição espacial ao longo do tempo. A pesquisa de campo foi realizada em cinco etapas no período de estiagem e chuvoso: 2016 (julho) 2017 (janeiro e julho) e 2018 (janeiro e julho).

A primeira etapa foi realizada para o reconhecimento geral da área, definição dos segmentos, quantificação das variáveis hidrodinâmicas. De acordo com Bettés (2008) o reconhecimento do local é importante, pois permitiu o pesquisador conhecer o ambiente de estudo e os fatores condicionantes que interferem no sistema fluvial. A segunda e as demais etapas foram quantificação das variáveis hidrodinâmicas.

Monitoramento das variáveis hidrodinâmicas (Morfometria física do canal)

Nos 8 (oito) pontos monitorados no médio curso do rio Teles Pires foram realizadas a batimetria. E em cada ponto na seção transversal foram realizadas cinco medições ao longo do perfil, estabelecidas como: Margem Direita (MD), Próximo a Margem Direita (PMD), Margem Esquerda (ME), Próximo a Margem Esquerda (PME) e Centro (C). De acordo com Bettés (2008) devido a hidrodinâmica, é necessário várias medições no perfil transversal para determinar a vazão, quantidade e diâmetros da granulometria.

De acordo com Allan e Castillo (2007) o uso da seção transversal de um canal é para verificar a quantidade do fluxo, a função da interação entre descarga e sedimento, a erodibilidade de seu leito e margem, a presença de bancos de sedimentos, a influência da vegetação nos processos erosivos. A pesquisa transversal mapeia os fatores hidrodinâmicos (profundidade, largura e velocidade) em vários pontos na seção. Chapman e Kimstach (1996) ainda ressaltam a importância do monitoramento das variáveis hidrológicas, uma vez que condicionam o entendimento do comportamento e mudanças do sistema fluvial.

Para profundidade utilizou o ecobatímetro GPSmaps GARMIN 420s; referente à velocidade foram utilizados flutuadores e cronômetro na distância de 10 m, com série de 3 (três) repetições (GARCEZ; ALVAREZ, 1988; CUNHA, 2013; STEVAUX; LATRUBESSE, 2017) (Figura 2). Conforme Carvalho (2008) para se estabelecer uma média da velocidade da correnteza de forma coerente, é necessário realizar medições do fluxo em diferentes seções transversais no canal no período de cheia e estiagem e, em cada seção. Utilizou-se no trabalho a média aritmética, uma vez que não foram mensuradas a velocidade na posição vertical em várias profundidades e sim da superfície. Devido a profundidade e vazão do rio Teles Pires foi possível adotar o método de flutuadores, conforme discutido por Valente e Gomes (MACHADO; TORRES, 2012).

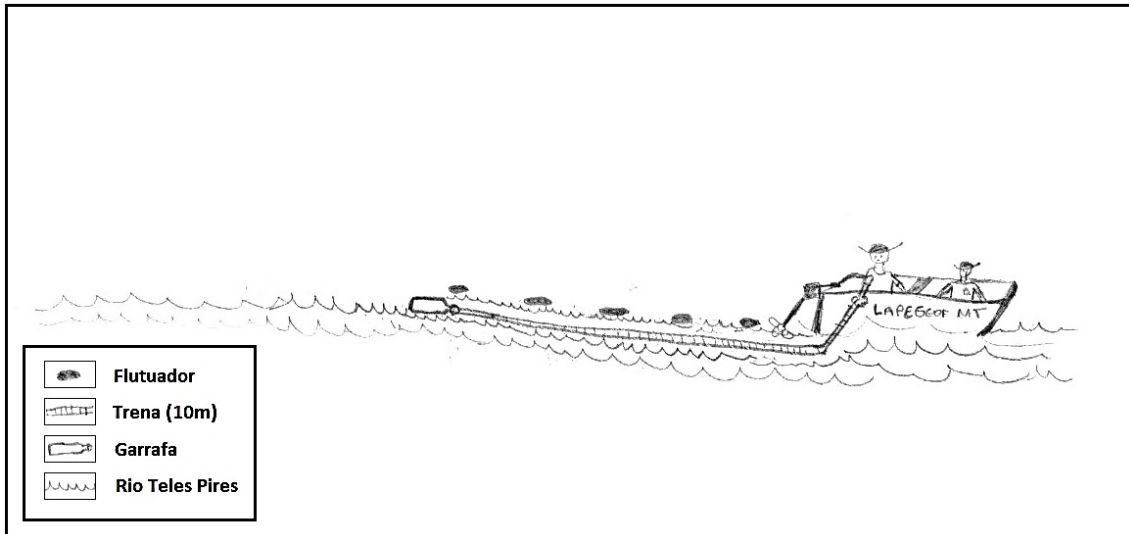


Figura 2. Método tradicional para verificar a velocidade da água

Para mensurar a largura foi utilizada a ferramenta do Google Earth, conforme a imagem do ano (julho 2016, 2017 e 2018 e janeiro de 2017 e 2018) correspondente ao campo e a seção monitorada.

Cálculo de Vazão

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

$$V = D/T \quad (\text{Equação 1})$$

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

Ressalta que utilizou-se da soma e divisão dos 5 (cinco) pontos da seção para obtenção da velocidade média.

