Consórcio
Machadinho

USINA HIDRELÉTRICA

MACHADINHO



RELATÓRIO DE RENOVAÇÃO DA LICENÇA DE OPERAÇÃO Nº 160/2001

2ª RENOVAÇÃO

(2014-2023)

Março 2024

COORDENAÇÃO

Airton J. Morganti Jr.
Gerente Geral do Consórcio Machadinho

Rui Pinali Biavatti
Gerente da Regional Rio Uruguai - Engie Brasil Energia

Ederson Maia
Gerente da Usina Hidrelétrica Machadinho- Engie Brasil Energia

Karen Cristine Schröder
Gerente de Meio Ambiente- Engie Brasil Energia

Grasiela Fagundes Minatto Cardoso
Coordenadora de Processos Ambientais – Engie Brasil Energia

Sérgio Luiz de Souza
Coordenador Ambiental das Usinas Hidrelétricas Itá, Machadinho e Passo Fundo- Engie Brasil Energia

Ericsson Miquett Oliveira
Analista Ambiental- Engie Brasil Energia

Gilnei Minella
Analista Ambiental- Engie Brasil Energia

Scheila Henrich Primentel
Analista de Processos Ambientais- Engie Brasil Energia

Rafaele Delboni
Analista Fundiário- Engie Brasil Energia

José Vicente Miranda Rescigno
Coordenador de Pré-Operação - Engie Brasil Energia

Andréia Szortyka
Coordenadora de Processos Ambientais – Engie Brasil Energia

REVISÃO E ORGANIZAÇÃO

ERD

CONSULTORIA EXTERNA

inovvo CONSULTORIA E SERVIÇOS AMBIENTAIS

ipt INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

aQuática consultoria e assessoria

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Ambientalis Engenharia

socioambiental CONSULTORES ASSOCIADOS

eps engenharia projetos serviços

LAPAD Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 4

GESTÃO AMBIENTAL 6

1 MONITORAMENTO CLIMATOLÓGICO 7

2 MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO 66

3 MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO 69

4 MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS 92

5 MONITORAMENTO SISMOLÓGICO 146

6 MONITORAMENTO E MANEJO DA ICTIOFAUNA 154

7 MONITORAMENTO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS 186

8 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS E APP 189

GESTÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO RESERVATÓRIO E ENTORNO 193

9 FISCALIZAÇÃO DO ENTORNO DO RESERVATÓRIO 194

RELACIONAMENTO E COMUNICAÇÃO COM A SOCIEDADE 203

10 INCREMENTO DO DESENVOLVIMENTO DO TURISMO NOS MUNICÍPIOS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA 204

11 EDUCAÇÃO AMBIENTAL 209

12 COMUNICAÇÃO SOCIAL 235

13 SUPRESSÃO DOS PALITEIROS 278

14 PACUERA 279

CONDICIONANTES 286

15 ATENDIMENTO DAS CONDICIONANTES AMBIENTAIS 287

ANEXOS 295

INTRODUÇÃO

O presente Relatório tem como objetivo fundamental apresentar, de modo sistemático e de fácil compreensão a todas as partes interessadas, as atividades desenvolvidas entre o período de julho de 2014 a dezembro de 2023 na área de gestão ambiental, sociopatrimonial e de relacionamento com a sociedade, referentes à operação da Usina Hidrelétrica Machadinho, conforme condicionante 2.6 da Renovação da Licença de Operação (LO) nº 160/2001, emitida em 2001 e renovada em 25 de julho de 2014, de forma de forma a subsidiar o processo de renovação da Licença de Operação (L.O.) (condicionante 1.7).

Ainda, visa atender o ofício nº 71/2022/NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS e respectivo Parecer Técnico nº 13364605/2022-NLA-RS/Ditec-RS/Supes-RS, emitidos pelo Ibama.

Por partes interessadas entende-se, primordialmente, o Poder Público, expresso pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), autarquia federal vinculada ao Ministério do Meio Ambiente responsável pelo licenciamento da Usina Hidrelétrica Machadinho. Cabe ao Poder Público a função de controlar, monitorar e fiscalizar as ações que interferem nos recursos naturais.

Além de cumprir as exigências do licenciamento junto ao Poder Público, o Consórcio Machadinho pretende, através deste Relatório, compartilhar as informações a respeito da gestão ambiental e sociopatrimonial desenvolvidas pela Engie Brasil Energia e Consórcio Machadinho com outras partes interessadas, principalmente localizadas na área de influência do empreendimento. Cabe ressaltar ainda que a Usina Hidrelétrica Machadinho desenvolve suas atividades com base no seu Plano de Gestão Ambiental e Sociopatrimonial Corporativo- PGASP, e que tem certificado seu Sistema Integrado de Gestão da Qualidade e Meio Ambiente, segundo os padrões da NBR ISO 9.001, 14.001 e OHSAS 18.001.

Importante esclarecer que atividades da Usina Hidrelétrica Machadinho como o monitoramento das águas superficiais, monitoramento e manejo da ictiofauna, monitoramentos de hidrossedimentologia, de climatologia, de hidrologia e de sismologia são desenvolvidas em conjunto com a Usina Hidrelétrica Itá, já que se tratam de aproveitamentos localizados em áreas contíguas na bacia hidrográfica do rio Uruguai e ambas operadas pela Engie Brasil Energia. A gestão integrada desses programas representa uma série de vantagens não só em termos práticos quanto à sua operacionalização, mas principalmente em relação aos resultados mais consistentes, aspectos evidenciados no presente documento.

O escopo deste Relatório está dividido em quatro partes:

Parte I- Gestão Ambiental

Parte II- Gestão do Uso e Ocupação do Reservatório e Entorno

Parte III - Relacionamento e Comunicação com a Sociedade

Parte IV- Condicionantes

11

GESTÃO AMBIENTAL

1 MONITORAMENTO CLIMATOLÓGICO

1.1 Introdução

O Monitoramento Climatológico da área da Usina Hidrelétrica (UHE) Machadinho – iniciou em 1999 e vem sendo desenvolvido desde junho de 2017 pela INOVVO Consultoria e Serviços Ambientais. Este relatório visa avaliar as condições climáticas na área da UHE Machadinho do período de 2014 a 2023 e os eventuais impactos do reservatório no clima local.

O Programa atende a condicionante 2.1 do Monitoramento Climatológico preconizada na Licença de Operação nº160/2001 – 2ª Renovação, expedida em 2014 e com validade de 10 (dez) anos.

"Executar os Programas Socioambientais abaixo e as diretrizes do Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA): Programa de Monitoramento Climatológico."

Os serviços realizados são caracterizados por inspeções preventivas e corretivas periódicas em 04 (quatro) estações climatológicas pré-definidas, sendo elas: Barragem Itá, Barragem Machadinho, Celso Ramos e Concórdia.

No decorrer do documento são apresentados os resultados dos anos 2014 a 2023, sendo que para o ano de 2014 as análises apresentadas foram realizadas durante a vigência de contrato com a Fundagro - Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Rural Sustentável do Estado de Santa Catarina.

Já para o período de julho de 2016 e dezembro de 2023 são apresentados os resultados das análises realizadas pela Inovvo. Neste contexto, para a compreensão do clima local, foram analisados os sistemas atmosféricos que atuaram no sul do Brasil entre e suas interferências nos elementos do clima na área de influência da Usina. Para o detalhamento do clima na área da UHE Machadinho foram analisados os dados de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar.

A Tabela 1.1 apresenta a relação das estações climatológicas monitoradas, onde são previstas anualmente 04 (quatro) campanhas de inspeções, sendo essas programadas em média a cada três meses, porém podendo variar de acordo com as condições hidrológicas da bacia. Na Tabela 1.1 também constam as estações meteorológicas do INMET de Campos Novos e Chapecó, cujas séries históricas foram utilizadas para fins das comparações realizadas.

Tabela 1.1. Relação das Estações Climatológicas monitoradas.

NOME	CÓDIGO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE (m)	OPERADORA
Barragem Itá	02752034	6982495,33	362501,60	419	INOVVO
Barragem Machadinho	02751035	6955762,47	421381,96	575	INOVVO
Celso Ramos	02751034	6943114,21	467227,80	763	INOVVO
Concórdia	02751037	6978442,36	401760,64	548	INOVVO
Campos Novos	-	6971448,76	480224,00	946	INMET
Chapecó	-	7000348,79	340406,32	679	INMET

A visualização da localização das estações é apresentada na Figura 1.1, com a espacialização das estações em parte da bacia do rio Uruguai.

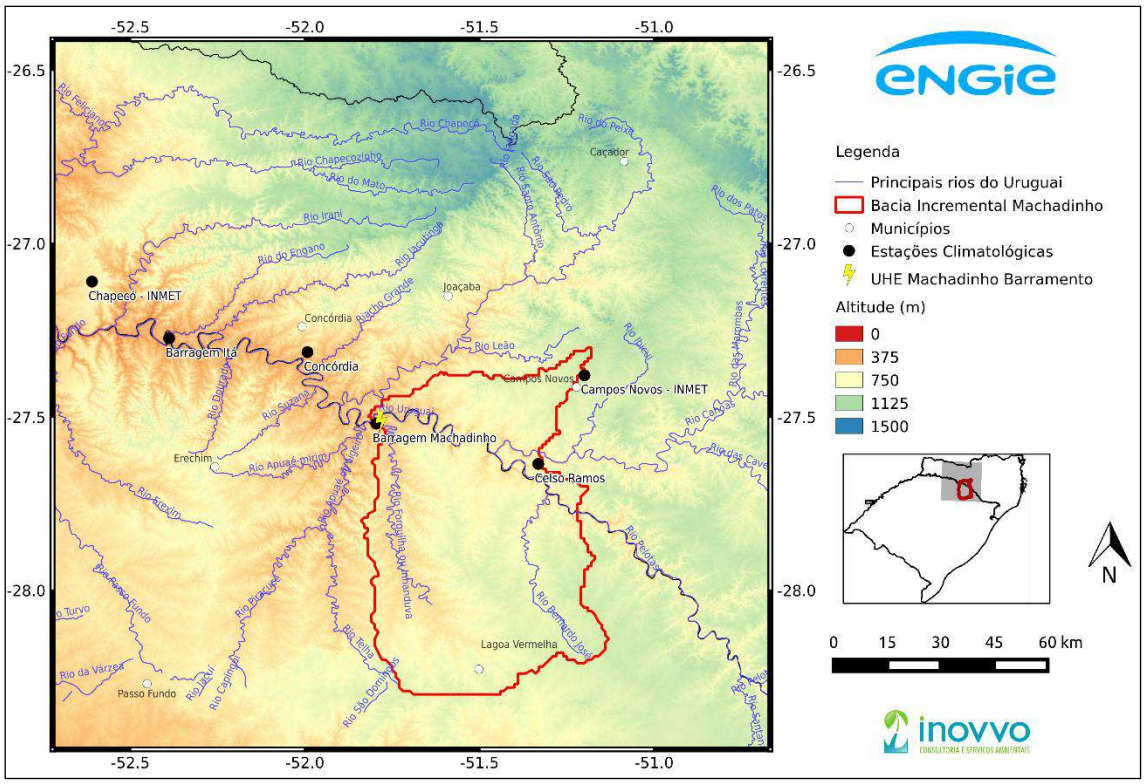


Figura 1.1. Espacialização das estações pertencentes ao monitoramento climatológico e delimitação da bacia incremental da UHE Machadinho.

1.2 Atividades de O&M das Estações

As atividades de campo são realizadas visando à inspeção, operação e manutenção das estações automáticas telemétricas. As equipes de campo são preparadas para a realização de manutenção preventiva e manutenção corretiva.

A manutenção preventiva das estações automáticas é realizada durante as atividades rotineiras dos roteiros de operação, no mínimo quatro vezes ao ano, em intervalos de tempo pré-estabelecidos, e tem como objetivo deixar toda a instrumentação em perfeito funcionamento para o registro dos dados pelas PCDs – Plataformas de Coletas de Dados, bem como garantir a correta aplicação dos dispositivos de segurança dos equipamentos.

Já a manutenção corretiva das estações automáticas é realizada extraordinariamente, quando é identificada a necessidade de correção do funcionamento da estação por meio da análise dos dados enviados remotamente, ou durante as campanhas de campo.

Visando garantir o seu pleno funcionamento, nos anos de 2014 a 2023 foram realizadas visitas para manutenções preventivas e corretivas nas estações climatológicas automáticas.

Durante as inspeções das estações climatológicas realizadas ao longo do ano de 2023, foram identificados problemas nos equipamentos das estações de Barragem Itá e Barragem Machadinho, os quais comprometeram parcialmente os registros das variáveis precipitação, temperatura e umidade, não necessariamente em ambas as estações. E para esses casos, os dados mensais não serão apresentados devido à inconsistência na série temporal diária e mensal dessas variáveis. Para a estação Barragem Machadinho, as situações já foram

resolvidas e ela encontra-se operando normalmente. A estação Barragem Itá permanece com problemas nos equipamentos, entretanto, a situação está sendo acompanhada e a compra dos equipamentos para reposição e modernização da estação está em fase final.

Vale ressaltar que, mesmo com a falha nos registros das variáveis, foi possível desenvolver a monitoramento climatológico da região através de dados de outras estações.

1.3 Resultados

1.3.1 Ano de 2014

1.3.1.1 Precipitações

Os sistemas de tempo instável, responsáveis pela distribuição das chuvas ao longo do ano, no sul do Brasil, são as frentes frias, a convecção, os cavados e as baixas pressões à superfície, tendo como suporte nas instabilidades, os jatos (ventos fortes em altitude), vórtices ciclônicos e os cavados em altitude. Naturalmente, existe o efeito da sazonalidade na atuação de cada sistema atmosférico; assim a convecção é própria do verão e, as frentes frias, com atuação mais continental, no outono-inverno. Este efeito é também sentido no deslocamento dos sistemas de alta pressão, que é predominantemente marítimo no verão e continental no inverno. Cada sistema atmosférico dentro da sua sazonalidade traz para a área de influência da Usina Hidrelétrica Machadinho condições distintas de tempo que interferem no clima local, verificado pelo comportamento dos elementos climáticos, obtidos nas estações meteorológicas (Tabela 1.1). Entretanto, existem forçantes externas à dinâmica regional que modificam, às vezes significativamente, as condições de tempo regional e local. Os fenômenos El Niño e La Niña, assim como os bloqueios atmosféricos, atuam como forçantes na modificação climática do sul do Brasil.

No decorrer do ano de 2014 não houve influência de fenômenos de escala global como o El Niño e a La Niña nas condições de tempo no sul do Brasil, tendo em vista a normalidade da Temperatura Superficial do Pacífico Equatorial (TSM). Em condições de normalidade climática são esperados totais mensais de precipitação próximos à média climática do sul do Brasil.

Em 2014, na área de influência da Usina, as chuvas foram muito irregulares no tempo e no espaço, conforme a Figura 1.2 e Tabela 1.2. As irregularidades no tempo podem ser entendidas como a ocorrência de meses mais chuvosos e outros mais secos e, no espaço, como precipitação acima da média em determinada estação meteorológica e abaixo da média em outra, no mesmo mês (Tabela 1.3 e Figura 1.3).

Os meses de março, abril, junho, setembro e dezembro foram os que apresentaram precipitação acima da média. Essa anomalia positiva de precipitação foi decorrente da atuação de alguns eventos de chuvas mais fortes, em especial no mês de junho que choveu intensamente na área de influência da Usina, com totais mensais superiores a 200 mm da média mensal, em quase todas as estações meteorológicas, conforme a Tabela 1.3 e Figura 1.3. A elevada precipitação de junho foi devida, principalmente, as chuvas fortes e persistentes que ocorreram, na área, entre os dias 25 e 27, devido a atuação de sistemas de baixa pressão a superfície, tendo como reforço na instabilidade, a presença de um vórtice ciclônico.

Os meses de fevereiro, julho, agosto e outubro ficaram com totais mensais abaixo

da média climatológica em todas as estações meteorológicas (Figura 1.3 e Tabela 1.3). Entre estes, o mês de outubro foi o que apresentou maior anomalia negativa, com déficits que variaram de 177 mm a 205 mm, na área (Figura 1.3 e Tabela 1.3).

Essa condição foi forçada por um bloqueio atmosférico que dificultou a atuação dos sistemas produtores de chuvas, como as baixas pressões, na maior parte do sul do Brasil.

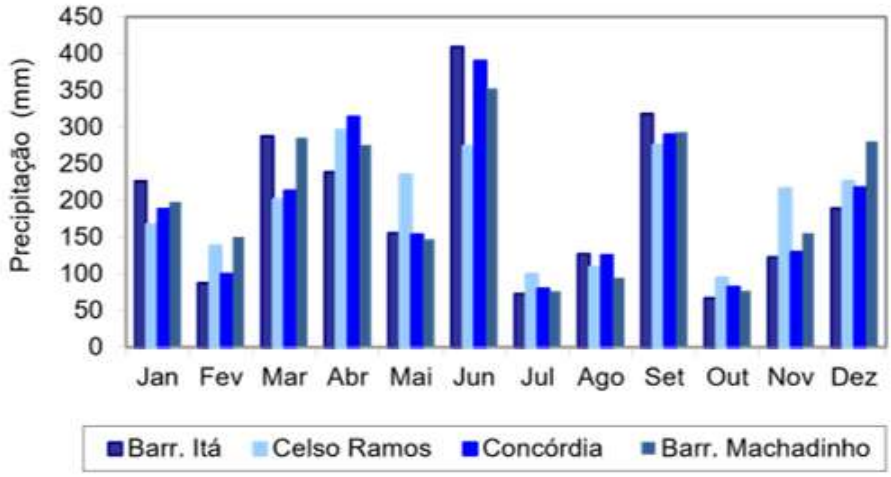


Figura 1.2. Totais mensais de precipitação em 2014.

Tabela 1.2. Totais mensais de precipitação em 2014.

Estação	2014											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Barragem Itá	226,1	87,1	287,5	238,5	154,9	409,5	72,4	126,8	317,5	66,6	122,4	188,7
Barragem Machadinho	198,4	150,1	285,5	275,6	147,3	352,3	76,0	94,5	292,9	77,0	154,9	280,2
Celso Ramos	167	138,2	201,6	296	235,4	274	99,4	108,8	275,4	94,6	216,4	226,1
Concórdia	188,0	99,6	212,9	313,7	153,4	390,1	79,8	125,2	289,8	82,0	129,8	217,7

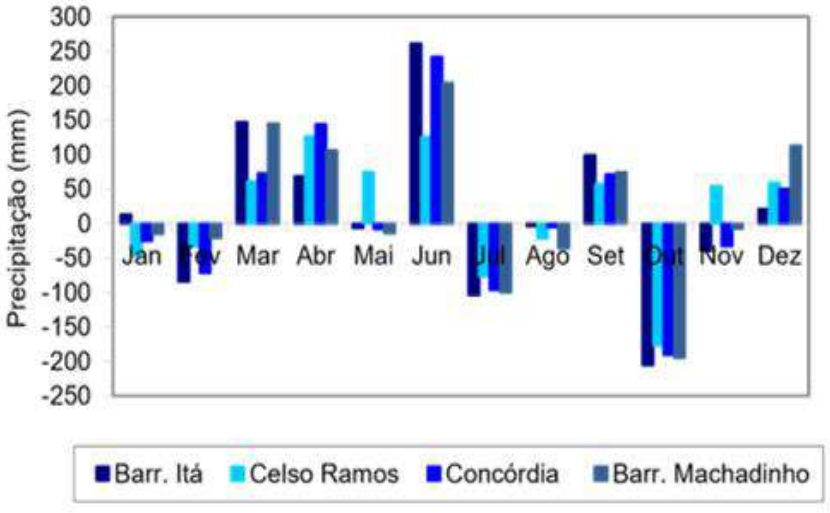


Figura 1.3. Anomalias mensais de precipitação em 2014.

Tabela 1.3. Anomalias mensais de precipitação em 2014.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Barragem Itá	12,8	-84,0	147,2	68,6	-6,4	261,1	-103,9	-3,8	99,0	-205,5	-39,9	21,1
Celso Ramos	-46,3	-32,9	61,3	126,1	74,1	125,6	-76,9	-21,7	56,9	-177,4	54,1	58,4
Concórdia	-25,3	-71,5	72,6	143,8	-7,9	241,7	-96,5	-5,3	71,3	-190,0	-32,5	50,1
Barragem Machadinho	-14,9	-21,0	145,2	105,7	-14,0	203,9	-100,4	-36,0	74,4	-195,0	-7,4	112,6

1.3.1.2 Temperatura do ar

As temperaturas ficaram elevadas no verão, representados pelos meses de dezembro, janeiro e fevereiro; época de domínio das massas de ar tropicais. A partir de março as temperaturas ficaram em declínio devido ao predomínio das massas de ar frio vindas de maiores latitudes para o sul do Brasil. Os meses de junho e julho foram os mais frios, conforme o comportamento das temperaturas médias contido na Tabela 1.8 e Figura 1.8. Na primavera, as massas de ar que passaram a predominar foram as tropicais e, em consequência, as temperaturas ficaram em elevação. Além das massas de ar, existiram outros fatores como a latitude e a altitude, que interferiram no comportamento da temperatura.

Na área de influência da Usina o fator altitude é um dos mais importantes. Essa condição altera o comportamento térmico na área já que as estações automáticas estão em altitudes inferiores em relação a estação convencional de Campos Novos (climatológica). Conforme a Tabela 1.1, as estações meteorológicas automáticas da Barragem Itá, Concórdia, Celso Ramos e Barragem Machadinho estão em altitudes inferiores a da estação climatológica em 534 m, 379 m, 208 m e 189 m, respectivamente. Em consequência, as médias das temperaturas dessas estações ficaram superiores a da climatológica, necessitando de correções altimétricas para facilitar a análise desse elemento do clima sem a interferência do fator altitude.

Na comparação das temperaturas médias do ano de 2014 com as médias climatológicas (Tabela 1.8 e Figura 1.8) foi verificado que a maioria dos meses apresentou anomalias negativas de temperaturas médias, conforme a Tabela 1.9 e Figura 1.9. Esse fato está associado ao comportamento térmico das temperaturas mínimas, que ficaram anomalamente mais baixas em relação às máximas (Tabela 1.5, Tabela 1.7 e Figura 1.4, Figura 1.6). Isso significa manhãs mais frias e tardes mais quentes, características de condições estáveis de tempo que predominaram na área de influência da Usina.

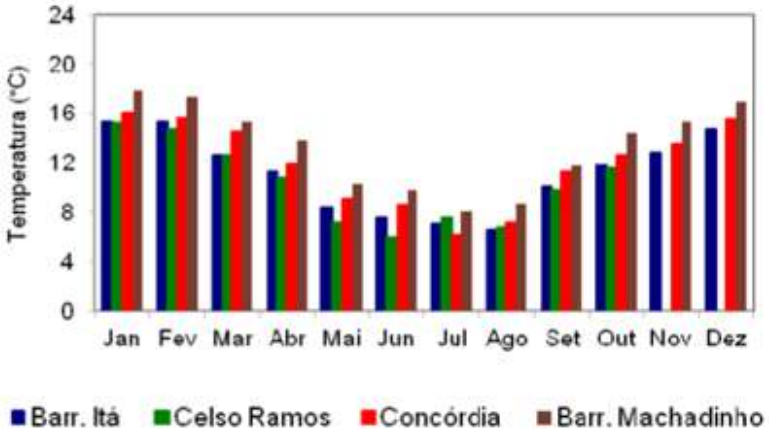


Figura 1.4. Médias mensais de temperatura mínima em 2014.

Tabela 1.4. Médias mensais de temperatura mínima em 2014.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Barragem Itá	15,3	15,3	12,6	11,3	8,4	7,6	7,1	6,6	10,1	11,8	12,8	14,7
Celso Ramos	15,2	14,7	12,6	10,8	7,2	6,0	7,6	6,8	9,8	11,6	*	*
Concórdia	16,1	15,7	14,5	12,0	9,1	8,6	6,2	7,2	11,3	12,6	13,5	15,5
Barragem Machadinho	17,8	17,4	15,3	14	10,3	9,8	8,0	8,7	11,8	14,4	15,3	17,0

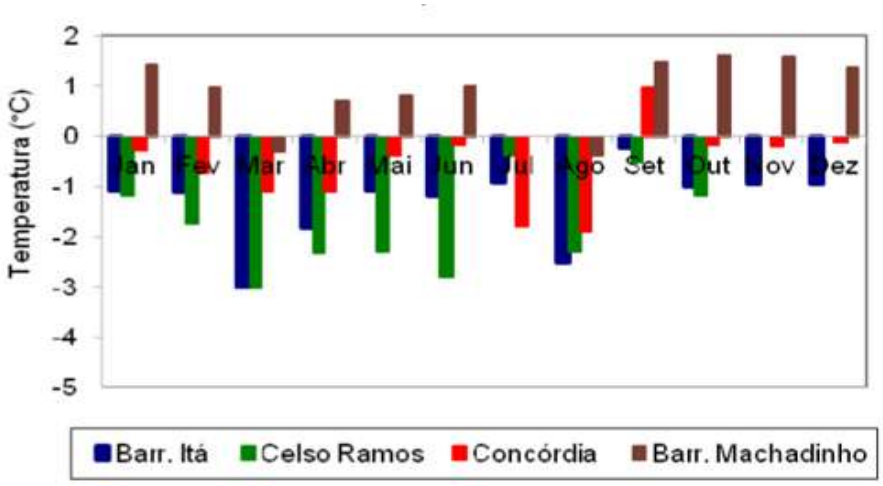


Figura 1.5. Anomalias mensais de temperatura mínima em 2014.

Tabela 1.5. Anomalias mensais temperatura mínima em 2014.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Barragem Itá	-1,1	-1,1	-3,0	-1,8	-1,1	-1,2	-0,9	-2,5	-0,2	-1,0	-0,9	-0,9
Celso Ramos	-1,2	-1,7	-3,0	-2,3	-2,3	-2,8	-0,4	-2,3	-0,5	-1,2	*	*
Concórdia	-0,3	-0,7	-1,1	-1,1	-0,4	-0,2	-1,8	-1,9	1,0	-0,2	-0,2	-0,1
Barragem Machadinho	1,4	1,0	-0,3	0,7	0,8	1,0	0,0	-0,4	1,5	1,6	1,6	1,4

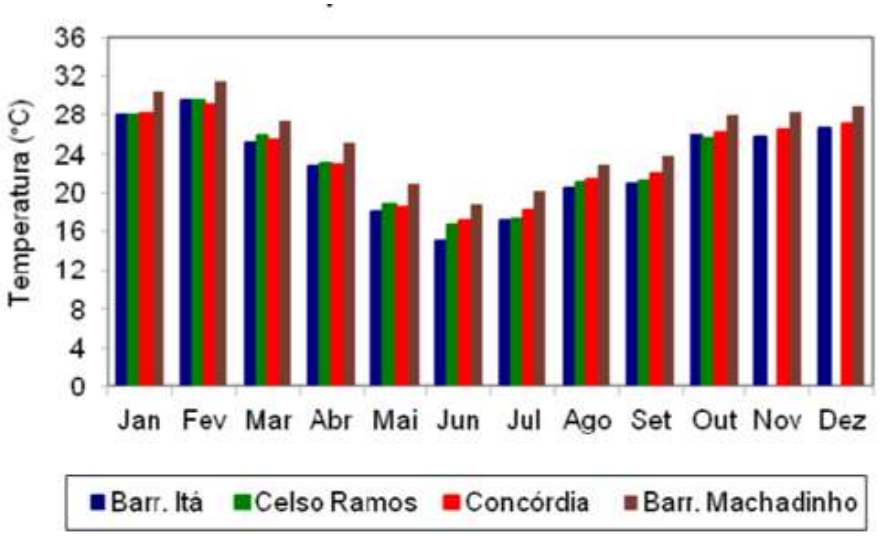


Figura 1.6. Médias mensais de temperatura máxima em 2014.

Tabela 1.6. Médias mensais de temperatura máxima em 2014.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Barragem Itá	28,0	29,5	25,1	22,6	18,1	15,1	17,1	20,5	20,9	25,9	25,8	26,6
Celso Ramos	28,0	29,6	25,9	23,1	18,8	16,6	17,4	21,1	21,2	25,6	*	*
Concórdia	28,2	29,1	25,4	23,0	18,6	17,1	18,3	21,3	21,9	26,2	26,5	27,1
Barragem Machadinho	30,4	31,5	27,4	25,1	20,9	18,9	20,2	23,0	23,9	28,0	28,2	29,0

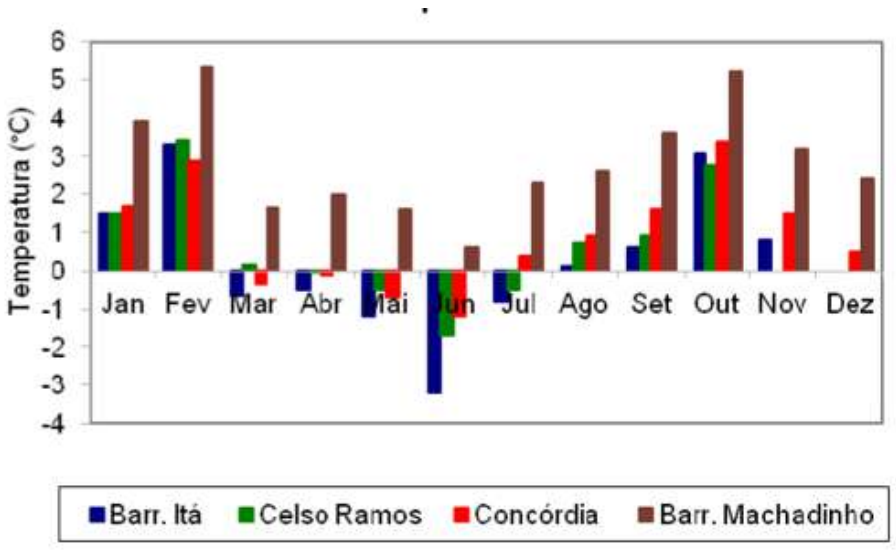


Figura 1.7. Anomalias mensais de temperatura máxima em 2014.

Tabela 1.7. Anomalias mensais temperatura máxima em 2014.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Barragem Itá	1,5	3,3	-0,7	-0,5	-1,2	-3,2	-0,8	0,1	0,6	3,1	0,8	0,0
Celso Ramos	1,5	3,4	0,1	0,0	-0,5	-1,7	-0,5	0,7	0,9	2,8	*	*
Concórdia	1,7	2,9	-0,4	-0,1	-0,7	-1,2	0,4	0,9	1,6	3,4	1,5	0,5
Barragem Machadinho	3,9	5,3	1,6	2,0	1,6	0,6	2,3	2,6	3,6	5,2	3,2	2,4

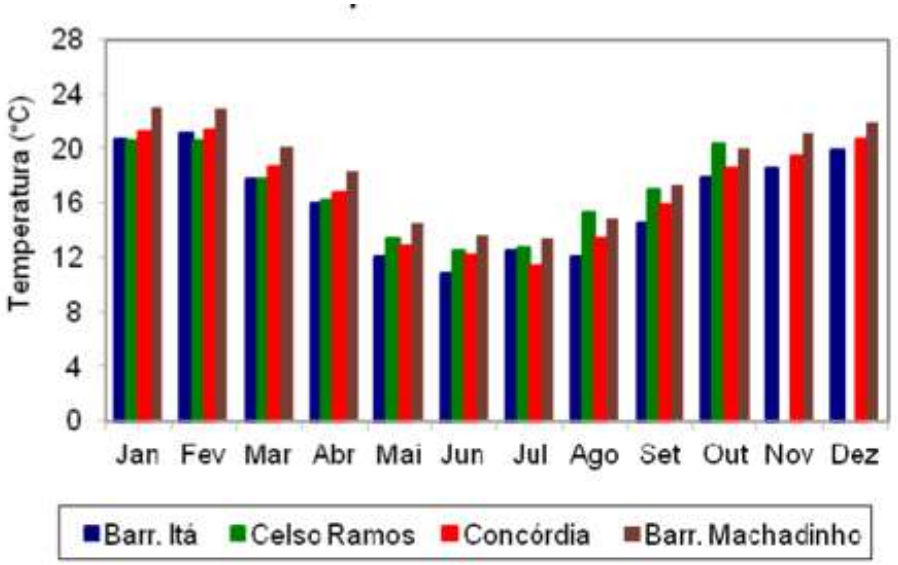


Figura 1.8. Médias mensais de temperatura média em 2014.

Tabela 1.8. Médias mensais de temperatura média em 2014.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Barragem Itá	20,6	21,1	17,7	16,0	12,0	10,8	12,5	12,0	14,6	17,8	18,6	19,9
Celso Ramos	20,5	20,5	17,7	16,2	13,3	12,5	12,7	15,3	16,9	20,3	*	*
Concórdia	21,2	21,3	18,7	16,7	12,8	12,2	11,4	13,3	15,9	18,6	19,4	20,6
Barragem Machadinho	23,0	22,9	20,1	18,4	14,5	13,6	13,3	14,9	17,3	20,0	21,1	21,9

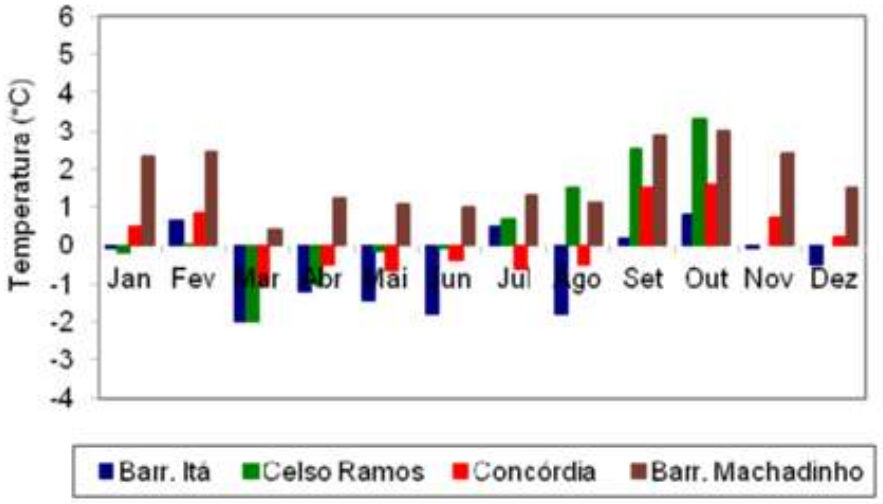


Figura 1.9. Anomalias mensais de temperatura média em 2014.

Tabela 1.9. Anomalias mensais temperatura média em 2014.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Barragem Itá	-0,1	0,6	-2,0	-1,2	-1,5	-1,8	0,5	-1,8	0,2	0,8	-0,1	-0,5
Celso Ramos	-0,2	0,0	-2,0	-1,0	-0,2	-0,1	0,7	1,5	2,5	3,3	*	*
Concórdia	0,5	0,8	-1,0	-0,5	-0,7	-0,4	-0,6	-0,5	1,5	1,6	0,7	0,2
Barragem Machadinho	2,3	2,4	0,4	1,2	1,0	1,0	1,3	1,1	2,9	3,0	2,4	1,5

1.3.2 Amplitude térmica

A amplitude térmica (diferença entre a temperatura máxima e a mínima) sofre variações de acordo com as condições do tempo atmosférico. Nas estabilidades, com umidade mais baixa e céu com menos nebulosidade e ausência de chuva, a amplitude térmica é máxima. Ao contrário, em condições de instabilidade, com umidade elevada, precipitação e presença de muita nebulosidade, ela é mínima e, ocasionalmente, quando há chuva persistente, com céu encoberto, fica praticamente inexistente.

Na área de influência da Usina Itá, a amplitude térmica, no decorrer de 2014, ficou ligeiramente acima da média climatológica, com média geral de 12,0°C (Tabela 1.10 e Figura 1.10). Essa condição é verificada através da Tabela 1.11 e Figura 1.11, onde ocorreram anomalias positivas de amplitude térmica em quase todos os meses, com destaque para os meses de fevereiro e outubro, que apresentaram chuvas abaixo da média e com anomalias positivas médias de amplitude térmica de 3,9ºC e 3,7ºC, respectivamente.

Os meses de maio, junho e julho foram os únicos que apresentaram anomalias negativas de amplitude térmica em algumas estações meteorológicas, com destaque para o mês de junho (Tabela 1.11 e Figura 1.11). Essa condição foi devido à intensa nebulosidade e a ocorrências de chuvas acima da média, durante o referido mês.

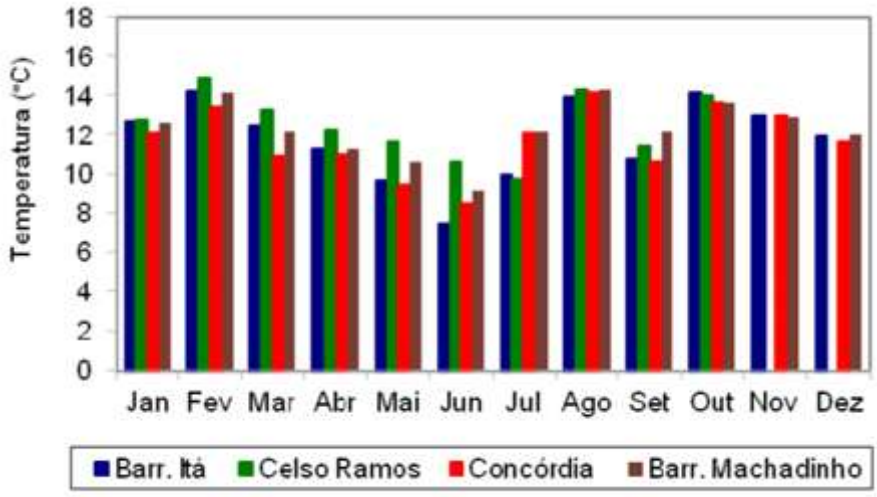


Figura 1.10. Médias mensais de amplitude térmica em 2014.

Tabela 1.10. Médias mensais de amplitude térmica em 2014.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Barragem Itá	12,7	14,2	12,5	11,3	9,7	7,5	10,0	13,9	10,8	14,1	13,0	11,9
Celso Ramos	12,8	14,9	13,3	12,3	11,6	10,6	9,8	14,3	11,4	14,0	*	*
Concórdia	12,1	13,4	10,9	11,0	9,5	8,5	12,1	14,1	10,6	13,6	13,0	11,6
Barragem Machadinho	12,6	14,1	12,1	11,3	10,6	9,1	12,2	14,3	12,1	13,6	12,9	12,0

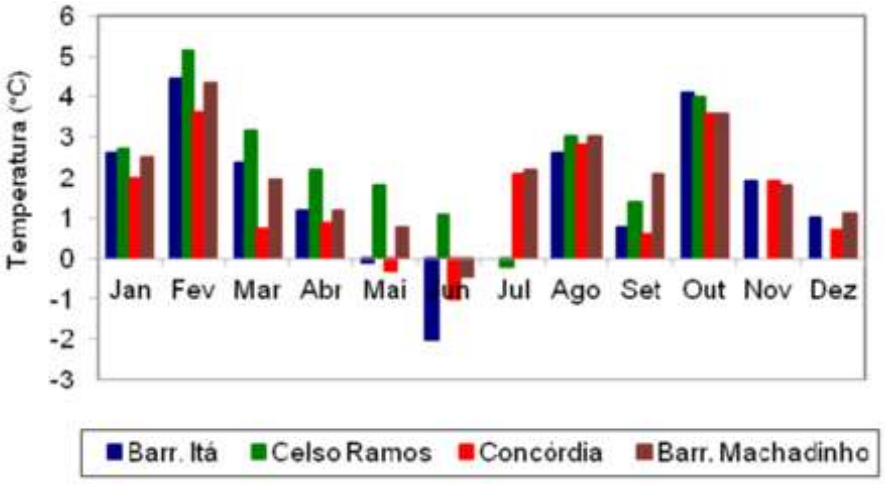


Figura 1.11. Anomalias mensais de amplitude térmica em 2014.

Tabela 1.11. Anomalias mensais de amplitude térmica em 2014.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Barragem Itá	2,6	4,4	2,4	1,2	-0,1	-2,0	0,0	2,6	0,8	4,1	1,9	1,0
Celso Ramos	2,7	5,1	3,2	2,2	1,8	1,1	-0,2	3,0	1,4	4,0	*	*
Concórdia	2,0	3,6	0,8	0,9	-0,3	-1,0	2,1	2,8	0,6	3,6	1,9	0,7
Barragem Machadinho	4,0	2,5	0,6	3,4	1,2	-0,4	2,1	1,8	2,5	3,0	3,0	3,0

1.3.3 Umidade relativa do ar

Na área de influência da Usina Hidrelétrica Machadinho foi verificado, através do monitoramento diário das condições climáticas, que normalmente à noite e ao amanhecer a umidade ficou elevada, com valores acima de 90%. No decorrer do dia a UR diminuiu gradualmente e, por volta das 15 horas, registrou a valores em torno de 50%.

A condição de UR elevada à noite e ao amanhecer ocorreu mesmo naqueles períodos de tempo estável com deficiência de chuva. Entretanto, sob influência de sistema de alta pressão, com deslocamento continental (do norte da Argentina para o sul do Brasil) e em situação pré-frontal, a UR ficou baixa durante todo o período do dia, com valores inferiores a 80% ao amanhecer, atingindo de 20 a 30% no decorrer da tarde. Por outro lado, nos dias de tempo instável com presença de muitas nuvens, chuvas persistentes e temperaturas com poucas variações, a UR ficou elevada durante todo o dia e, geralmente, não baixou de 90%.

No ano de 2014 a umidade relativa do ar ficou mais elevada na maioria dos meses, com destaque para os meses de maio e junho, que registraram médias mensais superiores a 90%, conforme a Figura 1.12. O mês de junho foi o mais úmido, com porcentagem média de 94,2% na área de influência da área de influência da Usina.

A condição de umidade mais elevada está associada à presença de instabilidades com muitas nuvens e chuvas persistentes, que marcaram as condições de tempo no mês de junho.

Os meses de fevereiro e outubro foram os únicos que apresentaram anomalias negativas, conforme a Tabela 1.13 e Figura 1.13. Essa condição está associada às fortes estabilidades atmosféricas que aconteceram nestes meses, inclusive com chuvas abaixo da média.

A estação que registrou maiores médias de umidade foi Concórdia, seguida por Barragem Machadinho e Barragem Itá. Em Concórdia, além da presença do Rio Uruguai nas proximidades da estação meteorológica, há também lagos no entorno da referida estação, contribuindo para a manutenção da elevada umidade. Nas barragens Machadinho e Itá há também contribuição do lago, tendo em vista a proximidade das estações meteorológicas com a lâmina d'água das represas.

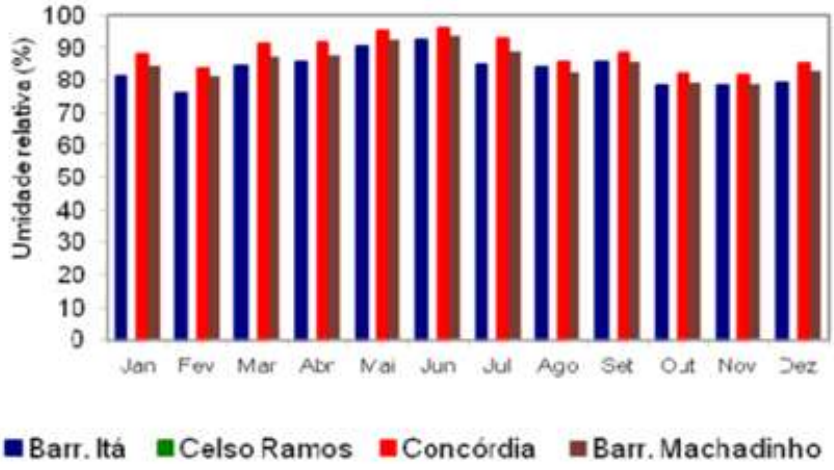


Figura 1.12. Médias mensais de umidade relativa em 2014.

Tabela 1.12. Médias mensais de umidade relativa em 2014.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Barragem Itá	81,3	75,9	84,7	85,7	90,3	92,3	84,7	84,2	85,7	78,3	78,3	79,3
Celso Ramos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Concórdia	88,1	83,7	91,2	91,6	95,5	96,35	92,7	85,6	88,6	82,3	81,7	85,2
Barragem Machadinho	84,5	81,3	87,3	87,6	92,3	93,8	88,7	82,6	85,74	79,4	78,8	83,1

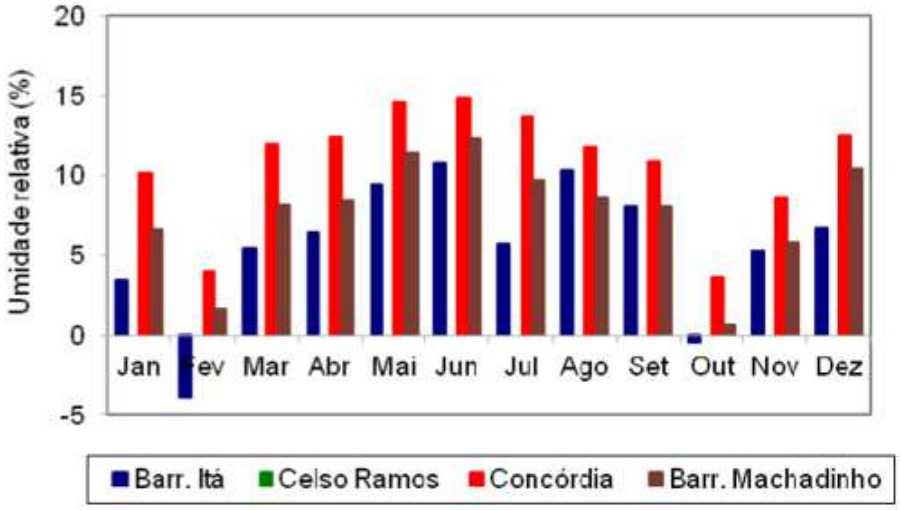


Figura 1.13. Anomalias mensais de umidade relativa em 2014.

Tabela 1.13. Anomalias mensais de umidade relativa em 2014.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Barragem Itá	3,5	-3,9	5,5	6,5	9,4	10,8	5,7	10,3	8,0	-0,4	5,3	6,7
Celso Ramos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Concórdia	10,2	4,0	12,0	12,4	14,6	14,9	13,7	11,7	10,9	3,6	8,7	12,6
Barragem Machadinho	6,6	1,6	8,1	8,4	11,4	12,3	9,7	8,7	8,0	0,7	5,8	10,5

1.3.3.1 Considerações Finais para o ano de 2014

No decorrer do ano de 2014 as condições climáticas na área de influência da Usina Hidrelétrica Machadinho foram influenciadas pelos sistemas atmosféricos que normalmente atuam no sul do Brasil, sem interferências dos fenômenos globais El Niño e La Niña. Algumas variações percebidas ao longo do ano foram devido à atuação de sistemas de alta e baixa pressão atmosférica, entre estes se destacam as baixas pressões e cavados a superfície e as frentes frias. Outra condição importante de se ressaltar em relação ao micro clima onde as estações meteorológicas automáticas estão implantadas são as características locais de uso do solo e modulação do relevo que podem criar algumas particularidades que afetam os elementos do clima como a umidade relativa do ar e a temperatura.

De modo geral, 2014 foi um ano com chuvas irregulares no tempo e no espaço devido à dinâmica atmosférica ocorrida no sul do Brasil. Com isso, houve variações no comportamento térmico, sendo que as temperaturas mínimas ficaram mais baixas e as máximas, mais elevadas, representando amplitude térmica alta, características das condições de estabilidade atmosférica que predominaram na área de influência da Usina. A umidade relativa do ar também foi influenciada pelas condições atmosféricas, ficando mais elevada no outono-inverno e mais baixas na primavera-verão.

1.3.4 Julho de 2016 a dezembro de 2023

1.3.4.1 Precipitação

Os sistemas atmosféricos responsáveis pela ocorrência de chuva na área de influência da UHE Machadinho em geral são os sistemas frontais, baixas pressões à superfície e sistemas convectivos de mesoescala, os quais recebem suporte de outras forçantes meteorológicas em diversos níveis da atmosfera, como, os Jatos de Altos e Baixos níveis, os vórtices ciclônicos, convergência de umidade nas camadas atmosféricas mais baixas e defluência em níveis superiores.

O comportamento da precipitação também está relacionado com sua sazonalidade e a atuação de forçantes externas à dinâmica atmosférica regional, como o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), em suas fases positiva denominado El Niño e na fase negativa La Niña, e os Bloqueios Atmosféricos (fenômenos de escala global). Esses fenômenos de escala global alteram o posicionamento e intensidade dos sistemas atmosféricos atuantes na região, gerando condições diferenciadas de tempo, e consequentemente alterando o comportamento climático do local.

Estudos recentes mostram que outros índices modulares de escala de variação semanal, como o Índice de Oscilação Antártica- AAO, que dependendo a sua magnitude (negativa ou positiva) também reflete no comportamento das chuvas e das temperaturas no sul do Brasil.

O Figura 1.14 e Tabela 1.14 apresentam as médias mensais de precipitação registradas nas estações monitoradas, entre julho de 2016 e dezembro de 2023. Já o Figura 1.15 e a Tabela 1.15 mostram as anomalias de precipitação para o mesmo período.

No segundo semestre do ano de 2016 os volumes de precipitação ficaram abaixo da média climatológica em todas as estações monitoradas para os meses de julho, setembro e novembro. Nos meses de outubro e dezembro as chuvas ocorreram de forma irregular no espaço, ou seja, com precipitação acima da média em determinada estação meteorológica e abaixo da média em outra. No mês de agosto/2016, a precipitação foi acima da média para todas as estações meteorológicas, com totais mensais que oscilaram entre 135 e 160mm.

No decorrer de 2017, a precipitação apresentou grande variabilidade interanual, com má distribuição espaço-temporal e a precipitação, em geral, foi abaixo da média na área de influência da Usina, exceto os meses de maio e outubro quando a precipitação ficou acima da média.

Os meses de janeiro, fevereiro, novembro e dezembro de 2017 foram caracterizados pela irregularidade espacial na precipitação, com totais mensais que se diferenciaram significativamente entre as estações em um mesmo mês, com mais de 100 mm de diferença de chuva entre as estações analisadas, resultando em volumes acima da média em algumas estações e abaixo da média em outras.

Os meses de março, junho, julho e setembro de 2017 foram marcados por chuva abaixo da média em todas as estações meteorológicas. com destaque para os meses de julho e setembro, quando a precipitação mensal ficou abaixo de 15 mm e 35 mm, respectivamente, na área da Usina. Em contrapartida, o mês de maio foi destacado por volumes elevados de precipitação com totais mensais de 418 mm em Barragem Machadinho e 363 mm em Concórdia, o que representa aproximadamente 300% do esperado para o mês.

O regime de precipitação nas estações monitoradas na área de influência da UHE Machadinho apresentaram um comportamento homogêneo ao longo do ano de 2019. No geral, a precipitação foi abaixo da média (representado pelas anomalias negativas de precipitação) na área de influência da Usina, com destaque para os meses de junho a outubro, e dezembro.

No primeiro trimestre do ano do referido ano, apesar dos volumes apresentarem discreta variabilidade espacial, a precipitação ficou acima da média climatológica (representado pelas anomalias positivas) neste período, e posteriormente nos meses de maio e novembro. Em janeiro, a estação de Concórdia registrou o maior volume mensal de precipitação, com acumulado de 282mm, o que representa 72% mais que o esperado para o mês.

No mês de abril as chuvas ficaram abaixo da média na maioria das estações monitoradas na área da UHE Machadinho, com destaque para a estação de Celso Ramos que ficou com 50% menos de chuva que o esperado para o mês. Em contrapartida o mês de maio, as chuvas retornaram a área de influência da Usina,

caracterizando um mês que apresentou volumes elevados de precipitação com totais mensais de 422 mm Celso Ramos, o que representa aproximadamente 200% do esperado para o mês, e ficando acima da média todas as estações.

No ano de 2020, em geral, o regime de precipitação nas estações monitoradas foi abaixo da média em oito meses de 2020 (representado pelas anomalias negativas de precipitação), para área de influência da Usina, com destaque para os meses de março e outubro. Nos meses de inverno (junho a agosto) a precipitação ficou acima da média climatológica (representado pelas anomalias positivas) neste período, e no último mês de 2020 a precipitação apresentou certa variabilidade espacial, com Barragem Machadinho e Celso Ramos registrando precipitação abaixo da média climatológica, enquanto Barragem Itá e Concórdia acima da média.

O destaque de anomalias negativas no decorrer de 2020, e dos baixos volumes de chuva, foram para os meses de março e outubro, com déficit de mais de 100mm em março, e entre 176 e 208 mm de déficit no mês de outubro. Nas estações Barragem Machadinho e Concórdia, choveu apenas 8.6 mm e 14 mm, respectivamente, em outubro, o que representa menos de 10% do volume esperado para o mês inteiro, sendo que a estação de Celso Ramos foi a que apresentou a anomalia mensal mais acentuada entre as estações monitoradas na área da usina.

Em contrapartida nos meses de junho a agosto, as chuvas retornaram à área de influência da Usina. No mês de junho, a estação de Celso Ramos registrou o maior volume mensal de precipitação de 2020, com acumulado de 285.8 mm, o que representa 146% mais que o esperado para o mês.

O ano de 2021 foi marcado por chuvas abaixo da média em toda região sul do Brasil. As estações meteorológicas monitoradas na área da UHE Machadinho apresentaram chuvas abaixo da média em boa parte do ano. A ausência de chuvas na área da Usina já vem sendo observado desde 2018, e a região vem passando por períodos prolongados sem precipitação, os quais intercalam com algum episódio de chuvas mais volumosas, porém que não suprem o déficit hídrico.

Considerando o total anual médio de precipitação, o ano de 2021 apresentou um déficit anual de médio de 500 mm, aproximadamente, superando as anomalias negativas já observadas em anos anteriores.

Os meses janeiro, junho, e de setembro a novembro do referido ano, apresentaram volumes irregulares de precipitação, com chuvas acima da média em parte das estações analisadas e abaixo em outras. Na estação de Barragem Itá e Concordia, os totais mensais de outubro foram de 223.5 mm e 245.6 mm, respectivamente, enquanto Barragem Machadinho registrou apenas 106.4 mm

Entre os meses de fevereiro a maio de 2021, julho, agosto e dezembro de 2021, a precipitação ficou abaixo da média climatológica em todas as estações meteorológicas analisadas na área de influência da usina UHE Machadinho. O destaque de anomalias negativas neste período foi no mês de abril, quando os totais mensais inferior a 12 mm, o que representa menos de 10% do total esperado para o mês.

No ano de 2022, para área da UHE Machadinho a precipitação anual apresentou um superávit médio de 184mm, amenizando a situação do déficit hídrico ocasionado pela escassez de chuvas que foram registradas nos anos anteriores (2019

a 2021), porém retornando a uma situação de déficit de chuvas nos dois últimos meses de 2022.

Em relação aos anos anteriores houve maior regularidade nas chuvas na área da UHE Machadinho, que apresentou chuvas acima da média nos meses de outono e parte do inverno, e em contrapartida nos meses mais quente do ano a chuva foi abaixo da média.

Entre os meses de janeiro, fevereiro, julho, setembro, novembro e dezembro de 2022 a precipitação ficou abaixo da média climatológica nas estações meteorológicas analisadas na área de influência da UHE Machadinho, sendo exceção para estação Barragem Itá, no mês de janeiro, que apresentou aproximadamente 2.5mm acima da média. O mês de julho e outubro/2022 os totais mensais foram baixos, com apenas 30 a 35% do total esperado para o mês.

As chuvas na área da UHE Machadinho mais intensas e acima da média ocorreram nos meses de março a junho, agosto e outubro de 2022. No mês de março, a estação de Celso Ramos registrou o maior volume mensal de precipitação de 2022, com acumulado de 242.2 mm, o que representa 178% mais que o esperado para o mês.

A primavera de 2022 foi predominante de chuva abaixo da média, onde os meses de setembro e novembro os totais mensais ficaram inferiores a 120mm em setembro, e ainda mais escassas em novembro quando ficaram inferiores a 52mm na área da UHE Machadinho. Porém, o mês de outubro foi marcado por maior instabilidade na atmosfera, com totais mensais que superaram os 300mm nas estações de Celso Ramos e Concórdia.

O total anual médio de precipitação, no ano de 2023, para área da UHE Machadinho apresentou um superávit médio na UHE superior a 800mm, resultado das chuvas ocorridas durante os meses de primavera (setembro a novembro) que representa aproximadamente 50% da chuva anual em apenas três meses.

A precipitação ficou abaixo da média climatológica nos primeiros quatro meses do ano, porém com destaque para os meses de janeiro e abril quando todas as estações meteorológicas analisadas na área de influência da usina de Machadinho registram baixos totais mensais.

As chuvas na área da UHE Machadinho mais intensas e acima da média ocorreram nos meses de julho, e setembro a novembro de 2023. Nos meses de outubro e novembro, a estação de Celso Ramos registrou volumes excessivos de precipitação, com acumulado de 611.6 e 637.4 mm, respectivamente, o que representa 400% mais que o esperado para o mês de novembro.

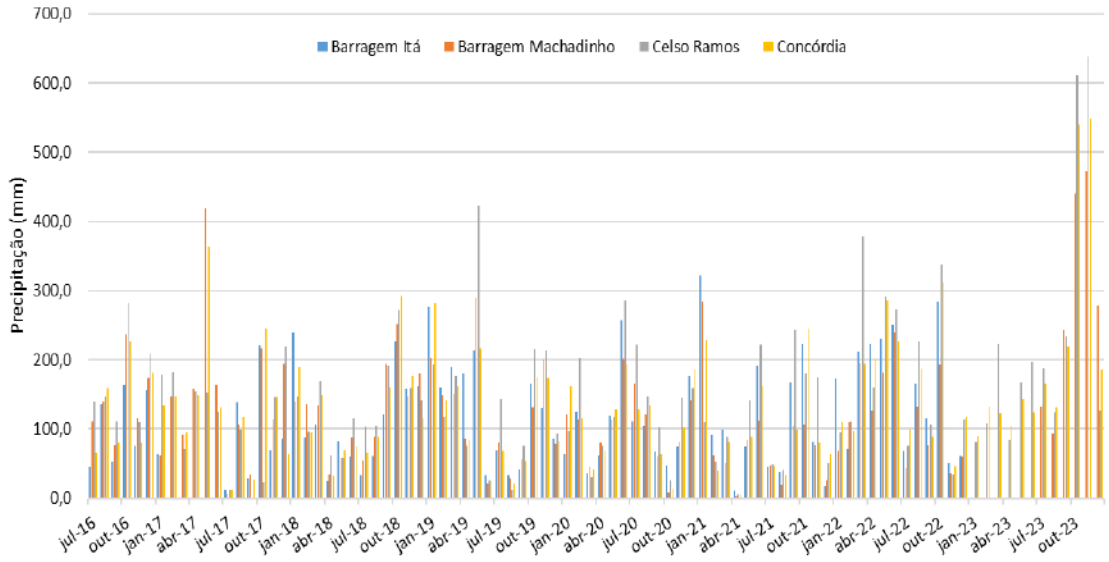


Figura 1.14. Totais mensais de precipitação entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Tabela 1.14. Totais mensais de precipitação entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Totais mensais de precipitação (mm)				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
jul-16	44,7	111,3	140,2	65,8
ago-16	135,9	140,7	147,2	159,8
set-16	52,8	77,7	111,0	80,8
out-16	164,3	237,0	281,6	226,6
nov-16	76,5	116,1	109,2	80,8
dez-16	157,0	173,5	209,6	181,4
jan-17	64,5	62,7	178,8	134,1
fev-17	*	147,3	183,2	147,3
mar-17	*	91,9	71,2	95,0
abr-17	*	157,2	155,2	149,4
mai-17	*	418,1	152,9	363,2
jun-17	*	163,3	126,2	131,3
jul-17	12,2	6,6	13,2	12,7
ago-17	138,4	107,2	99,8	117,6
set-17	29,2	35,6	*	27,7
out-17	220,2	215,9	23,4	245,1
nov-17	69,3	113,3	145,6	146,3
dez-17	86,1	194,3	218,6	63,5
jan-18	240,0	140,5	147,6	190,0
fev-18	87,4	135,6	96,8	94,2
mar-18	105,9	134,6	169,2	149,6
abr-18	24,9	34,3	62,4	31,8
mai-18	83,3	58,1	59,0	69,9
jun-18	59,7	87,6	115,6	74,2
jul-18	33,0	55,4	103,2	66,3
ago-18	61,7	89,2	104,4	89,7

Totais mensais de precipitação (mm)				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
set-18	121,2	193,8	191,2	160,3
out-18	226,5	251,7	272,2	292,4
nov-18	157,8	147,1	159,2	177,0
dez-18	162,1	179,1	142,0	116,1
jan-19	276,1	203,7	193,0	282,4
fev-19	160,9	148,8	118,4	142,3
mar-19	189,6	151,1	176,2	162,0
abr-19	179,8	86,6	75,6	85,1
mai-19	213,9	289,8	422,2	216,7
jun-19	32,7	21,9	26,0	25,1
jul-19	70,3	80,1	143,6	68,7
ago-19	33,0	29,2	12,4	21,5
set-19	42,1	56,8	75,4	53,9
out-19	165,8	131,0	214,6	175,7
nov-19	130,0	199,9	214,0	174,0
dez-19	86,4	79,0	92,8	82,6
jan-20	64,3	121,2	98,0	162,0
fev-20	125,7	113,3	203,6	115,7
mar-20	36,3	45,2	29,8	41,9
abr-20	63,2	79,5	76,4	69,1
mai-20	119,6	113,3	118,6	129,0
jun-20	258,1	201,7	285,8	192,8
jul-20	111,3	164,6	221,8	128,8
ago-20	104,4	121,7	148,2	134,1
set-20	67,1	61,2	102,0	64,3
out-20	48,3	8,6	26,4	14,0
nov-20	74,7	82,3	144,4	101,6
dez-20	176,3	141,2	159,8	184,9
jan-21	322,1	283,0	109,8	228,8
fev-21	91,9	62,2	52,2	39,6
mar-21	99,1	50,8	89,0	82,3
abr-21	11,4	2,5	5,0	5,8
mai-21	74,7	84,3	142,0	89,7
jun-21	191,0	112,8	221,8	162,3
jul-21	45,2	48,0	49,0	47,0
ago-21	38,1	19,6	41,2	34,0
set-21	167,6	104,6	242,8	99,6
out-21	223,5	106,4	180,0	245,6
nov-21	81,8	78,0	175,0	80,5
dez-21	17,3	25,4	51,4	64,5
jan-22	172,7	68,7	95,2	109,5
fev-22	71,4	110,0	111,4	98,0
mar-22	211,8	195,6	378,2	194,6
abr-22	224,3	127,0	160,2	201,4
mai-22	231,4	180,8	291,6	285,0

Totais mensais de precipitação (mm)				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
jun-22	250,4	240,0	273,2	226,1
jul-22	68,3	43,2	75,8	99,6
ago-22	164,6	133,4	226,8	187,7
set-22	115,8	77,7	107,0	89,4
out-22	284,0	193,3	338,4	311,7
nov-22	51,1	36,1	34,2	46,7
dez-22	60,7	59,7	114,0	118,9
jan-23	*	*	82,0	90,4
fev-23	*	*	107,8	133,1
mar-23	*	*	223,8	122,4
abr-23	*	*	85,2	104,4
mai-23	*	*	167,6	142,7
jun-23	*	*	197,8	124,5
jul-23	*	132,6	188,8	165,1
ago-23	*	94,0	123,6	131,6
set-23	*	242,6	233,8	219,5
out-23	*	440,4	611,6	540,0
nov-23	*	473,2	637,4	548,9
dez-23	*	277,9	127,8	185,2

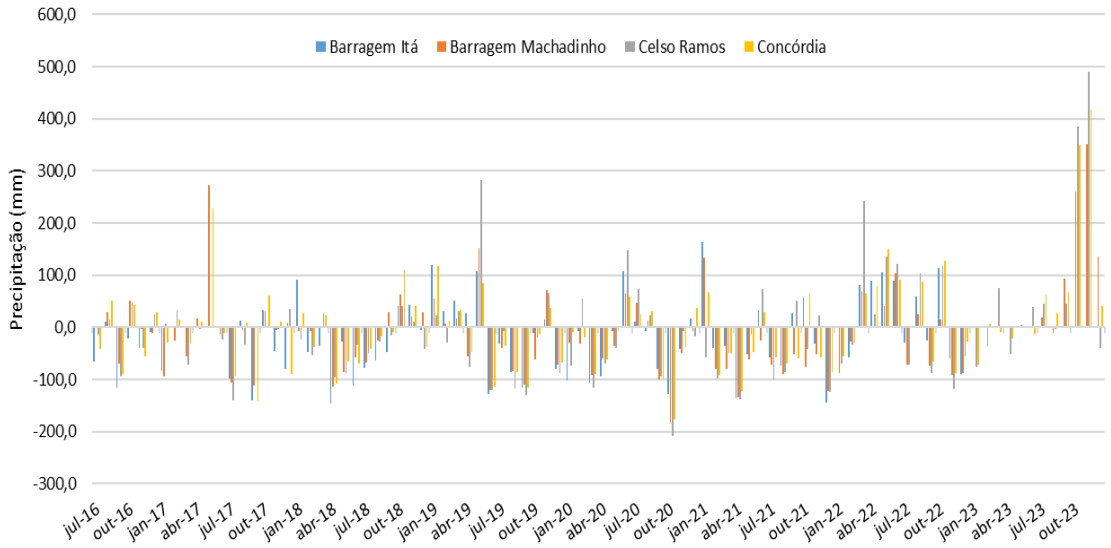


Figura 1.15. Anomalias mensais de precipitação entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Tabela 1.15. Anomalias mensais de precipitação entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Anomalias mensais de precipitação (mm)				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
jul-16	-66,1	-1,9	-13,1	-41,1
ago-16	10,5	28,6	14,4	51,8
set-16	-115,6	-69,9	-94,5	-89,1

Anomalias mensais de precipitação (mm)				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
out-16	-22,1	51,3	49,9	43,3
nov-16	-38,8	-3,1	-38,8	-54,6
dez-16	-9,8	-11,1	25,9	28,3
jan-17	-83,5	-94,2	7,8	-28,5
fev-17	*	-26,2	32,7	14,9
mar-17	*	-56,0	-71,6	-32,1
abr-17	*	17,8	-2,7	10,1
mai-17	*	272,4	*	227,4
jun-17	*	-13,2	-22,5	-11,6
jul-17	-98,6	-106,6	-140,1	-94,2
ago-17	13,0	-4,9	-33,0	9,7
set-17	-139,2	-112,1	*	-142,2
out-17	33,8	30,2	*	61,9
nov-17	-46,0	-5,9	-2,4	10,9
dez-17	-80,7	9,7	34,9	-89,6
jan-18	92,1	-8,1	-23,4	27,4
fev-18	-47,0	-6,6	-53,7	-38,2
mar-18	-35,6	0,3	26,4	22,5
abr-18	-147,1	-114,0	-95,6	-107,5
mai-18	-26,9	-86,7	-87,8	-66,0
jun-18	-112,5	-57,0	-33,2	-68,7
jul-18	-77,8	-67,6	-50,1	-40,6
ago-18	-63,7	-24,9	-28,4	-18,2
set-18	-47,2	28,9	-14,3	-9,6
out-18	40,1	62,5	40,5	109,1
nov-18	42,5	20,2	11,2	41,7
dez-18	-4,7	29,4	-41,7	-37,0
jan-19	119,8	55,6	23,4	118,2
fev-19	31,2	7,0	-28,9	12,1
mar-19	51,6	16,7	31,6	33,4
abr-19	26,2	-55,4	-76,1	-48,2
mai-19	107,1	152,6	282,2	84,8
jun-19	-128,3	-119,6	-120,6	-113,8
jul-19	-31,9	-38,7	-6,8	-35,8
ago-19	-86,0	-83,4	-118,7	-85,4
set-19	-115,4	-109,7	-129,2	-115,5
out-19	-11,7	-61,5	-19,7	-13,6
nov-19	15,0	71,7	65,3	36,3
dez-19	-80,0	-72,3	-88,5	-68,6
jan-20	-102,1	-30,0	-72,9	-8,8
fev-20	-6,8	-30,4	56,0	-18,3
mar-20	-106,4	-90,9	-116,4	-89,3
abr-20	-93,3	-59,6	-70,5	-61,6

Anomalias mensais de precipitação (mm)				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
mai-20	-7,5	-34,7	-39,9	-7,9
jun-20	108,3	66,2	146,9	59,9
jul-20	10,1	47,1	74,0	25,6
ago-20	-8,0	13,4	22,5	31,1
set-20	-79,5	-99,6	-94,4	-99,0
out-20	-127,5	-182,6	-208,3	-176,2
nov-20	-41,6	-49,9	-7,7	-38,0
dez-20	16,6	-6,3	-16,9	37,2
jan-21	163,6	133,4	-57,3	67,0
fev-21	-40,1	-79,8	-98,4	-92,8
mar-21	-34,8	-80,2	-50,0	-48,9
abr-21	-135,8	-133,6	-137,8	-121,8
mai-21	-51,7	-61,8	-13,8	-46,8
jun-21	32,2	-26,0	74,1	29,4
jul-21	-56,9	-72,1	-102,7	-57,5
ago-21	-73,6	-89,4	-85,7	-70,6
set-21	27,6	-51,3	51,6	-59,0
out-21	57,5	-75,7	-42,4	64,3
nov-21	-31,3	-51,6	23,3	-57,2
dez-21	-143,7	-121,8	-124,4	-85,0
jan-22	2,5	-87,6	-69,0	-55,7
fev-22	-57,5	-27,8	-34,2	-30,0
mar-22	80,6	68,8	242,2	66,2
abr-22	89,4	0,4	25,1	79,6
mai-22	105,0	40,2	136,7	150,8
jun-22	89,1	104,3	121,4	92,1
jul-22	-29,1	-71,6	-70,7	-2,1
ago-22	58,6	24,9	104,2	86,7
set-22	-26,3	-73,5	-86,9	-66,5
out-22	113,9	14,8	118,3	127,4
nov-22	-59,7	-90,9	-118,7	-88,3
dez-22	-90,0	-87,5	-55,9	-26,7
jan-23	*	*	-75,3	-72,1
fev-23	*	*	-36,2	6,5
mar-23	*	*	74,3	-9,5
abr-23	*	*	-51,2	-21,1
mai-23	*	*	4,6	3,2
jun-23	*	*	39,6	-14,2
jul-23	*	19,9	45,6	63,5
ago-23	*	-11,9	-4,0	26,4
set-23	*	92,6	44,4	66,5
out-23	*	261,3	385,1	349,9
nov-23	*	350,6	489,9	417,9

Anomalias mensais de precipitação (mm)				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
dez-23	*	134,9	-39,6	40,7

1.3.4.2 Temperatura do ar

A temperatura do ar é avaliada para valores mínimos, máximos e médios. A Figura 1.16 a Figura 1.21 e da Tabela 1.16 à Tabela 1.21 são apresentadas as variações de temperatura de julho de 2016 a dezembro de 2023, para as estações avaliadas.

O comportamento das temperaturas ao longo do segundo semestre de 2016 foi abaixo da média climatológica, com destaque para o mês de setembro que apresentou uma média nas temperaturas mínimas em torno de 10°C, que representa aproximadamente 2°C abaixo da média climatológica em todas as estações analisadas e temperatura média do ar de 16°C.

Em 2017, as temperaturas mínimas na área da Usina foram acima da média climatológica, especialmente no primeiro semestre do ano, com destaque para os meses de maio e setembro, que apresentaram anomalias próximas a 3°C. Nos meses de abril, julho, outubro e novembro as temperaturas mínimas ficaram abaixo da média, com anomalia de-1.4°C na Barragem Machadinho no mês de novembro.

As temperaturas máximas e médias do ano de 2017 apresentaram maior variabilidade espacial no primeiro trimestre de 2017, com algumas estações apresentando anomalias negativas e outras positiva, como verificado no mês de março em que as anomalias de temperatura máxima na Barragem Itá foram de-0.5°C e 0.7°C na Barragem Machadinho. No período de maio a setembro, foram observados valores mais elevados nas temperaturas máximas, com destaque para o mês de setembro, quando as anomalias foram de 4.8°C e 5.7°C nas estações de Barragem Itá e Concórdia, respectivamente.

O comportamento das temperaturas ao longo do ano de 2018 apresentaram grande variabilidade, com alguns meses acima da média e outros abaixo. Nos meses de fevereiro, junho, agosto e dezembro as temperaturas mínimas apresentaram anomalias negativas, com destaque para o mês de agosto de 2018 que apresentou uma média nas temperaturas mínimas em torno de 8°C, que representa aproximadamente 2.2 a 2.5°C abaixo da média climatológica nas estações analisadas.

Os meses outono (março, abril e maio) e primavera (setembro, outubro e novembro) do referido ano foram caracterizados por temperaturas mínimas mais elevadas na área da Usina, com destaque para os meses de outono, quando as temperaturas média e máxima também ficaram acima da média.

O comportamento das temperaturas mínimas e médias ao longo do ano de 2019 apresentaram grande variabilidade temporal e em boa parte dos meses, as temperaturas apresentaram anomalias positivas, com destaque para os meses de maio e junho de 2019 que apresentaram uma média nas temperaturas mínimas em torno de 14.7°C e 23.9°C nas temperaturas máximas, respectivamente, que representa aproximadamente 4°C acima

da média climatológica nas estações analisadas. Esse comportamento refletiu em temperaturas médias mais elevadas, com anomalia positiva de 2.6°C na estação de Concórdia para o mês de maio e 2.8°C na Barragem Itá em junho.

O comportamento das temperaturas no decorrer do ano de 2020 apresentou grande variabilidade no que se refere aos extremos climáticos, com meses anomalamente frios, e outros anomalamente quentes. O destaque foi para as temperaturas registradas no primeiro semestre do ano, especialmente entre os meses de fevereiro e maio, quando as temperaturas mínimas ficaram abaixo da média climatológica marcando a presença de noites mais frias no entorno da UHE Machadinho.

No mês de março, apesar de ter temperaturas mínimas levemente abaixo do normal, os dados de temperaturas máximas e médias mostram um mês de temperaturas elevadas, especialmente nas tardes, já que os valores médios de máximas ficaram próximos de 32°C, e anomalias de 2.8°C em Concórdia.

No mês de abril de 2020, as temperaturas mínimas, máximas e médias apresentaram anomalias negativas, com valores de -3.3°C de anomalia de temperatura mínima em Concórdia e-2.9°C em Barragem Machadinho.

No segundo semestre de 2020 foi de temperaturas, em geral, mais elevadas na área da UHE Machadinho, com anomalias de temperatura máxima de 2.3°C no mês de setembro, e de 3.1°C no mês de outubro para Barragem Itá.

O comportamento das temperaturas no decorrer do ano de 2021 apresentou variabilidade no que se refere aos extremos climáticos, com meses anomalamente frios. Nos meses de fevereiro, junho, julho e outubro, observou-se que as temperaturas mínimas, máximas e médias apresentaram anomalias negativas. No mês julho, as massas de ar frio, mais duradouras e intensas, estiveram presentes em três episódios de frio, resultando em anomalias negativas de-3.2°C nas estações de Concórdia e Barragem Machadinho, e de -2.8°C na estação de Barragem Itá. As médias mensais das temperaturas mínimas em julho foram de 5.4°C a 6.5°C na área da UHE Machadinho.

Os meses de agosto e setembro de 2021 foram os meses em que as temperaturas mínimas, máximas e médias apresentaram anomalias positivas, ficando acima da média climatológica, com anomalias superiores a 1.1°C, e valores que alcançaram 2.3°C no mês de agosto para Barragem Itá.

No decorrer do ano de 2022 o destaque foi para as temperaturas mais elevadas no mês de julho, com anomalias positivas de máximas, mínimas e média. Neste mês, as anomalias de temperaturas mínimas foram 3.1°C na estação de Celso Ramos, e para as temperaturas máximas de 3.6°C na mesma estação, sendo caracterizado o julho mais quente já observado no sul do Brasil.

Nos meses de abril a junho, agosto, setembro a novembro de 2022 observou-se que as temperaturas mínimas, máximas e médias apresentaram anomalias negativas a maior parte do ano com temperaturas abaixo do esperado, em especial no outono, parte do inverno e da primavera, sendo a estação de Celso Ramos a exceção nos meses de abril e maio para a variável temperatura mínima.

No mês de maio de 2022, as massas de ar frio, mais duradouras e intensas

estiveram presentes especialmente na segunda quinzena do mês, resultando em anomalias negativas de temperaturas máximas de-2.6°C na estação de Barragem Machadinho, e -3.3°C na estação de Barragem Itá. No mês de dezembro, a predominâncias de massas de ar seco e quente favoreceram média mensal de temperatura máxima de 32.8°C em Barragem Itá, e anomalias de 1.6°C.

O comportamento das temperaturas ao longo do ano de 2023 apresentou grande variabilidade, com maior parte dos meses acima da média e outros abaixo ou ligeiramente abaixo, sendo que e o destaque foi para as temperaturas mínimas mais elevadas a partir do mês maio.

No primeiro semestre do ano podemos destacar os meses de março, maio e junho, onde as temperaturas médias, mínimas e máximas apresentaram um comportamento predominante de anomalias positivas em todas as estações, sendo relevante o desvio positivo superior a 2°C no mês de maio para estação de Celso Ramos.

Entre os meses de setembro a novembro, as chuvas frequentes e recordes no sul do Brasil refletiram diretamente no padrão de temperaturas, especialmente nas temperaturas máximas para os meses de outubro e novembro, que não sofreram elevação devido à grande cobertura de nebulosidade, ficando abaixo da média climatológica, e valores médios em torno de 24°C em outubro e em torno de 27°C em novembro.

Com mais umidade disponível na atmosfera ocorre menor resfriamento radiativo noturno, resultando em temperaturas mais elevadas no amanhecer, conforme demonstrado pelos valores de anomalias de temperaturas mínimas, evidente no mês de setembro que apresentou 4.5°C.

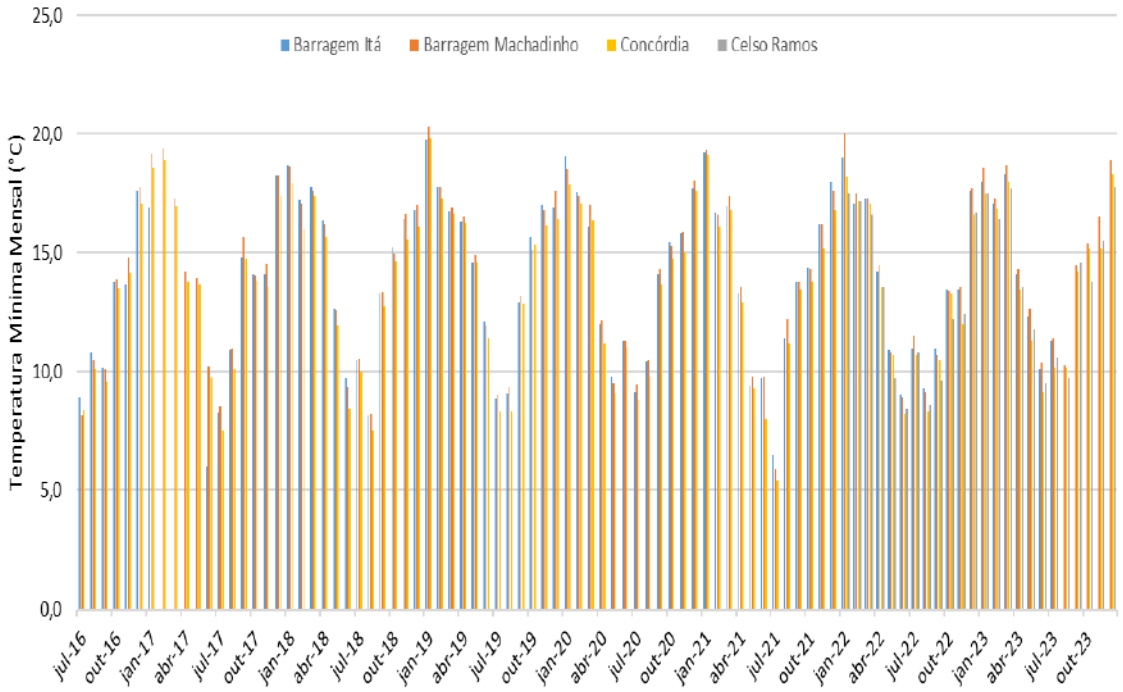


Figura 1.16. Médias mensais de temperatura mínima entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Tabela 1.16. Médias mensais de temperatura mínima entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Médias mensais de temperatura mínima				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
jul-16	8,9	8,1	*	8,4
ago-16	10,8	10,5	*	10,1
set-16	10,2	10,1	*	9,5
out-16	13,8	13,9	*	13,5
nov-16	13,7	14,8	*	14,2
dez-16	17,6	17,8	*	17,1
jan-17	16,9	19,1	*	18,6
fev-17	*	19,4	*	18,9
mar-17	*	17,3	*	17,0
abr-17	*	14,2	*	13,8
mai-17	*	14,0	*	13,7
jun-17	6,0	10,3	*	9,8
jul-17	8,3	8,5	*	7,5
ago-17	10,9	11,0	*	10,1
set-17	14,8	15,6	*	14,7
out-17	14,1	14,1	*	13,9
nov-17	14,1	14,5	*	13,6
dez-17	18,2	18,2	*	17,4
jan-18	18,7	18,6	*	18,0
fev-18	17,2	17,1	*	16,0
mar-18	17,8	17,6	*	17,4
abr-18	16,3	16,2	*	15,7
mai-18	12,6	12,6	*	11,9
jun-18	9,7	9,3	*	8,4
jul-18	10,5	10,5	*	10,0
ago-18	8,1	8,2	*	7,5
set-18	13,3	13,3	*	12,8
out-18	15,3	15,0	*	14,6
nov-18	16,4	16,6	*	15,6
dez-18	16,8	17,0	*	16,1
jan-19	19,8	20,3	*	19,8
fev-19	17,8	17,8	*	17,3
mar-19	16,8	16,9	*	16,7
abr-19	16,3	16,5	*	16,2
mai-19	14,6	14,9	*	14,6
jun-19	12,1	12,0	*	11,4
jul-19	8,9	9,0	*	8,3
ago-19	9,0	9,3	*	8,3
set-19	12,9	13,2	*	12,8
out-19	15,6	15,1	*	15,3
nov-19	17,1	16,8	*	16,1
dez-19	16,9	17,6	*	16,4
jan-20	19,1	18,5	*	17,9

Médias mensais de temperatura mínima				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
fev-20	17,6	17,4	*	17,1
mar-20	16,1	17,0	*	16,4
abr-20	12,0	12,2	*	11,2
mai-20	9,8	9,5	*	9,1
jun-20	11,3	11,3	*	11,0
jul-20	9,1	9,4	*	8,8
ago-20	10,4	10,5	*	9,8
set-20	14,1	14,3	*	13,7
out-20	15,4	15,3	*	14,8
nov-20	15,8	15,9	*	15,0
dez-20	17,7	18,1	*	17,6
jan-21	19,2	19,3	*	19,1
fev-21	16,7	16,6	*	16,1
mar-21	17,0	17,4	*	16,8
abr-21	13,3	13,6	*	12,9
mai-21	9,4	9,8	*	9,3
jun-21	9,7	9,8	*	8,0
jul-21	6,5	5,9	*	5,4
ago-21	11,4	12,2	*	11,2
set-21	13,8	13,8	*	13,5
out-21	14,4	14,3	*	13,8
nov-21	16,2	16,2	*	15,2
dez-21	18,0	17,6	*	16,8
jan-22	19,0	20,0	17,5	18,2
fev-22	17,1	17,5	17,2	17,2
mar-22	17,3	17,3	16,6	17,1
abr-22	14,2	14,5	13,6	13,6
mai-22	10,9	10,8	9,7	10,7
jun-22	9,0	8,9	8,4	8,2
jul-22	11,0	11,5	10,8	10,7
ago-22	9,3	9,1	8,6	8,3
set-22	11,0	10,7	9,6	10,5
out-22	13,5	13,4	12,2	13,3
nov-22	13,5	13,6	12,4	12,0
dez-22	17,6	17,7	16,7	16,6
jan-23	18,0	18,6	17,5	17,5
fev-23	17,1	17,3	16,4	16,9
mar-23	18,3	18,7	17,7	18,0
abr-23	14,1	14,3	13,6	13,5
mai-23	12,3	12,6	11,8	11,3
jun-23	10,1	10,4	9,5	9,1
jul-23	11,3	11,4	10,6	10,2
ago-23	*	10,3	9,7	10,2

Médias mensais de temperatura mínima				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
set-23	*	14,5	14,6	14,2
out-23	*	15,4	13,8	15,2
nov-23	*	16,5	15,5	15,2
dez-23	*	18,9	17,8	18,3

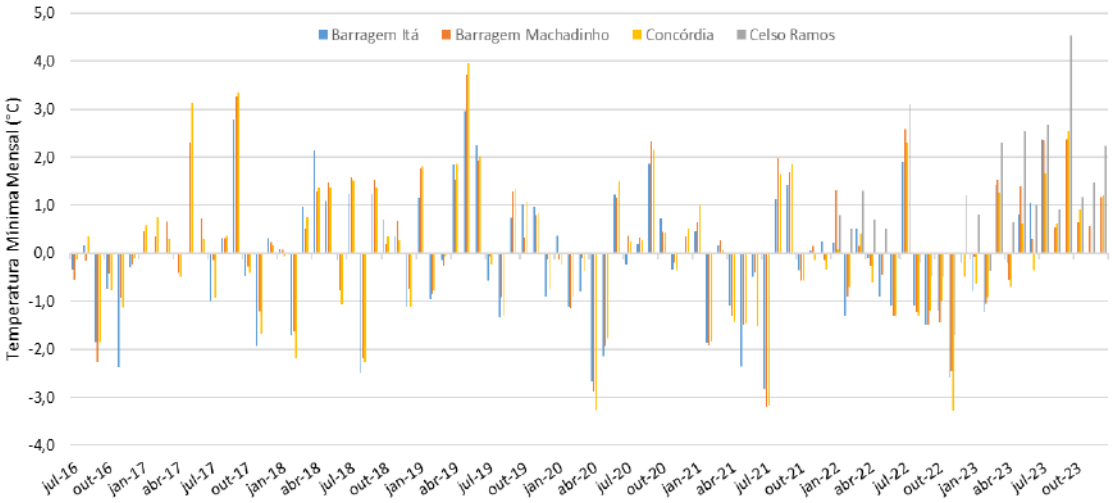


Figura 1.17. Anomalias mensais de temperatura mínima entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Tabela 1.17. Anomalias mensais de temperatura mínima entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Anomalias mensais de temperatura mínima				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
jul-16	-0,3	-0,5	*	-0,1
ago-16	0,2	-0,2	*	0,3
set-16	-1,9	-2,3	*	-1,9
out-16	-0,7	-0,4	*	-0,8
nov-16	-2,4	-0,9	*	-1,1
dez-16	-0,3	-0,2	*	-0,1
jan-17	*	0,5	*	0,6
fev-17	*	0,4	*	0,7
mar-17	*	0,7	*	0,3
abr-17	*	-0,4	*	-0,5
mai-17	*	2,3	*	3,1
jun-17	*	0,7	*	0,3
jul-17	-1,0	-0,1	*	-0,9
ago-17	0,3	0,3	*	0,4
set-17	2,8	3,3	*	3,3
out-17	-0,5	-0,3	*	-0,4
nov-17	-1,9	-1,2	*	-1,7
dez-17	0,3	0,2	*	0,2
jan-18	0,1	0,1	*	-0,1

Anomalias mensais de temperatura mínima				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
fev-18	-1,7	-1,6	*	-2,2
mar-18	1,0	0,5	*	0,8
abr-18	2,1	1,3	*	1,4
mai-18	1,1	1,5	*	1,4
jun-18	-0,1	-0,8	*	-1,1
jul-18	1,2	1,6	*	1,5
ago-18	-2,5	-2,2	*	-2,3
set-18	1,3	1,5	*	1,4
out-18	0,7	0,2	*	0,3
nov-18	0,3	0,7	*	0,3
dez-18	-1,1	-0,7	*	-1,1
jan-19	1,1	1,8	*	1,8
fev-19	-1,0	-0,9	*	-0,8
mar-19	-0,1	-0,3	*	-0,1
abr-19	1,9	1,5	*	1,9
mai-19	3,0	3,7	*	4,0
jun-19	2,3	1,9	*	2,0
jul-19	-0,6	-0,1	*	-0,2
ago-19	-1,3	-0,9	*	-1,3
set-19	0,7	1,3	*	1,3
out-19	1,0	0,3	*	1,1
nov-19	1,0	0,8	*	0,8
dez-19	-0,9	-0,1	*	-0,8
jan-20	0,4	-0,1	*	-0,2
fev-20	-1,1	-1,2	*	-0,9
mar-20	-0,8	-0,1	*	-0,4
abr-20	-2,7	-2,9	*	-3,3
mai-20	-2,2	-1,9	*	-1,8
jun-20	1,2	1,1	*	1,5
jul-20	-0,2	0,4	*	0,2
ago-20	0,2	0,3	*	0,3
set-20	1,9	2,3	*	2,1
out-20	0,7	0,4	*	0,4
nov-20	-0,3	-0,2	*	-0,3
dez-20	0,0	0,4	*	0,5
jan-21	0,5	0,6	*	1,0
fev-21	-1,9	-1,9	*	-1,8
mar-21	0,2	0,3	*	0,1
abr-21	-1,1	-1,3	*	-1,4
mai-21	-2,4	-1,5	*	-1,5
jun-21	-0,5	-0,4	*	-1,5
jul-21	-2,8	-3,2	*	-3,2
ago-21	1,1	2,0	*	1,7

Anomalias mensais de temperatura mínima				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
set-21	1,4	1,7	*	1,9
out-21	-0,4	-0,6	*	-0,6
nov-21	0,1	0,1	*	-0,1
dez-21	0,2	-0,1	*	-0,3
jan-22	0,2	1,3	0,8	0,1
fev-22	-1,3	-0,9	0,5	-0,7
mar-22	0,5	0,1	1,3	0,4
abr-22	-0,1	-0,3	0,7	-0,6
mai-22	-0,9	-0,5	0,5	0,0
jun-22	-1,1	-1,3	-0,1	-1,3
jul-22	1,9	2,6	3,1	2,3
ago-22	-1,1	-1,2	-0,2	-1,3
set-22	-1,5	-1,5	-0,5	-1,2
out-22	-1,2	-1,4	-0,5	-1,0
nov-22	-2,6	-2,5	-1,7	-3,3
dez-22	-0,2	0,0	1,2	-0,5
jan-23	-0,8	-0,1	0,8	-0,6
fev-23	-1,2	-1,1	-0,4	-0,9
mar-23	1,4	1,5	2,3	1,3
abr-23	-0,2	-0,5	0,6	-0,7
mai-23	0,8	1,4	2,5	0,6
jun-23	1,0	0,3	1,0	-0,3
jul-23	2,4	2,3	2,7	1,7
ago-23	*	0,5	0,9	0,6
set-23	*	2,4	4,5	2,5
out-23	*	0,6	1,2	0,9
nov-23	*	0,6	1,5	0,0
dez-23	*	1,2	2,2	1,2

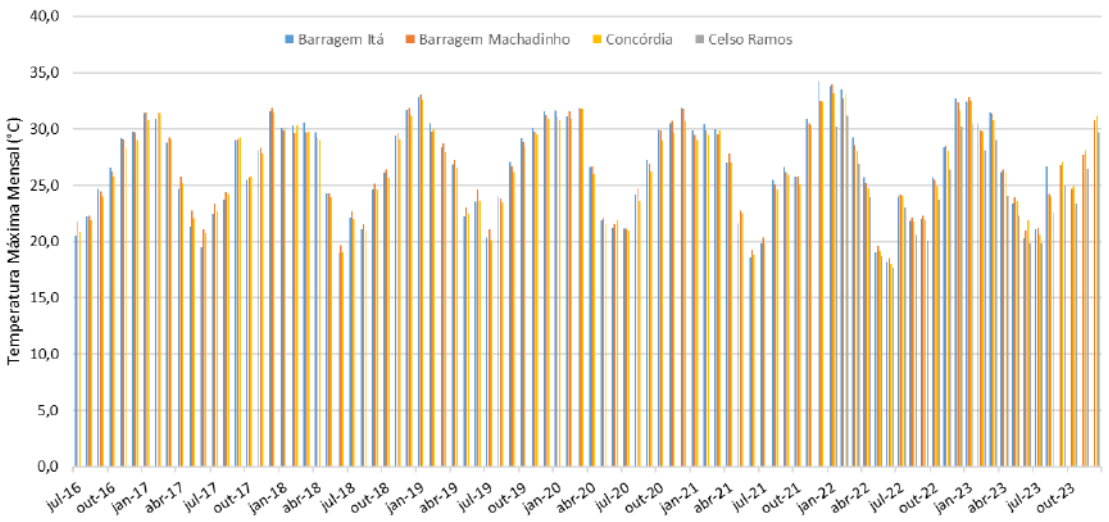


Figura 1.18. Médias mensais de temperatura máxima entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Tabela 1.18. Médias mensais de temperatura máxima entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Médias mensais de temperatura máxima				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
jul-16	20,5	21,8	*	20,8
ago-16	22,2	22,3	*	21,9
set-16	24,7	24,5	*	24,0
out-16	26,5	26,2	*	25,8
nov-16	29,2	29,1	*	28,3
dez-16	29,8	29,7	*	29,0
jan-17	31,4	31,5	*	30,8
fev-17	30,9	31,5	*	31,4
mar-17	28,8	29,2	*	29,1
abr-17	24,7	25,8	*	25,2
mai-17	21,3	22,7	*	22,1
jun-17	19,5	21,1	*	20,7
jul-17	22,5	23,4	*	22,7
ago-17	23,7	24,4	*	24,2
set-17	29,0	29,1	*	29,2
out-17	25,4	25,7	*	25,8
nov-17	28,1	28,3	*	27,8
dez-17	31,6	31,9	*	31,5
jan-18	30,1	29,9	*	30,2
fev-18	30,3	29,7	*	30,4
mar-18	30,6	29,7	*	29,8
abr-18	29,7	29,2	*	29,0
mai-18	24,3	24,3	*	23,9
jun-18	19,0	19,7	*	19,1
jul-18	22,2	22,7	*	22,0
ago-18	21,0	21,5	*	21,0
set-18	24,6	25,2	*	24,6
out-18	26,1	26,4	*	25,6
nov-18	29,4	29,6	*	29,1
dez-18	31,7	31,8	*	31,2
jan-19	32,8	33,1	*	32,6
fev-19	30,5	29,8	*	30,0
mar-19	28,4	28,7	*	28,0
abr-19	26,9	27,3	*	26,6
mai-19	22,2	23,0	*	22,5
jun-19	23,6	24,6	*	23,6
jul-19	20,4	21,0	*	20,1
ago-19	24,0	23,9	*	23,5
set-19	27,1	26,7	*	26,2
out-19	29,2	28,9	*	28,4
nov-19	30,1	29,8	*	29,6
dez-19	31,5	31,2	*	30,9
jan-20	31,6	31,1	*	30,8

