



**PROGRAMA DE MONITORAMENTO
HIDROSEDIMENTOLÓGICO DA
Usina Hidrelétrica (UHE) TIBAGI
MONTANTE
RELATÓRIO CONSOLIDADO**



**DT01-FC365-v01
Março/2023**

Projeto**Classificação:** Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico da UHE Tibagi Montante**Identificação:** Relatório Consolidado**Responsável Técnico:** Christian Vasconcellos Pedruzzi**Dados do empreendedor****Razão Social:** TIBAGI ENERGIA SPE S.A.**CNPJ:** 23.080.281/0001-35**Endereço:** EST ALTO DA FIGUEIRA, S/N TIBAGI, 84.300-000 TIBAGI, PARANÁ, BRASIL**Contato:** Vitor Sendin Magalhães **Telefone:** (45) 9.9915-1114 /
(42) 9.9818-6123**Cargo:** Gerente Jr. Meio Ambiente **E-mail:** vitorsendin@tibagienergia.com.br
na Tibagi Energia**Documento**

Código	Revisão	Volume	Data
DT01-FC365	01	Único	Março/2023

Elaborado por:

Verificado por:

Aprovado por:

Christian Pedruzzi Msc. Eng. Ambiental Diretor Técnico CREA/ES 0326282/D	Christian Pedruzzi Msc. Eng. Ambiental Diretor Técnico CREA/ES 0326282/D	Vitor Sendin Gerente Jr. Meio Ambiente na Tibagi Energia
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------

Controle de revisão

Revisão	Descrição da Mudança	Modificado por	Data
00	Emissão original	-	16/03/2023
01	Correção de logo e mapa	Christian V.P.	27/03/2023

APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o **Relatório Consolidado, do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico da UHE TIBAGI MONTANTE.**

O serviço foi realizado pela empresa FOCO – Soluções em Meio Ambiente Ltda., especializada em gestão e consultoria ambiental, fundada em 16 de julho de 2013 e estabelecida na cidade de Vitória, Espírito Santo. Os profissionais participantes deste serviço são tecnicamente qualificados para atender às exigências contratuais e legais pertinentes, bem como o responsável técnico está plenamente ciente de suas atribuições e certifica esta emissão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Localização da UHE TIBAGI MONTANTE.	10
Figura 2: Variação de descarga líquida (m^3/s) nos pontos montante e jusante de monitoramento hidrossedimentológico.	16
Figura 3: Variação de descarga sólida total (t/dia) nos pontos montante e jusante de monitoramento hidrossedimentológico.	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores encontrados no levantamento de descarga líquida das seções de monitoramento da UHE TIBAGI MONTANTE durante 19 campanhas, com destaque para as 7 primeiras que representam o período anterior ao enchimento.	16
Tabela 2: Valores encontrados no levantamento de descarga sólida total das seções de monitoramento da UHE TIBAGI MONTANTE durante 19 campanhas, com destaque para as 7 primeiras que representam o período anterior ao enchimento.	18

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVOS	8
2.1	OBJETIVO GERAL	8
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3	ÁREA DE ESTUDO	9
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
4.1	HIDROSSEDIMENTOLOGIA	11
4.1.1	DISTRIBUIÇÃO GERAL DE SEDIMENTO NO CURSO D'ÁGUA	11
4.1.2	DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DE SEDIMENTOS	12
4.1.3	DISTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTOS NA TRANSVERSAL	12
4.1.4	DISTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTOS AO LONGO DO CURSO D'ÁGUA	12
5	MATERIAIS E MÉTODOS	14
6	RESULTADOS	15
6.1	DESCARGA LÍQUIDA	15
6.2	DESCARGA SÓLIDA	17
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
8	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	20
9	EQUIPE TÉCNICA	21

1 INTRODUÇÃO

A construção de uma barragem e o conseqüente represamento das águas fluviais são ações que inevitavelmente alteram as condições hidromorfológicas do curso de água. Tais modificações podem afetar significativamente o transporte de sedimentos, visto que o regime de descarga do rio é alterado, bem como a morfologia do canal na Área de Influência Direta (AID) do reservatório (SOMA, 2015).