Para calcular a área na seção transversal no nível da seção molhada foi adotada a Equação 2 (CUNHA, 1996):

$$A = L \times P \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: A = Área da seção; L = Largura do canal; P = Profundidade média

Para obter o cálculo da vazão foi utilizada a Equação 3 (CUNHA, 1996):

$$Q = V \times A \quad (\text{Equação 3})$$

Onde: Q = Vazão; V = Velocidade das águas; A = Área

Confecção dos croquis

Perfis Transversais

Os perfis transversais, foram representados a partir de croquis. Para tanto, os dados, batimétricos coletados em campo, foram sistematizados com auxílio do software Paint. Foram consideradas as cinco medições (ME) Margem Esquerda; (PME) Próximo a margem Esquerda; (C) Centro; (PMD) Próximo a Margem Direita e (MD) Margem Direita que serviram de base para a coleta dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Hidrodinâmica no médio curso do rio Teles Pires

No período de estiagem no mês de julho de 2016 a profundidade variou de 1,44 e 5,39 m entre os pontos monitorados (Tabela 1). Considerando o talvegue de todas as seções monitoradas foi registrado a menor na margem direita do P1 com 0,50 m na margem esquerda do P4 a maior profundidade de 10,1 m. Este resultado é alarmante por tratar de um rio com diversidade ecológica terrestre e aquática, importante para o norte do estado, sendo este considerado um dos afluentes da bacia hidrográfica do rio Amazonas.

Tabela 1. Dados de vazão nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de estiagem/ julho do ano de 2016.

Pontos	Variáveis Hidrodinâmicas no Período de Estiagem Julho/2016				
	Profundidade Média (m)	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s ⁻¹)
1 (montante)	3,44	0,92	583,79	2.008,23	943,86
2 (montante)	1,44	0,56	298,59	429,96	240,77
3 (montante)	3,42	0,81	238,88	816,96	580,04
4 (montante)	5,38	0,32	321,92	1.731,92	554,21
5 (jusante)	3,6	0,71	284,97	1.025,89	728,38
6 (jusante)	3,89	0,57	240,97	934,84	532,85
7 (jusante)	1,92	0,63	382,48	734,36	543,42
8 (jusante)	2,02	0,92	306,59	619,31	569,76

Ao comparar com os dados do Projeto Radambrasil (BRASIL, 1980) a profundidade justifica-se principalmente devido a morfologia, pois a área que corresponde o estudo é considerada como área depressiva oriunda dos processos erosivos, contribuindo com a variabilidade e a pouca profundidade do rio Teles Pires. A mudança do gradiente também influencia na profundidade do rio, ou seja, quanto maior a velocidade mais o rio torna-se raso, consequentemente a lâmina d'água corresponderá as irregularidades do leito, constituindo as corredeiras (LEINZ; AMARAL, 2001).

A velocidade média variou na seção transversal de 0,32 m/s próximo a usina e 0,92 m/s no primeiro e oitavo ponto, ambos distantes da UHE Colíder (Figura 3 e Tabela 1). Nas

margens a velocidade mudou de 0 até 1,66 m/s, com gradiente altimétrico de 0,27 cm km. Conforme a caracterização hídrica, o gradiente é heterogêneo devido a presença de corredeiras em alguns pontos. Esse fator pode ser explicado, principalmente, devido a litologia, a presença de variadas rochas no canal e quanto mais resistente o bloco rochoso maior a variabilidade altimétrica. De acordo com Leinz e Amaral (2001), Montgomery e Bolton (2003) com a heterogeneidade do gradiente a velocidade pode variar conforme a inclinação da camada e a diferença litológica provocam uma erosão mais intensa que logo ocorrerá o abaixamento do leito do rio nas rochas menos resistentes. A velocidade do fluxo (turbulento ou laminar) ainda determina os tipos de organismos e habitats (CARR; NEAYR, 2008).

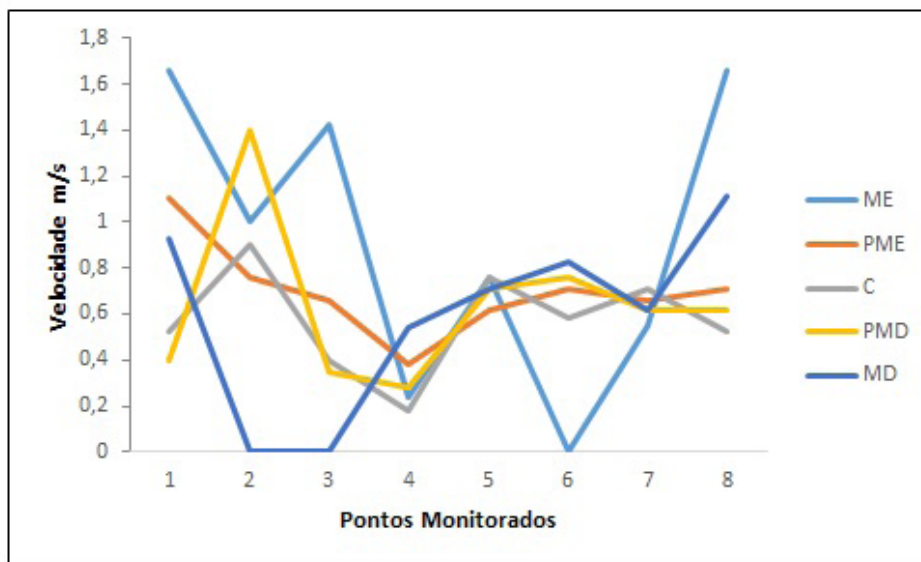


Figura 3. Velocidades registradas nos pontos monitorados no rio Teles Pires a montante e jusante da UHE Colíder período de julho de 2016.

De acordo Leopold e Maddock Júnior (1953), Chapman e Kimstach (1996), Montgomery e Bolton (2003), Silva, Schulz e Camargo (2007), Cunha (2013) e Stevaux e Latrubesse (2017), a velocidade do fluxo depende de alguns fatores intrínsecos como um todo, perfil longitudinal: declividade; pontual, perfil transversal: volume, forma, coeficiente de rugosidade do leito e viscosidade da água e a sazonalidade. Qualquer perturbação resultará em mudanças do fluxo. Desse modo, entende-se que a velocidade da água difere no próprio perfil transversal, o que ocorreu com os pontos monitorados, especialmente após as mudanças ocorridas na calha com a construção da usina.