Médias mensais de temperatura máxima				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
fev-20	31,1	31,6	*	30,9
mar-20	32,0	31,8	*	31,8
abr-20	26,6	26,7	*	26,0
mai-20	21,9	22,0	*	21,5
jun-20	21,2	21,5	*	21,9
jul-20	21,1	21,2	*	21,0
ago-20	24,2	24,8	*	23,6
set-20	27,3	26,9	*	26,2
out-20	30,0	29,8	*	29,0
nov-20	30,5	30,7	*	29,6
dez-20	31,8	31,8	*	30,7
jan-21	29,9	29,5	*	29,0
fev-21	30,4	29,9	*	29,5
mar-21	30,0	29,6	*	29,9
abr-21	27,0	27,8	*	27,0
mai-21	21,6	22,8	*	22,5
jun-21	18,6	19,3	*	18,8
jul-21	19,8	20,4	*	19,8
ago-21	25,5	25,1	*	24,6
set-21	26,6	26,2	*	25,9
out-21	25,8	25,8	*	25,1
nov-21	30,9	30,5	*	30,3
dez-21	34,3	32,5	*	32,4
jan-22	33,8	33,9	30,2	33,2
fev-22	33,5	32,8	31,2	33,0
mar-22	29,3	28,5	26,9	28,0
abr-22	25,7	25,2	23,9	24,8
mai-22	19,0	19,6	18,7	19,1
jun-22	18,2	18,5	17,7	18,1
jul-22	24,0	24,1	23,0	24,1
ago-22	21,9	22,1	20,6	21,7
set-22	22,0	22,3	20,1	21,9
out-22	25,7	25,4	23,7	25,0
nov-22	28,4	28,5	26,4	28,0
dez-22	32,8	32,4	30,2	31,7
jan-23	32,4	32,8	30,4	32,5
fev-23	30,5	29,9	28,1	29,8
mar-23	31,5	31,3	29,0	30,8
abr-23	26,2	26,4	24,1	26,1
mai-23	23,4	23,9	22,3	23,6
jun-23	20,3	21,0	19,8	21,9
jul-23	21,1	21,2	19,8	20,6
ago-23	26,7	24,2	22,6	24,0

Médias mensais de temperatura máxima				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
set-23	*	26,8	25,0	27,1
out-23	*	24,7	23,4	24,9
nov-23	*	27,7	26,5	28,1
dez-23	*	30,8	29,7	31,2

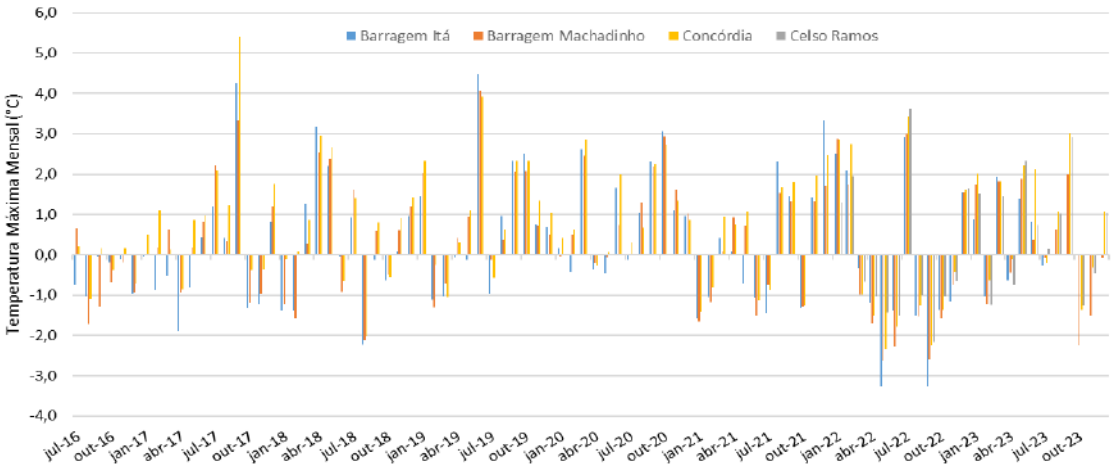


Figura 1.19. Anomalias mensais de temperatura máxima entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Tabela 1.19. Anomalias mensais de temperatura máxima entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Anomalias mensais de temperatura máxima				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
jul-16	-0,7	0,7	*	0,2
ago-16	-1,0	-1,7	*	-1,1
set-16	0,0	-1,3	*	0,2
out-16	-0,2	-0,7	*	-0,4
nov-16	-0,1	-0,2	*	0,2
dez-16	-1,0	-0,9	*	-0,7
jan-17	0,0	0,0	*	0,5
fev-17	-0,9	0,2	*	1,1
mar-17	-0,5	0,6	*	0,1
abr-17	-1,9	-0,9	*	-0,9
mai-17	-0,8	0,2	*	0,9
jun-17	0,4	0,8	*	1,0
jul-17	1,2	2,2	*	2,1
ago-17	0,4	0,3	*	1,2
set-17	4,3	3,3	*	5,4
out-17	-1,3	-1,2	*	-0,4
nov-17	-1,2	-1,0	*	-0,4
dez-17	0,8	1,2	*	1,8
jan-18	-1,4	-1,2	*	-0,1

Anomalias mensais de temperatura máxima				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
fev-18	-1,4	-1,6	*	0,1
mar-18	1,3	0,3	*	0,9
abr-18	3,2	2,5	*	3,0
mai-18	2,2	2,4	*	2,7
jun-18	0,0	-0,9	*	-0,7
jul-18	0,9	1,6	*	1,4
ago-18	-2,2	-2,1	*	-2,0
set-18	-0,1	0,6	*	0,8
out-18	-0,6	-0,5	*	-0,5
nov-18	0,1	0,6	*	0,9
dez-18	1,0	1,2	*	1,4
jan-19	1,5	2,0	*	2,3
fev-19	-1,1	-1,3	*	-0,3
mar-19	-1,0	-0,7	*	-1,0
abr-19	-0,1	0,4	*	0,3
mai-19	-0,1	0,9	*	1,1
jun-19	4,5	4,1	*	3,9
jul-19	-1,0	-0,1	*	-0,6
ago-19	1,0	0,4	*	0,6
set-19	2,3	2,1	*	2,3
out-19	2,5	2,1	*	2,3
nov-19	0,8	0,7	*	1,3
dez-19	0,7	0,5	*	1,0
jan-20	0,2	0,0	*	0,4
fev-20	-0,4	0,5	*	0,6
mar-20	2,6	2,4	*	2,8
abr-20	-0,4	-0,2	*	-0,3
mai-20	-0,5	-0,1	*	0,1
jun-20	1,7	0,7	*	2,0
jul-20	-0,1	0,0	*	0,3
ago-20	1,1	1,3	*	0,7
set-20	2,3	2,2	*	2,2
out-20	3,1	2,9	*	2,7
nov-20	1,1	1,6	*	1,3
dez-20	1,0	1,0	*	0,9
jan-21	-1,6	-1,6	*	-1,4
fev-21	-1,1	-1,2	*	-0,8
mar-21	0,4	0,1	*	0,9
abr-21	0,1	0,9	*	0,8
mai-21	-0,7	0,7	*	1,1
jun-21	-1,1	-1,5	*	-1,1
jul-21	-1,5	-0,8	*	-0,9
ago-21	2,3	1,5	*	1,7

Anomalias mensais de temperatura máxima				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
set-21	1,4	1,3	*	1,8
out-21	-1,3	-1,3	*	-1,3
nov-21	1,4	1,3	*	2,0
dez-21	3,3	1,7	*	2,5
jan-22	2,5	2,9	1,3	2,8
fev-22	2,1	1,7	2,0	2,7
mar-22	-0,3	-1,0	-0,7	-1,0
abr-22	-1,2	-1,7	-1,0	-1,5
mai-22	-3,3	-2,6	-1,4	-2,3
jun-22	-1,4	-2,3	-1,5	-1,8
jul-22	2,9	3,0	3,6	3,4
ago-22	-1,5	-1,5	-1,0	-1,3
set-22	-3,3	-2,6	-2,2	-2,3
out-22	-1,4	-1,6	-1,0	-1,4
nov-22	-1,2	-0,7	-0,6	-0,4
dez-22	1,6	1,6	1,6	1,6
jan-23	0,9	1,7	1,5	2,0
fev-23	-1,0	-1,2	-1,2	-0,6
mar-23	1,9	1,8	1,5	1,8
abr-23	-0,6	-0,4	-0,8	-0,1
mai-23	1,4	1,9	2,3	2,2
jun-23	0,8	0,4	0,7	2,1
jul-23	-0,3	-0,1	0,2	-0,2
ago-23	*	0,6	1,0	1,1
set-23	*	2,0	2,9	3,0
out-23	*	-2,2	-1,3	-1,4
nov-23	*	-1,5	-0,5	-0,3
dez-23	*	-0,1	1,1	1,1

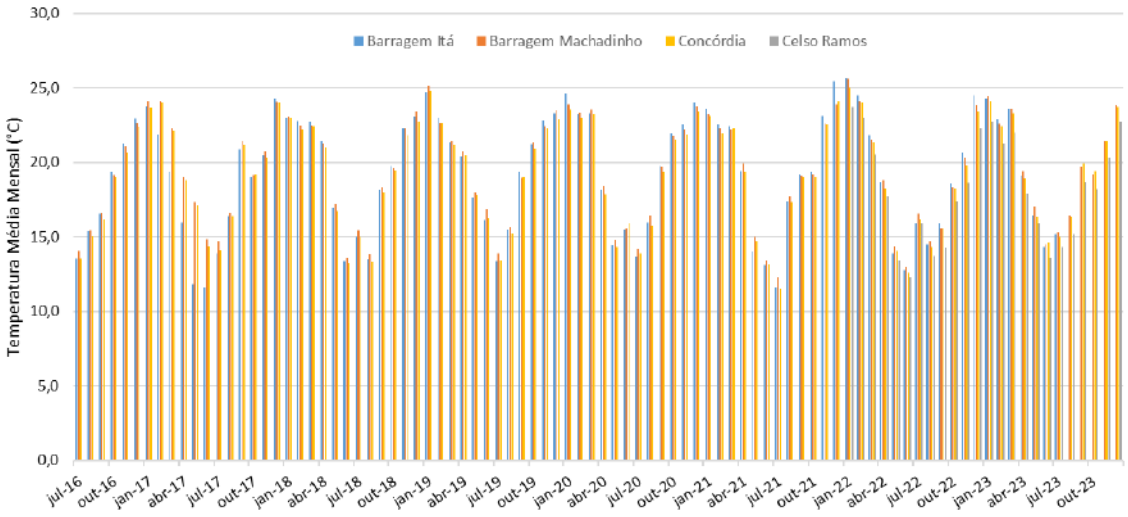


Figura 1.20. Médias mensais de temperatura média entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Tabela 1.20. Médias mensais de temperatura média entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Médias mensais de temperatura média				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
jul-16	13,5	14,0	*	13,5
ago-16	15,4	15,4	*	15,1
set-16	16,5	16,6	*	16,2
out-16	19,4	19,2	*	19,0
nov-16	21,3	21,1	*	20,6
dez-16	22,9	22,7	*	22,3
jan-17	23,8	24,1	*	23,7
fev-17	21,9	24,1	*	24,0
mar-17	19,3	22,3	*	22,1
abr-17	16,0	19,0	*	18,8
mai-17	11,8	17,3	*	17,1
jun-17	11,6	14,8	*	14,3
jul-17	13,9	14,7	*	14,1
ago-17	16,4	16,6	*	16,4
set-17	20,9	21,4	*	21,2
out-17	19,0	19,1	*	19,2
nov-17	20,4	20,7	*	20,2
dez-17	24,3	24,1	*	24,0
jan-18	23,0	23,1	*	23,0
fev-18	22,8	22,5	*	22,2
mar-18	22,7	22,5	*	22,4
abr-18	21,4	21,3	*	21,0
mai-18	17,0	17,2	*	16,7
jun-18	13,3	13,6	*	13,3
jul-18	15,0	15,4	*	15,0
ago-18	13,5	13,8	*	13,3
set-18	18,1	18,3	*	18,0
out-18	19,8	19,6	*	19,4
nov-18	22,3	22,3	*	21,8
dez-18	23,0	23,4	*	22,7
jan-19	24,7	25,1	*	24,8
fev-19	23,0	22,7	*	22,6
mar-19	21,4	21,4	*	21,2
abr-19	20,4	20,7	*	20,4
mai-19	17,6	18,0	*	17,8
jun-19	16,2	16,8	*	16,2
jul-19	13,4	13,9	*	13,4
ago-19	15,5	15,7	*	15,2
set-19	19,3	19,0	*	19,0
out-19	21,2	21,4	*	21,0
nov-19	22,8	22,4	*	22,3
dez-19	23,3	23,5	*	22,9
jan-20	24,6	23,9	*	23,5

Médias mensais de temperatura média				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
fev-20	23,3	23,4	*	23,0
mar-20	23,3	23,5	*	23,2
abr-20	18,1	18,4	*	17,8
mai-20	14,4	14,8	*	14,3
jun-20	15,5	15,5	*	15,9
jul-20	13,7	14,2	*	13,9
ago-20	15,9	16,4	*	15,7
set-20	19,7	19,7	*	19,4
out-20	21,9	21,7	*	21,5
nov-20	22,5	22,2	*	21,9
dez-20	24,0	23,8	*	23,4
jan-21	23,6	23,2	*	23,1
fev-21	22,5	22,3	*	21,9
mar-21	22,4	22,2	*	22,3
abr-21	19,4	19,9	*	19,3
mai-21	14,0	15,0	*	14,7
jun-21	13,1	13,4	*	13,2
jul-21	11,6	12,3	*	11,5
ago-21	17,4	17,7	*	17,3
set-21	19,2	19,1	*	19,0
out-21	19,3	19,2	*	19,0
nov-21	23,1	22,6	*	22,5
dez-21	25,4	23,9	*	24,1
jan-22	25,7	25,6	23,7	25,0
fev-22	24,5	24,1	23,0	24,0
mar-22	21,8	21,5	20,5	21,3
abr-22	18,7	18,8	17,7	18,3
mai-22	13,9	14,3	13,4	14,1
jun-22	12,8	13,0	12,3	12,6
jul-22	15,9	16,5	15,9	16,2
ago-22	14,5	14,7	13,7	14,3
set-22	15,9	15,5	14,2	15,5
out-22	18,6	18,3	17,4	18,3
nov-22	20,6	20,3	18,6	19,8
dez-22	24,4	23,8	22,3	23,4
jan-23	24,3	24,4	22,7	24,1
fev-23	22,9	22,6	21,3	22,4
mar-23	23,6	23,6	22,0	23,3
abr-23	19,1	19,4	17,9	18,9
mai-23	16,4	17,0	15,9	16,3
jun-23	14,3	14,5	13,6	14,6
jul-23	15,2	15,3	14,3	15,0
ago-23	*	16,4	15,2	16,3

Médias mensais de temperatura média				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
set-23	*	19,7	18,7	19,9
out-23	*	19,2	18,2	19,4
nov-23	*	21,4	20,3	21,4
dez-23	*	23,8	22,7	23,7

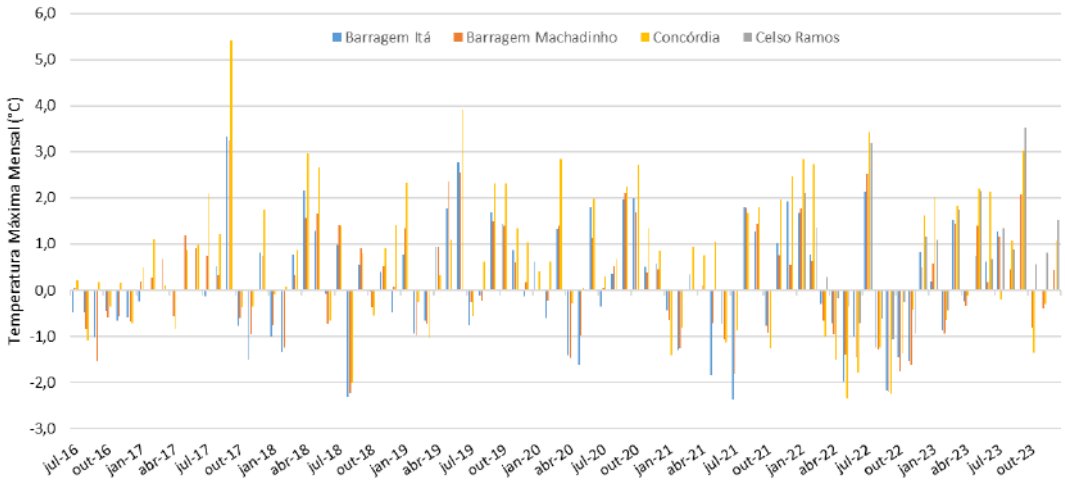


Figura 1.21. Anomalias mensais de temperatura média entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Tabela 1.21. Anomalias mensais de temperatura média entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Anomalias mensais de temperatura média				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
jul-16	-0,5	0,1	*	-0,2
ago-16	-0,5	-0,9	*	-0,6
set-16	-1,0	-1,5	*	-0,8
out-16	-0,5	-0,6	*	-0,6
nov-16	-0,7	-0,6	*	-0,6
dez-16	-0,6	-0,7	*	-0,5
jan-17	-0,2	0,2	*	0,4
fev-17	*	0,3	*	0,8
mar-17	*	0,7	*	0,2
abr-17	*	-0,6	*	-0,5
mai-17	*	1,2	*	2,0
jun-17	*	0,9	*	0,6
jul-17	-0,1	0,7	*	0,4
ago-17	0,5	0,3	*	0,7
set-17	3,3	3,2	*	4,1
out-17	-0,8	-0,6	*	-0,4
nov-17	-1,5	-1,0	*	-1,0
dez-17	0,8	0,7	*	1,1
jan-18	-1,0	-0,8	*	-0,3
fev-18	-1,3	-1,2	*	-1,0

Anomalias mensais de temperatura média				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
mar-18	0,8	0,3	*	0,5
abr-18	2,2	1,6	*	1,7
mai-18	1,3	1,7	*	1,6
jun-18	-0,1	-0,7	*	-0,5
jul-18	1,0	1,4	*	1,3
ago-18	-2,3	-2,2	*	-2,4
set-18	0,5	0,9	*	1,0
out-18	0,0	-0,4	*	-0,2
nov-18	0,4	0,5	*	0,6
dez-18	-0,5	0,1	*	-0,1
jan-19	0,8	1,3	*	1,5
fev-19	-0,9	-1,0	*	-0,5
mar-19	-0,7	-0,7	*	-0,8
abr-19	0,9	0,9	*	1,1
mai-19	1,8	2,4	*	2,6
jun-19	2,8	2,6	*	2,5
jul-19	-0,8	-0,3	*	-0,4
ago-19	-0,1	-0,2	*	-0,3
set-19	1,7	1,5	*	2,0
out-19	1,4	1,4	*	1,3
nov-19	0,9	0,6	*	1,0
dez-19	-0,1	0,2	*	0,0
jan-20	0,6	0,0	*	0,2
fev-20	-0,6	-0,2	*	-0,2
mar-20	1,3	1,4	*	1,3
abr-20	-1,4	-1,5	*	-1,6
mai-20	-1,6	-1,0	*	-1,1
jun-20	1,8	1,1	*	2,0
jul-20	-0,4	0,1	*	0,1
ago-20	0,4	0,5	*	0,2
set-20	2,0	2,1	*	2,2
out-20	2,0	1,7	*	1,8
nov-20	0,5	0,4	*	0,6
dez-20	0,6	0,5	*	0,5
jan-21	-0,4	-0,6	*	-0,3
fev-21	-1,3	-1,3	*	-1,2
mar-21	0,3	0,0	*	0,4
abr-21	0,0	0,1	*	0,0
mai-21	-1,9	-0,7	*	-0,6
jun-21	-0,7	-1,1	*	-0,7
jul-21	-2,4	-1,8	*	-2,3
ago-21	1,8	1,8	*	1,8
set-21	1,3	1,4	*	1,7

Anomalias mensais de temperatura média				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
out-21	-0,8	-0,9	*	-0,8
nov-21	1,0	0,8	*	1,2
dez-21	1,9	0,6	*	1,2
jan-22	1,7	1,8	2,1	1,6
fev-22	0,8	0,6	1,4	0,9
mar-22	-0,3	-0,7	0,3	-0,6
abr-22	-0,7	-1,0	-0,2	-1,1
mai-22	-2,0	-1,4	-0,4	-1,2
jun-22	-1,0	-1,5	-0,7	-1,2
jul-22	2,1	2,5	3,2	2,5
ago-22	-1,3	-1,3	-0,6	-1,3
set-22	-2,2	-2,2	-1,1	-1,8
out-22	-1,4	-1,7	-0,3	-1,5
nov-22	-1,5	-1,6	-0,9	-1,6
dez-22	0,8	0,5	1,2	0,5
jan-23	0,2	0,6	1,1	0,7
fev-23	-0,9	-0,9	-0,4	-0,7
mar-23	1,5	1,4	1,8	1,4
abr-23	-0,3	-0,3	0,0	-0,4
mai-23	0,7	1,4	2,1	1,1
jun-23	0,6	0,2	0,7	0,8
jul-23	1,3	1,2	1,3	1,2
ago-23	*	0,5	0,9	0,8
set-23	*	2,1	3,5	2,6
out-23	*	-0,8	0,6	-0,3
nov-23	*	-0,4	0,8	0,1
dez-23	*	0,4	1,5	0,7

1.3.4.3 Amplitude Térmica

As condições de tempo observadas diariamente na área de influência da Usina de Machadinho podem ser expressas pela amplitude térmica, que é resultado da diferença entre as temperaturas mínimas e máximas. A Figura 1.22 e Tabela 1.22 apresentam as médias mensais de amplitude térmica das quatro estações monitoradas, durante o período de julho de 2016 a dezembro de 2023. Já a Figura 1.23 e Tabela 1.23 mostram as anomalias de precipitação para o mesmo período.

No decorrer do segundo semestre de 2016 e ao longo do ano de 2017, a amplitude térmica ficou ligeiramente acima da média climatológica, com uma média geral de 12.8°C. As anomalias positivas ocorreram nos meses de julho, setembro e novembro de 2016 e junho a dezembro de 2017 (exceto outubro), que apresentaram precipitação abaixo da média, ou seja, com condição de estabilidade no ar com menor ou ausência de nebulosidade e chuva, sendo destacado os meses de setembro de 2016 com anomalia de 2.3°C na Barragem Itá, e no mês de Julho de 2017 com 3.3°C em

Concórdia. As anomalias negativas de amplitude térmica ocorreram em agosto e dezembro de 2016 e de janeiro a maio de 2017, com destaque para os meses de agosto de 2016 e maio de 2017, quando as anomalias foram de -2.5°C na Barragem Machadinho.

Ao longo do ano de 2018, a amplitude térmica ficou ligeiramente acima da média climatológica, com uma média geral de 12.4°C. As anomalias positivas ocorreram nos meses de fevereiro, abril, maio, agosto e dezembro de 2018, sendo destacado o mês de dezembro de 2018 com anomalia de 2.5°C em Concórdia. As anomalias negativas de amplitude térmica ocorreram em janeiro, setembro e outubro de 2018, com valores de anomalias oscilando entre-1.3 e-1.5°C na Barragem Itá.

Durante o ano de 2020, a amplitude térmica seguiu acima da média climatológica, com uma média geral de 13.2°C e anomalia média anual de 0.9°C. A maior parte dos meses de 2020 e o destaque das anomalias positivas de amplitude térmica foi nos meses de março, abril e outubro, com valores de anomalia de 3.4°C em Barragem Itá em março, e acima de 2°C em abril e outubro.

No decorrer do ano de 2021, a amplitude térmica se manteve acima da média climatológica, com uma média geral de 12.9°C e anomalia média anual de 0.9°C. De acordo com os dados de anomalia de amplitude térmica a maior parte dos meses de 2021 foram de valores positivos de anomalia de amplitude térmica, e destaque das anomalias positivas de amplitude térmica foram nos meses de abril, maio, julho, novembro e dezembro, com valores de anomalia de 2.5°C, em Concórdia, no mês de maio, e 3.1°C, em Barragem Itá, no mês de dezembro. Nos meses janeiro e outubro é possível verificar valores de anomalias de amplitude térmica negativos, o que representa meses em que a condição atmosférica local foi de maior nebulosidade e condições de chuva acima da média.

Ao longo do ano de 2022, a amplitude térmica ficou acima da média climatológica, com uma média geral de 12.3°C e anomalia média anual de 0.1°C. A maior parte dos meses de outono, inverno e início da primavera de 2022 foram caracterizados por ar úmido, e baixa amplitude térmica, devido as condições de instabilidade no ar, com maior cobertura de nuvens e chuva na área da UHE, representados por valores negativos de amplitude térmica. O destaque das anomalias negativas de amplitude térmica foi no mês de maio com valores de anomalia de -2.4°C em Barragem Itá, -2.3°C em Concórdia e -2.2°C em Barragem Machadinho. Nos meses janeiro, fevereiro, julho, novembro e dezembro é possível verificar valores de anomalias de amplitude térmica positivos, o que representa meses em que a condição atmosférica local foi de menor nebulosidade e ausência de chuva.

Durante o ano de 2023, a amplitude térmica ficou abaixo da média climatológica, com uma média geral de 11.8°C e anomalia média anual de -0.3°C. O destaque das anomalias negativas de amplitude térmica foi nos meses de julho, outubro e novembro com evidência para os valores de anomalia de-2.9°C em Barragem Machadinho quando os valores de precipitação ultrapassam os 600mm em alguns pontos da UHE, ou seja, um período de intensa nebulosidade e condições de chuva acima da média.

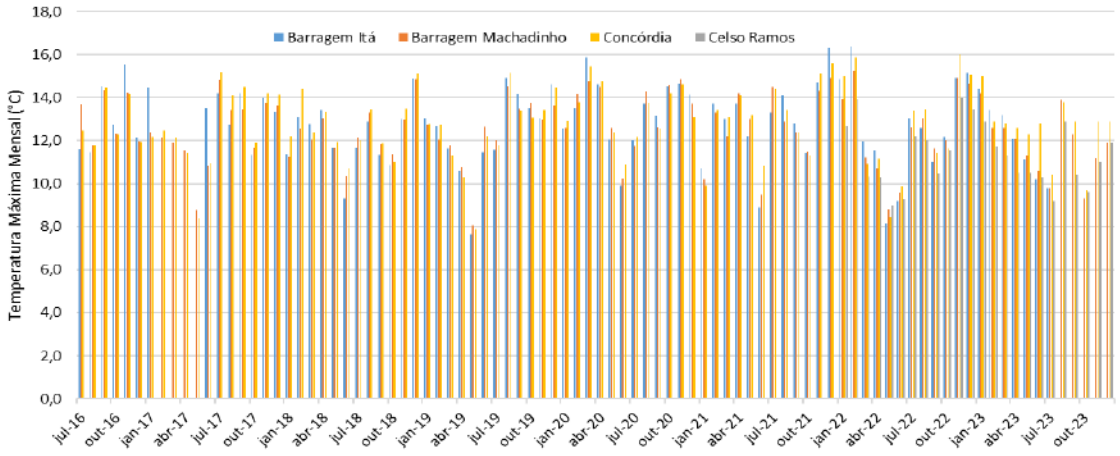


Figura 1.22. Médias mensais de amplitude térmica entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Tabela 1.22. Médias mensais de amplitude térmica entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Médias mensais de amplitude térmica				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
jul-16	11,6	13,7	*	12,5
ago-16	11,4	11,8	*	11,8
set-16	14,5	14,4	*	14,5
out-16	12,7	12,3	*	12,3
nov-16	15,5	14,3	*	14,2
dez-16	12,1	12,0	*	11,9
jan-17	14,5	12,4	*	12,2
fev-17	*	12,1	*	12,5
mar-17	*	11,9	*	12,1
abr-17	*	11,5	*	11,4
mai-17	*	8,8	*	8,4
jun-17	13,5	10,8	*	11,0
jul-17	14,2	14,8	*	15,2
ago-17	12,7	13,4	*	14,1
set-17	14,2	13,4	*	14,5
out-17	11,3	11,7	*	11,9
nov-17	14,0	13,7	*	14,2
dez-17	13,3	13,6	*	14,1
jan-18	11,4	11,3	*	12,2
fev-18	13,1	12,6	*	14,4
mar-18	12,8	12,0	*	12,4
abr-18	13,4	13,1	*	13,4
mai-18	11,7	11,7	*	12,0
jun-18	9,3	10,4	*	10,7
jul-18	11,7	12,1	*	12,0
ago-18	12,9	13,3	*	13,5
set-18	11,4	11,8	*	11,9
out-18	10,9	11,4	*	11,0

Médias mensais de amplitude térmica				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
nov-18	13,0	13,0	*	13,5
dez-18	14,9	14,8	*	15,1
jan-19	13,0	12,7	*	12,8
fev-19	12,7	12,1	*	12,7
mar-19	11,6	11,8	*	11,3
abr-19	10,6	10,8	*	10,3
mai-19	7,6	8,1	*	7,9
jun-19	11,5	12,7	*	12,2
jul-19	11,5	12,0	*	11,8
ago-19	14,9	14,5	*	15,2
set-19	14,2	13,5	*	13,4
out-19	13,5	13,8	*	13,1
nov-19	13,0	13,0	*	13,4
dez-19	14,6	13,6	*	14,5
jan-20	12,5	12,6	*	12,9
fev-20	13,5	14,1	*	13,8
mar-20	15,9	14,8	*	15,4
abr-20	14,6	14,5	*	14,8
mai-20	12,1	12,6	*	12,4
jun-20	9,9	10,2	*	10,9
jul-20	12,0	11,7	*	12,2
ago-20	13,7	14,3	*	13,7
set-20	13,2	12,6	*	12,5
out-20	14,5	14,6	*	14,2
nov-20	14,7	14,8	*	14,6
dez-20	14,1	13,7	*	13,1
jan-21	10,7	10,2	*	9,9
fev-21	13,7	13,3	*	13,4
mar-21	13,0	12,2	*	13,1
abr-21	13,7	14,2	*	14,1
mai-21	12,2	13,0	*	13,2
jun-21	8,9	9,5	*	10,8
jul-21	13,3	14,5	*	14,4
ago-21	14,1	12,9	*	13,4
set-21	12,8	12,4	*	12,4
out-21	11,4	11,5	*	11,3
nov-21	14,7	14,3	*	15,1
dez-21	16,3	14,9	*	15,6
jan-22	14,8	13,9	12,7	15,0
fev-22	16,4	15,3	14,0	15,8
mar-22	12,0	11,2	10,3	10,9
abr-22	11,5	10,7	10,3	11,2
mai-22	8,1	8,8	9,0	8,4

Médias mensais de amplitude térmica				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
jun-22	9,2	9,6	9,3	9,9
jul-22	13,0	12,6	12,2	13,4
ago-22	12,6	13,0	12,0	13,4
set-22	11,0	11,6	10,5	11,4
out-22	12,2	12,0	11,5	11,7
nov-22	14,9	14,9	14,0	16,0
dez-22	15,2	14,7	13,5	15,1
jan-23	14,4	14,2	12,9	15,0
fev-23	13,4	12,6	11,7	12,9
mar-23	13,2	12,6	11,3	12,8
abr-23	12,1	12,1	10,5	12,6
mai-23	11,1	11,3	10,5	12,3
jun-23	10,2	10,6	10,3	12,8
jul-23	9,8	9,8	9,2	10,4
ago-23	*	13,9	12,9	13,8
set-23	*	12,3	10,4	12,9
out-23	*	9,3	9,6	9,7
nov-23	*	11,2	11,0	12,9
dez-23	*	11,9	11,9	12,9

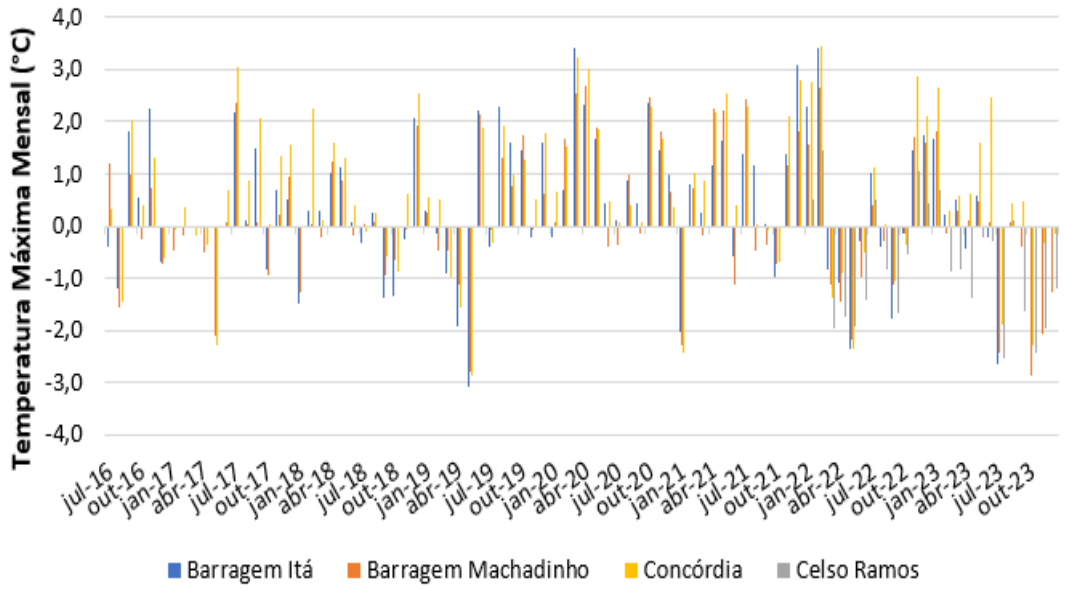


Figura 1.23. Anomalias mensais de amplitude térmica entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Tabela 1.23. Anomalias mensais de amplitude térmica entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Anomalias mensais de amplitude térmica				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
jul-16	-0,4	1,2	*	0,3
ago-16	-1,2	-1,6	*	-1,4
set-16	1,8	1,0	*	2,0
out-16	0,5	-0,3	*	0,4
nov-16	2,3	0,7	*	1,3
dez-16	-0,7	-0,7	*	-0,6
jan-17	*	-0,5	*	-0,1
fev-17	*	-0,2	*	0,4
mar-17	*	0,0	*	-0,2
abr-17	*	-0,5	*	-0,4
mai-17	*	-2,1	*	-2,3
jun-17	*	0,1	*	0,7
jul-17	2,2	2,3	*	3,0
ago-17	0,1	0,0	*	0,9
set-17	1,5	0,1	*	2,1
out-17	-0,8	-0,9	*	0,0
nov-17	0,7	0,2	*	1,3
dez-17	0,5	1,0	*	1,6
jan-18	-1,5	-1,3	*	0,0
fev-18	0,3	0,0	*	2,3
mar-18	0,3	-0,2	*	0,1
abr-18	1,0	1,2	*	1,6
mai-18	1,1	0,9	*	1,3
jun-18	0,1	-0,2	*	0,4
jul-18	-0,3	0,1	*	-0,1
ago-18	0,3	0,1	*	0,2
set-18	-1,4	-0,9	*	-0,6
out-18	-1,3	-0,7	*	-0,9
nov-18	-0,3	-0,1	*	0,6
dez-18	2,1	1,9	*	2,5
jan-19	0,3	0,3	*	0,5
fev-19	-0,2	-0,5	*	0,5
mar-19	-0,9	-0,5	*	-1,0
abr-19	-1,9	-1,1	*	-1,6
mai-19	-3,1	-2,8	*	-2,9
jun-19	2,2	2,1	*	1,9
jul-19	-0,4	-0,1	*	-0,3
ago-19	2,3	1,3	*	1,9
set-19	1,6	0,8	*	1,0
out-19	1,5	1,8	*	1,3
nov-19	-0,2	-0,1	*	0,5
dez-19	1,6	0,6	*	1,8
jan-20	-0,2	0,1	*	0,7

Anomalias mensais de amplitude térmica				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
fev-20	0,7	1,7	*	1,5
mar-20	3,4	2,5	*	3,2
abr-20	2,3	2,7	*	3,0
mai-20	1,7	1,9	*	1,8
jun-20	0,4	-0,4	*	0,5
jul-20	0,1	-0,3	*	0,1
ago-20	0,9	1,0	*	0,4
set-20	0,4	-0,2	*	0,1
out-20	2,3	2,5	*	2,3
nov-20	1,4	1,8	*	1,7
dez-20	1,0	0,7	*	0,4
jan-21	-2,0	-2,3	*	-2,4
fev-21	0,8	0,7	*	1,0
mar-21	0,3	-0,2	*	0,9
abr-21	1,2	2,2	*	2,2
mai-21	1,6	2,2	*	2,5
jun-21	-0,6	-1,1	*	0,4
jul-21	1,4	2,4	*	2,3
ago-21	1,2	-0,5	*	0,0
set-21	0,0	-0,4	*	-0,1
out-21	-1,0	-0,7	*	-0,7
nov-21	1,4	1,2	*	2,1
dez-21	3,1	1,8	*	2,8
jan-22	2,3	1,6	0,5	2,7
fev-22	3,4	2,6	1,5	3,4
mar-22	-0,8	-1,1	-2,0	-1,4
abr-22	-1,1	-1,4	-1,7	-0,9
mai-22	-2,4	-2,2	-1,9	-2,3
jun-22	-0,3	-1,0	-1,4	-0,5
jul-22	1,0	0,4	0,5	1,1
ago-22	-0,4	-0,3	-0,8	0,0
set-22	-1,8	-1,1	-1,7	-1,1
out-22	-0,2	-0,1	-0,5	-0,4
nov-22	1,4	1,7	1,1	2,9
dez-22	1,8	1,6	0,4	2,1
jan-23	1,7	1,8	0,7	2,7
fev-23	0,2	-0,1	-0,9	0,3
mar-23	0,5	0,3	-0,8	0,6
abr-23	-0,4	0,1	-1,4	0,6
mai-23	0,6	0,5	-0,2	1,6
jun-23	-0,2	0,1	-0,3	2,5
jul-23	-2,6	-2,4	-2,5	-1,9
ago-23	*	0,1	0,1	0,4

Anomalias mensais de amplitude térmica				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
set-23	*	-0,4	-1,6	0,5
out-23	*	-2,9	-2,4	-2,3
nov-23	*	-2,1	-1,9	-0,3
dez-23	*	-1,3	-1,2	-0,1

1.3.4.4 Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar é uma variável meteorológica que apresenta um ciclo diurno inverso ao da temperatura do ar, quando em condições normais. Em outras palavras, a umidade relativa do ar tende a ser mais elevada nos períodos noturno e amanhecer e mais baixa no período da tarde, devido a um processo físico chamado resfriamento isobárico. No entanto, em condições adversas de tempo o ciclo diurno é alterado refletindo um padrão mensal diferenciado na variável.

A Figura 1.24 e a Tabela 1.24 apresentam as médias mensais de umidade relativa do ar das estações monitoradas, entre julho de 2016 e dezembro de 2023. Já a Figura 1.25 e Tabela 1.25 mostram as anomalias de umidade relativa do ar para o mesmo período.

Na área de influência da Usina Hidrelétrica Machadinho foi verificado que de uma forma geral a umidade relativa do ar ficou mais elevada que a média climatológica, com uma média geral entre 81 e 87% no período de julho de 2016 a dezembro de 2017. Os meses com maiores anomalias positivas de umidade relativa do ar foram agosto e dezembro de 2016 e maio e outubro de 2017, sendo o mês de maio de 2017 com os valores médios mais elevados. As anomalias negativas de umidade relativa do ar foram observadas nos meses de setembro de 2016 e julho, setembro e dezembro de 2017, com destaque para a estação de Barragem Machadinho que apresentou anomalia de -4,7% no mês de julho de 2017, período com anomalias negativas de precipitação resultante de condições de maior estabilidade atmosférica.

Em 2018 e 2019, foi verificado que de uma forma geral a umidade relativa do ar seguiu mais elevada que a média climatológica, com uma média geral entre 86 e 89%. Os meses com maiores anomalias positivas de umidade relativa do ar foram janeiro, setembro e outubro de 2018 com os valores médios mais elevados, quando foram registrados os maiores acumulados de precipitação mensal. Para o ano de 2019, os meses com maiores anomalias positivas de umidade relativa do ar foram janeiro e maio com os valores médios mais elevados, quando foram registrados os maiores acumulados de precipitação mensal.

No ano de 2020, a umidade relativa do ar ficou mais baixa que a média climatológica nos meses acentuadamente secos, como os meses de março, outubro e novembro, com uma média geral entre 81.6 e 84.8%. Os meses com maiores anomalias positivas de umidade relativa do ar foram janeiro, junho, julho, agosto e setembro quando foram registrados os maiores acumulados de precipitação mensal.

A umidade relativa do ar ficou apresentou valores de anomalia de umidade média mensal de -8.0% e -11% no ano de 2021, respectivamente, para estação de Concórdia e Barragem Itá, com valores

inferiores à 70% de média mensal. Os meses com maiores anomalias positivas de umidade relativa do ar foram janeiro, setembro e outubro quando foram registrados os maiores acumulados de precipitação mensal.

Em 2022, foi verificado que a umidade relativa do ar ficou mais alta que a média climatológica nos meses chuvosos de março a junho e agosto a outubro com valores positivos de anomalia de umidade média mensal. Valores superiores a 90% de média mensal foram verificados nos meses de maio e junho para todas as estações. Os meses com maiores anomalias negativas de umidade relativa do ar foram janeiro, fevereiro, novembro e dezembro quando foram registrados os menores acumulados de precipitação mensal.

Na área de influência da UHE Machadinho foi verificado que a umidade relativa do ar ficou mais alta que a média climatológica para todas as estações climatológicas após o mês de maio de 2023, coincidindo com o rápido estabelecimento do El Niño que direciona o fluxo de umidade da região Amazônica para o sul do Brasil, sendo que nos meses mais chuvosos, com valores positivos de anomalia de umidade média mensal se destaca, ficando superiores a 90% de média mensal em outubro para as estações Barragem Machadinho e Concórdia.

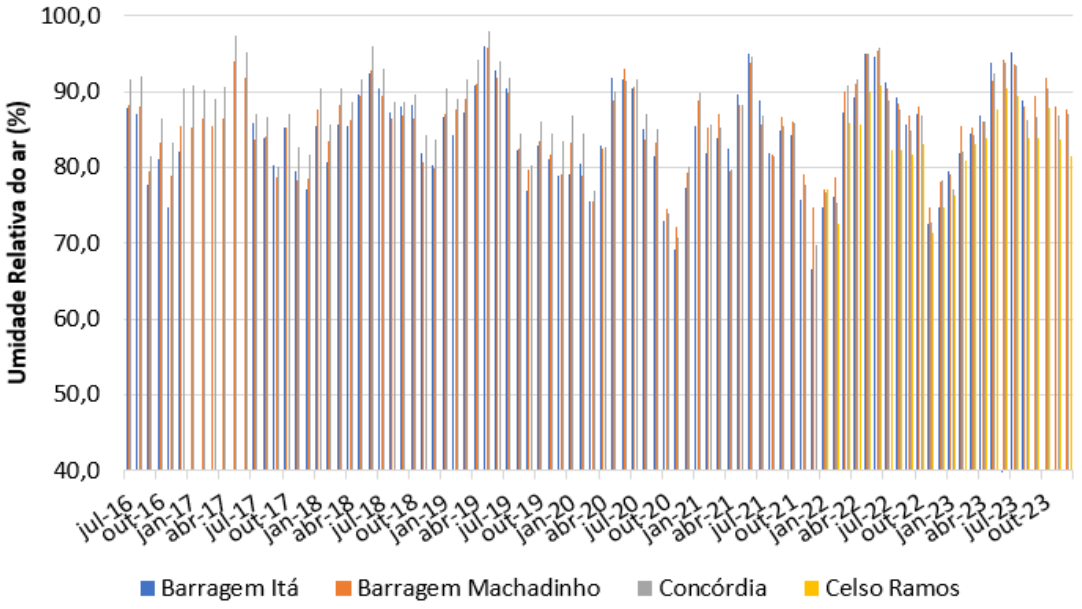


Figura 1.24. Médias mensais de umidade relativa entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Tabela 1.24. Médias mensais de umidade relativa entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Médias mensais de umidade relativa				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
jul-16	87,9	88,2	*	91,6
ago-16	87,0	88,1	*	92,1
set-16	77,8	79,6	*	81,4
out-16	81,1	83,4	*	86,4
nov-16	74,8	78,9	*	83,3
dez-16	82,2	85,5	*	90,5
jan-17	*	85,2	*	90,9
fev-17	*	86,5	*	90,1

Médias mensais de umidade relativa				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
mar-17	*	85,6	*	89,0
abr-17	*	86,4	*	90,7
mai-17	*	93,9	*	97,3
jun-17	*	91,8	*	95,3
jul-17	85,8	83,6	*	87,1
ago-17	83,9	84,0	*	86,6
set-17	80,3	78,6	*	80,0
out-17	85,3	85,4	*	87,1
nov-17	79,4	78,3	*	82,6
dez-17	77,1	78,6	*	81,7
jan-18	85,4	87,6	*	90,5
fev-18	80,7	83,6	*	85,7
mar-18	85,6	88,4	*	90,4
abr-18	85,4	86,3	*	88,6
mai-18	89,6	89,4	*	91,7
jun-18	92,5	92,8	*	96,0
jul-18	90,4	89,5	*	93,1
ago-18	87,2	86,5	*	88,7
set-18	88,0	86,9	*	88,6
out-18	88,2	86,5	*	89,7
nov-18	81,9	80,7	*	84,2
dez-18	80,2	80,0	*	83,6
jan-19	86,7	87,1	*	90,4
fev-19	84,2	87,6	*	89,1
mar-19	87,3	89,0	*	91,7
abr-19	90,9	91,1	*	94,3
mai-19	96,1	95,8	*	98,0
jun-19	92,9	91,7	*	94,0
jul-19	90,4	89,8	*	91,9
ago-19	82,3	82,4	*	84,5
set-19	76,8	79,7	*	80,2
out-19	83,0	83,5	*	86,0
nov-19	81,1	81,8	*	84,5
dez-19	78,9	79,0	*	83,5
jan-20	79,0	83,3	*	86,8
fev-20	80,4	78,9	*	84,5
mar-20	75,6	75,4	*	76,8
abr-20	83,0	82,4	*	82,8
mai-20	91,8	88,9	*	90,1
jun-20	91,7	93,1	*	91,5
jul-20	90,5	90,7	*	91,6
ago-20	85,1	83,7	*	87,1
set-20	81,6	83,3	*	85,1
out-20	73,0	74,5	*	74,0
nov-20	69,1	72,2	*	70,7
dez-20	77,4	79,2	*	80,0
jan-21	85,4	88,9	*	89,9
fev-21	81,8	85,3	*	85,7
mar-21	83,9	87,0	*	85,2
abr-21	82,5	79,5	*	79,7
mai-21	89,7	88,3	*	88,2
jun-21	95,1	93,9	*	94,6
jul-21	88,8	85,7	*	86,8
ago-21	81,8	81,7	*	81,6
set-21	84,8	86,6	*	85,4
out-21	84,2	86,0	*	85,9

Média mensais de umidade relativa				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
nov-21	75,7	79,1	*	77,7
dez-21	66,6	74,8	*	69,7
jan-22	74,7	77,1	77,1	76,8
fev-22	76,1	78,8	72,6	75,4
mar-22	87,4	90,1	85,8	90,9
abr-22	89,3	91,1	85,7	91,7
mai-22	95,0	95,0	90,1	95,1
jun-22	94,7	95,5	90,8	95,8
jul-22	91,2	90,4	82,3	88,8
ago-22	89,2	88,5	82,4	87,6
set-22	85,6	86,9	81,7	84,9
out-22	87,0	88,1	83,1	87,0
nov-22	72,5	74,7	71,3	72,8
dez-22	74,7	78,1	74,7	78,3
jan-23	79,6	79,2	76,3	77,1
fev-23	81,9	85,5	81,0	82,0
mar-23	84,4	85,2	83,0	84,3
abr-23	86,9	86,1	83,8	86,0
mai-23	93,9	91,4	87,7	92,4
jun-23	35,7	94,3	90,4	93,9
jul-23	95,2	93,6	89,5	93,5
ago-23	88,8	88,0	83,8	86,2
set-23	*	89,5	83,9	86,6
out-23	*	91,8	87,9	90,5
nov-23	*	88,1	83,7	86,8
dez-23	*	87,6	81,5	87,1

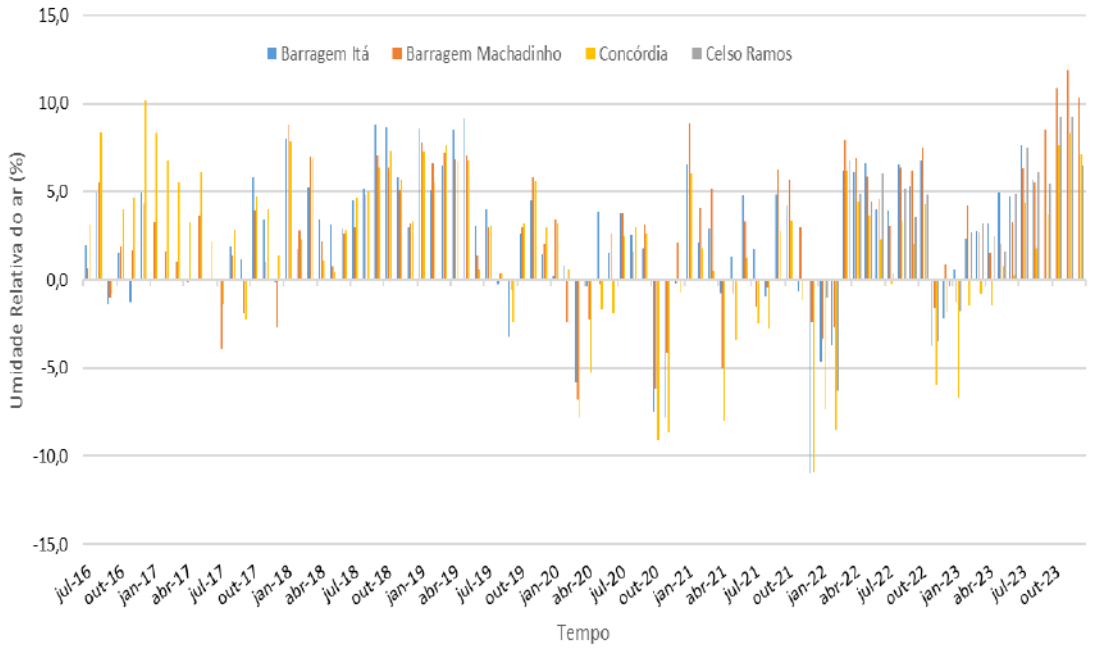


Figura 1.25. Anomalias mensais de umidade relativa entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Tabela 1.25. Anomalias mensais de umidade relativa entre julho de 2016 e dezembro de 2023.

Anomalias mensais de umidade relativa				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
jul-16	2,0	0,6	*	3,1
ago-16	5,0	5,5	*	8,4
set-16	-1,4	-1,0	*	-0,8
out-16	1,5	1,9	*	4,0
nov-16	-1,2	1,6	*	4,7
dez-16	4,9	4,3	*	10,2
jan-17	*	3,2	*	8,4
fev-17	*	1,6	*	6,7
mar-17	*	1,0	*	5,6
abr-17	*	-0,1	*	3,2
mai-17	*	3,6	*	6,1
jun-17	*	0,0	*	2,2
jul-17	-0,1	-3,9	*	-1,4
ago-17	1,9	1,4	*	2,9
set-17	1,1	-1,9	*	-2,2
out-17	5,8	3,9	*	4,7
nov-17	3,4	1,0	*	4,0
dez-17	-0,1	-2,7	*	1,4
jan-18	8,0	8,8	*	7,9
fev-18	1,8	2,8	*	2,3
mar-18	5,2	7,0	*	6,9
abr-18	3,4	2,1	*	1,1
mai-18	3,1	0,8	*	0,5
jun-18	2,9	2,6	*	2,8
jul-18	4,5	3,0	*	4,7
ago-18	5,2	4,8	*	5,0
set-18	8,8	7,1	*	6,4
out-18	8,6	6,4	*	7,3
nov-18	5,8	5,1	*	5,6
dez-18	3,0	3,2	*	3,3
jan-19	8,6	7,8	*	7,3
fev-19	5,1	6,6	*	5,5
mar-19	6,5	7,2	*	7,6
abr-19	8,5	6,8	*	6,7
mai-19	9,2	7,1	*	6,7
jun-19	3,0	1,4	*	0,6
jul-19	4,0	3,0	*	3,0
ago-19	-0,2	0,4	*	0,4
set-19	-3,2	-0,5	*	-2,4
out-19	2,6	3,0	*	3,2
nov-19	4,5	5,8	*	5,6
dez-19	1,5	2,1	*	3,0
jan-20	0,2	3,5	*	3,2
fev-20	0,8	-2,4	*	0,6
mar-20	-5,9	-6,8	*	-7,8
abr-20	-0,3	-2,2	*	-5,2
mai-20	3,9	-0,3	*	-1,7
jun-20	1,6	2,6	*	-1,9
jul-20	3,7	3,7	*	2,5
ago-20	2,5	1,6	*	3,0
set-20	1,8	3,1	*	2,6
out-20	-7,5	-6,1	*	-9,1
nov-20	-7,8	-4,1	*	-8,6
dez-20	-0,2	2,1	*	-0,7
jan-21	6,5	8,9	*	6,1

Anomalias mensais de umidade relativa				
Período	Barragem Itá	Barragem Machadinho	Celso Ramos	Concórdia
	2752034	2751035	2751034	2751037
fev-21	2,1	4,1	*	1,8
mar-21	2,9	5,1	*	0,5
abr-21	-0,8	-5,0	*	-8,0
mai-21	1,4	-0,8	*	-3,4
jun-21	4,8	3,3	*	1,2
jul-21	1,7	-1,5	*	-2,5
ago-21	-1,0	-0,4	*	-2,8
set-21	4,9	6,2	*	2,7
out-21	4,2	5,7	*	3,4
nov-21	-0,6	3,0	*	-1,1
dez-21	-11,0	-2,4	*	-11,0
jan-22	-4,7	-3,3	-1,0	-7,4
fev-22	-3,7	-2,7	-6,3	-8,5
mar-22	6,2	8,0	6,8	6,2
abr-22	6,1	6,9	4,9	4,4
mai-22	6,6	5,9	4,5	3,6
jun-22	4,0	4,6	6,0	2,3
jul-22	4,0	3,1	0,4	-0,3
ago-22	6,5	6,4	5,1	3,4
set-22	5,3	6,2	3,6	2,1
out-22	6,7	7,5	4,9	4,3
nov-22	-3,7	-1,6	-3,5	-5,9
dez-22	-2,1	0,9	-0,4	-1,8
jan-23	0,6	-1,2	-1,8	-6,7
fev-23	2,3	4,2	2,7	-1,5
mar-23	2,8	2,7	3,2	-0,8
abr-23	3,2	1,5	2,5	-1,5
mai-23	5,0	2,0	1,6	0,8
jun-23	4,7	3,3	4,9	0,3
jul-23	7,7	6,3	7,5	4,4
ago-23	5,6	5,5	6,1	1,8
set-23	*	8,5	5,5	3,7
out-23	*	10,8	9,2	7,6
nov-23	*	11,9	9,2	8,4
dez-23	*	10,3	6,5	7,1

1.3.4.5 Considerações Finais para o período de julho de 2016 a dezembro de 2023

O comportamento climático na área da Usina Hidrelétrica Machadinho entre julho de 2016 a dezembro de 2023, que receberam interferência de fenômenos de escala global, como o El Niño Oscilação Sul- ENOS- em suas diferentes fases de atuação sendo negativa para La Niña e positiva para El Niño, as quais refletiram no posicionamento e intensidade das frentes frias, jato de altos e baixos níveis, bem como, a atuação de bloqueios atmosféricos. Como consequência, as condições de tempo foram diferenciadas na área da Usina Machadinho, com meses anomalamente secos e outros chuvosos, alterando o comportamento das demais variáveis meteorológicas - temperatura e umidade. Adicionalmente, o microclima da região onde as estações meteorológicas estão situadas, apresenta características locais de uso do solo e relevo que criam peculiaridades nos elementos climáticos, especialmente a temperatura do ar e umidade relativa.

1.3.5 Pré e Pós Enchimento

Na comparação dos dados mensais para avaliar as condições climáticas dos períodos pré e pós-enchimento do reservatório da UHE Machadinho foram considerados os períodos de janeiro de 1992 a agosto de 2001 e de outubro de 2001 a dezembro de 2023, respectivamente.

1.3.5.1 Precipitação histórica

O comportamento climatológico da precipitação na área de influência da Usina Hidrelétrica Machadinho é marcado por sua regularidade ao longo do ano, onde as estações de primavera e verão apresentam os maiores acumulados de chuva, e as estações de outono e inverno os menores valores.

O padrão anual de precipitação observado na região é dependente da intensidade e posicionamento dos sistemas atmosféricos atuantes, mencionados no item 1.3.1.1.

Nos últimos anos diversos estudos mostraram que o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) exerce influência na região da UHE Machadinho, no entanto, outras componentes atmosféricas também são importantes e determinam o comportamento climático anual.

A Figura 1.26 apresenta os totais anuais de precipitação entre os anos de 1992 e 2023 para área de influência da UHE Machadinho, que mostra claramente sua variabilidade anual.

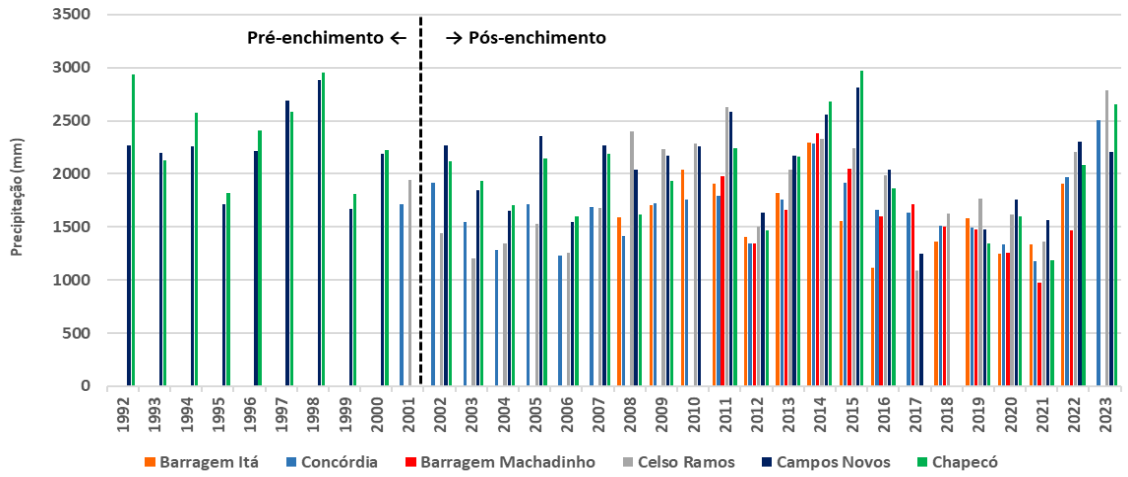


Figura 1.26. Totais anuais de precipitação (1992 – 2023).

No período de pré-enchimento (1992-2001), a precipitação anual média entre as estações foi de 2249 mm, onde as condições climáticas de Neutralidade e de El Niño predominaram no período, com registro de La Niña somente entre metade do ano de 1998 se estendendo até os primeiros meses de 2001. Os anos de 1992, 1997 e 1998 foram os que apresentaram os maiores acumulados anuais de precipitação no período de pré-enchimento, com valores acima de 2600 mm, conforme a Figura 1.26. Os anos de 1995 e 1999 foram marcados pelos menores totais anuais de precipitação no período de pré-enchimento, com valores oscilando entre 1600 e 1800 mm (Figura 1.26).

Ainda de acordo com a Figura 1.26, no período de pós-enchimento (2000-2023) é verificada marcante variabilidade anual da precipitação, em que a média geral de precipitação ficou em 1982.3 mm,

considerando as mesmas estações utilizadas no pré-enchimento, e de 1777.8 mm com todas as estações meteorológicas operantes na área da usina.

Os maiores totais anuais de precipitação ocorreram nos anos de 2014, 2015 e 2023, com volume médio de 2.418 mm, 2.227 mm e 2593,3mm, respectivamente. Nesses anos, as águas superficiais do oceano Pacífico Equatorial entraram em forte aquecimento a partir da primavera de 2014 formando um El Niño de forte intensidade ao longo do ano de 2015 e outro evento de forte intensidade na primavera de 2023. Os anos de 2004, 2006, 2012, 2017, 2020 e 2021 foram caracterizados por modestos totais anuais de precipitação, com média abaixo de 1.500 mm na área da Usina. Nos anos de 2012 e 2017 as condições atmosféricas globais foram de Neutralidade do ENOS, em boa parte do ano, com águas mais frias no Pacífico Equatorial as quais só caracterizaram o fenômeno La Niña em apenas três meses do ano, considerando os critérios matemáticos do Índice ENOS. Com relação ao ano de 2020, apesar deste se iniciar sob domínio do fenômeno El Niño, as águas do Pacífico Equatorial se resfriaram e a partir de agosto configurou-se uma La Niña que perdurou pelo ano de 2021 até início de 2023, a chamada La Niña Tripla.

O ano de 2023, apesar de ainda ter La Niña nos primeiros meses do ano, a rápida transição para um El Niño histórico foi responsável pelo retorno das chuvas volumosas especialmente na primavera, o que resultou num total médio na área da UHE de 2539.3mm, sendo considerado o ano mais chuvoso desde o enchimento do reservatório da UHE, ficando atrás somente do ano de 1992.

A Figura 1.27 mostra a distribuição mensal de precipitação nos períodos pré e pós-enchimento para área da UHE Machadinho. Comparando mensalmente os períodos, verifica-se que as chuvas no pós-enchimento apresentaram volume médio menor em praticamente todos os meses do ano, sendo exceção o mês de novembro. A maior diferença entre os períodos de pré e pós-enchimento ocorreu no mês de fevereiro, com volume médio de 134.5mm menor com relação ao pós-enchimento.

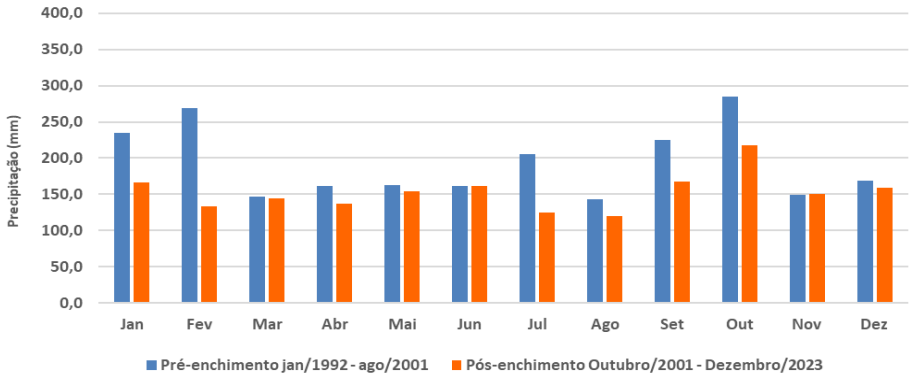


Figura 1.27. Médias mensais históricas de precipitação para o período pré e pós-enchimento do reservatório da UHE Machadinho.

1.3.5.2 Temperatura mínima histórica

A Figura 1.28 mostra as médias anuais de temperatura mínima para o período entre os anos de 1992 e 2023. O comportamento diário da temperatura mínima é caracterizado, normalmente, por valores registrados entre as 06 e 07h. No entanto, os valores das temperaturas são diferenciados entre as estações devido aos fatores específicos como localização, tipo de solo ao redor e altitude da estação meteorológica.

Ao analisar o comportamento médio anual das temperaturas mínimas nos períodos de pré (1992-2001) e pós-enchimento (2002-2023) na área de influência da Usina Machadinho verifica-se que as variações foram semelhantes (Figura 1.28), apresentando certa variabilidade anual devido ao ingresso natural das massas de ar que atuam na região; tropicais no verão e polares no inverno.

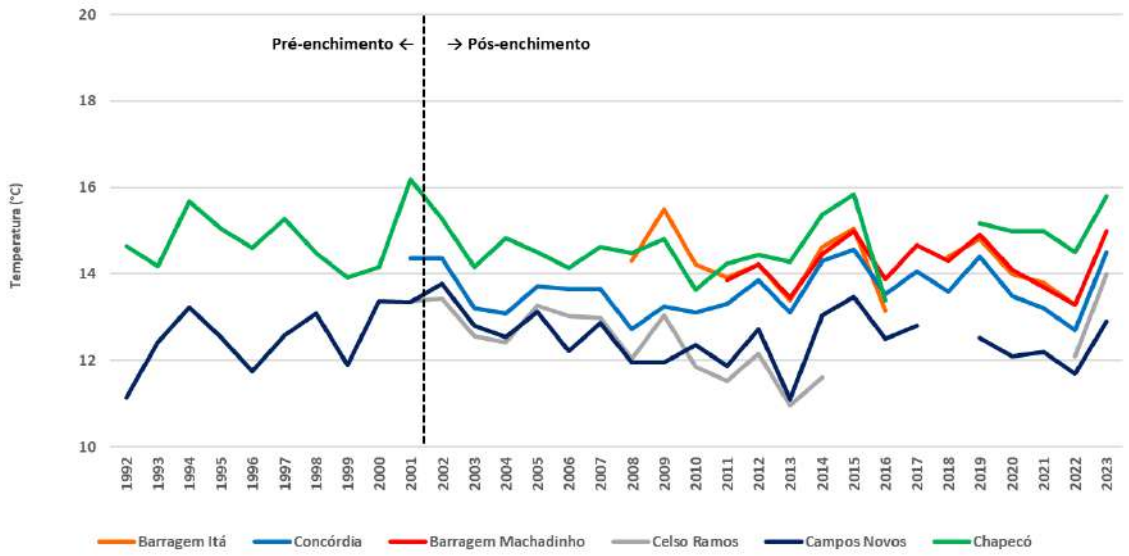


Figura 1.28. Médias anuais de temperatura mínima (1992 – 2023).

No período de pré-enchimento (1992-2001), a média geral de temperaturas mínimas foi de 13.6°C, enquanto no período de pós-enchimento (2002-2023), considerando todas as estações meteorológicas operantes na área da usina, a média geral de temperaturas mínimas foi de 13.8 °C, ou seja, valor da média foi muito semelhante entre os períodos de pré e pós-enchimento. O comportamento médio mensal das temperaturas mínimas, demonstrado através da Figura 1.29, mostra que mensalmente as temperaturas mínimas foram muito semelhantes entre os períodos pré-enchimento (1992-2001) e pós-enchimento (2002-2023). A maior diferença de valores médios é verificada no mês de novembro, quando as temperaturas mínimas do período de pré-enchimento (1992-2001) ficaram com média de 14.8°C e no pós-enchimento (2002-2023) de 15.3°C, respectivamente.

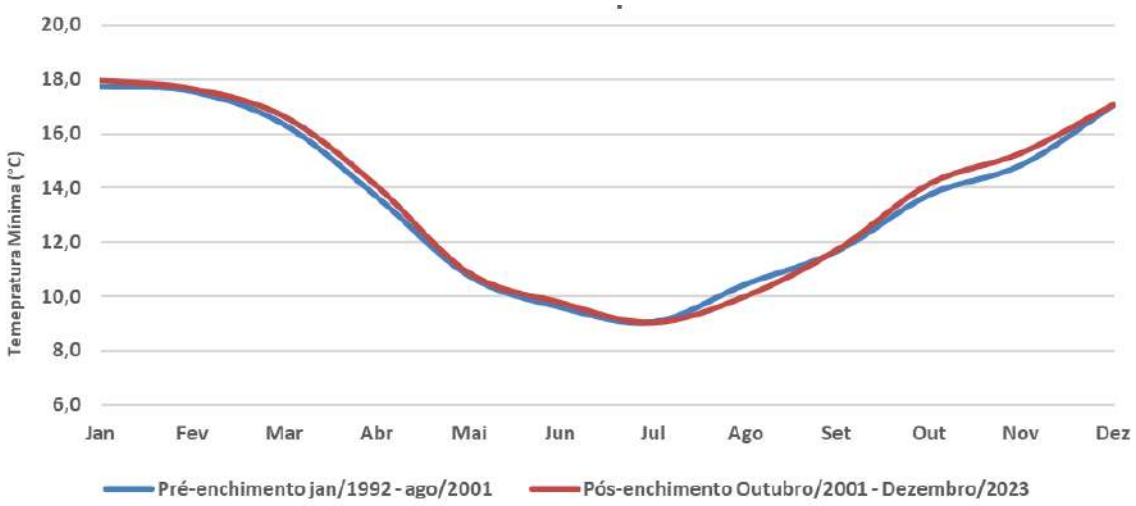


Figura 1.29. Médias mensais históricas de temperatura mínima para o período pré e pós-enchimento do reservatório da UHE Machadinho.

1.3.5.3 Temperatura máxima histórica

O ciclo diurno das temperaturas máximas é regulado pelas condições atmosféricas predominantes e aos fatores locais em torno da estação meteorológica, como altitude da estação, e em geral, seus valores são registrados entre às 14h e 15h. A Figura 1.30 apresenta as médias anuais de temperatura máxima para o período entre os anos de 1992 e 2023.

Normalmente, o comportamento anual das temperaturas máximas é similar para os períodos de pré-enchimento e pós-enchimento, no entanto, valores extremos de temperatura máxima média (tanto positivos quanto negativos) são observados nos anos de 2001, 2013 e 2015.

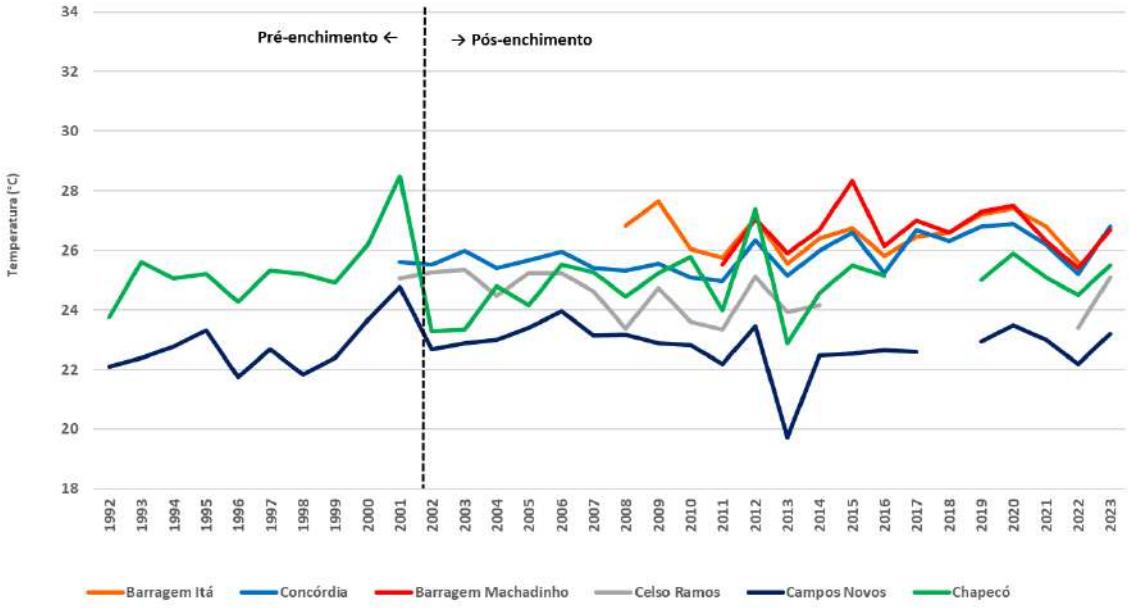


Figura 1.30. Médias anuais de temperatura máxima (1992 – 2023).

No período de pré-enchimento (1992-1999) a média geral de temperatura máxima foi de 24.0°C, já no período de pós-enchimento (2000-2023), e considerando as mesmas estações utilizadas no pré-enchimento, o valor foi de 23.8°C. Ao considerar todas as estações meteorológicas operantes na área da usina a média geral de temperaturas máximas foi de 25.4°C. Isso demonstra que a diferença de valores observados entre as estações, assim como nas temperaturas máximas, pode estar relacionada a localização da estação meteorológica, em que a altitude e tipo de solo ao redor pode alterar localmente os valores observados, refletindo em médias anuais com tênue diferença. O comportamento médio mensal das temperaturas máximas, apresentado na Figura 1.31, mostra que mensalmente foram semelhantes em termos de sazonalidade, ou seja, mais elevadas nos primeiros meses do ano, apresentando declínio no outono, até ficarem mais baixas nos meses de inverno e retornando à elevação gradual de setembro em diante.

No período de pré-enchimento, as temperaturas máximas foram mais baixas em todos os meses do ano. A maior diferença entre os períodos é observada no mês de fevereiro, com 2.6°C mais quente no período de pós-enchimento.

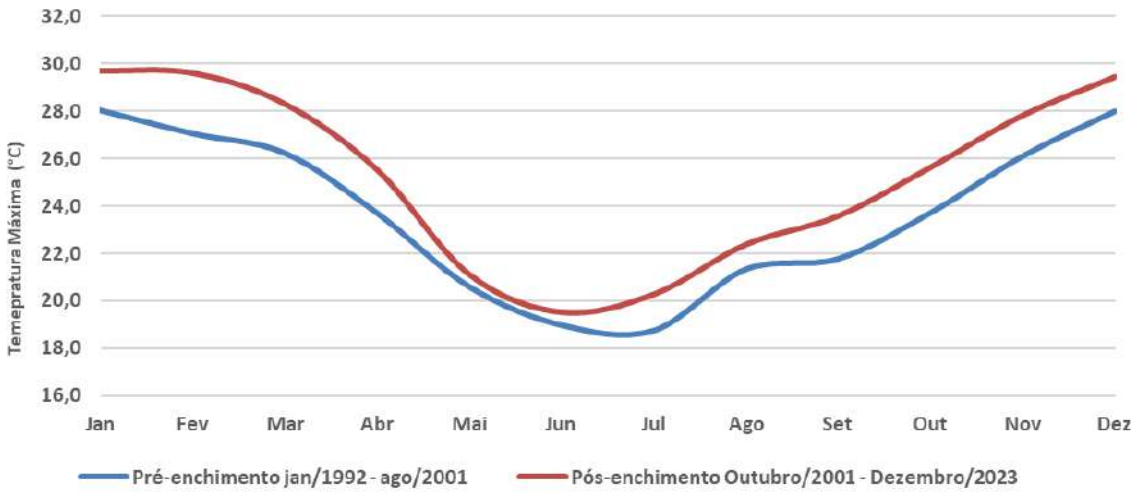


Figura 1.31. Médias mensais históricas de temperatura máxima para o período pré e pós-enchimento do reservatório da UHE Machadinho.

1.3.5.4 Amplitude térmica histórica

A amplitude térmica é uma variável meteorológica resultante da diferença entre os valores de temperatura mínima e máxima, a qual reflete a quantidade de umidade disponível na atmosfera. Ou seja, valores mais elevados ou mais baixos de amplitude térmica, em geral, estão associados à condição de estabilidade ou instabilidade no tempo, com pouca ou muita nebulosidade e ausência ou presença de chuva.

As médias anuais de amplitude térmica para o período de 1992-2023 são apresentadas na Figura 1.32, e o padrão apresentado está associado às condições atmosféricas que predominaram, sendo normal para faixa latitudinal em que se insere a UHE Machadinho, com passagem frequente de sistemas atmosféricos, os quais resultam em condições diversificadas de tempo.

No período de pré-enchimento (1992-2001), a menor amplitude foi no ano de 1998 para e estação Campos Novos, que apresentou elevados volumes de precipitação. Em contraponto, o ano de 2000 apresentou valores mais elevados de amplitude térmica, que está associado ao extenso período com ausência de chuvas na área da Usina, e no Sul do Brasil, resultando em maior amplitude térmica diária e consequentemente, maior média anual (Figura 1.32).

No período de pós-enchimento (2002-2023) a amplitude térmica média apresentou oscilações anuais, com os menores valores nos anos de 2002 e 2023, ambas na estação Chapecó. Para a estação Chapecó, o maior valor anual médio de amplitude térmica foi registrado no ano de 2012, enquanto na estação Barragem Machadinho os anos de 2015 e 2020 apresentaram os maiores valores anuais, com 13.4°C de amplitude térmica média anual.

A maior amplitude térmica ocorre devido à menor cobertura de nuvens que reflete em maior diferença nos valores de temperaturas mínimas e máximas do dia.

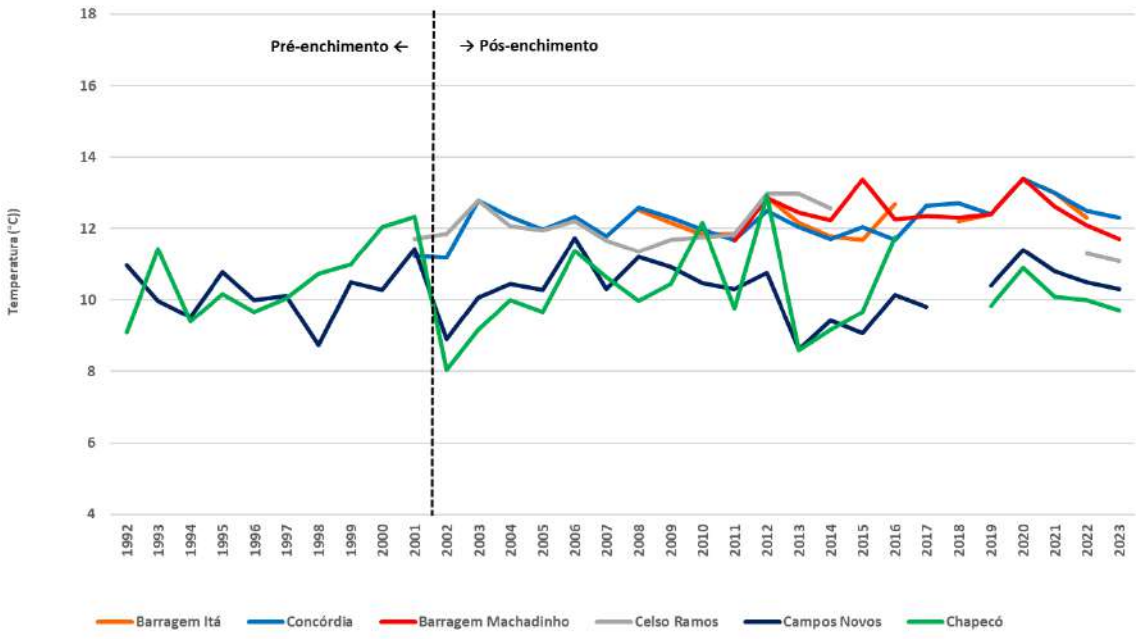


Figura 1.32. Médias anuais de amplitude térmica (1992 – 2023).

A Figura 1.33 apresenta as médias mensais de amplitude térmica para os períodos de pré-enchimento e pós-enchimento do reservatório da UHE Machadinho, que apresentou valores mais baixos no período de pré-enchimento. Esse padrão é semelhante ao verificado na temperatura máxima, com 2.5°C de amplitude térmica no mês de fevereiro, ou seja, no período de pré-enchimento, em média, o ar atmosférico apresentou maior umidade disponível, com dias mais nublados e chuvosos. A maior elevação na amplitude térmica para o período pós-enchimento está associada à dias mais estáveis, que resultou na irregularidade das chuvas, com eventos extremos de precipitação, e até mesmo, escassez em alguns anos.

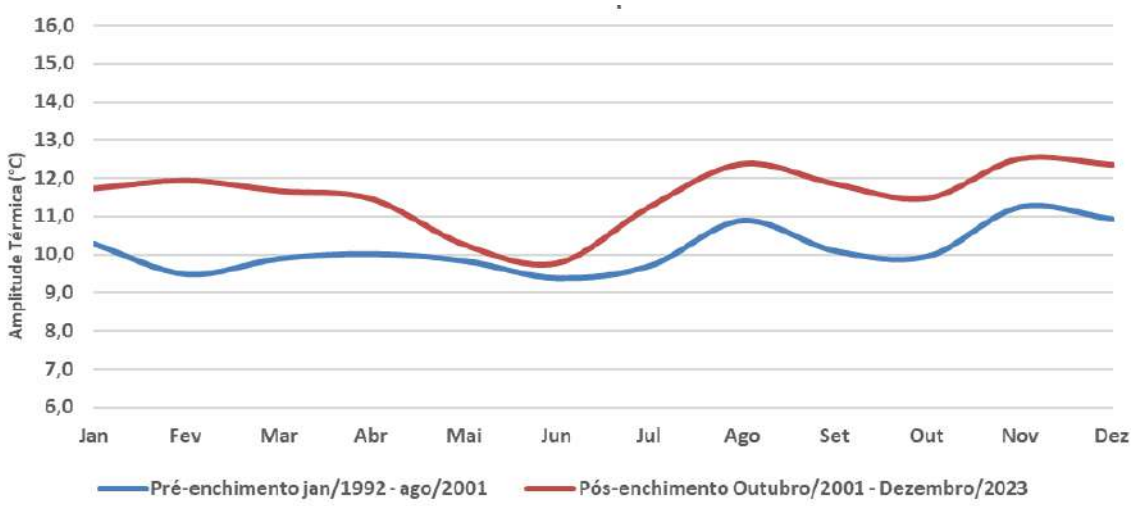


Figura 1.33. Médias mensais históricas de amplitude térmica para o período pré e pós-enchimento do reservatório da UHE Machadinho.

1.3.5.5 Umidade relativa do ar histórica

A Figura 1.34 apresenta as médias anuais de umidade relativa do ar no período de 1992-2023, que apresentou comportamento semelhante nos períodos de pré-enchimento e pós-enchimento para as estações Campos Novos e Chapecó, onde oscilações anuais foram verificadas nos anos em que houve maior precipitação, como o ano de 1998 no período de pré-enchimento e 2018 no pós-enchimento.

As estações meteorológicas instaladas no período de pós-enchimento apresentaram médias superiores às estações Campos Novos e Chapecó, com aumento nos valores de umidade relativa do ar, especialmente, a partir do ano de 2009 (Figura 1.34). É importante destacar que entre 2000 e 2006, a região oeste de Santa Catarina passou por períodos prolongados com baixa pluviosidade, devido à atuação de bloqueios atmosféricos que foram persistentes na região.

Essa condição atmosférica pode, em alguns anos, favorecer a menores totais anuais de precipitação, no entanto, em alguns desses anos podem ocorrer eventos extremos de precipitação, que apresentam curta duração e elevados totais pluviométricos, elevando a precipitação acumulada. Isto significa que, embora a umidade relativa do ar esteja altamente associada com a menor/maior pluviosidade, é muito importante ressaltar que em alguns casos pode haver alta pluviosidade e baixa umidade relativa média, pois o número de dias consecutivos sem chuva irá ser determinante nos valores médios de umidade relativa do ar.

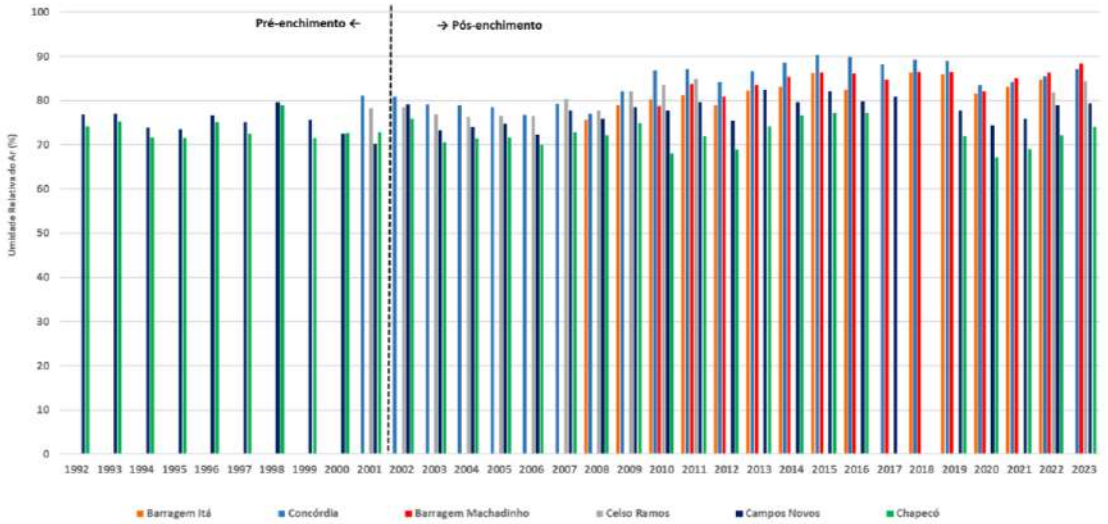


Figura 1.34. Médias anuais de umidade relativa do ar (1992 – 2023).

O comportamento mensal médio da umidade relativa do ar para os períodos de pré-enchimento e pós-enchimento são mostrados na Figura 1.35, em que para maior parte dos meses analisados a umidade relativa mensal é maior no período de pós-enchimento, com destaque para os meses de junho e agosto, que apresentaram as maiores diferenças.

O mês de fevereiro é o único mês em que os valores de umidade são mais elevados no período de pré-enchimento. Tal comportamento está associado ao maior número de estações meteorológicas instaladas a partir do ano 2001, as quais apresentam características locais próprias (microclima) e influenciam os valores médios.

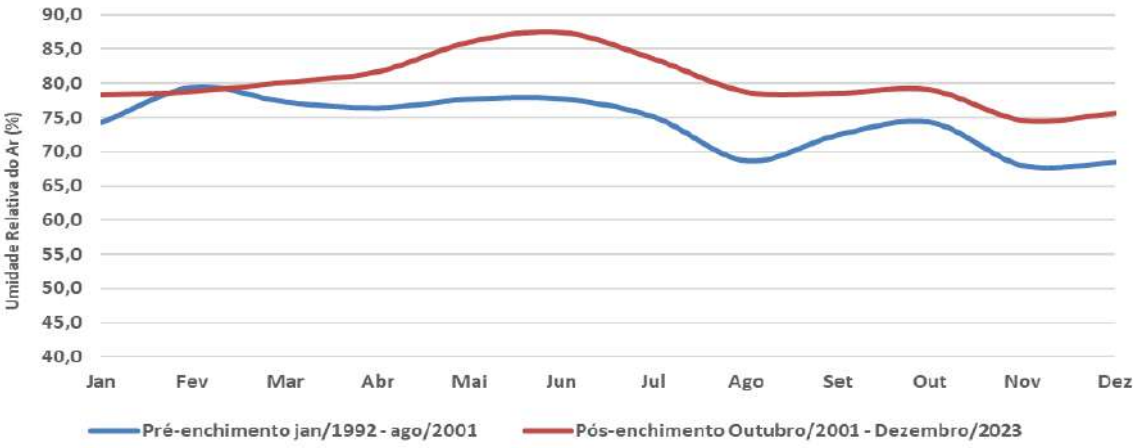


Figura 1.35. Médias mensais históricas de umidade relativa do ar para o período pré e pós-enchimento do reservatório da UHE Machadinho.

1.4 Considerações Finais

A comparação entre os períodos de pré e pós-enchimento (1992/2001 e 2002/2023) mostrou que os elementos climáticos em torno da UHE Machadinho são influenciados pela dinâmica atmosférica predominante na região Sul do Brasil, onde os sistemas atmosféricos de escala sinótica e

global modulam o clima da região, ocasionando anomalias climáticas típicas da faixa latitudinal em que se insere a Usina Hidrelétrica. Vale destacar, que o maior número de estações meteorológicas no período de pós-enchimento, sendo este período mais longo que o anterior, pode afetar os valores médios obtidos, já que as características microclimáticas em torno de cada estação são importantes.

As condições climáticas locais em torno da UHE Machadinho verificadas após o enchimento do reservatório foram de precipitação com forte variabilidade interanual, com períodos secos intercalados com eventos de chuvas mais intensas, como as observadas em 2023, e outros com chuvas dentro da normalidade climática da região, não sendo verificados indicativos de mudanças no padrão climatológico da região e este condizente com as condições observadas em todo o Sul do Brasil. A temperatura do ar na área da usina é determinada pelo ingresso de massas de ar, ficando mais baixa quando as massas de ar frio estão mais fortalecidas no Sul do Brasil e mais elevada em períodos em que o ar tropical atua com maior intensidade. A umidade relativa do ar apresentou comportamento dentro do esperado, coerente com as variações ocorridas nos elementos climáticos e que resultam em maior ou menor concentração de umidade na área da usina.

Portanto, as variações climáticas observadas no presente, para a área de influência da UHE Machadinho, se apresentam dentro do esperado, com oscilações cíclicas no comportamento mensal e anual dos elementos climáticos avaliados, o que confere uma condição climatológica normalmente típica para a região Sul do Brasil.

2 MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO

2.1 Introdução

O presente monitoramento hidrometeorológico tem como objetivo demonstrar o comportamento hidrológico médio mensal verificado na bacia do Rio Uruguai junto à Usina Hidrelétrica (UHE) Machadinho durante o período de julho/2014 a dezembro/2023. O Programa atende à condicionante 2.1 da Renovação da Licença de Operação Nº 160/2001, emitida em 2001 e renovada em 25 de julho de 2014.

"Executar os Programas Socioambientais abaixo e as diretrizes do Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA): Programa de Monitoramento Hidrometeorológico."

2.2 Atividades Desenvolvidas

As atividades de monitoramento hidrometeorológico compreendem a medição dos dados hidrológicos composta por ações de coleta, tratamento, armazenamento e disponibilização de informações históricas de vazões afluentes, defluentes (vazão turbinada somada a vazão vertida), e o armazenamento em percentual de volume útil do reservatório.

2.3 Resultados

A Tabela 2.1 contém os dados hidrológicos médios mensais para o período.

Tabela 2.1. Dados hidrológicos médios mensais da UHE Machadinho para o período de jul/2024 a dez/2023.

Variável	Máxima Média Mensal do Período	Mínimas Média Mensal do Período
Nível (m)	479,79	461,57
Vazão Turbinada (m³/s)	1.228,00	0
Vazão Vertida (m³/s)	2.904,00	0

Fonte: SAU (Sistema de Acompanhamento de Usinas).

Já as figuras indicadas como Figura 2.1, Figura 2.2 e Figura 2.3 apresentam os níveis mensais do reservatório, a vazão turbinada e a vazão vertida, respectivamente.

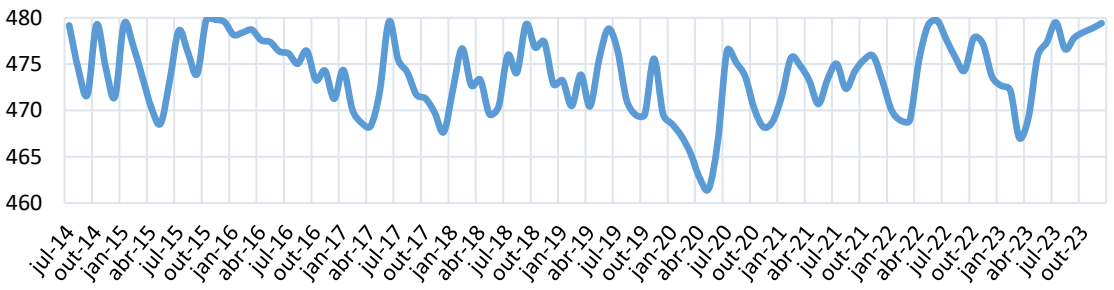


Figura 2.1. Nível do reservatório (m) médio mensal da UHE Machadinho para o período de jul/2014 a dez 2023.
Fonte: SAU (Sistema de Acompanhamento de Usinas).

O Figura 2.1 evidencia os níveis mensais a montante do reservatório da UHE Machadinho. Observa-se que durante o período, o reservatório teve uma operação com variação de 18,22 metros. O nível médio mensal do período foi de 473,83 metros.

É possível observar que o nível mensal médio mínimo do reservatório ocorreu no mês de maio de 2020, com o valor de 461,57 metros. Já o nível mensal médio máximo do reservatório ocorreu no mês de novembro de 2015, com o valor de 479,79 metros.

Na Figura 2.2 constam os valores médios mensais de vazão turbinada.

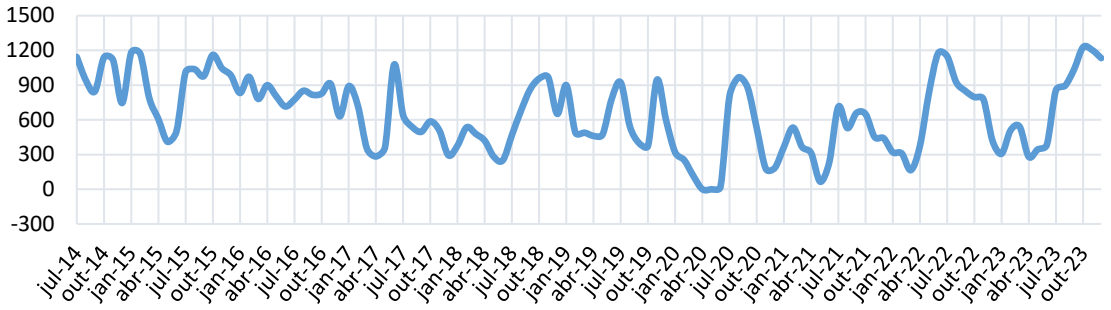


Figura 2.2. Vazão turbinada (m³/s) média mensal da UHE Machadinho para o período de jul/ 2014 a dez/2023.
Fonte: SAU (Sistema de Acompanhamento de Usinas).

Constata-se que a vazão mensal média máxima ocorreu nos meses de outubro de 2023, com o valor de 1.228 m³/s, e a vazão mensal mínima ocorreu no mês de abril e maio de 2020, com o valor de 0 m³/s. A vazão média mensal do mês de março foi a mais baixa do período, pois, a UHE Machadinho operou com geração nula durante 109 dias (13/03 a 29/06/2020). Considerando a média anual da série histórica de 2002 a 2023 no valor de 641 m³/s, o valor médio anual de vazão turbinada para o período de julho/2014 a dezembro/2023 foi de 649 m³/s, ou seja, acima da séria histórica.