Em termos sedimentológicos, as baixas velocidades de escoamento ou corrente no reservatório favorecem a deposição de sedimentos, podendo levar ao assoreamento progressivo do mesmo e, conseqüentemente, comprometer a operação regular do aproveitamento. Especificamente no contexto da geração de energia hidrelétrica, o problema se agrava quando o material sedimentar atinge a tomada d'água, ocasionando a formação de uma mistura densa que reduz a eficiência do processo de geração de energia elétrica. Ademais, o acúmulo excessivo de sedimentos pode até mesmo obstruir completamente a tomada, inviabilizando a operação do empreendimento (SOMA, 2015).

Nesse sentido, é imprescindível a realização de estudos hidrossedimentológicos antes, durante e após a construção da barragem, de modo a identificar e avaliar os impactos decorrentes do represamento das águas e da alteração do regime fluvial. Através da análise desses estudos, é possível adotar medidas preventivas e corretivas para minimizar os efeitos da sedimentação, tais como a realização de dragagem do reservatório, a construção de diques, a instalação de comportas especiais na tomada d'água, entre outras ações. Ademais, o monitoramento contínuo do reservatório e do canal de adução é essencial para detectar eventuais acúmulos de sedimentos e tomar as medidas cabíveis (SOMA, 2015).

Neste contexto os resultados apresentados no presente relatório visam o atendimento ao **Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico da UHE Tibagi Montante**. Neste programa são estudados e analisados, periodicamente os dados hidrossedimentológicos, para acompanhamento de processos de assoreamento na área de estudo, complementando o atendimento da Condicionante da Licença de Operação.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do programa é identificar os processos hidrossedimentológicos do Rio Tibagi no trecho de inserção da UHE Tibagi Montante, e acompanhar a evolução do comportamento hidrossedimentológico monitorando a quantidade de material sólido transportado, em suspensão, arraste e total, pela drenagem principal e secundária, assim como os agentes causadores de degradação da qualidade da água.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar os resultados dos parâmetros definidos e obtidos com os padrões definidos pela Legislação de Recursos Hídricos e Meio Ambiente, e também pelas normas sedimentológicas nacionais e internacionais;
- Avaliar as possíveis interferências do barramento do rio no aspecto sedimentológico das águas de montante e de jusante;

3 ÁREA DE ESTUDO

A UHE TIBAGI MONTANTE está instalada no rio Tibagi, localizada no município de Tibagi, Estado do Paraná. As atividades de coleta de dados foram realizadas a montante do reservatório e a jusante da casa de força da UHE TIBAGI MONTANTE. O mapa da **Figura 1** apresenta a localização da UHE.