Os resultados da largura mostraram a variação de 583,79 (P1) a 238,88 (P3) m. Sendo registrado a largura máxima e mínima a montante da UHE Colíder. Relativamente o ponto que registrou maior vazão foi P1 com $943,86 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$. Analisando os resultados considera que essa débito está intimamente ligado com o tamanho da área, atribuídos principalmente pela largura da seção.

No período de cheia no mês de janeiro de 2017 pode-se registrar 3,84 e 11,54 m de profundidade média (Tabela 2).

Tabela 2. Dados de vazão nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de cheia/janeiro do ano de 2017.

Pontos	Variáveis Hidrodinâmicas no Período de Cheia Janeiro/2017				
	Profundidade Média (m)	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s ⁻¹)
1 (montante)	3,84	0,81	598,64	2.298,77	1.862,00
2 (montante)	8	0,47	333,56	2.668,48	1.254,18
3 (montante)	11,54	0,38	316,99	3.658,06	1.390,06
4 (montante)	9,62	0,18	349,06	3.357,95	604,43
5 (jusante)	5,08	0,72	298,43	1.516,02	1.091,53
6 (jusante)	5,46	0,71	249,63	1.362,97	967,70
7 (jusante)	3,94	0,71	377,09	1.485,38	1.054,61
8 (jusante)	4,04	0,98	329,36	1.330,61	1.303,99

Avaliando os dados observou que em alguns pontos (2 a 4) devido ao barramento, diminuiu a velocidade. A velocidade média considerado foi 0,18 m/s (P4) e 0,98 m/s (P8). Enquanto a montante houve a perda, a jusante da UHE a velocidade foi considerada significativa para o movimento do fluxo, especialmente no P8 na margem direita com 1,11 m/s próxima a confluência com o rio Cavalto Morto (Tabela 2 e Figura 4).

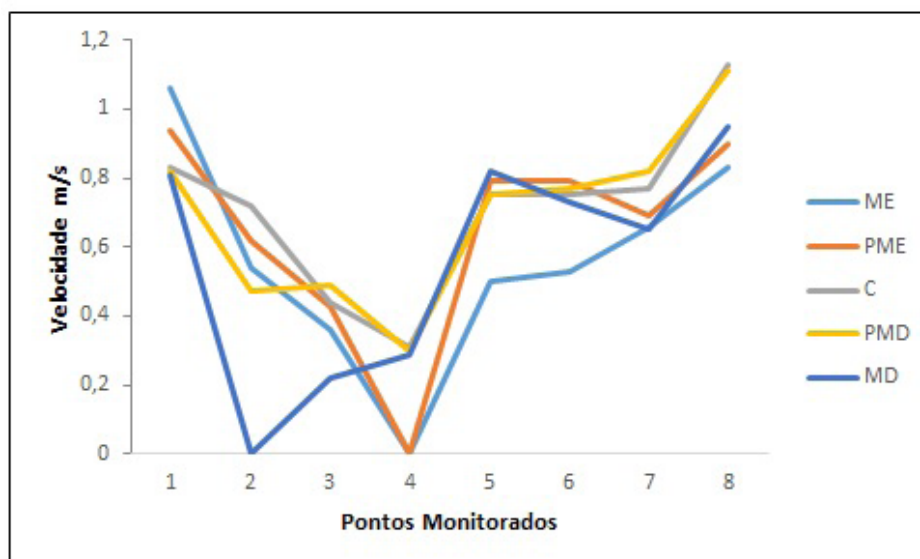


Figura 4. Velocidades registradas nos pontos monitorados no rio Teles Pires a montante e jusante da UHE Colíder período de janeiro de 2017

A configuração do ambiente e a distribuição da velocidade diferem no perfil longitudinal e transversal nas diferentes profundidades (superfície e fundo) e nas margens. Salienta-se que no perfil transversal, a maior velocidade é registrada verticalmente próxima a lâmina d'água e a menor nas paredes laterais e fundo. Outro fator importante a considerar, a velocidade altera a distribuição da carga detrítica e varia de acordo com a forma e a sinuosidade dos canais (CHISTOFOLETTI, 1999; TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Registrou em janeiro de 2017 a montante da UHE Colíder índices consideráveis de área e vazão. O aumento da área justifica-se principalmente com o aumento da profundidade média da seção, devido a construção e o processo de enchimento do lago. A jusante os resultados mostraram o aumento do débito, uma vez que o período monitorado corresponde ao de cheia. No entanto, se comparado a janeiro de 2016 a pluviosidade diminuiu 134,5 mm. O fator associa-se, principalmente, na falta de vegetação devido a retirada para construção da usina. Ramos *et al.* (2012) afirma que nas pesquisas realizadas com a construção de hidrelétrica, especialmente a usina Luiz Gonzaga no rio São Francisco acarretou mudanças na hidrodinâmica, sedimentologia e ocasionou desmatamento da mata nativa.

No período de estiagem no mês de julho do ano de 2017 registrou mudança considerável no ambiente fluvial. O ecossistema considerado lótico está transformando em lântico com o enchimento do lago da UHE Colíder. A profundidade registrada no ponto de alagamento variou entre 6,4 a 21,1 m, ponto este que há um ano registrava 0,90 m. De acordo com os dados disponibilizados pelo site da COPEL o enchimento do reservatório da UHE Colíder foi iniciado com a autorização da SEMA no dia 15 de agosto de 2017 e concluído em 05 de janeiro de 2018 (Tabela 3).

Tabela 3. Dados de vazão nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de estiagem/ julho do ano de 2017.

Pontos	Variáveis Hidrodinâmicas no Período de Estiagem Julho/2017				
	Profundidade Média (m)	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s ⁻¹)
1 (montante)	2	0,57	577,53	1.155,06	658,38
2 (montante)	13,72	0,35	311,89	4.266,92	1.493,42
3 (montante)	13,82	0,35	245,57	3.393,77	1.187,81
4 (montante)	15,82	0	329,97	5.220,12	---
5 (jusante)	5	0,48	288,35	1.441,75	692,04
6 (jusante)	3,9	0,43	224,88	877,03	377,12
7 (jusante)	2,76	0,55	357,68	987,19	542,95
8 (jusante)	2,04	0,73	302,73	617,56	450,81

Em relação a profundidade, a jusante aumentou se comparada com o mesmo período no ano de 2016. Essa variabilidade integra-se ao P5, sendo este o primeiro pós barragem, aumentando 1,4 m no volume de água. Os resultados associam-se a montante nos pontos 2 a 4 devido o enchimento do lago.