A partir da Figura 2.3 é possível observar os valores médios máximos de vertimento mensal na bacia do Rio Uruguai para o período.

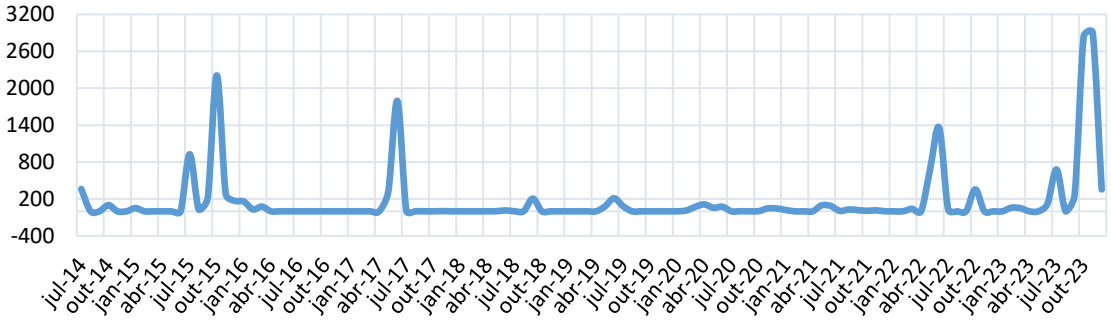


Figura 2.3. Vazão vertida (m³/s) média mensal na UHE Machadinho para o período de jul/2014 a dez/2023.
Fonte: SAU (Sistema de Acompanhamento de Usinas).

Constata-se que o valor máximo médio mensal de vertimento foi 2.904 m³/s, verificado no mês de novembro de 2023.

Nos meses de outubro e novembro de 2023 foram verificadas intensas chuvas na região sul do Brasil, principalmente nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Os volumes totais de precipitação mensal ultrapassaram 500 mm na maioria das estações pluviométricas. Esse valor supera a normal climatológica em 117% para o mês de outubro e 194% para o mês de novembro, atribuído principalmente a influência do fenômeno climático El Nino. As vazões vertidas horárias na UHE Machadinho nesse período, foram as maiores verificadas desde o início da operação, atingindo o valor de 16.082 m³/s em outubro e 15.638 m³/s em novembro.

2.4 Considerações Finais

Considerando a média total mensal do período, a UHE Machadinho operou com nível de seu reservatório em torno de 473,83 metros, ou seja, com 55,9% do seu volume útil. No período de julho/2014 a dezembro/2023, a média mensal acumulada de chuvas foi de 157 mm, valor este acima da média mensal acumulada da série histórica para o período de 2002 a 2023, cujo valor é de 141 mm. Para vazão turbinada, a média total no período foi de 649 m³/s, correspondendo a uma energia bruta média gerada para o período de 565 MW (médio), isto é, aproximadamente 49,6% da sua capacidade total de geração.

Este valor ficou acima da média da série histórica de geração média no período de 2002 a 2023 que é de 559 MW (médio).

3 MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO

3.1 Introdução

O Programa de Operação e Manutenção da Rede de Estações para o Monitoramento Hidrossedimentológico do Reservatório da UHE Machadinho foi iniciado em 2003 e, desde novembro de 2014, vem sendo desenvolvido pela INOVVO Consultoria e Serviços Ambientais.

O Programa atende à condicionante 2.1 da Licença de Operação nº 160/2001, expedida em 2014 pelo IBAMA, referente ao Monitoramento Hidrossedimentológico da UHE Machadinho.

> "Executar os Programas Socioambientais abaixo e as diretrizes do Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA): Programa de Monitoramento Hidrossedimento-lógico."

No decorrer do documento são apresentados os resultados do período de julho de 2014 à dezembro de 2023.

Os serviços realizados são caracterizados por medições periódicas de descargas líquidas e sólidas em 03 (três) estações hidrossedimentométricas pré-definidas, que realizam registros limnimétricos diários nas seções de régua. Além disso, são realizadas ações de manutenção das estações hidrométricas.

As medições de descargas permitem determinar e/ou atualizar as curvas-chave das estações a montante do reservatório, bem como a jusante da usina. A partir das curvas-chave e das observações limnimétricas efetuadas nas estações, é possível quantificar e acompanhar a tendência da produção de sedimentos na área de influência do reservatório.

São previstas 04 (quatro) campanhas anuais nas estações, listadas na Tabela 3.1, sendo essas programadas, em média, a cada três meses, podendo variar de acordo com as condições hidrológicas da bacia. Esta periodicidade está em conformidade com as exigências da Resolução Conjunta ANA-ANEEL nº 03/2010, atualmente atualizada para nº 127/2022, assim como a nomenclatura das estações foi adequada para atender às exigências desta mesma resolução, no entanto, mantendo a localização das estações.

Tabela 3.1. Relação das Estações Hidrossedimentométricas monitoradas.

Nome	Código	Rio	Latitude	Longitude	Área de drenagem (km²)
Bernardo José	70850000	Bernardo José	6922700	462985	820
UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo Granzotto)	72428000	Inhadava ou Forquilha	6916097	425818	1.604
UHE Machadinho Jusante (Seção 5)	72700000	Uruguai	6955572	419870	32.200

Para melhor visualização é apresentada a Figura 3.1, com a espacialização das estações, as quais estão localizadas em parte da bacia do rio Uruguai.

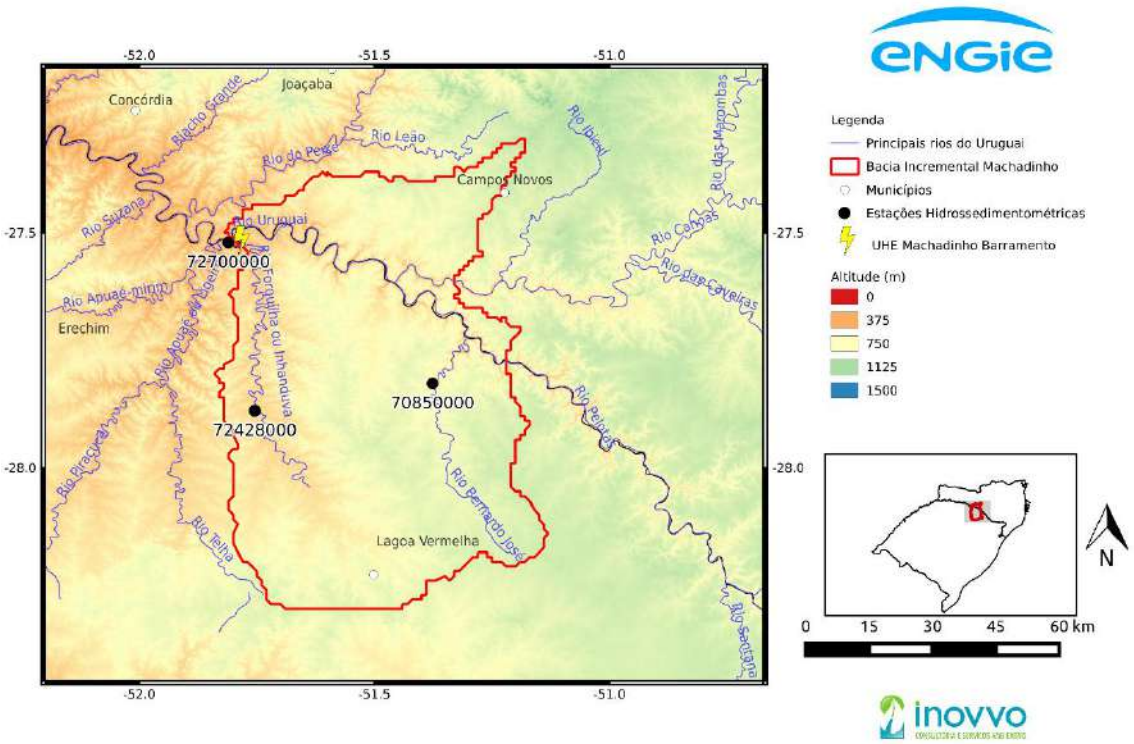


Figura 3.1. Espacialização das estações pertencentes ao monitoramento hidrossedimentométrico e delimitação da bacia incremental da UHE Machadinho.

3.2 Atividades Desenvolvidas

A Tabela 3.2, apresentada a seguir, contém resumo do número de medições realizadas nas estações hidrossedimentométricas desde o início do monitoramento até dezembro de 2023.

Além das medições indicadas, foram realizadas orientações aos leituristas, recolhimento mensal de boletins e levantamento anual de perfil de seção transversal em cada uma das estações.

Tabela 3.2. Resumo da Quantidade de Medições por Estação.

Nome das Estações	Quantidade de Medições	
	Líquida	Sólida
Bernardo José	106	100
UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo Granzotto)	93	91
UHE Machadinho Jusante (Seção 5)	110	104

3.3 Resultados

3.3.1 Medições de descargas líquidas e sólidas

A seguir são apresentadas, para cada estação, tabelas com os resumos das medições de descargas líquidas e sólidas realizadas no período de julho de 2014 a dezembro de 2023, acompanhadas por gráficos nos quais são plotadas as medições realizadas, além das séries históricas das medições com suas respectivas curvas-chave.

3.3.2 Bernardo José (70850000)

No período de julho de 2014 a dezembro de 2023, as medições de descarga líquida foram realizadas entre as cotas 76 cm e 166 cm, obtendo vazões líquidas entre 3,7 m³/s e 175,9 m³/s. As descargas sólidas variaram entre 0,5 t/dia e 3727,2 t/dia (Tabela 3.3, Tabela 3.4, Figura 3.2 e Figura 3.4).

Tabela 3.3. Resumo das medições de julho/2014 a dezembro/2023 da estação Bernardo José.

Data	Cota (cm)	Vazão (m³/s)	Área molhada (m²)	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)
13/08/2014	111	32,6	142	0,23	79
30/10/2014	97	12,5	132	0,10	78
08/04/2015	105	24,9	135	0,19	80
19/05/2015	93	12,4	127	0,10	80
25/08/2015	93	11,0	124	0,09	79
12/11/2015	112	38,6	142	0,27	79
27/01/2016	96	13,9	139	0,10	80
12/05/2016	100	12,8	133	0,10	79
16/08/2016	104	16,2	135	0,12	79
10/11/2016	108	28,6	144	0,20	78
13/02/2017	102	19,0	144	0,13	78
15/05/2017	98	10,7	129	0,08	78
22/08/2017	97	9,9	128	0,08	77
23/11/2017	98	10,0	126	0,08	78
15/02/2018	90	8,5	127	0,07	78
17/05/2018	89	6,3	124	0,05	78
13/08/2018	98	13,1	133	0,10	79
15/11/2018	106	28,6	139	0,21	79
07/02/2019	89	5,9	127	0,05	79
31/05/2019	166	175,9	207	0,85	81
22/08/2019	89	7,9	124	0,06	79
21/11/2019	99	18,6	137	0,14	81
13/02/2020	84	5,0	112	0,05	69
04/05/2020	76	3,9	115	0,03	76
13/08/2020	105	27,0	142	0,19	80
07/11/2020	84	6,7	125	0,05	78
11/02/2021	99	17,7	132	0,13	79
28/05/2021	82	4,6	123	0,04	79
12/08/2021	96	12,3	139	0,09	90
11/11/2021	90	6,3	128	0,05	78
18/02/2022	78	3,7	114	0,03	78
12/05/2022	119	45,0	149	0,30	80
04/08/2022	96	13,8	132	0,10	80
10/11/2022	92	10,2	125	0,08	79
17/02/2023	84	4,7	114	0,04	76
19/05/2023	90	7,4	123	0,06	79
18/08/2023	96	9,9	128	0,08	79
15/11/2023	125	58,1	158	0,37	80

Tabela 3.4. Resumo das medições de julho/2014 a dezembro/2023 da estação Bernardo José.

Data	Profundidade Média (m)	Perímetro molhado (m)	Raio hidráulico (m)	Concentração (mg/L)	Descarga sólida em suspensão (t/dia)
13/08/2014	1,80	79,7	1,79	21,3	59,8
30/10/2014	1,68	78,9	1,67	7,1	7,7
08/04/2015	1,68	80,0	1,68	11,0	23,6
19/05/2015	1,60	80,0	1,59	5,0	5,4
25/08/2015	1,58	80,0	1,57	4,0	3,8
12/11/2015	1,81	79,0	1,79	13,0	43,3
27/01/2016	1,73	80,9	1,71	16,0	19,2
12/05/2016	1,69	79,5	1,67	10,0	11,0
16/08/2016	1,72	79,4	1,70	9,0	12,6
10/11/2016	1,84	79,1	1,82	8,0	19,8
13/02/2017	1,83	79,1	1,82	19,0	31,2
15/05/2017	1,65	78,9	1,64	15,0	13,9
22/08/2017	1,65	78,1	1,64	15,0	12,9
23/11/2017	1,63	78,3	1,61	8,0	6,9
15/02/2018	1,63	78,5	1,61	9,0	6,6
17/05/2018	1,60	78,2	1,58	1,0	0,5
13/08/2018	1,69	79,8	1,67	12,0	13,6
15/11/2018	1,75	79,9	1,73	24,0	59,3
07/02/2019	1,62	79,4	1,60	6,6	3,3
31/05/2019	2,55	82,9	2,50	245,2	3727,2
22/08/2019	1,58	79,3	1,56	2,6	1,8
21/11/2019	1,70	81,1	1,69	7,0	11,2
13/02/2020	1,61	70,2	1,59	4,7	2,0
04/05/2020	1,52	76,5	1,50	3,4	1,2
13/08/2020	1,77	80,8	1,75	76,2	178,0
07/11/2020	1,60	78,6	1,59	7,3	4,2
11/02/2021	1,68	79,5	1,66	13,1	20,1
28/05/2021	1,55	79,7	1,54	5,9	2,4
12/08/2021	1,55	90,1	1,54	5,9	6,3
11/11/2021	1,65	78,8	1,63	5,2	2,8
18/02/2022	1,46	78,9	1,45	6,8	2,2
12/05/2022	1,88	80,2	1,86	10,8	42,1
04/08/2022	1,65	164,4	0,80	4,5	5,4
10/11/2022	1,57	79,8	1,56	3,2	2,9
17/02/2023	1,50	76,8	1,49	5,2	2,1
19/05/2023	1,55	79,9	1,54	12,1	7,7
18/08/2023	1,62	79,9	1,61	12,7	10,8
15/11/2023	1,96	81,2	1,94	6,5	32,5

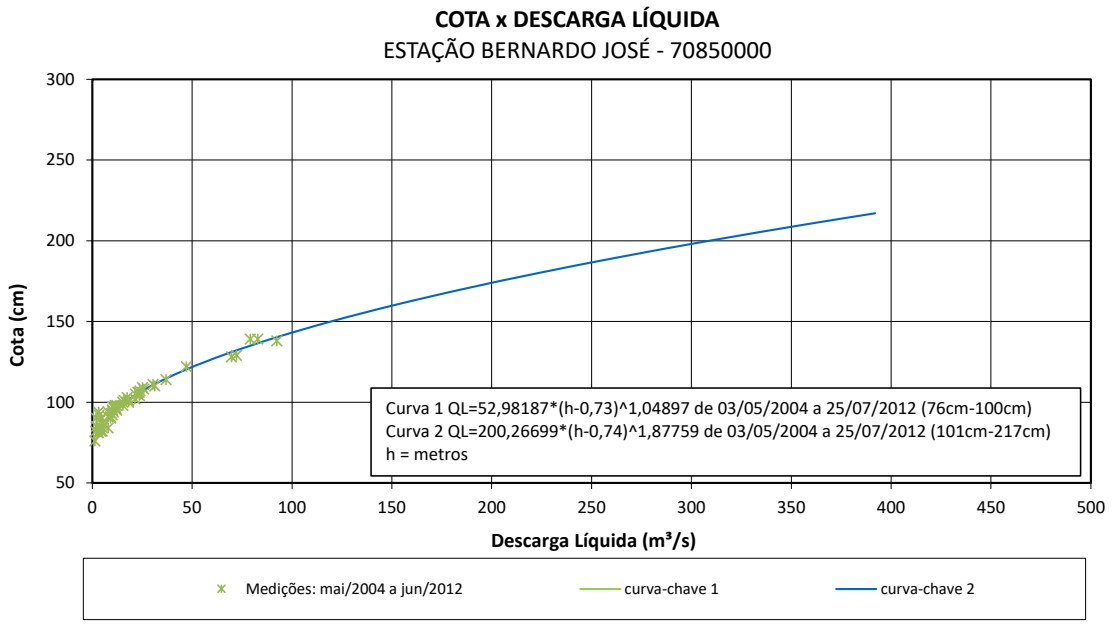


Figura 3.2. Relação Cota x Descarga Líquida da estação Bernardo José válida para o período de 03/05/2004 a 25/07/2012.

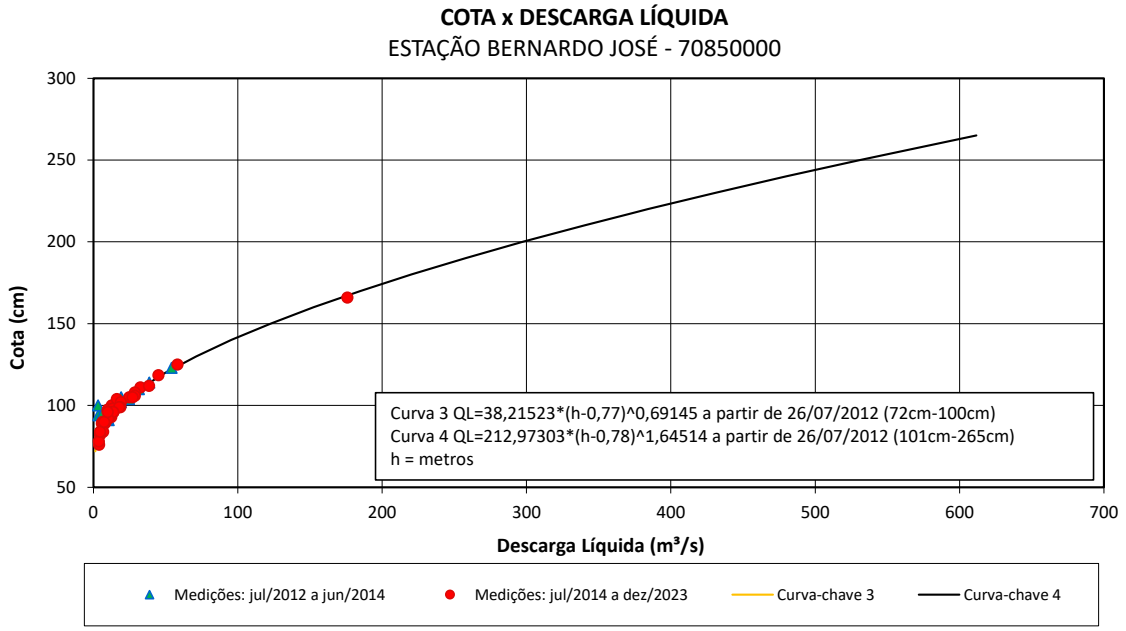


Figura 3.3. Relação Descarga Líquida x Descarga Líquida da estação Bernardo José válida para o período a partir de 26/07/2012.

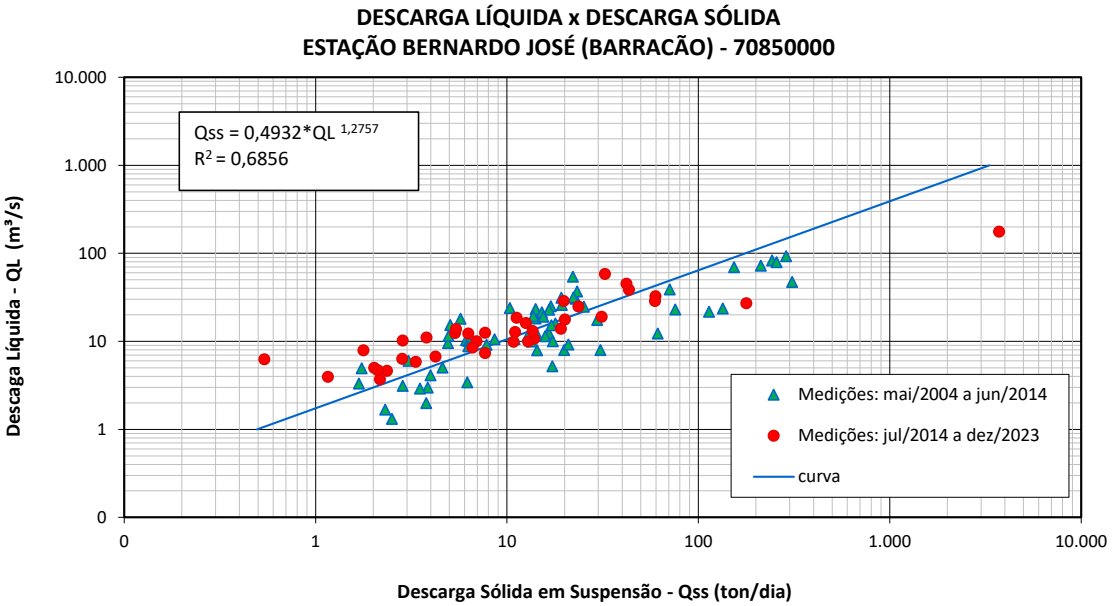


Figura 3.4. Relação Descarga Líquida x Descarga Sólida em Suspensão da estação Bernardo José.

Na Figura 3.5 até a Figura 3.24, é possível observar a equipe técnica de campo realizando os procedimentos de medição de descarga líquida e sólida.



Figura 3.5. Bernardo José: medição de descarga líquida no dia 13/08/2014.



Figura 3.6. Bernardo José: medição de descarga sólida no dia 13/08/2014.



Figura 3.7. Bernardo José: medição de descarga líquida no dia 08/04/2015.



Figura 3.8. Bernardo José: medição de descarga sólida no dia 12/11/2015.



Figura 3.9. Bernardo José: medição de descarga líquida no dia 27/01/2016.



Figura 3.10. Bernardo José: medição de descarga sólida no dia 16/08/2016.



Figura 3.11. Bernardo José: medição de descarga líquida no dia 15/05/2017.

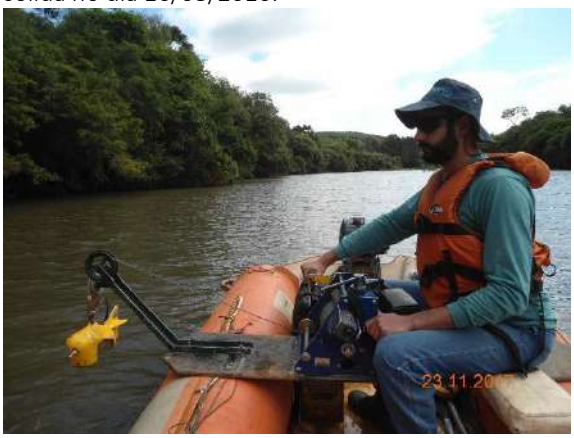


Figura 3.12. Bernardo José: medição de descarga sólida no dia 23/11/2017.



Figura 3.13. Bernardo José: medição de descarga líquida no dia 17/05/2018.



Figura 3.14. Bernardo José: medição de descarga sólida no dia 17/05/2018.



Figura 3.15. Bernardo José: medição de descarga líquida no dia 21/11/2019.



Figura 3.16. Bernardo José: medição de descarga sólida no dia 21/11/2019.



Figura 3.17. Bernardo José: medição de descarga líquida no dia 04/05/2020.



Figura 3.18. Bernardo José: Amostragem de material de leito no dia 04/05/2020.



Figura 3.19. Bernardo José: Medição de descarga líquida no dia 11/11/2021.



Figura 3.20. Bernardo José: Amostragem de material de leito no dia 11/11/2021.



Figura 3.21. Bernardo José: Medição de descarga líquida no dia 04/08/2022.



Figura 3.22. Bernardo José: Medição de descarga sólida em suspensão no dia 04/08/2022.



Figura 3.23. Bernardo José: Medição de descarga líquida no dia 18/08/2023.

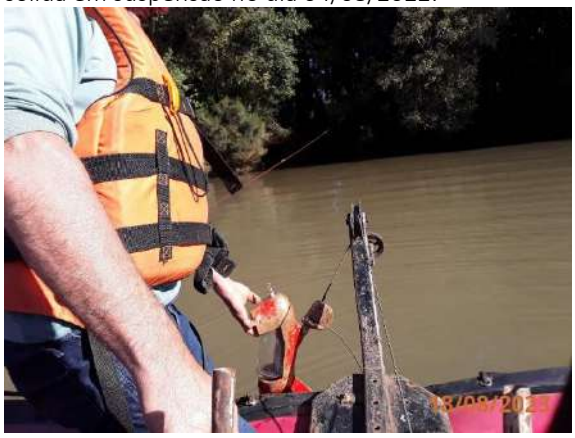


Figura 3.24. Bernardo José: Medição de descarga sólida em suspensão no dia 18/08/2023.

3.3.3 UHE Machadinho Rio Forquilha- Passo do Granzotto (72428000)

No período de julho de 2014 a dezembro de 2023, as medições de descarga líquida nesta estação foram realizadas entre as cotas 73 cm e 515 cm, obtendo vazões líquidas entre 4,6 m³/s e 220,2 m³/s. As descargas sólidas variaram entre 1,9 t/dia e 1326,2 t/dia (Figura 3.25 e Figura 3.26).

Tabela 3.5. Resumo das medições de julho/2014 a dezembro/2023 da estação UHE Machadinho Rio Forquilha- Passo do Granzotto.

Data	Cota (cm)	Vazão (m³/s)	Área molhada (m²)	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)
07/08/2014	151	41,9	77	0,54	51
31/10/2014	135	33,0	71	0,47	50
26/03/2015	94	14,4	50	0,29	49
19/05/2015	99	17,1	55	0,31	49
26/08/2015	111	22,2	59	0,38	50
11/11/2015	329	142,6	169	0,85	55
27/01/2016	100	17,7	57	0,31	49
11/05/2016	170	50,6	90	0,57	52
16/08/2016	126	26,5	66	0,40	50
09/11/2016	145	40,1	74	0,54	50
14/02/2017	205	69,5	104	0,67	52
16/05/2017	148	38,3	77	0,50	50
23/08/2017	153	39,2	79	0,49	50

Data	Cota (cm)	Vazão (m^3/s)	Área molhada (m^2)	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)
22/11/2017	157	42,5	83	0,52	50
14/02/2018	96	14,3	52	0,28	48
17/05/2018	91	11,4	50	0,23	49
14/08/2018	121	27,6	68	0,41	51
14/11/2018	144	42,3	76	0,56	50
06/02/2019	98	16,6	54	0,31	49
30/05/2019	340	143,4	175	0,82	56
21/08/2019	95	12,6	53	0,24	49
21/11/2019	128	29,8	68	0,44	50
12/02/2020	89	10,5	46	0,23	48
05/05/2020	74	4,3	40	0,11	46
13/08/2020	145	39,9	76	0,53	50
06/11/2020	83	8,2	50	0,16	48
10/02/2021	123	27,9	65	0,43	51
29/05/2021	97	13,6	54	0,25	49
11/08/2021	103	18,1	59	0,31	50
10/11/2021	101	16,0	54	0,30	48
17/02/2022	73	4,6	43	0,11	48
11/05/2022	248	89,0	126	0,71	53
04/08/2022	115	24,7	65	0,38	52
09/11/2022	102	16,6	56	0,30	49
16/02/2023	76	5,8	42	0,14	46
18/05/2023	99	15,6	52	0,30	49
17/08/2023	118	23,7	61	0,38	49
15/11/2023	515	220,2	272	0,81	66

Tabela 3.6. Resumo das medições de julho/2014 a dezembro/2023 da estação UHE Machadinho Rio Forquilha- Passo do Granzotto.

Data	Profundidade Média (m)	Perímetro molhado (m)	Raio hidráulico (m)	Concentração (mg/L)	Descarga sólida em suspensão (t/dia)
07/08/2014	1,53	51,3	1,51	11,8	42,7
31/10/2014	1,42	50,5	1,41	11,8	33,7
26/03/2015	1,03	49,0	1,02	8,0	10,0
19/05/2015	1,12	49,2	1,11	8,0	11,8
26/08/2015	1,18	50,0	1,17	8,0	15,3
11/11/2015	3,07	57,0	2,96	62,0	763,6
27/01/2016	1,16	49,8	1,15	22,0	33,6
11/05/2016	1,74	52,4	1,71	24,0	104,9
16/08/2016	1,33	50,4	1,30	12,0	27,4
09/11/2016	1,49	50,5	1,50	14,0	48,5
14/02/2017	2,02	52,7	1,97	221,0	1326,2
16/05/2017	1,52	51,1	1,50	28,0	92,6
23/08/2017	1,58	51,1	1,56	40,0	135,5
22/11/2017	1,64	51,1	1,62	35,0	128,6
14/02/2018	1,07	48,5	1,06	8,0	9,9
17/05/2018	1,00	49,6	1,00	3,0	2,9
14/08/2018	1,34	51,3	1,33	22,0	52,5
14/11/2018	1,51	50,9	1,49	18,0	65,8
06/02/2019	1,10	49,7	1,09	57,4	82,3
30/05/2019	3,14	57,9	3,03	87,8	1087,8
21/08/2019	1,08	49,1	1,07	11,4	12,4

Data	Profundidade Média (m)	Perímetro molhado (m)	Raio hidráulico (m)	Concentração (mg/L)	Descarga sólida em suspensão (t/dia)
21/11/2019	1,36	50,6	1,35	10,9	28,1
12/02/2020	0,97	47,8	0,97	5,8	5,2
05/05/2020	0,87	46,5	0,87	5,5	2,1
13/08/2020	1,51	50,8	1,49	12,0	41,5
06/11/2020	1,04	48,0	1,04	6,7	4,7
10/02/2021	1,29	50,9	1,28	19,2	46,4
29/05/2021	1,11	49,0	1,11	19,1	22,5
11/08/2021	1,19	50,3	1,18	11,9	18,7
10/11/2021	1,12	48,5	1,11	7,0	9,7
17/02/2022	0,91	47,8	0,91	4,7	1,9
11/05/2022	2,39	54,0	2,33	6,9	53,1
04/08/2022	1,24	52,9	1,23	2,7	5,9
09/11/2022	1,14	49,3	1,13	5,1	7,3
16/02/2023	0,90	46,6	0,89	5,1	2,5
18/05/2023	1,07	49,1	1,07	7,8	10,5
17/08/2023	1,25	49,6	1,24	14,2	29,0
15/11/2023	4,13	68,6	3,97	26,0	494,8

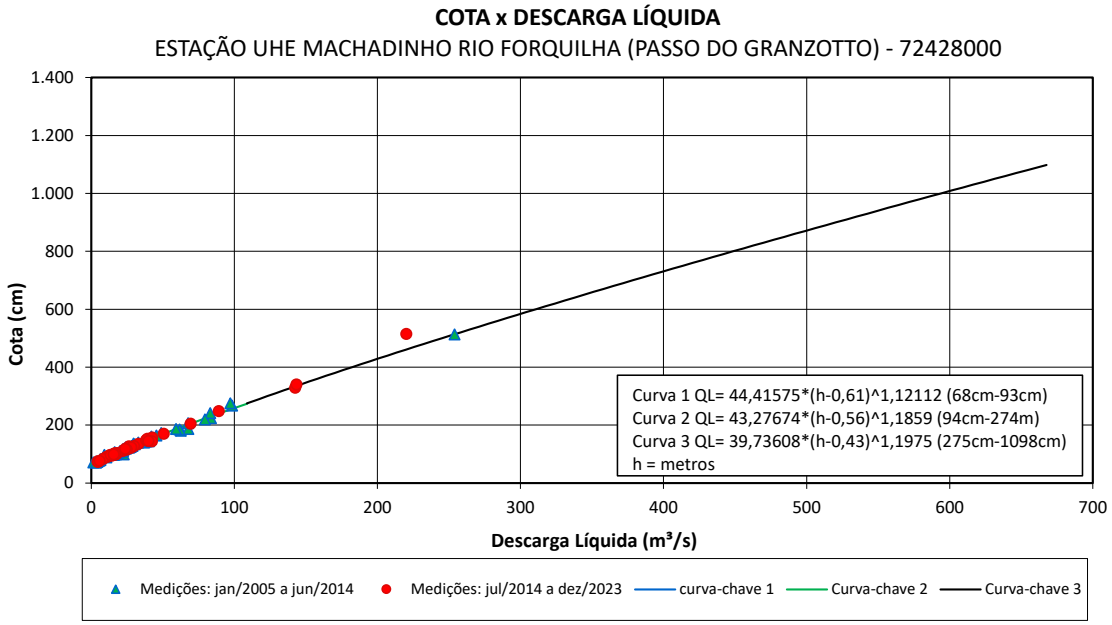


Figura 3.25. Relação Cota x Descarga Líquida da estação UHE Machadinho Rio Forquilha - Passo do Granzotto.

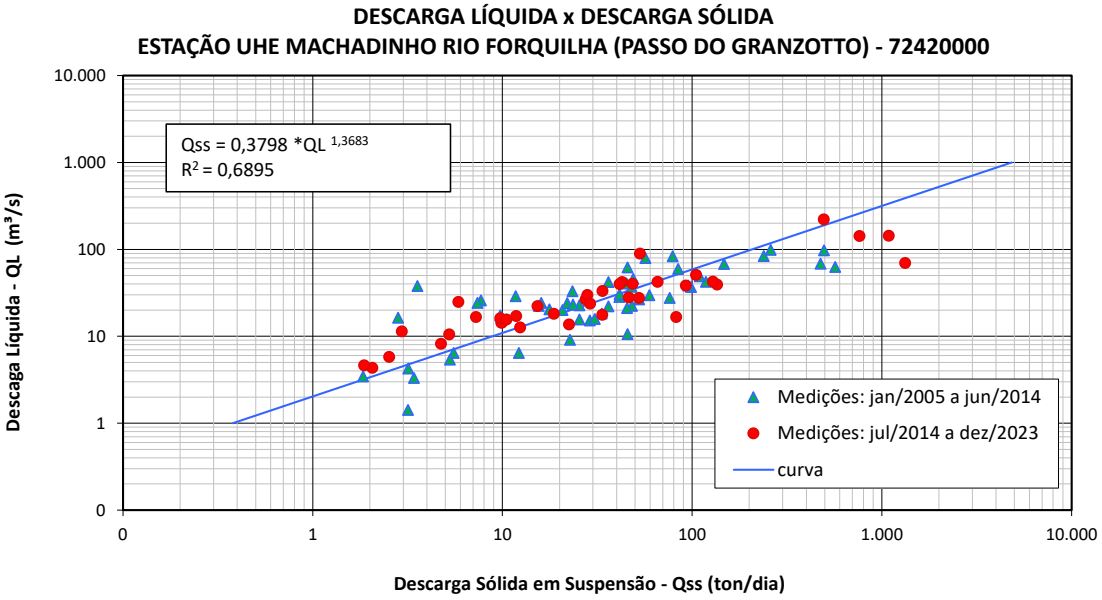


Figura 3.26. Relação Descarga Líquida x Descarga Sólida em Suspensão da estação UHE Machadinho Rio Forquilha- Passo do Granzotto.

Na Figura 3.27 até a Figura 3.46 é possível observar a equipe técnica de campo realizando os procedimentos de medição de descarga líquida e sólida na estação UHE Machadinho Rio Forquilha - Passo do Granzotto.



Figura 3.27. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): medição de descarga líquida no dia 07/08/2014.



Figura 3.28. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): medição de descarga sólida no dia 07/08/2014.



Figura 3.29. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): medição de descarga líquida no dia 19/05/2015.



Figura 3.30. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): medição de descarga sólida no dia 11/11/2015.



Figura 3.31. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): medição de descarga líquida no dia 27/01/2016.



Figura 3.32. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): medição de descarga sólida no dia 16/08/2016.



Figura 3.33. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): medição de descarga líquida no dia 14/02/2017.



Figura 3.34. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): medição de descarga sólida no dia 23/08/2017.



Figura 3.35. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): medição de descarga líquida no dia 17/05/2018.



Figura 3.36. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): medição de descarga sólida no dia 17/05/2018.



Figura 3.37. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): medição de descarga líquida no dia 06/02/2019.



Figura 3.38. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): medição de descarga sólida no dia 06/02/2019.



Figura 3.39. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): medição de descarga líquida no dia 06/11/2020.



Figura 3.40. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): medição de descarga sólida no dia 06/11/2020.



Figura 3.41. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): Medição de descarga líquida no dia 10/11/2021.



Figura 3.42. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): Medição de descarga sólida no dia 10/11/2021.



Figura 3.43. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): Medição de descarga líquida no dia 09/11/2022.



Figura 3.44. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): Amostragem de material do leito no dia 09/11/2022.



Figura 3.45. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): Medição de descarga sólida no dia 18/05/2023.



Figura 3.46. UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto): Amostragem de material do leito no dia 18/05/2023.

3.3.4 UHE Machadinho Jusante – Seção 5 (72700000)

No período de julho de 2014 a dezembro de 2023, as medições de descarga líquida nesta estação, foram realizadas entre as cotas 15 cm e 409 cm, obtendo vazões líquidas entre 51,6 m³/s e 1.555,1 m³/s. As descargas sólidas variaram entre 19,4 t/dia e 1230,3 t/dia (Tabela 3.7, Tabela 3.8, Figura 3.47, Figura 3.48 e Figura 3.49). No dia 14/05/2020 foram realizadas duas medições

de descarga líquida, uma com molinete hidrométrico e a outra com aparelho ADCP (Acoustic Doppler Current Profile), de modo a se obter a cota mínima medida histórica da estação. Marco confirmado com a realização da medição na cota de 15 cm, sendo que anteriormente o registro mínimo histórico era de 83 cm da medição realizada em junho de 2006.

Tabela 3.7. Resumo das medições de julho/2014 a dezembro/2023 da estação Machadinho Jusante - Seção 5.

Data	Cota (cm)	Vazão (m^3/s)	Área molhada (m^2)	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)
25/09/2014	403	1424,5	1674	0,85	142
24/03/2015	402	1433,2	1692	0,85	140
21/05/2015	203	374,2	1347	0,28	128
27/08/2015	409	1555,1	1712	0,91	143
03/12/2015	334	942,3	1545	0,61	138
22/01/2016	397	1515,5	1708	0,89	143
04/05/2016	397	1364,3	1674	0,82	143
03/08/2016	402	1424,0	1722	0,83	143
03/11/2016	329	859,8	1557	0,55	141
10/02/2017	362	1022,1	1653	0,62	142
11/05/2017	182	301,6	1330	0,23	130
17/08/2017	287	618,0	1446	0,43	136
10/11/2017	289	645,9	1461	0,44	138
01/03/2018	286	652,2	1497	0,44	138
24/05/2018	185	295,6	1363	0,22	129
23/08/2018	333	975,4	1596	0,61	141
22/11/2018	398	1486,6	1716	0,87	142
14/02/2019	212	423,9	1380	0,31	128
03/05/2019	183	363,0	1391	0,26	130
08/08/2019	288	666,1	1526	0,44	137
14/11/2019	326	850,1	1593	0,53	141
06/02/2020	185	322,1	1380	0,23	130
14/05/2020	15	74,9	1137	0,07	126
14/05/2020	15	51,6	1120	0,05	124
07/08/2020	403	1397,4	1625	0,86	136
13/11/2020	185	249,4	1360	0,18	141
05/02/2021	346	816,2	1253	0,65	145
20/05/2021	96	139,0	1208	0,11	127
05/08/2021	291	638,4	1520	0,42	134
19/11/2021	210	348,8	1353	0,26	128
10/02/2022	199	352,5	1422	0,25	130
16/06/2022	337	958,0	1632	0,59	152
11/08/2022	405	1429,6	1676	0,85	146
11/11/2022	398	1350,0	1617	0,83	143
09/02/2023	194	329,6	1344	0,25	126
11/05/2023	192	344,1	1345	0,26	122
10/08/2023	341	944,6	1554	0,61	142
15/12/2023	395	1315,2	1597	0,82	143

Tabela 3.8. Resumo das medições de julho/2014 a dezembro/2023 da estação UHE Machadinho Rio Forquilha- Passo do Granzotto.

Data	Profundidade Média (m)	Perímetro molhado (m)	Raio hidráulico (m)	Concentração (mg/L)	Descarga sólida em suspensão (t/dia)
25/09/2014	11,82	149,2	11,22	7,1	871,4
24/03/2015	12,07	148,3	11,40	4,0	495,3
21/05/2015	10,55	134,5	10,01	13,0	420,3
27/08/2015	11,94	151,2	11,32	8,0	1074,9
03/12/2015	11,19	145,3	10,64	6,0	488,5
22/01/2016	11,97	150,5	11,30	5,0	654,7
04/05/2016	11,67	150,9	11,10	4,0	471,5
03/08/2016	12,00	151,2	11,40	10,0	1230,3
03/11/2016	11,07	147,0	10,60	5,0	371,4
10/02/2017	11,62	149,3	11,07	1,0	88,3
11/05/2017	10,23	136,1	9,77	4,0	104,2
17/08/2017	10,61	143,2	10,10	7,0	373,8
10/11/2017	10,60	144,6	10,11	1,0	55,8
01/03/2018	10,82	146,3	10,23	6,0	338,1
24/05/2018	10,55	136,3	10,00	3,0	76,6
23/08/2018	11,34	148,0	10,79	3,0	252,8
22/11/2018	12,10	149,4	11,49	1,0	128,4
14/02/2019	10,76	136,2	10,13	3,2	117,2
03/05/2019	10,71	136,6	10,19	2,5	78,4
08/08/2019	11,13	143,8	10,61	7,9	454,6
14/11/2019	11,33	147,4	10,81	9,3	683,1
06/02/2020	10,62	137,1	10,06	4,1	114,1
14/05/2020	9,02	132,2	8,60	3,0	19,4
14/05/2020	9,04	-	-	-	-
07/08/2020	11,92	143,7	11,31	3,9	469,7
13/11/2020	9,68	145,9	9,32	6,6	142,4
05/02/2021	8,65	150,0	8,35	5,0	352,6
20/05/2021	9,52	133,7	9,04	2,5	30,3
05/08/2021	11,35	142,9	10,64	2,9	162,2
19/11/2021	10,54	134,8	10,04	4,2	126,3
10/02/2022	10,95	137,9	10,31	2,0	61,2
16/06/2022	10,76	158,5	10,30	7,0	577,8
11/08/2022	11,49	154,4	10,86	3,5	431,1
11/11/2022	11,30	151,1	10,70	3,2	369,7
09/02/2023	10,63	133,8	10,05	13,8	393,6
11/05/2023	11,03	128,5	10,47	6,3	187,3
10/08/2023	10,96	148,3	10,48	7,9	644,7
15/12/2023	11,18	151,1	10,57	5,9	668,2

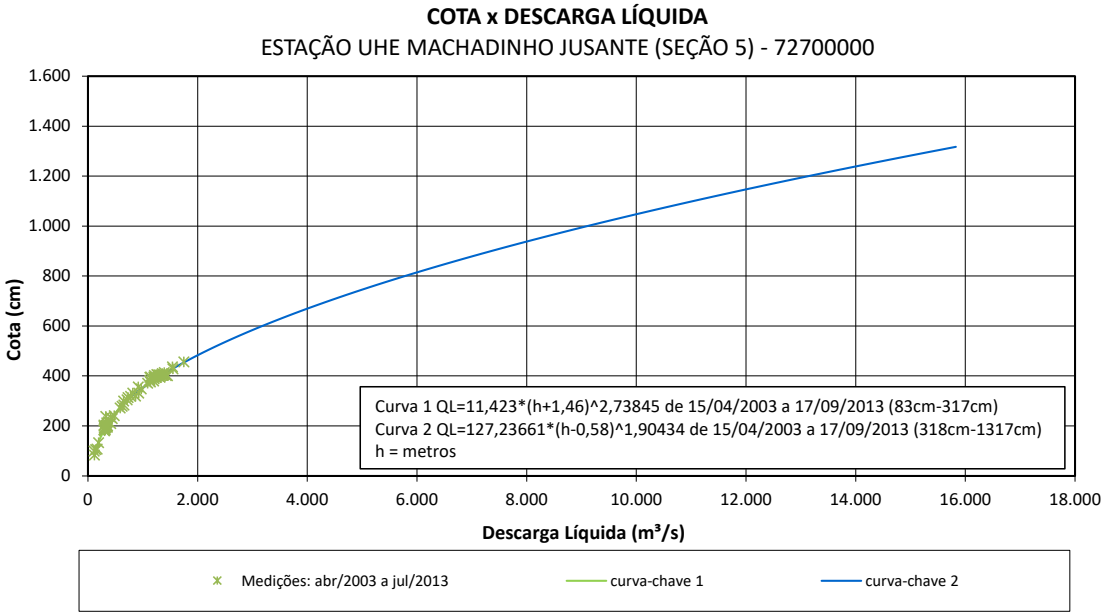


Figura 3.47. Relação Cota x Descarga Líquida da estação UHE Machadinho Jusante- Seção 5 válida para o período de 15/04/2003 a 17/09/2013.

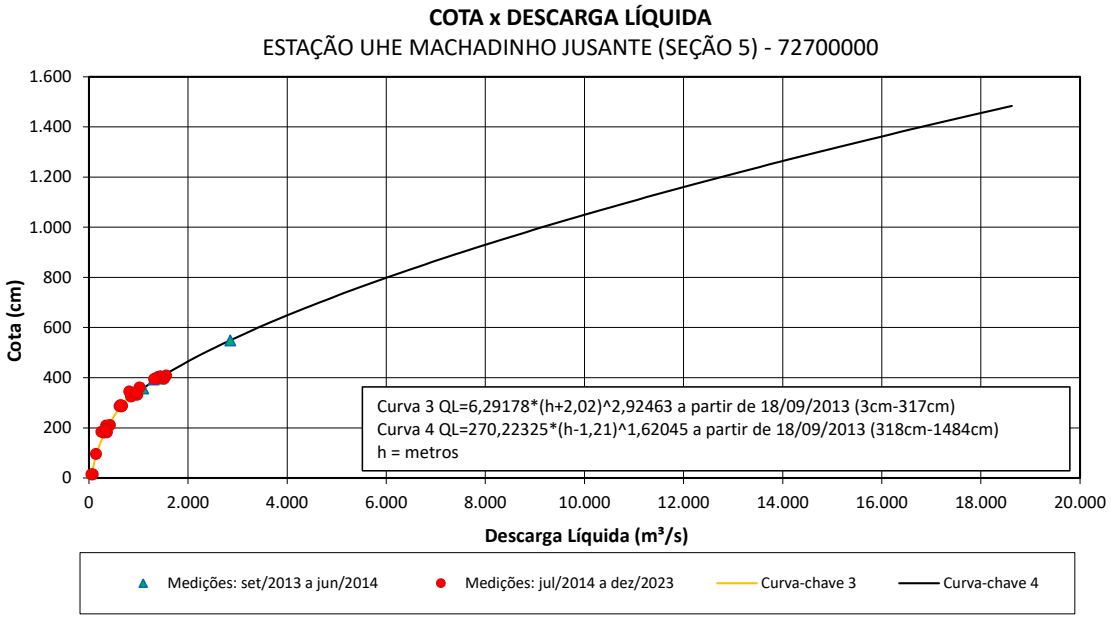


Figura 3.48. Relação Cota x Descarga Líquida da estação UHE Machadinho Jusante – Seção 5 válida para o período a partir 18/09/2013.

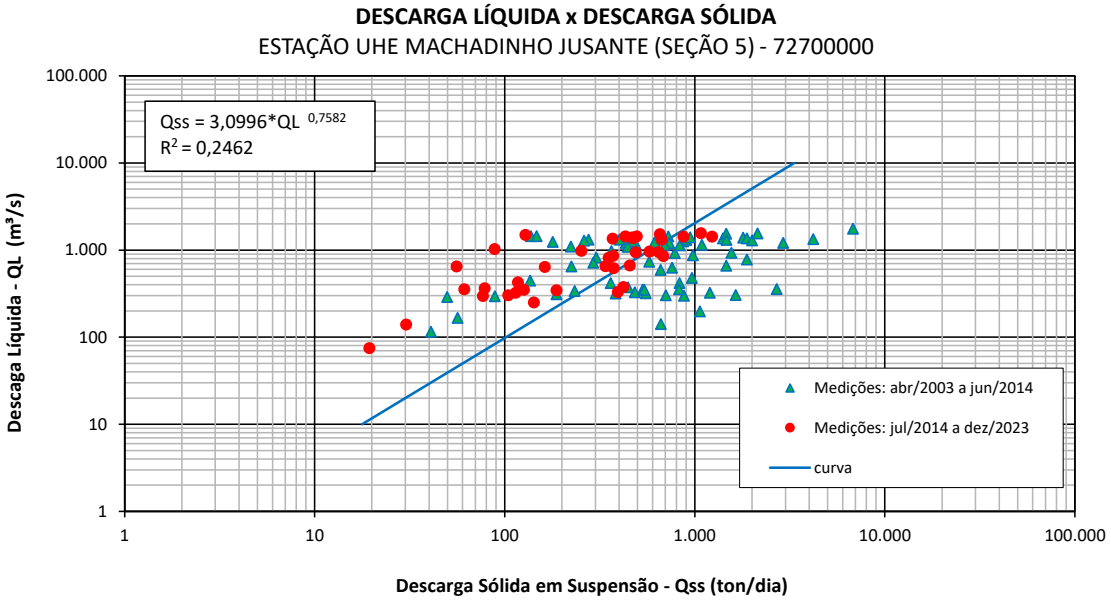


Figura 3.49. Relação Descarga Líquida x Descarga Sólida em Suspensão da estação UHE Machadinho Jusante – Seção 5.

Na Figura 3.50 até a Figura 3.69, é possível observar a equipe técnica de campo realizando os procedimentos de medição de descarga líquida e sólida na estação UHE Machadinho Jusante – Seção 5.



Figura 3.50. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): medição de descarga líquida no dia 25/09/2014.



Figura 3.51. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): medição de descarga sólida no dia 25/09/2014.



Figura 3.52. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): medição de descarga líquida no dia 24/03/2015.



Figura 3.53. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): medição de descarga sólida no dia 03/12/2015.



Figura 3.54. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): medição de descarga líquida no dia 22/01/2016.



Figura 3.55. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): medição de descarga sólida no dia 03/11/2016.



Figura 3.56. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): medição de descarga líquida no dia 10/02/2017.



Figura 3.57. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): medição de descarga sólida no dia 10/11/2017.



Figura 3.58. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): medição de descarga líquida no dia 23/08/2018.



Figura 3.59. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): medição de descarga sólida no dia 23/08/2018.



Figura 3.60. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): medição de descarga líquida no dia 03/05/2019.



Figura 3.61. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): medição de descarga sólida no dia 03/05/2019.



Figura 3.62. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): medição de descarga líquida no dia 14/05/2020.



Figura 3.63. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): medição de descarga sólida no dia 14/05/2020.



Figura 3.64. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): Medição de descarga líquida no dia 19/11/2021.

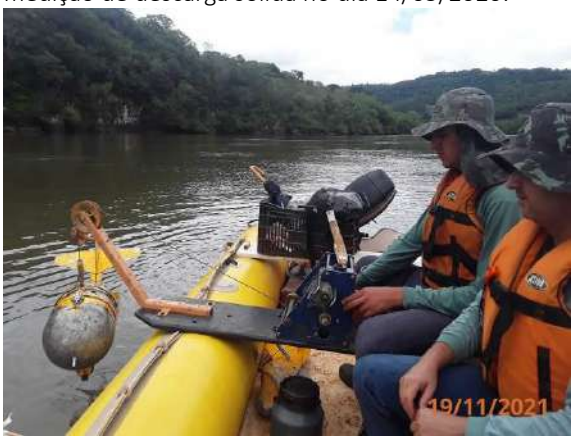


Figura 3.65. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): Medição de descarga sólida no dia 19/11/2021.



Figura 3.66. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): Medição de descarga líquida no dia 10/02/2022.



Figura 3.67. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): Amostragem de material do leito no dia 10/02/2022.



Figura 3.68. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): Medição de descarga líquida no dia 09/02/2023.



Figura 3.69. UHE Machadinho Jusante (Seção 5): Medição de descarga sólida no dia 09/02/2023.

3.3.5 Análise da produção de sedimentos

A produção específica de sedimentos representa a relação entre o deflúvio sólido anual e a área de drenagem da bacia contribuinte, sendo expressa em t/km²/ano, podendo ser referida a um ano ou a valores médios de descarga específica de sedimentos de vários anos.

Calculou-se a produção específica média de sedimentos nas estações monitoradas utilizando os valores de descarga sólida em suspensão, obtidos desde o início da operação de cada uma das estações, até dezembro de 2023, bem como as respectivas áreas de drenagem, onde se obteve a classificação da produção de sedimentos.

Tabela 3.9. Análise dos dados hidrossedimentométricos das estações.

Estações	Rio	QL media (m3/s)	QSS especifica média (ton/km2.ano)	Classificação da Qss especifica
Bernardo José	Bernardo José	23,0	15,0	Baixa
UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo Granzotto)	Inhadava	50,0	26,2	Baixa
UHE Machadinho Jusante (Seção 5)	Uruguai	847,0	5,7	Baixa

Legenda: QL= vazão líquida. Qss= vazão sólida

Como pode ser observado na Tabela 3.9, as estações apresentam valores de produção específica de sedimentos variando entre 5,7 e 26,2 t/km²/ano, valores estes classificados como baixo potencial de produção de sedimentos, conforme Classificação de Carvalho (2008)[1], cujo índice de referência (Baixo) corresponde a uma produção específica de sedimentos menor que 70 t/km².ano.

O zoneamento hidrossedimento-lógico estabelecido pelo Diagnóstico das Condições Sedimentológicas dos Principais Rios Brasileiros, realizado pelo IPH/UFRGS (Instituto de Pesquisas Hidráulicas) para a Eletrobrás em 1991 (Eletrobrás, 1991, *apud* Carvalho, 2008, p.333), enquadra a bacia de contribuição da UHE Machadinho na região sob o código S5, a qual é classificada com uma produção específica de sedimentos que varia entre 25 e 50 t/km².ano, confirmando que é uma região de tendência de baixa produção.

3.4 Considerações Finais

O levantamento das informações nas estações hidrossedimentométricas visa desenvolver um banco de dados que permita analisar a tendência de produção de sedimentos afluentes e acompanhar a vida útil do reservatório da UHE Machadinho.

A consistência dos dados fluviométricos das estações pertencentes à rede da UHE Machadinho resultou em curvas-chave de descargas líquidas do tipo Potencial, com extrapolações logarítmicas.

Quanto às curvas-chave de descargas sólidas, as equações sugeridas foram do tipo Potencial alcançando-se o coeficiente de determinação (R^2) superior à 0,6 para as estações Bernardo José e UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto). A estação UHE Machadinho Jusante (seção 5) está localizada imediatamente a jusante da UHE Machadinho, devido a isto, obteve-se uma curva de sedimento com baixa correlação, visto o coeficiente de determinação (R^2) ser inferior à 0,6.

Para as estações sedimentométricas Bernardo José, UHE Machadinho Rio Forquilha (Passo do Granzotto) e UHE Machadinho Jusante (Seção 5), a produção específica média anual de sedimentos permanece classificada com baixo potencial de produção de sedimentos, de acordo com a Classificação de Carvalho (2008), que corresponde a uma produção específica de sedimentos inferior a 70 t/km²/ano.

[1] CARVALHO, Newton de Oliveira. **Hidrossedimentologia Prática.** 2ª ed. Interciência, 2008. 599p.

4 MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

4.1 Introdução

O presente relatório técnico contempla os resultados do Monitoramento das Águas Superficiais obtidos na área de influência da Usina Hidrelétrica Machadinho, entre julho de 2014 e dezembro de 2023, em atendimento a condicionante 2.1 da 2ª Renovação da Licença de Operação nº 160/2001.

"Executar os Programas Socioambientais abaixo e as diretrizes do Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA): Programa de Monitoramento das Águas Superficiais."

Este programa foi desenvolvido pela empresa SOCIOAMBIENTAL até maio de 2021, sendo que as análises laboratoriais neste período estiveram sob responsabilidade do Laboratório ECONSULTING. Contudo, desde setembro de 2021 o referido programa é desenvolvido pela empresa AQUÁTICA CONSULTORIA E ASSESSORIA LTDA, com as análises laboratoriais sendo realizadas pelo FREITAG LABORATÓRIOS. Ambos os laboratórios possuem acreditação Inmetro ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 – CRL 0687.

4.2 Atividades Desenvolvidas

No período compreendido entre julho de 2014 e dezembro de 2023 foram executadas 37 campanhas de amostragem de qualidade da água em dez (10) pontos, (Tabela 4.1**,** Figura 4.1) distribuídos por toda a área de influência da UHE Machadinho (Figura 4.2 a Figura 4.7). Mensalmente percorreu-se os trechos de reservatório para caracterização das camadas verticais dos ambientes lacunares (perfis de oxigênio e temperatura) e, adicionalmente, a cada trimestre, alíquotas para análises laboratoriais foram coletadas com o auxílio de amostradores específicos, posteriormente preservadas e acondicionadas de acordo com as técnicas recomendadas no *Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras* (BRANDÃO et al., 2011 [2]). As metodologias analíticas laboratoriais para determinação dos resultados físicos, químicos e biológicos seguiram as especificações das normas da edição mais recente das publicações *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, de autoria das instituições *American Public Health Association* (APHA); *American Water Works Association* (AWWA) e; *Water Environment Federation* (WEF) ou das normas publicadas pela ISO (*International Standardization Organization*).

Para avaliação das comunidades, trimestralmente procedeu-se a investigação da ocorrência e densidade fitoplanctônica e semestralmente para as assembleias zooplanctônica e zoobentônica. Por fim, anualmente foram realizadas amostragens em sedimento para quantificação de elementos-traço e análise granulométrica nos pontos amostrais localizados no corpo principal do reservatório.

A partir dos resultados obtidos, foram calculados os índices de qualidade da água (IQA) e do estado trófico (IET) para os pontos amostrais P01, P02, P05, P09, P10 e P12. Além das amostragens superficiais, nos pontos de reservatório P03, P06, P08 e P07 foram realizadas análises mensais em diferentes profundidades com o auxílio da garrafa de Van Dorn, com vistas a elaboração

[2] BRANDÃO, C. J.; BOTELHO, M. J. C.; SATO, M. I. Z.; Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. 2011.

dos perfis de temperatura e oxigênio dissolvido, assim como, aplicação do Índice de Qualidade de Água do Reservatório (IQAR).

Tabela 4.1. Caracterização e georreferenciamento das áreas amostrais de Monitoramento das Águas Superficiais da UHE Machadinho.

PONTO AMOSTRAL	COORDENADAS UTM		DESCRIÇÃO
	E	N	
P01	6927900	476073	Ponto de montante (início do reservatório)- tributário rio Pelotas
P02	6946939	465098	Início do reservatório- tributário rio Canoas
P03	6949180	453017	Confluência do rio Canoas e Pelotas- reservatório rio Uruguai-
P05	6959019	435836	Foz do tributário rio Sta. Cruz que recebe efluentes industriais
P12	6956123	430688	Ponto IBAMA – Lajeado dos Mendes (monitoramento do aporte da cidade de Machadinho/RS)
P06	6956552	428469	Ponto intermediário do reservatório, à jusante do tributário rio Sta. Cruz – reservatório rio Uruguai
P09	6945434	425341	Início reservatório- tributário rio Forquilha
P08	6952371	424538	Ponto intermediário do reservatório, à montante da foz do rio Forquilha – reservatório rio Forquilha
P07	6955956	422477	Ponto no eixo da barragem – Reservatório rio Uruguai
P10	6956152	417871	Ponto a jusante da barragem – rio Uruguai

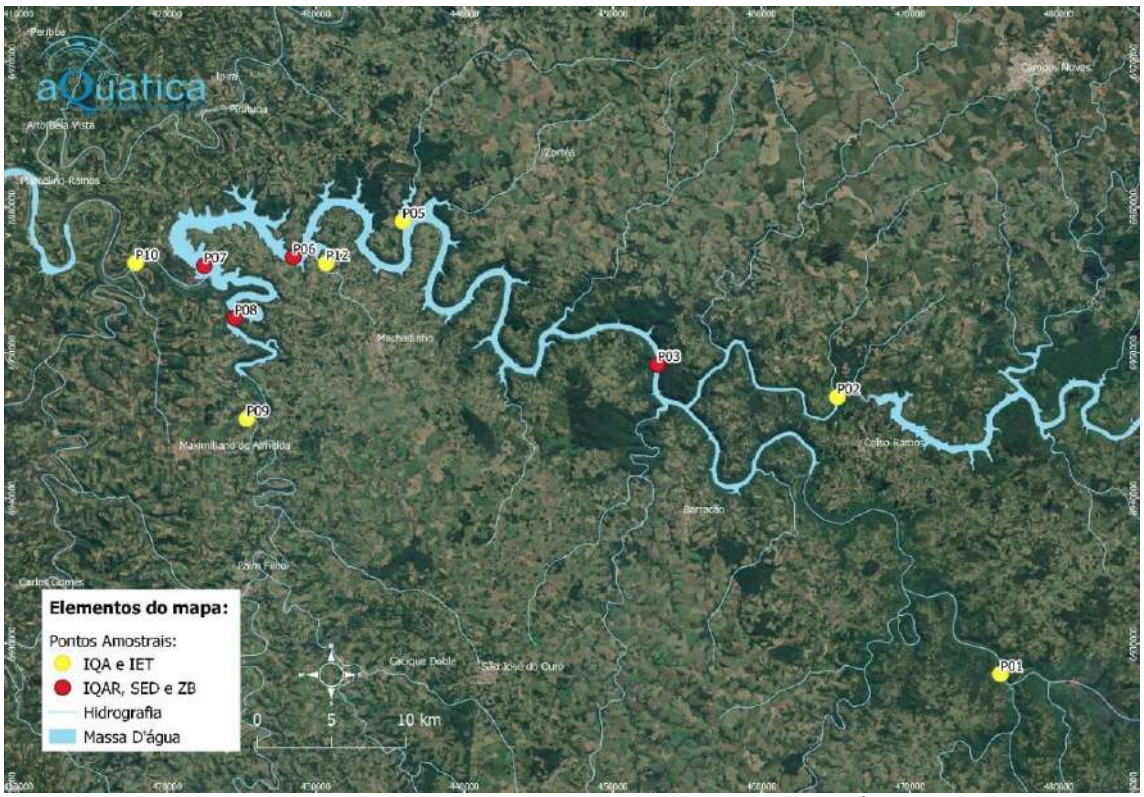


Figura 4.1. Georreferenciamento das áreas amostrais do Monitoramento das Águas Superficiais da UHE Machadinho.



Figura 4.2. Aferição de parâmetros superficiais.



Figura 4.3. Aferição de parâmetros na coluna d'água.



Figura 4.4. Aferição de transparência.



Figura 4.5. Amostragem hidrobiológica.


Figura 4.6. Amostragem sedimentológica.


Figura 4.7. Amostragem superficial.

4.3 Resultados

4.3.1 Condições Climatológicas

Na Figura 4.8 estão apresentados os acumulados anuais de precipitação registrados pelo empreendimento, os quais apresentaram média anual de 1.858 mm de chuva. De forma geral, entre 2017 e 2021 as chuvas ficaram abaixo da média para o período, com menores índices nos anos de 2018 e 2021. De acordo com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI[3], os baixos índices de chuva verificados neste período provocaram a pior estiagem que Santa Catarina enfrentou desde 1957. Assim, no

[3] Balanço Epagri 2020: Esforços Contra a estiagem

período ficaram estabelecidas condições de "anomalia climática", com déficits sistemáticos de armazenamento hídrico. Contudo, em 2022 e 2023 foram observados índices acima da média, ainda que irregulares ao longo de cada ano.

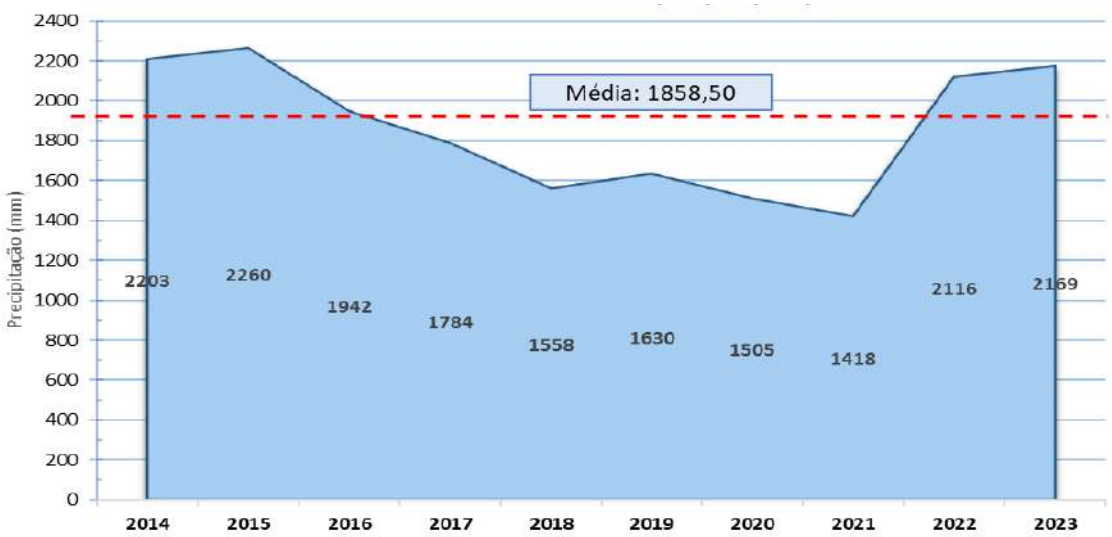


Figura 4.8. Acumulados anuais de precipitação registrados pela UHE Machadinho, 2014 a 2023.

4.3.2 Variáveis Físicas, Químicas e Microbiológicas

Na Tabela 4.2 estão sintetizados os resultados obtidos no período compreendido entre julho de 2014 e dezembro de 2023, os quais foram comparados a Resolução CONAMA 357/2005, conforme preconizado para cursos d'água de Classe II.

Salienta-se que as variáveis nitrito, nitrato e cianobactérias apresentaram resultados em atendimento integral aos volumes máximos estipulados ao longo de todo período amostral, portanto, não constam nas análises expostas a seguir, a fim de facilitar a compreensão da dinâmica de inconsistências.

De forma geral, as variáveis físico-químicas e microbiológicas que caracterizaram a área de influência da UHE Machadinho, no período supracitado, demonstraram ambientes com declínio da qualidade da água, principalmente devido a entrada de cargas orgânicas de nitrogênio (NT) e fósforo total (PT), sobretudo pelos tributários Santa Cruz e Forquilha (Tabela 4.2 e Figura 4.9). Para "NT", os percentis de inconsistência variaram de 35% das amostragens em P08- rio Forquilha a 3% em P01- rio Pelotas. Com relação a "PT", a maior percentagem de inconsistência foi observada em P05- foz do rio Santa Cruz, com 50% das amostragens em desacordo, de modo que, no espaço amostral as inconsistências desta variável ultrapassaram os 31%. Para os demais parâmetros, os percentis de desacordo foram de menor expressividade e aleatórios, não ultrapassando 14%.

Tabela 4.2. Sintetização dos resultados das variáveis físicas, químicas e microbiológicas, obtidas na área de influência da UHE Machadinho, período amostral: julho/2014 a dezembro/2023. (% de inconsistência quando comparado aos volumes permissíveis da Resolução CONAMA 357/05 para rios de Classe II).

Pontos Amostrais	OD	pH	Turbidez	DBO	*E.coli*	Clorofila	Fósforo Total	Nitrogênio Total
P01	0%	5%	0%	6%	0%	0%	31%	3%
P02	0%	5%	0%	11%	3%	3%	39%	11%
P03	0%	0%	0%	11%	0%	0%	39%	19%
P05	0%	5%	0%	14%	3%	3%	50%	24%
P06	0%	5%	0%	6%	0%	0%	36%	16%
P07	0%	6%	0%	0%	0%	0%	43%	25%
P08	0%	8%	0%	6%	0%	0%	47%	35%
P09	0%	0%	5%	6%	14%	0%	44%	30%
P10	11%	0%	0%	9%	3%	0%	34%	15%
P12	0%	8%	0%	6%	3%	0%	39%	17%

A Figura 4.9 demonstra que as ocorrências de nitrogênio e fósforo total acontecem de forma difusa ao longo do gradiente amostral, assim como, não se evidencia um padrão sazonal. As variações possivelmente estão relacionadas a fatores climáticos, fundamentalmente no que tange a preposição pluviométricas (Figura 4.10 e Figura 4.11), tendo em vista que esta via é responsável por grande parte da solubilização e aporte de nutrientes aos cursos d'água (CARNEIRO et al, 2011[4]), ao passo que, em períodos de estiagem, há o predomínio do escoamento de base, sendo que os poluentes tendem a se concentrar no corpo d'água, tendo em vista que há menor diluição CETESB (2020) [5], sendo assim, conclui-se que as concentrações de nutrientes são fortemente influenciadas pela dinâmica hídrica.

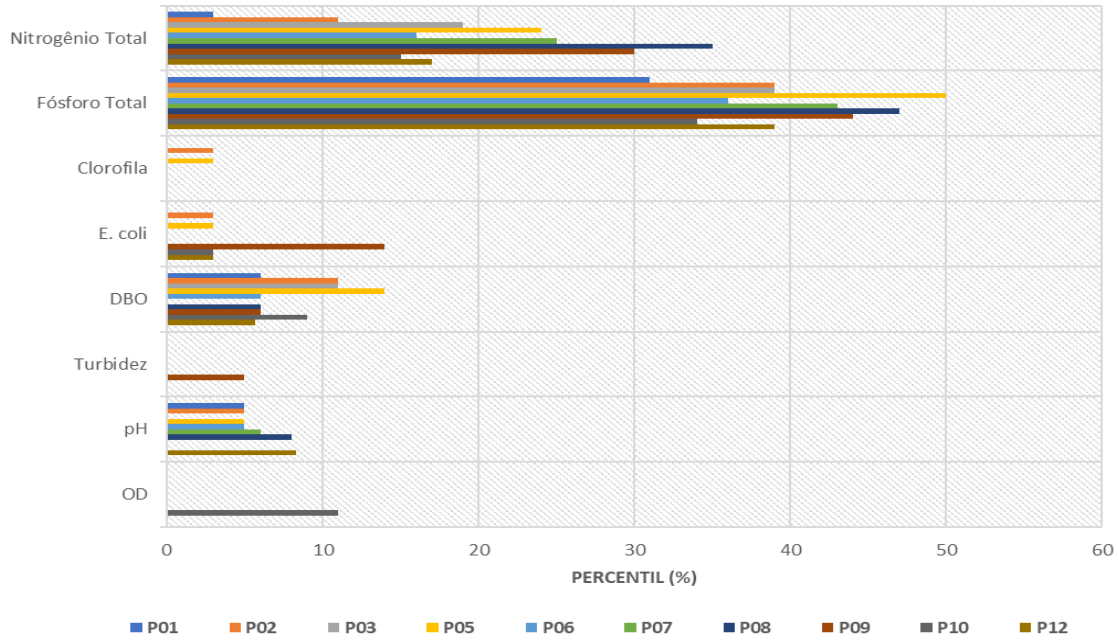


Figura 4.9. Percentil de inconsistências obtidas na área de influência da UHE Machadinho, conforme limites da CONAMA 357 para rios de Classe II. Período de julho de 2014 a dezembro de 2023.

[4] CARNEIRO, C. et al. Avaliação do potencial poluidor de bacias de reservatórios artificiais: Concentrações e cargas. Eutrofização em reservatórios: gestão preventiva: estudo interdisciplinar na Bacia do Rio Verde, PR. Curitiba: Editora UFPR, p. 189-220, 2011.
[5] CETESB, Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. 2020

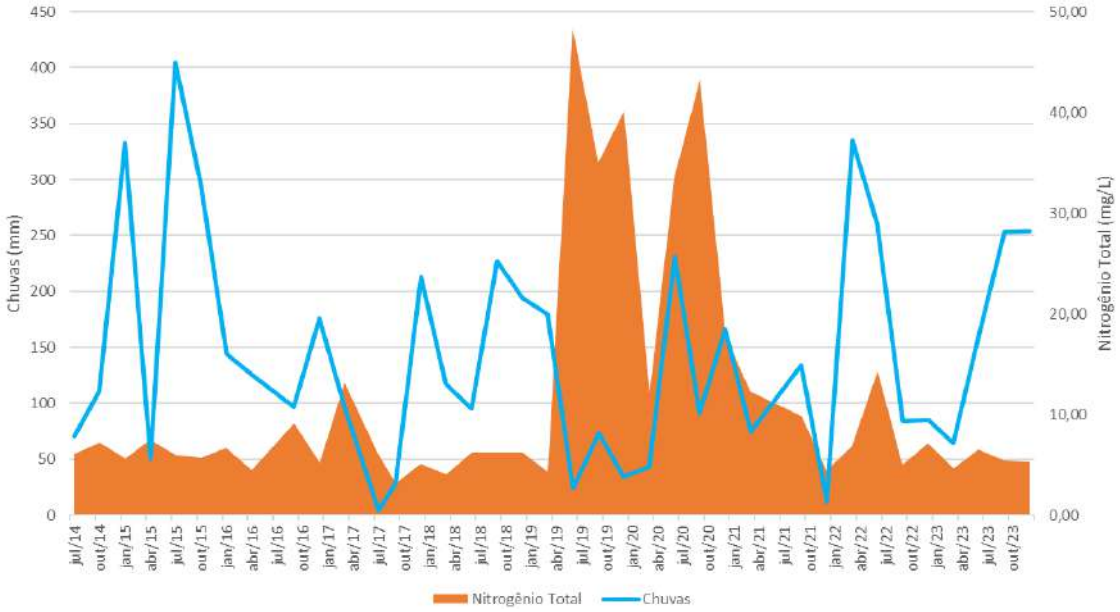


Figura 4.10. Concentração de nitrogênio total (somatória dos pontos amostrais/coleta) e sua relação com a quantidade de chuvas ocorridas no período compreendido entre julho de 2014 e dezembro de 2023.

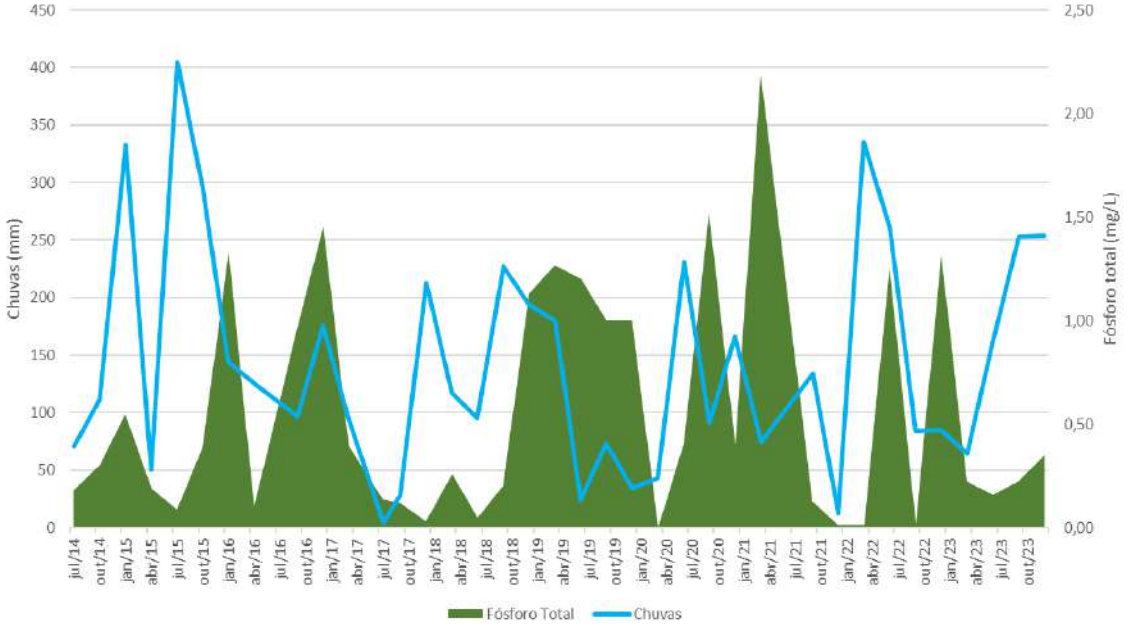


Figura 4.11. Concentração de fósforo total (somatória dos pontos amostrais/coleta) e sua relação com a quantidade de chuvas ocorridas no período compreendido entre julho de 2014 e dezembro de 2023.

No entanto, as variáveis atreladas à possíveis processos de eutrofização apresentam inconsistências menos expressivas e ocorrem de formas pontuais, como é o caso da clorofila-a e oxigênio dissolvido. Corroborando, ao longo do período amostral não foram constatadas florações algais e a análise celular de cianobactérias não excederam aos limites legais. Contudo, observam-se alterações na DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) em todos os ambientes amostrais, exceto em P07 - montante do barramento. No que tange a recorrência das inconsistências, houve destaque para P09 e P08, ambientes que caracterizam o rio Forquilha e P05- foz

do tributário Santa Cruz (Figura 4.12).

Considerando os resultados obtidos nos pontos P08 e P09 (rio Forquinha/Inhandava), tributário mais próximo do barramento, com pontuais interferências sentidas no ambiente lacunar de montante do barramento - P07, cabe salientar que, em atendimento ao Parecer Técnico nº 9497592/2021-NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS, fora emitido "Nota Técnica" em junho de 2021, a qual discorre sobre os resultados em desconformidade com a legislação em ambos os pontos amostrais.

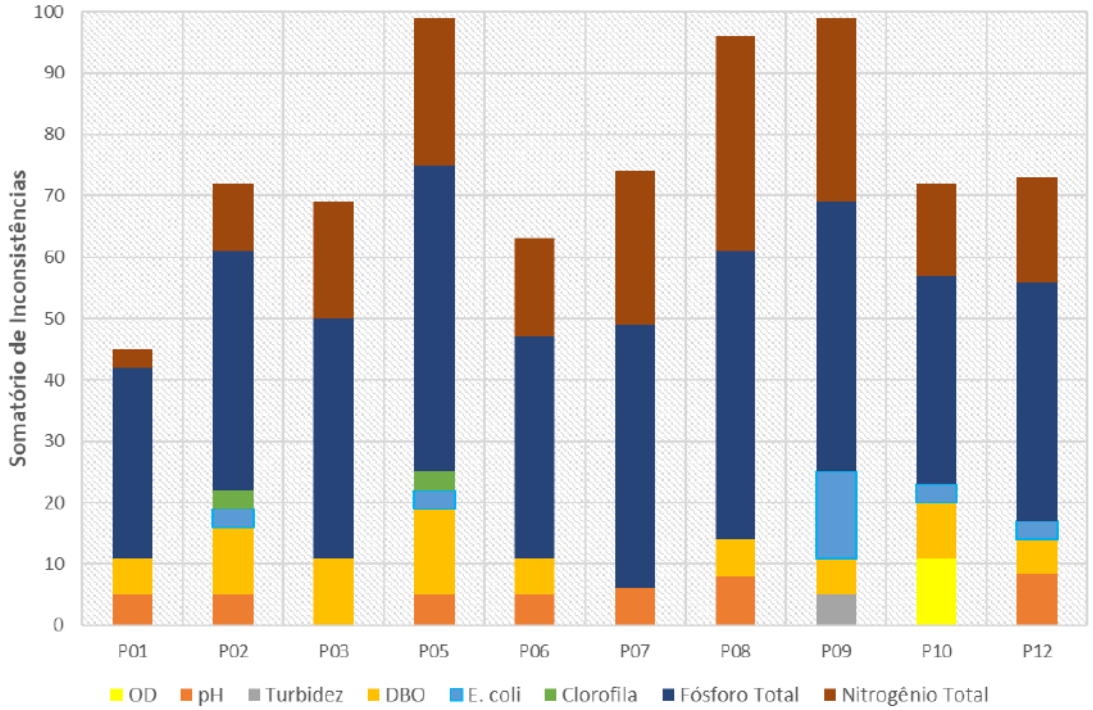


Figura 4.12. Espacialização de inconsistências evidenciadas na área de influência da UHE Machadinho, conforme CONAMA 357, rios de Classe II.

Ademais, a sub-bacia do rio Forquilha/Inhandava é caracterizada por extensivo uso agrícola e pecuarista, bem como, permeia áreas urbanas de diversos municípios, com possíveis efeitos da influência de efluentes sanitários na qualidade da água. Antes de formar o reservatório da UHE Machadinho, é também utilizado para geração de energia por duas PCH's. Estudos que caracterizaram este corpo receptor indicam a agricultura, pecuária e efluentes urbanos como as principais fontes de poluição da bacia hidrográfica (ASTOLFI, 2011 [6] ; SEMA, 2020[7])(Figura 4.13).

Ainda, a agricultura de commodities é preponderante na área de drenagem das bacias formadoras do reservatório da UHE Machadinho (Figura 4.13). Pontualmente na região das bacias do Apuaê-Inhandava (rio Forquilha) têm-se uso intensivo do solo, com maquinários, adubação e manutenção de culturas e controles químicos (DECONTO, 2019[8]).

[6] ASTOLFI, R.; M.; Caracterização Ambiental da Microbacia do Rio Inhandava-RS. Universidade de Passo Fundo. 2011
[7] SEMA – Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. Plano da Bacia Hidrográfica dos rios Apuaê-Inhandava. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. 2020.
[8] DECONTO, E.; Qualidade da água superficial da sub-bacia hidrográfica do rio Abaúna, município de Erebango, RS. 2019.

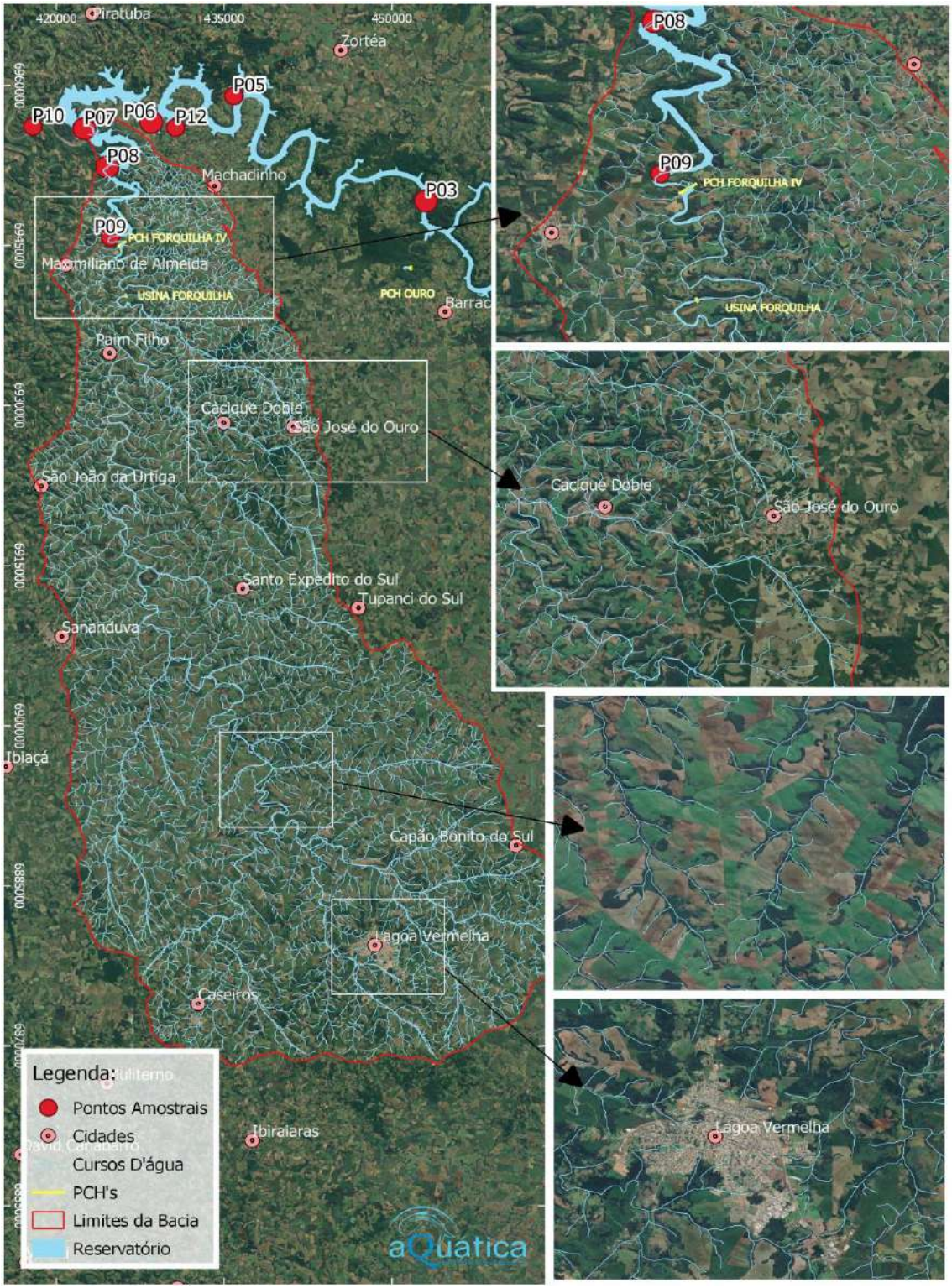


Figura 4.13. Área de drenagem do rio Forquilha/Inhandava, com destaque para os empreendimentos hidrelétricos instalados, assim como, áreas agrícolas e urbanas.

Da mesma forma, a área de drenagem do Lajeado Santa Cruz permeia áreas rurais e focos urbanos, incluindo presença de uma agroindústria (Figura 4.14) e tem seu exutório na área intermediária do reservatório da UHE Machadinho. Este ambiente apresentou inconsistências pontuais para pH, DBO e *E.coli* e recorrentes para PT e NT. No entanto, as inconsistências observadas em P05 foram mais expressivas entre setembro/2018 e março/2020, período caracterizado pela estiagem e retenção de nutrientes, não sendo observadas inconsistências desde a amostragem realizada em dezembro/2022.

A Figura 4.15 traz a representação espacial (%) das inconsistências obtidas na área de influência da UHE Machadinho no período de julho de 2014 a dezembro de 2023.

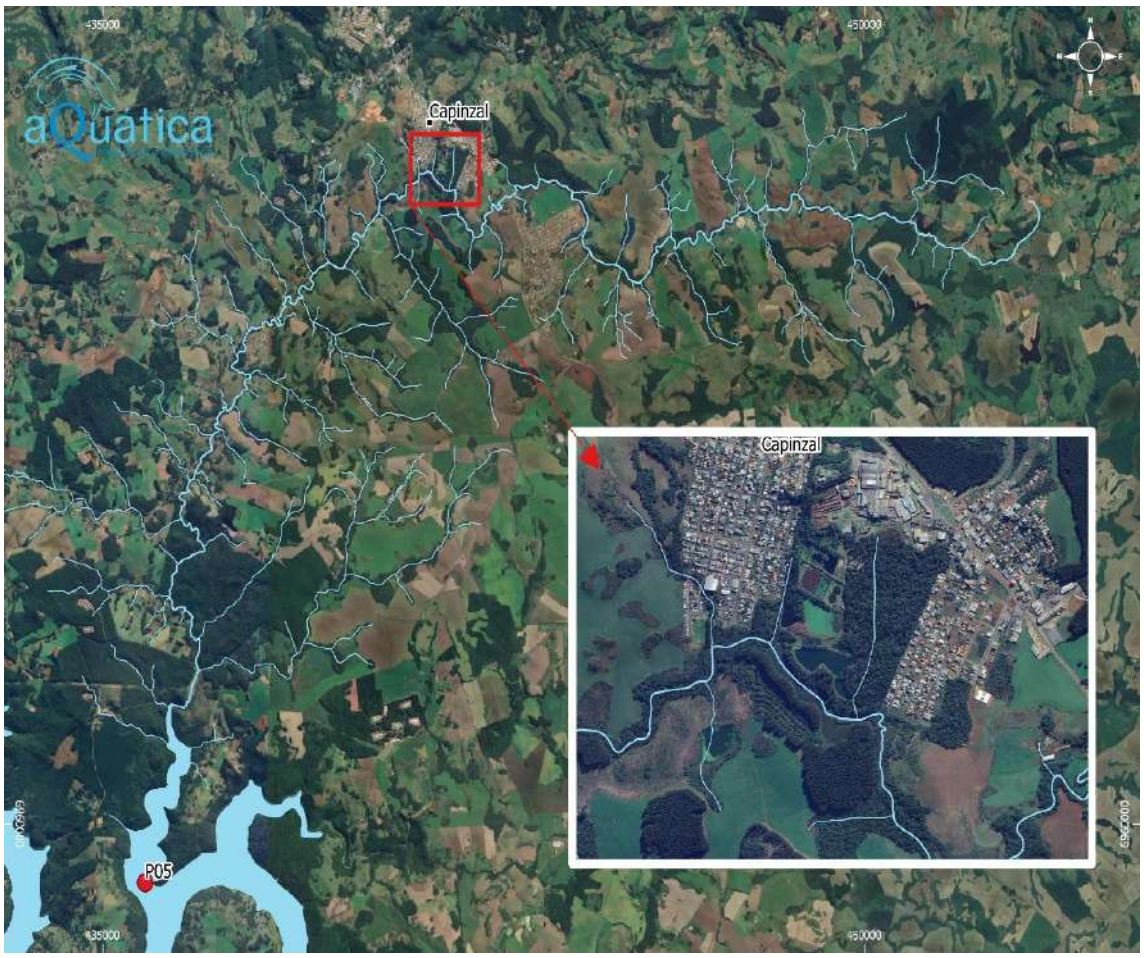


Figura 4.14. Área de drenagem do Lageado Santa Cruz "P05", com destaque para atividades industriais na microbacia.

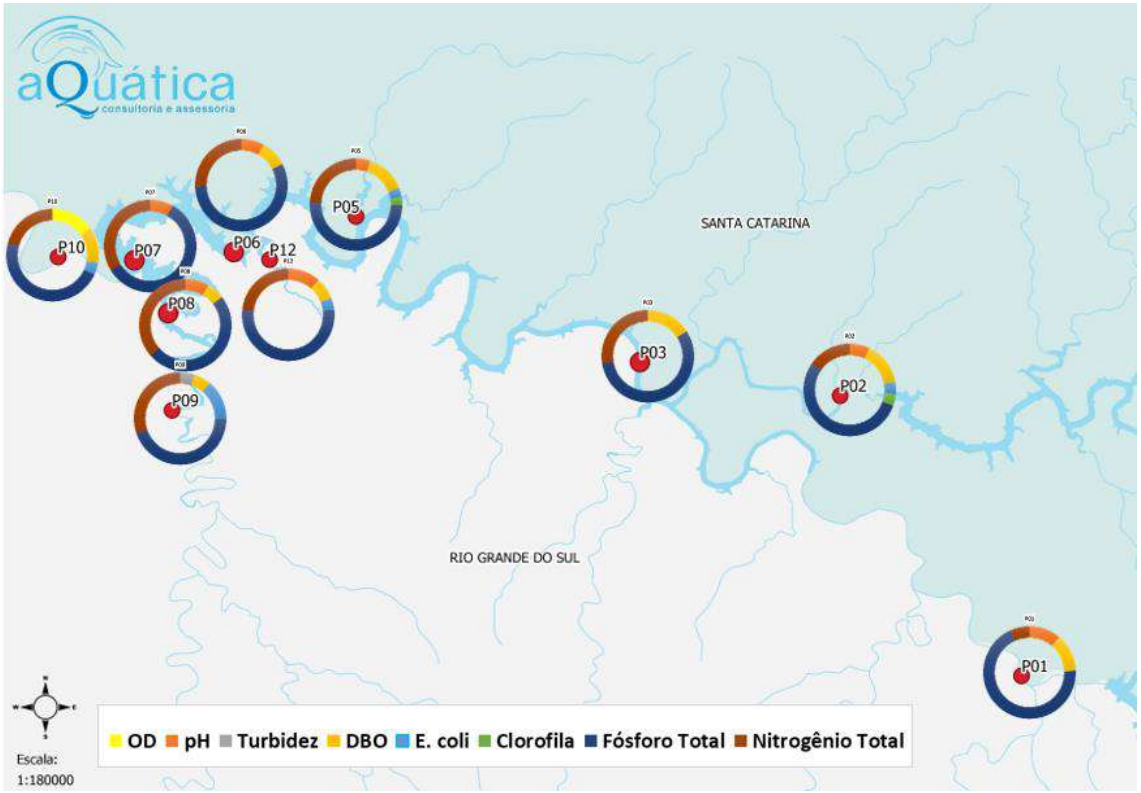


Figura 4.15. Mapa de representatividade espacial (%) das inconsistências ao longo da área de influência da UHE Machadinho. Período de julho de 2014 a dezembro de 2023.

4.3.3 Índice da Qualidade da Água- IQA

O Índice da Qualidade da Água (IQA) é utilizado pela CETESB desde 1975 e constitui-se da integração de variáveis físicas, químicas e microbiológicas que refletem a contaminação dos corpos hídricos causada pelo lançamento de esgotos e/ou lixiviação de substâncias estocadas no solo das margens dos reservatórios e tributários (CETESB, 2021). Conforme Tabela 4.3, as águas podem ser classificadas em: Ótima, Boa, Regular, Ruim e Péssima (CETESB, 2021).

Tabela 4.3. Categorias de classificação conforme Índice de Qualidade da Água "IQA".

CATEGORIA	PONDERAÇÃO
Ótima	79 < IQA ≤ 100
Boa	51 < IQA ≤ 79
Regular	36 < IQA ≤ 51
Ruim	19 < IQA ≤ 36
Péssima	IQA ≤ 19

Fonte: CETESB

Assim, quando sintetizadas as variáveis por intermédio do IQA, a qualidade da água na área de influência do empreendimento entre os anos de 2014 e 2023 oscilou de "BOA" a "ÓTIMA" ao longo do trecho amostral, sendo que o $IQA_{médio}$ de todo o período enquadrou a área em questão como "ÓTIMA" ($IQA_{médio}$= 82) (Figura 4.16). É possível verificar que os trechos P01, P02 e P12 apresentaram ponderações acima da média histórica para o período, no entanto, P05 e P10 tiveram

resultados levemente abaixo da média (81,81). Por fim, observa-se queda na classificação final em P09, ainda assim, enquadrando-se como "BOA" (Figura 4.16).

A Figura 4.17 demonstra a qualidade de água (%) para os diferentes pontos amostrais, ficando clara a menor qualidade de "P09" – rio Forquilha e "P05" – Lageado Santa Cruz, os quais já foram descritos acima. Já a Figura 4.18 expõe as variações (%) ocorridas nas diferentes sazonalidades, sendo verificada redução na qualidade de água no outono.