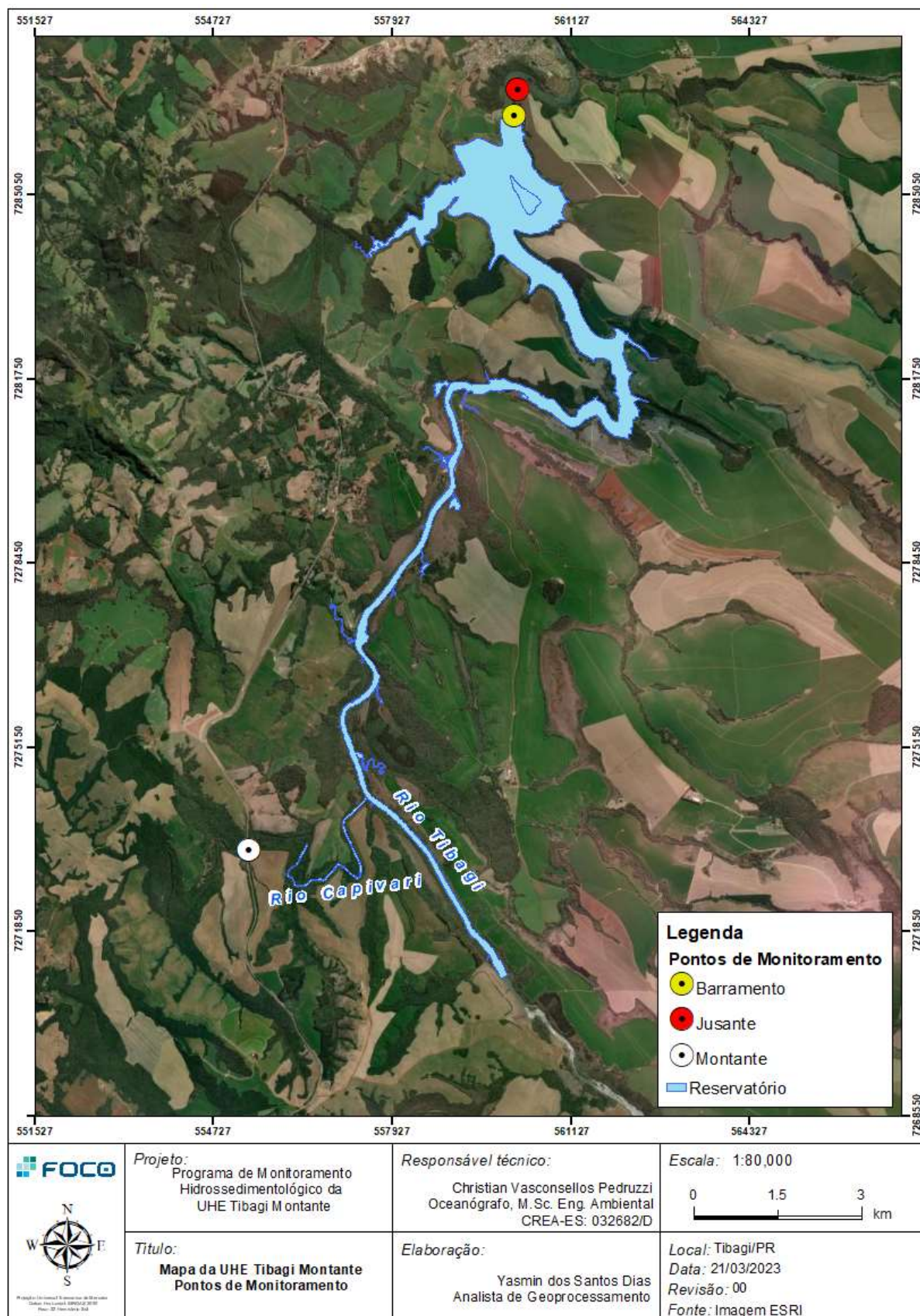


Figura 1: Mapa de Localização da UHE TIBAGI MONTANTE.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O conhecimento hidrossedimentológico de uma bacia hidrográfica é uma ferramenta fundamental na gestão de seus recursos hídricos, além do suporte à decisão relacionada ao desenvolvimento de atividades antrópicas. O acompanhamento dos fluxos de sedimentos ocorridos em um dado local da bacia permite o diagnóstico de eventuais impactos em sua área de drenagem ao longo do tempo, podendo tornar-se importante indicador ambiental (EMBRAPA, 2004).

O sedimento é uma partícula derivada da rocha, ou de materiais biológicos, que pode ser transportado por um fluido, pode-se ainda, dizer que os sedimentos são partículas fragmentadas erodidas por processos físicos e químicos, sendo esses transportados pelos rios até seu local de deposição e compactação, onde podem formar rochas sedimentares. Os processos de transporte hídrico dos sedimentos estão associados aos escoamentos lineares, em cursos d'água, e superficial laminar de forma difusa, portanto nos períodos chuvosos que esses processos ocorrem com maior intensidade (CARVALHO, 2008).

Os sedimentos no fundo do rio podem provocar diversos problemas que vão desde o impedimento da navegação ao assoreamento de reservatórios, de portos, mudanças de qualidade de d'água e morfodinâmica praial (CARVALHO, 2008).

Com isso, conhecer o comportamento, a qualidade e a quantidade de sedimento transportado é de fundamental importância para os estudos na bacia, para dimensionamento de projetos de obras hidráulicas, estudos ambientais e usos dos recursos hídricos (VANONI, 1977).