Nesse período de 2017, o P4 não registrou velocidade, consequentemente a vazão é zero, devido o represamento. Logo, os pontos de (2 e 3) e (5 a 8) a velocidade diminuiu, exceto o P1, pois não está localizado na área do lago. A maior velocidade do fluxo foi registrada P8 com média de 0,73 m/s (Figura 5).

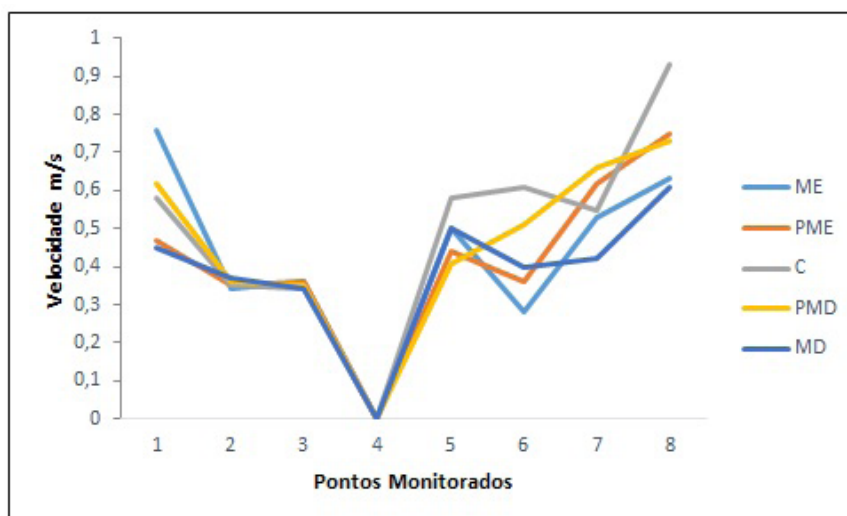


Figura 5. Velocidades registradas nos pontos monitorados no rio Teles Pires a montante e jusante da UHE Colíder período de julho de 2017.

Os dados desse período registram ainda que nos pontos 2 e 3 a montante a vazão está diminuindo, conforme o processo de alagamento. Em julho de 2017 nos pontos a jusante, o débito diminuiu se comparada ao período de estiagem de 2016, o fator está relacionado principalmente a velocidade da água (Tabela 3).

No período de cheia no mês de janeiro do ano de 2018 aumentou a profundidade nos pontos 1 a 3 a montante da UHE Colíder, no entanto, os pontos 2 e 3 não apresentaram a velocidade, consequentemente a vazão foi zero (Tabela 4). O reservatório da usina ocupa área de 182,8 km², abrangendo os municípios de Cláudia, Colíder, Itaúba e Nova Canaã do Norte (COPEL, 2018). De acordo com Williams e Wolman (1984), Pomerol *et al.* (2013) e Miranda, Estigoni e Maud (2018) a construção das barragens interfere diretamente na diminuição da vazão e da carga transportada. A área tornou-se um ambiente lântico, acarretando mudança na paisagem, bem como no ecossistema aquático e terrestre. Bettes (2008) afirma que diversas faunas exibem preferência por determinadas condições do fluxo, alterar a velocidade implica que ocorrerá mudanças nos habitats para diferentes espécies, portanto, influencia na abundância de espécies disponíveis, podendo assim ter impacto significativo na ecologia do canal.

Tabela 4. Dados de vazão nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de cheia/janeiro do ano de 2018.

Pontos	Variáveis Hidrodinâmicas no Período de Cheia Janeiro/2018				
	Profundidade Média (m)	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s ⁻¹)
1 (montante)	4,08	0,72	607,52	2.478,68	1.784,64
2 (montante)	20,24	0	345,18	6.986,44	---
3 (montante)	21,56	0	342,17	7.337,18	---
4 (montante)	23,08	0	372,94	8.607,45	---
5 (jusante)	5,62	0,84	305,92	1.719,27	1.375,41
6 (jusante)	6,8	0,89	256,70	1.745,56	1.466,27
7 (jusante)	4,7	0,85	386,96	1.818,71	1.545,90
8 (jusante)	4,94	0,93	338,89	1.674,11	1.556,92

Um fator importante que deve ser ressaltado, foi o aumento do volume de água em m^3/s na área da seção transversal nos pontos a jusante da UHE. Esse processo está relacionado principalmente, a precipitação, profundidade e velocidade da água (CHRISTOFOLETTI, 1981, SOUZA, 2004, CUNHA, 2013, STEVAUX; LATRUBESSE, 2017). Nesse interim, o que mais contribuiu foi o aumento de 63,1 (mm) de chuva na região, o que interferiu na profundidade e velocidade da água. A velocidade em janeiro variou de 0 a 0,93 m/s. Ao analisar os resultados do P1, exceto as áreas alagadas, a velocidade foi menor que janeiro de 2017, um dos motivos que podem estar influenciando a perda da velocidade do fluxo é a construção da usina UHE Sinop a montante aproximadamente 8 km do ponto monitorado (Tabela 4 e Figura 6).