Em resumo, quando considerado o gradiente longitudinal montante/jusante verifica-se que a qualidade de água que entrou no sistema através do P01 – rio Pelotas e P02 – rio Canoas, sofreu algumas alterações ao longo do curso, sendo liberada do sistema no P10 – jusante do barramento, com a mesma qualidade recebida (Figura 4.16 e Figura 4.17).

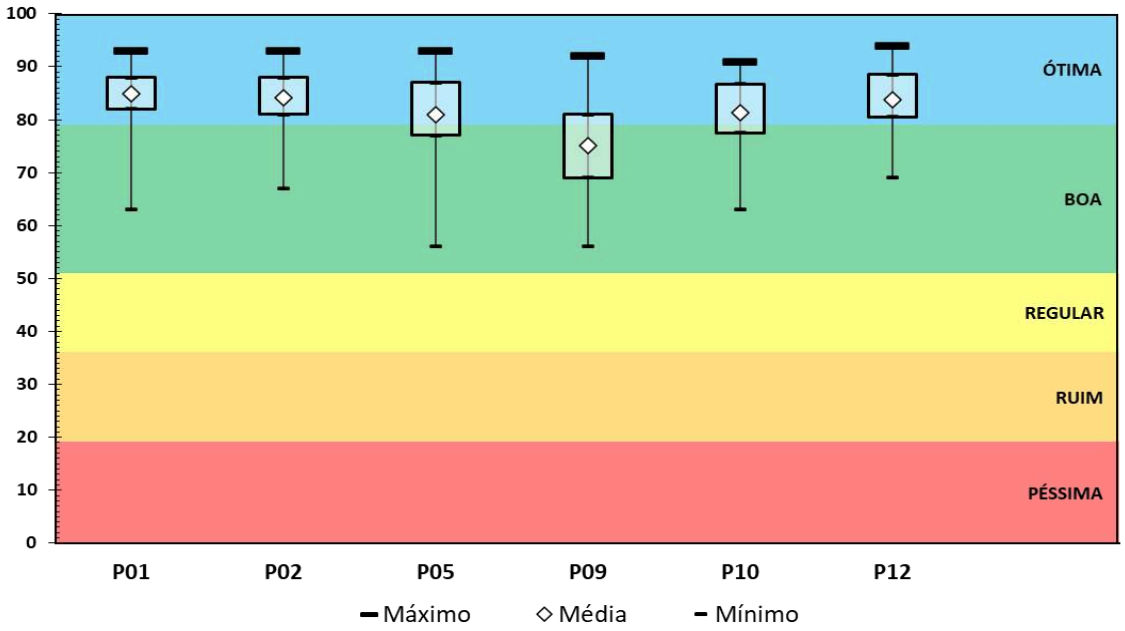


Figura 4.16. Representação gráfica da variação do Índice da Qualidade da Água "IQA" calculado para a área de influência da UHE Machadinho, período de julho de 2014 a dezembro de 2023.

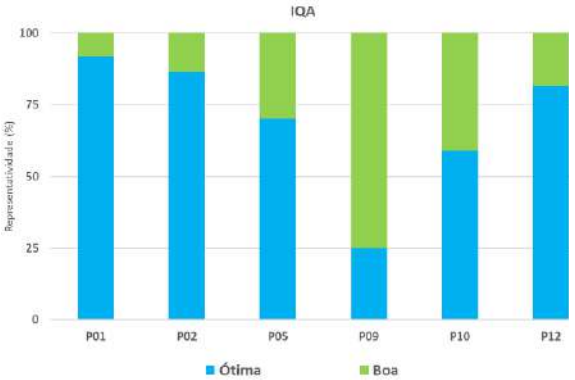


Figura 4.17. Representação (%) do Índice de Qualidade de Água "IQA", calculado para os diferentes pontos amostrais da área de influência da UHE Machadinho no período de julho de 2014 a dezembro de 2023.

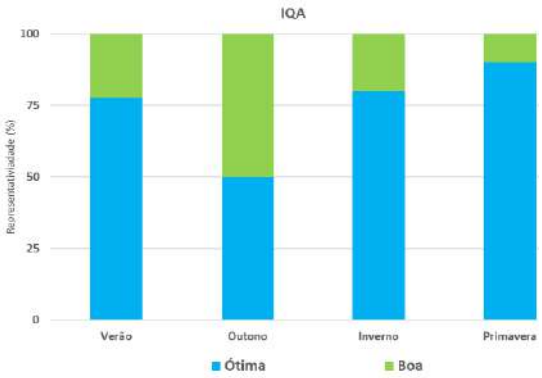


Figura 4.18. Representação (%) do Índice de Qualidade de Água "IQA", calculado para as diferentes sazonalidades no período de julho de 2014 a dezembro de 2023.

4.3.4 Índice da Qualidade da Água do Reservatório- IQAR

Com vistas a qualificar a água do reservatório da UHE Machadinho através do gradiente vertical utilizou-se o Índice de Qualidade de Água de Reservatórios (IQAR), criado pelo Instituto Água e Terra do Paraná (antigo Instituto Ambiental do Paraná) (Tabela 4.4). Os resultados obtidos (%) para os pontos amostrais "P03", "P06", "P07" e "P08" ao longo do período de julho de 2014 a dezembro de 2023 encontram-se apresentados na Figura 4.19.

Tabela 4.4. Classificação do IQAR, segundo o IAT.

VALOR DO IQAR	CLASSE	CLASSIFICAÇÃO
0- 1,50	I	Não impactado a pouco degradado
1,51 – 2,50	II	Pouco degradado
2,51 – 3,50	III	Moderadamente degradado
3,51- 4,50	IV	Criticamente degradado a poluído
4,51- 5,50	V	Muito poluído
>5,51	VI	Extremamente poluído

Fonte: Instituto Água e Terra

Durante o período em avaliação, o "IQAR" enquadrou a área amostral predominantemente como "Classe III – Moderadamente Degradado", no entanto, com oscilações para "Classe II – Pouco Degradado" e pontuais para "Classe IV – Criticamente Degradado a Poluído" (Figura 4.19 e Figura 4.20). Assim, os resultados obtidos remetem a um corpo hídrico com interferências na qualidade, sobretudo devido a matéria orgânica que adentra o ambiente monitorado por intermédio dos tributários, ainda assim, com potencial autodepurativo pouco afetado, tendo em vista a homogeneidade dos resultados do IQAR.

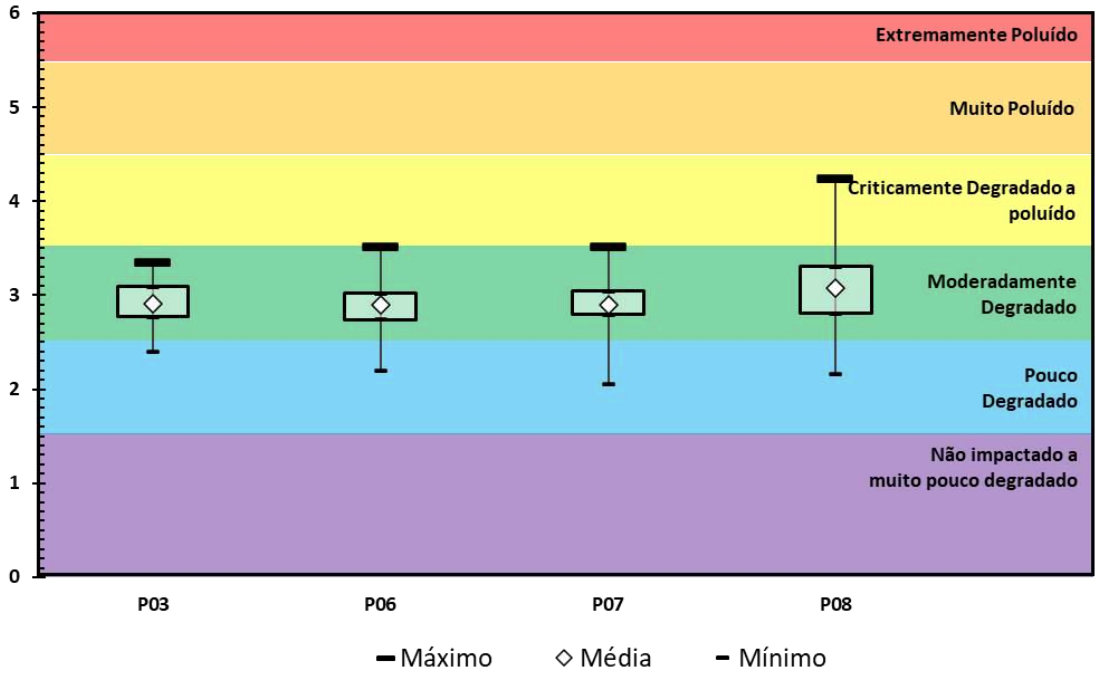


Figura 4.19. Representação gráfica da variação do Índice de Qualidade da Água do Reservatório "IQAR" calculado para a área de influência da UHE Machadinho, período de julho de 2014 a dezembro de 2023.

Na Figura 4.20, estão sintetizados os resultados obtidos para os diferentes pontos amostrais, ao longo do período em questão, sendo possível constatar menor qualidade no ambiente P08, localizado na área de influência do rio Forquilha, o qual recebe contribuições de áreas de agricultura, pecuária e de efluentes urbanos. No que tange as sazonalidades, verifica-se pequena variação, com melhor qualidade evidenciada no outono (Figura 4.21). Cabe lembrar que os parâmetros e pontos utilizados no cálculo do "IQAR" são diferentes dos empregados para o cálculo do "IQA", sendo assim impossível relacionar as variações sazonais obtidas entre os diferentes índices.

.

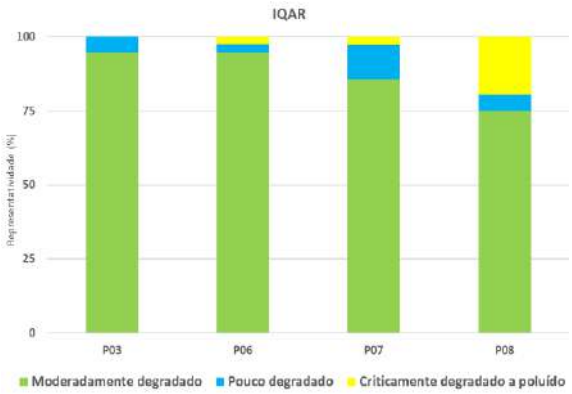


Figura 4.20. Representação (%) do Índice de Qualidade de Água de Reservatório "IQAR" calculado para os diferentes pontos amostrais da UHE Machadinho, considerando o período de julho de 2014 a dezembro de 2023.

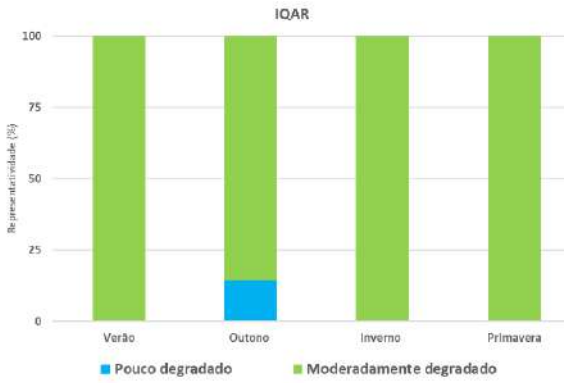


Figura 4.21. Representação (%) do Índice de Qualidade de Água de Reservatório "IQAR" calculado para as diferentes sazonalidades, considerando o período de julho de 2014 a dezembro de 2023.

4.3.5 Índice do Estado Trófico- IET

O IET tem por finalidade classificar os ambientes hídricos em distintos graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água no que tange ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito sob o crescimento de microalgas (SPERLING, 2014[9]). Este índice sofreu adaptações e atualmente é calculado em função dos valores de clorofila-a e fósforo total, uma vez que os valores de transparência muitas vezes não são representativos do estado de trofia, pois frequentemente são afetados pela elevada turbidez decorrente de material em suspensão e não apenas pela densidade de organismos planctônicos (CETESB, 2021[10]).

Os limites para as diferentes classes de trofia estão apresentados na Tabela 4.5.

Tabela 4.5. Classificação do Índice de Estado Trófico (CETESB,2021).

CLASSE	IET
Ultraoligotrófico	<47
Oligotrófico	47-52
Mesotrófico	52-59
Eutrófico	59-63
Supereutrófico	63-67
Hipereutrófico	>67

[9] VON SPERLING, M.; Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. DESA/UFMG, 2ªEd. 2014.
[10] CETESB, Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. Apêndice D – Índices de Qualidade das Águas. 2021.

Os resultados obtidos entre julho de 2014 e dezembro de 2023 para os pontos amostrais "P01", "P02", "P05", "P09", "P10" e "P12" encontram-se sintetizados na Figura 4.22.

As condições de oligo-mesotrofia foram predominantes no espaço e período amostral (Figura 4.22), sendo que o $IET_{médio}$ para as campanhas realizadas entre julho de 2014 e dezembro de 2023 variou de "oligotrófico" em P01, P02 e P10, a "mesotrófico" para P05, P09 e P12. O $IET_{médio}$ geral foi de 52, classificando a área de influência da UHE Machadinho com baixo a moderado enriquecimento de nutrientes e crescimento fitoplanctônico.

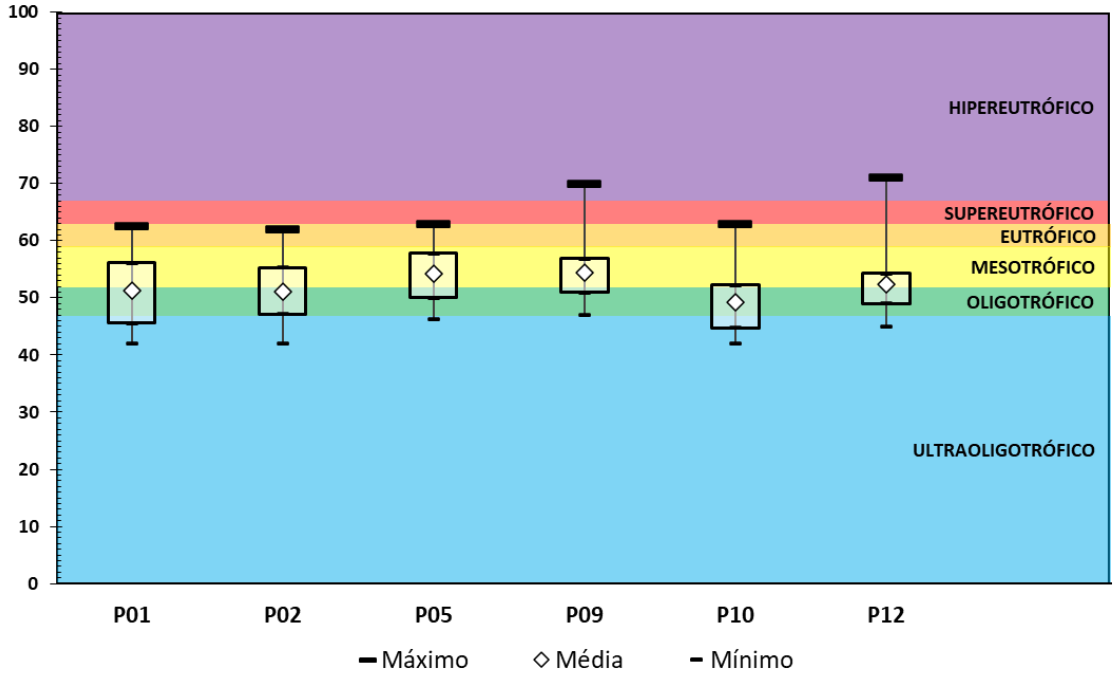


Figura 4.22. Representação gráfica da variação do Índice de Estado Trófico "IET" calculado para a área de influência da UHE Machadinho, período de julho de 2014 a dezembro de 2023.

No que tange o estado trófico da área de influência da UHE Machadinho, observa-se ampla variação na classificação ao longo dos pontos amostrais e sazonalidades (Figura 4.23 e Figura 4.24). De acordo com a Cetesb (2021), o grau de eutrofização de um corpo hídrico sofre influência da variabilidade sazonal, podendo ser observadas alterações no decorrer ano, desta forma, o processo de eutrofização poderá apresentar variações na intensidade.

De forma geral, verificou-se predominantemente oligo e mesotrofia nos diferentes pontos amostrais (Figura 4.23) e sazonalidades (Figura 4.24), com destaque também para ultraoligotrofia nos ambientes que representam a entrada de água no sistema P01 – rio Pelotas e P02 – rio Canoas e a saída P10 – Jusante do Barramento (Figura 4.23).

Com menor representatividade, observou-se ambientes eutrofizados e, de forma pontual, hipertrofia em P09 - rio Forquilha e P12 – Lageado dos Mendes, no entanto, cabe salientar que apesar disso, a área de influência da UHE Machadinho não apresentou ocorrência de *bloom* algal, de modo que os usos múltiplos da água não foram comprometidos.

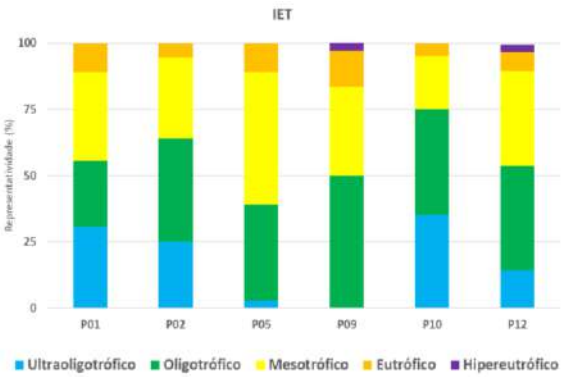


Figura 4.23. Representação (%) do Índice de Estado Trófico "IET", calculado para os diferentes pontos amostrais da UHE Machadinho, considerando o período de julho de 2014 a dezembro de 2023.

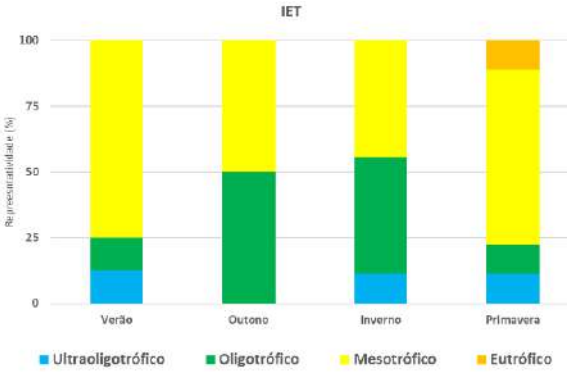


Figura 4.24. Representação (%) do Índice de Estado Trófico "IET", calculado para as diferentes sazonalidades na UHE Machadinho, considerando o período de julho de 2014 a dezembro de 2023.

O maior grau de trofia evidenciado na estação de primavera (Figura 4.24) possivelmente seja resultado da lixiviação de compostos ricos em fósforo contidos na bacia de drenagem, uma vez que no inverno, período com menores índices pluviométricos, registrou-se ambientes menos comprometidos (Figura 4.25).

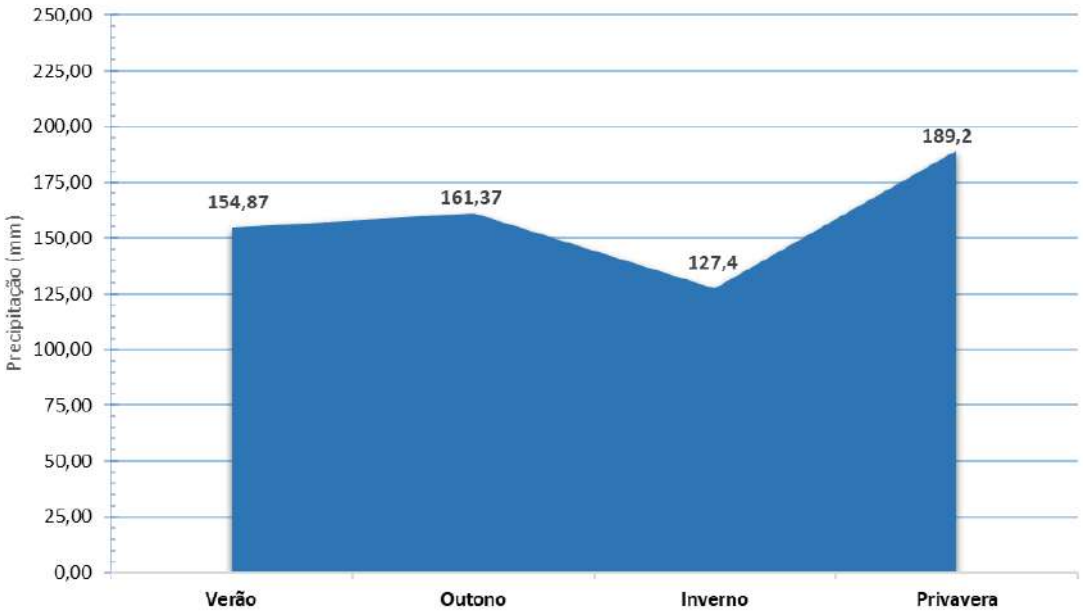


Figura 4.25. Médias sazonais de precipitação registradas pela UHE Machadinho, período de 2014 a 2023.

4.3.6 Análise do Perfil da Coluna D'água

Para a análise de possíveis processos de estratificação no reservatório da UHE Machadinho, as aferições mensais *in loco* do percentual de oxigênio dissolvido e da temperatura da água nos trechos de reservatório "P03", "P06", "P07" e "P08" foram sintetizadas por intermédio de médias mensais, deste modo, têm-se subsídios concisos para compreensão da dinâmica de comportamento da coluna vertical d'água ao longo do ano (Figura 4.26 a Figura 3.29).

Assim, no que tange a dinâmica térmica vertical do reservatório, considerando o período de 2014 a 2023, verificou-se que as temperaturas

epilimnéticas (superfície) oscilaram de 16°C a 28°C, com menores valores registrados em P03, ambiente de montante que recebe as contribuições dos rios Canoas e Pelotas, os quais possivelmente apresentam temperaturas menores devido à grande área de drenagem e cursos d'água de pequena ordem formadores das bacias supracitadas. Assim, têm-se uma dinâmica de aquecimento da lâmina superficial longitudinal, sendo que em P08 e P07 - montante do barramento constataram-se as maiores médias de temperatura superficial, ocorridas no mês de janeiro. Ademais, as temperaturas superficiais aumentadas promovem termoclinas pronunciadas principalmente na primavera e verão.

No entanto, no período de inverno, ainda que persistam as termoclinas superficiais, a dinâmica térmica da coluna d'água demonstra tendência à isotermia, condição que propicia a mistura das massas d'água até meados de primavera, sendo, portanto, período de desestratificação. Ainda, o hipolímnio de P08 - rio Forquilha indicou as menores temperaturas do período amostral, com destaque para o mês de junho (inverno), com 12°C em 80m de profundidade.

Quanto a distribuição do oxigênio dissolvido (%) na coluna d'água, constatou-se majoritariamente perfil do tipo clinogrado, condições em que a concentração de oxigênio dissolvido diminuiu gradualmente, com o aumento da profundidade. Historicamente os ambientes de menor profundidade, P03 e P08 indicaram oscilações mais pronunciadas ao longo da coluna d'água, por vezes com curvas anômalas, principalmente em estações sazonais quentes, além de recorrência de baixos teores de oxigênio no hipolímnio, enquanto que P06 e P07 demostraram maior estabilidade neste sentido. Ainda assim, devido a profundidade destes ambientes e ocorrência de eventos de estiagem, pontualmente em 2014, 2015 e 2020, houve ambientes com condições de anoxia temporária no hipolímnio, contudo, não houve recorrência desta situação nos últimos anos.

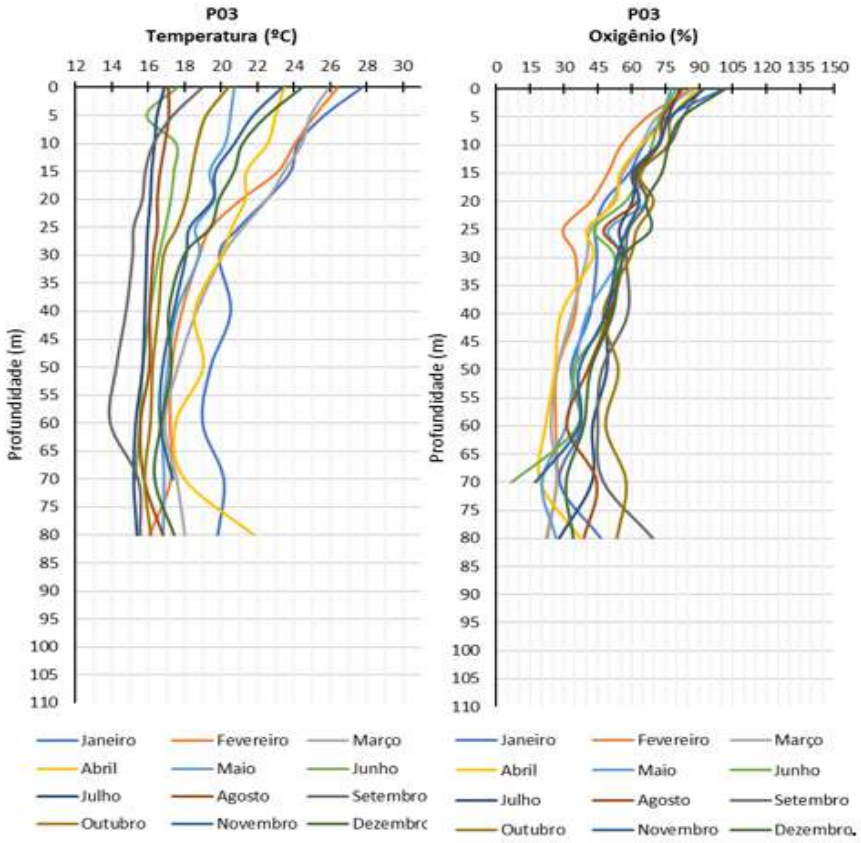


Figura 4.26. Perfis verticais de temperatura e oxigênio dissolvido, ponto amostral P03.

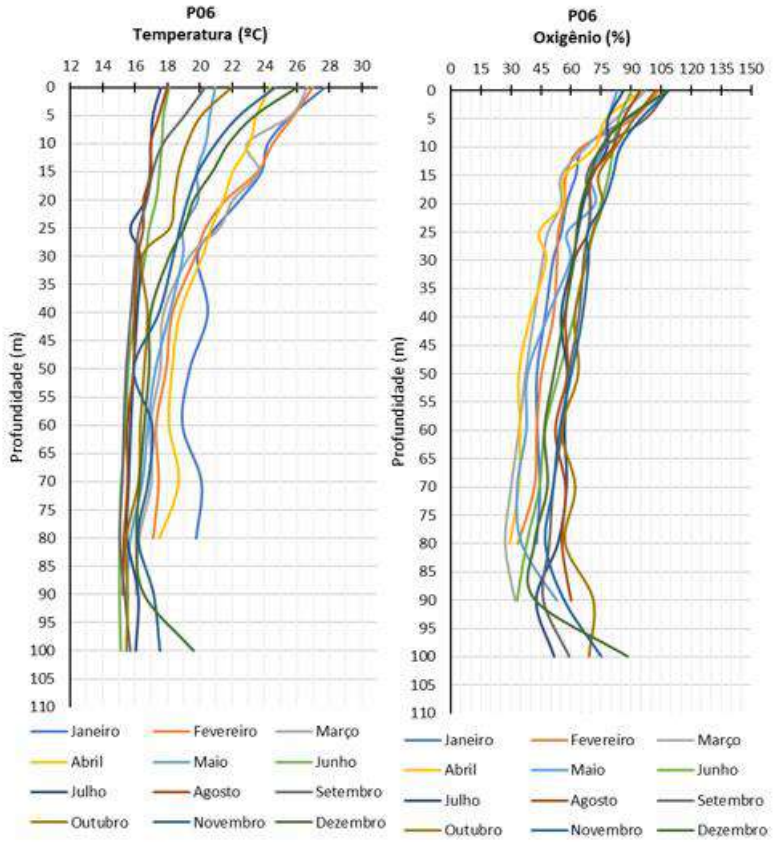


Figura 4.27. Perfis verticais de temperatura e oxigênio dissolvido, ponto amostral P06.

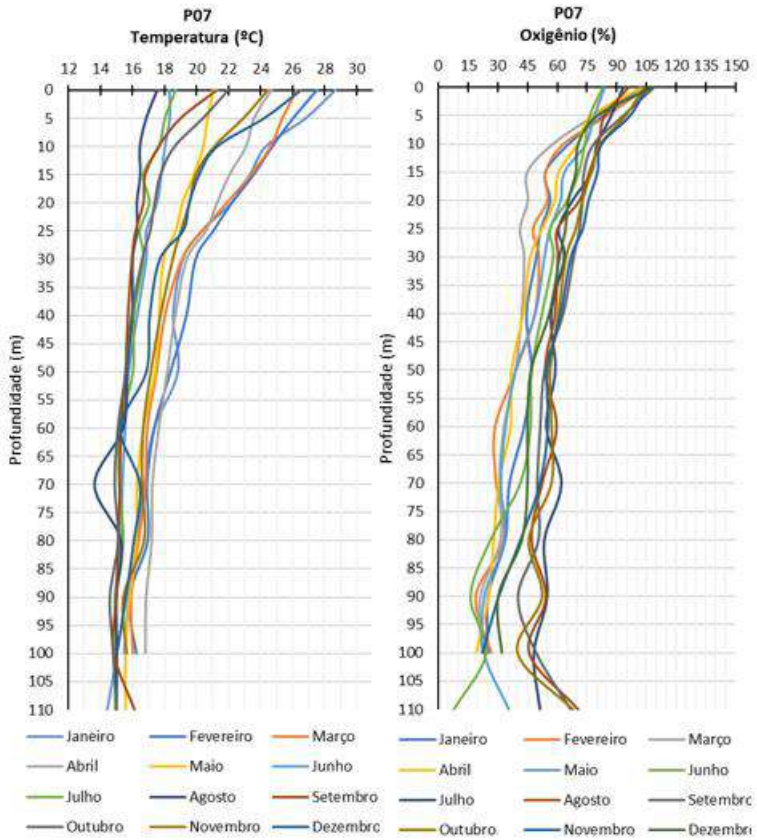


Figura 4.28. Perfis verticais de temperatura e oxigênio dissolvido, ponto amostral P07.

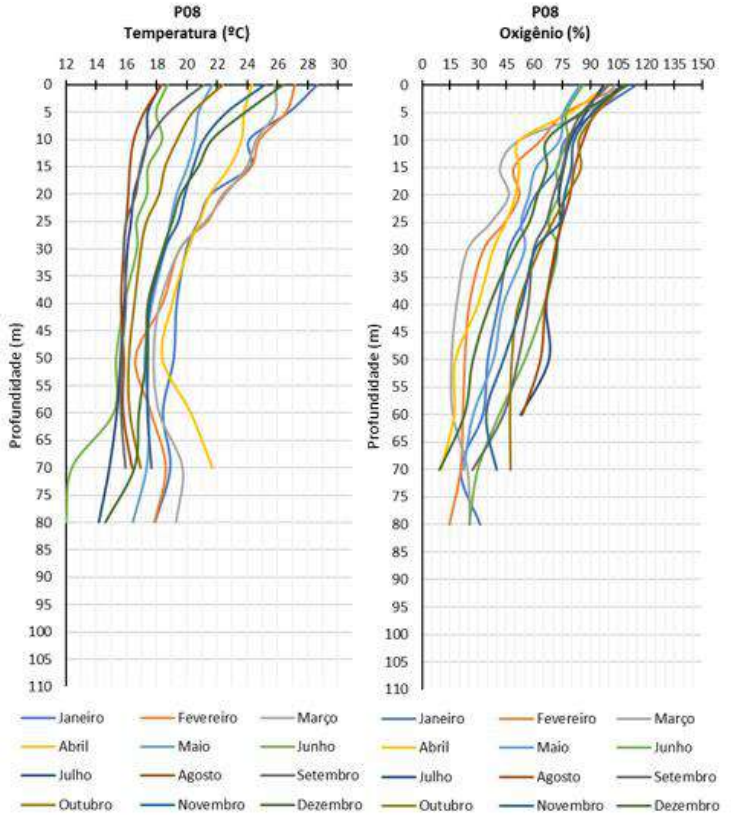


Figura 4.29. Perfis verticais de temperatura e oxigênio dissolvido, ponto amostral P08.

4.3.7 Comunidades Biológicas

4.3.7.1 Comunidade Fitoplanctônica

A comunidade fitoplanctônica pode ser definida como um grupo de microorganismos fotossintetizantes que vivem dispersos no meio aquático, podendo ser encontrados em células isoladas ou colônias, dotadas ou não de capacidade de locomoção (BARBOSA, 2015 [11]). O entendimento da composição taxonômica do fitoplâncton proporciona informações básicas referentes à eutrofização, uma vez que as variações na composição constituem uma resposta rápida às modificações nas condições ambientais (DE OLIVEIRA, 2010[12]).

Na análise qualitativa da comunidade fitoplanctônica do período compreendido entre julho de 2014 e dezembro de 2023 foram inventariados 274 táxons, distribuídos em 11 grupos, por ordem de representatividade, são eles: Bacillariophyceae (98 taxa), Chlorophyceae (85 taxa), Cyanophyceae (34 taxa), Zygnemaphyceae (23 taxa), Euglenophyceae e Cryptophyceae (8 taxa), Chrysophyceae e Dinophyceae (7 taxa), Trebouxiophyceae (2 taxa) e por fim, Oedogoniophyceae e Ulotrichophyceae (1 taxa) (Figura 4.30). Desta forma, os três principais grupos na área de influência da UHE Machadinho ao longo do período amostral foram as diatomáceas (Bacillariophyceae), clorofíceas (Chlorophyceae) e cianofíceas (Cyanophyceae), as quais, representaram juntas 79,2% da assembleia fitoplanctônica (Figura 4.30).

Em relação a Frequência de Ocorrência - FO das espécies ao longo do período amostral, para os três grandes grupos destaca-se a diatomácea *Cyclotella stelligera* (FO=46%), a clorofícea *Eutetramorus fottii* (FO=41,89%) e a cianofícea (FO=12,84%). Desta forma, seguindo a Constância de Dajoz (1978)[13]-(C), as espécies *Cyclotella stelligera* e *Eutetramorus fottii* foram classificadas como "acessórias" (C=25% a 50%), enquanto *Cylindropermopsis raciborski*i foi considerada "acidental" (C<25%).

Neste sentido, cabe destacar que os únicos taxons considerados "constantes" (C>50%) ao longo do espaço e período amostral foram o dinoflagelado *Ceratium furcoides* (Dinophyceae) (FO=62,84%) e o gênero *Cryptomonas* spp (Criptophyceae) (FO=51,35%).

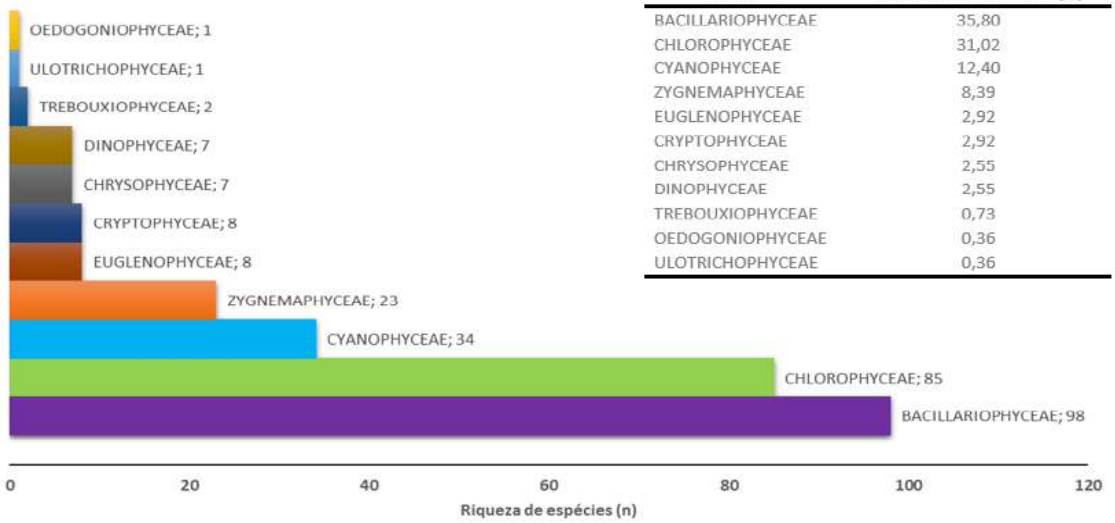
Cabe salientar que *C. furcoides* trata-se de uma espécie exótica invasora e estudos indicam que estes organismos são abundantes em estações frias e secas, sendo que os fatores-chave para sua ocorrência são a variabilidade climática e o enriquecimento de nutrientes (ALVES, 2021[14]).

11 BARBOSA, C. C. Aplicação da modelagem ecológica com foco na dinâmica do fitoplâncton para avaliação da qualidade da água do Lago Paranoá – DF. Universidade de Brasília, Brasilia-DF. 2015

12 OLIVEIRA, Márcia Teixeira de. O fitoplâncton como instrumento de biomonitoramento da qualidade da água do Reservatório de Cachoeira Dourada-Rio Paranaíba-GO/MG. 2010.

13 DAJOZ, R. 1978. Ecologia Geral. Rio de Janeiro, Editora Vozes, 472p.

14 ALVES, Jonatas et al. O papel dos filtros ambientais na estruturação das comunidades fitoplanctônicas e na facilitação da ocorrência de algas potencialmente tóxicas e invasoras em um reservatório subtropical. 2021.



GRUPO	REPRESENTATIVIDADE (%)
BACILLARIOPHYCEAE	35,80
CHLOROPHYCEAE	31,02
CYANOPHYCEAE	12,40
ZYGNEMAPHYCEAE	8,39
EUGLENOPHYCEAE	2,92
CRYPTOPHYCEAE	2,92
CHRYSOPHYCEAE	2,55
DINOPHYCEAE	2,55
TREBOUXIOPHYCEAE	0,73
OEDOGONIOPHYCEAE	0,36
ULOTRICHOPHYCEAE	0,36

Figura 4.30. Representatividade qualitativa dos grupos fitoplanctônicos amostrados na área de influência da UHE Machadinho entre julho de 2014 e dezembro de 2023.

No que tange a espacialização dos táxons, observou-se que, apesar dos pulsos de fósforo e nitrogênio total, fatores limitantes para o crescimento do fitoplâncton, a composição geral da assembleia ao longo do gradiente amostral foi homogênea, com sutil acréscimo na riqueza total dos trechos P03 – confluência entre o rio Pelotas e rio Canoas e P08 – rio Forquilha. De modo geral, as clorofíceas seguido das Bacilariofíceas foram os grupos mais representativos em todos os ambientes amostrais (Figura 4.31).

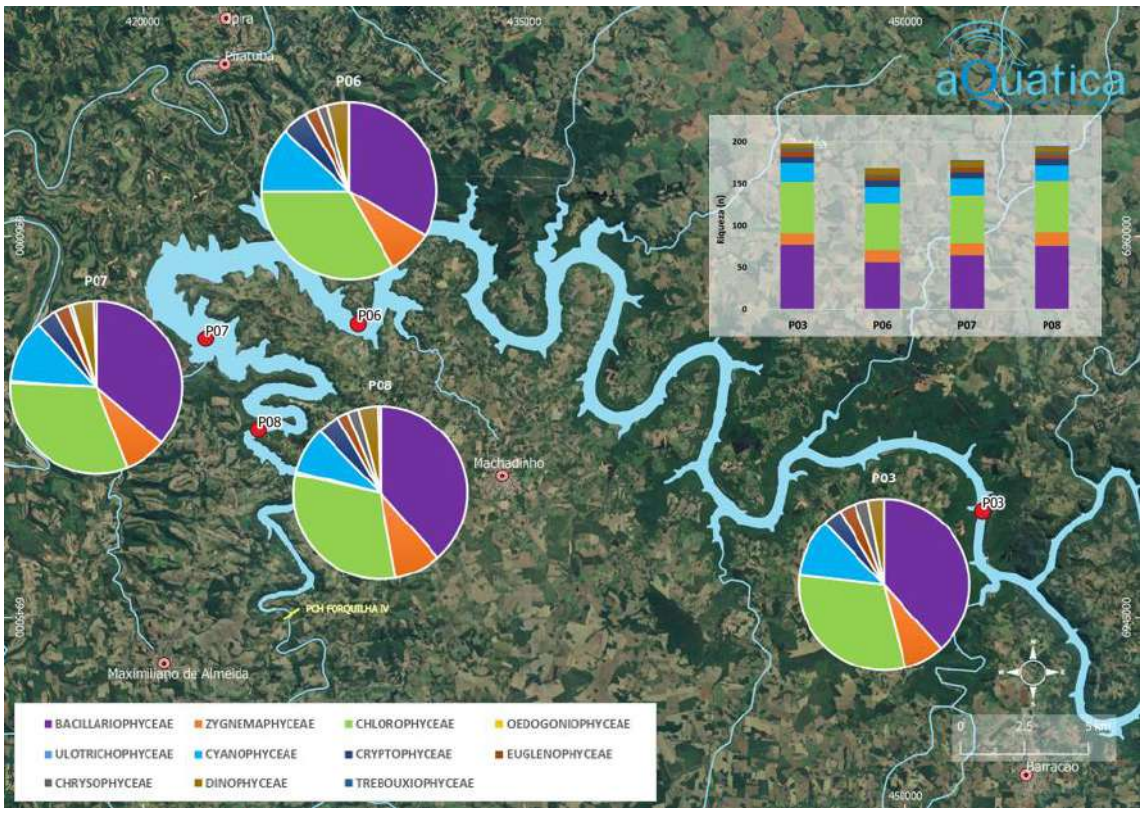
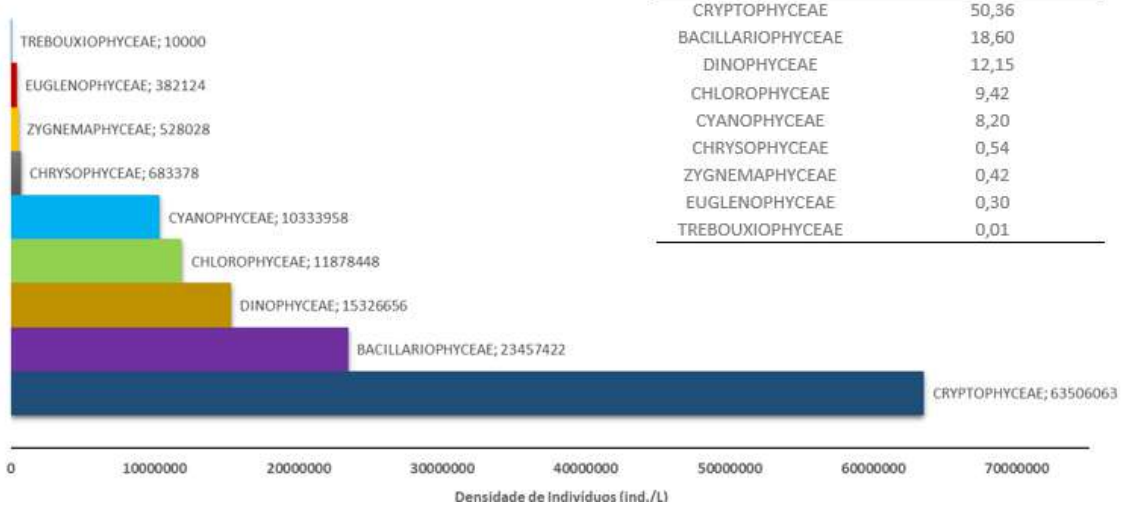


Figura 4.31. Representatividade e espacialização da riqueza dos grupos fitoplanctônicos amostrados na área de influência da UHE Machadinho entre julho de 2014 e dezembro de 2023.

Em relação a análise quantitativa da comunidade fitoplanctônica, para o período compreendido entre julho de 2014 e dezembro de 2023, a soma das densidades, expressos em indivíduos por litro (ind./L), indicam que o grupo de maior abundância foi Cryptophyceae, representando 50,36% da biomassa algal (Figura 4.32), com destaque a ocorrência exclusiva dos gêneros *Cryptomonas spp* e *Croomonas* spp, sendo a espécie *Cryptomonas erosa* a de maior expressividade, seguida de *Cryptomonas ovata.*

De acordo com a classificação funcional de Reynolds (2002)[15] este gênero (*Cryptomonas*) é classificado no códon Y, assim, ocupam preferencialmente epilímnios ricos em nutrientes e matéria orgânica em suspensão, sendo que ocorrem majoritariamente em condições hidrológicas favoráveis, ou seja, em zonas de mistura, as quais propiciam a distribuição de nutrientes ao longo da coluna d'água. Tratam-se de organismos flagelados unicelulares e podem apresentar osmotrofia, absorvendo bactérias, sólidos em suspensão e matéria orgânica (RAVEN, 2014 [16] . Estes organismos tornam-se um importante elo de ligação com o zooplâncton, devido ao fato de apresentarem grandes quantidades de reservas energéticas (REYNOLDS, 2006[17]).

Ademais, destaca-se a importância de Bacillariophyceae, Dinophyceae, Chlorophyceae e Cyanophyceae, que juntas representaram 48,36% da densidade.



GRUPOS	REPRESENTATIVIDADE (%)
CRYPTOPHYCEAE	50,36
BACILLARIOPHYCEAE	18,60
DINOPHYCEAE	12,15
CHLOROPHYCEAE	9,42
CYANOPHYCEAE	8,20
CHRYSOPHYCEAE	0,54
ZYGNEMAPHYCEAE	0,42
EUGLENOPHYCEAE	0,30
TREBOUXIOPHYCEAE	0,01

Figura 4.32. Densidades absolutas das classes fitoplanctônicas amostradas na área de influência da UHE Machadinho entre julho de 2014 e dezembro de 2023.

No que tange a espacialização das densidades absolutas, na Figura 4.33, evidencia-se a representatividade dos grupos Cryptophyceae, seguido das Diatomáceas e Dinofíceas, sendo verificada similaridade ao longo do corpo principal do reservatório, P03, P06 e P07, com leve acréscimo de cianofíceas em P06. No entanto, em P08 - rio Forquilha (braço do reservatório) constatou-se as maiores

[15]Reynolds, C.S., Huszar, V., Kruk, C., Naselli-Flores, L., Melo, S.; Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. J Plankton Res., 24: 417–428. 2002.
[16] RAVEN, P. Biologia Vegetal. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.
[17] REYNOLDS, C. S. Ecology of Phytoplankton. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2006.

densidades absolutas, representando 31,75% da biomassa algal da área amostral, resultado do enriquecimento por nutrientes, o qual pode ser verificado na Figura 4.9 supracitada.

As densidades de cianofíceas foram pouco expressivas ao longo da área amostral, não sendo verificada extrapolação dos limites legais da Resolução CONAMA 357/2005 até o momento.

Por fim, não houve grandes variações nos índices de diversidade de Shannon Wiener e equitabilidade ao longo do espaço amostral, de modo que a diversidade oscilou de 2,37 em P03 – confluência entre o rio Pelotas e rio Canoas, a 2,67 em P08 - rio Forquilha e a equitabilidade de 0,54 em P03 a 0,60 em P07 - montante do barramento (Figura 4.34).

Nesta perspectiva, os resultados reiteram que, apesar das cargas de nutrientes que adentram o sistema, não há indicativos de distúrbios na comunidade fitoplanctônica, tendo em vista a homogeneidade na composição e densidade.

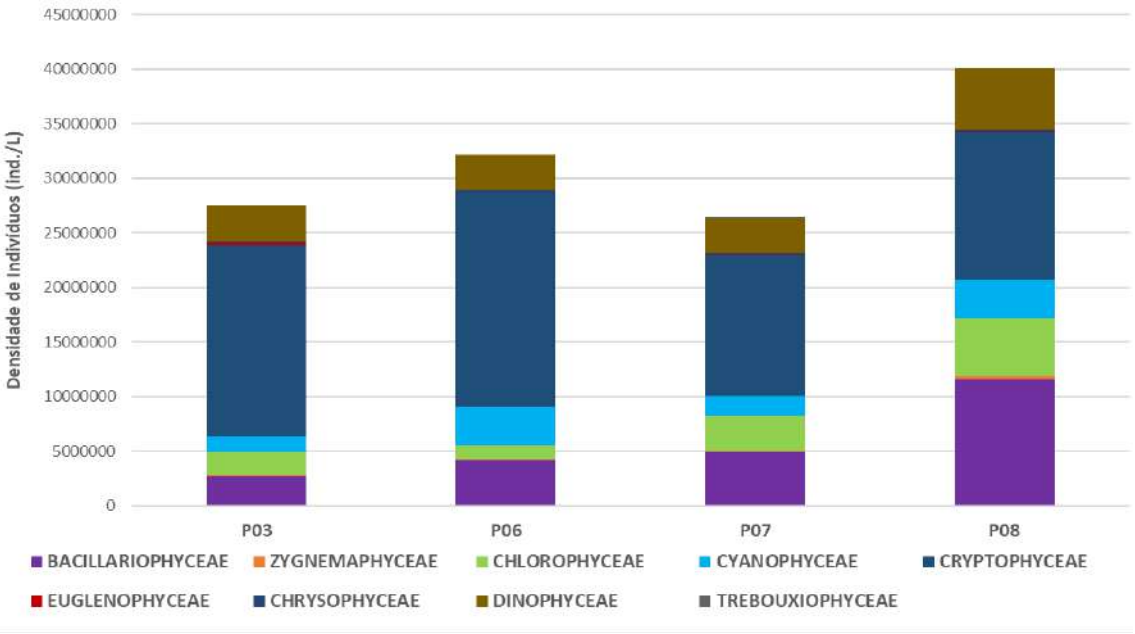


Figura 4.33. Representação das densidades absolutas dos grupos fitoplanctônicos (ind./L) (método quantitativo) amostrados na área de influência da UHE Machadinho entre julho de 2014 e dezembro de 2023.

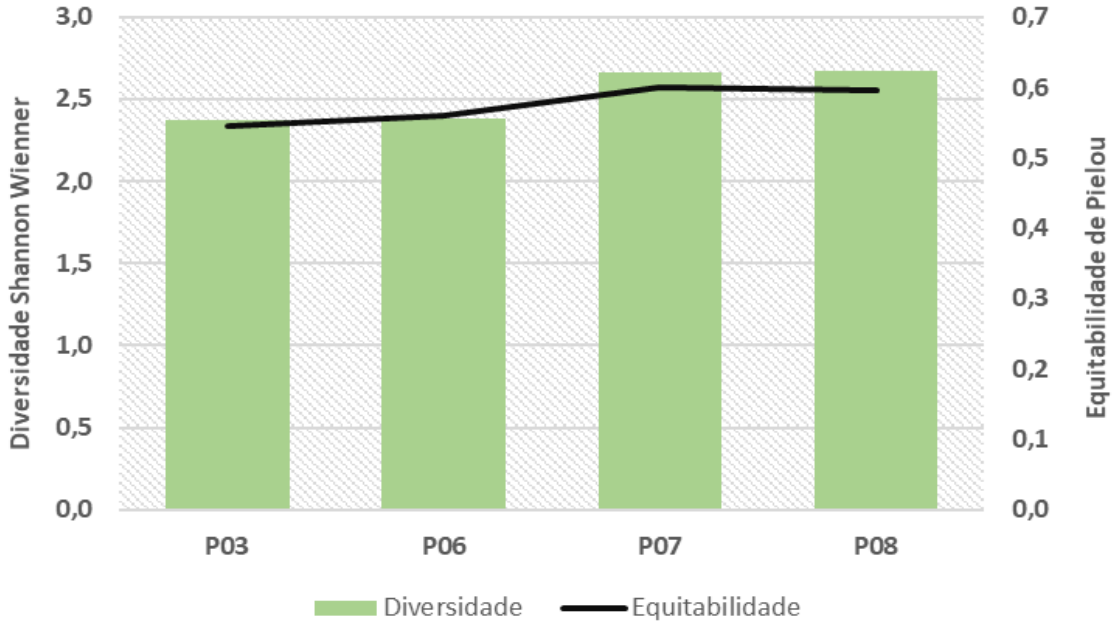


Figura 4.34. Média do Índice de Diversidade de Shannon Wiener e Equitabilidade de Pielou da comunidade fitoplanctônica, amostrada na área de influência da UHE Machadinho entre julho de 2014 e dezembro de 2023.

4.3.8 Comunidade Zooplanctônica

Os organismos pertencentes à comunidade zooplanctônica estão na base da cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos, sendo o elo entre os produtores (fitoplâncton) e os consumidores superiores. Podem influenciar nos processos ecológicos devido ao seu metabolismo elevado, contribuindo na transformação e ciclagem dos nutrientes (ESTEVES, 2011 [18]). Os organismos que compõem essa comunidade possuem grande sensibilidade ambiental e respondem a diversos tipos de contribuições, tanto pela alteração no número de indivíduos, quanto pela composição da comunidade (COELHO-BOTELHO, 2003[19]).

Na análise semestral qualitativa da comunidade zooplanctônica foram inventariados 101 táxons entre julho de 2014 a dezembro de 2023, distribuídos em 6 grupos, por ordem de representatividade são eles: Rotífera (47 taxa), Cladocera (24 taxa), Copepoda (19 taxa), Protozoa (9 taxa), Nematoda (1 taxa) e por fim, 1 táxon em estágio larval de molusco bivalve (Figura 4.35). Assim, os principais grupos na área de influência da UHE Machadinho foram os rotíferos, cladóceros e copépodos, os quais, representaram juntos 89% da assembleia zooplanctônica. Estes grupos são comuns e geralmente dominam as assembleias zooplanctônicas em reservatórios artificiais (SERAFIM JÚNIOR et al 2011[20]).

[18] ESTEVES, F. A.; Fundamentos de limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011

[19] COELHO- BOTELHO, M. J. Dinâmica da comunidade zooplanctônica e sua relação com o grau de trofia em reservatórios. In: IV Simpósio e IV Reunião de Avaliação do Programa Biota/FAPESP, Águas de Lindóia. Resumo expandido de Mini- Curso, 2003.

[20] SERAFIM JÚNIOR, M., PERBICHE-NEVES, G., FILETO, C., NALIATO, D.A.O. Zooplâncton. In: CUNHA, C.L.N., CARNEIRO, C. GOBBI, E.F., ANDREOLI, C.V. Eutrofização em Reservatórios: Gestão Preventiva. Estudo Interdisciplinar na Bacia do Rio Verde, PR. Editora: UFPR, Curitiba-PR, 307-322, 2011.

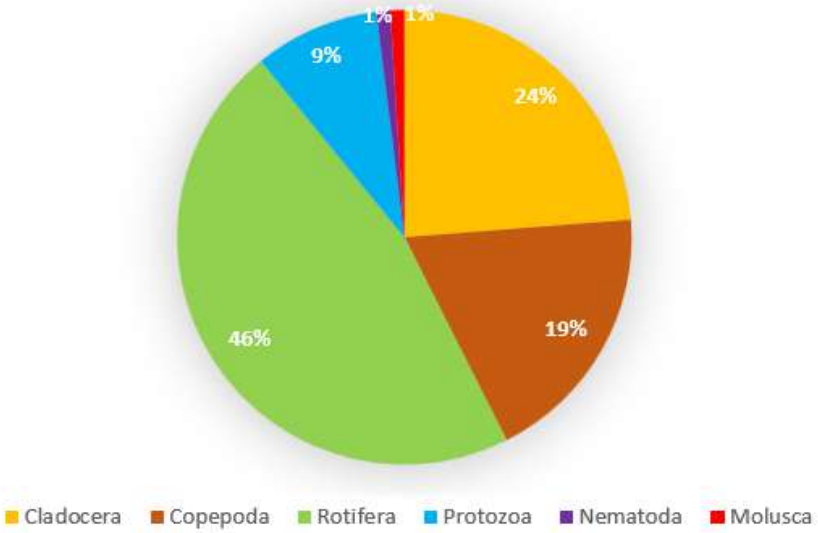


Figura 4.35. Composição da comunidade zooplanctônica amostrada na área de influência da UHE Machadinho entre julho de 2014 e dezembro de 2023.

Quanto a espacialização dos táxons, os ambientes P06, P07 e P08 indicaram riqueza e composição semelhantes, enquanto que em P03, ambiente que recebe as contribuições do rio Pelotas e rio Canoas, observou-se leve acréscimo de táxons (Figura 4.36). Ademais, os rotíferos se destacaram em todos os ambientes, no entanto, os microcrustáceos copépodos apresentaram maior frequência de ocorrência no trecho amostral, com destaque para copepóditos de Cyclopoida e Calanoida, bem como, estágios naupliares, constatados em todo espaço e período amostral, sendo classificados como constantes (Dajoz <50% de ocorrência). Ainda no que tange a frequência de ocorrência, destaca-se a espécie *Notodiaptomus incompositus* (Copepoda) e *Keratella americana* (Rotífera), classificadas como acessórias (FO = 39,53%). Os grupos de menor expressividade, Protozoa e Nematoda, apresentaram táxons considerados acidentais na área e período amostral.

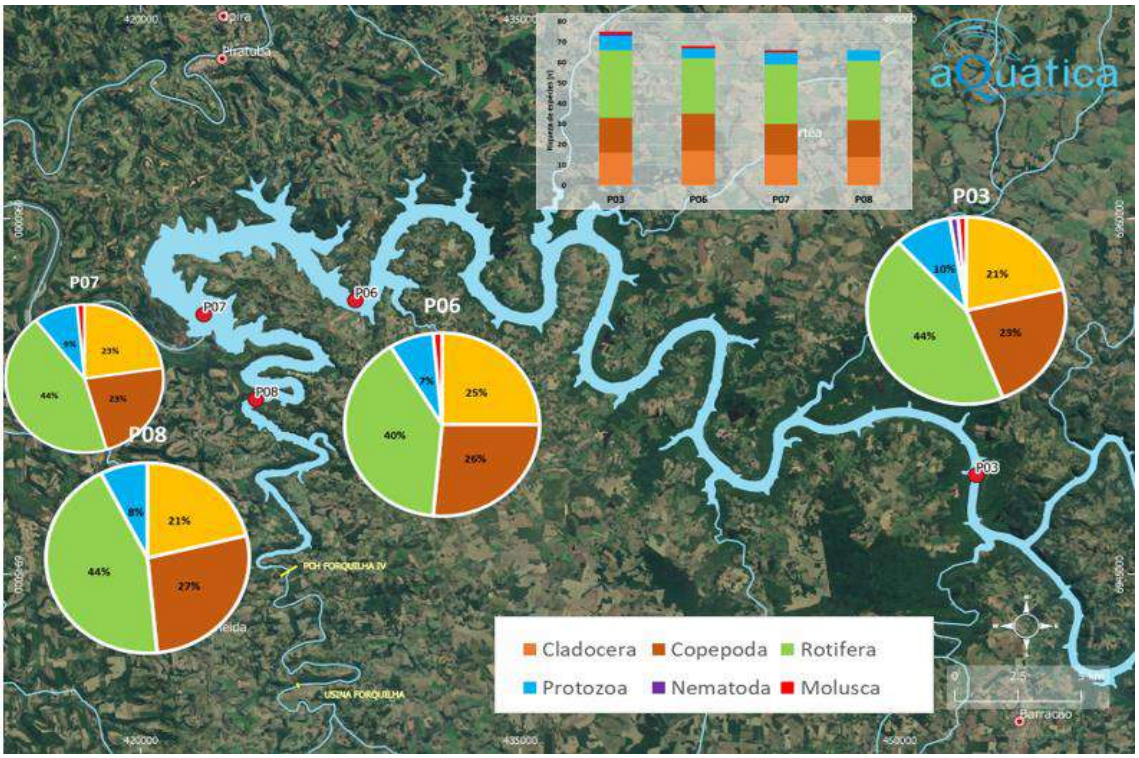


Figura 4.36. Espacialização da riqueza dos grupos zooplanctônicos amostrados na área de influência da UHE Machadinho entre julho de 2014 e dezembro de 2023.

A partir das análises quantitativas da comunidade zooplanctônica, foi possível confirmar o predomínio dos microcrustáceos na área amostral, especificamente dos copépodos, com densidade total de indivíduos representando 59,52% da comunidade amostrada (Figura 4.37). Neste grupo destaca-se a alta incidência de formas jovens (náuplios), situação comum em ambientes aquáticos tropicais (MATSUMURA-TUNDISI, 1997 [21]), tendo em vista à pressão exercida por vertebrados e invertebrados sob esta comunidade, selecionando presas de maior tamanho (NETO, PINTO-COELHO, 2002[22].

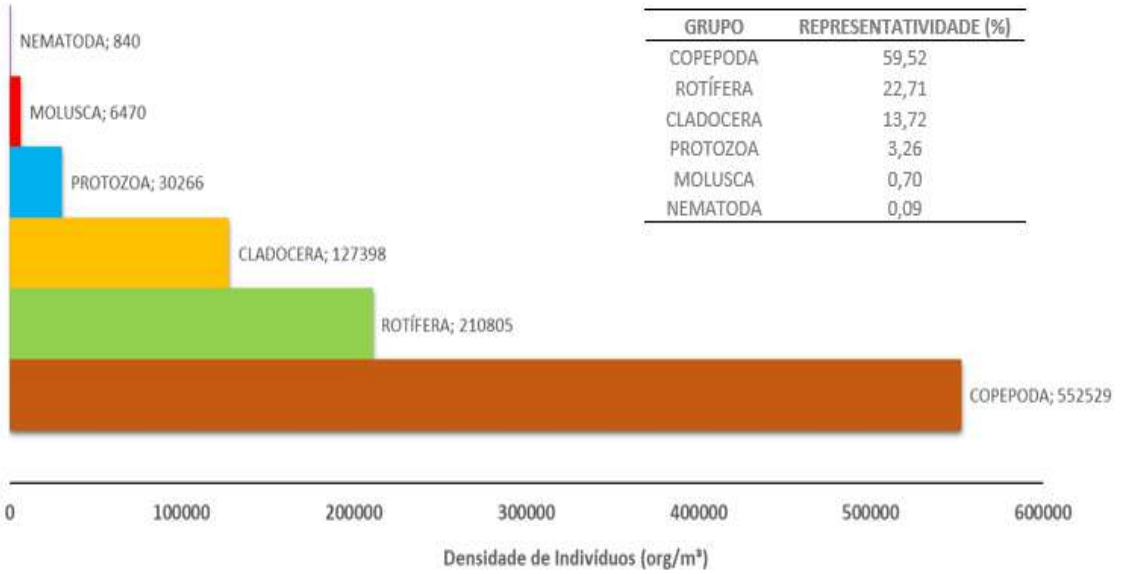
De acordo com Margalef (1983)[23] os microcrustáceos são os organismos que mais contribuem para a biomassa total do zooplâncton nos ambientes aquáticos, principalmente os copépodos. Ademais, este grupo se torna dominante em reservatórios com condições tróficas oligo-mesotróficas (ROCHA et al. 1995[24]), corroborando com os valores de "IET" obtidos.

[21] MATSUMURA-TUNDISI, T.; Composition and vertical distribution of zooplankton in Lake Dom Helvécio, 265-274 pp. In: Tundisi, J.G. & Saijo, Y. (Eds.). Limnological Studies on the Rio Doce Valley Lakes, Brazil. Brazilian Academy of Sciences. University of São Paulo. 528p. 1997.

[22] NETO, J.F.B.; PINTO-COELHO, R.M.; Migração vertical das larvas de Chaoborus brasiliensis (Theobald, 1901) (Diptera, Chaoboridae) em um reservatório tropical: lagoa do nado, Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais. Acta Scientiarum 24 (2): 329-336. 2002.

[23] MARGALEF, R.; Limnologia. Barcelona: Ed. Omega 1010, 1983.

[24] ROCHA, O., SENDACZ, S., MATSUMURA-TUNDISI,T.; Composition, Biomass and Productivity of Zooplankton in Natural Lakes and Rervoirs of Brazil. In TUNDISI, J.G., BICUDO, CEM., MATSUMURA-TUNDISI, T.; Limnology in Brazil. Rio de Janeiro: Brazilian academy of Sciences, Brazilian Limnological Society. 376p. 1995.



GRUPO	REPRESENTATIVIDADE (%)
COPEPODA	59,52
ROTÍFERA	22,71
CLADOCERA	13,72
PROTOZOA	3,26
MOLUSCA	0,70
NEMATODA	0,09

Figura 4.37. Representatividade da densidade de organismos da comunidade zooplanctônica, amostrada na área de influência da UHE Machadinho entre julho de 2014 e dezembro de 2023.

.

Em relação a densidade de indivíduos ao longo do espaço amostral, a classe dos copépodos predominou em todos os ambientes (Figura 4.38). Conforme supracitado, nestes ambientes houve densidades expressivas de formas jovens dos referidos microcrustáceos, portanto, possivelmente o cenário observado é reflexo das estratégias adaptativas dos microcrustáceos para compensarem a alta mortalidade antes de alcançarem a fase adulta (ESPÍNDOLA et al., 2000[25]). Ademais, deve-se destacar que os táxons com densidades mais expressivas na área e período amostral foi o Copepoda *Notodiaptomus spiniger* (D=100.923,00 org.m³), seguido de *Polyarthra remata* (Rotífera) (D=100.567,00 org.m³).

No que tange a espacialização das densidades, a dinâmica zooplanctônica foi semelhante ao fitoplâncton, sendo que P03 – confluência entre o rio Pelotas e rio Canoas e P07 – montante do barramento, demostraram as menores densidades absolutas do espaço amostral, enquanto que em P08 – rio Forquilha constatou-se as densidades mais representativas de ambas assembleias planctônicas. Sendo assim, o predomínio de algas palatáveis torna-se um importante elo de manutenção dos produtores secundários e transferência energéticas entre as cadeias tróficas superiores do reservatório.

Por fim, as médias referentes aos índices de diversidade Shannon Wiener e equitabilidade foram mais expressivas em P06 – área intermediária do reservatório, com alta similaridade entre os demais ambientes. Contudo, a diversidade de espécies zooplanctônicas na área de influência da UHE Machadinho é considerada média a alta (Figura 4.39).

[25] ESPÍNDOLA, E. L. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; RIETZLER, A. C. & TUNDISI, J. G. Spatial heterogeneity of the Tucuruí reservoir (State of Pará, Amazonia, Brazil) and the distribution of zooplancton species. Revista Brasileira de Biologia 60(2):179-193. 2000.

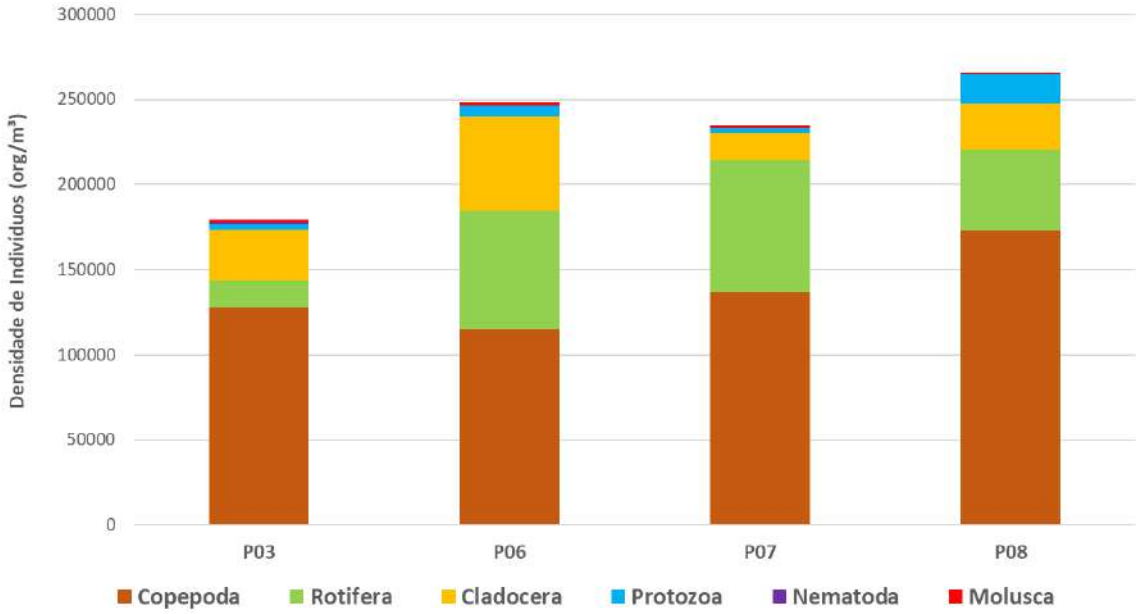


Figura 4.38. Espacialização da densidade de organismos da comunidade zooplanctônica, amostrada na área de influência da UHE Machadinho entre julho de 2014 e dezembro de 2023.

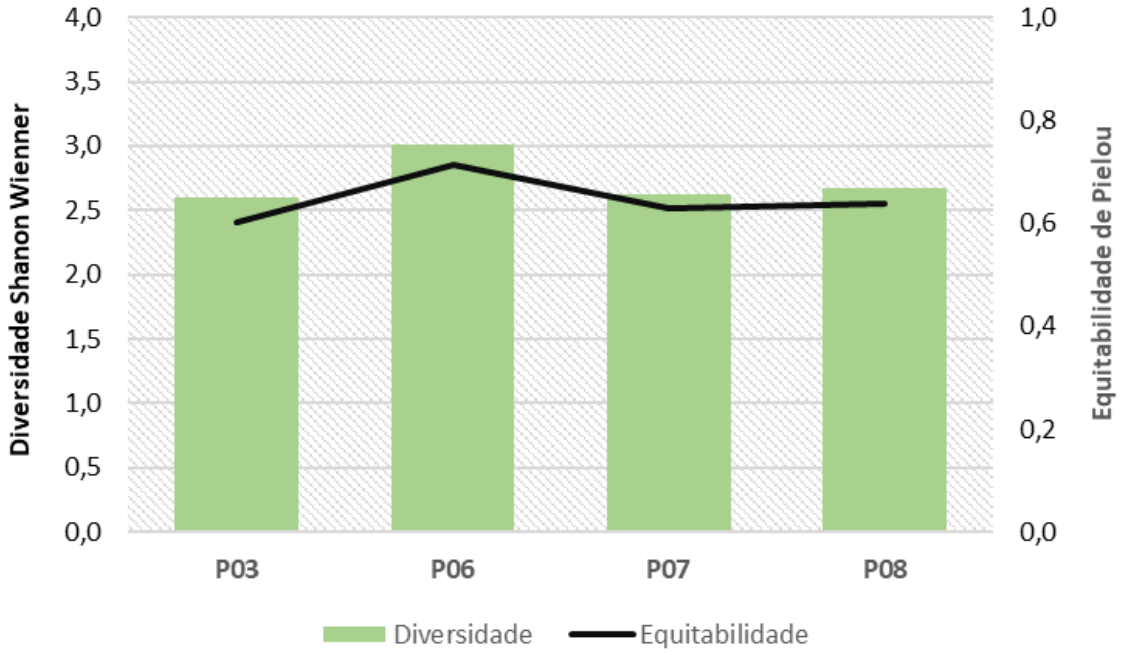


Figura 4.39. Índice médio de diversidade de Shannon Wiener e Equitabilidade de Pielou da comunidade zooplanctônica, amostrada na área de influência da UHE Machadinho entre julho de 2014 e dezembro de 2023.

4.3.8.1 Comunidade Zoobentônica

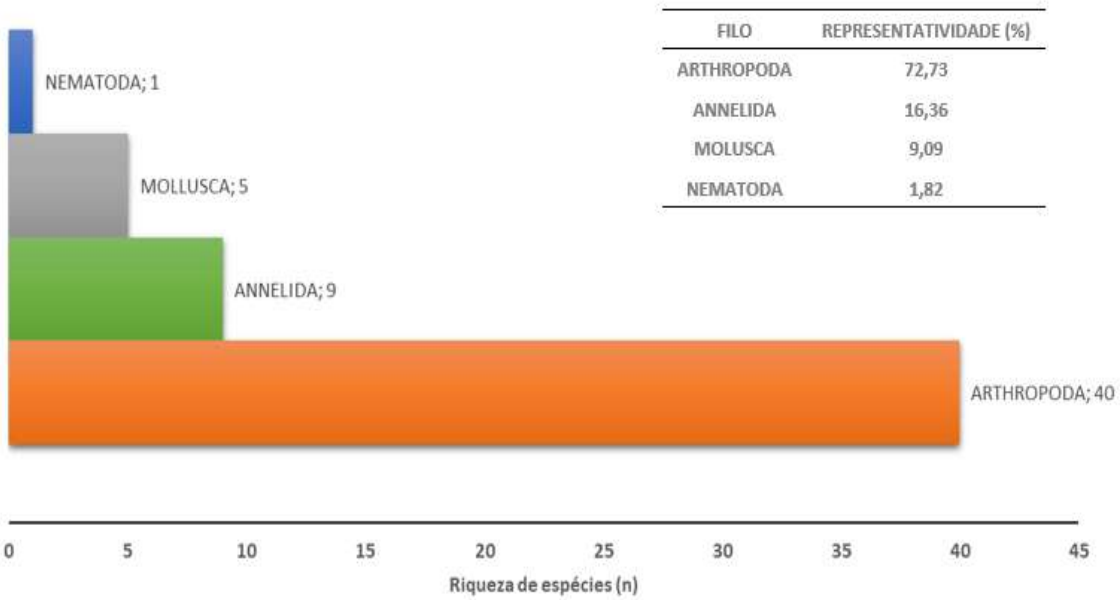
A comunidade bentônica corresponde ao conjunto de organismos que vivem, todo ou parte de seu ciclo de vida no substrato de fundo dos ambientes aquáticos (enterrado ou aderido), sendo que sua composição e distribuição são influenciadas por vários fatores ambientais, principalmente o substrato.

Na área de influência da UHE Machadinho, o substrato é basicamente composto por areia, argila e silte, sendo que a matéria orgânica é proveniente da submersão vegetal natural advinda do aporte da vegetação ripária, bem como, pelo

carreamento de solos através do escoamento superficial pelas chuvas. Os teores de matéria orgânica registrados nas amostras sedimentológicas estiveram majoritariamente abaixo de 10%, o que remete a um sedimento predominantemente inorgânico.

Na análise semestral da comunidade zoobentônica realizada entre julho de 2014 e dezembro de 2023, qualitativamente foram inventariados 55 táxons, distribuídos em 4 Filos, sendo eles: Arthropoda (40 taxa), Annelida (9 taxa), Molusca (5 taxa) e Nematoda (1 taxa). Sendo assim, o principal grupo na área de influência da UHE Machadinho ao longo do período amostral foram os artrópodes, os quais, representaram aproximadamente 73% da riqueza de espécies (Figura 4.40). Neste Filo destaca-se a representatividade da Ordem Diptera, com 22 táxons na área amostral.

No entanto, quando considerada a Frequência de Ocorrência das espécies, de acordo com a Constância de Dajoz, os artrópodes foram considerados "acidentais" (presentes em menos de 25% das amostras), com destaque para o gênero *Polypedilum* sp. (FO=18,42%), sendo Naididae (Anellida) o táxon mais frequente na área amostral (FO=39,47%), considerada "acessória". A classe em questão é comum na maioria dos hábitats de água doce, tolera baixa concentração e oxigênio e preferem ambientes com presença de matéria orgânica, sendo que, cerca de 75% das espécies aquáticas do Sul e Centro-américa são representantes da família Naididae (RODRIGRUES, 2017[26]). Ademais, esse grupo de organismos possuem uma variedade de estratégias adaptativas e graus de tolerância às condições ambientais, deste modo, são registrados em praticamente todos os microhabitats.



FILO	REPRESENTATIVIDADE (%)
ARTHROPODA	72,73
ANNELIDA	16,36
MOLUSCA	9,09
NEMATODA	1,82

Figura 4.40. Representatividade dos táxons da comunidade zoobentônica amostrados na área de influência da UHE Machadinho entre julho de 2014 e dezembro de 2023.

[26] RODRIGUES, M. H. S.; Limnologia, análise da comunidade de macroinvertebrados bentônicos e bioensaios de toxicidade para avaliação ambiental dos reservatórios em cascata do Médio e Baixo Rio Tietê (SP). 2017.

Em relação à espacialização da riqueza taxonômica, observou-se um leve acréscimo no ambiente lacunar próximo ao barramento – P07 (33 táxons), seguido de P06 (29 táxons), com similaridade entre P03 e P08 (25 táxons) (Figura 4.41). Cabe destacar que no trecho amostral compreendido entre P03, P06 e P07 houve presença de organismos extremamente sensíveis à poluição como os Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera (HEPP e RESTELLO 2007 [27]), indicando ambiente favorável à manutenção destes organismos.

.

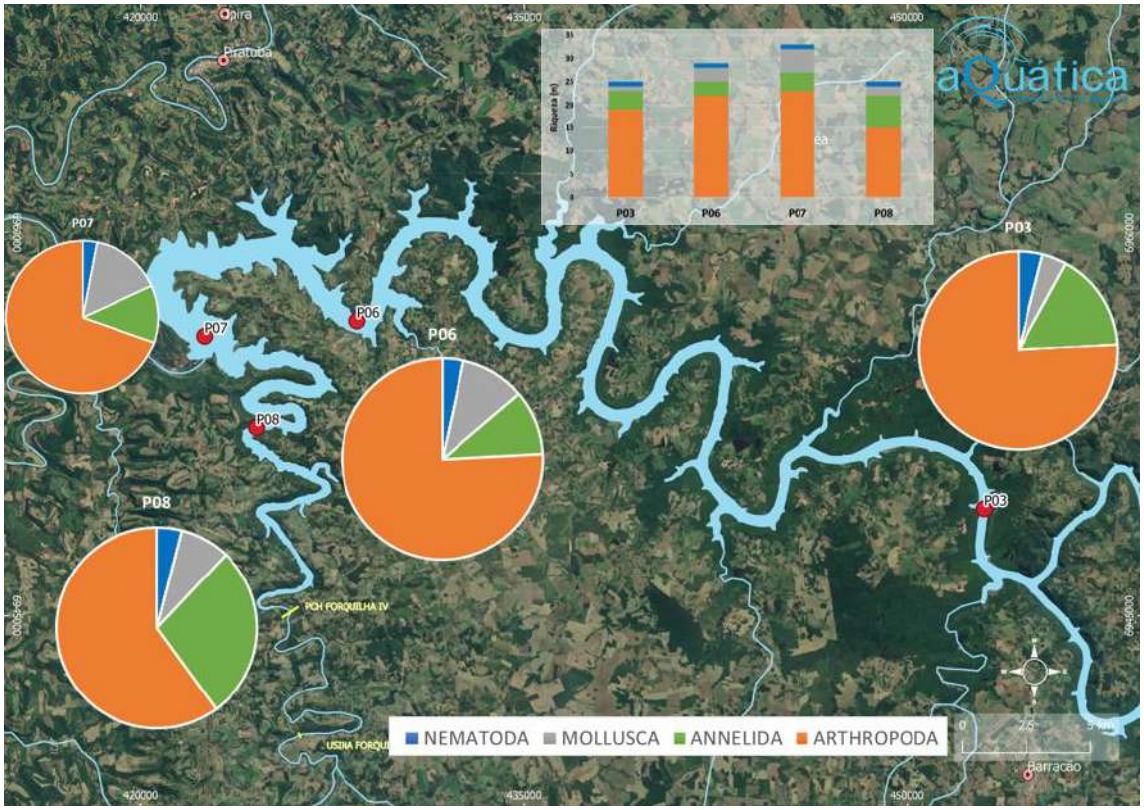


Figura 4.41. Espacialização da riqueza dos grupos zoobentônicos amostrados na área de influência da UHE Machadinho entre julho de 2014 e dezembro de 2023.

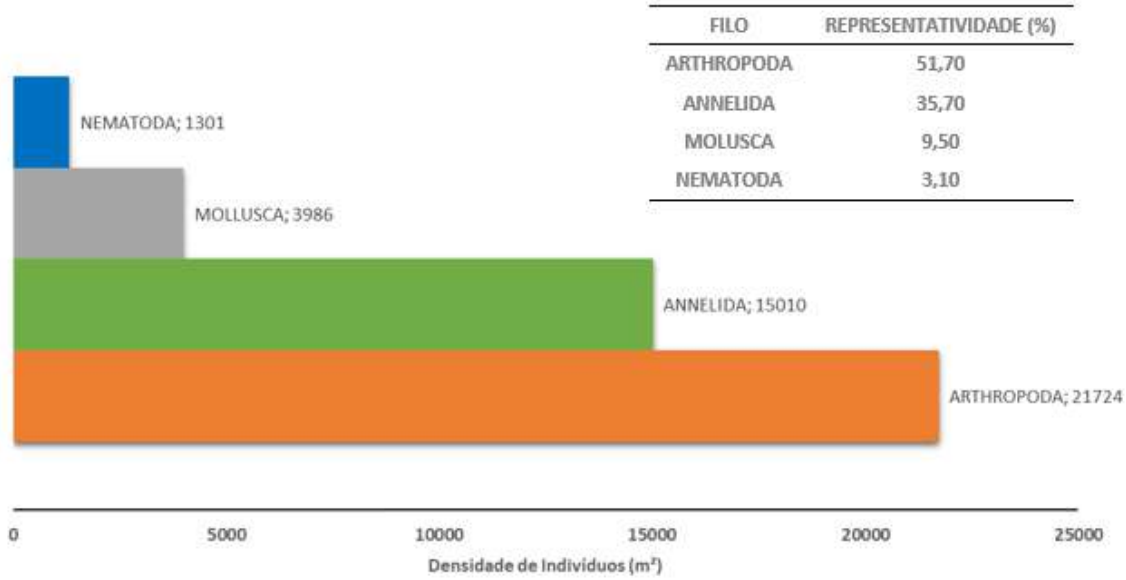
A análise qualitativa reitera a importância dos artrópodes no período de julho de 2014 a dezembro de 2023 no sedimento da área de influência da UHE Machadinho, com densidades representando aproximadamente 50% da assembleia zoobentônica (Figura 4.42).

Espacialmente, o ambiente P03- que representa os exutórios das bacias do rio Canoas e rio Pelotas, apresentou as menores densidades do período e espaço amostral, ao passo que, em P06 constatou-se o maior número de indivíduos por m^2, com dominância de artrópodes e destaque para a espécie *Tanytarsus caipira* (Diptera) (Figura 4.43). Cabe salientar que os dípteros apresentam uma variedade de estratégias adaptativas e graus de tolerância às condições ambientais entre os táxons e, deste modo, são registrados em praticamente todos os ambientes.

Estima-se que o cenário observado em P03 esteja relacionado a áreas de susceptibilidade hidrológica, pois, quando se

[27] HEPP, L. U.; RESTELLO, R. M.; Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas do Alto Uruguai Gaúcho. Zakrzeviski, SB, Conservação e uso sustentável da água: múltiplos olhares. Edifapes, Erechim, p. 75-86. 2007

observa os descritos ecológicos verifica-se uma dinâmica de redução da diversidade e equitabilidade de macroinvertebrados com o aumento da profundidade e da zona pelágica, sentido P03, P06 e P07-montante do barramento, devido à morfometria do reservatório. Em P08-Rio Forquilha, apesar de menor abundância, houve semelhança nos índices com os ambientes de montante e transição, condizente com a profundidade. Contudo, a diversidade de espécies zoobentônicas na área de influência da UHE Machadinho é considerada baixa a média (Figura 4.44).



FILO	REPRESENTATIVIDADE (%)
ARTHROPODA	51,70
ANNELIDA	35,70
MOLLUSCA	9,50
NEMATODA	3,10

Figura 4.42. Representatividade da densidade de organismos da comunidade zoobentônica amostrada na área de influência da UHE Machadinho entre julho de 2014 e dezembro de 2023.

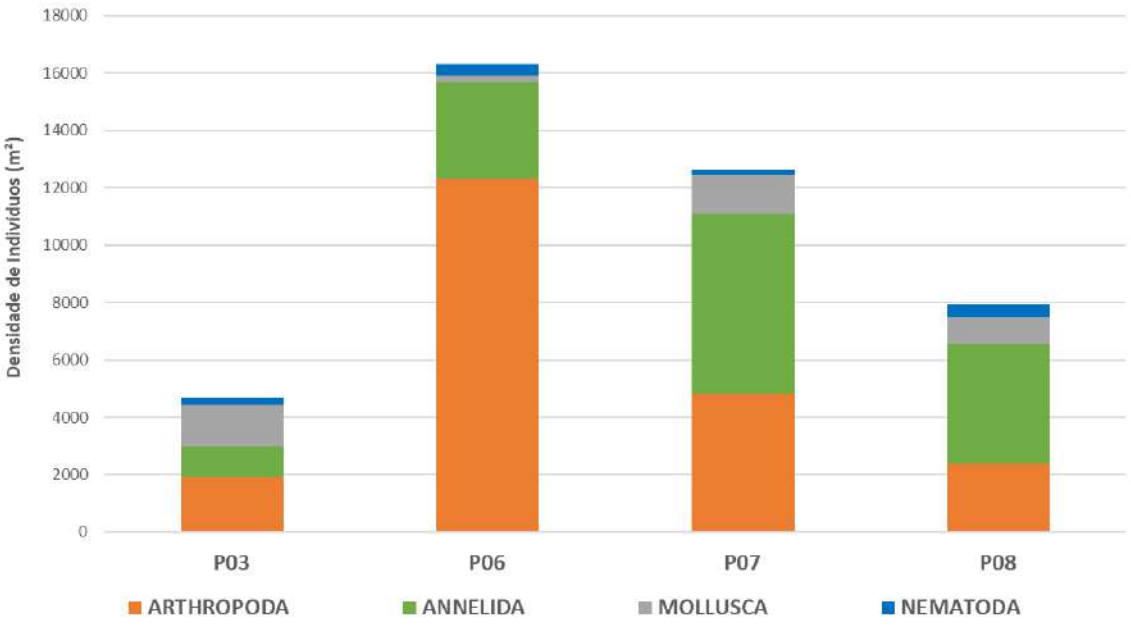


Figura 4.43. Espacialização da densidade de organismos da comunidade zoobentônica amostrada na área de influência da UHE Machadinho entre julho de 2014 e dezembro de 2023.

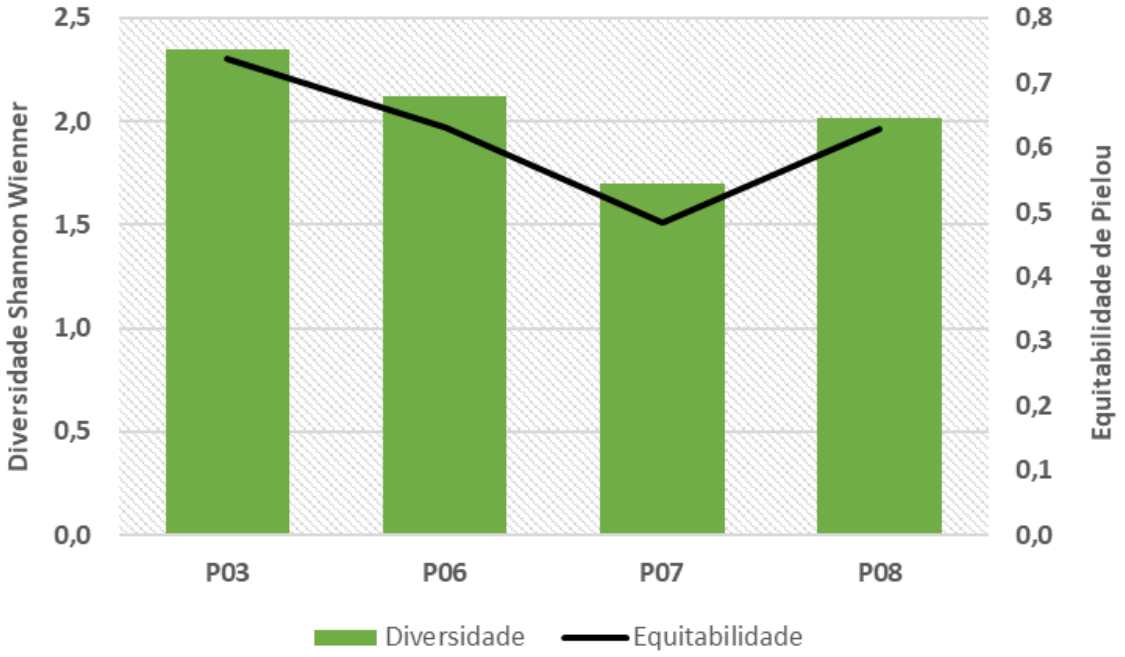


Figura 4.44. Índice médio de diversidade de Shannon Wiener e Equitabilidade de Pielou da comunidade zoobentônica amostrada na área de influência da UHE Machadinho entre julho de 2014 e dezembro de 2023.

4.3.9 Análise Granulométrica e de elementos-traço

As concentrações de metais pesados em sedimento foram comparadas com a Resolução CONAMA 454/2012[28] para água doce (Tabela 4.6), que estabelece dois níveis de classificação com base a causar distúrbio potencial à biota. Concentrações abaixo de TEL "Threshold Effect Level" (Nível 1) são consideradas não tóxicas para os organismos, ao passo que, concentrações que excedem o valor de referência para Nível 1 (TEL), podem promover efeitos aos organismos (não tóxico à subletal) e concentrações que excedem o valor de referência para Nível 2 PEL "Probable Effect Level", frequentemente causam efeito para a biota, ocasionando toxicidade aguda.

É importante ressaltar que as amostragens em sedimento são realizadas em quadrantes alternados no assoalho submerso de cada ponto amostral predeterminado no escopo. Tal aplicação permite caracterizar completamente a área amostral no que tange a possível entrada de contaminantes, tendo em vista que a dinâmica de deposição de partículas pode ser alterada devido à fatores morfológicos dos ambientes.

Conforme dispostos na Tabela 4.6, observou-se concentração de elementos-traço majoritariamente abaixo dos limites mais restritos da legislação vigente (Nível 1). Dentre os elementos de menor representatividade na área de influência da UHE Machadinho destacam-se o mercúrio, cádmio e cromo. Para os referidos metais apenas o cádmio não apresenta valores de referência, no entanto, as concentrações foram irrisórias e estiveram abaixo dos limites quantificáveis laboratoriais, ou

[28] Resolução CONAMA n° 454, de 01 de novembro de 2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. 2012.

mesmo, não foram detectados (ND) na amostra.

Para os elementos não preconizados, e desta forma, sem valores de referência, salienta-se a importância de alumínio e ferro total na composição do sedimento, possivelmente relacionados a matriz geológica natural, tendo em vista as concentrações notáveis em todas as campanhas ao longo do período e área amostral.

Tabela 4.6. Concentrações de metais pesados (totais) amostrados no sedimento (mg/Kg) da área de influência da UHE Machadinho entre 2016 e 2023.

	Mat. Org.	Nit. Total	Alumínio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Ferro	Fósforo	Mercúrio	Zinco
2016											
P03	2,5	1140	133300	<0,40	24,1	110,0	11	88700	376	<0,03	93,3
P06	3,1	1092	7570	<0,40	6,7	53,0	9,0	4440	348	<0,03	53,2
P07	3,2	2646	12800	<0,40	24,7	84,1	3,3	48700,0	27,0	<0,03	120,0
P08	2,4	360	14400,0	<0,40	22,0	28,3	3,3	43100,0	195,0	<0,03	50,7
P10	<0,90	463	4090	<0,40	4,5	22,4	9,3	<0,038	82,0	<0,03	28,7
2017											
P03	2,50	1140	693,2	2,0	3,3	56,4	10,7	24473,1	274,2	<0,002	56,2
P06	<1,00	1360	299,5	2,0	21,4	130,0	8,7	28702,9	204,2	<0,002	87,8
P07	4,50	794	435,5	2,4	12,6	113,6	32,8	29834,0	73,8	<0,002	82,8
P08	7,50	1310	3646,1	15,3	16,7	76,7	12,8	22251,6	356,3	<0,002	94,0
P10	6,50	219	5038,6	1,3	7,8	104,2	10,6	<0,0025	552,2	<0,002	88,2
2018											
P03	0,65	22,4	2,26	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	55,09	<1,00	<0,002	71,12
P06	0,72	25	1,02	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	21,07	<1,00	<0,002	42,05
P08	0,65	22,4	2,26	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	55,09	<1,00	<0,002	71,12
2019											
P03	9,87	2.792	24.496	ND	12,58	118,42	29,21	110.216	704,72	ND	95,01
P06	6,86	1650,5	14080,4	ND	10,97	109,47	8,66	53770	ND	ND	64,26
P07	18,25	1.331,61	18.896	ND	21,567	107,63	<8,00	42.857	ND	ND	84,48
P08	8,148	3.680	19.409	ND	19,35	129,29	14,765	51.357	ND	ND	92,17
P10	8,078	1.261,72	10.844	ND	<8,50	53,867	10,00	28.72	110,61	ND	10,4
2020											
P03	13,65	1.503,1	22.143	ND	23,21	98,41	23,21	62.877	623,61	ND	103,7
P06	9,09	918,6	15.684	ND			7,11	65.353	ND	ND	148,2
P07	11,16	691,2	13.236	ND	35,12	130,09	2,99	49.581	ND	ND	114,5
P08	29,63	1.641,1	18.650	ND	30,82	119,88	24,65	83.121	147,32	ND	95,63
P10	8,91	102,7	7.476	ND	5,91	33,01	27,71	24.124	23,43	ND	37,69
2021											
P03	**5.270**	**336,70**	**28.097**	**<0,10**	**22,882**	**57,754**	**6,894**	**47.464**	**562,75**	**<0,002**	**67,44**
P06	**12.706**	**2165,46**	**1.873**	**<0,10**	**<1,337**	**4,80**	**<1,82**	**2.602**	**<1,324**	**<0,002**	**4,70**
P07	**3.862**	**285,68**	**11.607**	**<0,10**	**21,63**	**76,45**	**24,15**	**103.930**	**892,18**	**<0,002**	**76,54**
P08	**11.297**	**647,58**	**10.928**	**<0,10**	**8,39**	**5,86**	**16,32**	**17.320**	**329,94**	**<0,002**	**38,41**
2022											
P03	2,16	934,70	11803,8	<0,106	7,642	45,09	17,49	36665,27	35,05	<0,002	37,14
P06	4,12	713,82	8556,21	<0,106	8,00	39,48	6,12	32197,6	32,43	<0,002	28,24
P07	0,40	587,15	19543,9	<0,106	12,07	37,54	<1,82	28815,0	16,93	<0,002	36,97
P08	0,618	786,29	20730,2	<0,106	8,196	36,28	3,28	24335,0	23,59	<0,002	41,22
P10	0,916	474,12	13057,0	<0,106	4,613	20,54	6,27	21233,4	20,83	<0,002	31,84
2023											
P03	2,09	1893,94	9.419	<0,106	<1,337	30,62	14,31	19.453	161,70	<0,002	18,52
P06	0,29	869,67	7.617	<0,106	8,147	20,16	<1,82	12.335	62,70	<0,002	19,88
P07	0,76	466,99	8.136	<0,106	12,008	50,145	<1,82	21.002	190,29	<0,002	37,61
P08	2,18	603,07	8.019	<0,106	10,157	38,89	5,80	22.952	205,60	<0,002	40,34
P10	0,43	445,51	2.633	<0,106	2,246	9,511	4,227	8.392	85,73	<0,002	9,64

	Mat. Org.	Nit. Total	Alumínio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Ferro	Fósforo	Mercúrio	Zinco
CONAMA NÍVEL 1	-	-	-	-	35,0	35,7	37,3	-	2000	0,17	123
CONAMA NÍVEL 2	-	-	-	-	91,0	197	90	-		0,486	315

Para os elementos com valores de referência na legislação, constatou-se concentrações excedentes de cobre, chumbo e zinco na área amostral, sendo que apenas o chumbo e cobre excederam os limites do Nível 2 da legislação, pontualmente na campanha de setembro de 2020 no ponto amostral P06, área intermediária do reservatório. Na referida campanha, teores excedentes de cobre foram observados de forma difusa na área amostral, além de valor acima do limite Nível 1 para zinco, também no P06, sendo esta, a única amostragem com inconsistência deste elemento ao longo do período e espaço amostral.