4.1 HIDROSSEDIMENTOLOGIA

4.1.1 DISTRIBUIÇÃO GERAL DE SEDIMENTO NO CURSO D'ÁGUA

Os sedimentos que chegam ao curso d'água possuem diversas granulometrias e passam por processos de transportes que variam de acordo com as condições locais de escoamento. O tamanho do grão, a densidade e forma são alguns fatores que associados à forma do escoamento (laminar ou turbulento) e suas variáveis (velocidade da corrente, obstáculos no leito, entre outras), influenciarão as forças que atuarão sobre as partículas que poderão mantê-las em suspensão ou no fundo do rio, saltando do leito para o escoamento, deslizando ou rolando ao longo do leito (CARVALHO, 2008).

O rio tende a ser estável e a natureza é responsável por buscar esse equilíbrio, uma vez que há mudanças na quantidade de descarga sólida, o rio responde, reagindo conforme as alterações impostas. Sendo assim, se a descarga sólida é grande, haverá uma tendência de depósito (agração) no leito e caso contrário o rio responde com uma degradação do leito, dessa forma, mudanças bruscas no regime podem trazer consequências ao balanço de sedimento, como é o caso da construção de barragens, que retém sedimentos a montante provocando um assoreamento do leito e devido à

falta de descarga sólida a jusante, as águas começam a degradar o leito e as margens (CARVALHO, 2008).

4.1.2 DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DE SEDIMENTOS

O peso do sedimento e a componente da velocidade na horizontal são os principais fatores que atuam nas partículas em suspensão. Em resposta, a concentração de sedimentos apresenta um mínimo na superfície e um máximo perto do leito, para uma granulometria variada. As partículas mais grossas do sedimento em suspensão, que são geralmente areias, apresentam uma concentração menor na superfície, aumentando em direção ao leito. Já as partículas finas como silte e argila, têm uma distribuição aproximadamente uniforme na vertical (SUBCOMMITTEE ON SEDIMENTATION, 1963 apud CARVALHO, 2008).

4.1.3 DISTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTOS NA TRANSVERSAL

A velocidade da corrente e a disponibilidade de sedimento na seção transversal são variáveis de um lado para outro da margem, e com isso a concentração de sedimentos é função dessas variáveis. Se considerarmos que a velocidade das correntes é menor nas margens e maior no centro do rio, a concentração de sedimentos também seguirá um padrão. Por outro lado, as velocidades da corrente na vertical são variáveis, decrescendo para o leito, permitindo que o peso da partícula seja um fator na variação da concentração (FEDERAL INTER-AGENCY, 1963 apud CARVALHO, 2008).

4.1.4 DISTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTOS AO LONGO DO CURSO D'ÁGUA

Analisando a granulometria do sedimento e sua distribuição ao longo do curso d'água é possível observar que as cabeceiras dos rios são compostas por sedimentos de tamanhos maiores, como pedras, pedregulhos e seixos. Ao longo do curso, os sedimentos transportados vão se fracionando, transformando-se em sedimentos de granulometria menor, passando de areia grossa, média e fina gradativamente para jusante, e para baixo curso (CARVALHO, 2008).

Ressalta-se ainda que os sedimentos finos são transportados em suspensão, enquanto os mais grossos são transportados nos leitos, por arraste. Além disso, ao longo do curso d'água, os sedimentos mais finos são produzidos, e parte deles é depositada nas margens em forma de lama contendo sedimentos muito finos, formados predominantemente por argila e silte (CARVALHO, 2008).

O comportamento de uma bacia é muito variável, pois existem diversos fatores que influenciam sua dinâmica. Geralmente são nas partes mais altas que ocorre maior erosão e transporte de sedimento. A erosão diminui à medida que a clinografia diminui, sendo que na parte mais baixa ocorre a formação de colúvios, isto é, maior parte dos sedimentos vai se distribuindo nos terrenos, de forma que a parte alta da bacia se apresenta como um ambiente denudacional, e a baixa, ambiente deposicional (CARVALHO, 2008).