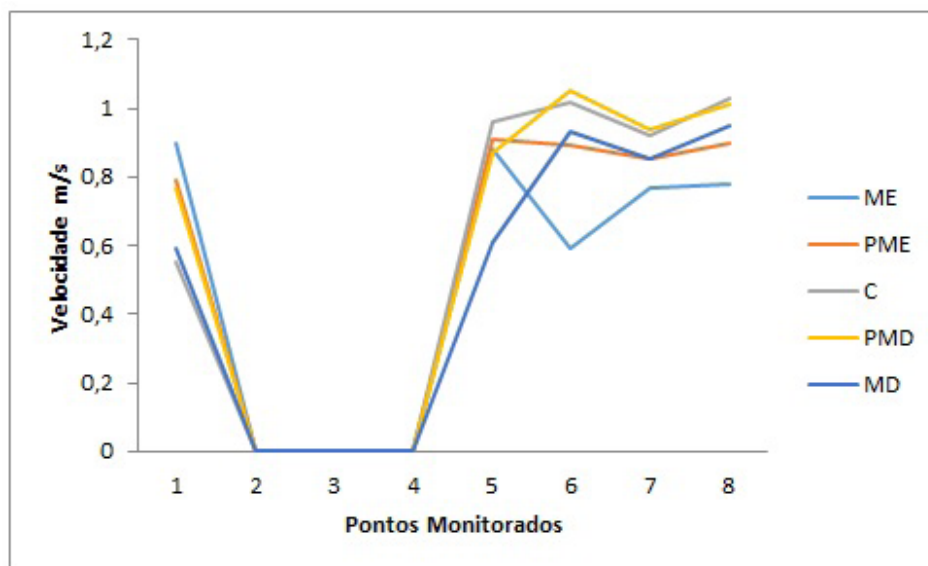


Figura 6. Velocidades registradas nos pontos monitorados no rio Teles Pires a montante e jusante da UHE Colider período de janeiro de 2018.

No monitoramento de julho de 2018, registrou profundidade média que variou entre 1,64 a 22,02 m nos pontos monitorados. Devido à baixa pluviosidade registrada, a jusante da UHE Colider apresentou índices menores (profundidade e velocidade) em relação ao mesmo período no ano de 2017, momento esse que o processo de enchimento estava iniciando e consequentemente diminuindo o volume de água m^3/s , reduzindo o volume do débito. Esses resultados confirmam as afirmações de Leopold e Maddock Júnior (1953) onde as variáveis hidrodinâmicas: profundidade, largura e velocidade interferem na vazão de um rio (Tabela 5 e Figura 7). Balasubramanian (2010) e Oliveira (2012) ainda reforçam que nos períodos que as chuvas são menos abundantes ocorre o escoamento de base (baixa energia do fluxo e dos processos de deposição).

Tabela 5. Dados de vazão nos municípios Itaúba, Colíder e Nova Canaã do Norte no período de estiagem/julho do ano de 2018.

Pontos	Variáveis Hidrodinâmicas no Período de Estiagem Julho/2018				
	Profundidade Média (m)	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s ⁻¹)
1 (montante)	3,3	0,42	590,83	1.949,73	818,88
2 (montante)	19,74	0	321,04	6.337,32	---
3 (montante)	20,86	0	328,52	6.852,92	---
4 (montante)	22,08	0	345,31	7.624,44	---
5 (jusante)	3,54	0,47	283,13	1.002,28	471,07
6 (jusante)	3,84	0,34	213,13	818,41	278,25
7 (jusante)	1,64	0,56	374,72	614,54	344,14
8 (jusante)	2,1	0,68	304,68	639,82	435,07

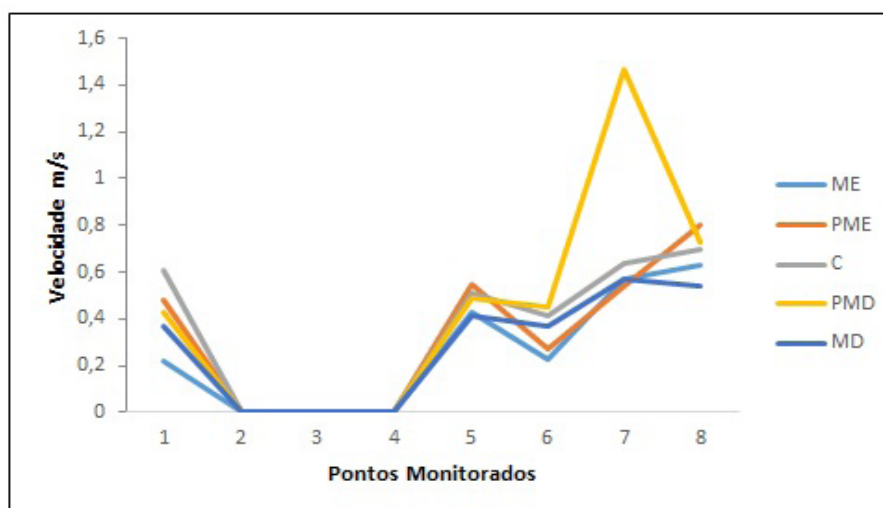


Figura 7. Velocidades registradas nos pontos monitorados no rio Teles Pires a montante e jusante da UHE Colíder período de julho de 2018.

Ao averiguar os resultados monitorados da batimetria (profundidade, velocidade e largura), verificou-se como a estrutura basal, a forma do canal, a geomorfologia e a precipitação contribuem no ambiente fluvial e apresentam a capacidade de transporte do rio Teles Pires no trecho estudado.

Constatou-se ainda, que houve mudanças significativas na estrutura física (seção transversal) com a construção da usina hidrelétrica de Colíder. A montante a profundidade, velocidade e largura transformaram-se a medida em que o ambiente tornou-se lântico. Bucci e Oliveira (2014) e Tundisi (2014) ressaltam que um dos principais problemas relacionados a construção de barragens é a alteração do fluxo do rio, transformando o ecossistema aquático de lótico em lântico e alterando as condições necessárias do funcionamento natural da rede de drenagem e do ecossistema aquático.

A profundidade no início do monitoramento variava em poucos metros. Em alguns pontos, não foi possível navegar. Com a construção da UHE Colíder os dados hidrológicos mostram a redução da velocidade do fluxo e a subida do nível da água.