Portanto, apesar de recorrente, o cobre mantém majoritariamente concentrações a níveis não tóxicos a subletais, conforme a legislação vigente, ou seja, "Nível TEL". Cabe salientar que este cenário foi esclarecido por meio de "Nota Técnica" em atendimento ao Parecer Técnico nº 12329466.

Em relação ao cobre, cabe destacar que esse elemento é considerado um micronutriente essencial, no entanto, pode causar efeitos adversos quando em elevadas concentrações, ou seja, acima de Nível 2. Cabe frisar que a área de estudo possui como base econômica a agropecuária, portanto, o uso do solo é predominantemente agrícola e apresenta potencial de contaminação por intermédio de fertilizantes e calcários, insumos com presença significativa de metais como Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn, que por influência de erosão, lixiviação/percolação alcançam os recursos hídricos (SINGH E STEINNES, 1994[29]).

Ademais, os municípios que integram a referida bacia apresentam agricultura focada em lavouras de soja e milho, bem como, produção de bovinos, suínos, aves e aquicultura. Na bacia do rio Canoas também são observadas atividades da indústria têxtil e de papel e celulose, nas quais o volume de água consumido no processo industrial gera grande quantidade de efluentes (PAIVA, 2004[30]). Um importante afluente do rio Canoas é o rio Caveiras, com uma bacia hidrográfica com cerca de 2.400 km^2, o qual recebe efluentes industriais urbanos do município de Lages, (RAFAELI NETO et al., 2013[31]).

A sub-bacia do rio Forquilha (Inhandava) é caracterizada por áreas de extensivo uso agrícola e pecuarista, bem como, permeia áreas urbanas de diversos municípios, com possíveis efeitos da influência de efluentes sanitários. Antes de formar o reservatório da UHE Machadinho, é também utilizado para geração de energia por duas Pequenas Centrais Hidrelétricas 'PCH's". Estudos desenvolvidos nesta sub-bacia indicaram que as principais fontes de poluição desse corpo hídrico são agricultura,

[29] SINGH, B.R. & STEINNES, E. Soil and water contami-nation by heavy metals. In: LAL, R. & STEWART, B.A. Soil Processes and water quality. Ed Lewis Publishers, Florida,1994. 398p

[30] PAIVA, A. B.; Avaliação de risco ambiental utilizando parâmetros físico-químicos e biológicos no Rio Canoas/SC. Dissertação apresentada no programa de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, Florianópolis, SC, 2004.

[31] RAFAELI NETO, S. L. L.; BECEGATO, V. A.; CABRAL, J. B.; Monitoramento da qualidade da água do rio Caveiras no Planalto Serrano de Santa Catarina com suporte de tecnologias de geomática. Bol. Goia. Geogr. (online). Goiânia, v.33, n.1, p.27-46. 2013.

pecuária e efluentes urbanos (ASTOLFI, 2011[32]).

Quanto ao monitoramento das águas superficiais e sedimento da área de influência da UHE Machadinho, é possível inferir que os pontos amostrais encontram-se alocados em ambientes estratégicos para detecção de contribuições externas, ou seja, localizados nos exutórios das bacias hidrográficas com grande aporte hídrico, tendo em vista que P03 representa a convergência das bacias de drenagem do rio Canoas e rio Pelotas (Figura 4.45), com reflexos em P06 (região intermediária do reservatório) e, P07 e P08 recebem contribuição do rio Forquilha (Inhandava), refletindo pontualmente a jusante do barramento – P10 (Figura 4.46). Ademais, todos os ambientes apresentam em seu entorno, atividades de cunho agrícola.

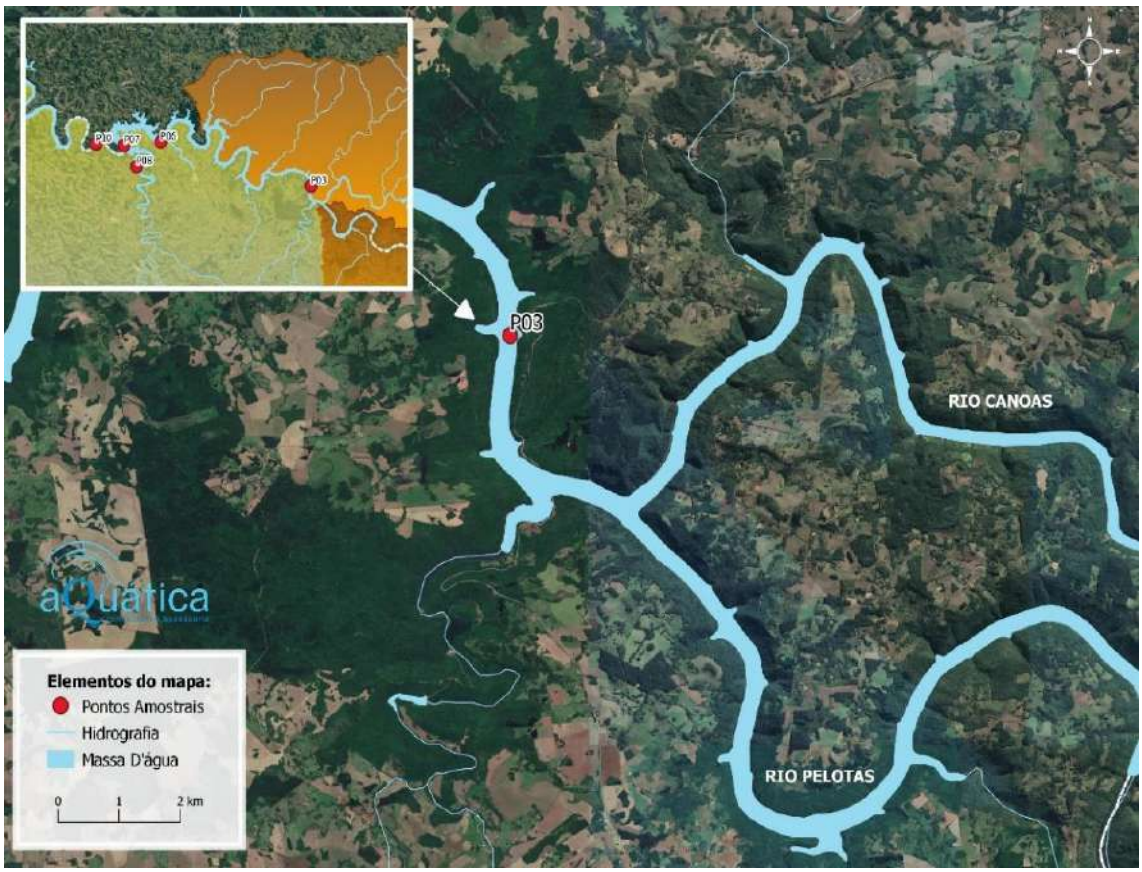


Figura 4.45. Georreferenciamento do ponto amostral de monitoramento do sedimento "P03", área de influência da UHE Machadinho.

[32] ASTOLFI, R.; M.; Caracterização Ambiental da Microbacia do Rio Inhandava-RS. Universidade de Passo Fundo. 2011.



Figura 4.46. Georreferenciamento dos pontos amostrais de monitoramento do sedimento “P06”, “P07”, “P08” e “P10”, área de influência da UHE Machadinho.

Convém salientar que, as margens dos rios Canoas e Pelotas apresentam-se de maneira delgada, com vales em “V” e aparecimento de pequenos terraços fluviais. Portanto, deve-se considerar as possíveis contribuições de elementos traço advindos por fluxo de massa, através do escoamento superficial da água da chuva principalmente em situações de enxurradas, tendo em vista que o tempo de persistência destes elementos no solo é bastante variável.

A Figura 4.47 apresenta os totais mensais de precipitação durante o período de avaliação, bem como, as concentrações médias anuais dos elementos, cobre e chumbo total, tendo em vista as ocorrências difusas na área monitorada.

De acordo com o monitoramento climatológico, a série histórica apresenta grande variabilidade interanual, com períodos secos intercalando com eventos de chuvas intensas, e outros, com chuvas dentro da normalidade da região. Desta forma, acredita-se que as altas precipitações pontuais sejam o mecanismo preponderante para a entrada de elementos traço no perímetro amostral, que, seguido de períodos de baixa precipitação permaneceram nos ambientes e precipitam.

Dinâmica semelhante é observada para o incremento de fósforo e nitrogênio total no reservatório, havendo aportes de cargas por eventos de chuvas intensas pontuais, associados a volumes reduzidos (críticos) no reservatório. É importante ressaltar que ocorrem cerca de sete registros de inundação em média ao ano na RH4, região hidrográfica formadora do reservatório da UHE Machadinho. Em contrapartida, as estiagens também são eventos hidrológicos extremos, frequentes na área de estudo, ocorrendo em média oito registros ao ano (PERH/SC, 2017[33]).

[33] PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE SANTA CATARINA-PERH/SC. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS. Governo de Santa Catarina. 2017

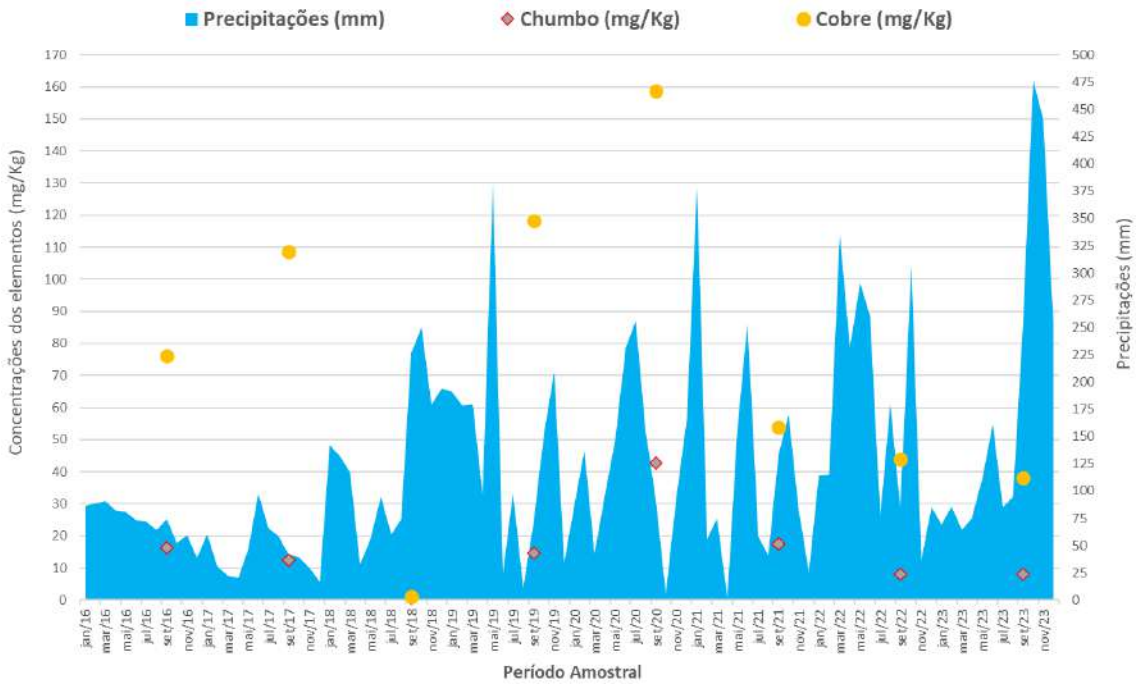


Figura 4.47. Sintetização gráfica dos registros pluviométricos e concentrações anuais médias de cobre e chumbo total na área de influência da UHE Machadinho entre os anos de 2016 e 2023.

4.3.10 Análise Granulométrica

Os resultados das análises granulométrica da área de influência da UHE Machadinho, realizadas entre 2016 e 2023 estão dispostas na Figura 4.48 que demonstra a representatividade de argila, silte e areia total (g/Kg) nos respectivos pontos amostrais.

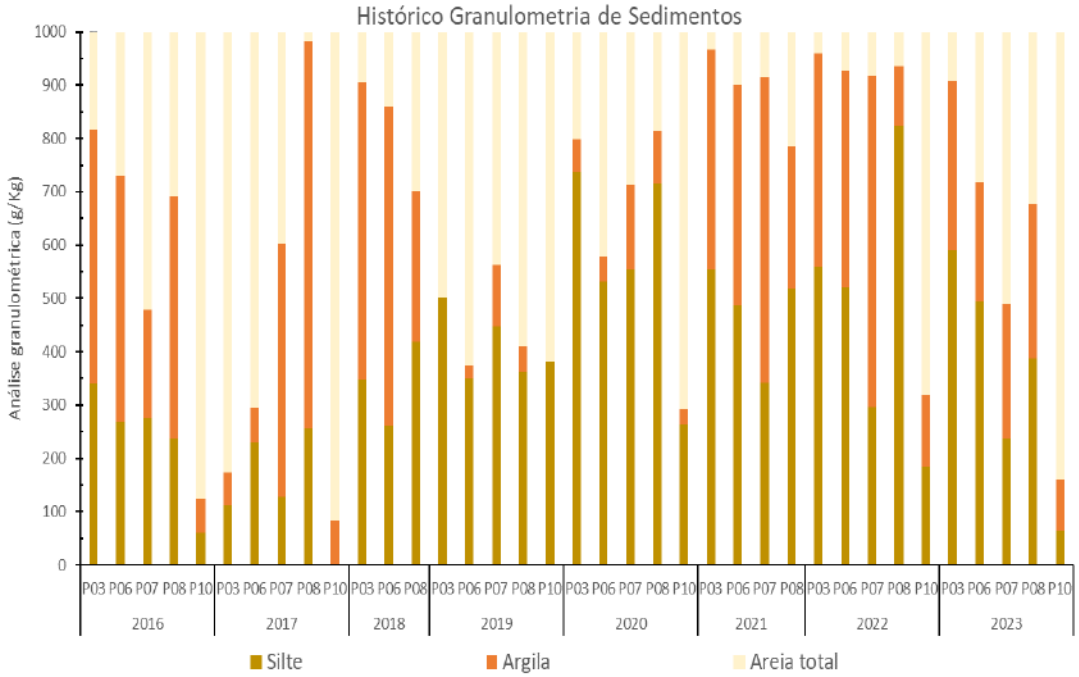


Figura 4.48. Representação gráfica da análise granulométrica dos sedimentos amostrados na área de influência da UHE Machadinho entre 2016 e 2023.

Diante da sedimentometria, verificou-se que na área lacunar da UHE Machadinho há predomínio de assoalhos ricos em sedimentos finos, com destaque para a fração de silte (<0,004mm), com representatividade variando de 33,7% em P07 – montante do barramento a 47,5% em P08 - rio Forquilha. Por sua vez, em P10 - jusante do barramento, a composição granulométrica diferiu dos demais ambientes, com predomínio de areia total (0,0063mm a 2,00 mm), a qual representou 66,3% da composição deste ambiente (Figura 4.49).

Quanto a contribuição da composição granulométrica na adsorção de metais pesados, considerando o fato de recorrências em toda a área de estudo, principalmente para o cobre total, torna-se imprecisa a comparação com a sedimentometria das amostras, o que por sua vez sugere que a dinâmica hidrossedimentológica associada aos usos do solo na bacia, sejam os mecanismos preponderantes para os teores de elementos traço acima de "Nível TEL" conforme a CONAMA 454/12.

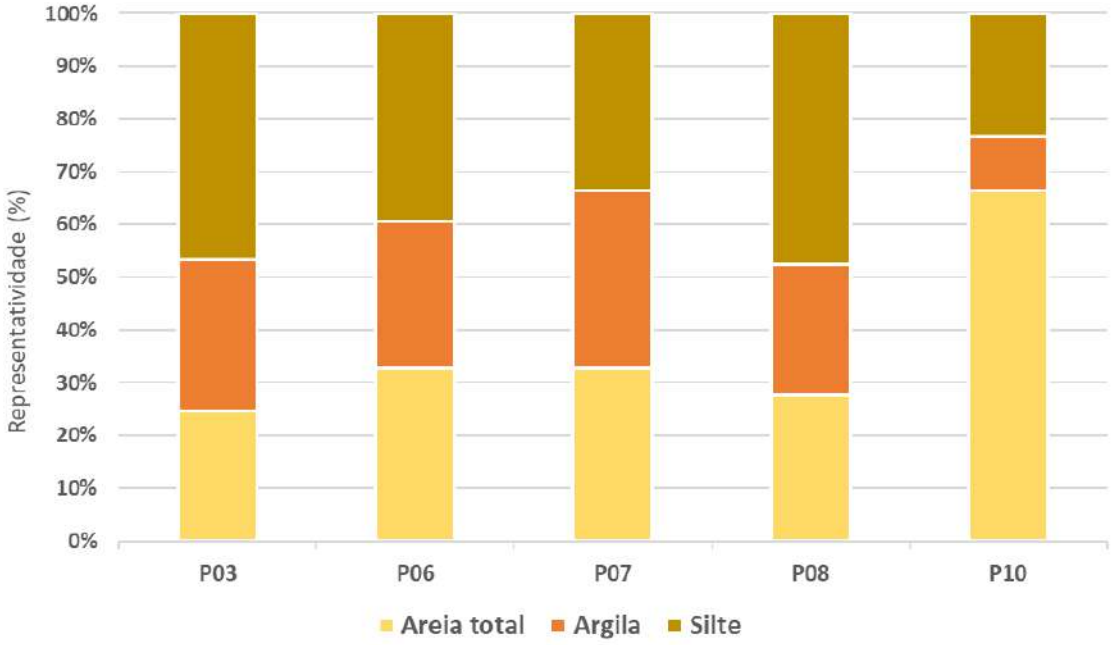


Figura 4.49. Representatividade granulométrica da área de influência da UHE Machadinho, período de 2016 a 2023.

4.3.11 Monitoramento e Controle da Bioincrustação (*Limnoperna fortunei*)

O presente documento expõe os resultados do Monitoramento do Controle da Bioincrustação do *Limnoperna fortunei* realizado na Usina Hidrelétrica Machadinho no período compreendido entre julho de 2014 e dezembro de 2023, em atendimento à condicionante 2.1 da 2ª Renovação da Licença de Operação nº 160/2001, bem como, ao "Plano de Monitoramento Ambiental no Controle do Mexilhão-dourado" aprovado pelo ofício nº 73/2021/CGTEF/DILIC.

O monitoramento visa detectar e quantificar formas larvais de *Limnoperna fortunei* (mexilhão-dourado) em ambientes pré-definidos na área de influência da UHE

Machadinho, assim como na casa de força, tanto antes como após o tratamento, bem como, analisar os possíveis resíduos gerados pelo produto utilizado e sua toxicidade para as comunidades hidrobiológicas.

4.3.11.1 Atividades Desenvolvidas

Com vistas a auxiliar no entendimento histórico do Programa de Monitoramento do Controle da Bioincrustação, a Tabela 4.7 traz a descrição sintética das tratativas realizadas entre a UHE Machadinho e o órgão ambiental.

Tabela 4.7. Síntese histórica de tratativas do Programa de Monitoramento do Controle da Bioincrustação do *Limnoperna fortunei* da UHE Machadinho.

Data	Encaminhamentos	Documento
mai/12	Primeiro registro de mexilhão no reservatório da UHE Machadinho;	-
ago/13	Estudo técnico ao Ibama com proposição para controle do mexilhão;	CE AMA-0014/2013
mar/14	Início da injeção do produto **Hipoclorito de Cálcio** e utilização do Plano de Monitoramento;	Parecer 000124/2014 RS/NLA/IBAMA
fev/17	Suspensão do uso de Hipoclorito de Cálcio e início do controle mecânico da bioincrustação;	G-17-N-024
mai/17	Solicitação de anuência para utilização do MXD-100;	G-17-N-075
jun/17	Obtenção da anuência para utilização do **MXD-100** e utilização do Plano de Monitoramento;	Despacho CGTEF SEI 0189699
jul/18	Suspensão do uso MXD-100 após cancelamento do registro;	G-18-N-065
jul/18 a set/18	Controle mecânico da bioincrustação;	-
set/18	Início da injeção do **MD60** e utilização do Plano de Monitoramento;	CE-EBE-MRS-0052/2018
fev/21	Solicitação de anuência para continuidade da injeção do MD60 e reenvio do Plano de Monitoramento;	CE-EBE-UHMA-0007/2021-V.1
abr/21	Obtenção da autorização do uso de MD60 e aprovação do Plano de Monitoramento;	Ofício nº 73/2021/CGTEF/DILIC Parecer Técnico nº 5/2021-NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS
fev/23	Solicitação de prorrogação do uso do MD60;	CE-EBE-UHMA-0001/2023-V.1
abr/23	Obtenção da prorrogação da autorização de uso do MD60 e do Plano de Monitoramento;	Ofício nº 28/2023/NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS e Parecer Técnico nº 4/2023-NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS

Em resumo, a injeção com hipoclorito de cálcio iniciou em março de 2014, no entanto, após um mês foi interrompida devido a necessidade de adequações no sistema de dosagem e infraestrutura, sendo retomada em outubro do mesmo ano (Tabela 4.7 supracitada).

Desta forma, deu-se início ao monitoramento da densidade larval do *Limnoperna fortunei* em outubro de 2014 na casa de força, com avaliação em dois pontos, um localizado antes da injeção do produto (CASM-ANTES) e outro após (CASM-APÓS), sendo neste período utilizado o hipoclorito

de cálcio, conforme histórico (Tabela 4.7 supracitada).

No entanto, no ano de 2015, com vistas a complementar o monitoramento, foram realizadas campanhas mensais para detecção e quantificação da densidade larval do mexilhão através da filtragem de volumes conhecidos, sendo que na casa de máquinas foram instaladas redes planctônicas tanto antes, quanto após a injeção do produto, enquanto no reservatório, a amostragem se deu através de arrastos horizontais com as mesmas redes. Ainda em 2015, em complemento a avaliação da densidade larval, houve a instalação de corpos de prova no reservatório e de bioboxes na casa de força, afim de avaliar e quantificar os indivíduos adultos. Apesar desta metodologia ser amplamente difundida em estudos relacionados a bioincrustação, sua aplicação, neste caso, não representou a real condição do ambiente externo e do sistema.

Diante disso, a partir do segundo semestre de 2016, as campanhas de monitoramento da densidade larval do *Limnoperna fortunei* passaram a ser realizadas trimestralmente, em quatro pontos amostrais distribuídos na área de reservatório da UHE Machadinho (P03, P06, P07 e P08), um a jusante do barramento (P10) e dois inseridos na casa de máquinas (CASM-ANTES e CASM-APÓS) (Tabela 4.8 e Figura 4.50 a Figura 4.56), sendo utilizado o hipoclorito de cálcio.

Tabela 4.8. Localização e descrição dos pontos amostrais do Monitoramento do Controle de Bioincrustação da UHE Machadinho.

Ponto Amostral	Coordenadas UTM		Descrição
	E	N	
P03	6949180	453017	Confluência do rio Canoas e Pelotas – reservatório rio Uruguai
P06	6956552	428469	Ponto intermediário do reservatório, à jusante do tributário rio Sta. Cruz – reservatório rio Uruguai
P07	6955956	422477	Ponto no eixo da barragem – reservatório rio Uruguai (Zona de Operação)
P08	6952371	424538	Ponto intermediário do reservatório à montante da foz do rio Forquilha – reservatório rio Forquilha
P10	6956152	417871	Ponto de jusante da barragem – rio Uruguai (Zona de Operação)
Antes e Após o Ponto de Injeção (CASM-ANTES e CASM-APÓS)	695984	421975	Casa de Máquinas – UHE Machadinho

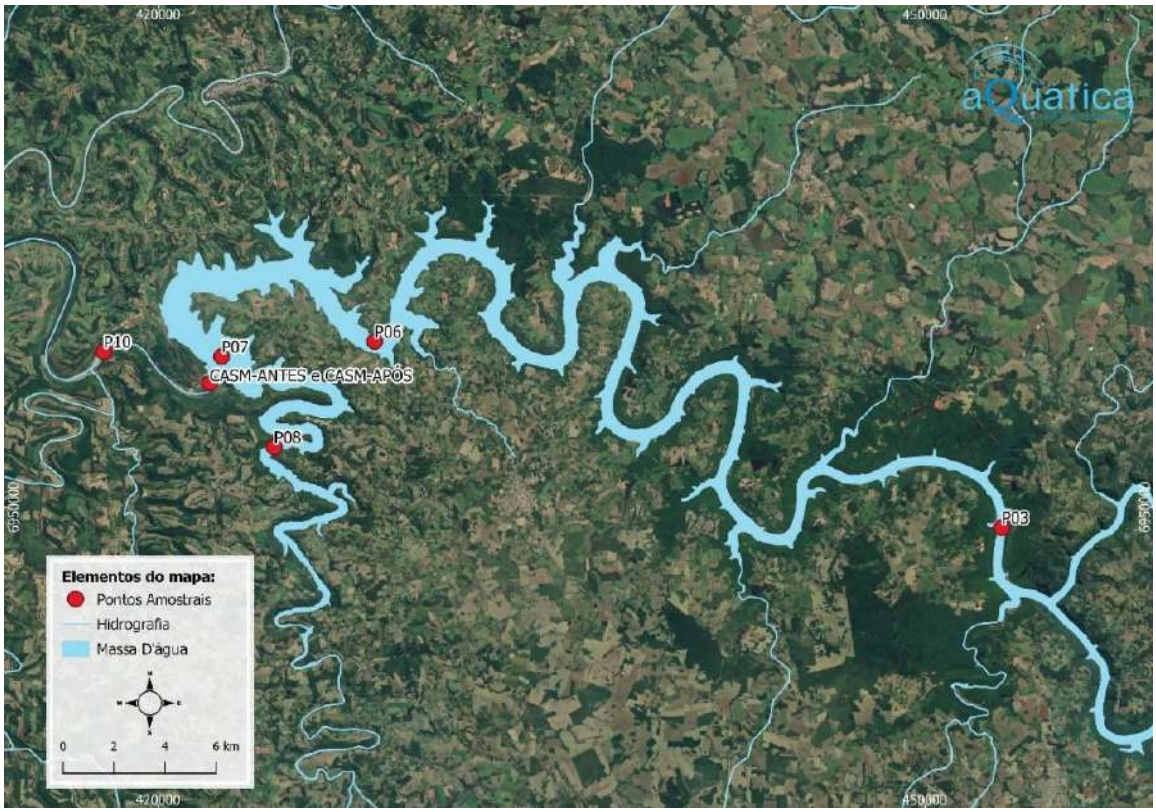


Figura 4.50. Georreferenciamento dos pontos amostrais do Monitoramento do Controle da Bioincrustação.


Figura 4.51. Amostragem de *L. fortunei* no ponto "P03".


Figura 4.52. Amostragem de *L. fortunei* no ponto "P06".


Figura 4.53. Amostragem de *L. fortunei* no ponto P08".


Figura 4.54. Amostragem de *L. fortunei* no ponto "P10".



Figura 4.55. Amostragem de *L. fortunei* no ponto "CASM-ANTES".



Figura 4.56. Amostragem de *L. fortunei* no ponto "CASM-APÓS".

Em fevereiro de 2017 houve a suspensão do uso do hipoclorito de cálcio, sendo iniciado o controle mecânico da bioincrustação. Em maio do presente ano, houve a solicitação ao IBAMA para a utilização do MXD-100 conforme histórico, sendo que em junho do mesmo ano foi deferida sua utilização, bem como o Plano de Monitoramento, no entanto, sua utilização foi suspensa em julho de 2018, após cancelamento do registro, sendo o controle realizado novamente de forma mecânica (Tabela 4.7).

Em setembro de 2018 a UHE Machadinho implantou os testes com MD60 e comunicou ao órgão ambiental através do documento CE-EBE-MRS-0052/2018.

Cabe destacar, que após uma série de discussões realizadas entre a Anvisa e IBAMA (DIQUA e Procuradoria Federal Especializada), foi emitida pelo IBAMA a Nota Informativa nº 8070014/2020-CCONP/CGASQ/DIQUA, na qual definiu-se a competência da ANVISA para analisar a toxicidade dos produtos utilizados no controle do mexilhão em usinas hidrelétricas. Diante disso, foi extinta a obrigação de registro do produto MD60 como condição prévia para sua utilização no controle de bioincrustação pelo mexilhão-dourado em hidrelétricas (sistema de refrigeração – ambiente industrial), bem como, ficou sob responsabilidade do órgão ambiental competente, no âmbito do licenciamento ambiental, neste caso, o IBAMA/RS, autorizar o uso do produto de controle na UHE Machadinho (Tabela 4.7).

Portanto, em fevereiro de 2021 foi protocolado no IBAMA a CE-EBE-UHMA-0007/2021-V.1, solicitação para anuência na continuidade do uso do produto MD60 (Dicloro Isocianurato de Sódio) e reapresentado o Plano de Controle e Monitoramento Ambiental, o qual já vinha sendo utilizado como referência nos monitoramentos. Em abril de 2021 foi emitido pelo IBAMA o Ofício nº 73/2021/CGTEF/DILIC com a aprovação do Plano de Monitoramento e autorização do uso do MD60 (Tabela 4.7).

Considerando que o Ofício nº 73/2021/CGTEF/DILIC autorizava o uso do MD60 por um período de avaliação de dois anos, com término em 05 de abril de 2023, foi protocolado no IBAMA a CE-EBE-UHMA-0001/2023-V.1, em 17 de fevereiro de 2023, solicitando a prorrogação do uso deste na UHE Machadinho por mais 2 anos. A autorização foi emitida por meio do Ofício nº 28/2023/NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS e respectivo Parecer Técnico nº 4/2023-NLA-RS/Ditec-RS/Supes-RS, estabelecendo como

novo prazo limite de uso do MD60 a data de 02 de abril de 2025 (Tabela 4.7).

Ainda, cabe destacar que os pontos de monitoramento do mexilhão são os mesmos desde setembro de 2016 e foram apresentados, descritos e georreferenciados na Tabela 4.8 e Figura 4.50 (supracitadas).

A investigação dos subprodutos relacionados a injeção, avaliados durante o monitoramento do controle da bioincrustação foram ajustados para cada produto, seguindo as determinações legais conforme descrito na Tabela 4.9.

Ademais, com o intuito de avaliar o possível efeito tóxico decorrente da injeção, realizou-se a investigação da toxicidade crônica nos pontos da Zona de Operação: "P07" – montante do barramento (utilizado neste caso como "Controle") e "P10" (jusante do barramento e do efluente), empregando o microcrustáceo *Ceriodaphnia dúbia* como bioindicador desde o ano de 2015. Além disso, nos pontos localizados na casa de máquinas (CASM-ANTES e CASM-APÓS), nos anos de 2017 e 2018, durante a utilização do produto MXD-100, realizou-se avaliação ecotoxicológica aguda para três organismos, sendo eles: o crustáceo *Daphnia magna, a bactéria Vibrio fisheri* e a microalga *Desmodesmus subspicatus*.

As amostras que necessitaram de análise laboratorial foram acondicionadas em frascos apropriados, preservadas, refrigeradas e encaminhadas a laboratórios que possuem certificação ISO/IEC 17025.

Tabela 4.9. Parâmetros e frequência de amostragem do Monitoramento do Controle de Bioincrustação da UHE Machadinho (2014 a 2023).

Local	Pontos	Produto	Parâmetros*	Frequência
Casa de Máquinas	(CASM-ANTES) e (CASM-APÓS)	Hipoclorito de cálcio	Trihalometanos Total$^{(S)}$, Clorofórmio$^{(S)}$, Cloraminas Totais$^{(T)}$, Densidade Larval$^{(T)}$	Semestral$^{(S)}$ Trimestral$^{(T)}$
		MXD-100	Nitrogênio Amoniacal total^{S}, Quaternário de Amônio^{S}, Cloro Residual Total^{S}, Ecotoxicidade^{T} crônica e Aguda^{T}	Semestral$^{(S)}$ Trimestral$^{(T)}$
		MD60	Trihalometanos Total$^{(S)}$, Cloro Residual Total$^{(T)}$, Densidade Larval$^{(T)}$	Semestral$^{(S)}$ Trimestral$^{(T)}$
Zona de Operação	P07 e P10	Hipoclorito de cálcio	Ecotoxicidade Crônica e Clorofórmio	Semestral
		MXD-100	Nitrato, Nitrito e Ecotoxicidade Crônica	Trimestral
		MD60	Ecotoxicidade Crônica	Semestral
Corpo Principal	P03, P06, P07, P08 e P10	Hipoclorito de cálcio	Densidade Larval	Trimestral
		MXD-100		
		MD60		

*Na tabela: S= Semestral; T= Trimestral

4.3.11.2 Resultados

4.3.11.2.1 Análise Residual do Controle de Bioincrustação-Casa de Máquinas (CASM)

Devido a capacidade de se fixar e formar aglomerados, aliada a alta proliferação, o mexilhão-dourado se destaca pelo potencial de obstrução de tubulações e equipamentos em hidrelétricas. A aplicação de produtos antiincrustantes no sistema de resfriamento vem demonstrando ótimo desempenho no controle desta espécie invasora, no entanto, entre os cuidados que devem ser observados neste método, está a avaliação dos subprodutos que podem se formar em decorrência da injeção deste e sua interação com o corpo hídrico.

Os parâmetros residuais avaliados, valores de referência, bem como, os resultados obtidos durante o monitoramento da bioincrustação nos pontos localizados na casa de máquinas da UHE Machadinho estão dispostos na Tabela 4.10.

Tabela 4.10. Resultados das variáveis avaliadas na Casa de Máquinas da UHE Machadinho tanto antes (CASM-ANTES), quanto após o tratamento (CASM-APÓS). Período de 2015 a 2023.

PARÂMETROS	LEGISLAÇÃO	VMP	ANO	MÊS	CASM-ANTES	CASM-APÓS
Clorofórmio	CONAMA 430/2011	1,0 mg/L	2015	Dezembro	-	< 0,001 mg/L
Trihalometanos	Portaria MS 2.914/2011	0,1 mg/L			-	< 0,004 mg/L
Clorofórmio	CONAMA 430/2011	1,0 mg/L	2016	Setembro	< 3,8 µg/L	< 3,8 µg/L
				Dezembro	< 3,8 µg/L	< 3,8 µg/L
Trihalometanos	Portaria MS 2.914/2011	0,1 mg/L		Setembro	< 3,8 µg/L	< 3,8 µg/L
				Dezembro	< 3,8 µg/L	< 3,8 µg/L
Cloraminas	Portaria MS 2.914/2011	5 mg/L		Setembro	0,07 mg/L	0,03 mg/L
				Dezembro	0,1 mg/L	< 0,1 mg/L
Nitrogênio Amoniacal Total	CONAMA 430/2011	20 mg/L	2017	Setembro	< 0,3 mg/L	< 0,3 mg/L
				Dezembro	< 0,087 mg/L	< 0,087 mg/L
Quaternário de Amônio	Anexo II da IN 17/2015	0,56 mg/L		Setembro	< 0,1 mg/L	< 0,1 mg/L
				Dezembro	< 0,1 mg/L	< 0,1 mg/L
Cloro Residual Total	CONAMA 357/2005	0,01 mg/L		Setembro	0,00 mg/L	0,05 mg/L
				Dezembro	0,00 mg/L	0,50 mg/L
Quaternário de Amônio	Anexo II da IN 17/2015	0,56 mg/L	2018	março	< 0,1 mg/L	< 0,1 mg/L
				junho	< 0,1 mg/L	< 0,1 mg/L
				Setembro	< 0,1 mg/L	< 0,1 mg/L
				Dezembro	-	-
Cloro Residual Total	CONAMA 357/2005	0,01 mg/L		março	0,00 mg/L	0,00 mg/L
				junho	0,00 mg/L	0,50 mg/L
				Setembro	0,00 mg/L	0,00 mg/L
				Dezembro	0,00 mg/L	0,00 mg/L
Trihalometanos	Portaria de Consolidação nº 5 de 2017 Anexo XX	0,1 mg/l	2019	março	< 0,3	< 0,3
				Setembro	ND	ND
Cloro Residual Total	CONAMA 357/2005	0,01 mg/L		março	0,00 mg/L	0,00 mg/L
				junho	0,00 mg/L	0,00 mg/L
				Setembro	0,00 mg/L	0,00 mg/L
				Dezembro	0,00 mg/L	0,00 mg/L

PARÂMETROS	LEGISLAÇÃO	VMP	ANO	MÊS	CASM-ANTES	CASM-APÓS
Trihalometanos	Portaria de Consolidação nº5 de 2017 Anexo XX	0,1 mg/l	2020	março	ND	ND
				Setembro	ND	ND
Cloro Residual Total	CONAMA 357/2005	0,01 mg/L		março	0,00 mg/L	0,00 mg/L
				junho	0,00 mg/L	0,00 mg/L
				Setembro	0,00 mg/L	0,00 mg/L
				Dezembro	0,00 mg/L	0,00 mg/L
Trihalometanos	Portaria n° 888/2021	0,1 mg/l	2021	março	< 0,001	< 0,001
				Setembro	< 0,001	< 0,001
Cloro Residual Total	CONAMA 357/2005	0,01 mg/L		março	0,00 mg/L	0,00 mg/L
				Setembro	0,00 mg/L	0,00 mg/L
				Dezembro	0,00 mg/L	0,00 mg/L
Trihalometanos	Portaria n° 888/2021	0,1 mg/l	2022	abril	< 0,001	< 0,001
				Setembro	< 0,001	< 0,001
Cloro Residual Total	CONAMA 357/2005	0,01 mg/L		abril	0,00 mg/L	0,00 mg/L
				junho	0,00 mg/L	0,00 mg/L
				Setembro	0,00 mg/L	0,00 mg/L
				Dezembro	0,00 mg/L	0,00 mg/L
Trihalometanos	Portaria n° 888/2021	0,1 mg/l	2023	março	< 0,001	< 0,001
				Setembro	< 0,001	< 0,001
Cloro Residual Total	CONAMA 357/2005	0,01 mg/L		março	0,00 mg/L	0,00 mg/L
				junho	0,00 mg/L	0,00 mg/L
				Setembro	0,00 mg/L	0,00 mg/L
				Dezembro	0,00 mg/L	0,00 mg/L

Os resultados demonstraram um cenário controlado, em que apenas o cloro residual total apresentou, nos pontos CASM-ANTES e CASM-APÓS, desacordo com a legislação de referência (CONAMA 357/2005 para corpos hídricos de Classe II), em setembro e dezembro de 2017 e junho de 2018, durante a utilização do produto MXD-100.

4.3.11.3 Análise Ecotoxicológica

Os resultados dos ensaios ecotoxicológicos crônicos realizados na Zona de Operação da UHE Machadinho ("P7" - montante e "P10" - jusante do lançamento dos efluentes do sistema), entre os anos de 2015 e 2023, estão apresentados na Tabela 4.11, assim como, os referentes a toxicidade aguda realizados em 2017 e 2018 na Casa de Máquinas, antes (CASM-ANTES) e após (CASM-APÓS) a injeção (Tabela 4.12). As variações na periodicidade das amostragens devem-se a inexistência de injeção do produto de controle da bioincrustação em alguns períodos, descartando a necessidade do monitoramento.

Tabela 4.11. Resultados dos ensaios referentes à toxicidade crônica utilizando *Ceriodaphnia dúbia* na Zona de Operação da UHE Machadinho (Período 2015 a 2023).

Organismo teste	Metodologia	Ano	Mês	Zona de Operação	
				P07	P10
Ecotoxicidade crônica (*Ceriodaphnia dubia*)	ABNT NBR 13373:2015	2015	Setembro	não tóxico	não tóxico
	ABNT NBR 13373:2016	2016	Setembro	não tóxico	não tóxico
	ABNT NBR 13373:2017	2017	Setembro	não tóxico	tóxico
			Dezembro	não tóxico	não tóxico
		2018	Março	não tóxico	não tóxico

Organismo teste	Metodologia	Ano	Mês	Zona de Operação	
				P07	P10
Ecotoxicidade crônica (*Ceriodaphnia dubia*)	ABNT NBR 13373:2017		Junho	tóxico	tóxico
			Setembro	tóxico	não tóxico
	ABNT NBR 13373:2017	2019	Março	tóxico	tóxico
			Dezembro	não tóxico	não tóxico
	ABNT NBR 13373:2017	2020	Março	tóxico	tóxico
			Setembro	não tóxico	não tóxico
	ABNT NBR 13373:2017	2021	Março	não tóxico	não tóxico
			Setembro	tóxico	não tóxico
	ABNT NBR 13373:2017	2022	Abril	tóxico	tóxico
			Setembro	não tóxico	não tóxico
	ABNT NBR 13373:2017	2023	Março	não tóxico	não tóxico
			Setembro	não tóxico	não tóxico

Tabela 4.12. Resultados dos ensaios ecotoxicológicos agudos realizados nos anos de 2017 e 2018 na Casa de Máquinas (CASM-ANTES e CASM-APÓS) da UHE Machadinho.

Organismo teste	Metodologia	Ano	Mês	Casa de Máquinas	
				CASM-ANTES	CASM-APÓS
Ecotoxicidade aguda (*Daphnia magna*)	ABNT NBR 12713:2016	2017	Setembro	não tóxico	não tóxico
			Dezembro	não tóxico	não tóxico
Ecotoxicidade aguda (*Vibrio fisheri*)	ABNT NBR 15411-3:2012		Setembro	não tóxico	não tóxico
			Dezembro	não tóxico	não tóxico
Ecotoxicidade aguda (*Desmodesmus subspicatus*)	ABNT NBR 13373:2017		Setembro	não tóxico	não tóxico
			Dezembro	não tóxico	não tóxico
Ecotoxicidade aguda (*Daphnia magna*)	ABNT NBR 12713:2016	2018	Março	não tóxico	não tóxico
			Junho	não tóxico	não tóxico
			Setembro	não tóxico	não tóxico
Ecotoxicidade aguda (*Vibrio fisheri*)	ABNT NBR 15411-3:2012		Março	não tóxico	não tóxico
			Junho	não tóxico	não tóxico
			Setembro	não tóxico	não tóxico
Ecotoxicidade aguda (*Desmodesmus subspicatus*)	ABNT NBR 13373:2017		Março	não tóxico	não tóxico
			Junho	não tóxico	não tóxico
			Setembro	não tóxico	não tóxico

Os ensaios ecotoxicológicos crônicos realizados na Zona de Operação da UHE Machadinho demonstraram que somente em setembro de 2017 foi observada toxicidade crônica a jusante do lançamento do efluente do sistema "P10", sem que tenha sido detectada a montante "P07" (Tabela 4.11 supracitada). No entanto, neste período foram realizadas complementarmente análises de toxicidade aguda na Casa de Máquinas (CASM-ANTES e CASM-APÓS), sendo que os resultados foram negativos para toxicidade em três diferentes organismos teste (Tabela 4.12 supracitada).

Considerando a exceção acima descrita, todas as toxicidades evidenciadas em "P10" – jusante do efluente, também foram observadas a montante "P07", no ambiente controle, desta forma, não é possível atribuir tal resultado aos resíduos gerados pelo sistema.

Cabe ressaltar que os pontos "P07" – montante do barramento e "P10" – jusante do barramento são influenciados

diretamente pelo rio Forquilha, que cruza os municípios de Lagoa Vermelha, Cacique Doble, Paim Filho, Maximiliano de Almeida e Machadinho e sua sub-bacia é caracterizada por áreas de agricultura intensiva, com aporte de efluentes urbanos.

Ainda, vale destacar que a diluição do efluente no corpo receptor é fator importante a ser considerado. Conforme determina o artigo 18º da CONAMA 430/2011 para corpos receptores de água doce de Classe II, quando for realizado teste para ecotoxicidade crônica, a concentração do efluente no corpo receptor (CECR) deve ser igual ou inferior a concentração de efeito tóxico não observado (CENO). Conforme laudo laboratorial, o CENO referente a amostra de setembro de 2017 no "P10" é 25%, considerando a CECR de 0,039% obtida no cálculo abaixo e aplicando a relação mencionada, conclui-se que 0,039% é consideravelmente menor que o CENO da amostra, e, portanto, em conformidade com a legislação.

$$CECR = \left[\frac{VAZÃO\ DO\ EFLUENTE}{VAZÃO\ DO\ EFLUENTE + VAZÃO\ DE\ REFERÊNCIA\ DO\ CORPO\ RECEPTOR}\right].100$$

VAZÃO DO EFLUENTE = 30,43 m³/min

VAZÃO DE REFERÊNCIA DO CORPO RECEPTOR = 78.300,00 m³/min

CECR= 0,039 %

Em resumo, em nenhuma das amostragens é possível atribuir as toxicidades evidenciadas ao efluente do sistema de controle do mexilhão-dourado deste empreendimento, estando estas, possivelmente relacionadas as contribuições recebidas ao longo da bacia do rio Forquilha, as quais foram descritas no relatório de monitoramento das águas superficiais e sedimento.

4.3.11.4 Monitoramento de *Limnoperna fortunei* (Mexilhão-Dourado)

No que tange à representatividade da frequência de ocorrência larval de *Limnoperna fortunei* nos ambientes sob influência da UHE Machadinho, durante as campanhas trimestrais realizadas entre setembro de 2016 e dezembro de 2023, verificou-se a presença da espécie em todos os trechos amostrados (Figura 4.57), o que corrobora com o cenário descrito nos resultados do projeto "*A invasão do mexilhão-dourado (Limnoperna Fortunei) nos reservatórios das Usinas Hidrelétricas do Alto rio Uruguai: efeitos colaterais e mecanismos de controle biológico*" (HERMES-SILVA et al., 2021[34]) que relata que a espécie já está presente em mais de 80% dos ambientes amostrados no rio Uruguai, distribuídos em ambientes lênticos, lóticos, lóticos/lênticos, de transição e em afluentes desse rio.

[34] HERMES-SILVA, S., RIBOLLI, J., ÁVILA-SIMAS, S. D., ZANIBONI-FILHO, E., CARDOSO, G. F. M., & NUÑER, A. P. D. O.; Limnoperna fortunei - Atualização da distribuição geográfica nas bacias hidrográficas brasileiras e mapeamento da ocorrência regional na bacia do Alto Rio Uruguai. Biota Neotropica, 21(3) 2021.

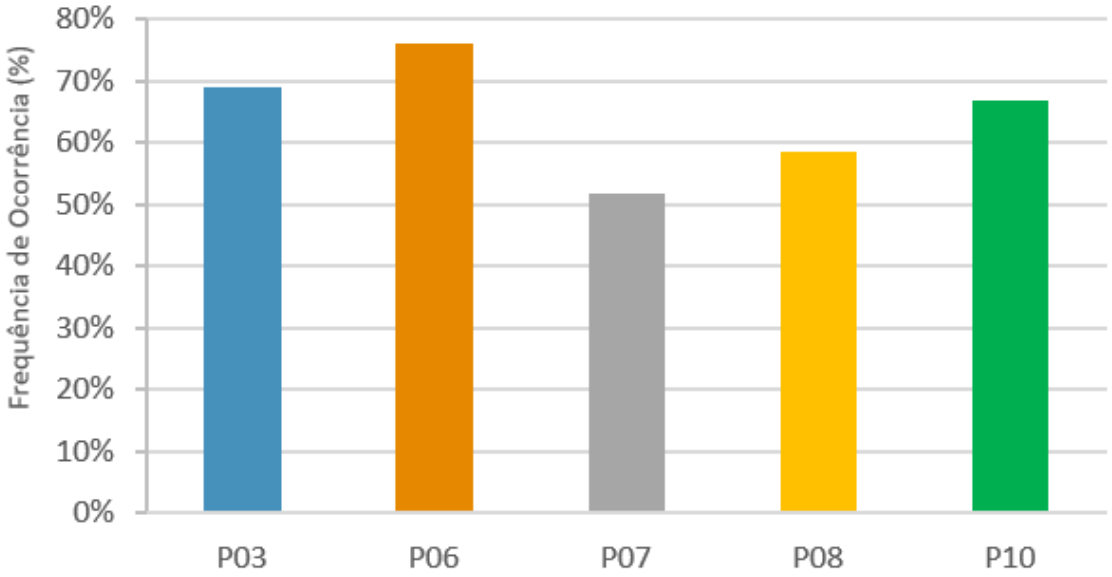


Figura 4.57. Frequência de ocorrência (%) de larvas de *Limnoperna fortunei* nas campanhas trimestrais realizadas na área de influência da UHE Machadinho entre o período de setembro de 2016 e dezembro de 2023.

Quanto a avaliação das densidades larvais, a maior representatividade foi evidenciada no ano de 2015, no entanto, considerando o período de setembro de 2016 a dezembro de 2023, o qual contemplou coletas trimestrais em cinco pontos (P03, P06, P07, P08 e P10), verifica-se uma redução nas densidades se comparado ao ano de 2015, com picos em períodos de temperatura mais elevadas, refletindo também as densidades obtidas na casa de máquinas (CASM-ANTES e CASM-APÓS) (Figura 4.58 e Figura 4.59). Corroborando, Boltovskoy et al. (2015a)[35], em estudos sobre o ciclo gametogênico do mexilhão dourado na América do Sul evidenciou espermatozoides e óvulos maduros ao longo de todo o ano, com vários eventos de propagação intermitentes, resultando em reprodução relativamente contínua e marcada por picos sazonais de primavera e no final do verão, com produção de larvas durante 6 a 10 meses ao longo do ano. Estes autores especulam que além da temperatura, outros fatores, como o pH, salinidade, oxigênio dissolvido, sólidos em suspensão, clorofila-a e ciclos de inundação-seca desencadeiam o ciclo reprodutivo.

[35] Boltovskoy, D.; Xu, M.; Nakano, D. 2015c. Impacts of Limnoperna fortunei on man-made structures and control strategies: general overview. In Boltovskoy, D. (Ed.) Limnoperna fortunei- the ecology, dstribution and control of a swiftly spreading invasive fouling mussel. Springer, p. 375-394

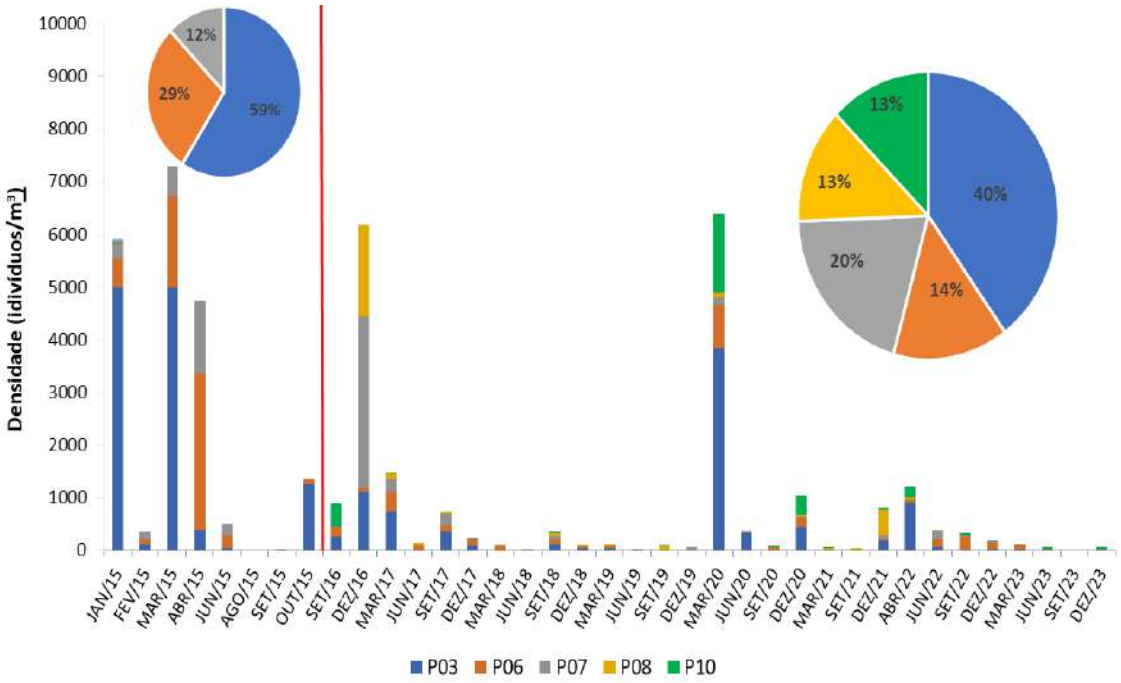


Figura 4.58. Densidades larvais (ind/m3) de *Limnoperna fortunei* obtidas no monitoramento do controle da bioincrustação da UHE Machadinho. Período 2015 a 2023. Em destaque a representatividade (%) para os diferentes pontos amostrais e períodos do monitoramento, tendo em vista que o número de pontos variou ao longo deste.

Quanto aos locais amostrados, verifica-se uma maior representatividade no ponto "P03" localizado na confluência entre os rios Pelotas e Canoas, o que demonstra haver uma grande contribuição na entrada de indivíduos por estes afluentes no reservatório da UHE Machadinho, uma vez que a avaliação é realizada através da fase planctônica, ou seja, em que os indivíduos são transportados à deriva pela correnteza.

A Figura 4.59 demonstra as densidades registradas na casa de máquinas antes e após o tratamento (CASM-ANTES e CASM-APÓS), podendo ser verificada a relação da densidade com períodos de maior temperatura, o que já era esperado, seguindo a mesma tendência da avaliação nas áreas externas deste empreendimento.

A Figura 4.60 apresenta a relação entre as densidades obtidas antes e após o tratamento, no entanto, cabe frisar que, para fins de avaliação de nível de incrustação do mexilhão e possível relação da eficiência do produto utilizado para o seu controle, é realizada diagnose visual pela equipe responsável pelas manutenções programadas dos sistemas da UHE Machadinho e o resultado tem se mostrado satisfatório.

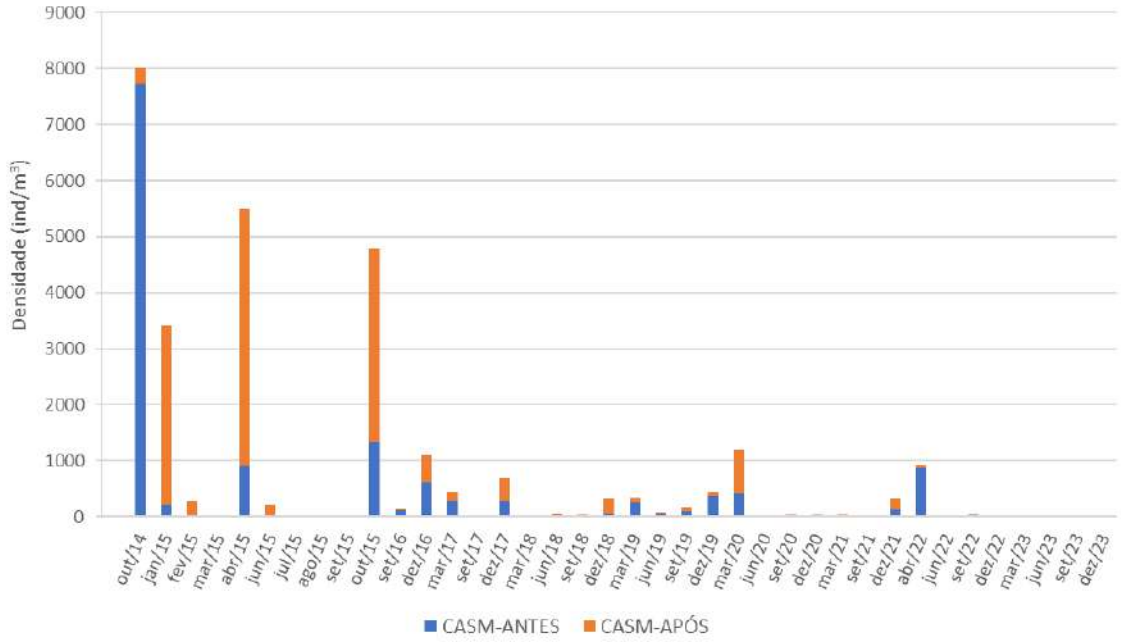


Figura 4.59. Densidades larvais (ind/m³) de *Limnoperna fortunei* obtidas na casa de máquinas antes e após (CASM-ANTES e CASM-APÓS) a injeção do produto para controle da bioincrustação da UHE Machadinho. Período 2014 a 2023.

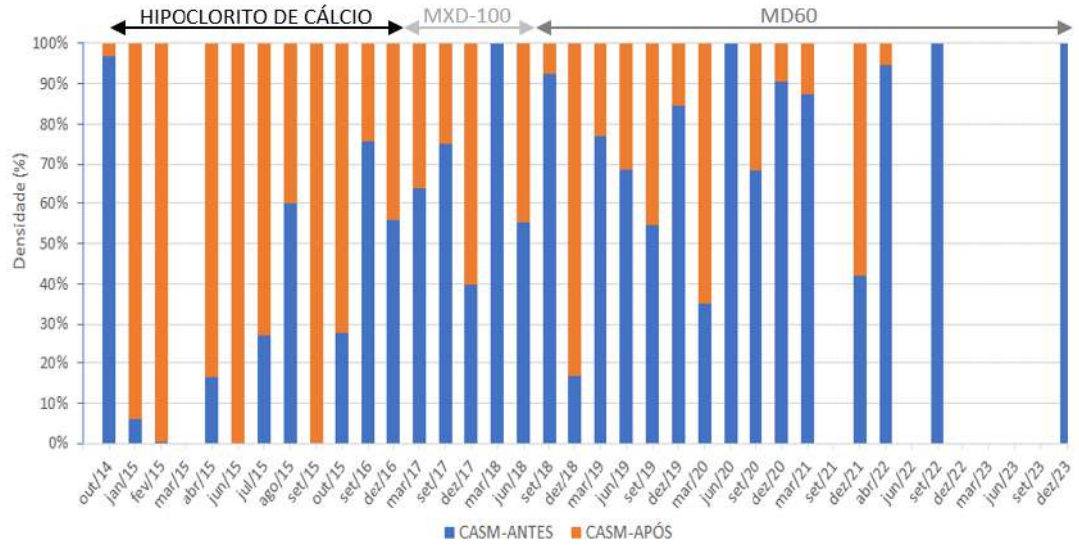


Figura 4.60. Relação entre as densidades larvais (ind/m³) de *Limnoperna fortunei* obtidas na casa de máquinas antes e após (CASM-ANTES e CASM-APÓS) a injeção dos diferentes produtos utilizados no controle da bioincrustação da UHE Machadinho. Período 2014 a 2023.

4.4 Considerações Finais

Considerando os resultados obtidos no monitoramento da qualidade das águas superficiais da área de influência da UHE Machadinho, no período compreendido entre julho de 2014 e dezembro de 2023, observou-se declínio da qualidade da água, principalmente devido a entrada de cargas orgânicas de nitrogênio e fósforo total, com destaque para os tributários Forquilha (P08) e Santa Cruz (P05). As contribuições destes nutrientes ocorreram de forma difusa ao longo do gradiente amostral, assim como, não se evidencia um padrão sazonal, remetendo a maior influência da dinâmica

hídrica, a qual é variável dentre os anos. Para os demais parâmetros, os desacordos foram de menor expressividade e aleatórios, não ultrapassando 14%.

No que tange a recorrência das inconsistências, destacam-se os pontos P09 e P08, ambientes que caracterizam o rio Forquilha, tributário que apresenta em suas margens extensivo uso agrícola e pecuarista, bem como, permeia áreas urbanas de diversos municípios, com possíveis efeitos da influência de efluentes sanitários na qualidade da água e P05 - foz do tributário Santa Cruz, tributário que permeia áreas rurais e focos urbanos, incluindo a presença de agroindústria.

Quanto aos indicadores ambientais, o "IQA" demonstrou que a qualidade da água na área de influência do empreendimento, entre os anos de 2014 e 2023 oscilou de "BOA" a "ÓTIMA", sendo que o $IQA_{médio}$ de todo o período enquadrou a área como "ÓTIMA". Considerado o gradiente longitudinal montante/jusante verifica-se que a água que entrou no sistema através do P01 – rio Pelotas e P02 – rio Canoas com ótima qualidade, sofreu algumas alterações ao longo do curso, sendo liberada do sistema no P10 – jusante do barramento, com a mesma qualidade recebida.

O "IQAR" enquadrou a área amostral predominantemente como "Classe III – Moderadamente Degradado", no entanto, com oscilações para "Classe II – Pouco Degradado" e pontuais para "Classe IV – Criticamente Degradado a Poluído", com destaque para P08 – rio Forquilha. Desta forma os resultados obtidos remetem a um corpo hídrico com interferências na qualidade, sobretudo devido a entrada de matéria orgânica, ainda assim, com potencial autodepurativo pouco afetado, tendo em vista a homogeneidade dos resultados deste índice.

O "IET" demonstrou que os ambientes apresentaram oligo-mesotrofia predominantes no espaço e período amostral, sendo que o $IET_{médio}$ variou de "oligotrófico" em P01, P02 (entrada no sistema) e P10 (saída do sistema), a "mesotrófico" para P05, P09 e P12. O $IET_{médio}$ geral foi de 52, classificando a área de influência da UHE Machadinho com baixo a moderado enriquecimento de nutrientes e crescimento fitoplanctônico.

Em relação a dinâmica térmica vertical do reservatório, verificou-se que as temperaturas superficiais aumentadas promovem termoclinas pronunciadas principalmente na primavera e verão, no entanto, no período de inverno, ainda que persistam as termoclinas superficiais, a dinâmica térmica da coluna d'água demonstra tendência à isotermia, condição que propicia a mistura das massas d'água até meados de primavera, sendo, portanto, período de desestratificação.

Quanto a distribuição do oxigênio dissolvido (%) na coluna d'água, constatou-se majoritariamente perfil do tipo clinogrado, condição em que a concentração de oxigênio dissolvido diminuiu gradualmente, com o aumento da profundidade. Os ambientes de menor profundidade P03 e P08 indicaram oscilações mais pronunciadas ao longo da coluna d'água, por vezes com curvas anômalas, principalmente em estações sazonais quentes, além de recorrência de baixos teores de oxigênio no hipolímnio. Pontualmente em 2014, 2015 e 2020 verificou-se ambientes com condições de anoxia temporária no hipolímnio, contudo, não houve recorrência desta situação nos últimos anos.

Quanto a comunidade fitoplanctônica foram inventariados 274 táxons, distribuídos em 11 grupos, com destaque para as diatomáceas (Bacillariophyceae), clorofíceas (Chlorophyceae) e cianofíceas (Cyanophyceae), que juntas representaram 79,2% da riqueza da assembleia fitoplanctônica. A composição da assembleia ao longo do gradiente amostral foi homogênea, com sutil acréscimo na riqueza total dos trechos P03 – confluência entre o rio Pelotas e rio Canoas e P08 – rio Forquilha. De modo geral, as clorofíceas, seguido das bacilariofíceas foram os grupos mais representativos em todos os ambientes amostrais.

Por sua vez, a análise quantitativa indicou maior abundância para Cryptophyceae, representando 50,36% da biomassa algal, no entanto, destaca-se a importância de Bacillariophyceae, Dinophyceae, Chlorophyceae e Cyanophyceae, que juntas representaram 48,36% da densidade. Verificou-se similaridade dos grupos ao longo do corpo principal do reservatório, P03, P06 e P07, com leve acréscimo de cianofíceas em P06. No entanto, em P08- rio Forquilha, constatou-se as maiores densidades absolutas, representando 31,75% da biomassa total, resultado do enriquecimento por nutrientes. Cabe destacar que as densidades de cianofíceas foram pouco expressivas ao longo da área amostral, bem como, não houve grandes variações nos índices de diversidade de Shannon Wiener e equitabilidade ao longo do espaço amostral, o que reitera o fato de que, apesar das cargas de nutrientes que adentram o sistema, não há indicativos de distúrbios na comunidade fitoplanctônica, tendo em vista a homogeneidade na composição e densidade.

Quanto a comunidade zooplanctônica, foram inventariados 101 táxons, distribuídos em 6 grupos, com destaque para os rotíferos, cladóceros e copépodos, que juntos representaram 89% da riqueza da assembleia zooplanctônica. Embora os rotíferos tenham se destacado em todos os ambientes, os microcrustáceos copépodos apresentaram maior frequência de ocorrência no trecho amostral.

Quantitativamente foi possível verificar o predomínio de copépodos, com densidade total de indivíduos representando 59,52% da comunidade amostrada e destaque para a alta incidência de formas jovens (náuplios). Ademais, a dinâmica zooplanctônica foi semelhante a observada para o fitoplâncton, sendo que P03 – confluência entre o rio Pelotas e rio Canoas e P07 – montante do barramento, demostraram as menores densidades, enquanto que em P08 – rio Forquilha houve a maior representatividade para ambas assembleias planctônicas. Os índices de diversidade de Shannon Wiener e equitabilidade de Pielou foram mais expressivos em P06, sendo que a diversidade de espécies zooplanctônicas na área de influência da UHE Machadinho foi considerada média a alta.

Na análise qualitativa semestral da comunidade zoobentônica foram inventariados 55 táxons, distribuídos em 4 Filos: Arthropoda (40 taxa), Annelida (9 taxa), Molusca (5 taxa) e Nematoda (1 taxa), sendo assim, o principal grupo na área de influência da UHE Machadinho foram os artrópodes, os quais, representaram aproximadamente 73% da riqueza de espécies, embora considerados, segundo a constância de Dajoz como “acidentais”. Por sua vez, a família Naididae (Anellida) apresentou a maior frequência na área amostral, sendo

considerada "acessória", resultado da grande variedade de estratégias adaptativas e graus de tolerância às condições ambientais. Dentre os pontos amostrais, observou-se um leve acréscimo na riqueza do ambiente lacunar próximo ao barramento – P07 (33 táxons), seguido de P06 (29 táxons), com similaridade entre P03 e P08 (25 táxons). Cabe destacar que no trecho amostral compreendido entre P03, P06 e P07 houve presença de organismos extremamente sensíveis à poluição como os Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera, indicando ambiente favorável à manutenção destes organismos.

A análise quantitativa reitera a importância dos artrópodes na área de influência da UHE Machadinho, com densidades representando aproximadamente 50% da assembleia zoobentônica. Espacialmente, o ponto P06 apresentou a maior abundância, ao passo que, P03 demonstrou as menores densidades do período e espaço amostral, possivelmente relacionado a susceptibilidade hidrológica, uma vez que os descritos ecológicos demonstraram uma tendência de redução da diversidade e equitabilidade de macroinvertebrados com o aumento da profundidade e da zona pelágica. Contudo, a diversidade de espécies zoobentônica na área de influência da UHE Machadinho é considerada baixa a média.

Com relação a avaliação de elementos-traço no sedimento, observou-se concentrações majoritariamente abaixo dos limites mais restritos da legislação vigente (Nível 1). Dentre os elementos avaliados, verificou-se concentrações excedentes de cobre, chumbo e zinco na área amostral, sendo que apenas o chumbo e cobre excederam os limites do Nível 2 da legislação, pontualmente na campanha de setembro de 2020 no ponto amostral P06. Na referida campanha, concentrações excedentes de cobre foram observados de forma difusa na área amostral, além de valor acima do limite Nível 1 para zinco, também no P06, sendo esta, a única amostragem com inconsistência deste elemento ao longo do período e espaço amostral. Portanto, apesar de recorrente, o cobre mantém majoritariamente concentrações a níveis não tóxicos a subletais.

Cabe destacar que a área de estudo possui como base econômica a agropecuária, com potencial de contaminação por intermédio de fertilizantes e calcários, insumos com presença significativa de metais como Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn. Ademais nas sub-bacias são observadas atividades industriais (têxtil e de papel e celulose), assim como, contribuições de efluentes urbanos de diversos municípios. Devido a topografia, também não se pode descartar aportes de elementos traço contidos nas áreas adjacentes, advindos por fluxo de massa, através do escoamento superficial da água da chuva, principalmente em situações de enxurradas. Desta forma, há evidencias que as altas precipitações pontuais sejam o mecanismo preponderante para a entrada de elementos traço no perímetro amostral, que, seguido de períodos de baixa precipitação permaneceram nos ambientes e precipitam, lembrando ainda que estes são cumulativos e demonstram um histórico de contribuição da bacia.

Diante da sedimentometria, verificou-se que na área lacunar da UHE Machadinho há predomínio de assoalhos ricos em sedimentos finos, com destaque para a fração de silte (<0,004mm), com representatividade variando de 33,7% em P07 – montante do barramento a 47,5% em

P08 - rio Forquilha. Por sua vez, em P10 - jusante do barramento, a composição granulométrica diferiu dos demais ambientes, com predomínio de areia total (0,0063mm a 2,00 mm), a qual representou 66,3% da composição deste ambiente.

Quanto a contribuição da composição granulométrica na adsorção de metais pesados, considerando o fato de recorrências em toda a área de estudo, principalmente para o cobre total, torna-se imprecisa a comparação, o que por sua vez, sugere que a dinâmica hidrossedimentológica, associada aos usos do solo na bacia, sejam os mecanismos preponderantes para os teores de elementos traço acima de "Nível TEL".

Quanto ao monitoramento do Controle da Bioincrustação do *Limnoperna fortunei* que utilizou diferentes produtos (hipoclorito de cálcio, MXD-100 e MD60) entre os anos de 2015 e 2023, as análises residuais demonstraram que ao longo do período houve majoritariamente atendimento aos valores preconizados pela legislação, sendo que somente o cloro residual total apresentou desacordo com a legislação de referência (CONAMA 357/2005 para corpos hídricos de classe II), em setembro e dezembro de 2017 e junho de 2018, quando da utilização do produto MXD-100.

Da mesma forma, as análises ecotoxicológicas apresentaram ambientes predominantemente sem toxicidade, sendo que os ensaios para níveis crônicos realizados na Zona de Operação da UHE Machadinho demonstraram que somente em setembro de 2017 foi observada toxicidade crônica a jusante do lançamento do efluente do sistema "P10", sem que tenha sido detectada a montante "P07" (controle). No entanto, neste período foram realizadas complementarmente análises de toxicidade aguda na Casa de Máquinas (CASM-ANTES e CASM-APÓS), sendo que os resultados foram negativos para três diferentes organismos teste. Ainda, conforme determina o artigo 18º da CONAMA 430/2011 para corpos receptores de água doce de Classe II, quando for realizado teste para ecotoxicidade crônica, a concentração do efluente no corpo receptor (CECR) deve ser igual ou inferior a concentração de efeito tóxico não observado (CENO), e, neste caso, conforme laudo laboratorial, o CENO referente a amostra de setembro de 2017 obtida a jusante do efluente "P10" é igual a 25%, considerando a CECR de 0,039%, conclui-se que a amostra está em conformidade com a legislação.

Em resumo, em nenhuma das amostragens é possível atribuir as toxicidades evidenciadas ao efluente do sistema de controle da bioincrustação, tendo em vista que foram observados tanto antes (controle), quanto após o lançamento, estando estas, possivelmente relacionadas as contribuições recebidas ao longo da bacia do rio Forquilha, as quais foram descritas no monitoramento das águas superficiais e sedimento.

Quanto a avaliação das densidades larvais, a maior representatividade foi evidenciada no ano de 2015, tanto na área de influência da UHE Machadinho, como na Casa de Máquinas. No entanto, considerando o período de setembro de 2016 a dezembro de 2023, o qual contemplou coletas trimestrais em cinco pontos (P03, P06, P07, P08 e P10), verifica-se uma redução nas densidades se comparado ao ano de 2015, com picos em períodos de temperatura mais elevadas, refletindo nas densidades observadas na

Casa de Máquinas (CASM-ANTES e CASM-APÓS).

Quanto aos locais amostrados, verifica-se uma maior representatividade no ponto "P03", ambiente de transição lótico-lêntico, na confluência entre os rios Pelotas e Canoas, o que demonstra haver uma grande contribuição na entrada de indivíduos por estes afluentes no reservatório da UHE Machadinho, uma vez que a avaliação é realizada através da fase planctônica, ou seja, em que os indivíduos são transportados à deriva pela correnteza.

Cabe ressaltar, que a avaliação do nível de incrustação do mexilhão e possível relação da eficiência do produto utilizado para o seu controle é realizada através de diagnose visual pela equipe responsável pelas manutenções programadas dos sistemas da UHE Machadinho e o resultado tem se mostrado satisfatório.

5 MONITORAMENTO SISMOLÓGICO

5.1 Introdução

Este capítulo tem por objetivo apresentar uma síntese do monitoramento sismológico efetuado na área do reservatório da UHE Machadinho, entre julho de 2014 e dezembro de 2023, em atendimento a condicionante 2.1 da L.O nº 160/2001- 2ª renovação que versa:

"Executar os Programas Socioambientais abaixo e as diretrizes do Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA) – Programa de Monitoramento Sismológico."

5.2 Atividades Desenvolvidas

O monitoramento sismológico na área de influência dos reservatórios das UHEs Itá e Machadinho é realizado de forma integrada. A Rede Sismológica de Itá e Machadinho (RSIM) atualmente é composta por 4 estações digitais triaxiais, sendo 3 de banda larga e 1 de período curto, que executam a gravação dos dados em discos de memória, sincronizadas com GPS e alimentadas por um sistema composto por painel solar e bateria estacionária selada.

Atualmente estão em operação na área do reservatório de Machadinho as Estações MC9 e BCM2. As localizações das estações sismológicas são mostradas na Figura 5.1. As Estações BCM2 e MC9 ficaram temporariamente desativadas por problemas em seus equipamentos entre maio de 2013 e novembro de 2014 e entre setembro de 2008 e março de 2015, respectivamente. A estação MC9 ficou desativada por problemas no sensor entre dezembro.2019 e setembro.2023, sendo nesta data novos equipamentos instalados na estação, e o seu funcionamento sendo resumido de maneira satisfatória. Ressalta-se que no período deste relatório de consolidação o reservatório de Machadinho sempre teve pelo menos uma estação sismológica em funcionamento, com exceção do período entre Julho a Novembro de 2014.

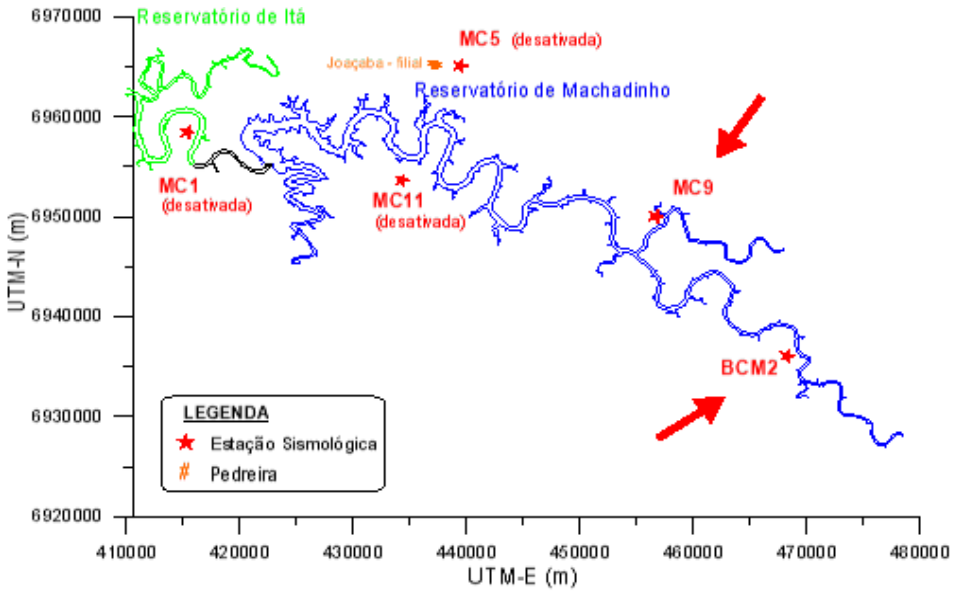


Figura 5.1. Mapa de localização das estações sismológicas na área do reservatório da UHE Machadinho.

Ambas as estações são triaxiais de 24 bits, com GPS para sincronismo do relógio, gravação dos dados em memórias *flash*, sistema de alimentação por painel solar e baterias estacionárias.

Na Estação BCM2 está instalado um sismômetro de banda larga (30 s a 50 Hz) e na Estação MC9 um sensor de período curto (fo = 1 Hz) entre Julho de 2014 e 26 de setembro de 2023. Um equipamento RaspBerry Shake foi instalado na estação MC9 a partir de 26.09.2023.

A coleta dos dados nestas estações é efetuada mensalmente mediante a troca das memórias *flash* instaladas no digitalizador na estação BCM2, e leitura direta via cabo Ethernet no caso do RaspBerry Shake instalado na estação MC9. Os dados coletados são encaminhados para o IPT através de plataforma online, onde são efetuados os processamentos e análises.

O trabalho de campo rotineiro realizado mensalmente consistiu basicamente em coletas dos dados sismológicos nas estações e das detonações realizadas em pedreiras e obras existentes no entorno do reservatório. Uma rotina de manutenções preventivas foi executada em cada visita à estação. Na sede do IPT foi realizada a análise utilizando-se as mais atuais técnicas empregadas pela Sismologia desenvolvidas para processamento de informações obtidas em estações sismológicas digitais triaxiais.

A sismicidade induzida por reservatórios, seguindo a classificação proposta por Talwani (1997), se divide em dois tipos: A inicial, quando do enchimento do reservatório ou subida do nível máximo de água até níveis não atingidos antes, e "protracted" ou sismicidade atrasada, que se dá pelas flutuações no nível d'água do reservatório após a sismicidade inicial já ter cessado, e pode persistir por anos ou décadas. Este segundo tipo de sismicidade é o que se observa no reservatório de Machadinho nos últimos 10 anos.

5.3 Resultados

Durante a etapa de enchimento do reservatório da UHE Machadinho foram detectados os primeiros sismos, predominando epicentros na área da Balsa Nova Gaúcha (entre as Estações MC5 e MC11) e nas proximidades da Estação MC9. O início dos registros e a localização indicam correlação com o processo de enchimento do lago.

A Figura 5.2 apresenta a distribuição dos epicentros dos eventos registrados ao longo dos anos, agrupados em áreas de atividade. Esta distribuição corresponde aos dados obtidos no monitoramento sismológico durante a fase logo após o enchimento e em anos subsequentes (sismicidade histórica).

Os sismos com epicentros na área do Grupo Balsa Nova Gaúcha e "outros", área delimitada pelo círculo tracejado na Figura 5.2, ocorreram até o final de julho e início de junho de 2002, respectivamente.

Após este período, sismos continuaram sendo registrados na região, porém apenas nas áreas dos Grupos MC9 (pontos pretos na Figura 5.2) e BCM2 (pontos roxos na Figura 5.2), ambas situadas no remanso do reservatório.

Os eventos mais recentes da série histórica também ficam restritos às áreas dos Grupos MC9 e BCM2.

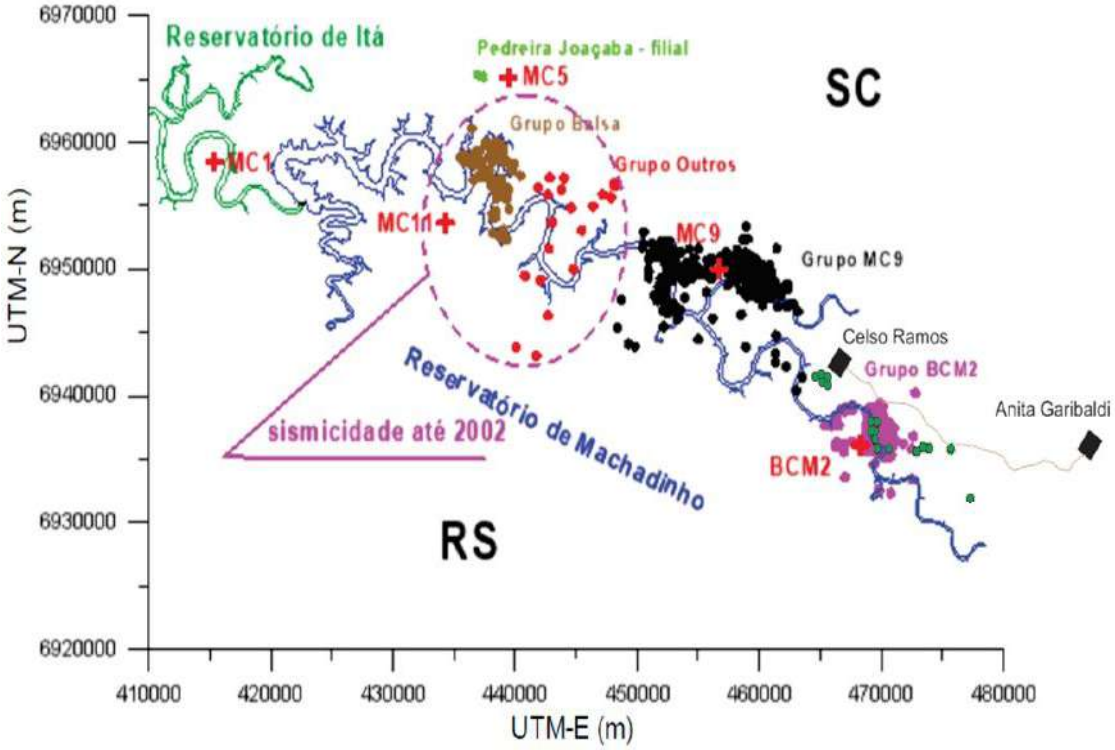


Figura 5.2. Sismicidade histórica na área do reservatório da UHE Machadinho.

Entre julho 2014 e dezembro 2023 a sismicidade na UHE Machadinho continuou concentrada no remanso do reservatório, nas proximidades das estações MC9 e BCM2. A Figura 5.3 mostra o número de eventos registrados em função do tempo para o período englobado, além da variação de nível d'água do reservatório. Foi detectado um total de 536 sismos induzidos no reservatório de Machadinho nesse período. Destes, 60 eventos foram detectados entre julho 2014 e dezembro 2019 e os restantes 476 entre janeiro 2020 e dezembro 2023. O aumento no número de eventos detectados se dá por mudanças na metodologia de detecção a partir do ano de 2020. O sismo de magnitude máxima no período foi detectado durante um pico de sismicidade no reservatório no ano de 2022, com magnitude 1.4 ML.

Esta magnitude ainda está abaixo da magnitude máxima histórica em Machadinho, que é de 1.8 ML. O maior número de eventos detectados não necessariamente reflete uma mudança no padrão histórico de sismicidade do reservatório, visto que a maior parte dos eventos (72%) apresentam magnitudes negativas e apenas 1,5% dos eventos apresentam magnitude maior que 1.0 ML.

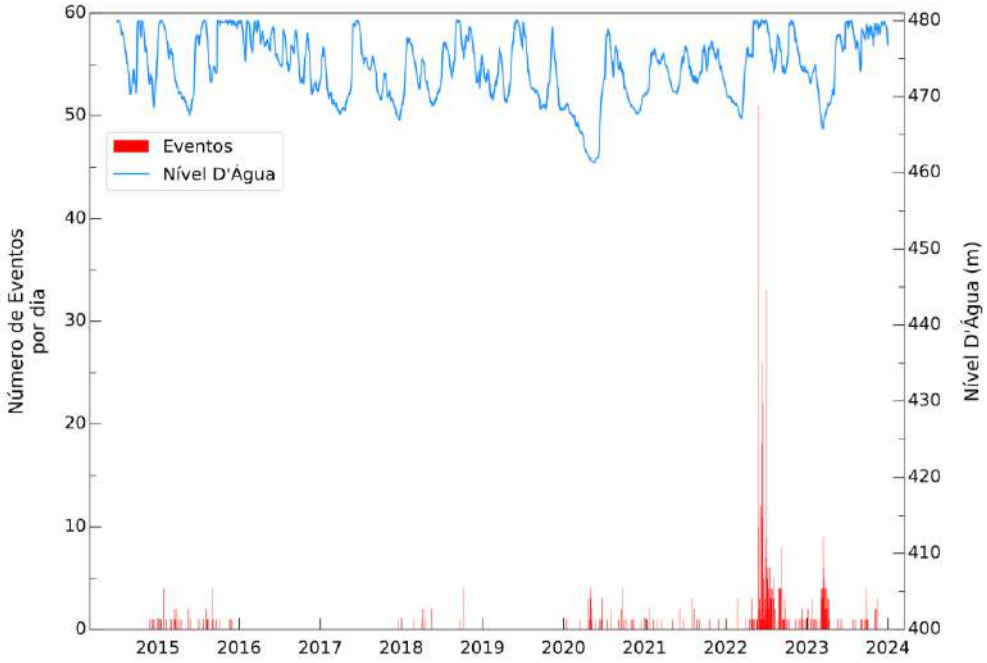


Figura 5.3. Sismicidade x Nível d'água para o reservatório de Machadinho entre julho.2014 e dezembro 2023.

No ano de 2022 houve um pico de sismicidade atípico no reservatório de Machadinho, representando a maior reativação desde o enchimento do reservatório. Picos de sismicidade como este, e, na verdade, a maior parte da sismicidade induzida por reservatórios após a fase inicial de enchimento, estão normalmente associados a flutuações no nível d'água no reservatório. Tanto a descida quanto a subida do nível d'água podem modificar as tensões agindo na crosta de modo a favorecer a sismicidade no entorno do empreendimento. Analisando as cotas do reservatório de Machadinho, verifica-se que houve uma flutuação de aproximadamente 13 m de altura da coluna d'água, aproximadamente 10% do nível d'água máximo do reservatório, em um período de aproximadamente 8 semanas entre 16/03/2022 e 08/05/2022 (ANA 2022). Este tipo de flutuação de curto período (da ordem de semanas) costuma desencadear sismicidade mais rasa, mais próxima ao reservatório, enquanto variações de período mais longo normalmente desencadeiam sismicidade mais profunda em uma área maior.

O que observamos na região do remanso próximo à estação BCM2 é justamente uma sismicidade concentrada em uma pequena região, e uma flutuação do nível d'água no reservatório compatível com sismicidade rasa e próxima. Embora o número de sismos esteja acima da média, esta sismicidade apresenta magnitude pequena. Este aumento de sismicidade se deu principalmente nos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro de 2022, tendo regredido aos níveis normais de atividade após este período. É interessante notar que embora flutuações maiores do nível d'água já tenham acontecido anteriormente no reservatório, seguindo o ciclo hidrológico natural da região, nem todas flutuações desencadeiam sismicidade, ilustrando de maneira empírica o caráter não-previsível da sismicidade induzida.

As melhoras na metodologia de detecção observadas após 2020 podem ser

quantificadas utilizando a Lei de Gutenberg-Richter, relação empírica que relaciona a magnitude e a frequência de ocorrência de sismos em uma certa região em um certo período. A lei de Gutenberg-Richter afirma que a o número total de sismos (N) com magnitude maior ou igual a uma determinada magnitude M obedece uma relação exponencial. Em termos matemáticos, $\log_{10}(N) = a-bM$, onde a e b são parâmetros que podem ser ajustados a depender da região e/ou do tempo. Na prática, a relação de Gutenberg-Richter permite conhecer a completeza do catálogo, isto é, a magnitude mínima a partir da qual já não se detectam todos os terremotos ocorrendo em uma certa região por conta de falta de cobertura instrumental. Esta magnitude se dá, a grosso modo, quando o caráter exponencial da sismicidade não é mais observado, o que equivale a um desvio da linearidade na relação logarítmica.

A Figura 5.4 mostra a diferença da completeza do catálogo para o período de enchimento do reservatório de Machadinho, utilizando a metodologia antiga, e a completeza para o período 2014 – 2023, onde a maior parte dos sismos que contribuem para o gráfico observado (88%) vem do período após 2020. O catálogo da época do enchimento foi usado para fins de comparação pois para o período entre 2014-2020, o número de sismos detectados é muito pequeno para se obter uma medida confiável da completeza. Os resultados desta análise mostram que com a metodologia antiga a completeza do catálogo gira em torno de 0.6 ML, isto é, todos sismos até esta magnitude são detectados pela rede, o que significa que para magnitudes menores há sismos que não são registrados. Dado a natureza exponencial da sismicidade, isso significa que o número de eventos total se encontra subestimado quanto menor a magnitude neste período. Para o período entre 2020-2023, vemos que a magnitude de completeza do catálogo sísmico sobe para 0.0 ML aproximadamente, o que leva a uma maior detecção de eventos com magnitude menor, explicando o aumento no número de eventos detectados.

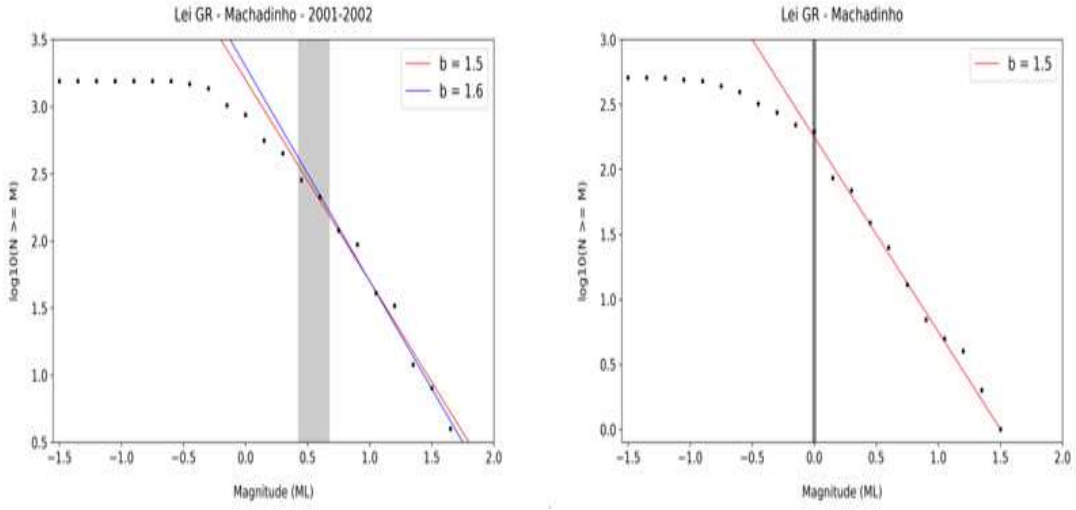


Figura 5.4. Lei de Gutenberg-Richter para o catálogo sísmico de 2001-2002 (painel à esquerda) e 2014-2023 (painel à direita). A completeza do catálogo aumenta com as novas metodologias implementadas a partir de 2020. O parâmetro b da relação de Gutenberg Richter t também se mantém próximo para os dois catálogos. As faixas cinzas indicam a completeza estimada dos catálogos.

Quanto às características da sismicidade do reservatório, vemos também através da relação de Gutenberg-Richter que o parâmetro b se mantém igual ou bastante semelhante quando comparamos a sismicidade histórica do reservatório e a sismicidade atual. O parâmetro b indica a relação de escala entre o número de sismos de maior e menor magnitude, isto é, para um parâmetro b de 1.5, temos 15 sismos de magnitude 0.0 ML para cada sismo de magnitude 1.0 ML, 150 sismos de magnitude -1.0 ML para cada sismo de magnitude 0.0 ML, e assim por diante. Um parâmetro b com valor de 1.5 é considerado alto, porém típico para casos de sismicidade induzida. Uma das interpretações para um valor alto de b é que a crosta na região não é capaz de acumular esforços suficientes para gerar grandes sismos, e libera a maior parte da energia com uma frequência maior de eventos pequenos, justamente o que se observa na região do reservatório. O fato do parâmetro b não ter mudado para a região do reservatório desde seu enchimento indica que esse comportamento vêm se mantendo ao longo das décadas, incluindo os últimos 10 anos.

A Figura 5.5 mostra a distribuição da sismicidade no reservatório de Machadinho. Como mencionado anteriormente, os sismos continuam ocorrendo apenas no remanso do reservatório, em grupos históricos em torno das estações MC9 e BCM2. Como a estação MC9 não funcionou durante a maior parte da período analisado, é provável que a quantidade de sismos nesta região esteja subestimada em comparação com a região da estação BCM2, onde a maioria dos eventos são registrados. Os eventos se distribuem em enxames e sem nenhuma orientação preferencial aparente.

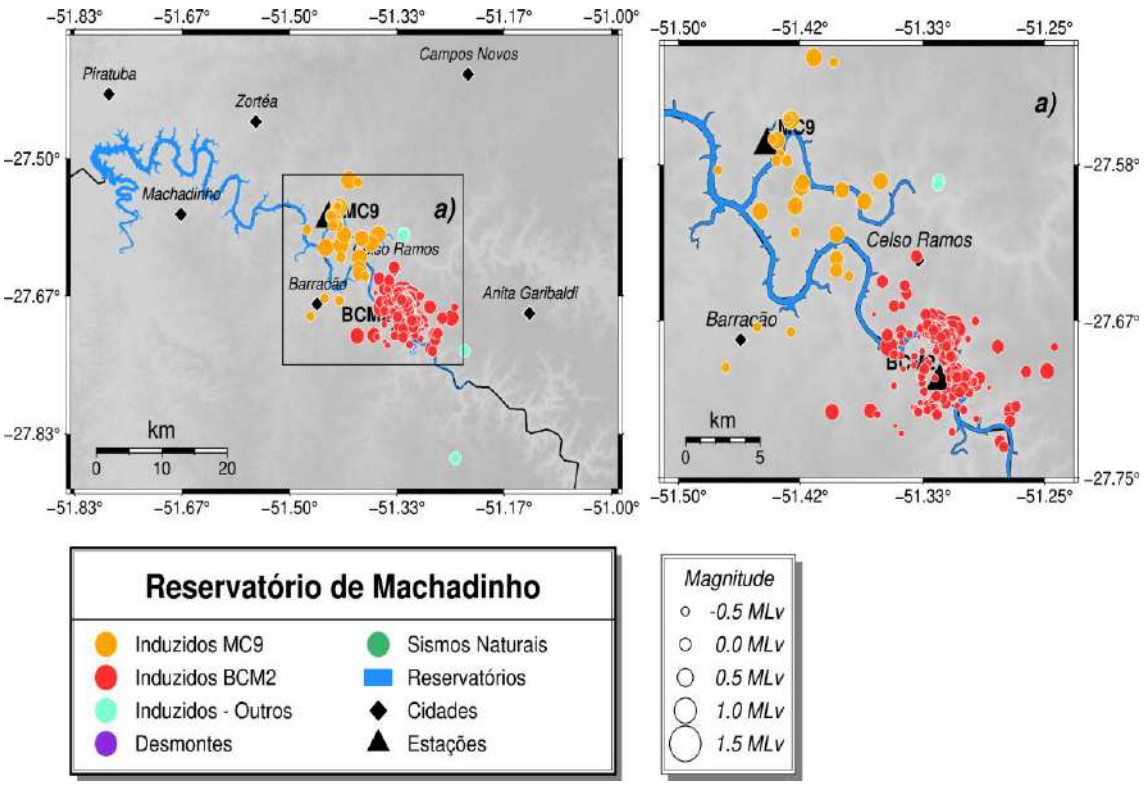


Figura 5.5. Mapa de localização dos epicentros dos eventos registrados na área do reservatório da UHE Machadinho entre julho 2014 e dezembro 2023.