Com relação à carga transportada, os sedimentos em suspensão são predominante maior do que a de fundo (90% a 95 %) no alto curso. A carga de fundo vai aumentando à medida que a erosão da bacia vai diminuindo e a declividade do curso d'água também (65% a 90% de sedimentos em suspensão). É importante ressaltar também, que a porcentagem de sedimento em suspensão e do leito é dependente da granulometria do sedimento. Dessa forma, quando há grande quantidade de areia, a porcentagem de sedimento transportado no leito pode ser maior do que o sedimento em suspensão (CARVALHO, 2008).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

No presente relatório foram compilados os dados dos laudos de 19 campanhas de monitoramento hidrossedimentológico realizadas entre os meses de maio de 2018 a dezembro de 2022. Em cada campanha foram realizadas medições em dois pontos: a montante e a jusante do reservatório, conforme figura apresentada no tópico 3 do presente documento.

Os dados de campo, as amostras, o processamento e determinação dos parâmetros hidrossedimentológicos, como vazão líquida e descarga sólida foram elaborados pela empresa CONSTRUSERV, seguindo as seguintes referências e metodologias: as análises as instruções contidas no Guia de práticas sedimentométricas (ANEEL. 2000); a Descarga sólida total calculada pelo método simplificado de Colby (1957) e expressa em tonelada por dia (t/dia); a Classificação granulométrica conforme a American Geophysical Union; e análise sedimentológica conforme GUY, Harold P. (1969).

Importante destacar que o monitoramento foi iniciado em maio de 2018, conforme as premissas do programa, que previa o início das medições antes do enchimento do reservatório (realizado em agosto de 2019), e perdurando trimestralmente até o presente.

Mediante ao exposto serão apresentados nos itens a seguir a análise dos parâmetros hidrossedimentológicos considerando os objetivos do presente programa.

6 RESULTADOS

6.1 DESCARGA LÍQUIDA

Os dados de velocidade e descarga líquida (vazão) dos pontos montante e jusante determinados durante 19 campanhas são apresentados na **Tabela 1** e **Figura 2**. Nesta destaca-se as 7 primeiras campanhas que representam o período anterior ao enchimento do reservatório da UHE.

Analisando os dados apresentados, a característica mais notável é a diferença de magnitude da vazão entre os pontos monitorados, demonstrado que a vazão da sub-bacia do rio Capivari (ponto montante) tem menor influência de contribuição quando comparada ao corpo hídrico principal (rio Tibagi), representando, em média, 8% da vazão a jusante.

A partir da análise dos dados, observa-se que as descargas líquidas variam significativamente ao longo do tempo. As maiores descargas líquidas a montante ocorreram nas campanhas 003, 005 e 015, com valores de 20,65 m³/s, 21,18 m³/s e 27,17 m³/s, respectivamente. Já as maiores descargas líquidas a jusante foram registradas nas campanhas 006 e 015, com valores de 849,81 m³/s e 214,91 m³/s, respectivamente.

É possível observar que a descarga líquida do ponto montante apresenta uma variação significativa ao longo do tempo, variando de valores muito baixos, como 0,68 m³/s, até valores relativamente altos, como 82,61 m³/s. Além disso, a distribuição dos valores é assimétrica, com uma concentração maior de valores abaixo da média, o que pode ser indicativo de maior influência dos eventos climáticos ou hidrológicos extremos.

Já a descarga líquida no ponto jusante apresenta uma variação ainda maior, variando de 18,60 m³/s a 849,81 m³/s. A distribuição dos valores é menos assimétrica, com valores mais concentrados próximos à média, o que pode ser indicativo de menor influência dos eventos climáticos ou hidrológicos extremos, quando comparado ao ponto montante.

Cabe destacar que reservatórios a fio d'água não são capazes de regularizar a vazão dos rios de forma significativa. Isso ocorre porque esses reservatórios são projetados para operar com uma vazão mínima de água, que é a vazão que flui naturalmente pelo rio.

Tabela 1: Valores encontrados no levantamento de descarga líquida das seções de monitoramento da UHE TIBAGI MONTANTE durante 19 campanhas, com destaque para as 7 primeiras que representam o período anterior ao enchimento.