Em julho de 2016 a profundidade média a montante registrou 5,38 a 1,44 m de profundidade e a jusante variou entre 1,92 a 3,89 m. Em 2017 no mês de julho a montante 15,82 a 5 m e jusante de 5 a 2,04 m de profundidade. No ano de 2018 no mesmo período nos pontos de 1 a 4 a profundidade apresentou 3,3 a 22,02 m e nos pontos de 5 a 8 registrou 1,64 a 3,82 m. Nos pontos a montante a profundidade aumentou devido o represamento, consequentemente a velocidade diminui, até o ponto nulo com o enchimento do lago. Vale evidenciar que o P1 está fora do limite do lago, sendo ponto divisor da UHE Colíder e UHE Sinop.

Como citado, antes do lago, alguns pontos monitorados apresentaram pequenas profundidades. Associando com os fatores geoambientais, o relevo denota que as condições da profundidade estão associadas a área ser depressiva, bem como a pluviosidade local no mês de julho. Nesse período o índice pluviométrico é baixo em relação aos demais meses, o que dificulta para reabastecimento dos lençóis freáticos e canais de escoamento. Nos anos monitorados verificou-se, que nos meses de julho a precipitação foi zero. Analisando as séries históricas no mesmo mês citado, e entre os anos de 1984 a 2015 a maioria dos dados da precipitação não registrou chuva no local. A maior pluviosidade registrada foi em 2007 com 41,3 (mm). Assim, Meybeck e Helmer (1996) pontuam que o fluxo do rio é altamente variável no tempo, em conformidade com a situação climática e o padrão de drenagem.

A jusante da usina a profundidade e o débito foi diminuindo de acordo com o processo de enchimento e estabilização do lago (Figura 8). Verificou-se que, em julho de 2017 a profundidade é maior em relação ao próximo ano e no mesmo período. Esse fator justifica-se, principalmente, com o represamento do lago, uma vez que em 2018 as chuvas foram mais abundantes nos meses de maio e junho com 1,2 e 31,2 mm, respectivamente.

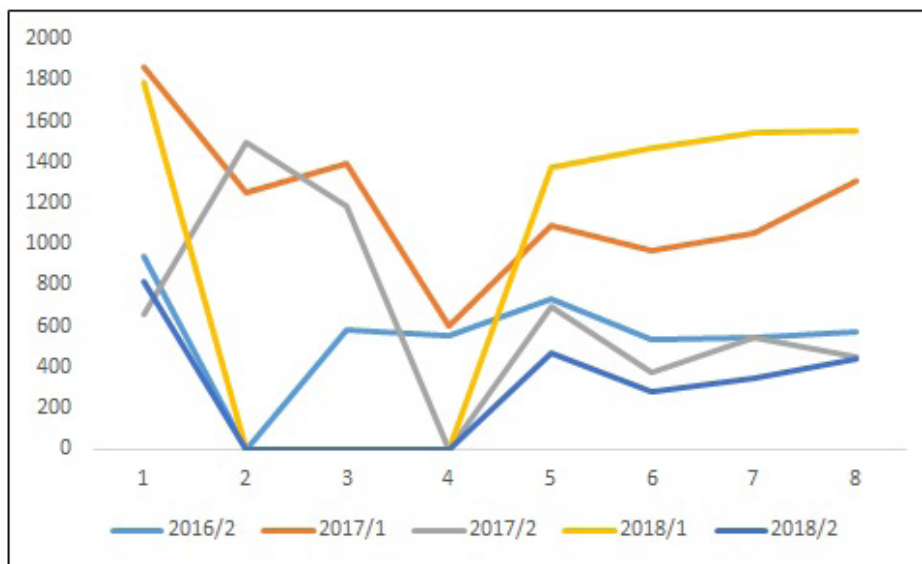


Figura 8. Demonstrativo da vazão m^3/s^{-1} nos anos monitorados no rio Teles Pires.

A quantidade de água liberada pelas barragens é de acordo com a sua finalidade. Williams e Wolman (1984) ressaltam que em determinadas barragens, a água é liberada apenas algumas vezes por ano. O fluxo liberado em barragens hidrelétricas pode ser descontínuo, o que pode variar durante o dia. Nesse caso, de acordo com a COPEL, na UHE Colíder a vazão diária que passa pelas turbinas é de aproximadamente 600 m^3 . No

entanto, por algum imprevisto, precisar interromper a geração de energia, as comportas do vertedouro são abertas para manter o débito do rio (NORTÃO ONLINE, 2019).

A companhia ainda explica que o reservatório da UHE Colider tem como finalidade direcionar a água do rio Teles Pires para turbinas e não tem a função de acumular volumes de água, reforçando que não há alteração no regime hidrológico (JGP, 2009). No entanto, mudanças a jusante da UHE Colider foram registradas com o funcionamento da usina.

Mudanças na calha com a instalação da UHE Colíder

No P2 em julho de 2016 apresenta um talvegue em formato de “U” no fundo do canal, com presença de argila, silte e predominância de areia. A profundidade variou entre 0,80 a 2,20 m com largura de 300 m (Figura 9).

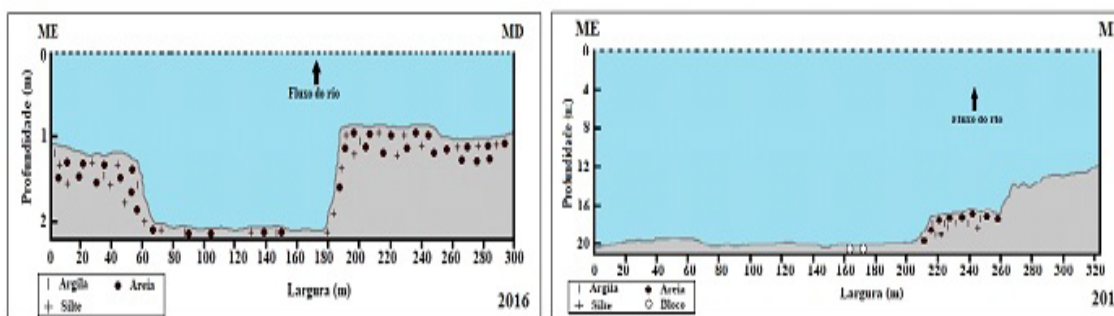


Figura 9. Representação do perfil transversal no P2 em julho de 2016 e 2018.