A Figura 5.6 mostra a frequência dos eventos detectados como função da magnitude observada. A maior parte dos eventos se concentra em magnitudes pequenas.

Além dos eventos detectados associados ao reservatório de Machadinho, foram detectados também 4 eventos associados à operação de reservatórios próximos. Ressalta-se que os telessismos e sismos regionais, embora registrados, não foram avaliados, porque o estudo visa caracterizar a sismicidade ocorrida na área do reservatório da UHE Machadinho e a sismicidade desencadeada pela operação do empreendimento.

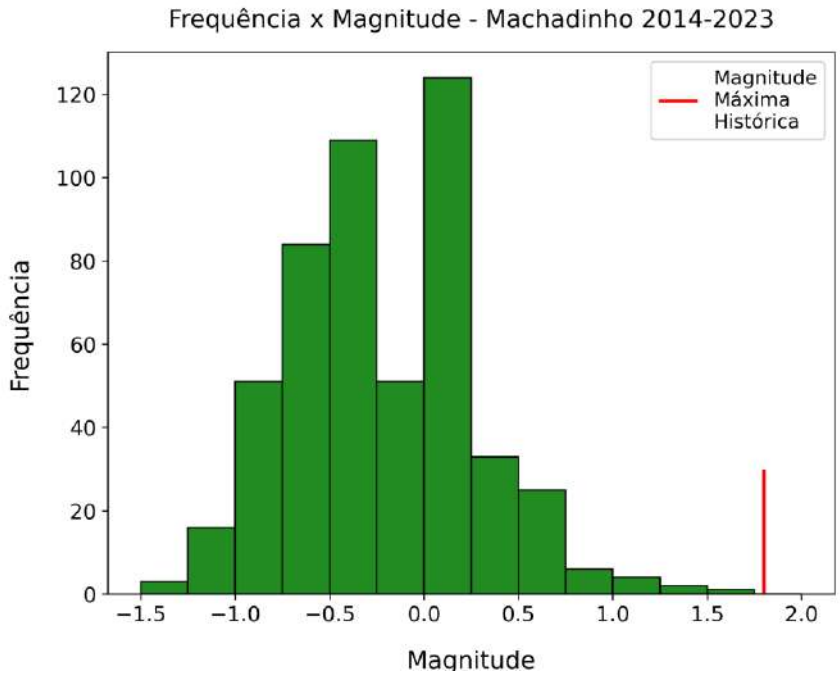


Figura 5.6. Histograma Frequência x Magnitude para o período de julho.2014 e dezembro.2023. A maioria dos sismos detectados (88%) têm magnitude pequena, inferior a 1.0 ML. A sismicidade histórica máxima do reservatório é indicada pela barra vermelha.

5.4 Considerações Finais

A existência de tensões residuais no maciço rochoso, de natureza geológica, e o comportamento espaço-temporal da atividade sísmica local, quando comparado com o processo de enchimento do reservatório da UHE Machadinho, indicam que se trata de SIR – Sismicidade Induzida por Reservatório.

Propostas para classificar o comportamento da atividade induzida em duas componentes principais foram apresentadas por SIMPSON *et. al.* em 1988, TALWANI & AGREE (1985) e TALWANI (1997), conforme referido nos estudos de ASSUMPÇÃO *et. al*. (2002):

- SIMPSON: rápida (*rapid*), quando a atividade inicia imediatamente, seguindo o primeiro enchimento ou mudanças muito grandes no nível d'água, e termina após poucos anos; e atrasada (*delayed*), quando a sismicidade predominante, incluindo o maior evento, ocorre vários anos após o enchimento; isto é, após um número de ciclos anuais na flutuação da água; ou
- TALWANI: inicial (*initial*), associada ao enchimento inicial ou à grande

flutuação no nível do lago e prolongada (*protracted*), após o efeito inicial da sismicidade ter diminuído, persistindo muitos anos sem decréscimo significante na frequência e na magnitude, com epicentros podendo estar embaixo do lago ou em áreas vizinhas.

Deste modo, a sismicidade neste reservatório pode ser classificada como sendo do tipo combinada, ou seja, inicial (*initial*) e depois prolongada (*protracted).*

Ao longo do período de julho 2014 a dezembro de 2023 foram detectados 536 sismos induzidos, sendo 60 destes entre julho 2014 e dezembro 2019 e os restantes após janeiro 2020.

Além dos 536 sismos induzidos associados à operação do reservatório da UHE machadinho, as estações também detectaram 4 sismos induzidos associados à operação de reservatórios próximos. Devido ao mau funcionamento da estação MC9, a quantidade de sismos registrados é provavelmente inferior ao número real no período, visto que a sismicidade nesta região vêm ocorrendo de maneira contínua desde seu enchimento. O número de eventos detectados se mostra acima da média histórica no reservatório da UHE Machadinho, entretanto, a maior parte dos eventos registrados têm magnitudes pequenas e não ultrapassa a magnitude máxima já registrada no reservatório.

Mesmo com o aumento no número de eventos detectados, a sismicidade desencadeada pelo reservatório pode ser considerada como pequena em se tratando da magnitude da maior parte dos eventos detectados, não chegando a provocar nenhum efeito macrossísmico (são os efeitos sentidos pelas pessoas e produzidos nas construções civis e no meio ambiente) na área e vizinhanças do empreendimento. Análise da sismicidade histórica também mostra que as características da sismicidade na região vêm se mantendo constantes ao longo do tempo, como a frequência relativa de sismos de diferentes magnitudes e a magnitude máxima dos eventos.

Em função das características da sismicidade, pode ser mantida a atual rotina de coleta periódica dos dados (mensal) e a emissão anual de relatório técnico apresentando as características operacionais da rede sismológica e os resultados e as características da sismicidade registrada no período. Na eventualidade de uma ocorrência anormal de sismos será emitido boletim sísmico específico contendo os procedimentos e resultados relacionados a esta sismicidade.

6 MONITORAMENTO E MANEJO DA ICTIOFAUNA

6.1 Introdução

O presente relatório é resultado das atividades desenvolvidas no Programa de Monitoramento e Manejo da Ictiofauna na área de influência da UHE Machadinho entre julho/2014 e dezembro/2023, em atendimento a condicionante 2.1 da Licença de Operação nº 160/2001- 2ª renovação.

"Executar os Programas Socioambientais abaixo e as diretrizes do Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA) – Programa de Monitoramento e Manejo da Ictiofauna."

As atividades desenvolvidas no programa foram executadas sob a autorização de captura, coleta e transporte de material biológico (ABIO) n° 16/2011, em sua renovação (2017) e retificação (2022).

O Monitoramento da Ictiofauna na UHE Machadinho é realizado pela equipe do LAPAD/UFSC desde 2001 de forma sistemática, com os objetivos de:

•Acompanhar a estrutura e a dinâmica das comunidades de peixes na área de influência do reservatório da UHE Machadinho;

•Monitorar qualitativa e quantitativamente as espécies capturadas nos diferentes ambientes formados pelo reservatório;

•Avaliar a ocorrência de ovos e larvas de peixes na área de influência da usina de Machadinho;

•Manter, em condições de cativeiro, um grupo de exemplares de peixes nativos das espécies que se encontram ameaçadas de extinção e/ou com potencial de aproveitamento em piscicultura, para fins de manutenção da diversidade genética "*in vivo*" e de formação de um plantel destinado à reprodução;

•Manter amostras criopreservadas do sêmen das espécies de peixes com populações reduzidas e/ou úteis a programas de piscicultura, formando um banco genético "*in vitro*";

•Avaliar a produção pesqueira do reservatório Machadinho através da coleta sistemática de informações dos moradores ribeirinhos e das cidades vizinhas ao lago;

6.2 Atividades Desenvolvidas

No período de vigência da 2ª renovação da Licença de Operação nº 160/2001, foram realizadas 19 campanhas semestrais para o monitoramento da ictiofauna na área de influência da UHE Machadinho. Buscando-se amostrar os diferentes ambientes na área de influência, as coletas foram realizadas em pontos localizados no trecho a montante da barragem, em áreas de transição entre o ambiente lótico e lêntico (PMo e C) e no corpo do reservatório (B e F), a jusante da barragem (MT e MR) e em tributário (L) (Figura 6.1). A Tabela 6.1 apresenta as características gerais dos pontos amostrados e suas coordenadas.

Tabela 6.1. Localização e características dos pontos de coleta nos diferentes ambientes sob influência da barragem da UHE Machadinho, localizada na região do alto rio Uruguai.

PONTO	SIGLA	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS UTM	CARACTERÍSTICAS
1. Pelotas-Montante	PMo	Rio Pelotas, 10 km a montante da foz.	X= 460687 Y=6943805	Ambiente de transição semi-lêntico.
2. Canoas	C	Rio Canoas, próximo à ponte pênsil em Celso Ramos- SC.	X= 461419 Y=6947118	Ambiente de transição semi-lêntico.

PONTO	SIGLA	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS UTM	CARACTERÍSTICAS
3. Barracão	B	Rio Uruguai, montante da ponte BR470, próximo à confluência dos rios Canoas e Pelotas.	X=453472 Y=6946413	Corpo do reservatório; ambiente lêntico.
4. Forquilha	F	Corpo do reservatório, próximo à barragem, na foz do rio Forquilha.	X=423233 Y=6955707	Corpo do reservatório; ambiente lêntico.
5. Machadinho-Túneis	MT	Rio Uruguai, desemboque dos vertedouros e casa de força da UHE Machadinho.	X=422524 Y=6954995	Jusante da UHE Machadinho; ambiente lótico; desembocadura dos túneis de desvio.
6. Ligeiro	L	Rio Ligeiro, entre a foz e a ponte da RS 126.	X=415455 Y=6953748	Tributário; ambiente lótico, primeiro afluente a jusante da barragem.
7. Marcelino Ramos	MR	Aproximadamente 1,0 km a montante do balneário de Marcelino Ramos- RS.	X=411011 Y=6957532	Ambiente de transição semi-lêntico a jusante da barragem.

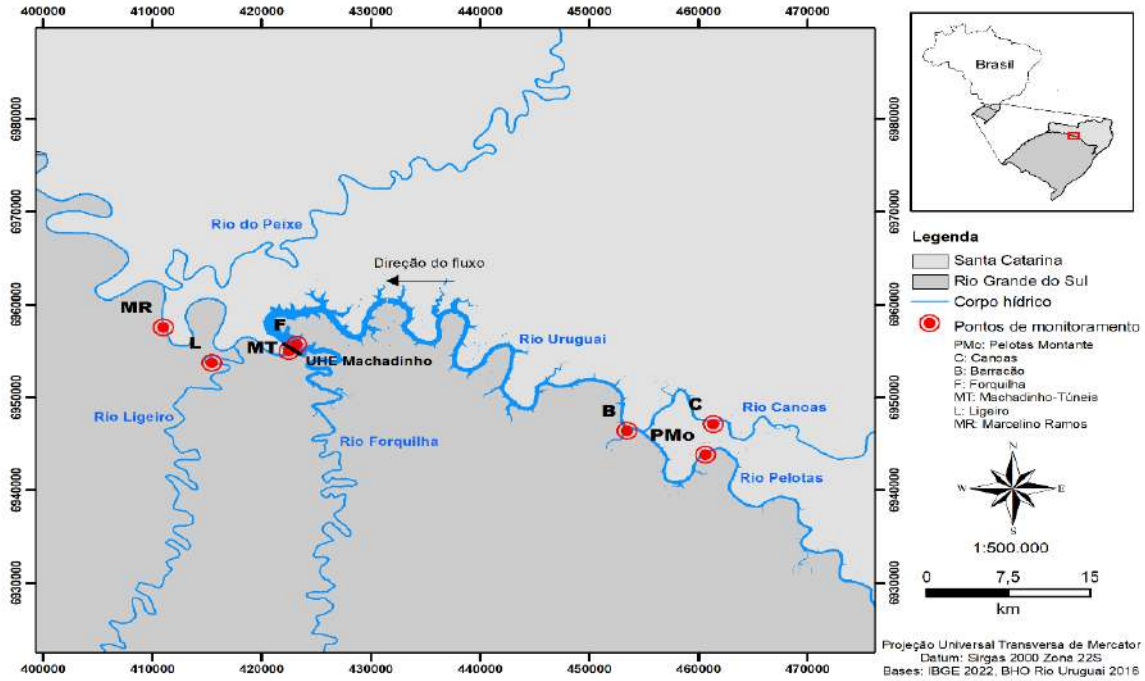


Figura 6.1. Localização dos pontos de amostragem na área do reservatório da UHE Machadinho.

Para a captura dos peixes foram utilizados equipamentos de pesca diversificados (redes de emalhe simples, tresmalho e travessia, tarrafa, espinhel e rede de arrasto), amostrando as distintas fases do ciclo de vida. Os equipamentos foram instalados ao entardecer e retirados ao amanhecer, sendo empregado um esforço de pesca de aproximadamente 12 horas por ponto de coleta/campanha. A rede de arrasto e a tarrafa foram utilizados durante o dia. O mesmo conjunto de equipamentos de pesca foi utilizado em todos os sete pontos amostrais, possibilitando assim a comparação dos dados obtidos. Nos dois pontos amostrais situados no ambiente denominado de "corpo do reservatório" foi utilizado um conjunto extra de equipamentos de pesca para amostragem do ambiente pelágico.

A abundância total foi expressa em termos da captura por unidade de esforço em número (CPUEn) e biomassa (CPUEb) por

100 m² de rede por 12 horas, sendo excluídas dessa análise as redes travessia (ambiente pelágico) e de arrasto, a tarrafa e o espinhel. A análise foi conduzida em escala temporal, de 2014 a 2023, e espacial, na qual os pontos de amostragem foram agrupados por ambiente de acordo com suas características. Os descritores ecológicos riqueza, diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou foram calculados por ano e ambiente.

A Figura 6.2 apresenta os principais procedimentos de amostragem dos peixes, como a instalação do espinhel (A) e redes de emalhe (B), retirada de rede de emalhe (C), identificação e quantificação das espécies (D), registro do comprimento total (E) e do peso total (F).

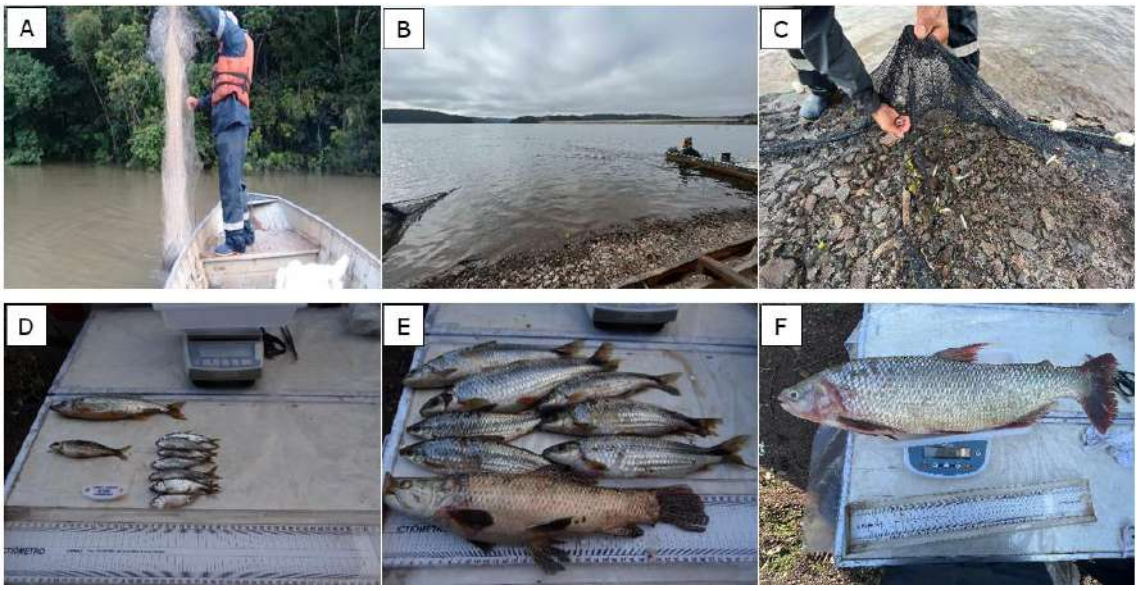


Figura 6.2. Procedimentos para a amostragem dos peixes: instalação de rede de emalhe (A) e coleta com rede de arrastro (B), retirada de peixes da rede de arrastro (C), identificação e quantificação das espécies (D), biometria para registro de comprimento total (E) e peso total (F).

Em conjunto com as coletas de peixes juvenis e adultos, foram realizadas amostragens de ovos e larvas nos mesmos pontos do monitoramento da ictiofauna, utilizando redes de plâncton e armadilhas luminosas (Figura 6.4). As redes de plâncton, do tipo cônico-cilíndrica com malha 0,5 mm, foram utilizadas nos pontos lóticos e semilênticos, a jusante da barragem, em arrastos horizontais próximos à superfície da água, com duração de 15 minutos, com o barco em baixa velocidade. As armadilhas luminosas foram utilizadas em todos os pontos de amostragem buscando ampliar a captura de larvas, sendo instaladas no anoitecer e retiradas da água antes do amanhecer do dia seguinte. O material coletado foi acondicionado em frascos de polietileno e fixado em formol 4%. No laboratório, os ovos e as larvas foram separados do restante do plâncton sob microscópio estereoscópio em placa de acrílico do tipo Bogorov e quantificados (Figura 6.3), e as larvas foram identificadas até o menor nível taxonômico possível com auxílio de bibliografias especializadas.

A pesca artesanal na área de influência da UHE Machadinho vem sendo monitorada através da análise de formulários distribuídos a pescadores previamente cadastrados, que atuam na região e residem nos municípios que

margeiam a área de influência do mesmo, nos estados de Santa Catarina (Anita Garibaldi, Celso Ramos, Capinzal, Piratuba e Zortéa) e do Rio Grande do Sul (Machadinho, Maximiliano de Almeida, Barracão e São José do Ouro). Os 40 pescadores cadastrados foram instruídos quanto à importância do projeto, bem como da sua participação para a produção de dados fidedignos da atividade pesqueira da região. Cada participante recebeu fichas de coleta para a descrição de suas capturas mensais, nas quais foram informadas a biomassa de cada morfoespécie capturada. O pescado foi agrupado em morfoespécies de acordo com a nomenclatura utilizada na região. Essa atividade é um importante complemento do monitoramento da pesca na região do reservatório da UHE Machadinho e foi realizada bimensalmente.

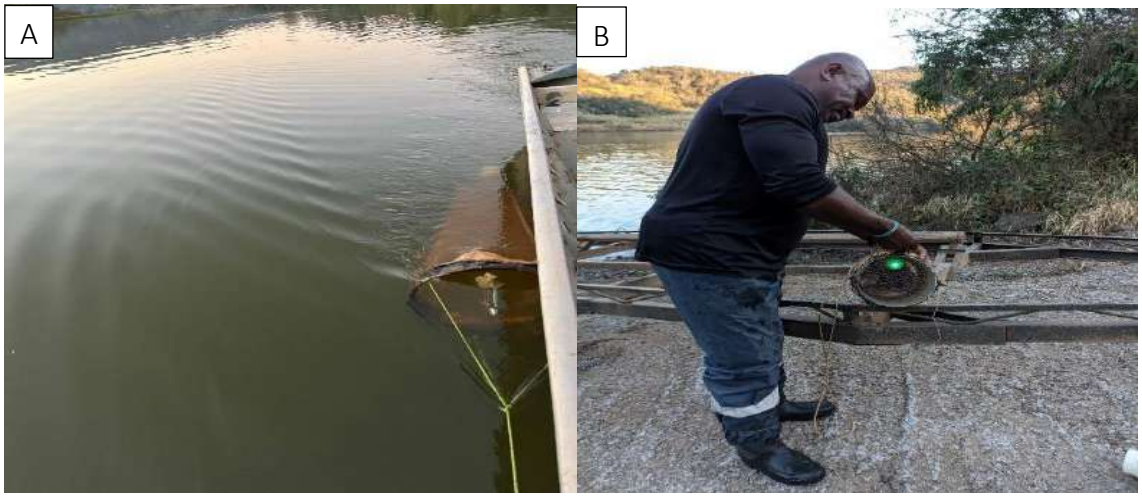


Figura 6.3. Amostragem do ictioplâncton com rede de arrasto (A) e armadilha luminosa (B).

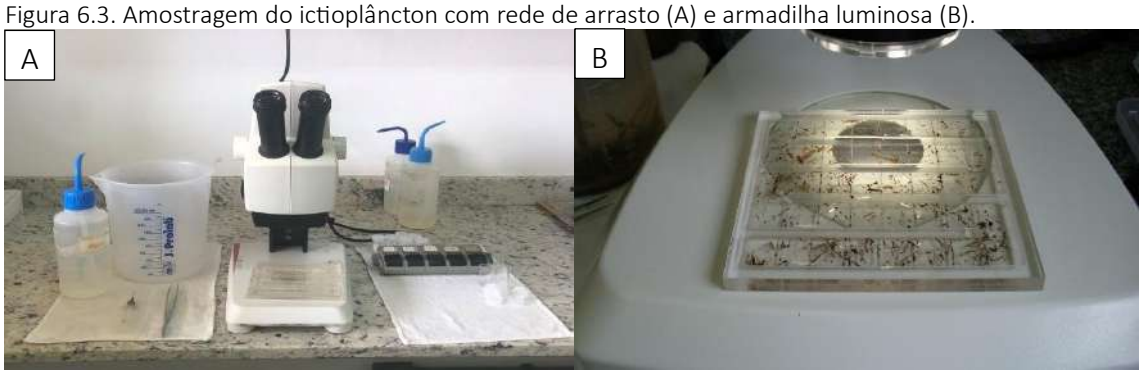


Figura 6.4. Triagem em microscópio estereoscópio – vista geral (A) do material coletado no arrasto com rede de plâncton e separação dos ovos e larvas em placa de Bogorov (B).

O programa experimental de estocagem de peixes no reservatório da UHE Machadinho contribui para a recomposição dos estoques de espécies migradoras de longa distância. São utilizados animais produzidos e criados em cativeiro que apresentam a mesma composição genética dos animais do ambiente onde são estocados, uma vez que o LAPAD mantém um banco *in vivo* com exemplares selvagens e de primeira geração filial das espécies migradoras do rio Uruguai. Nos últimos dez anos foram realizados nove eventos de estocagem, totalizando 18.160 juvenis, que apresentavam comprimento mínimo de 7,0 cm, das principais espécies migradoras (Tabela 6.2, Figura 6.5). Os eventos contaram com a presença de representantes do Consórcio Machadinho, autoridades públicas, alunos do ensino fundamental e

membros da comunidade (Figura 6.6), os quais receberam dos pesquisadores do LAPAD uma preleção, por meio da educação ambiental, sobre a importância dos peixes para o equilíbrio do ambiente.

Tabela 6.2. Datas, locais, espécies, quantidades de peixes das estocagens experimentais realizadas no reservatório da UHE Machadinho, no período de 2014 a 2023.

DATA	LOCAL	ESPÉCIE	QUANTIDADE
15/12/2016	Centro de Referência em Desenvolvimento Sustentável (CRDS), Piratuba (SC)	*Salminus brasiliensis* *Prochilodus lineatus*	500 60
15/02/2017	Centro de Referência em Desenvolvimento Sustentável (CRDS), Piratuba (SC)	*Salminus brasiliensis* *Prochilodus lineatus* *Brycon orbignyanus*	500 1.000 500
19/10/2017	Centro de Referência em Desenvolvimento Sustentável (CRDS), Piratuba (SC)	*Prochilodus lineatus* *Megaleporinus obtusidens*	1.000 1.000
22/03/2018	Centro de Referência em Desenvolvimento Sustentável (CRDS), Piratuba (SC)	*Salminus brasiliensis* *Megaleporinus obtusidens* *Prochilodus lineatus*	100 150 150
28/11/2018	Ponte da BR 470, que faz divisa entre os municípios de Barracão (RS) e Campos Novos (SC)	*Megaleporinus obtusidens* *Prochilodus lineatus*	1.500 1.500
03/03/2021	Centro de Referência em Desenvolvimento Sustentável (CRDS), Piratuba (SC)	*Megaleporinus obtusidens* *Prochilodus lineatus* *Steindachneridion scriptum*	250 250 250
16/03/2022	Centro de Referência em Desenvolvimento Sustentável (CRDS), Piratuba (SC)	*Salminus brasiliensis* *Prochilodus lineatus* *Steindachneridion scriptum*	150 400 700
15/12/2022	Centro de Referência em Desenvolvimento Sustentável (CRDS), Piratuba (SC)	*Steindachneridion scriptum*	750
01/03/2023	Centro de Referência em Desenvolvimento Sustentável (CRDS), Piratuba (SC)	*Prochilodus lineatus* *Salminus brasiliensis* *Megaleporinus obtusidens* *Steindachneridion scriptum*	3.500 50 3.500 400



Figura 6.5. Registro fotográfico da soltura experimental realizada no reservatório da UHE Machadinho em 13/03/2022.



Figura 6.6. Participação de representantes do Consórcio Machadinho, autoridades públicas, alunos de escolas fundamentais e membros da comunidade nos eventos de estocagem de peixes.
Fonte: Engie/Consórcio Machadinho.

Uma das maiores dificuldades para avaliar o sucesso de programas de estocagem é determinar se os juvenis conseguem sobreviver até a fase adulta. A marcação, física e química, dos peixes e as análises genéticas são os métodos mais utilizados para identificar os peixes provenientes de estocagens. Ao longo dos últimos 10 anos, a marcação química com alizarina vermelha vinha sendo utilizada (Figura 6.7), entretanto, a obtenção de amostras foi insuficiente para determinar a efetividade das estocagens experimentais. Além disso, esse produto causava desgaste excessivo aos animais e apresentava problemas de logística para sua correta disposição ambiental. Como alternativa, em novembro/2018 iniciou-se a caracterização genética dos animais, com a qual é possível identificar os peixes utilizados nas estocagens a partir da análise do grau de parentesco. Para a aplicação desta metodologia, amostras de nadadeira dos juvenis destinados a estocagem e dos parentais têm sido coletadas (Figura 6.8). A fim de aumentar a chance de recaptura dos peixes estocados, em dezembro/21 teve início um trabalho específico junto aos pescadores ribeirinhos cadastrados no programa de avaliação da produção pesqueira. Os pescadores foram instruídos a coletarem fragmentos de nadadeira das espécies-alvo, piracanjuba *Brycon orbignyanus*, dourado *Salminus brasiliensis*, curimba *Prochilodus lineatus*, *suruvi Steindachneridion scriptum e piava Megaleporinus obtusidens,* e acondicioná-los em frascos identificados contendo etanol 96 % (Figura 6.9).

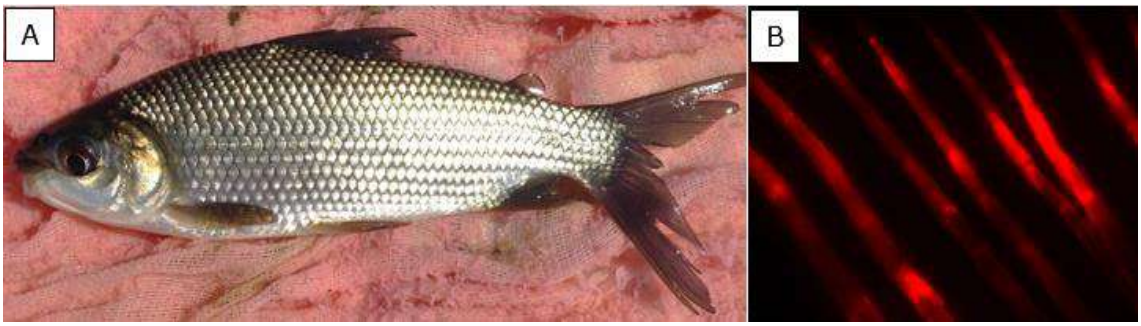


Figura 6.7. Exemplar de curimba *Prochilodus lineatus* marcado quimicamente com alizarina vermelha (A); fragmento de nadadeira observada em microscópio com luz UV confirmando a presença da marcação química (B).

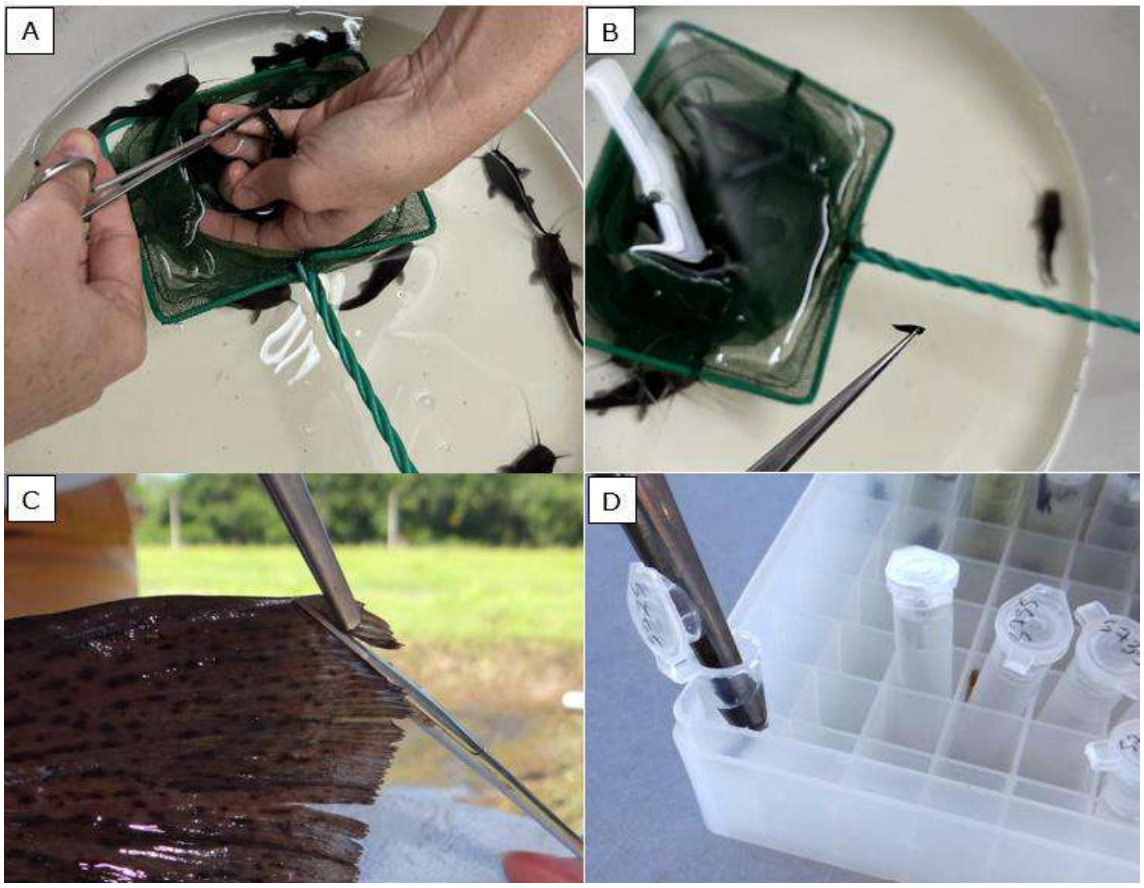


Figura 6.8. Coleta de nadadeiras. Retirada de um fragmento de nadadeira de juvenis (A, B) e reprodutor (C) de *Steindachneridion scriptum*. Amostra acondicionada em microtubo com etanol 99% (D).



Figura 6.9. Frascos entregues para pescadores do reservatório da UHE Machadinho (A). Amostras de nadadeira de peixes capturados pelos pescadores ribeirinhos (B).

Como estratégia de conservação genética dos recursos ictíicos da bacia do rio Uruguai, o LAPAD mantém há mais de uma década um banco *in vivo* e *in vitro* das espécies migradoras de longa distância, ameaçadas de extinção e/ou com potencial para piscicultura. Descendentes diretos dos selvagens, de primeira geração filial (F1), também são mantidos no banco *in vivo*.

Durante os últimos dez anos, o plantel de reprodutores que compõe o banco *in vivo* foi mantido em estações de piscicultura alugadas e em uma instituição conveniada (Empresa de Pesquisa e Extensão Agrícola de Santa Catarina - EPAGRI). Em 2022 foi inaugurada a Estação Experimental de Piscicultura da Universidade Federal de Santa Catarina

(EPisUFSC), localizada na Fazenda Experimental da Ressacada da UFSC em Florianópolis/SC (Figura 6.10). A estação conta com 35 tanques escavados, sendo 14 tanques de 1.200 m² e 21 tanques de 450 m². Desta forma, entre abril/2022 e dezembro/2022 o plantel de reprodutores foi transferido para a EPisUFSC. As espécies que fazem parte do plantel são *P. lineatus*, *S. brasiliensis*, *M. obtusidens*, *Pimelodus maculatus*, *B. orbignyanus*, *Rhamdia quelen* e *S. scriptum*.

A manutenção do banco *in vivo* foi realizada através de manejos periódicos que proporcionam um ambiente adequado para o bem-estar dos peixes, como a aferição e correção dos principais parâmetros de qualidade de água, alimentação com ração de qualidade, entre outros. Anualmente o plantel passa por um manejo com contagem, biometria (peso e comprimento), avaliação da higidez, que também propicia o ajuste da taxa de alimentação de acordo com a biomassa estocada em cada tanque (Figura 6.11).



Figura 6.10. Imagem aérea da Estação Experimental de Piscicultura da Universidade Federal de Santa Catarina (EPisUFSC).

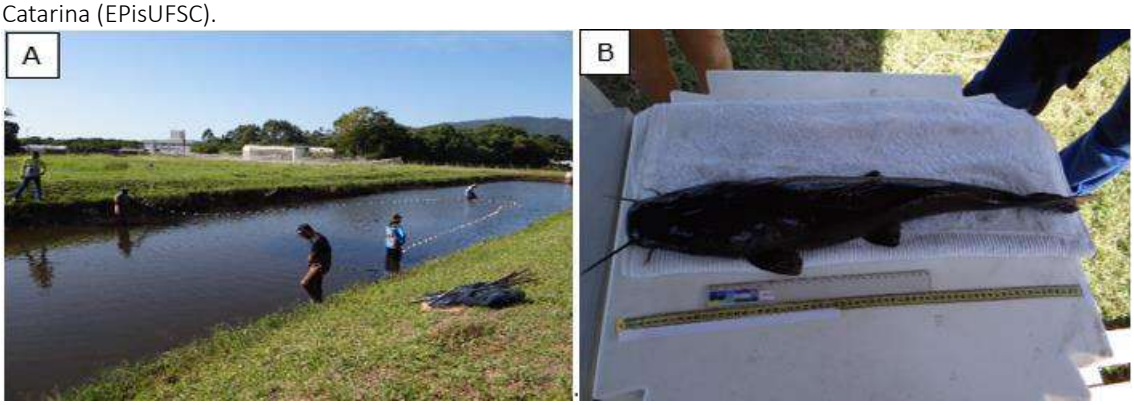


Figura 6.11. Biometria anual do plantel de reprodutores: captura de peixes em viveiro da EPisUFSC (A), aferição do comprimento total de um exemplar de *S. scriptum* (B).

O banco *in vitro* formado e mantido pelo LAPAD contém 966 pallets de sêmen de peixes da bacia do rio Uruguai, das espécies *S. brasiliensis*, *P. lineatus*, *B. orbignyanus*, *P. lineatus*, *M. obtusidens, P. maculatus* e *Pseudoplatystoma corruscans*. Os botijões criogênicos são mantidos em sala refrigerada e de acesso restrito, nas dependências do laboratório, em Florianópolis/SC, e, semanalmente é realizado o monitoramento do nível de nitrogênio líquido e reposição contínua para manutenção segura das amostras congeladas (Figura 6.12).



Figura 6.12. Manutenção do material genético criopreservado em botijões criogênicos no LAPAD.

6.3 Resultados

Nas 19 campanhas de monitoramento de ictiofauna na área de influência da UHE Machadinho, realizadas ao longo dos últimos dez anos, foram capturadas 65 espécies distribuídas em seis ordens e 16 famílias (Tabela 6.3) Destas, 61 foram taxonomicamente confirmadas, três pertencem a um grupo afim (aff.) e uma possui confirmação pendente (cf.). A ictiofauna foi composta predominantemente por espécies de pequeno e médio porte, nativas da região do alto rio Uruguai.

Trinta e quatro espécies foram constantes (frequência de ocorrência maior que 50%), 12 foram acessórias (frequência de ocorrência entre 25 e 50%) e 19 foram raras (frequência de ocorrência menor que 25%) (Tabela 6.3). Espécies de interesse para a pesca, como por exemplo, o pintado-amarelo (*Pimelodus maculatus*), as traíras (*Hoplias malabaricus* e *H. lacerdae*) e o jundiá (*Rhamdia quelen*) foram constantes no período.

Os migradores de longa distância capturados foram *P. lineatus*, *M. obtusidens*, *S. scriptum* e *B. orbignyanus*. As espécies classificadas como introduzidas foram *Ctenopharyngodon idella*, *Cyprinus carpio*, *Oreochromis niloticus* e *Coptodon rendalli*.

O total de peixes amostrados foi de 18.580, dentre os quais oito espécies de pequeno e médio porte contribuíram com 73 % da abundância. Em ordem decrescente de contribuição foram elas: *Astyanax* aff. *fasciatus* (23%), *Acestrorhynchus pantaneiro* (15%), *Schizodon nasutus* (9%), *Iheringichthys I. labrosus* (8 %), *Apareiodon affinis* (7%), *Steindachnerina brevipinna* (4%), *Bryconamericus B. iheringii* (4%), *Loricariichthys anus* (4%). As espécies migradoras e as introduzidas representaram 0,1 e 0,3%, respectivamente.

O escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) aplicado à matriz de similaridade (Bray-Curtis) da abundância média das 65 espécies ao longo dos dez anos

nos diferentes pontos de amostragem, evidenciou uma dissimilaridade na estrutura da comunidade entre os pontos de montante e jusante da barragem (Figura 6.13), comprovada pela análise de similaridade (ANOSIM, R= 0,435, *P* = 0,001). A dissimilaridade entre montante e jusante, calculada através da análise do perfil de similaridade (SIMPER), foi de 54%.

As espécies que mais contribuíram para esta dissimilaridade estão apresentadas na Tabela 6.4. A montante da barragem da UHE Machadinho, os Characiformes de pequeno (*A.* aff. *fasciatus*, *Apareiodon affinis*, *B. iheringii* e *S. brevipinna*) e médio (*S. nasutus* e *A. pantaneiro*) porte foram mais abundantes. Em geral, estes Characiformes ocorrem em águas correntes e calmas, e no alto rio Uruguai têm se adaptado bem aos ambientes lênticos proporcionados pelos reservatórios de usina, onde conseguem estabelecer populações maiores. Já os Siluriformes *L. anus*, *L. melanocheilus* e *H. fuliginosus* e o Characiformes *C. kincaidi* ocorreram exclusivamente a jusante, ambiente próximo ao eixo da barragem onde há a presença de poços e corredeiras, cuja vazão depende da operação da usina.

A variação temporal da abundância de peixes nos ambientes, expressa através da captura por unidade de esforço em número (CPUEn) e biomassa (CPUEb), está apresentada na Tabela 6.4. O trecho a jusante da barragem foi o mais piscoso ao longo do tempo, com pico em 2020, resultante da expressiva participação de *A. affinis*, *A.* aff. *fasciatus*, *I. labrosus* e *L. anus* que juntas representaram 67 % da captura. No corpo do reservatório, variações interanuais na abundância de *A.* aff. *fasciatus*, *I. labrosus* e *S. nasutus* possivelmente associadas aos períodos de estiagem severa influenciaram as oscilações da CPUEn entre 2020 e 2023. Os demais ambientes apresentaram menores variações na CPUEn ao longo do tempo. Em relação a CPUEb, houve uma tendência de incrementos e decrementos anuais em todos os ambientes, com a menor variação ocorrendo no tributário ao longo de todo o período.

Tabela 6.3. Lista das espécies capturadas e sua constância (constante +++ [acima de 50 %]; acessória ++ [entre 25,1 e 50 %]; rara + [até 25 %]) na área de influência da UHE Machadinho entre 2014 e 2023. As ordens e famílias foram ordenadas de acordo com a classificação filogenética, e as espécies por ordem alfabética.

Espécie	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total	Constância
CYPRINIFORMES												
Cyprinidae												
Ctenopharyngodon idella	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	+
Cyprinus carpio	1	-	-	-	-	2	-	-	1	-	4	+
CHARACIFORMES												
Acestrorhynchidae												
Acestrorhynchus pantaneiro	147	335	291	486	337	286	156	279	211	177	2705	+++
Anostomidae												
Leporinus amae	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	+
Megaleporinus obtusidens	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	+
Schizodon nasutus	81	172	265	208	137	228	115	159	124	215	1704	+++
Characidae												
Astyanax aff. *eigenmanniorum*	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	3	+
Astyanax aff. *fasciatus*	200	721	357	212	329	449	287	224	633	811	4223	+++
Astyanax lacustris	20	24	40	19	20	13	27	15	20	11	209	+++
Astyanax scabripinnis	13	4	1	2	2	10	4	1	1	27	65	+++
Brycon orbignyanus	-	-	-	-	-	-	3	-	-	1	4	+
Bryconamericus iheringii	15	236	51	66	63	34	43	20	42	214	784	+++
Cynopotamus kincaidi	-	5	18	32	22	36	15	18	19	-	165	+++
Galeocharax humeralis	20	30	48	21	40	55	51	54	19	17	355	+++
Oligosarcus brevioris	1	-	-	-	-	-	-	3	1	-	5	+
Oligosarcus cf. *jenynsii*	21	21	18	11	15	17	25	30	21	25	204	+++
Oligosarcus jacuhiensis	-	1	-	1	-	1	4	2	2	8	19	++
Piabarchus stramineus	34	5	48	32	106	28	47	79	160	6	545	+++
Pygocentrus nattereri	-	1	2	5	2	2	-	1	3	1	17	++
Serrasalmus maculatus	2	9	12	6	11	12	5	16	14	22	109	+++
Curimatidae												
Steindachnerina biornata	10	1	7	-	2	2	4	2	-	1	29	++
Steindachnerina brevipinna	25	324	62	107	99	57	52	47	12	26	811	+++
Erythrinidae												
Hoplias australis	-	3	-	5	9	9	4	5	-	10	45	+++
Hoplias lacerdae	4	9	12	10	6	13	12	15	8	14	103	+++
Hoplias malabaricus	5	9	19	17	10	13	17	12	12	10	124	+++
Parodontidae												
Apareiodon affinis	26	405	225	74	106	54	140	141	29	69	1.269	+++
Prochilodontidae												
Prochilodus lineatus	-	1	5	-	1	1	-	2	-	-	10	+
GYMNOTIFORMES												
Gymnotidae												
Gymnotus carapo	1	-	-	-	1	3	-	1	1	1	8	++
Sternopygidae												
Eigenmannia virescens	-	1	-	-	-	-	2	2	-	1	6	+
SILURIFORMES												
Loricariidae												
Ancistrus sp.	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	13	+
Hemiancistrus fuliginosus	-	7	1	11	5	-	42	76	46	2	190	++
Hypostomus isbrueckeri	37	41	61	48	57	40	97	66	74	28	549	+++
Hypostomus luteus	1	-	2	1	1	2	-	2	-	1	10	++
Hypostomus regani	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	3	+
Hypostomus roseopunctatus	2	1	-	-	1	-	4	-	6	3	17	++
Hypostomus spiniger	14	15	8	12	11	12	6	10	12	12	112	+++
Hypostomus ternetzi	-	-	-	1	3	-	-	9	12	-	25	+
Hypostomus uruguayensis	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	+
Loricariichthys anus	57	84	61	21	46	73	168	59	48	65	682	+++
Loricariichthys melanocheilus	64	35	22	63	49	143	76	18	42	19	531	+++
Paraloricaria vetula	1	3	2	-	-	-	2	-	-	2	10	++
Pogonopoma obscurum	4	3	7	-	4	2	1	1	1	2	25	+++
Auchenipteridae												
Auchenipterus aff. *nuchalis*	-	1	1	5	10	3	2	-	2	6	30	+++
Trachelyopterus galeatus	1	1	2	1	1	1	2	2	1	6	18	+++
Heptapteridae												
Pimelodella laticeps	1	-	-	1	-	-	1	1	-	-	4	+
Rhamdella longiuscula	3	-	1	3	-	1	-	-	-	-	8	++
Rhamdia quelen	14	24	19	11	19	28	23	29	28	26	221	+++
Pimelodidae												
Iheringichthys labrosus	93	98	168	254	182	164	153	141	99	75	1.427	+++
Parapimelodus valenciennis	11	61	8	17	24	7	17	3	21	1	170	+++
Pimelodus absconditus	3	9	8	4	12	7	2	4	3	-	52	+++
Pimelodus atrobrunneus	-	3	4	5	6	6	1	6	1	-	32	+++
Pimelodus maculatus	17	45	20	38	54	67	41	62	55	45	444	+++
Steindachneridion scriptum	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	+
ATHERINIFORMES												
Atherinidae												
Odontesthes yucuman	3	1	-	-	-	-	1	2	-	-	7	+
CICHLIFORMES												
Cichlidae												
Coptodon rendalli	-	16	-	-	-	-	-	-	-	6	22	+
Crenicichla celidochilus	-	1	15	8	3	1	2	16	5	2	53	+++
Crenicichla igara	-	1	6	2	4	15	-	-	-	1	29	++
Crenicichla jurubi	-	1	-	3	2	-	5	16	-	-	27	++
Crenicichla minuano	-	7	-	26	5	13	1	8	5	6	71	+++
Crenicichla missioneira	5	5	4	7	8	5	7	12	11	26	90	+++
Crenicichla tendybaguassu	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	4	+
Crenicichla vittata	2	-	2	2	5	5	2	1	3	-	22	+++
Geophagus brasiliensis	6	25	32	38	13	4	3	3	-	4	128	+++
Gymnogeophagus gymnogenys	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	2	+
Oreochromis niloticus	-	-	-	6	7	2	2	1	1	-	19	++
Total	**967**	**2.805**	**1.950**	**1.904**	**1.853**	**1.930**	**1.677**	**1.679**	**1.809**	**2.006**	**18.580**	

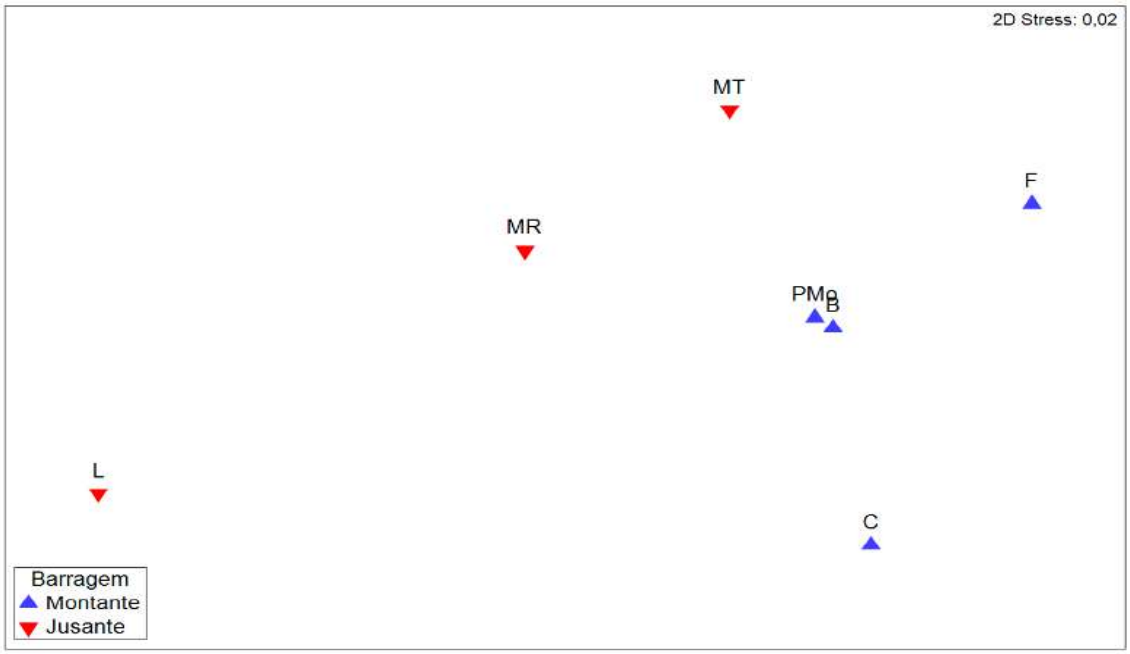


Figura 6.13. Escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) aplicado à matriz de similaridade (Bray-Curtis) da abundância de peixes (aplicada a transformação de raiz quadrada) capturados na área de influência da UHE Machadinho através do monitoramento realizado entre 2014 e 2023. PMo: Pelotas. B: Barracão. C: Canoas. F: Forquilha. MT: Túneis. MR: Marcelino Ramos. L: Ligeiro.

Tabela 6.4. Espécies que contribuíram com 70 % da dissimilaridade acumulada (Bray-Curtis) entre os pontos de montante e jusante da UHE Machadinho, entre 2014 e 2023.

Espécie	Abundância média		Dissimilaridade	Contribuição (%)	Acumulado (%)
	Montante	Jusante			
Astyanax aff. fasciatus	52,3	26,9	4,5	8,3	8,3
Schizodon nasutus	32,8	5,1	3,6	6,7	15,0
Loricariichthys anus	0,0	11,8	3,4	6,2	21,2
Acestrorhynchus pantaneiro	41,0	19,4	3,0	5,6	26,8
Loricariichthys melanocheilus	0,0	8,9	2,9	5,4	32,2
Apareiodon affinis	9,5	8,0	2,8	5,1	37,3
Iheringichthys labrosus	11,2	24,1	2,4	4,5	41,8
Bryconamericus iheringii	5,9	1,9	2,4	4,4	46,2
Galeocharax humeralis	0,1	8,0	2,4	4,4	50,5
Hypostomus isbrueckeri	2,5	9,4	2,2	4,2	54,7
Steindachnerina brevipinna	7,3	4,2	2,1	4,0	58,7
Piabarchus stramineus	0,3	5,1	2,1	4,0	62,6
Cynopotamus kincaidi	0,0	3,0	1,6	2,9	65,5
Hemiancistrus fuliginosus	0,0	1,4	1,2	2,3	67,7
Oligosarcus cf. jenynsii	1,0	3,5	1,2	2,3	70,0

A caracterização da comunidade íctica através dos descritores ecológicos está apresentada na Figura 6.15. A riqueza variou entre 11 e 38 espécies e se manteve mais elevada (30—38 espécies) no trecho a jusante em todo o período (Figura 6.15A). Nos demais ambientes a riqueza aumentou gradualmente até 2019, quando houve uma queda atípica no tributário, que esteve relacionada a vazão do rio Ligeiro que na campanha de primavera/2019 apresentou elevada correnteza, reduzindo substancialmente a captura de determinadas espécies em todos os petrechos de pesca.

A diversidade específica foi elevada (≥ 3,0) no período, exceto em alguns anos e ambientes (Figura 6.15 B). O predomínio de

L. anus associada ao baixo número de espécies (11) reduziu a diversidade no tributário em 2019. Em 2022 e 2023 no corpo do reservatório e em 2022 no ambiente de transição lêntico-lótico, a dominância de *A.* aff. *fasciatus* promoveu a redução do índice de diversidade. A distribuição da abundância entre as espécies indicou elevada equitabilidade (≥ 0,6) na maioria dos anos e ambientes (Figura 6.15 C). As exceções foram em 2022 no corpo do reservatório e na transição, e em 2023 no corpo do reservatório, com a manutenção do índice entre 0,5 e 0,6, resultante da elevada captura de *A.* aff. *fasciatus*. Esta espécie vigora entre as mais abundantes desde o enchimento do reservatório (2002), e tem seu crescimento populacional beneficiado pela alta densidade de organismos zooplanctônicos na zona litorânea, típica de ambientes represados.

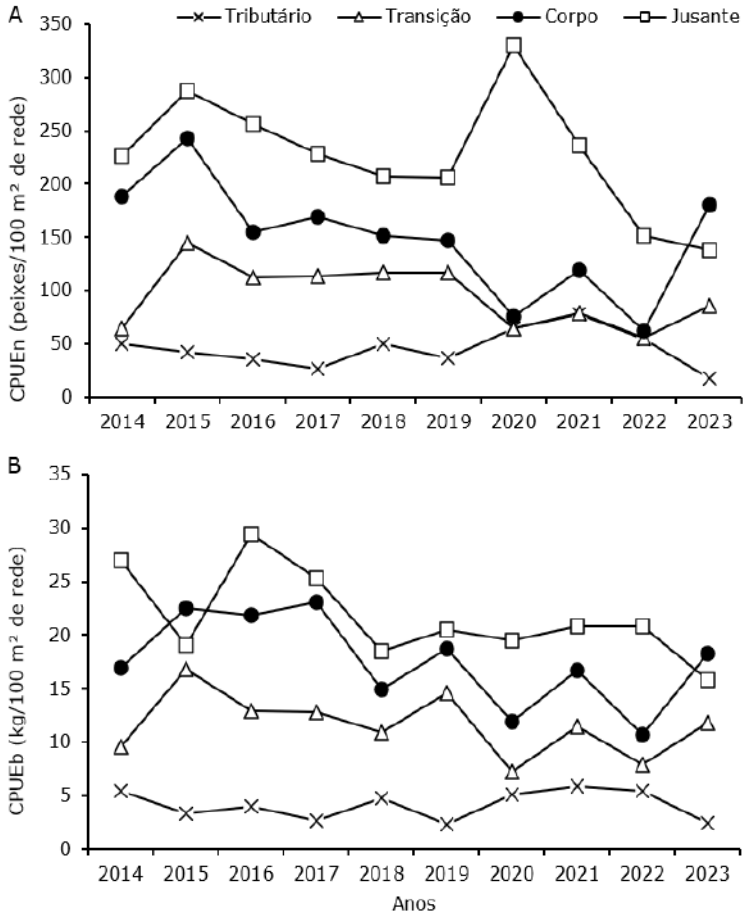


Figura 6.14. Captura por unidade de esforço em número (CPUEn) (A) e biomassa total (CPUEb) (B) de peixes capturados na área de influência da UHE Machadinho entre 2014 e 2023.

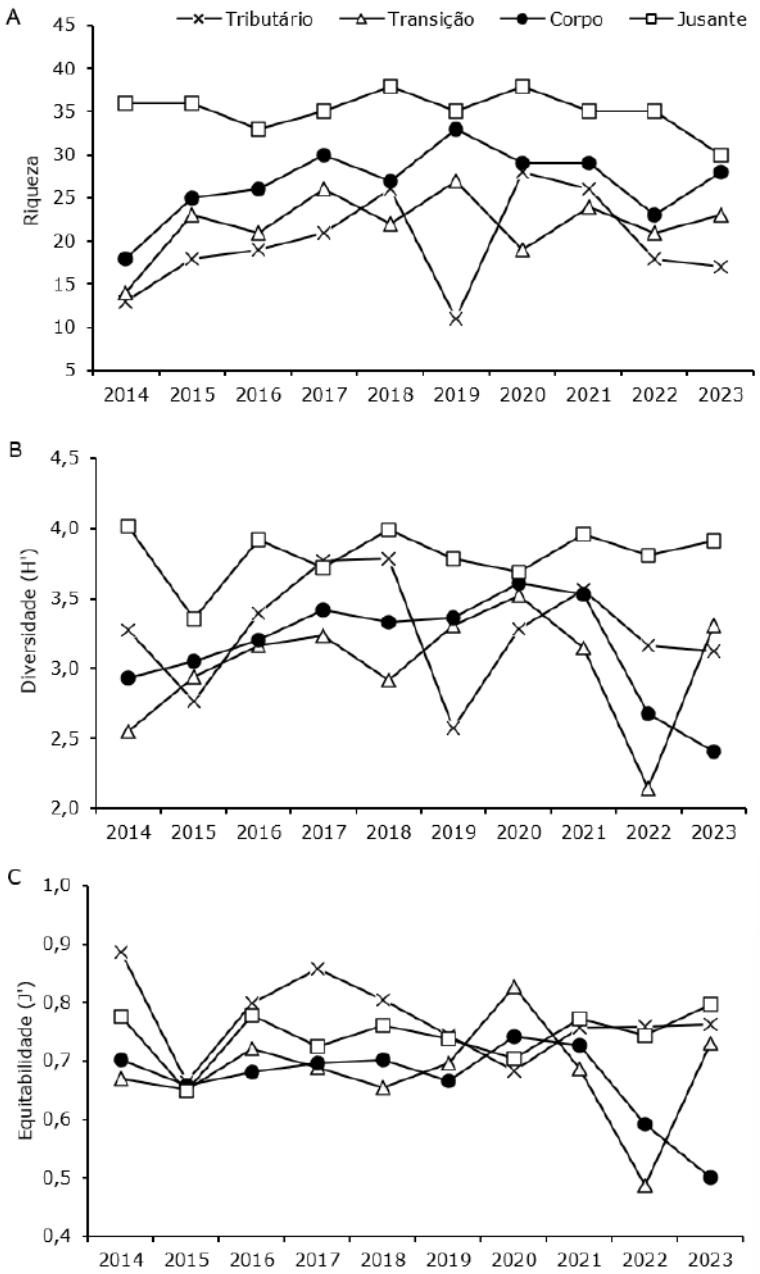


Figura 6.15. Caracterização da estrutura da comunidade através dos descritores ecológicos riqueza de espécies (A), diversidade de Shan-non-Wiener (B) e equitabilidade de Pielou (C) da ictiofauna capturada nos diferentes ambientes da área de influência da UHE Machadinho entre 2014 e 2023.

Em relação às amostragens de ictioplâncton, foram capturados 386 ovos e 367 larvas no período (Figura 6.16A). Espacialmente, a maior abundância de organismos (258 ovos e 126 larvas) ocorreu no tributário localizado a jusante da barragem (rio Ligeiro). A menor captura ocorreu no ambiente que abrange a área de transição a montante, contabilizando quatro ovos e 28 larvas. Temporalmente, a distribuição de ovos e larvas apresentou uma forte variação (Figura 6.16B). A maior abundância de ovos (98) ocorreu no ano de 2023 e a de larvas (60) foi em 2015. As menores abundâncias ocorreram em 2016 e 2019 para ovos (um em cada ano), e em 2018 para as larvas (9).

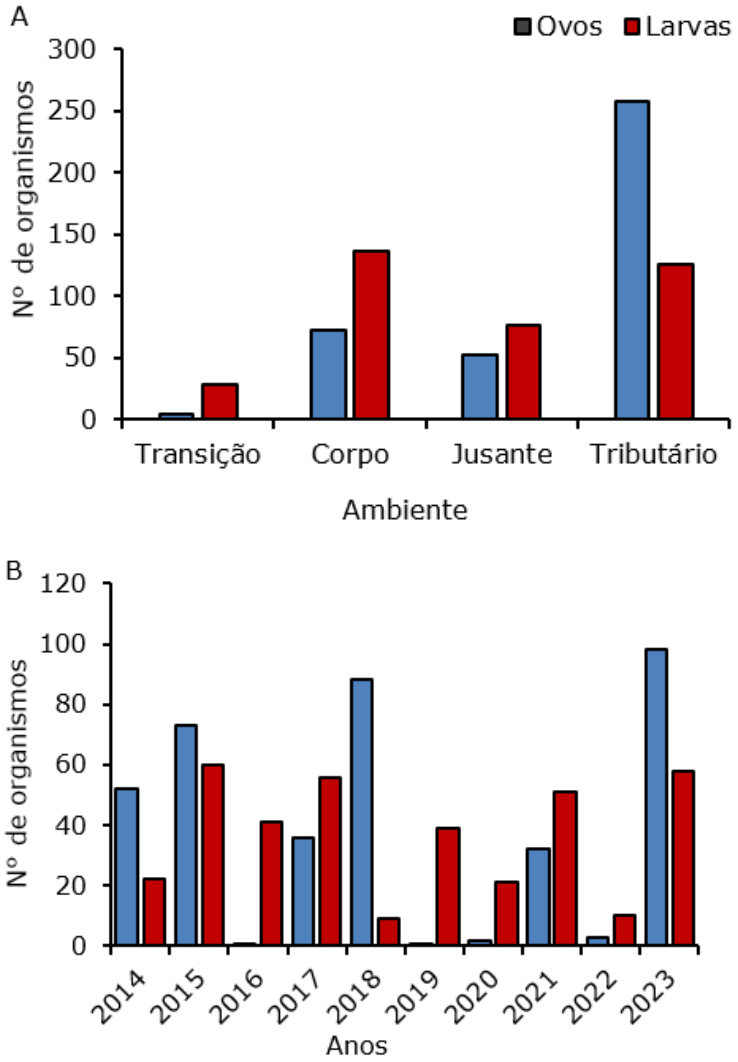


Figura 6.16. Variação espacial (A) e temporal (B) do número de ovos e de larvas de peixes na área de influência da UHE Machadinho entre 2014 e 2023.

As larvas pertenceram a 19 espécies e a 13 táxons identificados até o nível de ordem ou gênero. As espécies capturadas são consideradas de pequeno e médio porte, como *Astyanax* gr. *scabripinnis*, *Piabarchus stramineus, A. lacustris* e *S. nasutus.* Ovos e larvas de migradores não foram capturados no período.

A atividade de pesca nos munícipios do entorno do reservatório da UHE Machadinho é essencialmente artesanal, na qual são utilizadas embarcações de pequeno porte e empregadas redes de emalhe e linha-de-mão. O levantamento da produção pesqueira contou com uma colaboração anual de 40 (2017) a 28 (2023) pescadores que repassaram suas informações de captura. Nos últimos 10 anos, a produção pesqueira seguiu um ciclo de aumento e redução (Figura 6.17). Em 2017, a captura total atingiu um pico de 5,6 t de peixes, impulsionado por mais eventos de pesca (544) e pescadores atuantes (40). Com a pandemia da Covid-19, o número de pescadores que atuaram na atividade reduziu, chegando a 25 pescadores em 2021. Entretanto, o rendimento pesqueiro aumentou a partir de 2021, evidenciado por um aumento na captura total e na CPUE, ou seja, um número menor de pescadores

atuando em um número menor de eventos de pesca foi capaz de produzir mais pescado.

Na composição da pesca, foram registradas 19 morfoespécies, com maior participação de cascudos (23%; espécies do gênero *Hypostomus*, *L. anus* e *P. obscurum*) na biomassa total e contribuição equitativa das carpas (12 %; *H. nobilis*, *C. idella* e *C. carpio*), traíras (11 %, *H. malabaricus* e *H. lacerdae*) e jundiá (10%; *R. quelen*) (Figura 6.18). As espécies migradoras contribuíram com 3 % da biomassa total capturada, e foram representadas por *S. brasiliensis*, *P. lineatus*, *M. obtusidens* e *S. scriptum*.

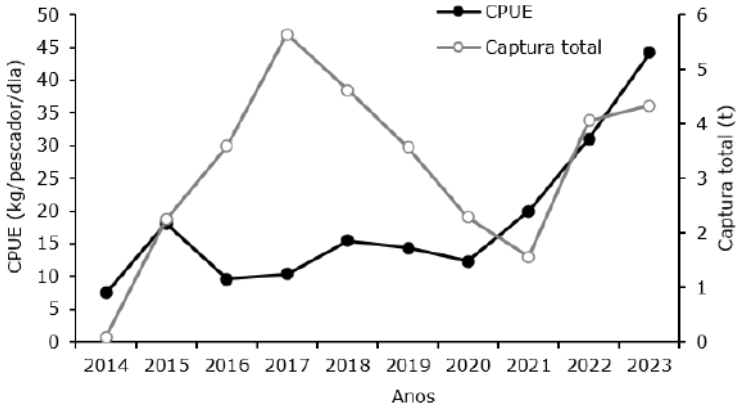


Figura 6.17. Produção pesqueira do reservatório da UHE Machadinho entre 2014 e 2023, expressa em captura por unidade de esforço em biomassa (CPUE) e captura total.

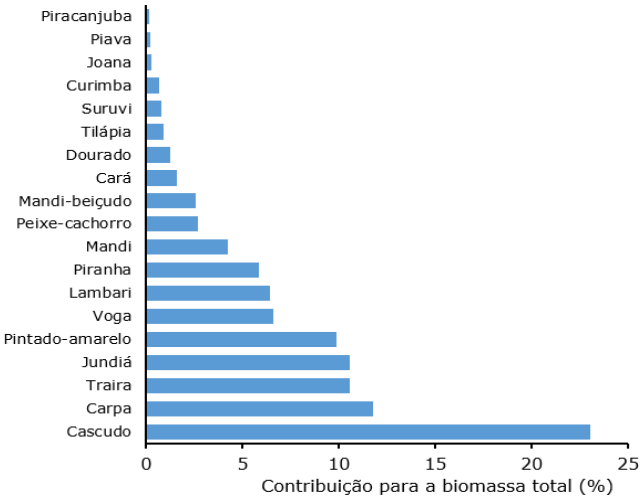


Figura 6.18. Contribuição das morfoespécies para a biomassa total capturada no reservatório da UHE Machadinho entre 2014 e 2023.

Em relação a avaliação do sucesso do programa de estocagem experimental, entre 2018 e 2019 foram obtidas amostras de apenas dois *P. lineatus*. A análise da nadadeira em microscópio mostrou que não havia marcas de alizarina, portanto os peixes capturados não foram provenientes do programa. Com a adoção do método molecular, até o momento foram coletados dos juvenis destinados ao programa de estocagem experimental fragmentos de 54 nadadeiras de *M. obtusidens*, 79 de *P.*

lineatus, 55 de *S. brasiliensis* e 77 de *S. scriptum*, totalizando 265 amostras. Para a caracterização genética do plantel de reprodutores, foram coletadas 501 amostras entre 2014 e 2023, sendo 89 amostras de *B. orbignyanus*, 88 de *M. obtusidens*, 88 de *P. lineatus*, 48 de *S. brasiliensis* e 154 de *S. scriptum*. Em 2022 e 2023 foram obtidas 20 amostras de nadadeiras por pescadores ribeirinhos, sendo cinco de *B. orbignyanus*, duas de *M. obtusidens*, sete de *P. lineatus*, três de *S. brasiliensis* e três de *S. scriptum*.

Devido a elevada quantidade de amostras de nadadeiras, as análises moleculares vêm sendo realizadas progressivamente. Para a *M. obtusidens* foram analisadas 24 de juvenis da estocagem experimental, uma da produção pesqueira da UHE Machadinho e seis de reprodutores. A amostra coletada na área da UHE Machadinho não apresentou relacionamento de parentesco com as amostras da estocagem experimental nem com os reprodutores. Para *B. orbignyanus* foram analisados 75 reprodutores, oito peixes capturados no reservatório da UHE Machadinho (dois oriundos do monitoramento da ictiofauna e seis de pescadores da produção pesqueira) e 18 amostras de estocagem. Todas estas amostras apresentaram elevada relação de parentesco, ou seja, são de meio-irmãos ou irmãos-completos das amostras analisadas da estocagem experimental, e/ou proles de reprodutores do LAPAD (Figura 6.19). Esse resultado indica que a pesca de *B. orbignyanus* foi resultado de estocagens experimentais realizadas em anos passados pelo LAPAD. Em relação a *P. lineatus*, foram analisados 10 reprodutores, nove amostras de peixes capturados no reservatório da UHE Machadinho (três do monitoramento da ictiofauna e seis da produção pesqueira) e 27 amostras de estocagem experimental. Das amostras de peixes capturados no reservatório, nenhuma apresentou relação de parentesco em comparação com as amostras de estocagem experimental e de reprodutores analisadas. Para *S. sriptum* foram analisadas 129 amostras de reprodutores, uma amostra da pesca no reservatório da UHE Machadinho e 23 amostras de estocagem experimental. A amostra coletada apresentou elevada relação de parentesco em comparação com muitas amostras da estocagem experimental e com os reprodutores, indicando que se trata de estocagens experimentais realizadas pelo LAPAD nos últimos anos. Para *S. brasiliensis* foram analisadas nove amostras de reprodutores e 20 de juvenis da estocagem experimental. As amostras da pesca no reservatório da UHE Machadinho estão em fase de análise genética, e por isso não foram avaliadas quanto ao parentesco.

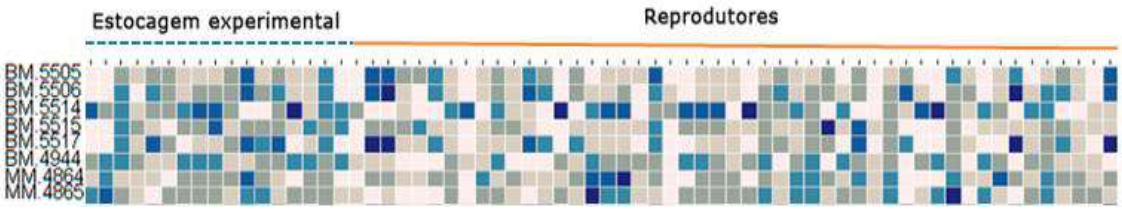


Figura 6.19. Análise de parentesco entre piracanjubas, *Brycon orbignyanus*, do programa de estocagem experimental, da produção pesqueira e do plantel de reprodutores (R). BM = Animais capturados no programa de Avaliação da Produção Pesqueira; MM = Animais capturados no Programa de Monitoramento de Ictiofauna na área de influência da UHE Machadinho. Os valores de r variam de 0,00 (rosa claro) a 1,00 (azul escuro), sendo 1,00 o valor de maior parentesco.

6.4 Considerações Finais

Entre 2014 e 2023, foram capturadas 65 espécies, majoritariamente, de pequeno e médio porte, sedentárias e residentes na região litorânea. Esta condição é observada em outros reservatórios, e denota a plasticidade comportamental de grande parte dos peixes neotropicais, que conseguem se adaptar ao represamento e completar o ciclo de vida no reservatório.

Os juvenis e adultos foram mais abundantes a jusante da barragem e no corpo do reservatório, enquanto os ovos e larvas se distribuíram no tributário, corpo do reservatório e jusante.

A análise dos descritores ecológicos demonstrou que a diversidade e a equitabilidade se mantiveram elevadas na maior parte do período, não havendo, portanto, dominância específica.

Através da estocagem experimental, mais de 18 mil peixes de cinco espécies migradoras foram estocados no reservatório da UHE Machadinho. Estes peixes foram produzidos em cativeiro sob um rigoroso controle para preservação da composição e diversidade genética das populações da bacia do alto rio Uruguai. Planejado como estratégia experimental para recomposição do estoque pesqueiro, a efetividade do programa passou a ser avaliada através de ferramentas moleculares. Neste sentido, o grau de parentesco entre os peixes destinados ao programa de estocagem experimental e os peixes capturados no monitoramento de ictiofauna e no programa de produção pesqueira foi aferido, o que mostrou que a pesca artesanal no reservatório da UHE Machadinho tem capturado peixes oriundos da estocagem experimental, das espécies *B. orbignyanus* e *S. scriptum*.

A produção pesqueira nos municípios que circundam o reservatório da UHE Machadinho seguiu um ciclo de incremento e redução nos últimos dez anos, atingindo uma captura total de 5,6 t em 2017 e de 1,6 t em 2021. A pesca artesanal, assim como outras atividades econômicas, foi severamente afetada durante a pandemia da Covid-19, entretanto, observou-se um aumento gradual no rendimento nos anos seguintes, evidenciado por uma maior captura por unidade de esforço.

As atividades desenvolvidas no programa de monitoramento de ictiofauna atenderam a condicionante 2.1 da licença de operação, e os resultados apresentados no presente relatório consolidam as informações encaminhadas anualmente ao órgão ambiental responsável.

6.5 Salvamento e Resgate da Ictiofauna

6.5.1 Introdução

As atividades de resgate e salvamento da ictiofauna são realizadas na UHE Machadinho desde o ano de 2002, com o objetivo de promover o salvamento de peixes a jusante do empreendimento, nas manobras de despacho para geração de energia e manobras do vertedouro. O perímetro inspecionado estende-se do eixo do barramento até a foz do rio Ligeiro, no rio Uruguai (limite estipulado pela Portaria Ibama nº 92, de 23 de novembro de 2000).

6.5.2 Atividades Desenvolvidas

As vistorias são realizadas diariamente, sendo que, havendo necessidade de mudanças no despacho de geração para atendimento do Operador

Nacional do Sistema (ONS), pode ser realizada mais de uma inspeção no mesmo dia, independente do dia da semana.

O perímetro vistoriado é dividido em 07 trechos, de modo a facilitar a identificação do local da ocorrência. Os trechos são divididos de acordo com as características fisionômicas do ambiente, conforme descrito abaixo:

- Trecho 01: em frente aos túneis de desvio do rio Inhandava;
- Trecho 02: em frente ao canal de fuga;
- Trecho 03: em frente ao vertedouro;
- Trecho 04: ilha de rochas em frente ao vertedouro;
- Trecho 05: entre o vertedouro e a antiga balsa;
- Trecho 06: entre a antiga balsa e as corredeiras;
- Trecho 07: entre as corredeiras e a foz do rio Ligeiro.

A Figura 6.20 apresenta os trechos vistoriados diariamente a jusante do empreendimento.



Figura 6.20. Trechos vistoriados à jusante.

Quando constatada uma ocorrência, é gerado um Registro de Ocorrência Envolvendo a Ictiofauna (RO 05), no qual são informados os seguintes aspectos: local do registro, espécie e quantidade dos animais envolvidos e provável causa, incluindo casos de resgate, salvamento, injúrias e perecimento de animais. Posteriormente, são definidas as medidas a serem adotadas para mitigar ou evitar futuras ocorrências.


Figura 6.21. Trecho vistoriado na jusante da UHE Machadinho.


Figura 6.22. Trecho vistoriado na jusante da UHE Machadinho.

6.5.3 Resultados

No ano de 2023 foram realizadas 175 vistorias nos trechos indicados e registradas 26 ocorrências de perecimento, envolvendo um peso total de 130,29 kg das espécies lambari, pintado-amarelo, mandi-beiçudo, piranha, jundiá, cascudo, peixe cachorra, piava e carpa capim. Esse quantitativo abrange ocorrências nas áreas de jusante, tomada d'água e casa de máquinas da UHE Machadinho. Ressalta-se que no item 6.7 são apresentadas informações acerca do Parecer Técnico de Avaliação Quantitativa da Espécie *Pimelodus maculatus*.

Ainda, é importante mencionar que, durante a execução dos resgates de ictiofauna são mantidos todos os cuidados ambientais e de segurança das equipes visando maximizar a eficiência do processo. Como resultado, ao longo do ano de 2023 chegou-se ao total de 187,42 kg de peixes resgatados vivos.

6.6 Proteção à Ictiofauna - Desenvolvimento de Técnicas de Controle e Estudos de Espécie *Pimelodus maculatus* no Tubo de Sucção e Jusante da UHE Machadinho

6.6.1 Escopo do Projeto

Motivados pela necessidade de busca por alternativas tecnológicas e estudos para monitorar, compreender e evitar a entrada de peixes através do tubo de sucção da UHE Machadinho - demanda constante do Ofício nº42/2018/NLA-RS/DITEC/SUPES-RS-IBAMA, como de conhecimento do Ibama, foi iniciado em Junho/2019 o projeto de P&D intitulado "Proteção à Ictiofauna – Desenvolvimento de técnicas de controle e estudos da espécie *Pimelodus maculatus* no tubo de sucção da UHE Machadinho", com duração aproximada de 48 meses – término previsto para Junho/2024. O projeto é desenvolvido por uma equipe multidisciplinar das áreas de meio ambiente, operação e manutenção, além de especialistas da UFSC/LAPAD, da Start-up brasileira ID-Subsea e da empresa polonesa Procom System.

O Projeto possui basicamente três linhas de atuação com foco na espécie de maior incidência na região, o *Pimelodus maculatus* (pintado-amarelo), sendo: (1) pesquisa da espécie, considerando: estudo de abundância a jusante da Usina; conhecimento sobre as causas de ocorrências na Usina; avaliação da diversidade genética; desenvolvimento de ensaio molecular para identificação do sexo; e elaboração do protocolo de crioconservação de sêmen; (2) instalação de sonar na saída do tubo de sucção e desenvolvimento de um software de inteligência artificial para quantificação, em tempo real, dos peixes no local, em tempo real; e (3) instalação de barreira de repulsão de peixes na saída do tubo de sucção da Unidade Geradora 3 da UHE Machadinho.

6.6.2 Síntese dos Resultados Alcançados- Junho/2019 até Março/2024

6.6.2.1 Pesquisa da Espécie Alvo- *Pimelodus maculatus*

Essa linha de atuação do Projeto foi conduzida pelo Laboratório de Biologia e

Cultivo de Peixes de Água Doce – LAPAD, vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, o qual estava autorizado a realizar as pesquisas por meio da Autorização para Atividades Com Finalidade Científica nº 70928-1 emitida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, a qual foi revalidada pela Autorização nº 70928-2.

O estudo estava focado em investigação ampla e com metodologias inovadoras, centrada na principal espécie de peixe afetada pelo despacho de geração da UHE Machadinho: o pintado-amarelo (*Pimelodus maculatus*). As análises permitirão elencar indicadores que possam antever situações de maior probabilidade de presença de peixes, seja com o monitoramento prévio ou com a detecção de peixes em tempo real por um sonar, além de propor medidas mitigadoras, utilizando dados moleculares para construir cenários futuros sobre a variabilidade genética de *P. maculatus*. A validação desses dados busca obter informações seguras para nortear o despacho de geração de energia com a menor interferência possível na comunidade de peixes existente a jusante da UHE Machadinho.

A seguir é possível verificar a síntese dos resultados alcançados nesta linha de pesquisa:

Etapa 1. Estudo da abundância do pintado-amarelo a jusante da UHE Machadinho

1. A partir dos dados obtidos em três campanhas de coleta piloto (julho, agosto e setembro/2019), foram definidos os petrechos de pesca e pontos amostrais para o monitoramento da abundância do pintado-amarelo no entorno do canal de fuga da UHE Machadinho.

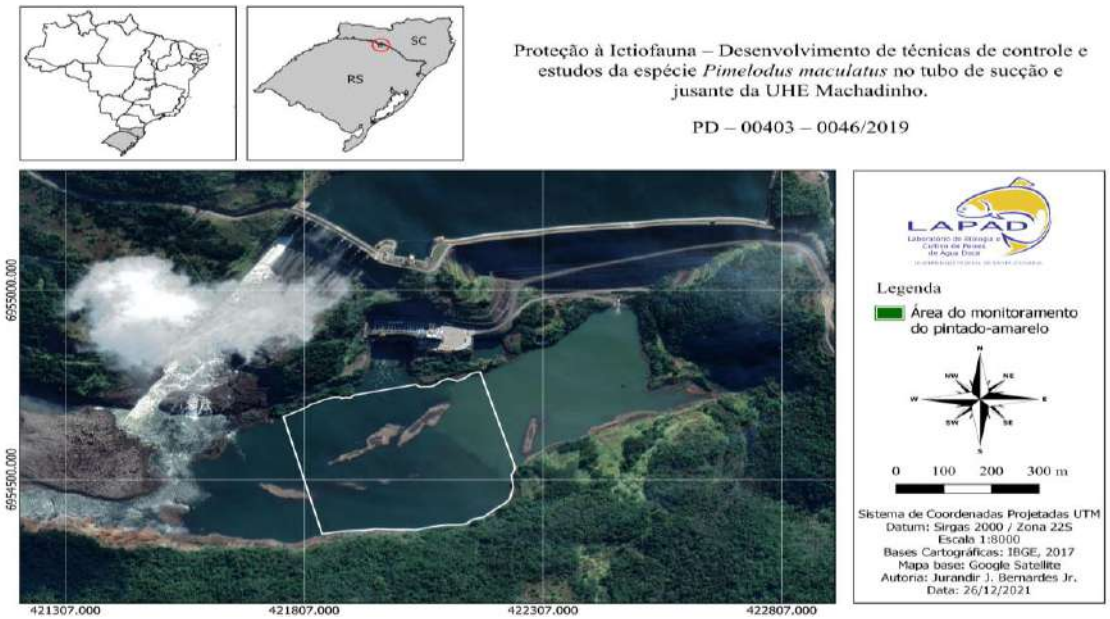


Figura 6.23. Mapa da área do monitoramento do pintado-amarelo, localizada no entorno do canal de fuga da UHE Machadinho.

2. Foram realizadas 18 campanhas do monitoramento periódico (outubro/2019 a agosto/2021), nas quais foram coletados um total de 403 exemplares de pintado-amarelo e registrados dados de qualidade de água.

3. Os dados de captura foram modelados para identificar quais variáveis ambientais e operativas da usina que poderiam explicar a variação da abundância do pintado-amarelo. Das 28 variáveis testadas, a estação do ano, a condutividade elétrica da água, a precipitação acumulada de 30 dias e a vazão afluente explicaram 93 % dos desvios.

4. Houve maior presença de peixes durante o inverno, em condição de baixa condutividade elétrica da água (< 35 µS/cm), com precipitação mensal acumulada variando entre moderada e elevada (> 100 mm³) e com vazão afluente inferior a 600 m³/s.

5. Foram acompanhados os quatro ensaios de eficiência da barreira de repulsão de peixes, nos quais a equipe realizou a contabilização dos peixes resgatados no interior do tubo de sucção e poço de esgotamento, realizou o manejo dos peixes e orientou a equipe da usina nos procedimentos de resgate visando o bem-estar dos peixes.

Etapa 2: Identificação das causas de ocorrência com o pintado-amarelo

1. A partir de revisão bibliográfica e coleta de amostras *in situ,* foram definidos os protocolos para coleta, processamento e análise de tecidos e sangue do pintado-amarelo para definição das causas de ocorrência no processo de geração da usina hidrelétrica.

2. De setembro/2019 a agosto/2021 foram necropsiados e coletadas amostras de tecido e sangue de 43 exemplares de pintado-amarelo perecidos.



Figura 6.24. Vistoria do canal de fuga da UHE Machadinho durante manobra operacional de unidade geradora.



Figura 6.25. Necropsia realizada nos peixes coletados.

3. As necropsias evidenciaram uma série de alterações nos tecidos, compatíveis com barotrauma, traumatismo por impacto mecânico e lesões por supersaturação gasosa na água. Os achados de necropsia mais frequentes foram a ruptura da bexiga natatória (91 %), a hemorragia abdominal (74 %) e o abdômen distendido (65%).

4. Os cortes histológicos de brânquias evidenciaram a incidência de hiperplasia, descolamento do epitélio lamelar e telangiectasia nos peixes afetados

pelas manobras operacionais. No fígado e baço destacaram-se a presença de veias congestionadas e hemorragia.

5. As concentrações de cortisol e glicose reduziram e o lactato não se alterou nos peixes afetados pelas manobras, indicando que a hemorragia impossibilitou a ativação das respostas fisiológicas ao estresse.

6. Nos peixes afetados pelas manobras houve um aumento significativo nos níveis de TBARS no fígado e cérebro, no conteúdo de proteínas carboniladas nas brânquias e no fígado, bem como uma redução na atividade catalase no cérebro.

7. Foi realizado um treinamento com a equipe da usina sobre como proceder o registro fotográfico dos peixes encontrados perecidos, para auxiliar na identificação das possíveis causas.

Etapa 3. Avaliação da diversidade genética do pintado-amarelo

1. Foi realizada a extração e sequenciamento do DNA de amostras para a análise de *barcoding*, a qual evidenciou que a espécie pintado-amarelo que ocorre na bacia do rio Uruguai compõe uma única linhagem molecular, indicando que se trata de uma única espécie.

2. O Estudo da diversidade genética histórica utilizando o marcador mitocondrial *Dloop* indicou que as populações de pintado-amarelo do rio Uruguai apresentam compartilhamento de haplótipos, sem um padrão definido de estrutura ou separação.

3. As análises de microssatélites das amostras de DNA permitiram avaliar a estrutura e a diversidade genética espacial e temporal (espaço-temporal), além de investigar algum tipo de organização genética durante o período reprodutivo. Até 2010 os resultados não indicaram estruturação genética entre as populações delimitadas pelos barramentos. Após 2011, houve discreta estrutura genética, resultado do isolamento reprodutivo.

4. O estudo do genoma para a identificação molecular do sexo do pintado-amarelo foi uma inovação metodológica na temática da sexagem em peixes Neotropicais e forneceu insights sobre o sistema de determinação sexual desta espécie, além de ter produzido uma grande quantidade de dados genômicos que poderão ser utilizados em futuras investigações.

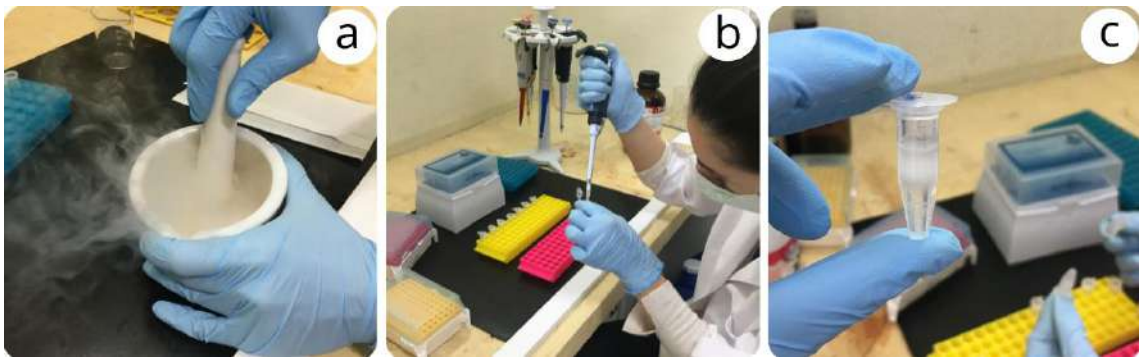


Figura 6.26. Etapas da extração de DNA. Maceração com nitrogênio líquido (a), retirada do sobrenadante (b), e precipitação do DNA (c).

Etapa 4. Desenvolvimento protocolo de criocon-servação de sêmen

1. De dezembro/2020 a setembro/2021 foram realizadas quatro campanhas de captura de reprodutores selvagens de pintado-amarelo, tendo capturado 81 exemplares. Adicionalmente, foram utilizados no estudo 53 peixes provenientes de reprodução em cativeiro.

2. Dos 134 peixes preparados para o estudo, 13 eram machos e apenas três apresentaram testículo maduro, inviabilizando parte dos experimentos propostos.

3. Foram testadas três soluções crioprotetoras no congelamento do sêmen e os resultados de motilidade dos espermatozoides indicaram a necessidade de ajustes nas proporções e concentrações das soluções.



Figura 6.27. Etapas do método de extração do sêmen por compressão dos fragmentos dos testículos. As franjas são picotadas e inseridas dentro de uma seringa e levemente pressionadas com o embolo contra uma malha de 250 µm.

6.6.2.2 Instalação de Sistema de Sonar e Desenvolvimento de Software de Inteligência Artificial

Essa linha de atuação do Projeto está sendo conduzida pela Start-up ID Subsea, atuante no mercado petrolífero, com o desafio de instalação de sistema de sonares no tubo de sucção da Usina com cabeamento até sua sala de controle para disponibilização de imagens em tempo real, além do desenvolvimento inédito de software de inteligência artificial (I.A.) para quantificação de peixes na região.

A solução busca processar, através de visão computacional, imagens acústicas, que serão geradas por sonares do tipo multifeixe, de operação em tempo real. A acurácia desta aplicação deve ser implementada e refinada por meio de técnicas de *machine learning*.

Em julho/2019 as obras no tubo de sucção foram iniciadas para fixação dos sonares em cada ramificação (2 locais), com duração de 25 dias.



Figura 6.28. Fixação da base para instalação do Sonar.



Figura 6.29. Sonar instalado.



Figura 6.30. Detalhe do Sonar.



Figura 6.31. Tubo de Sucção.

Após o processo de instalação, o desenvolvimento do software foi iniciado e foram obtidos avanços significativos para alcance do objetivo principal de quantificação dos peixes no local: definição de banco de dados para o projeto e armazenamento de imagens (MySQL); após a conclusão da instalação dos sonares iniciou-se a coleta de imagens necessárias para os experimentos de tratamento de imagem, como filtragem e realce de informações, que permitiram o início do desenvolvimento da solução proposta; parte dos dados foi convertida para vídeo para serem utilizados nos testes de visão computacional que permitiram a análise dos benefícios da manipulação de imagens estáticas (frame a frame), em comparação ao tratamento de vídeos; realizados experimentos de aplicação de filtros para tratamento das imagens acústicas, já obtidas em campo, sendo o filtro bilateral o de melhores resultados visuais quando comparado aos demais avaliados, onde realizou a suavização da imagem, mas preservando as bordas e contornos.

A utilização do KIT SDK do fabricante se fez inviável, e a equipe de desenvolvimento optou pela segmentação e desenvolvimento de algoritmo a parte do software de operação dos sonares. Portanto, o algoritmo batizado de PISCIS_V1, utiliza apenas as imagens em tempo real geradas pelo software de operação dos sonares, contudo roda a parte como aplicação alheia ao software Tritech (Fabricante dos sonares).

Após aplicação de uma série de operadores morfológicos descritos em relatórios de desenvolvimento, obteve-se um resultado significativo na marcação dos

respetivos alvos (peixes) nas imagens acústicas. As marcações, em outras palavras, alimentam rede neural com elementos de interesse e ressalta as diversas características que devem ser interpretadas. Desta forma, aumenta-se a probabilidade de que somente os peixes sejam identificados e previne que demais objetos e ruídos sejam classificados erroneamente. A marcação prévia dos peixes presentes em cada imagem serve também como um parâmetro para a avaliação do reconhecimento implementado.

Pós processo de marcação e início das etapas de aprendizagem do software, deu-se também início a implementação ao algoritmo de códigos estruturados para rastreamento dos elementos de interesse, presente nas imagens acústicas. A análise aprofundada do processo de formação das imagens acústica junto a identificação da estrutura do tubo de sucção permitiu uma subdivisão adequada das imagens acústicas em diferentes zonas. Devido a forma de emissão angulada das ondas de ultrassom, todos os registros apresentam o mesmo padrão de distribuição onde a região superior da imagem representa áreas mais distantes do sonar, sendo, portanto, mais profundas no tubo de sucção.

Ademais, a fragmentação dos registros acústicos viabiliza pré-processamento otimizado das características de cada zona, como por exemplo o nível de ruído não relevante. A variação dos tratamentos aplicados permite que a identificação dos peixes possa ser realizada com maior acurácia, influenciando também nos resultados obtidos após a aplicação do código de *tracking*.

Por questões de alto consumo de processamento, decidiu-se alterar as técnicas de *Machine learning* e adotar o método *Deep learning*, no que tange ao aprendizado autônomo e reconhecimento de padrões a partir de dados previamente apresentados. O padrão de rede neural *U-net* adotado nas técnicas de *deep learning*, apresenta melhor performance, em relação a velocidade de processamento.

A máquina (PC) de operação definitiva do algoritmo PISCIS_V1 foi disponibilizada à UHE Machadinho em Fev/21. Entre os dias 16/06/2021 e 21/06/2021, foram realizados testes com barreira elétrica desligada e ligada, para avaliar o desempenho do algoritmo de identificação e contagem de peixes. Para ambos os testes, houve a parada da Unidade Geradora por 24 horas, realizando-se após esse período a drenagem e contagem manual do número de espécimes. Os resultados da contagem automática pela solução e algoritmo de inteligência e a contagem manual estão presentes na Tabela 6.5, assim como a efetividade da solução.

Tabela 6.5. Resultados obtidos quanto a detecção dos peixes em testes na usina.

	CONTAGEM MODELO NEURAL	CONTAGEM MANUAL	EFETIVIDADE
BARREIRA ELÉTRICA DESLIGADA	2253	8208	27,4%
BARREIRA ELÉTRICA LIGADA	424	694	61,0%

Por meio das gravações do sonar que foram obtidas ao longo dos testes, foi possível identificar os possíveis problemas relacionados aos valores discrepantes de efetividade obtidos na validação de treinamento da solução.

O primeiro ponto levantado foi o dimensionamento de algumas marcações

que o modelo neural acabou identificando como um único peixe. Foi possível avaliar a presença de uma mancha de movimentação relativamente grande no sonar e, realizando a ampliação e mensuração, constatou-se que o achado tem cerca de 1,8 metros em sua maior extensão. Considerando que não foram registrados espécimes deste comprimento durante os resgates, concluiu-se que cardumes de peixes foram mensurados de forma única pelo algoritmo.

Após a realização de ajustes do algoritmo, foram realizados novos testes e alterações com a utilização dos vídeos gravados nos testes de efetividade para o aumento da precisão do *software*. Os resultados estão apresentados na Tabela 6.6.

Tabela 6.6. Resultados obtidos quanto a detecção dos peixes em testes na usina após os ajustes no modelo.

	CONTAGEM MODELO NEURAL	CONTAGEM MANUAL	EFETIVIDADE
BARREIRA ELÉTRICA DESLIGADA	4650	8208	56,6%
BARREIRA ELÉTRICA LIGADA	558	694	80%

Pode-se constatar significativa melhora na identificação e contagem dos peixes pela solução após o ajuste modelo, reconsiderando-se o tamanho dos achados. A efetividade do teste com barreira desligada passou de 27% para 56%, e com barreira ligada melhorou de 61% para 80%.

Esse avanço na efetividade da solução reflete a capacidade de evolução do algoritmo, bem como cabe destacar que inicialmente os *labels* foram marcados manualmente pela equipe de desenvolvimento do software, sem experiência absoluta de compreender quando poderia haver mais de um único peixe em agrupamento. Além disso, o treinamento da rede foi baseado em identificação de peixes na imagem no sonar e não houve avaliação anterior a respeito do número de peixes já no canal justamente por não haver tais dados para análise.