Campanha	Data	Vel. Média - Montante (m/s)	Vel. Média - Jusante (m/s)	Descarga Líquida - Montante (m ³ /s)	Descarga Líquida - Jusante (m ³ /s)
001	mai/18	0,30	0,32	6,42	77,93
002	set/18	0,11	0,21	2,05	43,31
003	out/18	0,51	0,71	20,65	215,75
004	fev/19	0,29	0,35	6,07	103,26
005	mai/19	0,51	0,37	21,18	101,96
006	jun/19	0,72	1,14	82,61	849,81
007	ago/19	0,26	0,23	4,68	73,86
008	nov/19	0,36	0,34	14,40	140,15
009	jan/20	0,15	0,28	4,93	94,52
010	mai/20	0,06	0,07	1,99	18,60
011	ago/20	0,04	0,12	1,50	31,90
012	nov/20	0,02	0,13	0,68	31,05
013	abr/21	0,12	0,22	4,24	70,59
014	jul/21	0,08	0,22	2,88	72,45
015	out/21	0,49	0,52	27,17	214,91
016	dez/21	0,20	0,12	2,60	32,72
017	fev/22	0,05	0,07	0,80	19,69
018	mai/22	0,28	0,20	4,41	64,04
019	dez/22	0,31	0,32	7,83	117,23

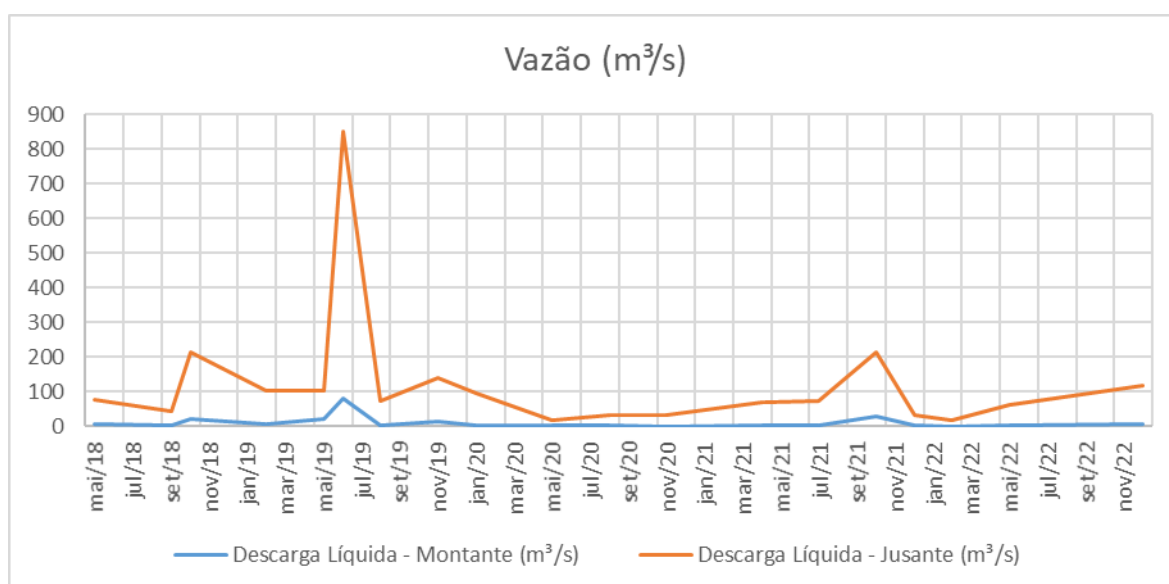


Figura 2: Variação de descarga líquida (m³/s) nos pontos montante e jusante de monitoramento hidrossedimentológico.

6.2 DESCARGA SÓLIDA

Os dados de velocidade e descarga líquida (vazão) dos pontos montante e jusante determinados durante 19 campanhas são apresentados na **Tabela 2** e **Figura 3**. Nesta destaca-se as 7 primeiras campanhas que representam o período anterior ao enchimento do reservatório da UHE.

Analisando os dados apresentados, a característica mais notável é a diferença de magnitude da vazão sólida entre os pontos monitorados, demonstrado que a vazão da sub-bacia do rio Capivari (ponto montante) tem menor influência de contribuição quando comparada ao corpo hídrico principal (rio Tibagi), representando, em média, 15% da vazão a jusante.

Nota-se ainda que em média os sedimentos em suspensão, cuja contribuição é representada pela medição vazão sólida medida, representa em média, mais de 60% da vazão sólida, em ambos os pontos monitorados.