Em 2018, a morfologia apresentou talvegue mais uniforme. A profundidade mais considerada em relação a 2016 e com presença de blocos > que 2,00 mm. A presença dos blocos podem estar relacionados com a própria dinâmica do canal, movidos pela força de arranque ou transportado das áreas das vertentes, uma vez que o ambiente das margens encontram-se inundado (Figura 9). Nessa mudança de ambiente as margens do rio Teles Pires no P2 foram submersas, aumentando o nível da água em média 18,27 m. A margem direita em 2016 media 5,3 m e a esquerda 15 m, com profundidade média de 1,44 m.

No P3 na área do reservatório o talvegue é entalhado em formato de “U”. Essas morfologias no fundo do canal são provenientes da própria dinâmica do leito (quantidade de sedimentos transportados) (CUNHA, 2015). O fluxo da água associado com transporte de sedimentos grossos em contato com o fundo rochoso pelo impacto hidráulico em movimentos turbilhonar condicionam o aparecimento de marmitas (PENTEADO, 1974). Nesse caso, o canal está carreando sedimentos grossos com composição arenosa contribuindo com a formação de marmitas observadas em 2016 (Figura 10). No primeiro ano de monitoramento essa área registrou turbulência com presença de corredeiras.

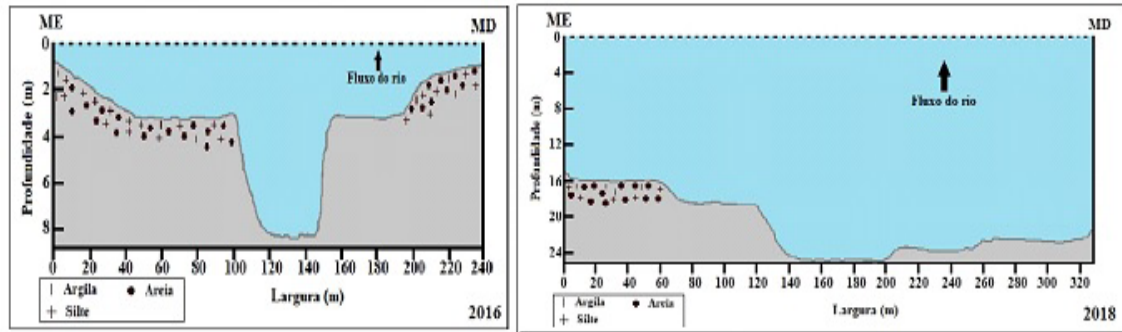


Figura 10. Representação do perfil transversal do P3 em julho de 2016 e 2018.

Em 2018 a profundidade aumentou consideravelmente. O talvegue, encontra-se ainda, centralizado com uniformidade para margem direita. Registrou a presença de sedimentos finos e grossos na margem esquerda, enquanto 2016 os grãos estavam distribuídos entre as margens. No P3 verificou-se que as margens direita (8 m) e esquerda (2,15 m) de altura foram submersas. E um ambiente lótico com profundidade média de 3,42 m passa em 2018 a registrar 20,86 m, tornando-se um ambiente lêntico (Figura 10).

Em 2016, o P4 apresentou o talvegue na margem esquerda e registrou maior concentração de sedimentos na margem direita e centro do canal. A profundidade do canal justifica-se conforme a morfologia, área depressiva resultante dos processos erosivos (Figura 11).

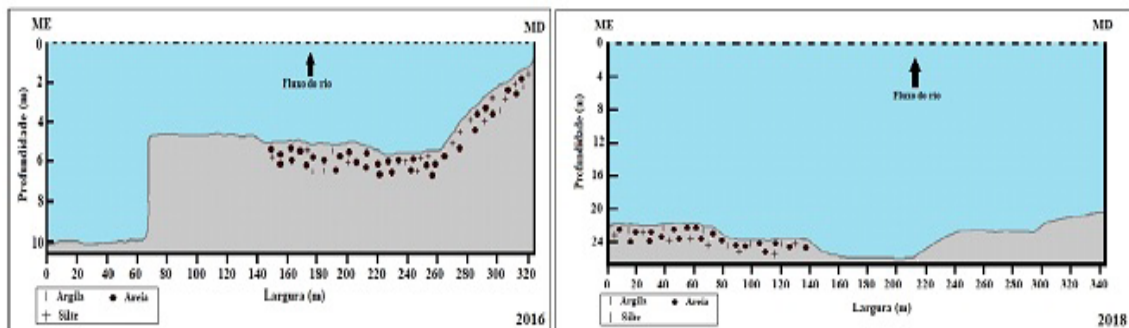


Figura 11. Representação do perfil transversal do P4 em julho de 2016 e 2018.

Em 2018, com enchimento do reservatório a morfologia da calha modificou, sendo que os sedimentos ficaram distribuídos na margem esquerda e a profundidade aumentou. Na mudança do ambiente lótico para lêntico pode-se registrar a submersão das margens. Enquanto na margem direita a altura do barranco foi de 2,53 m a esquerda registrou área de deposição de 0,80 m com vasta extensão desmatada (Figura 11). O fator justifica-se principalmente para área destinar-se-á ao reservatório da UHE Colider, visto que é o ponto mais próximo da usina. Assim sendo, verificou que nos últimos 2 (dois) anos o nível da água aumentou 16,64 m.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se averiguar a mudança na calha do rio Teles Pires no trecho estudado, especialmente na área destinada ao reservatório da usina com o alagamento e o aumento da profundidade nos dois anos de monitoramento. Em 2016, o canal apresentava com

talvegue mais encaixado, com corredeiras e pouca profundidade. Inversamente ao ano de 2018 a área transforma em ambiente lântico com o alagamento e aumento da profundidade.