Pós ajustes promovidos e, mediante análises da equipe, a versão atual do algoritmo instalado opera em fase de teste de forma autônoma e contabiliza os alvos de interesse dentro da efetividade idealizada e estimada acima de 80%. Em adicional, o *Software* PISCIS indica em tempo real, nível de atividade para as zonas monitoradas, além de informar estimativa de biomassa presente no tubo de sucção (ambos os lados), de acordo com a equação de regressão linear implantada. Na atual versão, a interface de uso disponível tem a seguinte interface de uso (Figura 6.32).



Figura 6.32. Tela de interface de uso, Software Piscis V1.1.

No ano de 2022 foi finalizada a comunicação entre o sonar e o sistema supervisório da Usina, bem como realizada a atualização de software e hardware do sonar, devido ao bloqueio da sonda de medição de velocidade do som na água em função da incrustação de mexilhão dourado no sensor.

Cabe citar que, tal alteração demandou novo aprimoramento de imagens e contagens, trabalho este realizado no decorrer do ano de 2023. Tendo como meta a realização de ensaio de eficiência em aproveitamento da inspeção quatrienal da Unidade Geradora em maio/23, novos problemas foram detectados – identificação errônea de objetos, e, consequentemente, o travamento por alto processamento. Após estas constatações foi retomado o trabalho de aprimoramento de IA e mapeados novos ensaios de eficiência do sistema de detecção de peixes para o ano de 2024.

Em janeiro de 2024, durante os preparativos para o ensaio de eficiência foi identificada a inoperância do sonar. Diante deste novo fato e da relevância inovadora da iniciativa, prevê-se realizar verificação *in loco* (tubo de sucção) ainda no ano de 2024 para identificação e correção de falhas, para posterior realização de novas avaliações de eficiência da inteligência artificial.


Figura 6.33. Detalhe do sensor com incrustação do mexilhão.

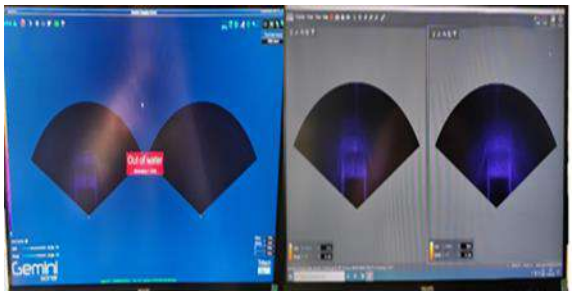


Figura 6.34. Imagem esquerda mostra o sonar inoperante e a imagem direita o sonar operando normalmente após a atualização.

6.6.2.3 Instalação de Barreira Elétrica

Essa linha de atuação do Projeto foi conduzida pelo fornecedor Polonês Procom System, com o desafio de instalação de eletrodos nas saídas do tubo de sucção da Usina com cabeamento até o painel de controle no seu piso térreo. Até o ano de 2018, esse fornecedor não tinha experiência prática na instalação deste tipo de equipamento em Usinas Hidrelétricas Brasileiras, sendo sua primeira experiência em Usina no rio Teles Pires, onde foi realizada visita técnica para verificar o projeto e a realidade local.

Em julho/2019, no mesmo período da instalação dos sonares, as obras no tubo de sucção foram iniciadas para fixação dos eletrodos na saída do tubo de sucção da Usina (Figura 6.35 e Figura 6.36).

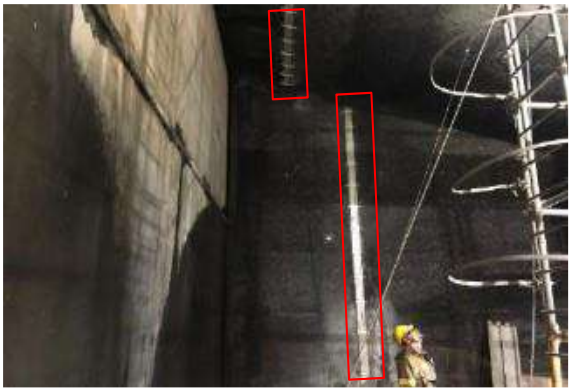


Figura 6.35. Vista dos eletrodos fixados.

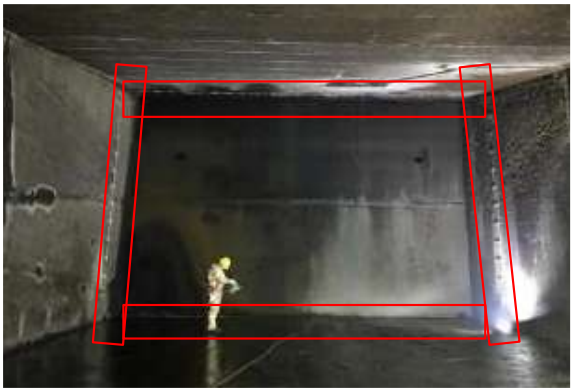


Figura 6.36. Visão das ramificações do tubo de sucção.

6.6.2.3.1 Testes de Efetividade da Barreira Elétrica

Após a instalação da barreira elétrica, conforme previsto contratualmente, foram realizados efetivamente 4 (quatro) testes de efetividade, buscando a eficiência de 85% indicada pela proponente do projeto. Cabe ressaltar que o primeiro teste não foi realizado pois ocorreram problemas na vedação da comporta de jusante, impossibilitando o esgotamento total do Tubo de Sucção da Unidade Geradora. Assim, conforme informado ao Ibama em reunião virtual realizada no dia 19 de fevereiro de 2021, CE-EBE-UHMA-0008/2021-V.1 e e-mail no dia 17 de maio de 2021, o último teste de efetividade foi realizado em junho de 2021.

Os testes tiveram duração de 6 (seis) dias cada e contaram com o envolvimento de uma equipe de 25 (vinte e cinco) colaboradores da Engie Brasil Energia, equipe de resgate de ictiofauna e representante da Procom System. De maneira geral, a partir das discussões no âmbito do grupo multidisciplinar e considerando condições operacionais atípicas da Usina, adotou-se o seguinte protocolo para os testes:

Barreira Elétrica DESLIGADA:

Dia 1- Unidade Geradora parada ou em compensador síncrono pelo período de 24 horas, criando cenário para aproximação dos peixes. Monitoramento em paralelo dos

peixes no canal de fuga com sonar para quantificar categoricamente a população no momento dos testes.

Dia 2- Procedimento de drenagem total da unidade geradora, com inserção das comportas de sucção (jusante) e tomada de água (reservatório). Isso propicia o resgate e a contagem de peixes no interior do tubo de sucção.

Dia 3- Resgate dos peixes no poço de esgotamento e disponibilização da unidade geradora para despacho do ONS e para o SIN.

Barreira Elétrica LIGADA:

Dia 4- Unidade Geradora parada ou em compensador síncrono pelo período de 24 horas, criando cenário para aproximação dos peixes. Monitoramento em paralelo dos peixes no canal de fuga com sonar para quantificar a população no momento dos testes.

Dia 5- Procedimento de drenagem total da unidade geradora, com inserção das comportas de sucção (jusante) e tomada de água (reservatório). Isso propicia o resgate e a contagem de peixes no interior do tubo de sucção.

Dia 6- Resgate dos peixes no poço de esgotamento e disponibilização da unidade geradora para despacho do ONS. No quadro abaixo é possível verificar a data dos testes, range de operação da barreira elétrica e resultados alcançados em termos de eficiência.

Tabela 6.7. Resultados dos testes de eficiência da barreira elétrica.

TESTES REALIZADOS	POTÊNCIA DE OPERAÇÃO DA BARREIRA	EFICIÊNCIA ATINGIDA
TESTE 1- Agosto/2019	-	-
TESTE 2- 23 a 28/11/19	~35%	51,5%
TESTE 3- 25 a 30/01/20	~90%	89,8%
TESTE 4- 14 a 19/03/20	~90%	91,3%
TESTE 5- 16 a 21/06/21	~90%	93,8%

Com a realização dos testes ocorreram perecimentos de peixes que adentraram o tubo de sucção, sendo a principal causa *mortis* associada aos procedimentos operacionais realizados. Segue tabela resumo das quantidades envolvidas, as quais já foram computadas e apresentadas nos relatórios anuais dos programas socioambientais anteriores (anos de 2019, 2020 e 2021), sendo que as medidas compensatórias também já foram realizadas e quitadas.

Tabela 6.8. Quantidades de peixes vivos e perecidos nos testes de eficiência.

	Ano 2019	Ano 2020	Ano 2021	Total
	1 Teste de Eficiência da Barreira	2 Testes de Eficiência da Barreira	1 Teste de Eficiência da Barreira	
Peixes Vivos				
Biomassa (Kg)	453,06	145,03	348,79	946,88
Peixes Perecidos				
Biomassa (Kg)	321,11	389,76	31,37	742,24

No ano de 2022, durante parada programada de manutenção da Unidade Geradora, foi realizada inspeção na barreira de repulsão (Figura 6.37 e Figura 6.38) para verificação da condição atual dos eletrodos que formam o campo elétrico, a fim de definir, em conjunto com o fabricante, um planejamento de inspeções periódicas para manter as condições operacionais, bem como determinar o ciclo de substituição do equipamento.



Figura 6.37. Montagem de estrutura para inspeção.



Figura 6.38. Detalhe dos eletrodos inspecionados.

Em 2023 foram então iniciados os debates para criação do protocolo de manutenção preventiva da barreira de repulsão, no qual pretende-se abranger, principalmente, os procedimentos, periodicidades, custos e mão-de-obra envolvidos nas atividades essenciais para manutenção da eficiência do sistema.

Cabe destacar que ainda estão previstas para 2024 ações para conclusão da avaliação da alternativa de proteção à ictiofauna proposta (P&D) e definição da aplicabilidade nas demais unidades geradoras da usina, envolvendo macroetapas como continuidade no acompanhamento da eficiência do afugentamento (barreira de afugentamento), correções de falhas e quantificação de peixes no tubo de sucção (Sonar e software de IA), finalização dos procedimentos de manutenção, bem como definição dos protocolos de operação dos equipamentos citados. Importante frisar que tais resultados continuarão sendo enviados ao Ibama nos relatórios anuais dos programas socioambientais.

6.7 Parecer Técnico de Avaliação Quantitativa da Espécie *Pimelodus maculatus*

Conforme informado nos relatórios anuais dos programas socioambientais da UHE Machadinho e reuniões com o órgão licenciador (Ibama), a Engie Brasil Energia, operadora do empreendimento, e o Consórcio Machadinho, a partir de estudos realizados pela equipe de ictiofauna do Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce – LAPAD da Universidade Federal de Santa Catarina, estabeleceram um critério para avaliação do estoque pesqueiro da espécie *Pimelodus maculatus* (Pintado-amarelo), bem como de sua capacidade de regeneração, a fim de determinar a quantidade de animais cuja perda não cause alterações relevantes na biota aquática e, por conseguinte, não demanda medidas compensatórias. Cabe destacar que tal critério foi analisado pela equipe técnica do Ibama, sendo aprovado em 19 de outubro de 2021 por meio do

Parecer Técnico nº 17/2021-NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS.

Para o ano de 2023, o LAPAD concluiu em seu Parecer Técnico que "...o estoque do pintado-amarelo *Pimelodus maculatus* no reservatório de Itá não se encontra sobre explotado, sendo possível capturar no ambiente, ao longo de 2023, uma biomassa adicional de 1.714,7 kg, sem que o recrutamento da população desta espécie seja afetado".

Considerando os perecimentos ocorridos em ocorrências de manobras operacionais de geração de energia no ano de 2023 envolvendo a espécie alvo do Parecer Técnico mencionado acima (103,57 kg), não foi necessário a adoção de medidas compensatórias.

Adicionalmente, segue anexo o Parecer Técnico do LAPAD para o ano de 2024, com a seguinte conclusão: "...o estoque do pintado-amarelo, *Pimelodus maculatus*, no reservatório de Itá não se encontra sobreexplotado, sendo possível capturar neste ambiente, ao longo do ano de 2024, uma biomassa adicional de 934,4 kg, sem que o recrutamento da população desta espécie seja afetado".

.

7 MONITORAMENTO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS

7.1 Introdução

O monitoramento de macrófitas aquáticas da UHE Machadinho abrange todos os tributários e o corpo principal do reservatório, com o intuito de identificar a existência de espécies com potencial de infestação, que possam oferecer riscos ambientais e à operação da Usina.

Neste relatório são apresentadas as informações referentes ao período entre julho de 2014 e dezembro de 2023, em atendimento a condicionante 2.1 da Licença de Operação nº160/2001 – 2ª Renovação, expedida em 2014 e com validade de 10 (dez) anos.

"Executar os Programas Socioambientais abaixo e as diretrizes do Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA): Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas."

7.2 Atividades Desenvolvidas

O monitoramento de macrófitas vem sendo desenvolvido no escopo da atividade de fiscalização ambiental e sociopatrimonial da UHE Machadinho, por meio de inspeções fluviais e uso de drones.

No período entre julho de 2014 e dezembro de 2023 foram realizadas vistorias específicas com frequência trimestral, nos meses de janeiro, abril, julho e outubro visando identificar focos de proliferação.

Além disso, a equipe percorre mensalmente todo o reservatório para identificar irregularidades ambientais e sociopatrimoniais, e desta forma complementa as vistorias específicas do monitoramento de macrófitas.

7.3 Resultados

Historicamente, o reservatório da UHE Machadinho apresenta boa qualidade da água, com baixo aporte de nutrientes, apesar do intenso uso do solo na bacia.

Ainda assim, existem 03 locais onde o monitoramento de macrófitas é mais intenso devido suas características: rio Santa Cruz, rio Forquilha/Inhandava e Lageado dos Mendes, indicados na Figura 7.1.



Figura 7.1. Localização dos pontos de atenção.

No rio Santa Cruz (Figura 7.2) existe uma fábrica de celulose e outras pastas para a fabricação de papel, que lança seu efluente tratado no reservatório, motivo pelo qual o monitoramento é intensificado neste local.



Figura 7.2. Rio Santa Cruz

O rio Forquilha/Inhandava (Figura 7.3) tem a maior bacia de contribuição da área incremental da UHE Machadinho, após o rio principal – rio Uruguai. Possui área de 2400 km², com extensão de 186,9 km, drenando 13 municípios da região norte-nordeste do Rio Grande do Sul, onde destaca-se o uso do solo para atividades agrícolas. Por consequência, neste tributário, a disponibilidade de nutrientes é superior àquela verificada no reservatório, desta forma também é realizado um monitoramento intensificado.

O Lageado dos Mendes (Figura 7.4) é um pequeno corpo d'água que drena as águas da área urbana do município de Machadinho e, por conta disso, recebe maior atenção no monitoramento.



Figura 7.3. Rio Inhandava.



Figura 7.4. Lageado dos Mendes.

Apesar destas características potenciais dos tributários, no período entre julho de 2014 e dezembro de 2023 não foram identificados focos de macrófitas aquáticas em nenhum ponto do reservatório da UHE Machadinho.

Ainda assim, no final de outubro de 2023, quando foram registrados elevados índices pluviométricos na bacia hidrográfica da UHE Machadinho, que provocaram a abertura do vertedouro da UHE Campos Novos (rio Canoas a montante), a equipe de Fiscalização Ambiental observou a presença de macrófitas aquáticas da espécie *Salvinia sp.* oriundas daquele reservatório, no trecho do rio Canoas até a confluência com o rio Pelotas. Ao passar pelo vertedouro, essas plantas sofreram danos causados pela alta vazão e choque físico, conforme Figura 7.5. Como não encontraram condições ideais para desenvolvimento, logo afundaram, sendo que nas inspeções seguintes nenhum individuo foi encontrado.



Figura 7.5. Macrófitas Aquáticas encontradas a jusante da UHE Campos Novos.

7.4 Considerações Finais

A proliferação de macrófitas aquáticas está diretamente relacionada às atividades antrópicas e/ou aspectos naturais do ambiente. Estas condições podem proporcionar cenários ideais para a proliferação de plantas aquáticas, desequilibrando os ecossistemas.

No reservatório da UHE Machadinho durante todo o período operativo da Usina, não foram detectados focos de proliferação de macrófitas aquáticas que necessitassem de manejo e/ou controle.

Ainda assim, destaca-se a importância da continuidade do acompanhamento junto as vistorias e inspeções de fiscalização ambiental, visando prevenir possíveis impactos ambientais e operacionais, conforme rotina incorporada à fiscalização do reservatório.

8 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS E APP

8.1 Introdução

A seguir são apresentadas as atividades desenvolvidas no âmbito do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e APP entre julho/2014 e dezembro/2023, em atendimento à condicionante 2.1 da RLO nº 160/2001 (2ª Renovação) que versa:

"Executar os Programas Socioambientais abaixo e as diretrizes do Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA): Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e APP."

A Usina Hidrelétrica Machadinho (UHE Machadinho), desde 2001, realiza atividades de restauração com o intuito de consolidar as Áreas de Preservação Permanente (APP) e o canteiro de obras. Após várias etapas concluídas, as atividades foram direcionadas para consolidar alguns fragmentos de áreas que foram alvo de usos mais intensos durante as obras. Como medida complementar, desde 2009, realizavam-se ainda manutenções nas cercas de proteção das áreas de intervenção na APP do reservatório no âmbito do projeto de restauração ecológica.

Com objetivo de apresentar a consolidação de ambas as áreas (APP e Canteiro de Obras), foi realizado em 2019 o estudo com sensoriamento remoto para o mapeamento da sucessão vegetal nas áreas do entorno do reservatório da UHE Machadinho, utilizando o índice espectral *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), efetuando uma análise temporal entre os anos de 2005, 2012 e 2018.

Com relação às áreas da APP, conforme Ofício Ibama n° 26/2021/NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS, houve anuência para encerramento das intervenções. Seguindo as recomendações do Ofício n° 97/2018/NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS-Ibama e Ofício Ibama n° 26/2021/NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS, as áreas do canteiro de obras foram mantidas em pousio desde 2018, com a realização de monitoramentos anuais.

Conforme observado no relatório de vistoria nº 6/2022-NLA-RS, foi constatada uma relevante "evolução da recuperação ambiental das áreas, com desenvolvimento de espécies nativas plantadas, bem como processo sucessional florestal em andamento".

Diante disto, após o período de pousio e respectivos monitoramentos anuais realizados nas áreas do canteiro de obras, foi realizado um "Diagnóstico Fitossociológico e Florístico da Área do Antigo Canteiro de Obras" em dezembro de 2022, encaminhado pelo ofício CE-EBE-UHMA-0002/2023-V.1 em maio 2023.

8.2 Atividades Desenvolvidas e Resultados

A Usina Hidrelétrica Machadinho realizou diversas atividades de restauração com o intuito de consolidar as áreas de preservação permanente e o canteiro de obras. O projeto de restauração ecológica das áreas da APP e do antigo canteiro de obras iniciou em 2009 e compreendeu a realização de uma série de atividades que buscando promover e acelerar o processo de recuperação natural das áreas.

Após várias etapas concluídas, as atividades foram direcionadas para consolidar algumas áreas intensificadas, totalizando: 0,30 hectares no canteiro de obras, 0,38 hectares na área de preservação permanente e 0,4 hectares à jusante do vertedouro, próximo a barra de rochas.

As atividades de recuperação entre 2014 e 2018, compreenderam preparação do solo, replantio de mudas perecidas, coroamento com capina no entorno das mudas, roçada na linha de plantio, adubação, tutoramento, amarração das mudas e posterior vistorias para avaliação da efetividade das manutenções, visando recuperar as condições edáficas do solo.

Para otimizar o processo de reestruturação do solo na área do antigo canteiro de obras localizado a jusante da UHE Machadinho, foram realizadas atividades para evitar a percolação da água, através da melhoria da drenagem existente e limpeza e abertura de drenos para escoamento das enxurradas com o objetivo de evitar o assoreamento e o solapamento das margens do reservatório, aumento da espessura e estabilidade do solo, facilitando o estabelecimento dos plantios realizados nas áreas.



Figura 8.1. Área A3 – Ações de revestimento vegetal e contenção de escoamento superficial da água (2016).



Figura 8.2. Área A2- Atividades de manutenção de mudas e controle de braquiária.

Em 2019 foi realizado um estudo com sensoriamento remoto, para o mapeamento da sucessão vegetal nas áreas do entorno do reservatório da UHE Machadinho, utilizando o índice espectral *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), realizando uma análise temporal entre os anos de 2005 à 2018.

Os resultados obtidos pelo processamento da diferença dos NDVI entre 2005 e 2018, permitem observar um aumento da biomassa para as áreas analisadas: crescimento de 5% de biomassa para a área de APP e 22% para área do canteiro de obras. Ainda, fora observado, um aumento do NDVI para todas as classes de uso do solo analisadas, entre elas: área antropizada e florestal. Em algumas áreas houve mudança de classe, com uma conversão de 2% da área antropizada para área florestal, apresentando um aumento de 12% de biomassa para as áreas recuperadas e transformadas em florestal, considerando as áreas do APP e Canteiro de Obras.

Com relação às áreas da APP, conforme Ofício Ibama n° 26/2021/NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS, houve anuência para encerramento das intervenções. Seguindo as recomendações do Ofício n° 97/2018/NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS-Ibama e Ofício Ibama n° 26/2021/NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS, as áreas do canteiro de obras foram mantidas em pousio desde 2018, com a realização de monitoramentos anuais.

Em dezembro 2022, após o período de pousio e respectivos monitoramentos realizados nas áreas, foi realizado um estudo, contendo um Diagnóstico

Fitossociológico e Florístico da Área do Antigo Canteiro de Obras da Usina Hidrelétrica Machadinho, com base em indicadores qualitativos e quantitativos estabelecidos pela SMA/SP 32/2014, utilizada como modelo para monitoramento de projetos de restauração florestal.

Os dados levantados no estudo mostraram que, ocorreu uma relevante melhoria da condição ecológica da paisagem nas áreas do antigo canteiro de obras, as quais se encontram atualmente revegetadas, com resiliência para que o processo natural de sucessão ecológica ocorra de forma satisfatória.



Figura 8.3. Foto aérea da cobertura vegetal na margem esquerda próxima a casa de força da UHMA.



Figura 8.4. Trecho da área com cobertura florestal contínua ao lado da RS 135.

O estudo concluiu que as técnicas de restauração e manutenções realizadas na área resultaram efeitos positivos, com os indicadores ecológicos atendendo aos valores exigidos na Portaria SMA32/2014, utilizada como modelo para monitoramento de projetos de restauração florestal, os quais podem ser conferidos na Tabela 8.1 a seguir:

Tabela 8.1. Valores de referência da resolução SMA 32/2014.

TÍTULO INDICADOR E UNIDADE DE MEDIDA			
Tipo de Vegetação	Cobertura do solo com vegetação nativa (%)	Densidade de indivíduos nativos regenerantes (ind./ha)	N° de espécies nativas regenerantes (n°ssp.)
Florestas ombrófilas e estacionais	acima de 80	acima de 3.000	acima de 30
Restinga Florestal	acima de 80	acima de 3.000	acima de 30
Valores encontrados	80,1%	3.784 ind./ha	68 ssp

Considerando as evidências dos resultados mensurados no referido estudo e o atual grau de recuperação da vegetação constatado na análise da paisagem do entorno do canteiro de obras e reservatório da UHE Machadinho, é possível verificar que a área atualmente se encontra em pleno processo de regeneração, com potencial para se recuperar de forma totalmente natural e atingir o seu devido clímax no decorrer dos próximos anos.

8.3 Considerações Finais

Com relação as atividades de plantio e manutenções das áreas da APP, conforme

Ofício Ibama n° 26/2021/NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS, houve anuência para encerramento das intervenções.

A composição vegetal na área do canteiro de obras, se encontra bem desenvolvida, em estágio médio/avançado de regeneração, com boa diversidade de espécies. Essa comunidade se desenvolveu integrada com áreas que sofreram baixo impacto, ou que não sofreram supressão e remobilização do solo durante a fase de obra. Dessa forma, foram rapidamente reintegradas ecologicamente a paisagem.

Conforme estudo realizado contendo uma avaliação de diversos indicadores qualitativos e quantitativos estabelecidos pela SMA/SP 32/2014, utilizada como modelo para monitoramento de projetos de restauração florestal, foi possível evidenciar uma melhoria significativa da condição ecológica da paisagem nas áreas que estão atualmente revegetadas, apresentando estágio médio e avançado de regeneração natural e com resiliência suficiente para que o processo de sucessão ecológica ocorra de forma satisfatória.

Considerando os resultados mensurados no referido estudo e o atual grau de recuperação da vegetação constatado nas áreas do antigo canteiro de obras da UHE Machadinho, aguarda-se manifestação do IBAMA referente ao pedido de encerramento das intervenções sistemáticas de plantios de mudas e manutenções conforme ofício CE-EBE-UHMA-0002/2023-V.1 e com isso o encerramento das atividades associadas ao Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

GESTÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO RESERVATÓRIO E ENTORNO

9 FISCALIZAÇÃO DO ENTORNO DO RESERVATÓRIO

9.1 Introdução

A Fiscalização Ambiental e Sociopatrimonial compreende as atividades necessárias para identificar e tratar as irregularidades ambientais e sociopatrimoniais nas áreas de concessão da UHE Machadinho, visando o atendimento ao ofício da ANEEL (202/2001), de coibir usos inadequados, ocupações clandestinas e zelar pelas condições ambientais do entorno.

Este relatório apresenta um compilado de dados dos últimos 10 anos, analisando os registros e encaminhamentos realizados entre 2014 e 2023. O objetivo é apresentar os resultados da fiscalização ambiental e sociopatrimonial na UHE Machadinho.

A Engie Brasil Energia S.A. possui um departamento de coordenação sociopatrimonial, responsável pela gestão estratégica das áreas sob concessão da Companhia. O departamento atua no desenvolvimento de ações de regularização fundiária dos imóveis e no suporte aos procedimentos e sistemas de informações necessários à fiscalização ambiental e sociopatrimonial.

A fiscalização na UHE Machadinho segue as diretrizes do Plano de Gestão Ambiental e Sociopatrimonial - PGASP, do Manual de Gestão Ambiental e Sociopatrimonial - MGASP e do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial – PACUERA. O programa de Fiscalização Ambiental de Sociopatrimonial também busca atender a condicionante 2.1 da Licença de Operação nº160/2001 – 2ª Renovação, expedida em 2014 e com validade de 10 (dez) anos.

> "Executar os Programas Socioambientais abaixo e as diretrizes do Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA): Programa de Fiscalização Ambiental e Patrimonial do Entorno do Reservatório."

As atividades são realizadas em duas modalidades distintas, a saber:

a) Fiscalização e Monitoramento Fluvial: A fiscalização e monitoramento fluvial consiste em vistorias mensais para a identificação de irregularidades ambientais e sociopatrimoniais no reservatório e Área de Preservação Permanente (APP). Quando uma irregularidade é constatada, a equipe de fiscalização registra os dados relevantes, incluindo fotos, informações do infrator, da propriedade, descrição do fato, testemunhas e coordenadas geográficas. Os dados são registrados em formulários específicos do sistema kartado/Hidros[36].

   A equipe de fiscalização busca resolver as irregularidades de forma amigável, entrando em contato com o infrator e solicitando a adequação. Se o infrator não atende à solicitação, a equipe emite uma notificação extrajudicial, estabelecendo um prazo para a adequação. Não havendo o atendimento da notificação extrajudicial, a equipe encaminha o caso para ação judicial. O encaminhamento dos RO's de cunho ambiental para a Polícia Ambiental (de acordo com o município de jurisdição) é parte

[36] Plataforma *online* que permite aos usuários o acesso às informações patrimoniais e da fiscalização ambiental efetuada no reservatório

integrante do procedimento de fiscalização.

A ENGIE busca sempre a conciliação com os lindeiros para regularizar as intervenções permissíveis e licenciadas. A empresa avalia as solicitações de intervenções e, se os requisitos forem atendidos, firma contratos de permissão de uso com os solicitantes, conforme procedimento estabelecido no Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA) da UHE Machadinho.

b) Fiscalização e Monitoramento Terrestre: consiste em vistorias anuais em imóveis sob concessão e em áreas remanescentes, além de vistorias técnicas para coleta de dados, verificação das estruturas da estação sismológica e verificação de placas orientativas na área de abrangência. As vistorias incluem a verificação de ocupações e usos irregulares, da existência e condições de manutenção de cercas e placas orientativas.

Além das vistorias regulares, as equipes de fiscalização fluvial e terrestre também são acionadas para realizar incursões extraordinárias. Essas incursões podem ser solicitadas pontualmente para verificar ocorrências, atender emergências, verificar ações judiciais ou dimensionar contingências específicas para a gestão ambiental e sociopatrimonial do empreendimento.

As incursões podem ocorrer em qualquer área do reservatório, em áreas marginais ou mesmo em áreas de influência indireta.

9.2 Atividades Desenvolvidas e Resultados

9.2.1 Fiscalização e Monitoramento Fluvial

Mensalmente todos os 500 km referentes ao perímetro do reservatório da UHE Machadinho são percorridos com o intuito de fiscalizar as áreas de preservação permanente. Além disso, em pontos previamente determinados são realizadas vistorias programadas para verificação da estabilidade de taludes marginais, proliferação de macrófitas aquáticas e integridade das cercas.

A Figura 9.1 apresenta os registros de monitoramento fluvial processados no período de avaliação. No total, foram abertos 515 registros, sendo que a maioria (61%) se refere a vistorias técnicas realizadas pelas equipes. Os registros de “Vistorias técnicas” compreendem as inspeções rotineiras, como as atividades de inspeção de proliferação de macrófitas aquáticas, realizadas trimestralmente, vistoria programadas para inspeção de cercas, e vistorias demandadas a partir de denúncias sobre irregularidades nas áreas de concessão.

Em seguida, os registros de ocorrência de “Uso e Ocupação Irregular”, somando 21%, seguido de “Outras ocorrências” (11%), “Deslizamento de Taludes Marginais” (4%) e “Queimadas e Incêndios Florestais” (3%).

É importante destacar que os registros de Queimadas e Incêndios Florestais corresponderam a focos de pequenas proporções cujo dano ambiental é insignificante, em função à alta capacidade de regeneração natural da vegetação local, não sendo necessárias intervenções

complementares. Já os registros de deslizamentos de taludes marginais ocorrem em períodos em que se registram alto índice pluviométrico na região. A instabilidades de taludes de encosta é um processo comum em margens de reservatórios. Destaca-se que os registros de instabilidades em encostas são proporções insignificantes ao comprometimento da vida útil do reservatório, tão pouco causam risco à segurança do empreendimento, da população ribeirinha e usuários do entorno.

Por fim, os registros considerados como "Outras ocorrências" compreendem registros de afogamentos, depósitos de resíduos, registros envolvendo a fauna terrestre ou aquática, solicitações para levantamentos topográficos e manutenção de cercas, dentre outras.

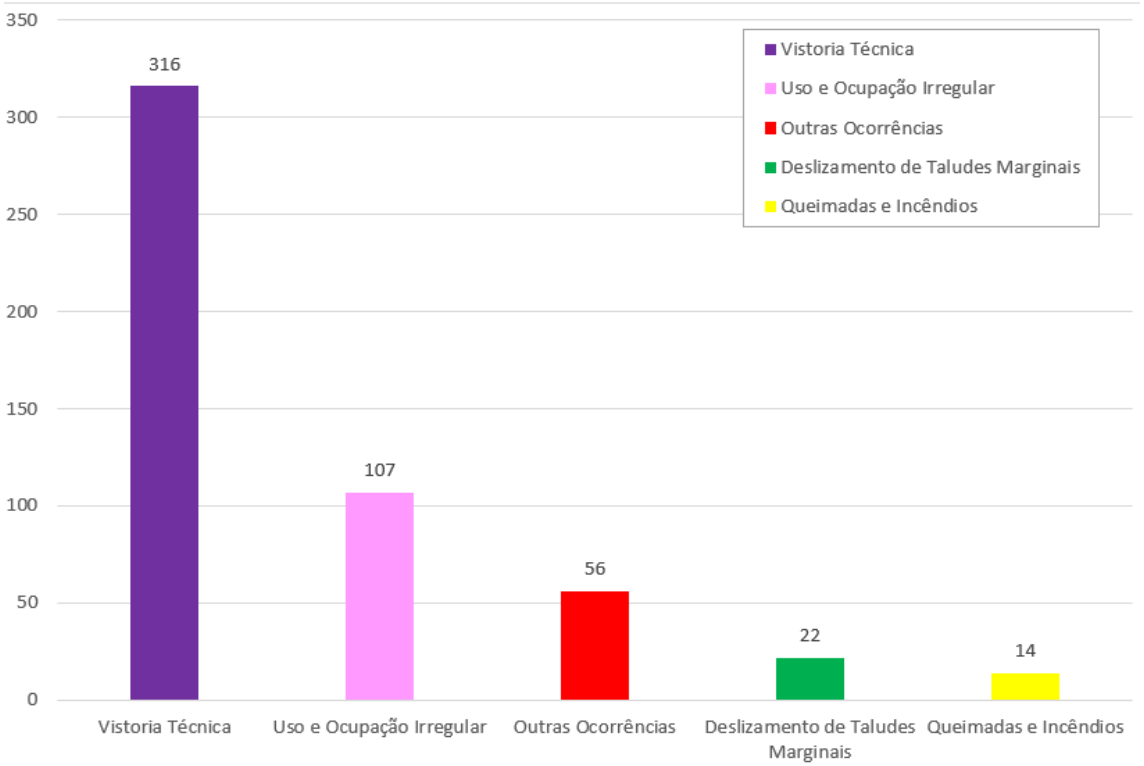


Figura 9.1. Registros abertos entre 2014 e 2023.

No período, foram elaborados 107 registros de uso e ocupação irregular, que totalizaram 139 irregularidades. A Figura 9.2 apresenta a distribuição das irregularidades.

A criação de animais, que engloba as pastagens e cercamento foi a irregularidade mais frequente, representando 44,6% do total. Em seguida, estão as construções (18%) e a supressão vegetal e uso de agrotóxicos (13,6%). As demais irregularidades envolvem a abertura de acesso ou movimentação do solo, lavouras, depósito de materiais, apicultura, trapiche ou flutuante e outros.

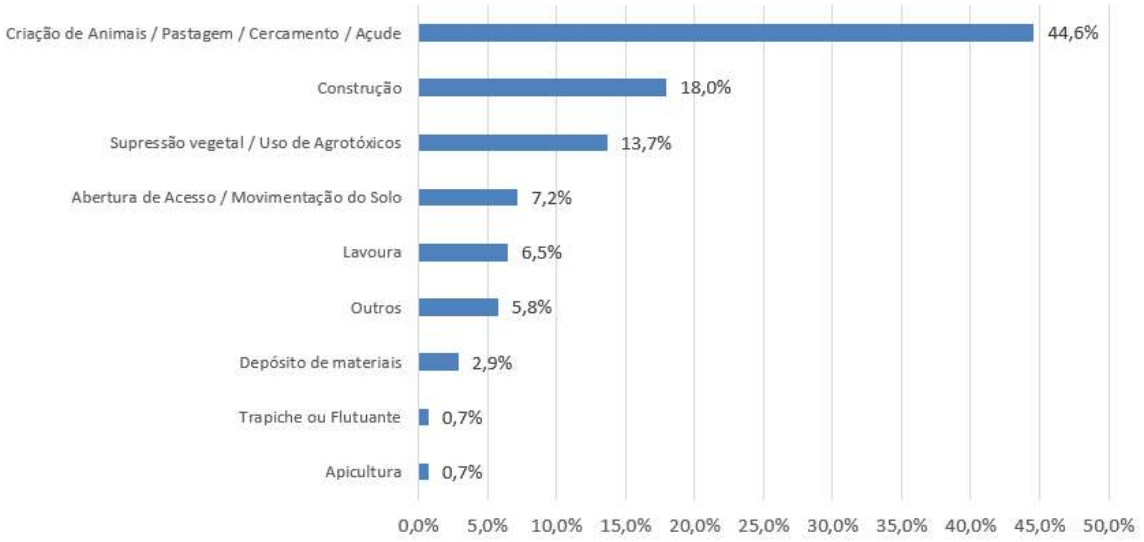


Figura 9.2. Irregularidades do monitoramento fluvial entre os anos de 2014 e 2023.

A seguir estão apresentadas as Figura 9.3 e Figura 9.4 com exemplos de irregularidades identificadas, e as Figura 9.5 e Figura 9.6 apresentando registros das atividades realizadas na fiscalização da APP do reservatório.


Figura 9.3. Exemplo de irregularidades com a presença de bovinos na área de deplecionamento do reservatório.


Figura 9.4. Exemplos de irregularidades com a construção de acesso sobre a APP, sem a autorização da Usina.


Figura 9.5. Realização da vistoria fluvial, com destaque para as encostas e APPs preservadas nas margens do reservatório.


Figura 9.6. Preparação para o início da atividade de fiscalização fluvial.

A Figura 9.7 apresenta o panorama geral dos encaminhamentos e situação dos registros de ocorrência emitidos no monitoramento fluvial, totalizando 107 registros. Destaca-se que houve uma migração de sistemas no gerenciamento dos registros de ocorrência, de forma que durante o saneamento alguns registros foram encerrados no sistema antigo e os que necessitavam de tratamento, reabertos no novo sistema. Sendo assim, o maior número de registros de ocorrência encontra-se na situação de encerrados.

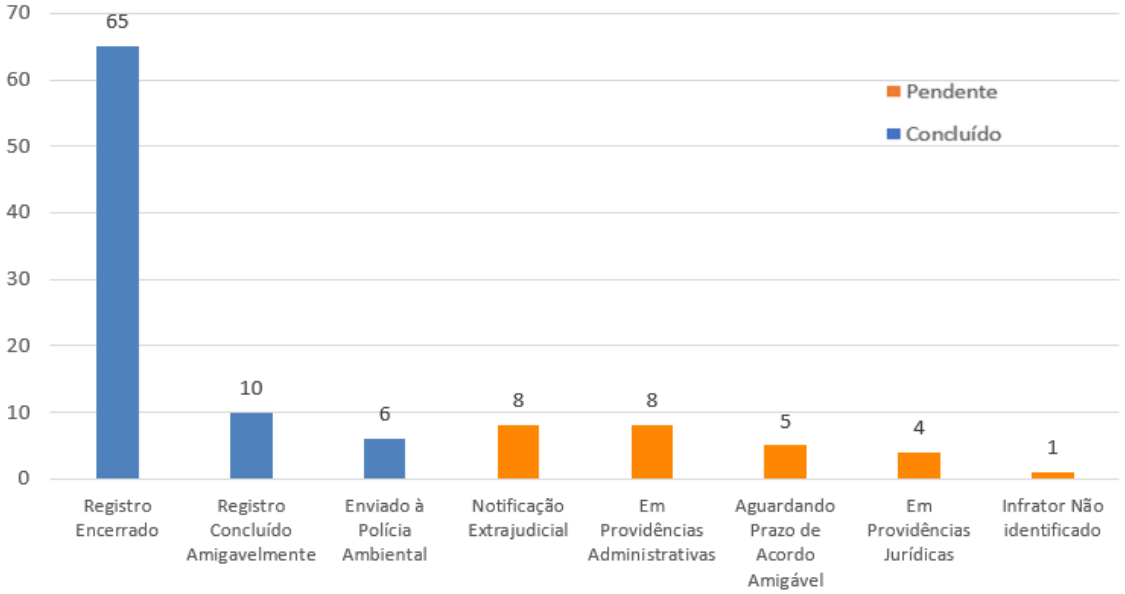


Figura 9.7. Encaminhamento e situação dos registros de ocorrência gerados a partir do monitoramento fluvial.

9.2.2 Fiscalização e Monitoramento Terrestre

A fiscalização terrestre consiste na vistoria em imóveis em que não é possível inspecionar a partir da vistoria fluvial. Compreende as áreas cuja porção do imóvel fica distante do reservatório, ou a uma altimetria na encosta sem visibilidade e de difícil acesso, portanto são vistoriados com deslocamento terrestre, com uso de veículo e drones. Dentro deste contexto, cada um desses imóveis é vistoriado anualmente.

Ao todo esse monitoramento abrange 613 imóveis no entorno do reservatório, dos quais 278 compreendem áreas que integram a APP do reservatório, e 335 correspondentes às áreas remanescentes sob domínio da concessão.

Na Tabela 9.1 é apresentada a situação atual dos imóveis vistoriados pela fiscalização terrestre, onde é possível identificar que cerca de 76% dos imóveis se encontram em situação regular, e 24% apresentam algum tipo de registro de irregularidade.

Tabela 9.1. Resumo da situação dos imóveis vistoriados no monitoramento terrestre.

MUNICÍPIO	IMÓVEIS VISTORIADOS NO MONITORAMENTO TERRESTRE				
	APP		REMANESCENTES		TOTAL
	REGULAR	IRREGULAR	REGULAR	IRREGULAR	
Anita Garibaldi	5	0	8	1	14

MUNICÍPIO	IMÓVEIS VISTORIADOS NO MONITORAMENTO TERRESTRE				
	APP		REMANESCENTES		TOTAL
	REGULAR	IRREGULAR	REGULAR	IRREGULAR	
Barracão	44	4	62	20	130
Campos Novos	11	0	5	0	16
Capinzal	18	1	4	4	27
Celso Ramos	17	0	17	3	37
Machadinho	72	27	45	69	213
Pinhal da Serra	1	0	7	2	10
Maximiliano de Almeida	25	1	25	11	62
Piratuba	40	2	33	3	78
Zórtea	10	0	16	0	26
Total	**243**	**35**	**222**	**113**	**613**
%	**40%**	**6%**	**36%**	**18%**	**100%**

A Figura 9.8 apresenta a situação atual dos imóveis fiscalizados no monitoramento terrestre por município. Em geral, a proporção de imóveis em situação regular é superior a 80%, exceto em Machadinho (56%). Campos Novos/SC e Zortéa/RS não apresentam imóveis em situação irregular.

Os imóveis em situação irregular estão localizados principalmente em Machadinho (44%), Pinhal da Serra (20%) e Maximiliano de Almeida (19%). Parte desses imóveis está sob análise e definição por parte do empreendedor.

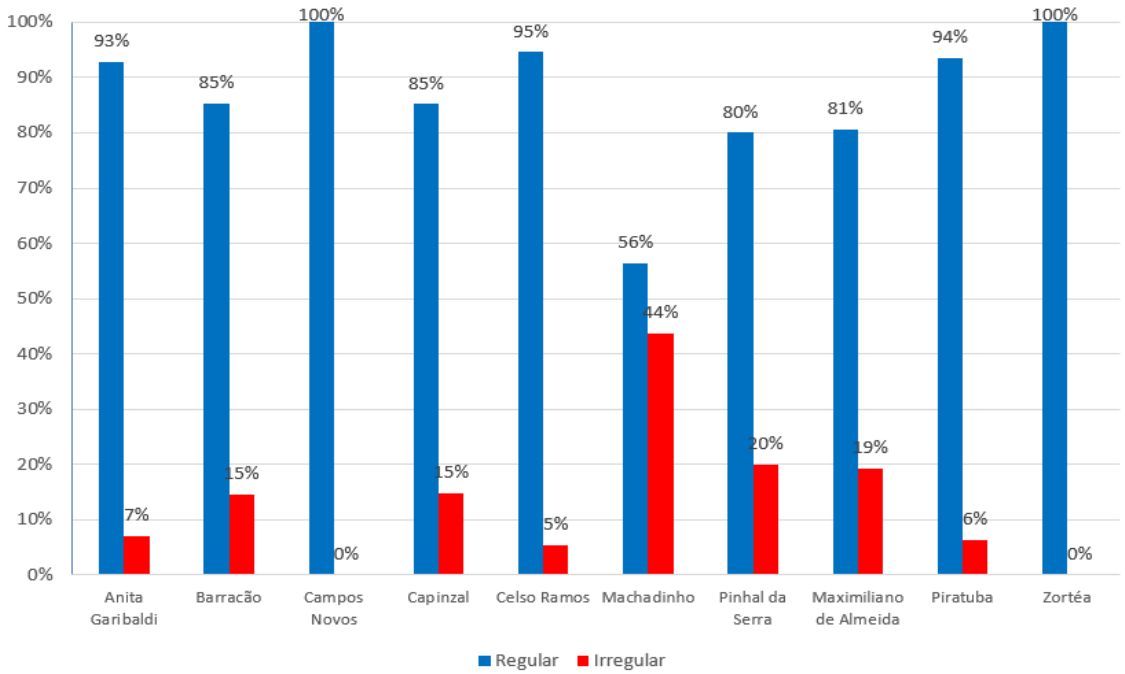


Figura 9.8. Situação dos imóveis vistoriados no monitoramento terrestre por Município.

A Figura 9.9 apresenta o mapa de calor dos imóveis com registros de ocorrências, no qual se destaca uma maior concentração irregular no município de Machadinho, que contabiliza 61 ocorrências, representando 44,85% do total. Barracão/RS

e Maximiliano de Almeida/RS aparecem na sequência, representando 27,21% e 11,03% do total de registros abertos no entorno do reservatório.

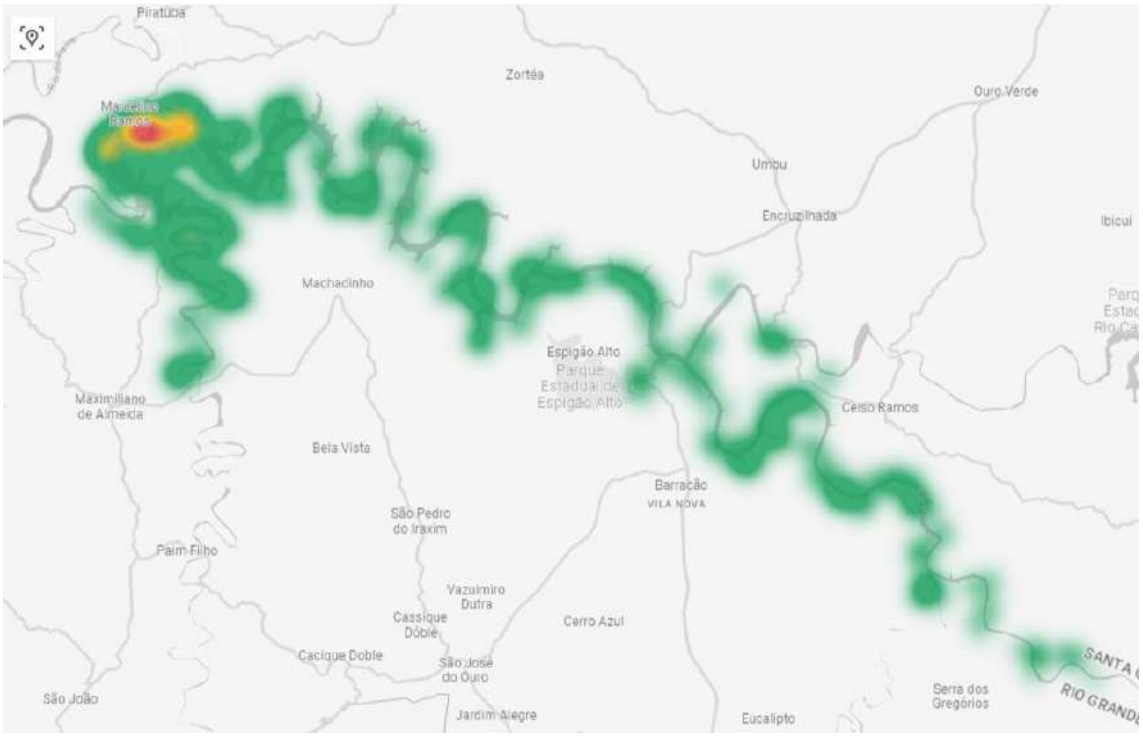


Figura 9.9. Mapa de Calor das distribuições dos imóveis com irregularidades.

A Figura 9.10 apresenta o panorama geral dos encaminhamentos e situação dos registros de ocorrência emitidos no período, totalizando 324 registros. Destaca-se que houve uma migração de sistemas no gerenciamento dos registros de ocorrência, de forma que durante o saneamento alguns registros foram encerrados no sistema antigo e os que necessitavam de tratamento, reabertos no novo sistema, justificando o elevado número de registros encerrados. A Figura 9.10 demostra que o maior número de registros de ocorrência encontra-se na etapa de notificações extrajudiciais, ou seja, registros ainda considerados em tramitação.

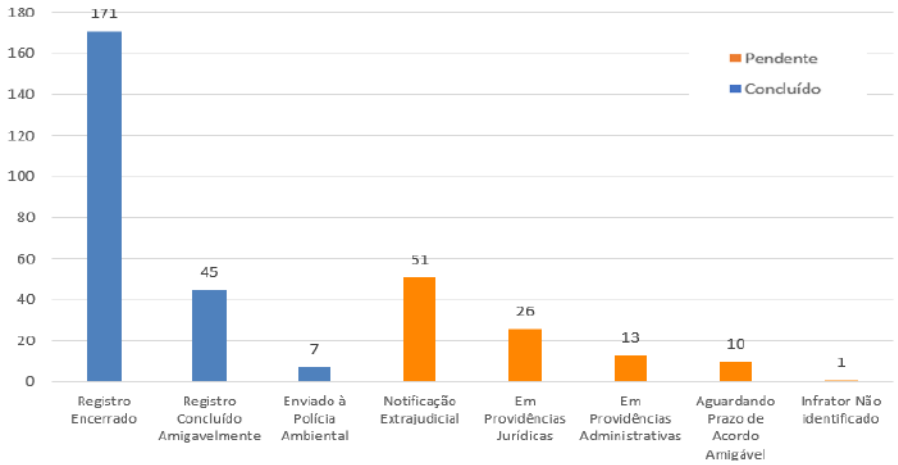


Figura 9.10. Encaminhamento e situação dos registros de ocorrência gerados a partir do monitoramento terrestre.

São consideradas irregularidades qualquer uso indevido sem prévia autorização do empreendedor. As irregularidades mais comuns nos imóveis fiscalizados via terrestre são aquelas relacionadas à criação de animais, formação de pastagem ou açude, e cercamentos irregulares. Essas irregularidades são geralmente resolvidas amigavelmente entre o empreendedor e os proprietários dos imóveis.

Em segundo lugar, estão as ocorrências envolvendo edificações ou redes elétricas, com 18,8%. Em seguida, vêm formação de lavouras (16,1%), supressão da vegetação ou uso de agrotóxicos (11,9%) e abertura de acesso ou movimentação do solo (5,5%). As demais irregularidades representaram 5%, conforme mostra a Figura 9.11.

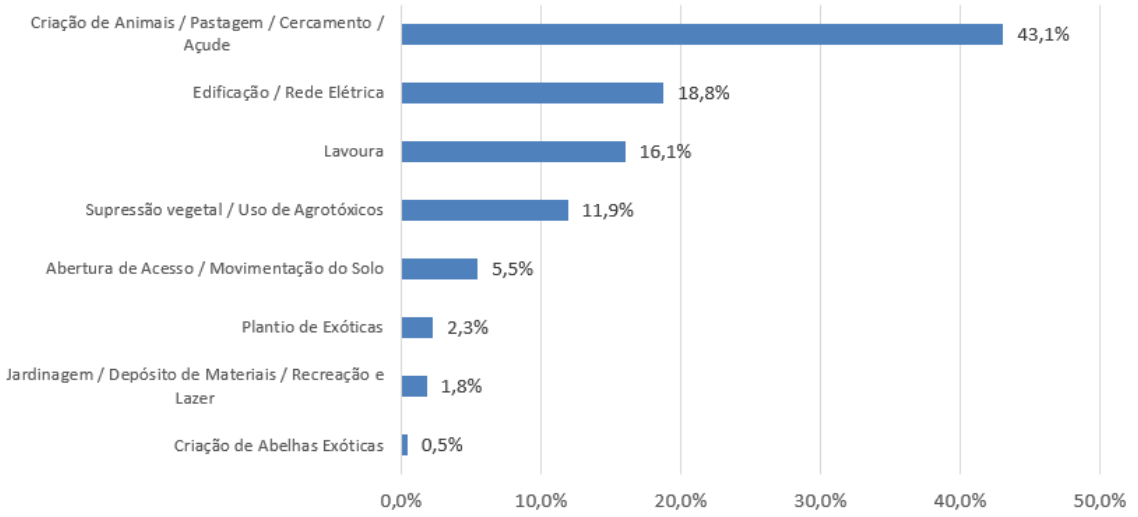


Figura 9.11. Distribuição dos tipos de irregularidades.

A seguir, são apresentados registros fotográficos de imóveis em situação regular e irregular. O imóvel regular se encontra totalmente vegetado (Figura 9.12), enquanto o irregular apresenta na porção superior da imagem um trecho ocupado por pastagem, criação de bovinos e cercamento (Figura 9.13). Estes registros foram elaborados com o uso de drone, ferramenta que tem auxiliado na execução das atividades de fiscalização, facilitando a vistoria em áreas de difícil acesso, diminuindo o tempo de execução das atividades e trazendo maior qualidade aos trabalhos. O uso de drones e outras ferramentas faz parte do trabalho operacional na fiscalização terrestre. A Figura 9.15 ilustra uma conversa com infratores de uma área ocupada.



Figura 9.12. Exemplo de imóvel inspecionado com drone em situação regular, encontrando-se inteiramente vegetado.



Figura 9.13. Exemplo de imóvel inspecionado com drone em situação irregular, cujo parte da área é realizada ocupação irregular.



Figura 9.14. Registro obtido com Drone das áreas das encostas preservadas no entorno do reservatório.



Figura 9.15. Conversa amigável com lindeiros infratores.

9.3 Considerações Finais

A análise do cenário no entorno da UHE Machadinho mostra que a região se encontra bem preservada, com baixo índice de pressão de uso sobre as Áreas de Preservação Permanente. A declividade acentuada nas encostas próximo ao reservatório dificulta a abertura de acesso para lazer, bem como limita o uso para atividades agropastoris, que é a maior vocação do entorno do reservatório.

Ressalta-se que os encaminhamentos dados aos registros abertos têm como objetivo as conciliações amigáveis, visando reduzir conflitos, e aumentar a sensibilização e engajamento dos lindeiros, reduzindo os riscos de danos ambientais.

As ações de Fiscalização Ambiental no entorno do reservatório devem ser mantidas, e da mesma forma, devem ser promovidas ações de Educação Ambiental voltadas principalmente à sensibilização sobre a importância da manutenção da APP e as possibilidades de uso correto do reservatório e suas margens, conforme estabelecido pelo Plano Ambiental de Conservação e Uso do Reservatório Artificial (PACUERA) da UHE Machadinho.

11

RELACIONAMENTO E COMUNICAÇÃO COM A SOCIEDADE

10 INCREMENTO DO DESENVOLVIMENTO DO TURISMO NOS MUNICÍPIOS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA

10.1 Introdução

O Programa de Incremento do Desenvolvimento do Turismo nos municípios da AID- Área de Influência Direta, da Usina Hidrelétrica Machadinho, contempla os resultados obtidos entre o período de julho de 2014 e dezembro de 2023 e foi desenvolvido em atendimento à condicionante 2.1 da RLO nº 160/2001 (2ª Renovação), que versa:

> "Executar os Programas Socioambientais abaixo e as diretrizes do Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA): Programa de Incremento do Desenvolvimento do Turismo nos Municípios da Área de Influência Direta."

As ações previstas para o Programa de Incremento ao Turismo e sua execução foram aprovadas pelo IBAMA conforme PAR. 02023.000217/2016-52NLA/RS/IBAMA, cujo objetivo principal foi disseminar o conhecimento sobre turismo e discutir as potencialidades turísticas de cada local, e contou com a participação de secretários municipais, empresários, agricultores, representantes de instituições financeiras, Emater, Epagri, Associação Cultural, Associação de Turismo, entre outros presentes.

As etapas da elaboração do programa envolveram a realização de palestras com o tema turismo, oficinas de planejamento turístico, levantamento das potencialidades dos municípios, seguida da realização de visitas técnicas para identificar os principais atrativos turísticos de cada local e a compilação final das informações apresentadas ao IBAMA e aos municípios.

O Consórcio Machadinho continua acompanhando o desenvolvimento do turismo regional, reforçando os potenciais levantados no estudo junto as prefeituras, realizando a coleta e sistematização dos dados divulgados pelos municípios e recebendo as demandas integrando as ações do Programa de Relacionamento com a Comunidade.

10.2 Atividades Desenvolvidas e Resultados

Em 2014, foi apresentado à equipe técnica do IBAMA o plano de ação para elaboração participativa do Programa de Incremento do Desenvolvimento do Turismo conforme ofício G14-N-103, analisado pelo IBAMA através do parecer PAR.02023.000354/2014-25 RS/NLA/IBAMA e o detalhamento do Plano através do ofício G15-N-028.

No ano de 2015 foram realizadas as palestras de lançamento do programa e oficinas sobre turismo oferecidas as prefeituras e entidades especializadas com o propósito de desenvolver o programa de turismo junto ao lago da Usina, sendo feito ampla divulgação nos meios de comunicação, através dos programas de rádio e releases visando incentivar a participação popular na elaboração do Programa de Incremento do Desenvolvimento do Turismo dos Municípios da AID da UHE Machadinho.

Foram realizadas oficinas em todos os municípios para levantamento participativo das potencialidades da região, e além disso visitas técnicas nos principais locais de turismo e por fim relato de todas as atividades realizadas, contando com a participação de aproximadamente 545 pessoas.

Após a realização das oficinas, como forma de complementar os assuntos abordados durante as mesmas, foi realizado o levantamento fotográfico dos principais pontos turísticos existentes e potenciais identificados na etapa anterior.



Figura 10.1. Registro das oficinas de turismo e planejamento do programa.



Figura 10.2. Registro fotográfico da Casa de Memória de Piratuba (SC).

No período de 2016 a 2023, após aprovação do Programa de Incremento do Desenvolvimento do Turismo, o Consórcio Machadinho manteve a aproximação junto aos municípios de modo a acompanhar as ações e projetos realizados. Todas as ações foram registradas e divulgadas pela área de Comunicação Social do Consórcio Machadinho.

Através do Programa de Comunicação Social, são acompanhadas as publicações relacionadas às atividades turísticas nos municípios lindeiros, assim como disponibilizado os canais de comunicação do Consórcio Machadinho. Abaixo exemplo de matérias publicadas.



CONSÓRCIO MACHADINHO DESENVOLVERA PROGRAMA DE INCREMENTO DO ENTORNO DA USINA MACHADINHO.

A Secretária Executiva da AMPLASC Senhora Rosane Infeld participou no último dia 19/05 no município de Piratuba, do lançamento do PACUERA- Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório da Usina Hidrelétrica Machadinho. Programa de incremento do desenvolvimento do turismo nos municípiosdo entorno da Usina.

Figura 10.3. 21-05-15 site Amplasc.



BOMDIA

Consórcio Machadinho ressalta a importância sobre a preservação e uso do entorno do lago

Figura 10.4. Site jornal bom dia (14-01-2027).



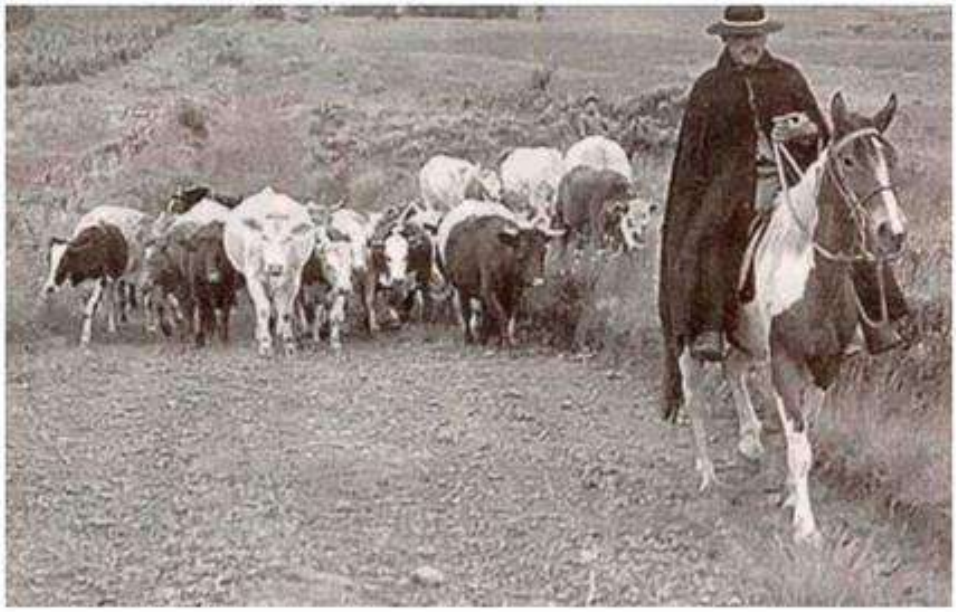
Plano de turismo é aprovado pelo Ibama

Figura 10.5. Plano de Incremento (28-06-2021).

Passo do Pontão: Rota pode ser um novo roteiro turístico na região

Por **Redação** - 1 agosto, 2022

Compartilhar



Passagem de tropeiros durante o período de 1748, a rota pode ser um importante atrativo, mas entidades precisam se unir colocar o projeto turístico em funcionamento.

O tropeirismo deixou uma forte herança na região e em Campos Novos. Foram os tropeiros que contribuíram para o crescimento e desenvolvimento da região do planalto sul catarinense. A história desse povo aventureiro é longa e corajosa. Incansavelmente, eles transportavam animais e mercadorias por estradas que desconhecidas que por fim acabavam se transformando em rotas de fuga para evitar os impostos cobrados. Foi assim que surgiu o Passo do Pontão, por volta de 1748, uma rota utilizada pelos tropeiros, considerado um caminho clandestino até o ano de 1848.

Figura 10.6. Publicação “O celeiro” (01-08-2022).



Figura 10.7. Publicação da visita ao "Passo do Pontão" (29-06-2023).



Figura 10.8. Tema Concurso de Redação "Turismo" (16-12-2023).

Além dessas constatações de crescimento do turismo, o Consórcio Machadinho vem atuando sistematicamente na divulgação do PACUERA e do Plano de Incremento ao Turismo Regional.

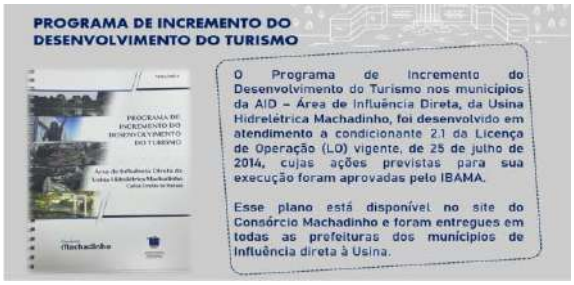


Figura 10.9. Apresentação as prefeituras sobre o PIDT.



Figura 10.10. Apresentação as prefeituras sobre o PACUERA.


Figura 10.11. Ação de divulgação na tenda no escritório do Consórcio Machadinho (2022).


Figura 10.12. Ação de divulgação na tenda no escritório do Consórcio Machadinho (2022).

No período de 2014 a 2023, o Consórcio Machadinho participou de diversas feiras e eventos nos municípios lindeiros, realizou encontro com a imprensa local, reuniões com os prefeitos e esteve presente com a tenda do Programa de Visitas em todos os municípios, divulgando informações do Programa de Incremento do Desenvolvimento do Turismo dos Municípios da Área de Influência Direta da Usina, PACUERA – Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial, Programas Ambientais, Mexilhão Dourado, Programa de Visitas e Concurso de Redação.


Figura 10.13. Participação em Feiras.


Figura 10.14. Encontro com a Imprensa.



Figura 10.15. Reunião presencial com as prefeituras na Usina Hidrelétrica Machadinho (2022).



Figura 10.16. Ações de divulgação com a Tenda.

O Consórcio Machadinho mantém uma rotina de aproximação e divulgação junto aos municípios lindeiros, reforçando o papel das prefeituras na proposição de novos projetos afim de explorar o potencial econômico e turístico levantado nos estudos realizados no PDIT, e continuamente vem registrando fatos que evidenciam o desenvolvimento do turismo regional, sendo que alguns deles se relacionam com a UHE Machadinho.

Em 2023, como forma de incentivar e fomentar o turismo na região, o Consórcio Machadinho desafiou os jovens que participam do Concurso de Redação a escrever sobre o tema: "O turismo impulsionando o desenvolvimento sustentável e econômico da região".

10.3 Considerações Finais

O Consórcio Machadinho manteve a aproximação junto às prefeituras e comunidades, promovendo ações de divulgação do PIDT e atuando no acompanhamento das ações desenvolvidas no âmbito do programa, além de manter um canal aberto de atendimento à população, oferecendo informações, reuniões e atividades relacionadas ao Turismo Regional e do PACUERA, conforme informado no ofício CE-EBE-MRS-0008/2018 entregue ao Ibama.

O Consórcio vem atuando de forma sinérgica para que cada município possa criar mecanismos de exploração dos atrativos mapeados, buscando oportunidades de negócios, de modo a fomentar o desenvolvimento econômico da localidade, explorando as potencialidades turísticas identificadas no estudo. As ações de divulgação e estímulo ao turismo já estão inseridas na pauta do programa de comunicação social do Consórcio Machadinho.

11 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

11.1 Introdução

O Programa de Educação Ambiental (PEA) da Usina Hidrelétrica Machadinho - UHE Machadinho, integra os Programas Ambientais vinculados a Licença de Operação nº 160/2001 (2ª Renovação), condicionante 2.1, e tem sua fundamentação legal alinhada com as diretrizes previstas pela Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA (Lei n.º 9.795/99), regulamentada pelo Decreto n.º 4.281/02 e tem suas práticas preconizadas na Instrução Normativa n.º 02/2012 do IBAMA.

"Executar os Programas Socioambientais abaixo e as diretrizes do Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA): Programa de Educação Ambiental."

As iniciativas do programa foram concebidas com base nos resultados obtidos no Diagnóstico Socioambiental Participativo – DSAP e em consonância com as orientações contidas no Parecer Técnico 34/2017 – NLA-RS/RS/DITEC – RS/SUPES-RS1, que se refere ao parecer de renovação da licença 000124/2014 RS/NLA/IBAMA e o presente relatório é resultado das atividades desenvolvidas entre julho/2014 e dezembro/2023.

Sua concepção engloba dois segmentos de ação, sendo: Educação Ambiental para Agricultores e Educação Ambiental nas Escolas nos 11 municípios abrangidos em sua área de influência, quais sejam: Barracão, Machadinho, Maximiliano de Almeida e Pinhal da Serra, no estado do Rio Grande do Sul, e Anita Garibaldi, Campos Novos, Capinzal, Celso Ramos, Ipira, Piratuba e Zortéa, no estado de Santa Catarina. Participam ativamente do programa 11 Secretarias Municipais de Agricultura, 11 Secretarias Municipais de Educação, 67 escolas públicas e outras instituições parceiras.

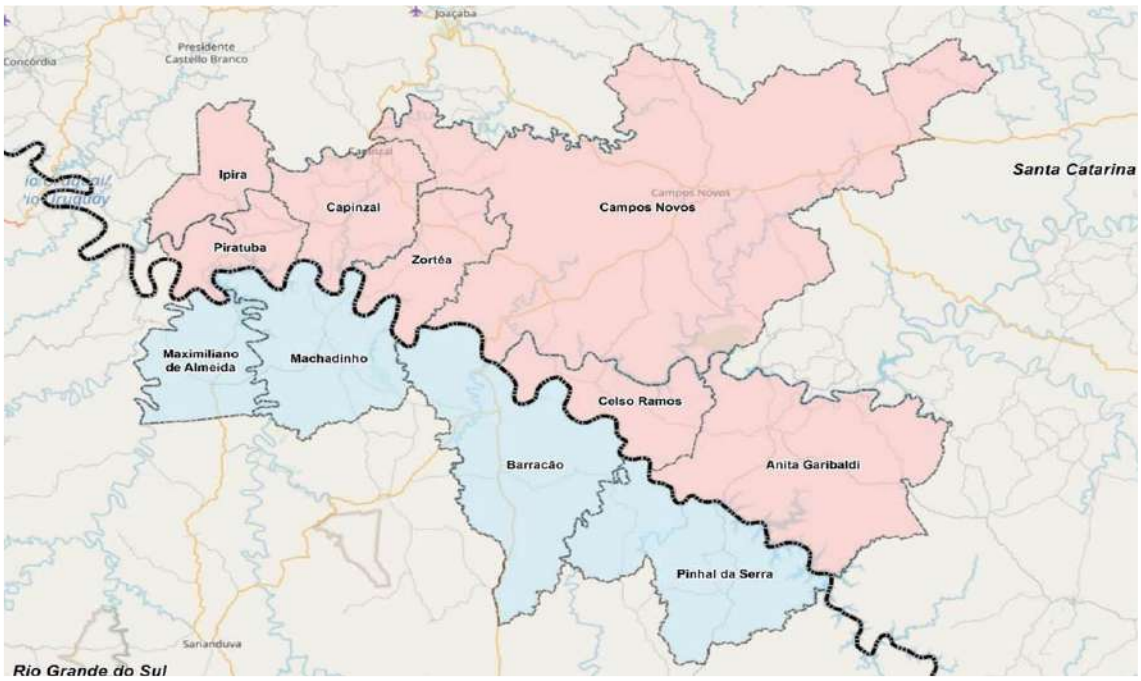


Figura 11.1. Mapa dos municípios abrangidos da UHE Machadinho.

O propósito da Educação Ambiental (EA) nas escolas é fomentar a realização de atividades educativas de natureza não formal, focadas na capacitação e organização dos participantes da prática pedagógica, tendo como base a realidade vivenciada pela comunidade escolar. Além disso, a construção e implementação de iniciativas de EA que promovem o desenvolvimento integrado de conhecimentos, habilidades e atitudes sob uma perspectiva crítica, transformadora e emancipatória. Essa abordagem é voltada para a cidadania ativa, considerando o papel de liderança, bem como a noção de pertencimento e corresponsabilidade nas ações compartilhadas e organizadas.

A educação ambiental destinada aos agricultores é orientada pela metodologia do Programa Nacional de Educação Ambiental e Agricultura Familiar (PEAAF), proposta pela Diretoria de Educação Ambiental do Ministério do Meio Ambiente (DEA/MMA). O objetivo central desse programa é contribuir para melhorar a qualidade de vida e promover a sustentabilidade na produção rural dos pequenos agricultores. Essa abordagem visa, sobretudo, auxiliar na adaptação das propriedades rurais às normas ambientais, buscando conciliar a conservação dos recursos naturais com o aprimoramento da qualidade de vida dos agricultores e de suas famílias.

11.2 Atividades Desenvolvidas

A execução do Programa de Educação Ambiental da Usina Hidrelétrica Machadinho, está baseado em dois aspectos de extrema relevância e foram eixos norteadores das atividades executadas: (i) seu contexto continuado, o que confere dinamicidade e a possibilidade de construir identidade territorial, no caso considerando os 11 municípios de abrangência; e (ii) a sua motivação em desenvolver ações práticas pautadas na realidade vivenciada pelos atores sociais, ou seja, a ação pedagógica pressupõe a resolução ativa de questões ambientais em comum visando permitir o desenvolvimento de ações com o objetivo de preparar a população impactada pelo empreendimento a exercer o controle social e dos aspectos ambientais envolvidos no processo.

11.3 Diagnóstico Socioambiental Participativo – DSAP

O DSAP desenvolvido no âmbito da área de influência da UHE Machadinho é um instrumento de mapeamento social e de coleta de subsídios para o Programa de Educação Ambiental do empreendimento, concluído em junho de 2019. Sua elaboração foi baseada no EIA – Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica de Machadinho (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL (1997) e no PACUERA (MORAES, 2013). Os dados primários foram oriundos de atividades como identificação da situação social, demográfica e fundiária do entorno do empreendimento, densidade demográfica, nível educacional e de renda da população, infraestrutura física e social, economia do município, atividades econômicas principais, produção, projetos e programas de desenvolvimento regional e municipal, relação da comunidade com o PACUERA, situação do meio socioeconômico e cultural (Histórico, População, organização social e Sistema(s) Produtivo(s), levantamento dos serviços sociais básicos (Educação, Lazer, Cultura e Habitação).

Foram abordados temas como produção agroecológica no entorno dos reservatórios hídricos, a pesca como geração de renda para família, importância da qualidade da água para a produção animal e lavoura, uso das áreas e preservação no entorno do reservatório e medidas de adaptação para enfrentamento das mudanças climáticas na zona rural e plantio de mudas nativas.

A partir dos resultados identificados nos levantamentos realizados durante o DSAP (Diagnóstico Socioambiental Participativo) e das avaliações realizadas após todas as atividades do PEA, foram desenvolvidas e implementadas as ações de educação ambiental com base em atividades com temas transversais desenvolvidos para diferentes faixas etárias, que contemplam os eixos temáticos apontados no DSAP; no Pacuera; nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS); preservação da ictiofauna no reservatório da Usina em especial à margem do rio Ligeiro; no combate ao mexilhão dourado; na preservação da reserva legal e na observância do Novo Código Florestal.

Em 2020, devido as medidas e normativas em vigor referente ao controle da disseminação do Covid-19, as atividades presenciais de educação ambiental foram suspensas e adaptadas para o ambiente virtual e, com isso, nova estratégia de engajamento foi adotada para sua realização neste novo ambiente. Os horários e datas propostas foram flexíveis para privilegiar o interesse do público envolvido. As atividades ocorreram no modo virtual até janeiro de 2021 e, a partir de fevereiro de 2021, houve o recomeço das atividades presenciais, mantendo as medidas e normativas em vigor referente ao controle da disseminação do Covid-19, observando que algumas escolas mantiveram as restrições de acesso presencial.

11.3.1 PEA Escolas

As atividades de planejamento e mobilização para engajamento das escolas permaneceram de forma a manter e estimular a aproximação do vínculo local já estabelecido, além do apoio no desenvolvimento de atividades e elaboração de projetos.

Durante os encontros foram apresentadas e discutidas as ferramentas e atividades previstas no programa assim como sua proposta pedagógica, buscando tratar temas ligados a realidade local vivenciada pela escola, temáticas e possibilidades de trabalho adequados aos anseios da comunidade escolar e que possuam condições estruturais de serem executadas em uma perspectiva de longo prazo.

O objetivo é promover ações voltadas à qualificação e organização dos sujeitos da ação educativa para construção e implementação de projetos socioambientais nas escolas dos municípios lindeiros, promovendo o engajamento das secretarias de educação, buscando o desenvolvimento de atividades sistemáticas nas escolas baseadas na busca, reconhecimento, divulgação, valorização e apoio às experiências socioambientais visando a melhoria da qualidade ambiental e de vida. Construída de forma conjunta com cada escola uma agenda anual de atividades, fomentando sua inserção nos Projetos Políticos Pedagógicos (PPP) das escolas.

A seguir é apresentado um resumo das atividades realizadas entre Julho de 2014 a Dezembro 2023, temas prioritários identificados durante as atividade e

consultas junto as escolas, público alvo das atividades, não se limitando a estas:

11.3.2 Atividade: Capacitação com professores: Tema – Instrumentos de Educação Ambiental para educadores (2015)

No dia 05 de fevereiro ocorreu um encontro com 500 profissionais da área da educação no Centro Educacional Celso Farina, no município de Capinzal/SC e com 100 profissionais da Educação de Zortéa/SC, cujo tema foi a apresentação de instrumentos de educação ambiental para educadores.

Inicialmente apresentou-se o objetivo do programa e orientou-se sobre o cadastramento de projetos no site do Consórcio Machadinho. Posteriormente, Adriano Alex dos Santos, convidado para a capacitação, apresentou a proposta da mochila do educador ambiental, desenvolvida no Acre.

Explicou-se sobre como surgiu a ideia no estado e, como pode ser adaptado a cada região. Explorou-se sobre a importância de conhecer a região onde mora, aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais para poder ser tratado com os educandos.

Apresentou-se os instrumentos em forma de jogos, destacando a motivação dos educandos ao participar de atividades mais dinâmicas. Realizou-se o jogo Perguntas e Respostas, referente a Região Sul, sendo a fonte das informações locais preparadas previamente pela consultoria, tendo sido também disponibilizado materiais aos participantes e para a Secretaria de Educação, para que sirvam de modelo para construção de jogos ambientais educativos no município.



Figura 11.2. Atividade com professores em Capinzal/SC.



Figura 11.3. Atividade com professores em Zortéa/SC.

11.3.2.1 Atividade: Capacitação com professores: Tema – Inter-nalização de Questões Ambientais no Currículo Escolar (2018)

O foco do trabalho considerou os professores da rede pública dos municípios do entorno da UHE Machadinho. O curso ocorreu em duas edições: (i) realizado no município de Barracão/RS (na Câmara de Vereadores) para todos os professores da rede pública do próprio município, além de Machadinho/RS, Maximiliano de Almeida/RS e Pinhal da Serra/RS; e (ii) realizado no município de Campos Novos/SC (na Biblioteca Municipal) para todos os professores da rede pública do município, além de Anita Garibaldi/SC, Capinzal/SC,

Celso Ramos/SC, Ipira/SC, Piratuba/SC e Zortéa/SC.

A articulação para organização dos dois cursos foi idealizada pelo Consórcio em parceria com as respectivas secretarias municipais de educação. Em Barracão/RS estiveram presentes a Secretária Municipal de Educação e de sua equipe de gestão, totalizando 43 participantes.

Em Campos Novos/SC, além da Secretária Municipal de Educação, esteve presente o Prefeito, que fez a abertura do evento dando as boas-vindas aos participantes, cujo total foi de 146 educadores. Ambos os cursos aconteceram em um momento oportuno, início de ano letivo. Tal fato favorece a perspectiva de se buscar alinhamento das ações de educação ambiental do PEA-UHE Machadinho com os projetos políticos pedagógicos dos municípios lindeiros, ainda que se trabalhe na perspectiva da educação ambiental não formal.

A estrutura adotada envolveu uma etapa de discussão crítica, abordando a necessidade de internalização dos temas ambientais no currículo escolar, seguido de uma base conceitual e literal referendada na educação ambiental em sua perspectiva crítica, transformadora e emancipatória. Por fim, foi apresentado o PEA UHE Machadinho como sendo potencial ferramenta para realização de ações conjuntas com as escolas.



Figura 11.4. Participantes da capacitação para professores realizada em Barracão/RS (2018).



Figura 11.5. Participantes da capacitação para professores realizada em Campos Novos/SC (2018).

11.3.2.2 Atividade: Super PEA, Super Pai (Mãe) e Super Piazada

Esta atividade desenvolvida entre 2017 e 2019, teve foco especificamente na necessidade de preservação dos locais de desova da Ictiofauna a jusante da UHE Machadinho, em especial na margem do rio Ligeiro. Através desta atividade foi estimulada a participação de todos na conservação da água e na preservação dos locais de desova de peixes, por meio da responsabilidade compartilhada.

É preciso reconhecer o papel que cada indivíduo tem sobre o meio e apresentar como os aspectos do ciclo da água envolvem diferentes atores sociais. Seu objetivo é compartilhar responsabilidade na conservação da água, fonte de vida para as pessoas, peixes e outros seres vivos.

Um grupo de alunos voluntários da escola ou de várias salas de aula receberam uma identificação de “Super Piazada”. Com um *check list* e caneta fizeram uma auditoria na escola buscando pontos de desperdício de água como vazamento, torneiras sem vedação, mangueiras furadas, descargas

com regulagem inadequada no banheiro, na copa ou cozinha, situação de tanques, pias, cozinha e assim por diante.

Ao final da atividade o super pai e o super PEA avaliaram a lista e a segregaram entre o que pode ser realizado pelos pais dos alunos e staff da escola e o que é pertinente para ser enviado à Secretaria de Educação. O que coube aos pais foi encaminhado para um mutirão de conserto, tendo a presença de um profissional local convidado pelo PEA UHE Machadinho para executar os trabalhos especializados, como regulagem de válvula.

Este profissional (encanador) assumiu o papel de Super PEA e atuou na resolução de pequenos reparos.

Os problemas estruturais foram descritos pela Super Piazada, em forma de ofício, com apoio da sua professora, para protocolar na Secretaria de Educação.



Figura 11.6. Identificação em "auditoria" de torneira do banheiro com sério problema de vedação. Escola Municipal Marechal Câmara. (2017).



Figura 11.7. Alunos identificando vazamento de água em tubulação externa da escola (2018).

11.3.2.3 Atividade: Uso de Resíduo Óleo de cozinha (saturado)

Esta atividade foi desenvolvida entre 2016 e 2023, com o objetivo de sensibilizar alunos e comunidades quanto a destinação correta do resíduo de óleo de cozinha usado (saturado) e oferecer alternativas de reuso evitando que sejam lançados inadequadamente nos ralos ou na rede fluvial comprometendo a ictiofauna e outras formas de vida.

É realizada a correlação com os locais de desova da ictiofauna e a importância de água de boa qualidade para a reprodução dos peixes.

A atividade iniciou com a sensibilização dos alunos em relação ao tema e convite para que coletassem óleo de cozinha usado em casa, armazenando o mesmo em um recipiente adequado (garrafa pet ou vidro), identificando este com uma etiqueta e trazendo para a escola em determinada data. No dia agendado, os alunos trouxeram os recipientes contendo óleo usado que teve duas destinações: envio para empresa que coleta gratuitamente o óleo na escola e/ou confecção de detergente.

O detergente produzido foi entregue nas comunidades, feiras de agricultores, utilizado na escola ou por familiares dos alunos.



Figura 11.8. Cartaz de sensibilização confeccionado por grupo de alunas.



Figura 11.9. Produção de detergente com o acompanhamento dos alunos.

11.3.2.4 Atividade: Compostagem e seus benefícios

Essa atividade foi desenvolvida entre 2014 e 2023 e teve como foco ressaltar a importância da compostagem como uma prática sustentável. Além de produzir um adubo de alta qualidade, a compostagem evita que os resíduos orgânicos sejam destinados aos aterros sanitários, reduzindo a emissão de gás metano (que é liberado durante a decomposição de restos orgânicos em locais inapropriados e contribui para o efeito estufa) e prevenindo a contaminação de solos e lençóis freáticos.

Durante a atividade foram apresentados os benefícios da compostagem, assim como os locais e métodos adequados para utilização do composto produzido.

Também foram demonstradas diferentes formas de acumular os resíduos orgânicos para gerar o composto tanto em casa quanto na escola.

Além disso, um destaque especial foi dado ao papel das minhocas na decomposição e transformação dos resíduos orgânicos em húmus. De acordo com o nível de escolaridade dos participantes, o tema foi abordado de maneira mais lúdica, por meio da história da "Minhocris numa superaventura no jardim e horta da escola".

Essa história relata o dia a dia da "Minhocris", explorando sua alimentação e o processo digestivo que resulta na produção de húmus durante a narrativa, foi enfatizada a importância da separação adequada de resíduos, destinação correta, reaproveitamento de materiais entre outros assuntos relacionados ao tema.

A realização de uma horta na escola complementa de maneira significativa essa experiência educativa.

A prática de cultivar alimentos proporciona aos alunos uma compreensão prática do ciclo natural, desde a produção de resíduos até a transformação de materiais em nutrientes essenciais para as plantas.

A horta não apenas reforça os princípios da compostagem, mas também enfatiza a interconexão entre os seres vivos e o meio ambiente.



Figura 11.10. Facilitadora do PEA da UHE Machadinho coletando matéria orgânica (2018).



Figura 11.11. Horta na escola. Escola de Ensino Fundamental Anita Boneth Beltrame. Machadinho/RS (2023)

11.3.2.5 Atividade: Resíduos Sólidos

Esta atividade foi desenvolvida entre 2015 e 2023 e teve como objetivo integrar o tema de resíduos sólidos ao cotidiano das escolas, tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio, como uma importante prática de desenvolvimento da qualidade ambiental e sensibilização para a adoção de práticas sustentáveis.

A realização de mutirões de limpeza proporcionou uma experiência prática e permitiu que os estudantes observassem, no decorrer dessa vivência, a quantidade de resíduos produzidos e compreendessem a importância de gerar menos, separar apropriadamente e destinar apropriadamente os materiais para a reciclagem.

A classificação dos resíduos em atividades interativas auxiliou na identificação de materiais recicláveis e não recicláveis, promoveu a compreensão da relevância da separação adequada e a relação com a participação dos catadores de materiais recicláveis no processo, o que é preconizado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

As oficinas de fabricação de brinquedos com materiais recicláveis não apenas transformaram resíduos em recursos criativos e divertidos, como também incentivaram a reutilização e reciclagem. Oficinas de criação de sacolas utilizando jornais trouxe a reflexão sobre a reutilização e a importância de não gerar mais resíduos com o uso de sacolas plásticas fornecidas em feiras e supermercados, trazendo de casa suas próprias sacolas.

A adoção dessas práticas enriqueceu a aprendizagem dos alunos e os sensibilizaram para atuar como protagonistas, como agentes ativos na promoção de práticas sustentáveis, preparando-os para enfrentar desafios ambientais com uma perspectiva qualificada e proativa.

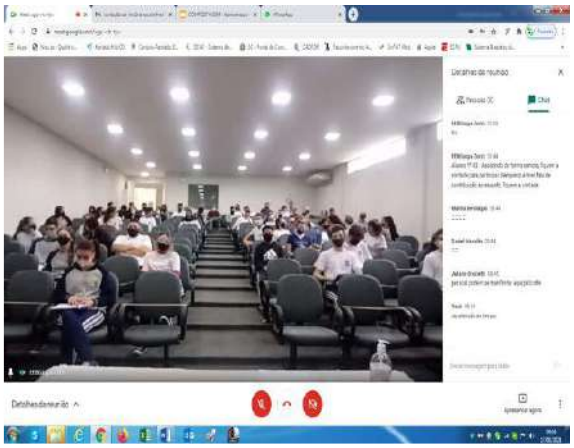


Figura 11.12. Alunos e professores reunidos no auditório da escola para a atividade "Resíduos Sólidos". Escola de Educação Básica Coronel Gasparino Zorzi. Campos Novos/SC (2021).



Figura 11.13. Mutirão de limpeza às margens do rio. Escola Municipal Constantino Machado Pereira (2023).

11.3.2.6 Atividade: Mata Ciliar

Esta atividade foi desenvolvida entre 2016 e 2023 e foi pautada numa demonstração com três situações distintas onde os estudantes tiveram a oportunidade de visualizar diretamente as consequências dos impactos da falta de vegetação ciliar ao longo dos cursos de água e compreender a relevância da sua preservação.

A primeira demonstração simulou a encosta do rio com cobertura vegetal preservada. Essa área apresentou a importância da vegetação para a estabilidade do solo, prevenção da erosão e manutenção da qualidade da água, proporcionando um habitat saudável para diversas espécies. Ao dispor água na simulação de cenário com essa característica, os alunos observaram como a água se manteve limpa e clara.

A segunda demonstração representou a encosta do rio começando a ser devastada, com pouca vegetação e algumas áreas desprotegidas. Aqui, os alunos observaram os primeiros sinais de impacto da falta de mata ciliar, como a perda de cobertura vegetal, evidenciando os riscos de erosão e a perda de biodiversidade associada. Ao dispor água na simulação de cenário com essa característica, os alunos notaram uma mudança na cor da água, indicando os impactos na qualidade da água, com turbidez e sedimentação.

A última demonstração retratou a encosta do rio totalmente devastada, exibindo apenas solo exposto. Essa visualização impactante destacou os efeitos drásticos pela falta da mata ciliar, incluindo a erosão do solo, comprometimento da qualidade da água e perda significativa da biodiversidade. Ao dispor água na simulação deste cenário, os alunos testemunharam uma mudança acentuada na cor da água, refletindo a ênfase na qualidade hídrica.

Uma maneira eficaz de complementar a compreensão dos alunos sobre a importância da conservação da mata ciliar é envolvê-los em atividades práticas, como o plantio de vegetação nativa. Essa prática não apenas reforça os conceitos aprendidos nas projeções, mas também fornece uma experiência tangível de como a ação direta pode contribuir para a preservação do meio ambiente.

Ao realizar atividades de plantio de vegetação nativa, os alunos têm a oportunidade de se envolver na restauração

e proteção da vegetação. Além de fortalecer a conexão dos estudantes com a natureza, o plantio de vegetação nativa contribui para a estabilização do solo, a prevenção da erosão e o estabelecimento de um habitat propício para a biodiversidade local.



Figura 11.14. Alunos participando da atividade e ao fundo espécimes de araucária Escola Municipal Madre Cândida Justina. (2017).



Figura 11.15. Plantio de mudas nativas às margens do rio Ibicui. Escola Estadual Professor José Faria Neto. Campos Novos/SC. (2023).

11.3.2.7 Atividade: Salve a Piracema/ Soltura de Peixes

Esta atividade foi desenvolvida entre 2014 e 2023 e teve como objetivo informar os alunos sobre aspectos legais e práticos sobre piracema, a fim de educar disseminadores da importância dos cuidados com a reprodução da ictiofauna, bem como dos pontos de desova. Desenvolvido para atender a condicionante 2.1 da LO, especificamente em relação à necessidade de preservação dos locais de desova da Ictiofauna a jusante da UHE Machadinho, em especial na margem do rio Ligeiro.

A atividade abordou o tema através de informações e imagens ilustrativas no formato de apresentação, de modo a motivar os alunos a fazer uma reflexão para percepção do grau de importância e entendimento sobre o assunto criando um espaço de diálogo e conversas com os participantes, esclarecendo dúvidas e em seguida a confecção de uma régua de medir e identificar as espécies de peixes nos mais diferentes biomas brasileiros.

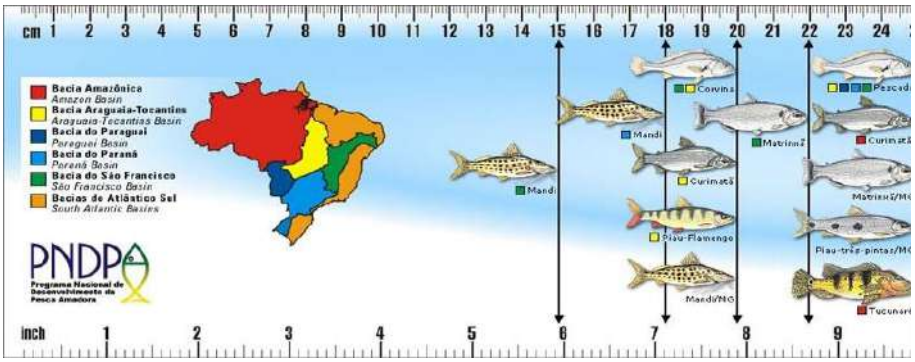


Figura 11.16. Exemplo de régua de medição de tamanho de peixe.
Fonte: Pesca Brasil[37]

[37] Disponível em: <http://pescabrasil.blogspot.com.br/2011/09/ola-pessoal-segue-abaixo-uma-regua-que.html>.

A prática da soltura de peixes é uma atividade de grande importância para a preservação da ictiofauna e sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos, sendo que o envolvimento dos alunos desperta a sensação de pertencimento ao processo de preservação da biodiversidade.

A participação dos alunos na soltura de peixes proporcionou uma oportunidade preciosa para discutir questões relacionadas à pesca sustentável, conservação de espécies ameaçadas e práticas responsáveis de manejo ambiental. Aprendem sobre a importância da piracema e se comprometem a compartilhar o aprendizado com sua família e amigos se forem pescadores, sejam estes amadores ou profissionais.

Por meio dessa experiência prática, os alunos não apenas adquiriram conhecimentos teóricos sobre a importância da vida aquática, mas também se tornaram agentes ativos na preservação desses ecossistemas.



Figura 11.17. Alunos apresentando réguas concluídas (2018).



Figura 11.18. Soltura de peixes. Escola Socioambiental. Piratuba/SC.

11.3.2.8 Atividade: Jogos Ambientais

Esta atividade foi desenvolvida entre 2016 e 2023 e teve o objetivo de integrar os alunos por meio de jogos ambientais colaborativos, proporcionar a consciência ecológica e promover práticas sustentáveis durante toda a história de vida que começa a ser vivenciada como jogo de mímica centrado no tema da água com abordagem envolvente, permitindo que os alunos expressassem conceitos complexos de maneira lúdica, bingo com práticas ambientais positivas e uma dinâmica interativa, incentivando a adoção de comportamentos sustentáveis, como economia de água, reutilização e reciclagem dos resíduos, criando uma oportunidade criativa para destacar a importância de compreender o papel de cada um na cadeia de valor dos produtos e materiais, utilizando objetos recicláveis como garrafas pet reutilizadas para confeccionar os pinos e bolas de meia usadas para utilizar como as bolas.

Incorporar estratégias positivas por meio desses jogos (Ex: bingo onde quem ganha é quem mais aponta descrições de práticas ambientalmente adequadas em seu cotidiano, mímica, onde os participantes representam palavras ou expressões relacionadas à água sem usar palavras, apenas gestos e expressões corporais, desafiando os demais a adivinharem corretamente (exemplos: fechar a torneira

enquanto escova os dentes; banho em menos de 5 minutos, lavar o carro com balde de água).

Neste sentido, não apenas torna o aprendizado mais divertido, como também internaliza práticas ambientais e saudáveis que enriquecem a experiência educacional, estimulando os alunos a se tornarem defensores ativos da conservação ambiental e práticas sustentáveis em suas vidas cotidianas.



Figura 11.19. Participação nos jogos colaborativos sobre questões ambientais na escola Paulo Freire, no reassentamento II de Barracão (2016).



Figura 11.20. Alunos realizando mímica sobre água na Escola Municipal Reunida Zonalta. Piratuba/SC (2023)

11.3.2.9 Atividade: Plantas Medicinais

Esta atividade foi desenvolvida entre 2020 e 2023 e buscou incorporar o estudo das plantas medicinais nas escolas, tanto teoricamente quanto na prática de plantio e cultivo, é uma iniciativa enriquecedora para os alunos do ensino fundamental e médio compreenderem as propriedades medicinais, o cultivo dessas plantas e desenvolverem uma educação holística sobre o uso consciente da natureza para a promoção da saúde.

A prática de plantar e cuidar das ervas medicinais não apenas ensinou habilidades valiosas relacionadas ao cultivo agrícola, como também conectou os alunos diretamente ao ciclo de vida das plantas medicinais, enfatizando a importância da biodiversidade e do respeito pela natureza. Além disso, a utilização correta das plantas medicinais para tratamentos de saúde e outros benefícios ampliou a compreensão dos alunos sobre abordagens alternativas para o cuidado pessoal, ao mesmo tempo em que ofereceu oportunidades especiais de geração de renda com o plantio e comercialização de chás.

A produção de incensos naturais utilizando ervas aromáticas forneceu uma introdução prática à aromaterapia, permitindo que os alunos explorassem a conexão entre o olfato e o bem-estar emocional. Essa atividade desenvolveu habilidades artesanais e destacou a utilização de recursos naturais de maneira sustentável.

Por fim, a inclusão de trabalhos artesanais, como bordados em folhas de árvores, fomentou a criatividade e promoveu a valorização e preservação do meio ambiente, oferecendo aos alunos a oportunidade de criar produtos exclusivos e ambientalmente conscientes.