Os dados apresentados na tabela mostram que a descarga sólida total no ponto montante e ponto jusante de monitoramento do reservatório apresentaram variações significativas ao longo das campanhas realizadas. A descarga sólida total a montante variou de 0,40 t/dia (campanha 12) a 385,75 t/dia (campanha 15), enquanto a descarga sólida total a jusante variou de 10,95 t/dia (campanha 10) a 2090,54 t/dia (campanha 6).

Normalmente estudo hidrossedimentares de reservatórios evidenciam maiores valores de sólidos e turbidez (que refletem na vazão sólida) na seção a montante, coerente com o fenômeno de deposição de sedimentos esperado em reservatórios com o mesmo regime hídrico, onde a deposição de material ocorre na região lântica do reservatório, reduzindo a carga de sedimento na seção de jusante. Contudo, analisando os dados, é possível perceber que a maioria das campanhas apresentou uma maior descarga sólida total a jusante em comparação com a descarga a montante, uma vez que o ponto de monitoramento se encontra no rio Capivari, afluente do rio Tibagi.

Em relação aos padrões definidos pela legislação, o atual arcabouço legal e técnico não delimita parâmetros ambientais e/ou restrições de carga líquida ou sólida (ou seja, parâmetros hidrossedimentológicos) associados aos impactos ambientais provenientes da implantação de hidrelétricas. Contudo, como determinado a Resolução Conjunta nº 127, de 26 de julho de 2022, da ANEEL e da Agência Nacional das Águas – ANA o monitoramento hidrossedimentológico deve ser executado para acompanhamentos do processo de assoreamento dos reservatórios.

Tabela 2: Valores encontrados no levantamento de descarga sólida total das seções de monitoramento da UHE TIBAGI MONTANTE durante 19 campanhas, com destaque para as 7 primeiras que representam o período anterior ao enchimento.

Campanha	Data	Descarga Sólida Medida - Montante (t/dia)	Descarga Sólida Medida - Jusante (t/dia)	Descarga Sólida Total - Montante (t/dia)	Descarga Sólida Total - Jusante (t/dia)
001	mai/18	10,38	51,21	18,59	98,28
002	set/18	2,39	24,71	2,90	39,42
003	out/18	44,64	619,99	88,49	1311,33
004	fev/19	61,41	530,57	79,41	702,69
005	mai/19	12,67	157,69	36,57	265,24
006	jun/19	115,98	639,74	261,97	2090,54
007	ago/19	9,12	45,63	14,59	73,25
008	nov/19	25,02	104,91	42,86	195,08
009	jan/20	2,26	75,83	3,29	126,90
010	mai/20	0,37	9,65	0,45	10,95
011	ago/20	0,68	17,25	0,72	22,34
012	nov/20	0,39	20,86	0,40	26,92
013	abr/21	3,56	158,02	4,39	205,52
014	jul/21	0,97	34,87	1,18	57,39
015	out/21	283,34	147,12	385,75	420,65
016	dez/21	2,34	17,99	3,96	22,89
017	fev/22	0,90	17,39	0,95	19,17
018	mai/22	2,33	33,28	5,27	52,15
019	dez/22	22,30	62,79	33,37	121,42