A integridade do sistema fluvial indica que o fator caudal e morfologia do canal no processo hidrodinâmico foi alterado com a construção direta da UHE Colider. Os elementos ambientais (vegetação, precipitação e regime hídrico) considerados como processos foram afetados pela interferência humana com a instalação da usina.

REFERÊNCIAS

- ALLAN, J. D.; CASTILLO, M. M. **Stream ecology**: structure and function of running Waters. 2. ed. Springer, 2007.
- ANDRADE, L. N. P. da S. **Efeitos da implantação da UHE Colider na dinâmica fluvial e na qualidade da água do curso médio do rio Teles Pires (Mato Grosso)**. 2019. 262 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 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 jan. 2019.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL**: levantamento de recursos naturais: Folha SC.21 – Juruena, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1980. v. 20.
- 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 jan. 2019.
- BUCCI, M. H. S.; OLIVEIRA, L. F. C. de. Índices de qualidade da água e de Estado Trófico na represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). **Rev. Ambiente & Água**, Taubaté, v. 9, n. 1, p. 130-148, jan./mar. 2014. Doi: 10.4136/ambi-agua.1290. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v9n1/13.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2019.
- CARR, G. M.; NEARY, J. P. **Water Quality for Ecosystem and Human Health**. 2. ed. PNUMA, 2008. Disponível em: <http://www.gemswater.org/>. Acesso em: 23 jun. 2017.
- CARVALHO, T. M. de. Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. **RBGF**: Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, PE, v. 01, n. 01, p. 73-85, maio/ago. 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232608/26626>. Acesso em: 06 ago. 2019.
- 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. 2. ed. Cambridge, 1996. Cap. 5. p. 182-245.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**: o canal fluvial. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Blücher, 1999.
- COPEL. Hidrelétrica Colider. **Reservatório atinge cota máxima**. 2018. Disponível em: <https://www.copel.com/uhecolider/noticia.jsp?not=%2Fuhecolider%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2F3EE8FF06FCE77D988325820C0068F221>. Acesso em: 06 ago. 2019.
- CUNHA, S. B. da. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand

- Brasil, 2013. Cap. 5. p. 211-252.
- CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1996.
- CUNHA, S. B. da. Canais fluviais e a questão ambiental. *In*: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015. Cap.7. p. 219-239.
- GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Edgard Blücher, 1988.
- JGP. Consultoria e Participações Ltda. **Aproveitamento Hidrelétrico Colider – 300 MW**: Rio Teles Pires – MT: estudo de impacto ambiental – EIA. 2009. v. 1. Cap. 7.0. Disponível em: [http://www.copel.com/uheColider/sitearquivos2.nsf/arquivos/eiavol._ii/\\$FILE/EIA%20Colider%20-%20Volume%20II%20-%20janeiro%202009.pdf](http://www.copel.com/uheColider/sitearquivos2.nsf/arquivos/eiavol._ii/$FILE/EIA%20Colider%20-%20Volume%20II%20-%20janeiro%202009.pdf). Acesso em: 20 maio 2016.
- LEINZ, V.; AMARAL, S. E. do. **Geologia geral**. 14. 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 jan. 2019.
- PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1974.
- MACHADO, P. J. de O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- MEYBECK, M.; FRIEDRICH, G.; THOMAS R.; CHAPMAN, D. Rivers. *In*: CHAPMAN, D. (ed.). **Water quality assessments: a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. 2. ed. Cambridge, 1996. Cap. 6. p. 246-324.
- MEYBECK, M.; HELMER, R. An introduction to water quality. *In*: CHAPMAN, D. (ed.). **Water quality assessments: a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. 2. ed. Cambridge, 1996. Cap. 1. p. 19-39.
- 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**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2018. Cap.5. p. 157-19.
- 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 jan. 2019.
- NORTÃO ONLINE. **Perigo**: Copel alerta sobre riscos da pesca e navegação no canal da Usina Colider. Disponível em: <http://www.nortaoonline.com/mobile/noticias/Colider/8789/>. Acesso em: 04 jul. 2019.
- OLIVEIRA, E. de. Geometria hidráulica: algumas considerações teóricas e práticas. **Sociedade e Território**, Natal, v. 24, n. 1, p. 166-184, jan./jun. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufrr.br/sociedadeeterritorio/article/view/3470>. Acesso em: 15 jan. 2019.
- POMEROL, C.; LAGABRIELLE, I.; RENARD, M.; GUILLOT, S. **Princípios de geologia: técnicas, modelos e teorias**. 14. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- RAMOS, Y. S.; NASCIMENTO, N. V. do.; FARIAS, M. S. S. de.; FERNANDES, A. H. M.; NETO, J. Q. Degradação física das áreas de entorno do reservatório da usina hidrelétrica Luiz Gonzaga/PE BRASIL. **Revista Verde**, Mossoró, RN, v. 7, n. 5, ed. esp., p. 132-139, dez. 2012. Disponível em: <http://revista.gvaa.com.br>. Acesso em: 15 jan. 2019.

- 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.**, v. 71, n. 4, p. 889-902. 2011. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842011000500010>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842011000500010. Acesso em: 06 ago. 2019.
- SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2007.
- 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.
- STEVANUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de textos, 2017. p. 59-81.
- TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Rios. In: TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. Cap. 13. p. 355-379.
- TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014.
- VALENTE, O. G.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceira**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005.
- WILLIAMS, G. P.; WOLMAN, M. G. **Downstream effects of dams on alluvial rivers**. Washington: United States Government Printing Office, 1984. (Geological Survey Professional Paper; 1286). Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/pp/1286/report.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2019.