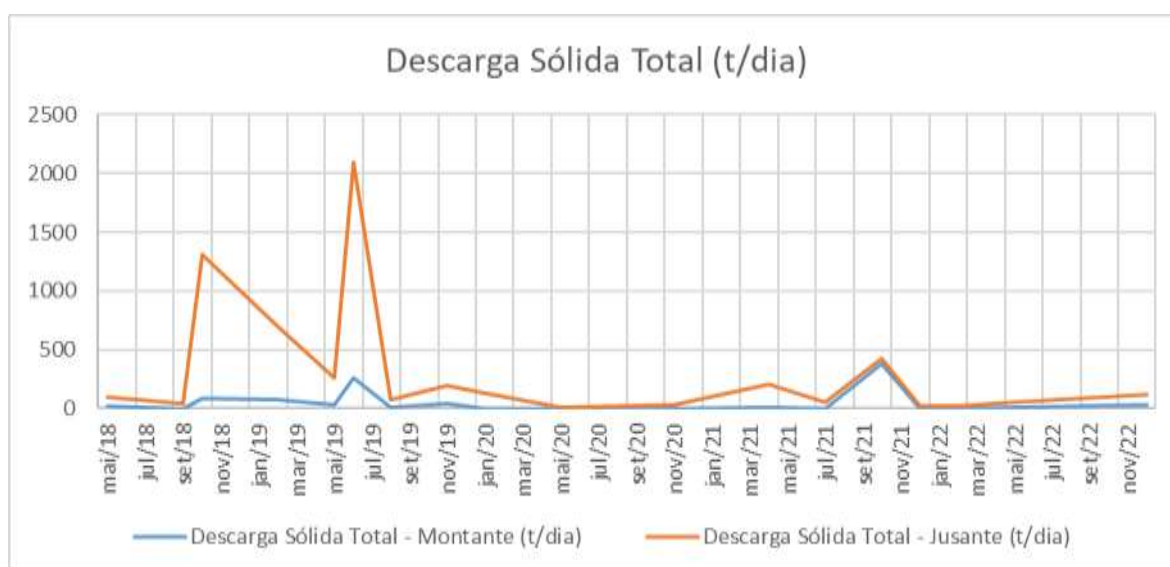


Figura 3: Variação de descarga sólida total (t/dia) nos pontos montante e jusante de monitoramento hidrossedimentológico.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os dados apresentados, a característica mais notável é a diferença de magnitude da vazão entre os pontos monitorados, demonstrado que a vazão da sub-bacia do rio Capivari (ponto montante) tem menor influência de contribuição quando comparada ao corpo hídrico principal (rio Tibagi).

Além disso, a distribuição dos valores de vazão líquida é assimétrica, o que pode ser indicativo de influência dos eventos climáticos ou hidrológicos extremos típicos da região. Cabe destacar que reservatórios a fio d'água não são capazes de regularizar a vazão dos rios de forma significativa. Isso ocorre porque esses reservatórios são projetados para operar com uma vazão mínima de água, que é a vazão que flui naturalmente pelo rio.

A descarga sólida demonstrou predomínio pela carga de sedimento em suspensão nas seções e campanhas. Esta informação demonstra que a vazão sólida é predominantemente dominada pela concentração de sedimentos em suspensão e pela vazão líquida, havendo menor contribuição de sedimentos carregados por arraste.

Em relação aos padrões definidos pela legislação, o atual arcabouço legal e técnico não delimita parâmetros ambientais e/ou restrições de carga líquida ou sólida (ou seja, parâmetros hidrossedimentológicos) associados aos impactos ambientais provenientes da implantação de hidrelétricas. Contudo, como determinado a Resolução Conjunta nº 127, de 26 de julho de 2022, da ANEEL e da Agência Nacional das Águas– ANA o monitoramento hidrossedimentológico deve ser executado para acompanhamentos do processo de assoreamento dos reservatórios.

Portanto, conclui-se que os resultados obtidos durante as campanhas de monitoramento permitiram o registro com coerência dos dados ambientais em relação à sazonalidade dos sistemas hídricos e propiciaram o atendimento dos objetivos do estudo, garantindo o monitoramento do ambiente estudado.

8 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 04 de junho de 2022.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência,. 2008.

FEDERAL INTER-AGENCY SEDIMENTATION CONFERENCE. **Proceedings of the Federal Inter-Agency Sedimentation Conference.**, Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agriculture. Ed. 2nd 1963.

GUY, Harold P. (1969) . Laboratory theory and methods for sediment analysis. Book 5. Chapter C1. USGS. Washington, DC.

SOMA CONSULTORIA AMBIENTAL, Projeto Básico Ambiental da UHE Tibagi Montante, Vol.01 , pg 74. Curitiba-PR, 2015.

VANONI, V. A. **Sedimentation Engineering**, ASCE, NY, 1977

9 EQUIPE TÉCNICA

Profissional	Christian V. Pedruzzi Eng. Ambiental, Oceanógrafo, Me. Eng. Ambiental
Registro no Conselho de Classe	CREA ES-032682/D
Função no Estudo	Interpretação dos dados e elaboração do relatório