Figura 11.21. Oficina: plantio de ervas medicinais- Escola Municipal Getúlio Dornelles Vargas - Machadinho/SC (2022).



Figura 11.22. Reativação do horto medicinal. Núcleo de Ensino Municipal Prefeito Antônio Andrade de Mattos – Anita Garibaldi/SC (2023).

11.3.2.10 Atividade: Mexilhão Dourado

O objetivo dessa atividade foi trabalhar com os alunos os impactos causados pelo Mexilhão-dourado: suas características e origem, forma de disseminação, e estratégias para evitar a proliferação do mexilhão-dourado, trabalhando de forma educativa para informar e sensibilizar alunos em relação a essa espécie invasora, seus impactos nos ecossistemas aquáticos e os danos que podem trazer à operação da usina.

Por meio de palestras, os estudantes adquiriram conhecimentos sobre biologia, ecologia e os efeitos negativos do mexilhão-dourado em ambientes de água doce.

Ao compreenderem os desafios que essa espécie pode apresentar, os alunos foram incentivados a adotar atitudes responsáveis em relação à prevenção da disseminação do mexilhão-dourado localmente.

Realizadas em 2021 e 2023, as palestras também abordaram medidas de controle e estratégias para lidar com a presença do mexilhão-dourado em corpos d'água e os alunos foram estimulados a participar de ações de preservação e monitoramento em suas comunidades.



Figura 11.23. Tela compartilhada com o jogo de tabuleiro sobre mexilhão dourado. Escola Municipal Professora Muriam Piovezan de Lima. Machadinho/RS (2021)



Figura 11.24. Palestra sobre Mexilhão-Dourado. Unidade Estadual de Ensino Fundamental Dom Bosco. Maximiliano de Almeida/RS (2023).

11.3.2.11 Atividade: Hotel de Insetos

Esta atividade foi desenvolvida entre 2021 e 2023 e teve como objetivo compreender a relevância das interações ecológicas, destacando a diversidade de espécies existentes e seu papel crucial no ecossistema. O hotel de insetos, além de funcionar como um laboratório vivo, representa um espaço especialmente projetado para atrair e fornecer abrigo a esses pequenos seres.

A construção do hotel pode ser realizada tanto utilizando caixas de madeira quanto empregando materiais alternativos e reutilizáveis.

Além de enfatizar a importância dos insetos na polinização e sua contribuição direta com a biodiversidade, essa iniciativa promove a utilização de materiais reutilizáveis na criação de outros objetos.

Ao envolver as crianças nessa atividade, é possível observar como elas interagem com o este ambiente, propício para os insetos. Essa experiência prática não apenas amplia o entendimento sobre a ecologia e a importância dos insetos, mas também incentiva a sensibilização sobre a necessidade de adoção de práticas sustentáveis, como o uso de materiais reutilizáveis.

As crianças, ao participarem da criação e manutenção do hotel de insetos, podem desenvolver uma conexão mais profunda com a natureza, compreendendo a interdependência entre os seres vivos e a importância de preservação e do equilíbrio ecológico. Essa abordagem lúdica e educativa contribui também para despertar o interesse das crianças pela proteção ambiental, proporcionando-lhes uma compreensão valiosa sobre a importância dos insetos para o ecossistema.



Figura 11.25. Hotel de insetos com latas de leite em pó (05/07/2022). Unidade Estadual de Ensino Fundamental João XXIII - Maximiliano de Almeida/RS (2022).



Figura 11.26. Hotel de insetos construído com caixa de madeira reutilizada. Escola Estadual Jesus Menino Barracão/RS (2023).

11.3.3 PEA Agricultores e Comunidade Lindeira

As atividades com agricultores e comunidades contemplam os eixos temáticos apontados no DSAP e as Linhas de Ação do Guia para a Elaboração dos Programas de Educação Ambiental no Licenciamento Ambiental Federal (LAF), conforme preconiza os Pareceres Técnicos (2020 e 2021) nº 12329466/2022-N LA-RS/DITEC-RS/SUP ESRS e nº 13364605/2022-

NLA-RS/Ditec-RS/Supes-RS referentes a acompanhamento de LO 160/2001 - 2ª Renovação. As interações com os agricultores e comunidade foram planejadas e ocorreram tanto diretamente pela equipe do PEA, quanto em parceria com entidades correlacionadas ao setor agrícola, fortalecendo objetivos compartilhados e maximizando objetivos comuns. A realização das atividades foi estrategicamente programada, levando em consideração a disponibilidade dos agricultores, que possuem uma rotina intensa em suas propriedades rurais.

Durante o período analisado, estabeleceram-se parcerias sólidas com as secretarias municipais de agricultura e associações de agricultores. Essas colaborações foram fundamentais para potencializar os resultados e promover uma abordagem mais abrangente e eficaz da educação ambiental no contexto da vida na propriedade rural. Essa sinergia entre diferentes entidades refletiu o comprometimento em alcançar metas comuns e fortalecer o desenvolvimento sustentável no meio rural. A seguir é apresentado um resumo das atividades realizadas entre Julho de 2014 a Dezembro 2023, temas prioritários identificados durante as atividade e consultas ao público alvo das atividades, não se limitando a estas:

11.3.3.1 Atividade: Pedágio Verde

De janeiro a junho de 2015, foi desenvolvida em parceria com os feirantes, a atividade "Pedágio Verde" com o objetivo desenvolver o senso de responsabilidade para com o meio ambiente e incentivar as pessoas a utilizar sacolas retornáveis, substituindo as descartáveis reduzindo a produção de resíduos sólidos. Foram visitados também supermercados, padarias, fruteiras, lojas e repartições públicas e fornecidas orientações sobre resíduos. Em janeiro de 2016, no período de férias escolares, foi realizada uma atividade de Educação Ambiental, em Piratuba, aplicada a turistas e transeuntes com a distribuição de mensagens educativas e de sensibilização ambiental. Nessa atividade foram entregues pequenos lembretes sobre os cuidados que se deve ter com o Meio Ambiente.

Esta mesma atividade foi realizada em janeiro de 2016 em Capinzal e em Zortéa. Em Capinzal foi realizada com feirantes, visitantes e pessoas que estavam na Praça Pedro Lelis da Rocha, ponto de ônibus, rodoviária, além de leitores da Biblioteca Pública Municipal Vereador Rolindo Casagrande, onde foram observadas percepções interessantes a temática, enfatizando a importância dos cuidados com o meio ambiente. Em Zortéa teve como público-alvo transeuntes, estabelecimentos comerciais e algumas residências da cidade.

Em fevereiro de 2016 esta atividade foi realizada novamente em Zortéa, com entrega de mensagens educativas para os feirantes, bem como pessoas que circulavam no local da feira. Nos municípios de Capinzal e Ouro foram entregues mensagens sobre a importância do cuidado com o Meio Ambiente para professores da Rede Pública Municipal e Estadual de Ensino. Já em Machadinho, a atividade contemplou feirantes e pessoas que circulavam no local da feira e nas ruas da cidade.

Em março de 2016 a atividade de Educação Ambiental denominada "Pedágio Ecológico" foi realizada em parceria com Lions Clube, no calçadão, com a confecção de 140 litros de sabão líquido, com óleo de cozinha utilizado, e entregue com pequenos lembretes sobre os cuidados que devemos ter com o descarte do óleo saturado.



Figura 11.27. Atividade do pedágio verde desenvolvida no ponto de ônibus.



Figura 11.28. Feirantes interessados na sacola confeccionada com banners descartados.



Figura 11.29. Entrega do sabão líquido confeccionado com óleo de cozinha utilizado.



Figura 11.30. Professores recebendo as mensagens educativas sobre meio ambiente.

11.3.3.2 Atividade: Dia da Ideia

Em julho de 2015 foi realizada uma roda de conversa entre integrantes da ASSOMAZ – Associação de Mulheres Agricultoras de Zortéa, representante da Prefeitura e o consultor Marcelo Limont que ficaram sensíveis à proposta do trabalho com as sacolas de banner e outros materiais. Sugeriu-se que uma vez por mês seja realizada o "Dia da Ideia", espaço de encontro para confeccionar e pensar em formatos e estilos de sacolas.

Em agosto realizou-se o "Dia da Ideia" com integrantes da ASSOMAZ – Associação de Mulheres Agricultoras de Zortéa e tomada decisão de se pôr em prática a proposta de confecção de sacolas retornáveis a partir de banners descartados.

No caso a educação ambiental fomentou soluções práticas, que pode vir a ser um negócio social. Banners se transformaram em sacolas de necessaires que podem ser comercializadas ou distribuídas por feirantes, como por exemplo: ao acumular certa quantidade de pontos na compra de produtos na feira, recebe uma sacola.

Em abril de 2016 foi dada continuidade à atividade "Dia da Ideia", com a Associação das Mulheres Agricultoras de Zortéa – ASSOMAZ, com a realização de uma oficina de costura de sacolas de banners, onde foram utilizados banners descartados.

O estímulo ao reuso e reciclagem de resíduos, que se colocados em locais inadequados poluem e podem comprometer a qualidade das águas da cidade e do reservatório. No mês de julho de 2016 foi realizada uma visita para feirantes e para a ASSOMAZ, com entrega de sacolas confeccionadas com banners visando fortalecer a ideia da sua produção.



Figura 11.31. Oficina de costura com as mulheres da associação, para demonstrar o processo de confecção.



Figura 11.32. Representante da ASSOMAZ e feirante, com as sacolas de banners prontas.

11.3.3.3 Atividade: Circuito de Educação Ambiental com Agricultores

Esta atividade foi desenvolvida em 2018 e realizada em dois eventos, na 17ª Festa dos Agricultores do Município de Capinzal (SC) e 5ª FEMUCA- Feira Municipal Pró Turismo, Comércio e Agronegócio de Machadinho (RS), onde os agricultores eram convidados a participar. O objetivo principal era levantar os assuntos mais pertinentes para uma abordagem mais detalhada, em um segundo momento, em uma roda de conversa, com foco principal no tema mais votado durante o circuito. Esta atividade teve como um dos objetivos coletar subsídios para a elaboração do DSAP – Diagnóstico Socioambiental Participativo.

Os temas abordados foram:

- Produção agroecológica no entorno dos reservatórios hídricos;
- A pesca como geração de renda para família;
- Importância da qualidade da água para a produção animal e lavoura;
- Usar áreas e preservar entorno do reservatório;
- Medidas de adaptação para enfrentamento das mudanças climáticas na zona rural.

Esta atividade contribuiu de forma a integrar a estratégia através de rodas de conversa, abordar e coletar informações para a construção de práticas de educação ambiental associadas ao que efetivamente pode ser transformador para este público, de agricultores.



Figura 11.33. Agricultores participando da atividade.



Figura 11.34. Agricultores participando da atividade.

11.3.3.4 Atividade: Plantio de Mudas Nativas em Nascentes

Durante o evento de encerramento do ano letivo de 2018, na Escola Municipal Francisco Correia, do município de Anita Garibaldi/SC com aproximadamente 20 agricultores presentes, foi realizado o plantio de mudas nativas próximo à nascente.

A comunidade escolar, pais, alunos e agricultores estavam reunidos para participar de atividades e foram convidados a colaborar no plantio das mudas nativas. Antes, o facilitador do PEA da UHE Machadinho fez uma reflexão com todos sobre os problemas relacionados à falta de preservação das nascentes, ao cuidado necessário com os recursos hídricos e à necessidade de cumprir a legislação referente a APP (Área de Preservação Permanente) e ao período de Piracema (01/10 a 30/01). Foi lançado o desafio para que todos fizessem sua parte na preservação ambiental e que saibam da importância de ações e iniciativas para a preservação das nascentes.

Por fim, se deslocaram à área destinada para a plantação das mudas, próximo a uma nascente, originando um pequeno açude, uma área degradada. O local foi escolhido pelos presentes, pois é de fácil acesso para a manutenção e próximo a escola, onde teria uma finalidade didática para os alunos e a comunidade, que visualizariam facilmente o desenvolvimento das plantas e a recuperação da nascente.

Em abril e maio de 2019, realizou-se novamente a ação com objetivo de mobilizar e sensibilizar comunidades rurais quanto à importância da proteção das nascentes e da recuperação da mata nativa.

A execução da atividade foi realizada por meio de rodas de conversa com agricultores, em parceria com instituições (escolas e outros); buscando identificar uma área degradada (nascente); articular obtenção de mudas nativas e transporte até o local e, realizar o plantio de mudas nativas.

Essas atividades foram em uma área rural, como momentos estratégicos sob o aspecto metodológico, estando dedicados à articulação, mobilização e qualificação das práticas dos atores sociais. A proposta foi que tais atividades se configurassem enquanto espaços de construção coletiva de saberes – a partir de determinados repertórios propostos a serem construídos de forma coletiva – para a elaboração de estratégias de intervenção, considerando-se suas especificidades socioespaciais. O

objetivo desta atividade foi favorecer espaços em que os agricultores pudessem a partir da ampliação de suas práticas e da reflexão compartilhada acerca das dinâmicas específicas de seu território, vislumbrar possíveis sinergias e estratégias conjuntas de desenvolvimento de ações educativas e de intervenção no contexto da Agricultura Familiar.

Esta atividade já está alinhada com o DSAP na medida em que as percepções e perspectivas obtidas nas dinâmicas adotadas para o levantamento participativo resultaram no planejamento desta atividade.



Figura 11.35. Comunidade participando do plantio (2018).



Figura 11.36. Agricultores e alunos em roda de conversa.

11.3.3.5 Atividade: A Sabedoria do Cultivo de Plantas Medicinais e Aromáticas

Ao promover ações educativas nas comunidades dos municípios lindeiros da UHMA, há uma observação e escuta profunda que encontra a riqueza do conhecimento enraizado nas histórias de vida das famílias. É vivenciada a sabedoria transmitida de geração em geração, honrando práticas tradicionais que muitas vezes são o alicerce do entendimento sobre plantas medicinais.

Além de apresentar propriedades, nomes científicos e populares das plantas, esta atividade orienta sobre o uso correto de plantas medicinais, apoiando a conhecimento prático que muitas famílias possuem domínio.

As oficinas práticas, como a criação de hortas e o "relógio medicinal" do corpo humano, enriqueceram o repertório de habilidades práticas e enfatizaram a importância de integrar esse conhecimento ancestral ao cotidiano.

Nesse processo, cada participante teve a oportunidade de absorver informações e contribuir com suas próprias vivências, fortalecendo a teia de conhecimento coletivo. A interação entre gerações, permeada por trocas de saberes familiares, ampliou a compreensão do valor intrínseco do conhecimento transmitido ao longo do tempo.

Assim, o resgate do conhecimento transcendeu os limites das aulas teóricas, transformando-se em uma celebração da diversidade de experiências familiares.

Além de apresentar os conceitos gerais sobre as suas propriedades, nomes científicos e populares, houve orientação sobre o uso correto de plantas medicinais e realizadas oficinas práticas como: criação de horta, relógio medicinal do corpo humano, entre outros (Figura 11.38).



Figura 11.37. Visita ao horto medicinal do STR e identificação das espécies (05/10/2022) Pinhal da Serra/RS.



Figura 11.38. Plantas medicinais. Clube de Mães. Anita Garibaldi/SC. 16/02/2023.

11.3.3.6 Atividade: A Natureza como Fonte de Conhecimento e de Matéria Prima Local

Implementar oficinas de produção de incensos naturais, bordados em folhas naturais e fabricação de sacolas com material reciclável junto aos agricultores dos municípios Lindeiros da Usina Hidrelétrica Machadinho representou uma estratégia relevante para promover a questão de uso do solo com alternativas que fortalecem as práticas econômicas locais.

Ao oferecer oficinas que exploram a produção de incensos naturais, os participantes tiveram a oportunidade de utilizar recursos disponíveis nos locais para criar produtos artesanais comercializáveis, promovendo a valorização da flora local e incentivando o empreendedorismo sustentável. O bordado em folhas naturais oferece uma opção criativa para a produção de artesanato. Essa atividade incentiva a preservação da biodiversidade e gera oportunidades de renda ao transformar elementos naturais em peças únicas e valorizadas.

A confecção de sacolas a partir de material reciclável abordou a problemática dos resíduos sólidos com os agricultores, e contribuiu para a conscientização ambiental, incentivando práticas sustentáveis.

Além disso, ao envolvê-los neste processo, criou-se uma abordagem colaborativa para a gestão de resíduos, promovendo a responsabilidade ambiental e estimulando a criação de soluções locais para desafios globais.

Essas atividades capacitaram os agricultores com habilidades práticas e alternativas econômicas e fortaleceram a conexão entre a preservação ambiental e o desenvolvimento socioeconômico.



Figura 11.39. Oficina de Bordado em folha natural e incensos naturais. Grupo da Terceira Idade. Capinzal/SC 18/07/2023.



Figura 11.40. Bordado em folha natural e incensos naturais. Grupo extensão do CRASS. Barracão/RS. 05/07/2023.

11.3.3.7 Atividade: Turismo como Tema Transversal da Educação Ambiental

Apoiar o desenvolvimento do turismo rural nos municípios lindeiros da Usina Hidrelétrica Machadinho como tema transversal do PEA é uma iniciativa baseada nos resultados do DSAP que comumente surge como tema relevante entre os agricultores, trazido nas atividades para promover o desenvolvimento econômico e sustentável das comunidades agrícolas. A criação de roteiros turísticos, a implementação de melhorias nos locais e a oferta de entretenimento em áreas rurais potencializam a economia local e destacam a riqueza cultural e natural da região.

Ao integrar o turismo rural de maneira sustentável, os agricultores podem diversificar suas fontes de renda, preservar suas tradições e promover a conservação ambiental. Essa abordagem integrada enriquece a experiência dos turistas e contribui para o desenvolvimento das comunidades rurais.

A equipe do PEA UHE Machadinho desempenhou um papel fundamental ao apoiar e orientar as comunidades locais sobre como implementar o turismo local, ao oferecer encaminhamentos sobre iniciativas relacionadas ao turismo rural. A equipe atuou como facilitadora, fornecendo conhecimento técnico integrado ao PEA, identificando caminhos viáveis e destacando os desafios inerentes.

Entre Junho e Novembro de 2022, a atividade foi realizada com objetivo de realizar o levantamento dos atrativos turísticos potenciais e existentes e o que cada membro de comunidade rural pode oferecer em um roteiro turístico em sua região.

O trabalho começou pela identificação das potencialidades para integrar um roteiro turístico, bem como, qual a atual situação de cada uma delas. A comunidade se comprometeu em realizar esse levantamento seja de maneira direta, com a participação dos atores engajados ou por meio de parcerias. Identificando a visão geral da situação local, mapeando os passos para consolidar o processo de roteirização.

A qualificação dos equipamentos para atender às exigências e expectativas dos turistas é um dos pontos relevantes antes de iniciar a sua comercialização, além de prever os aspectos positivos e negativos dos impactos decorrentes a atividade

turística no âmbito ambiental, sociocultural e econômico. Em 2023 a atividade abrangeu desde a sensibilização de informações sobre conservação ambiental até a orientação prática sobre a implementação de projetos. Dessa forma, a equipe promove a sensibilização ambiental, a capacitação das comunidades a superarem desafios, elaborando seus projetos e implementando-os, transformando ideias em ações tangíveis e contribuiu para a sustentação do tema na região.



Figura 11.41. Agricultores reunidos no Sindicato dos Trabalhadores Rurais. Maximiliano de Almeida/RS (05/08/2022).



Figura 11.42. Visita a atrativos turísticos – mirante dois rios. Propriedade Sr. Irineu Bergamo. Piratuba/SC. 02/05/2023.

11.3.3.8 Atividade: A Interdependência da Vegetação Nativa e os Recursos Hídricos

Desenvolver atividades com moradores da zona rural dos municípios lindeiros da UHE Machadinho sobre a importância da vegetação nativa, recuperação de áreas degradadas, mata ciliar e gestão sustentável dos recursos hídricos é fundamental para construir práticas agrícolas mais resilientes e ambientalmente conscientes.

A recuperação de áreas degradadas é uma estratégia vital para restaurar ecossistemas comprometidos. A equipe do Programa de Educação Ambiental UHE Machadinho orientou agricultores sobre técnicas de restauração e forneceu apoio prático para implementação de ações de recuperação que contribuem para a saúde ambiental e a resiliência das atividades agrícolas locais.

A preservação da mata ciliar é fundamental para a qualidade da água, estabilidade do solo e manutenção de ecossistemas aquáticos saudáveis. A facilitadora do Programa de Educação Ambiental UHE Machadinho realizou com agricultores, práticas de manejo que protegem, restauram as matas ciliares e que são benéficas para a biodiversidade local e ajudam a garantir o acesso a recursos hídricos de qualidade para as comunidades rurais.

A gestão sustentável dos recursos hídricos é um componente essencial da agricultura responsável. O Programa de Educação Ambiental UHE Machadinho assumiu o compromisso de incentivar práticas eficientes de uso da água, como segurança sustentável e preservação de

nascentes, de modo a minimizar impactos negativos sobre os ecossistemas aquáticos.

Ao atuar junto aos agricultores com esse tema transversal, o PEA UHE Machadinho trabalhou a consciência da coexistência harmoniosa entre a produção rural e a preservação ambiental. Essa abordagem integrada não só contribui para a sustentabilidade das comunidades rurais, como para a preservação dos recursos naturais essenciais para a agricultura (Figura 11.43).



Figura 11.43. Agricultores e escoteiros realizando o plantio de mudas nativas em APP. Zortéa/SC (27/04/2019).



Figura 11.44. Projeto recuperação de nascentes. Linha Gramado. Capinzal/SC. 22/03/2023.

11.3.3.9 Atividade: Roda de Conversa

A roda de conversa é uma técnica vinculada ao contexto do enfoque participativo, cujo objetivo principal é propiciar elementos e condições que facilitem a construção de um espaço de diálogo e interação entre diferentes atores sociais. Ela é uma possibilidade metodológica indicada para atividades de cunho pedagógico e participativo, tanto no âmbito formal quanto não formal, que buscam processos de comunicação ativa, pautadas na promoção do debate e no intercâmbio de experiências.

De linguagem ajustável aos sujeitos da ação pedagógica ela favorece a construção de momentos de diálogo aberto, sendo considerada oportuna em atividades que pressupõe a construção de consensos ou mesmo a simples troca de informações.

Os participantes da roda de conversa têm a possibilidade de expressar suas impressões, percepções, conceitos e experiências de maneira corriqueira, como uma simples conversa em ambiente informal. Essa característica cria um ambiente espontâneo, descontraído e favorável de convivência cuja informação que "circula" na roda pode ser facilmente transcrita e posteriormente sistematizada. Sua realização necessita de um mediador que dá o tom da conversa na medida em que lança mão de questões e temas geradores. Esses temas iniciais servem apenas de direcionamento propositivo, podendo sofrer derivações ao passo em que os participantes interagem entre si. Em termos de tamanho dos grupos, a ferramenta também é flexível e adaptável à necessidade e intencionalidade da ação pedagógica, podendo acontecer em grupos pequenos de quatro a seis pessoas, como também em grandes grupos, de até 30 pessoas.

Entre 2020 e 2023 foram convidadas todas as secretarias de agricultura dos municípios lindeiros da UHE Machadinho a participarem da atividade "Roda de Conversa em Educação Ambiental com Agricultores", tendo como proposta a discussão de temas de interesse da comunidade alinhados com os objetivos do programa tais como:

- Objetivos do milênio e agendas de desenvolvimento (ODS);
- Produção de alimentos saudáveis, e alinhado a isto sobre financiamentos para a agricultura;
- Captação de água da chuva por meio de cisternas;
- Plantas Medicinais e aromáticas;
- Os Quatro Elementos da Natureza + Reflexão Guiada;
- Piscicultura;
- Turismo Rural;
- Resíduos Sólidos;
- Entrevista com Feirantes de Produtos Orgânicos.



Figura 11.45. Reflexão Guiada com os Beneficiários do Auxílio Brasil. Zortéa/SC (18/03/2022).



Figura 11.46. Feirantes de produtos orgânicos. Anita Garibaldi/SC (08/10/2022).

11.3.4 Resultados

A seguir são apresentados alguns dos resultados referentes as diversas atividades desenvolvidas no âmbito do Programa de Educação Ambiental na UHE Machadinho.

No período referente a julho de 2014 a dezembro de 2023, foram atendidas aproximadamente 106.000 pessoas pelo programa entre atividades realizadas no público escolar e comunidade.

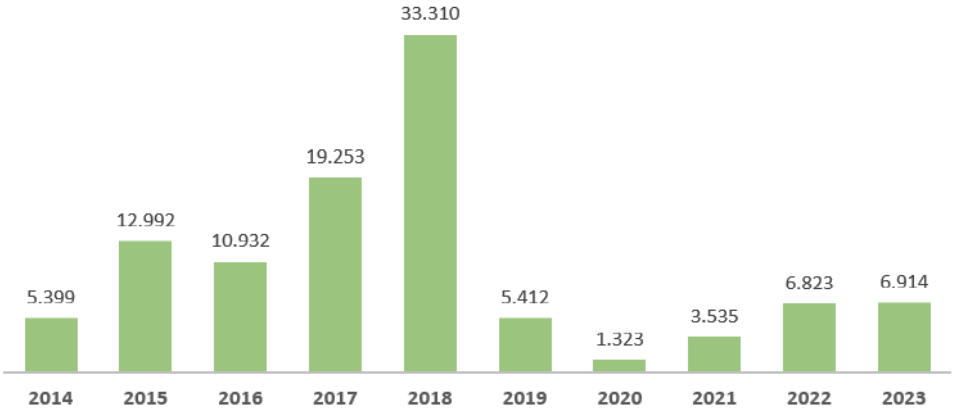


Figura 11.47. Público abrangido pelo PEA da UHE Machadinho de julho (2014) a dezembro (2023).
* Os indicadores de contabilização do público envolvido nas atividades direta e indiretamente foram reavaliados a partir de 2018.

O Programa de Educação Ambiental realizou atividades em 100% das escolas da área de influência da UHE Machadinho, inclusive no município de Ipira. Foram realizadas diversas ações conjuntas com a comunidade escolar que vão desde a apresentação do programa e da proposta teórico-metodológica, e após a elaboração do diagnóstico participativo integrando os temas de interesse do público-alvo e dos demais temas relacionados as atividades dos programas ambientais da usina, construindo sempre agendas compatíveis com a localidade.

A construção das relações com as comunidades lindeiras tem sido cada vez mais importante, desenvolvendo ações conjuntas e respeitando a realidade vivenciada pelos agricultores e pela comunidade escolar. A metodologia adotada buscou promover trocas de experiências e interações sensitivas, promovendo cada dia mais uma aproximação entre as instituições e comunidades locais de forma a reconhecer o papel de cada um para uma realidade melhor e ambientalmente sustentável.

Em complemento as atividades foram realizadas atividades de formação de educadores e professores, alcançando uma média de 600 profissionais da educação dos municípios de Capinzal/SC e Zortéa/SC.

As atividades com agricultores e comunidades lindeiras teve foco em ações voltadas à recuperação de nascentes, piscicultura, turismo rural, geração de renda e qualidade de água nas propriedades rurais dos municípios lindeiros, assim como nos temas elencados no DSAP, de acordo com a escala de vulnerabilidade socioambiental dos grupos sociais no entorno do reservatório, e mesmo com a dificuldade de desenvolvimento de ações em grandes grupos, continua sendo muito bem aceito e demonstrando a importância da sensibilização ambiental e do desenvolvimento do protagonismo dos participantes do PEA na busca de soluções de problemas ambientais, bem como, na melhoria da qualidade ambiental da comunidade.

11.4 Considerações Finais

O Programa de Educação Ambiental nas escolas continua a manter a essência da educação não formal, estendendo sua atuação aos agricultores e comunidade lindeira, consolidando uma abordagem de sucesso. A continuidade das ações, a partir

dos resultados do DSAP, reforça sua legitimidade ao alinhar-se com os temas geradores identificados a partir dos interesses dos grupos sociais envolvidos no PEA.

A análise dos resultados é realizada por meio de pesquisas mensais direcionadas ao público diretamente envolvido nas ações e pode ser observado que a geração de temas ao longo do ano incorporou o resultado das avaliações, num processo cíclico de aprendizado.

Durante esse processo, foram incorporados ao PEA temas de interesse específicos dos professores, coordenadores pedagógicos e alunos, relacionados às questões ambientais locais, aos interesses comunitários além dos já tidos como orientativos como o DSAP, a LO e outros já citados. A dinâmica de converter os interesses advindos das avaliações e do cotidiano presenciado nas atividades do PEA são convertidos em novas práticas de educação ambiental, proporcionando experiências enriquecedoras.

O programa enriqueceu a dimensão cognitiva da educação ambiental, proporcionando um resultado muito positivo sobre as ações planejadas e desenvolvidas, o que demonstra a importância da continuidade do processo educativo, envolvendo cada vez mais uma diversidade maior de atores sociais nas diferentes abordagens das ações, com o alinhamento e integração de temas diversos como a mata ciliar e o PACUERA, envolvendo líderes e parceiros locais, reforçando a construção de uma sociedade que valorize a cooperação no enfrentamento dos problemas contemporâneos.

Conclui-se que o PEA continua a destacar a importância da sensibilização ambiental e do desenvolvimento do protagonismo dos participantes na busca por soluções para os problemas ambientais, contribuindo para a melhoria da qualidade ambiental da comunidade.

Um roteiro de educação ambiental "Roteiro para temas obtidos no Diagnóstico Socioambiental Participativo – DSAP", em anexo, foi elaborado para estruturar as atividades do PEA dos próximos anos, mantendo a essência e as prerrogativas da IN 002/2012.

12 COMUNICAÇÃO SOCIAL

12.1 Introdução

O relacionamento com a comunidade da área de influência da UHE Machadinho é realizado através do desenvolvimento de diversas ações com objetivo principal de interação constante com a população local, colaborando para que as pessoas conheçam a estrutura da usina e contribuindo através das ações sociais e ambientais para o desenvolvimento sustentável da região. Entre os anos de 2014 e 2023, diversas atividades foram desenvolvidas para a aproximação e boa relação entre o empreendimento e a comunidade, tais como projetos sociais e ambientais, o Programa de Visitas, ações de comunicação e atendimento à população. Os atendimentos presenciais são realizados no escritório do Consórcio Machadinho, localizado na Avenida 18 de fevereiro, nº 1.658, Bairro Balneário, Piratuba – SC.

12.2 Atividades Desenvolvidas e Resultados

12.2.1 Comunicação Social

A Assessoria de Comunicação do Consórcio Machadinho tem como principal objetivo divulgar as boas práticas e fortalecer os canais de comunicação entre a UHE Machadinho e a comunidade. Busca, através de ações de comunicação, estabelecer o contato com a imprensa regional e a sociedade, especialmente a comunidade lindeira, promovendo a disseminação de assuntos pertinentes ao público-alvo.

Essas ações são realizadas através de relacionamento direto com a imprensa (sites, rádios e jornais), com envio de releases, fotos e programas de rádio. Além disso, são empregados os canais de comunicação do Consórcio Machadinho, como *WhatsApp*, site e redes sociais (*Instagram*, *Facebook* e *Youtube*).

Essa abordagem visa garantir uma comunicação eficaz, transparente e acessível, permitindo que a comunidade esteja bem informada sobre as atividades e iniciativas da UHE Machadinho, especialmente o público mais distante dos centros urbanos.

12.2.1.1 Programas de Rádio

Semanalmente é veiculado o programa "Notícias do Consórcio Machadinho", onde são divulgadas notícias e ações realizadas pelo Consórcio Machadinho. Entre os temas abordados destacam-se: a compensação financeira, divulgação de ações ambientais e sociais, o programa de visitas e o concurso de redação.

Durante o período de 2014 a 2023 foram veiculados 901 programas de rádio nas emissoras identificadas na Tabela 12.1.

Tabela 12.1. Emissoras/Municípios.

EMISSORA	MUNICÍPIO
Rádio Cidade	Barracão- RS
Rádio Comunitária Interativa	Machadinho- RS
Rádio Comunitária Interativa Maxi	Maximiliano de Almeida- RS
Rádio 104,9 FM	Piratuba- SC
Rádio Barriga Verde	Capinzal- SC
Rádio Campos Verdes	Zortéa- SC

EMISSORA	MUNICÍPIO
Rádio Capinzal	Capinzal- SC
Rádio Club FM	Machadinho- RS

12.2.1.2 Releases

Através da produção e envio de releases para a imprensa regional, a comunidade fica a par das ações da UHE Machadinho. São divulgadas atividades relacionadas aos procedimentos da Usina, meio ambiente, Pacuera, educação ambiental, projetos sociais e ambientais, eventos, assuntos de utilidade pública e festividades.

A Figura 12.1 a seguir demonstra a receptividade dos meios de comunicação quanto à veiculação do material que é enviado. Os 432 releases enviados durante o período de 2014 a 2023 resultaram em 3.108 publicações. Isto significa que cada matéria enviada resulta em 7 veiculações, em média.

A seguir exemplo das matérias veiculadas nos jornais e sites da região.

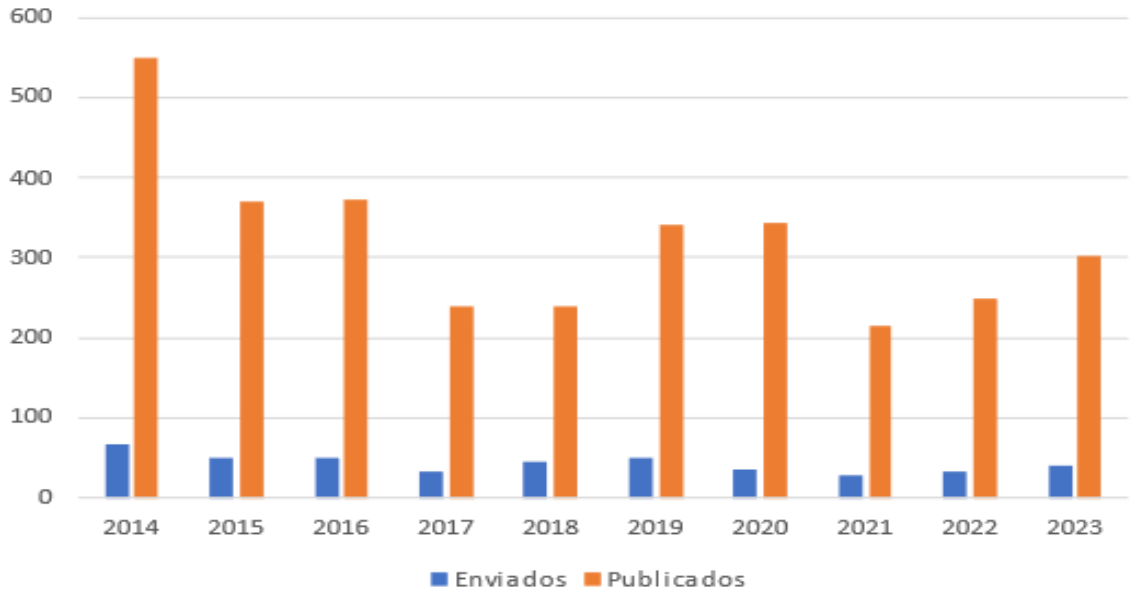


Figura 12.1. Releases enviados x Releases publicados.



FOLHA DA CLUB 29/06/2022 a 05/07/2022

Usina Machadinho comemora 20 anos

Evento foi realizado pelo Consórcio Machadinho na quinta-feira, dia 23 de junho

O Consórcio Machadinho realizou na quinta-feira, dia 23 de junho, um evento institucional em comemoração aos 20 anos de operação da Usina Hidrelétrica Machadinho Carlos Ermírio de Moraes. A solenidade contou com a presença de representantes das empresas consorciadas, diretores do Consórcio, colaboradores, autoridades, parceiros, fornecedores, imprensa e convidados.

O evento iniciou com uma visita ao empreendimento, também foram homenageados quatro colaboradores da Usina por tempo de serviço, que completam 20 anos de trabalho, fazendo parte da história da Usina Hidrelétrica Machadinho desde o começo. São eles: Cassiano Brustolin, Claudio Cezar Pedott, Gladistone Coghetto e Ildo Mateus Rorig.

Também foi descerrada a placa comemorativa aos 20 anos de operação da Usina, que figurará no hall de entrada da Usina, marcando mais esse momento histórico do empreendimento. A celebração contou também com uma apresentação cultural da Invernada Artística do Centro de Tradições Gaúchas Sentinela do Inhandava, Projeto Social apoiado pelo Consórcio Machadinho.

Outro destaque do dia foi o lançamento do novo vídeo institucional da Usina, criado especialmente para os 20 anos e que já está disponível no canal do Youtube do Consórcio Machadinho. O evento foi finalizado com uma benção do padre Geiso Dadalt, da Paróquia Santa Catarina de Piratuba.

Para saber acesse o site www.machadinho.com.br

Figura 12.2. Matéria veiculada no jornal Folha da Club em junho de 2022.



BOMDIA

Consórcio Machadinho ressalta a importância sobre a preservação e uso do entorno do lago

Por: Assessoria de comunicação
Fonte: Divulgação
23/06/2021 17:50

Desde o início da construção da Usina Hidrelétrica Machadinho Carlos Ermírio de Moraes, há mais de 20 anos, todas as áreas do empreendimento passam por fiscalização constante. A Usina conta com uma equipe de fiscalização ambiental e socioparimonial, que percorre frequentemente todas as áreas que fazem parte do empreendimento. A fiscalização se dá por drone, por água e por terra, percorrendo as áreas dos 10 municípios lindeiros nos estados de SC e RS.

O objetivo é coibir a ocupação indevida das áreas, sejam elas áreas de preservação permanente (APPs) e demais áreas sob concessão do Consórcio Machadinho (áreas remanescentes). Evitando dessa forma a ocorrência de irregularidades ambientais e patrimoniais, contribuindo com a preservação do meio ambiente e desenvolvimento sustentável do entorno.

Ações indevidas de uso do reservatório, invasão de APPs e áreas remanescentes, são passíveis de encaminhamento à Polícia Ambiental para apuração de crime e estão sujeitas a multas e ações judiciais, incluindo desapropriação de bens.

Figura 12.3. Matéria veiculada no site de Jornal Bom Dia em junho de 2021.



MEIO AMBIENTE

UnC realiza 4º Fórum Ambiental e SEMAS, com visita a Piratuba

Evento conta com a parceria da Engie, Consórcios Itá e Machadinho

Figura 12.4. Matéria veiculada no Jornal Comunidade em setembro de 2019.



CLUB 96,7 FM MACHADINHO/RS

CONSÓRCIO MACHADINHO LANÇA 2º PRÊMIO ESCOLA SUSTENTÁVEL COM R$ 40 MIL EM PREMIAÇÃO

Prêmio Escola Sustentável 2022

Acesse o regulamento no site: www.machadinho.com.br

Mais informações: 0800 644 0026 / 49 9 9836-6431

ÚLTIMAS NOTÍCIAS

Figura 12.5. Matéria veiculada no site da Rádio Club em abril de 2022.

12.2.1.3 Divulgação de Ações Ambientais e Sociais

A Assessoria de Comunicação realiza a cobertura de ações e eventos sociais e ambientais que são utilizados como suporte aos programas de rádio e aos releases encaminhados à imprensa regional. Exemplos de matérias produzidas através dessas coberturas são apresentadas a seguir.



PEIXES

Soltura é realizada nos lagos das Usinas de Itá e Machadinho

Os pescadores poderão contribuir quando pescarem espécies estudadas

Figura 12.6. Matéria veiculada no Jornal Comunidade em fevereiro de 2017.



DESENVOLVIMENTO

Plano de Incremento do Turismo já está aprovado pelo Ibama

Prefeituras Municipais lindeiras estão recebendo cópias do documento

Figura 12.7. Matéria veiculada no Jornal Comunidade em fevereiro de 2017.



104,9 PIRATUBA FM

PAGINA INICIAL | NOTÍCIAS | A RÁDIO | PROMOÇÕES | FOTOS | VÍDEOS | CONTATO

Ação especial para Semana Nacional do Trânsito e o Dia da Árvore

A Semana Nacional do Trânsito e o Dia da Árvore motivaram ação especial em Piratuba na manhã de sexta-feira, 20 de setembro. Alunos da Escola Socioambiental, Polícia Militar, Bombeiros, Bombeiros da Terceira Idade, Bombeiros Mirins e Consórcio Machadinho participaram do evento, com distribuição de folder e mudas de árvores.

Mais de 20 crianças, com auxílio da Polícia Militar, abordaram os motoristas entregando material educativo sobre o trânsito e mudas de ipê, árvore símbolo de Piratuba. Ao todo, foram entregues cerca de 200 mudas e 500 folders, para todos os veículos que passaram pela Praça do Ferroviário.

O principal objetivo é conscientizar a comunidade, tanto em relação à conduta no trânsito, quanto a preservação ambiental através do plantio de árvores. A Semana Nacional do Trânsito ocorre em todo o país, de 18 a 25 de setembro. Já o Dia da Árvore é comemorado no dia 21. Todas as mudas entregues durante a ação foram disponibilizadas pelo Consórcio Machadinho.

Para mais informações sobre os projetos sociais e a Usina Hidrelétrica Machadinho acesse: www.machadinho.com.br/.

Figura 12.8. Matéria veiculada no site da Rádio Piratuba em setembro de 2019.



Jornal Comunidade - 29 de novembro de 2023

MIGRAÇÃO DOS PEIXES

Piracema segue até o 31 de janeiro no Rio Uruguai

Pesca com uso de redes e tarrafas fica proibida neste período

Ana Paula R. Spudeit

A Piracema é o período de reprodução dos peixes, caracterizada pela grande migração. É uma época importante para que o peixe complete seu ciclo reprodutivo e dê continuidade à espécie, garantindo, com isso, que sempre existam em boa quantidade. Na bacia hidrográfica do Rio Uruguai, o defeso da Piracema iniciou em 1º de outubro e seguirá até 31 de janeiro de 2024.

Na Piracema os peixes costumam subir os rios para fazer a desova. Nesse processo, acabam ficando muito vulneráveis, pois eles vão até a nascente durante o período. Então é um período que precisa ser respeitado, para a preservação das espécies de peixes - ictiofauna.

Durante a Piracema não é permitida a pesca com o uso de redes, tarrafas, espinhéis e multipeixes. Também não é permitido a pesca com barco a motor, inclusive para pescadores profissionais, que nesse período recebem o seguro-defeso, pago pelo Governo.

São realizadas fiscalizações pela Polícia Ambiental no período de defeso da Piracema, nos rios e afluentes que compõem a bacia do rio Uruguai. A ação é baseada na Instrução Normativa IBAMA Nº 195, de 2 de outubro de 2008, que estabelece normas de pesca para o período de defeso na área de abrangência da bacia hidrográfica do rio Uruguai, nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Figura 12.9. Matéria veiculada no Jornal Comunidade em novembro de 2023.



O TEMPO - um jornal de fato

Site www.otempodefato.com.br 21

Sexta-feira 26/08/2022

Usina Hidrelétrica Machadinho recebe Painel de Sustentabilidade

Representantes da comunidade, poder público e entidades participaram do Painel de Sustentabilidade, promovido pelo Consórcio Machadinho e Engie Brasil Energia, realizado na terça-feira, 23 de agosto, na Usina Hidrelétrica Machadinho – Carlos Emílio de Moraes. O principal objetivo do encontro foi discutir temas importantes em relação ao Desenvolvimento Sustentável da região.

Cerca de 35 pessoas, representantes dos municípios da área de abrangência da Usina Hidrelétrica Machadinho, estiveram no evento e contribuíram com sugestões e ideias numa conversa sobre os desafios do desenvolvimento sustentável. Mais do que debater esse tema, o Painel serve como uma forma de haver a comunidade, trocar experiências e entender como todos podem contribuir para a construção de um mundo melhor, especialmente através dos projetos realizados em cada município.

O Painel de Sustentabilidade coloca em debate temas importantes para o desenvolvimento sustentável, que são mundialmente conhecidos através dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) da Agenda 2030 da ONU.

Para mais informações sobre os projetos sociais e a Usina Hidrelétrica Machadinho acesse: www.machadinho.com.br.

Ana Paula Rorcadio Spudeit / Assessoria de Comunicação

Figura 12.10. Matéria veiculada no jornal O Tempo em agosto de 2022.



Atividade de Educação Ambiental é realizada com alunos em Piratuba

Na escola de Lageado Mariano, o trabalho teve foco nos resíduos jogados na natureza

Figura 12.11. Matéria veiculada no Jornal Comunidade em junho de 2016.

12.2.1.4 Relacionamento com a Imprensa

O relacionamento com a imprensa se realiza através de uma interação proativa com os meios de comunicação. Periodicamente, a Assessoria de Comunicação atualiza o cadastro dos meios de comunicação da região e mantém contato com os profissionais responsáveis, o que se reflete no bom relacionamento da empresa com a imprensa.

No ano de 2020, o Consórcio Machadinho realizou na Usina o IV Encontro com a Imprensa regional, recebendo profissionais de comunicação de todos os municípios lindeiros à Usina. Durante o evento, foi realizada uma apresentação sobre as principais atividades desenvolvidas pelo Consórcio e a Usina, como forma de aproximar ainda mais a comunidade dessas informações.



Figura 12.12. Encontro com a Imprensa.


Figura 12.13. Encontro com a Imprensa.

12.2.1.5 Redes Sociais

O Consórcio Machadinho também utiliza as redes sociais para divulgar boas práticas e ações realizadas. Desde 2019, conta com um canal no Youtube, para divulgação de vídeos, tais como: institucional da Usina, Pacuera, Portal Social, Programa de Visitas e Concurso de Redação.

Em 2021, através do Programa de Visitas, foi realizada uma pesquisa para entender quais os canais mais utilizados pela população, identificando maior uso do Facebook pela comunidade em geral e do Instagram pelo público escolar.

Todos esses canais têm como objetivo aumentar a comunicação e o relacionamento com o público lindeiro, disseminando informações, projetos, ideias e trabalhando de forma integrada com os demais canais já existentes, como o site e WhatsApp.

Abaixo, apresentam-se exemplos de publicações veiculadas nas redes sociais:



Figura 12.14. Publicação no Facebook.



Figura 12.15. Publicação no Instagram.



Figura 12.16. Publicação no Instagram.



Figura 12.17. Publicação no Facebook.



Figura 12.18. Publicação no Instagram.



Figura 12.19. Publicação no Facebook.

12.2.1.6 Site Institucional do Consórcio Machadinho

O site www.machadinho.com.br é outra importante ferramenta de comunicação para divulgar as informações do empreendimento. Em 2020, a página foi totalmente reformulada, facilitando o acesso direto ao Portal Social, para o cadastro de projetos e link com o WhatsApp do Programa de Visitas.

Em 2021 o site recebeu a inclusão da acessibilidade, através da inserção do aplicativo Hand Talk, com tradução em Libras. Os personagens Hugo e Maya aproximam ainda mais o Consórcio Machadinho e a comunidade. No ano seguinte foi lançado o sistema de agendamento de visitas online, um formulário que deixa o processo mais ágil e dinâmico (Figura 12.22).

Em um ambiente intuitivo e dinâmico, o site apresenta os principais programas ambientais e sociais realizados, informações sobre o Plano de Incremento ao Turismo e o Pacuera (Figura 12.20 e Figura 12.24), além de informações técnicas e gerais sobre o empreendimento. Também estão disponíveis a publicação dos livros lançados pelo Consórcio Machadinho e o Código de Conduta Empresarial do Consórcio.



Figura 12.20. Site do Consórcio Machadinho- Área Meio Ambiente.



Figura 12.21. Site do Consórcio Machadinho- Área de Responsabilidade Social.



Figura 12.22. Site do Consórcio Machadinho – Sistema de Agendamento de Visitas.

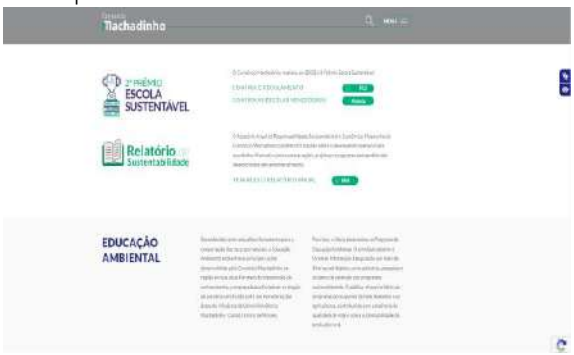


Figura 12.23. Site do Consórcio Machadinho – Área de Meio Ambiente e RSA.

O site conta, ainda, com uma área exclusiva para cadastramento de Projetos Sociais, conforme a Figura 12.24. Através desta ferramenta *online*, os proponentes podem fazer o cadastro dos projetos sem necessidade de deslocamento.

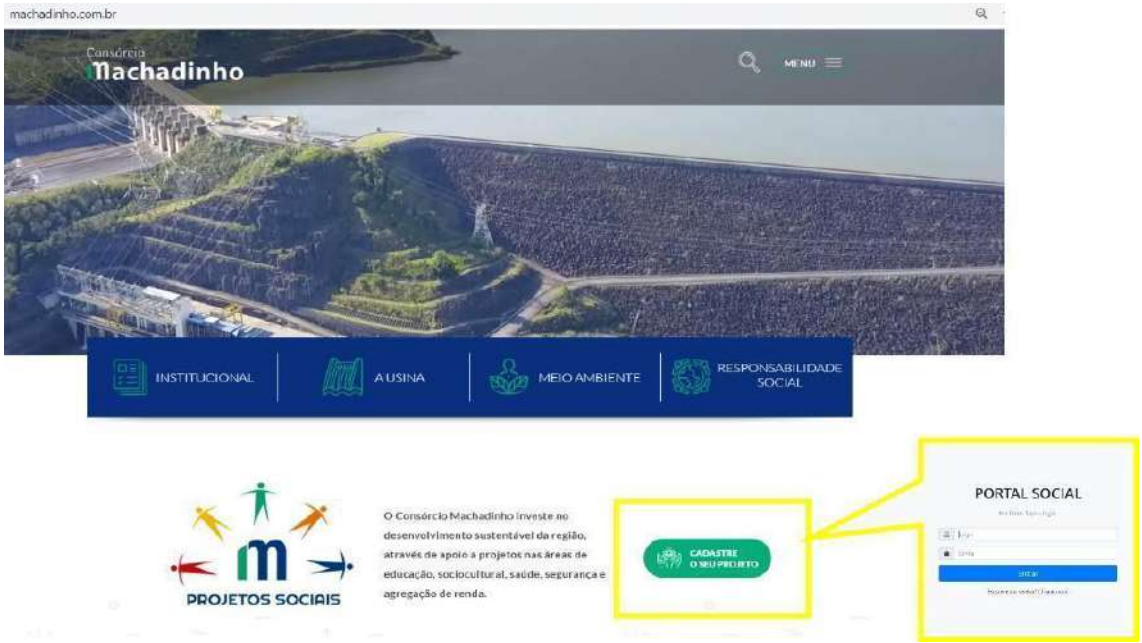


Figura 12.24. Site do Consórcio Machadinho.

12.2.1.7 Publicidade

Além de divulgar as atividades que envolvem a Usina, o Consórcio Machadinho também busca divulgar boas iniciativas por meio de ações específicas em datas comemorativas, como Dia da Água, Semana do Meio Ambiente, Dia da Árvore, entre outros. Isso é realizado por meio de anúncios publicitários padronizados, conforme imagens abaixo:



Figura 12.25. Anúncio Meia Página Jornal Comunidade.



Figura 12.26. Anúncio Meia Página Jornal O Tempo.

12.2.1.8 Campanhas

Também são realizadas anualmente campanhas digitais, por meio das redes sociais implantadas em 2019. Entre elas, destacam-se o Dia da Água, o Dia do Meio Ambiente, o Aniversário do Programa de Visitas, o Dia do Professor, o Outubro Rosa, o Novembro Azul, a conscientização sobre a Piracema, entre outros temas relevantes.

Em média são realizadas 5 campanhas anuais. As figuras apresentadas a seguir ilustram algumas das campanhas realizadas.



Figura 12.27. Dia da Árvore.



Figura 12.28. Dia do Meio Ambiente.



Figura 12.29. Outubro Rosa.



Figura 12.30. Novembro Azul.



Figura 12.31. Programa de Visitas.



Figura 12.32. Dia do Agricultor.



Figura 12.33. Dia do Professor.



Figura 12.34. Piracema.

12.2.1.9 Ações e Eventos

Anualmente o Consórcio Machadinho realiza diversas ações e eventos nos municípios para divulgação dos Projetos Sociais, Educação Ambiental, PACUERA Plano de Incremento ao Turismo, Mexilhão Dourado e Programa de Visitas entre outros, a seguir alguns exemplos de divulgação.



Figura 12.35. Divulgação dos Programas Ambientais e Sociais.



Figura 12.36. Divulgação dos Programas Ambientais e Sociais.



Figura 12.37. Divulgação dos Programas Ambientais e Sociais.



Figura 12.38. Divulgação dos Programas Ambientais e Sociais.

12.2.1.10 Dia da Árvore

Anualmente é realizada a distribuição de mudas no Dia da Árvore, através de parceria com entidades locais. Nos anos de 2019 e 2023, a atividade também contou com uma blitz alusiva à Semana Nacional do Trânsito, com entrega de mudas e material educativo, contando com a colaboração de escoteiros, bombeiros, Polícia Militar e escolas.



Figura 12.39. Ação realizada em Piratuba no ano 2019.



Figura 12.40. Ação realizada em Piratuba no ano 2019.



Figura 12.41. Ação realizada em Piratuba no ano-2023.



Figura 12.42. Ação realizada em Piratuba no ano-2023.



Figura 12.43. Ação realizada em Piratuba nos anos de 2020 e 2021.



Figura 12.44. Ação realizada em Piratuba nos anos de 2020 e 2021.

12.2.1.11 Encontro de Stakeholders – Painel de Sustentabilidade

Nos anos de 2019 e 2022, foram realizados os Painéis de Sustentabilidade na Usina, com a participação de representantes da comunidade, poder público e entidades. Em 2023 foi realizado o Encontro Diálogos com a Juventude, com o tema futuro.

O Painel de Sustentabilidade atua como uma forma de ouvir a comunidade, trocar experiências e entender como todos podem contribuir para a construção de um mundo melhor, especialmente através dos projetos realizados em cada município. O principal objetivo é a discussão de temas importantes em relação ao Desenvolvimento Sustentável da região. Também coloca em debate temas relevantes para o desenvolvimento sustentável, que são mundialmente conhecidos através dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU.



Figura 12.45. Painel de Sustentabilidade – Encontro com Stakeholders- 2022.



Figura 12.46. Painel de Sustentabilidade – Encontro com Stakeholders- 2022.

12.2.1.12 Encontro com Prefeitos

Nos anos de 2018 e 2022 o Consórcio Machadinho promoveu o encontro com os prefeitos dos municípios da área da abrangência. Esse evento é realizado no auditório da Usina e ocorre em anos que têm troca de gestão, como forma de informar aos gestores assuntos importantes relacionados a compensação financeira, importância do PACUERA e Plano de Incremento ao Turismo, ações ambientais, Projetos Sociais, Programa de Visitas e Concurso de Redação.



Figura 12.47. Reunião com os prefeitos 2018.



Figura 12.48. Reunião com os prefeitos 2018.

Além dos eventos realizados pelo Consórcio Machadinho, em 2018 participamos no estado do Rio do Sul de feiras nos municípios de Maximiliano de Almeida, Barracão e Machadinho. Na oportunidade foram divulgadas informações sobre o Programa de Incremento do Desenvolvimento do Turismo dos Municípios da Área de Influência Direta da Usina, PACUERA – Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial, Programas Ambientais, mexilhão dourado, Programa de Visitas e Concurso de Redação.



Figura 12.49. Participação na Feira Expo Incoagro de Maximiliano de Almeida (RS)- Abril de 2018.



Figura 12.50. Participação na Expo Feira e 11° Festa do Pinhão em Barracão Junho de 2018.



Figura 12.51. Participação na 4 e ° FEMUCA- Feira Municipal Pró Turismo, Comércio e Agronegócio de Machadinho- Julho de 2018.



Figura 12.52. Participação na 4 e ° FEMUCA- Feira Municipal Pró Turismo, Comércio e Agronegócio de Machadinho- Julho de 2018.

12.2.1.13 Soltura de Peixes

No período de 2014 a 2023, foram realizadas 9 solturas de peixes experimentais, com indivíduos das espécies Dourado, Curimba, Piracanjuba, Piava, Suruvi e Pintado Amarelo produzidos pelo Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD/UFSC). As solturas experimentais fazem parte do plano de monitoramento de ictiofauna, sendo realizadas no reservatório da Usina, na região da Escola Socioambiental e divulgadas pela Assessoria de Comunicação.



Figura 12.53. Ação de soltura de peixes 2016.



Figura 12.54. Ação de soltura de peixes 2018.



Figura 12.55. Ação de soltura de peixes 2022.



Figura 12.56. Ação de soltura de peixes 2023.

12.2.2 Programa de Visitas à UHE Machadinho- Carlos Ermírio de Moraes

Lançado em 2007, o Programa de Visitas à Usina Hidrelétrica Machadinho tem o objetivo de aproximar a população com o empreendimento. É direcionado a grupos e entidades representativas da população, bem como alunos do 9º ano do ensino fundamental da rede escolar dos municípios da área de abrangência do empreendimento.

Através da visita, o público conhece as instalações, além de receber informações sobre a Usina e as principais ações ambientais e sociais desenvolvidas na região. Uma equipe de monitores treinados realiza o trabalho de acompanhamento das visitas. O agendamento é realizado de forma *online* através do sistema disponível no site do Consórcio.

Dúvidas referente às visitas são esclarecidas através do telefone 0800 644 0026, Whats App (049) 99836 6431 ou então do e-mail: visitas@machadinho.com.br.

A Usina recebe três tipos de visitantes: I) Visitas escolares, associações e entidades em geral dos municípios lindeiros; II) Visitas técnicas; III) Visitas turísticas e Geral.

- **Visitas escolares, associações e entidades em geral:** abertas ao público em geral, com prioridade para alunos do 9º ano do ensino fundamental das escolas participantes do Concurso de Redação, grupos e entidades representativas da população de todos os municípios lindeiros da UHE Machadinho. Não tem custo aos visitantes, sendo que o transporte é de responsabilidade das prefeituras por meio de uma parceria com o Consórcio Machadinho.
- **Visitas técnicas:** direcionadas a estudantes de nível universitário e, técnico, além de autoridades e profissionais de áreas afins, são realizadas sem custos para os visitantes e acompanhadas por profissionais da UHE Machadinho.
- **Visitas turísticas e Geral:** direcionadas ao público em geral dos municípios não lindeiros à UHE Machadinho e realizada pela equipe do Programa de Visitas, não tendo custos aos visitantes, sendo que o transporte é responsabilidade do grupo.

Em março de 2020, devido a pandemia do Coronavírus - Covid-

19, as visitas presenciais à Usina foram suspensas, retornando em maio de 2022. Como forma de manter o público lindeiro engajado, foi disponibilizado no mês de outubro de 2020, no site do Consórcio Machadinho, um tour virtual às estruturas da Usina contemplando todos os pontos visitados em uma visita presencial.



Figura 12.57. Visita virtual disponíveis no Canal do Consórcio Machadinho no Youtube.

Para a divulgação do Programa de Visitas junto aos municípios lindeiros, anualmente são realizadas reuniões nas prefeituras com as secretarias de educação e escolas participantes do concurso.

No período de 2014 a 2023 a Usina recebeu 31.271 visitantes, e desde o início da operação em 2002, foram recepcionados 90.906 visitantes.



Figura 12.58. Flyer de divulgação das visitas.

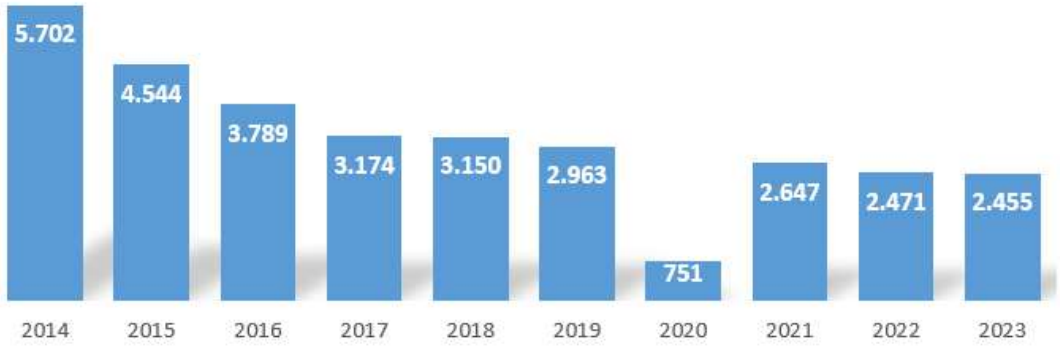


Figura 12.59. Em 2020 visitas virtuais realizadas de outubro à dezembro. Em 2021 virtuais realizadas de janeiro à dezembro.

Em 2023 o Programa de Visitas da Usina Hidrelétrica Machadinho atingiu a marca de 90 mil visitantes, sendo que 38% dos habitantes dos municípios lindeiros já visitaram a Usina.



Figura 12.60. Cartão em comemoração aos 90 mil visitantes.


Figura 12.61. EEB Gasparino Zorzi- Campos Novos SC- Maio de 2023.


Figura 12.62. Grupo da Terceira Idade- Maximiliano de Almeida RS- Julho de 2018.



Figura 12.63. APAE- Ipira SC- Agosto de 2018.



Figura 12.64. EM Professora Amélia Poletto Hepp- Piratuba SC- Agosto de 2023.



Figura 12.65. EM Viver e Conhecer- Capinzal SC- Abril de 2023.



Figura 12.66. EM Professora Nair da Silva Gris - Campos Novos SC- Abril de 2023.

12.2.2.1 Concurso de Redação

O Concurso de Redação tem como objetivo incentivar a prática da escrita e da leitura, instigando a criatividade, o conhecimento e despertando a atenção dos alunos do 9° ano da rede escolar dos municípios lindeiros à UHE Machadinho, para temas atuais e relevantes à sociedade, que além de conhecerem as instalações da usina através da visita recebendo informações sobre o processo de geração de energia elétrica, a história da Usina, seus principais marcos e as atividades ambientais e sociais desenvolvidas pelo Consórcio Machadinho.

Após a visita, os alunos do 9º ano são convidados a participar do Concurso, que premia as cinco melhores redações, além de menção honrosa para a melhor nota de cada município. Anualmente o Concurso mobiliza alunos, professores, autoridades e a comunidade em geral para o evento de premiação. Nos anos de 2020 e 2021 o Evento de Premiação, devido a pandemia foi através de uma *Live*.

12.2.2.2 Workshop

Com o intuito de promover a capacitação dos professores de Língua Portuguesa dos 9º anos das escolas participantes do Concurso de Redação, o Consórcio Machadinho promoveu nos anos de 2018 à 2020 e 2023 o "Workshop do Concurso de Redação". Os encontros foram conduzidos por professores da Universidade do Alto Uruguai e das Missões- URI de Erechim RS que fazem parte da banca de correção das redações e ocorre antes do início das visitas dos escolares. O evento também conta com a participação dos alunos vencedores do ano anterior, os quais participam explanando suas experiências na elaboração dos textos. Os temas escolhidos para cada workshop, são definidos com base na percepção dos professores com relação ao contexto das redações do concurso do ano anterior. Temas trabalhados em cada ano:

2018 – Técnicas para elaboração de redação.

2019 – Os novos desafios: A prática de abordagem textual e a intervenção na produção escrita.

2020 – O Ato docente e as estratégias imprescindíveis para qualificar a produção textual: prevenir inconsistências, apontar acertos e intervir na correção.

2023 – Energia na ponta do lápis: estratégias de organização e planejamento da produção textual.

Seguem algumas fotos dos eventos realizados.



Figura 12.67. Professores participantes workshop 2018.



Figura 12.68. Professores participantes workshop 2019.



Figura 12.69. Professores participantes workshop 2020.



Figura 12.70. Professores participantes workshop 2023.

12.2.2.3 Visitas Escolares

No período de 2014 a 2023 mais de 9 mil jovens visitaram a Usina e mais de 7 mil inscreveram suas redações, das quais 42 foram premiadas. O gráfico abaixo demonstra a relação entre o número de alunos visitantes e o número de redação recebidos no período, 77% de todos os alunos que visitaram a estrutura da usina, enviaram seus textos.

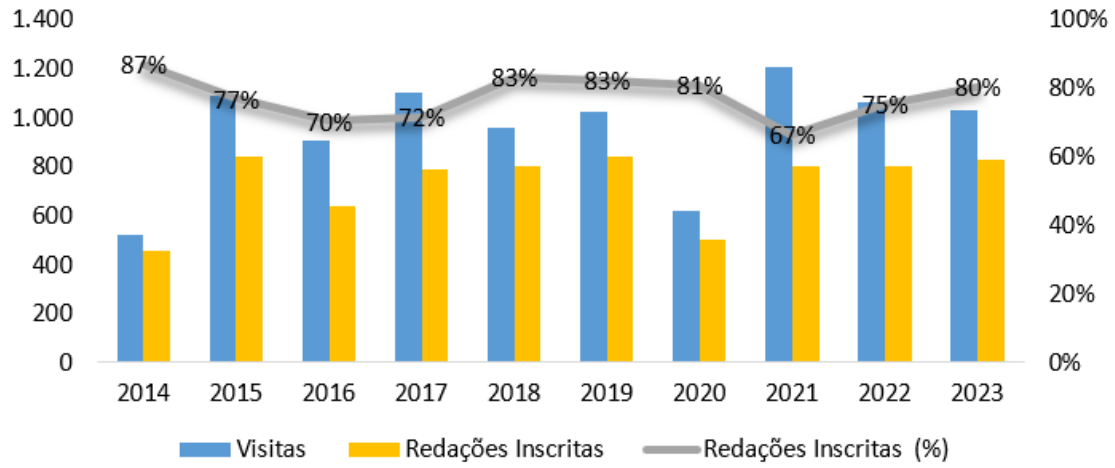


Figura 12.71. Comparativo entre número de visitantes e de redações inscritas.

12.2.2.4 Temas Abordados a Cada Ano

O Concurso de Redação do Consórcio Machadinho tem como principal finalidade incentivar a prática da leitura e da escrita, através de temas atuais e pertinentes, os estudantes são desafiados a inscreverem sua redação. Segue abaixo os temas de cada Concurso realizado:

- **2014: Minhas contribuições para o Meio Ambiente.** Nesta edição, os alunos abordaram como as atitudes individuais podem interferir no meio ambiente como um todo.
- **2015: O papel das Usinas Hidrelétricas para o desenvolvimento sustentável.** Propõe uma reflexão sobre o papel que as Usinas Hidrelétricas exercem para o desenvolvimento sustentável de uma região ou país, sendo elas geradoras de energia limpa e renovável.
- **2016: 10ª Edição do Concurso de Redação do Consórcio Machadinho - Eu quero fazer parte dessa história.** Nesta edição, os alunos escreveram os textos, abordando a sua experiência em participar do Concurso de Redação, da visita à usina e do conhecimento adquirido sobre o setor elétrico e sustentabilidade.
- **2017: Usina Hidrelétrica Machadinho e a Comunidade**. Neste ano foi proposto uma reflexão sobre os quinze anos de atuação da Usina Hidrelétrica Machadinho – Carlos Ermírio de Moraes na comunidade.
- **2018: Usina Hidrelétrica Machadinho Gerando Energia para Desenvolvimento Sustentável.** Os alunos escreveram sobre a

sustentabilidade na geração de energia elétrica, bem como a importância das práticas e consumo sustentável para o desenvolvimento regional.

- **2019: Concurso de Redação do Consórcio Machadinho - Movendo você a construir um futuro sustentável.** Nesta edição a reflexão era sobre a sustentabilidade e a importância das práticas de consumo renováveis para o desenvolvimento regional. Os alunos enfatizaram esse tema e argumentaram as suas contribuições para a construção de um futuro equilibrado, utilizando os recursos naturais conscientemente, garantindo-os para as futuras gerações.
- **2020: Consórcio Machadinho, a energia que promove o desenvolvimento regional.** Os alunos abordaram sobre o desenvolvimento sustentável e econômico da região, através da proteção ao meio ambiente e utilização de tecnologias limpas, garantindo a construção de um futuro sustentável.
- **2021: Concurso de Redação - 15 anos contribuindo com a educação e o desenvolvimento sustentável da região.** No ano que o Concurso atingiu 15 anos os participantes enfatizaram o tema e argumentaram como o Concurso desperta os alunos para assuntos atuais e importantes à sociedade e contribui com a educação regional.
- **2022: Usina Machadinho - 20 anos de história com a comunidade.** Neste ano a UHE Machadinho completou vinte anos desde a sua entrada e operação, os alunos abordaram os seguintes aspectos: a) contribuição da Usina para o desenvolvimento da região e do país, b) ações de preservação ambiental, c) projetos sociais e integração com as comunidades, d) contribuição para o desenvolvimento sustentável, educacional e social da região.
- **2023: O turismo impulsionando o desenvolvimento sustentável e econômico da região.** Neste ano os estudantes escreveram sobre o desenvolvimento do Turismo Integrado na região da Usina, argumentando como o turismo impulsiona o desenvolvimento sustentável e econômico da região, através da proteção ao meio ambiente e utilização de tecnologias limpas, garantindo a construção de um futuro sustentável.

12.2.2.5 Comissão Julgadora

Ao longo desses 10 anos, vários avaliadores estiveram à frente da comissão julgadora do Concurso de Redação. Profissionais de universidades renomadas, que contribuíram com dedicação e conhecimento e atualmente são representados por professores da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI de Erechim, RS.

12.2.2.6 Evento de Premiação

O evento de premiação do Concurso de Redação acontece anualmente no mês de outubro, no Centro de Eventos de Piratuba/SC e conta com a presença maciça da população lindeira, entre estudantes,

educadores, prefeitos e comunidade em geral.

Abaixo, são apresentadas as fotos dos eventos vencedores do Concurso de Redação do Consórcio Machadinho das edições de 2014 a 2023.



Figura 12.72. Solenidade de Premiação em 2014.



Figura 12.73. Solenidade de Premiação em 2015.



Figura 12.74. Solenidade de Premiação em 2016.



Figura 12.75. Solenidade de Premiação em 2017.



Figura 12.76. Solenidade de Premiação em 2018.



Figura 12.77. Solenidade de Premiação em 2019.



Figura 12.78. Solenidade de Premiação em 2020.



Figura 12.79. Solenidade de Premiação em 2021.



Figura 12.80. Solenidade de Premiação em 2022.



Figura 12.81. Solenidade de Premiação em 2023.

12.2.3 Livros do Concurso de Redação

Como forma de registrar e prestigiar todos os vencedores do Concurso de Redação, o Consórcio Machadinho lançou dois livros do Concurso de Redação do Consórcio Machadinho. A primeira edição do livro contempla as redações vencedoras de 2007 à 2013 e foi lançada em 2014. E a 2° edição lançada em 2022, reúne todas as redações vencedoras e fotos dos eventos de premiação do período de 2014 a 2021.

Os exemplares foram distribuídos nas escolas, bibliotecas, prefeituras, secretarias de educação, alunos, professores e gerências regionais de educação e estão disponíveis em formato digital no site do Consórcio Machadinho.



Figura 12.82. 1º edição do livro do Concurso de Redação que contempla as redações de 2007 à 2013.



Figura 12.83. Entrega dos livros em bibliotecas, escolas e secretarias de educação.



Figura 12.84. 2º edição do livro do Concurso de Redação que contempla as redações de 2014 a 2021.



Figura 12.85. Entrega dos livros em bibliotecas, escolas e secretarias de educação.

12.2.4. Atendimento à População

O Atendimento à População da UHE Machadinho tem por objetivo atender à população da região de influência do empreendimento, prestando informações, recebendo, registrando, analisando e respondendo aos pleitos e reivindicações da população num prazo de dez dias.

No período de 2014 a 2016, os atendimentos eram realizados nos Centros de Atendimento à População- CAP, nas cidades de Piratuba – SC e Barracão – RS. Em 2016 foi alterada a dinâmica dos Centros de Atendimento à População, com o CAP de Barracão (RS) substituído pelo atendimento itinerante nas prefeituras de Maximiliano de Almeida, Barracão e Machadinho, conforme anuência do IBAMA emitida no Parecer 02023.000123/2015-01 NLA/RS/IBAMA.

Em agosto de 2017, com a implantação do escritório do Consórcio Machadinho na cidade de Piratuba, os atendimentos à população passaram a ser no mesmo local (Figura 12.86), conforme aprovação do IBAMA (Parecer Técnico nº 34/2017-NLA-RS/ DITEC-RS/SUPES-RS), em dezembro de 2017 foram encerrados os atendimentos itinerantes e concentrados os atendimentos no Escritório do Consórcio localizado na cidade de Piratuba.



Figura 12.86. Escritório do Consórcio Machadinho.

Os atendimentos são realizados da seguinte forma: Presencial nas dependências do escritório localizado na Avenida 18 de fevereiro, 1658, em Piratuba – SC, através do telefone 0800 644 0026 e WhatsApp (49) 998366431, e-mail, correspondência e site.

O Fluxograma de atendimento é mostrado a seguir (Figura 12.87).

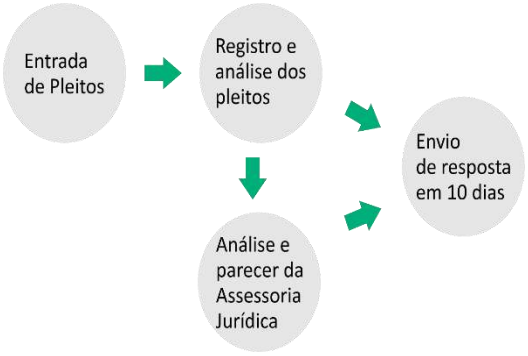


Figura 12.87. Fluxograma de atendimento.

Após seu recebimento, todos os pleitos são registrados planilhados, analisados e respondidos num prazo máximo de dez dias. São registradas as seguintes informações: nome do requerente, documentos de identificação do requerente, data do pleito, município, localidade e telefone de contato, tipo de solicitação e documentos apresentados.

A seguir é mostrado na Figura 12.88 os registros do período.

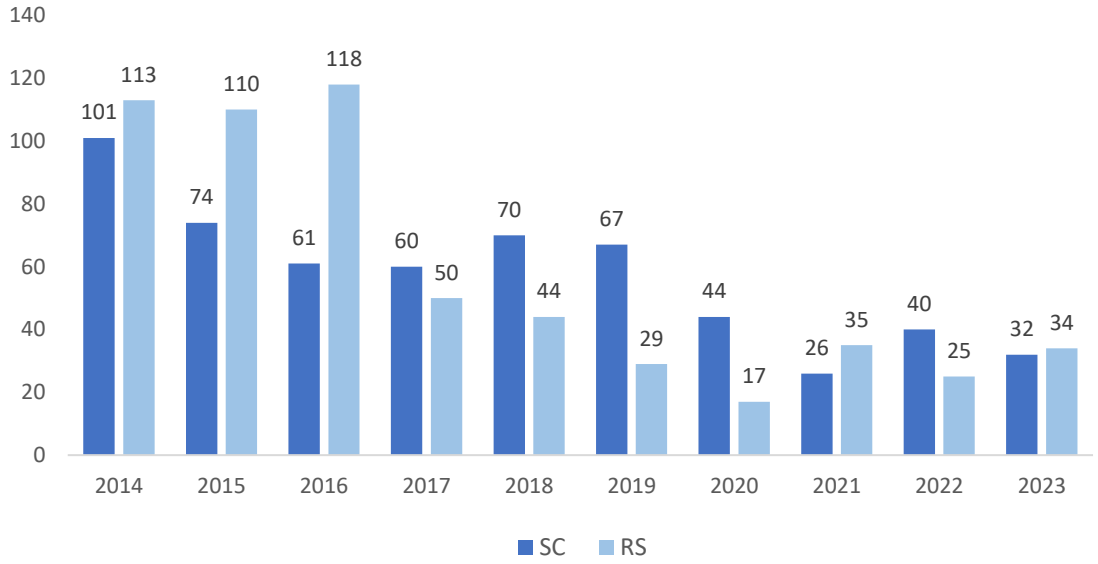


Figura 12.88. Pleitos recebidos por estado no período de 2014 a 2023.

Os pleitos recebidos anualmente são classificados de acordo com a sua natureza, sendo: Compra de Áreas Remanescentes, Solicitação de indenização Solicitação de patrocínios, Solicitação de PU (permissão de uso), Liberação de Escritura e Solicitações diversas (ITR, INCRA, coordenadas, mapas, entre outras informações).

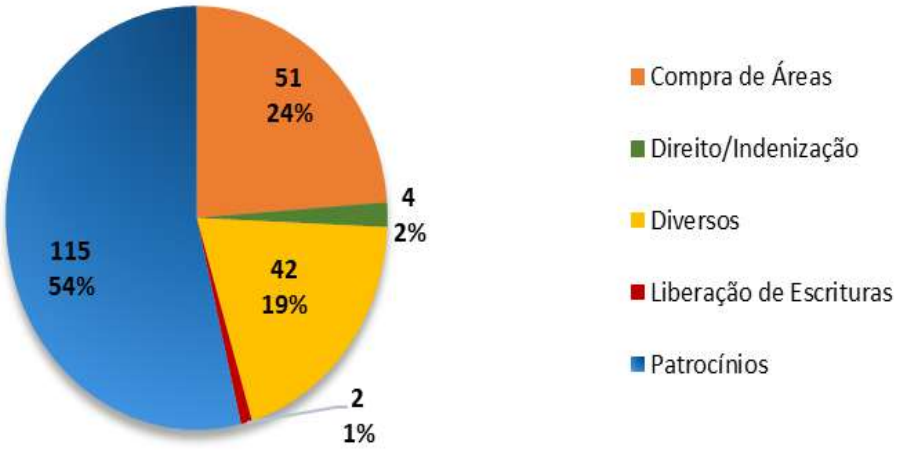


Figura 12.89. Natureza Pleitos de 2014.

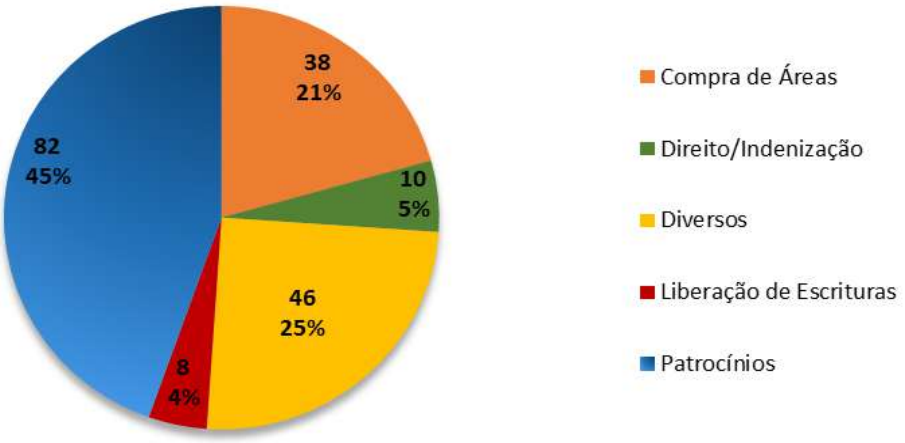


Figura 12.90. Natureza Pleitos de 2015.

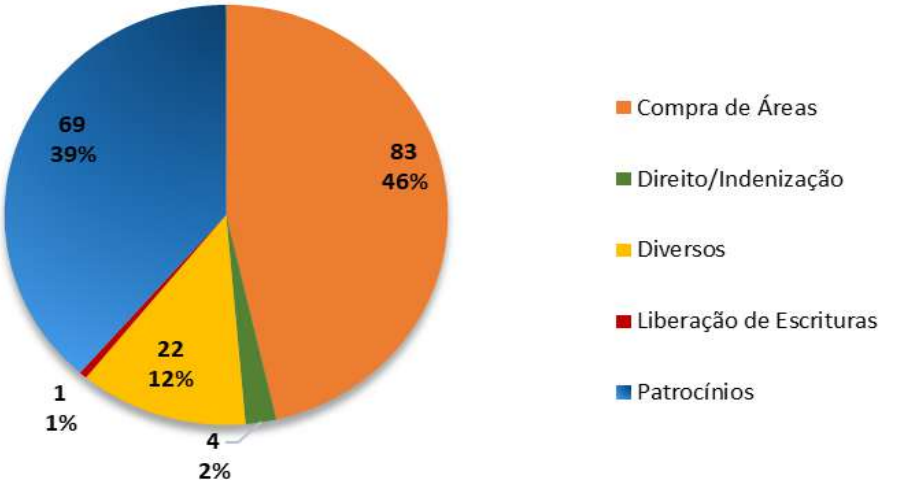


Figura 12.91. Natureza Pleitos de 2016.

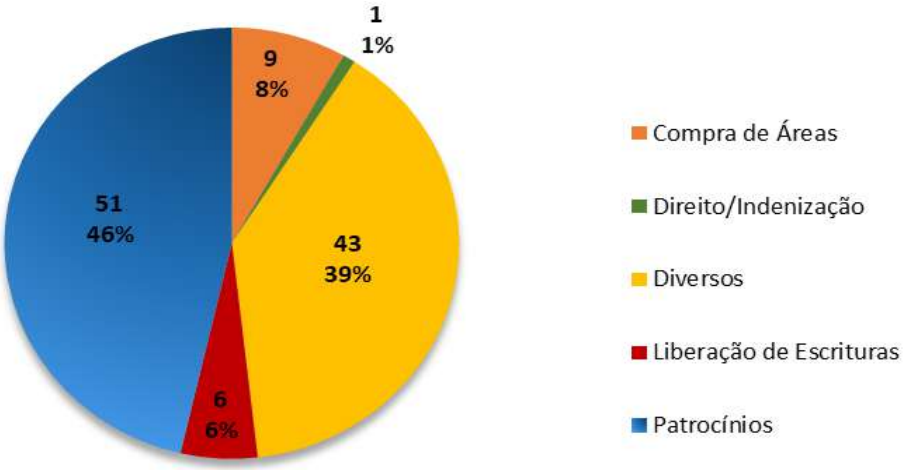


Figura 12.92. Natureza Pleitos de 2017.

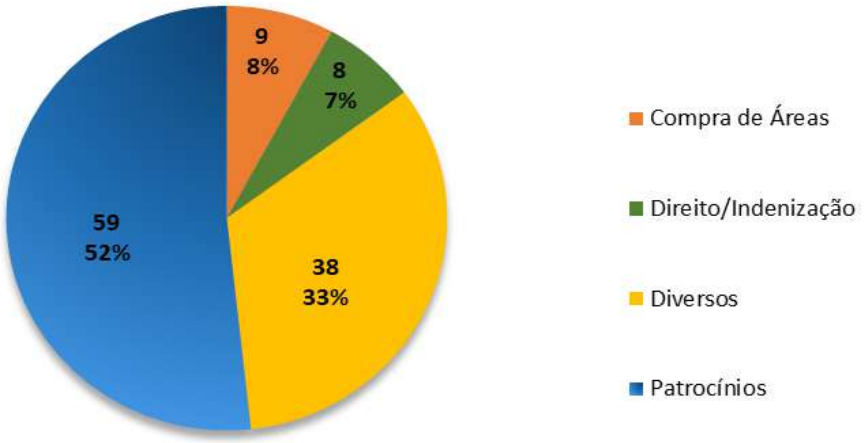


Figura 12.93. Natureza Pleitos de 2018.

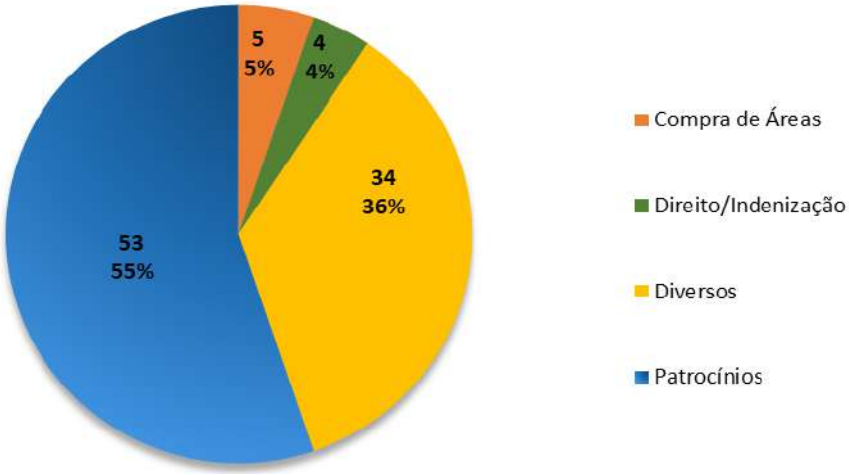


Figura 12.94. Natureza Pleitos de 2019.

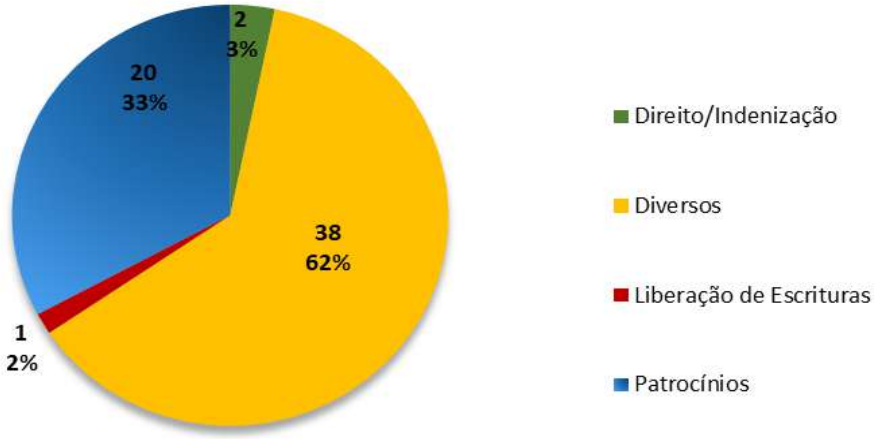


Figura 12.95. Natureza Pleitos de 2020.

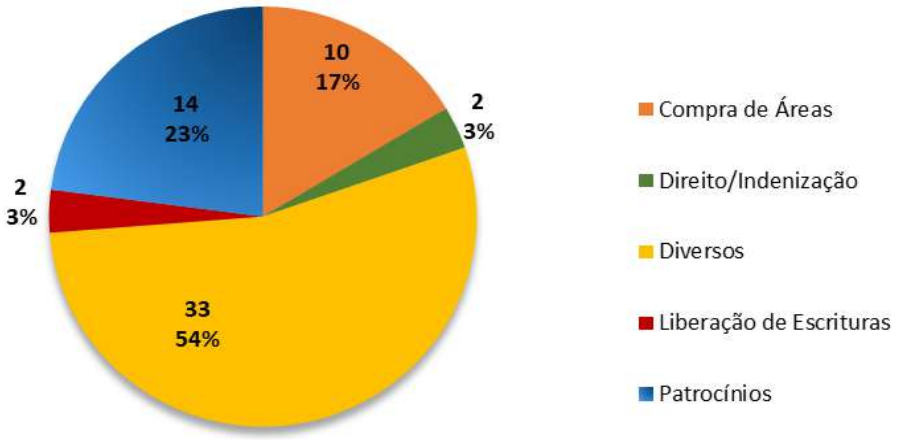


Figura 12.96. Natureza Pleitos de 2021.

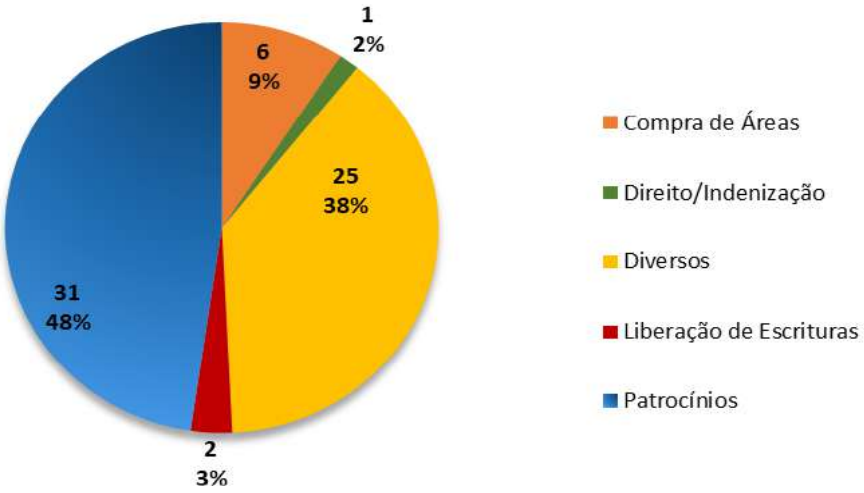


Figura 12.97. Natureza Pleitos de 2022.

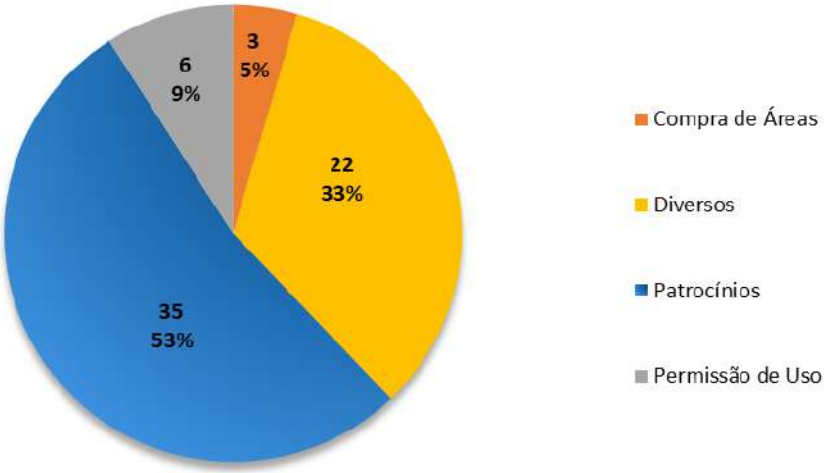


Figura 12.98. Natureza Pleitos de 2023.

No período de 2014 a 2023, constata-se que a maior solicitação é de patrocínio, totalizando 46%, seguido de pleitos diversos, 30%, que em sua maioria refere-se a fornecimento de informações como coordenadas, mapas, entre outras informações e compra de área em 19%.

12.2.5 Ações Sociais e Ambientais Realizadas em Parceria com as Comunidades

12.2.5.11 II Prêmio Escola Sustentável

Em 2022 com objetivo de contribuir para a disseminação do conceito de sustentabilidade entre os alunos das escolas lindeiras, foi lançado o II Prêmio Escola Sustentável.



Figura 12.99. Cartão utilizado para divulgação com a marca do prêmio.

Todos os municípios da área de abrangência da Usina participaram, sendo recebidos 50 projetos, os mesmos foram avaliados por uma comissão julgadora multidisciplinar, formada por educadores ambientais e Policiais Militares Ambientais.

Quatro projetos foram premiados e receberam R$10 mil cada para a sua implementação. A premiação ocorreu no dia 26 de outubro e os projetos premiados foram:

- **Revitalização do Bosque - Escola Reunida Professor Rodolfo Holeveger - Piratuba - SC:** revitalização do bosque da escola, juntamente com a horta, utilizando o espaço do bosque como ferramenta para trabalhar educação ambiental e enfatizar o cuidado e proteção às abelhas (sem ferrão) presentes na escola e seu entorno.
- **Educação Ambiental e Hábitos Alimentares Saudáveis: Nutrindo ações de sustentabilidade - Escola Municipal de Educação Básica Professor Tadeu Silveira - Pinhal da Serra - RS:** o projeto prevê a realização de um conjunto de ações voltadas à educação ambiental através da horta escolar, ampliando-a, construindo composteira e demais benfeitorias. Também serão realizadas ações junto à comunidade em diferentes entidades do município.
- **Aquaponia Sustentável - Núcleo de Ensino Municipal Professor Nilson Fernandes da Silva - Anita Garibaldi -**

SC: o projeto visa trabalhar a sustentabilidade realizando ações teóricas e práticas, envolvendo a comunidade escolar, através do sistema de Aquaponia, implantado na horta da escola.

- **Sustentabilidade - Conhecer o passado, entender o presente e planejar o futuro - Escola Básica Municipal Marechal Câmara Piratuba - SC:** O projeto visa trabalhar a sustentabilidade através de estudos interdisciplinares e ações que envolvam a comunidade escolar, buscando a conscientização, utilizando o espaço externo da escola, pátio e horta.

Abaixo registro fotográfico dos projetos:



Figura 12.100. Educação Ambiental e hábitos alimentares saudáveis: nutrindo ações de sustentabilidade - EM EB Professor Tadeu Silveira - Pinhal da Serra, RS.



Figura 12.101. Revitalização do Bosque, da Escola Reunida Professor Rodolfo Holeveger - Piratuba, SC.



Figura 12.102. Aquaponia Sustentável - NEM Professor Nilson Fernandes da Silva - Anita Garibaldi, SC.



Figura 12.103. Conhecer o passado, entender o presente e planejar para o futuro - EBM Marechal Câmara - Piratuba, SC.

12.2.5.2 Projetos Sociais Realizados em Parceria com as Comunidades

No período de 2014 a 2023 foram desenvolvidos, por liberalidade, 281 projetos sociais, com investimento de aproximadamente de 7,4 milhões de reais em ações que visam a melhoria da qualidade de vida da população regional em projetos nas áreas de segurança, saúde, sociocultural, agregação de renda e educação. Foram projetos que além de proporcionar melhora na qualidade de vida da população lindeira, também demonstraram o compromisso da empresa com a comunidade.

Os projetos atendem os municípios abaixo, a saber:

- **Santa Catarina:** Piratuba, Zortéa, Capinzal, Campos Novos, Anita Garibaldi, Celso Ramos e Ipira.
- **Rio Grande do Sul:** Maximiliano de Almeida, Machadinho, Barracão e Pinhal da Serra.

Os projetos apoiados pelo Consórcio Machadinho atendem às áreas consideradas prioritárias – educação, agregação de renda, sociocultural, saúde e segurança – mediante a utilização de recursos próprios ou incentivos de leis federais e estaduais de apoio à cultura, ao esporte e à inclusão social.

Pautados nos ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, os projetos sociais apoiados pelo Consórcio Machadinho buscam a proteção ao meio ambiente, crescimento sustentável, agregação de renda e melhorias da qualidade de vida das pessoas e comunidades, sendo autossustentáveis, com alcance social e articulação com outros parceiros. A prospecção dos projetos é realizada nos municípios lindeiros, através de visitas a associações, prefeituras, sindicatos, Emater, Epagri, Lions Clube, Conselhos de Segurança entre outras visando identificar projetos em que o Consórcio pode atuar em parceria.

Com o intuito de fortalecer e aumentar a interação com a comunidade, em 2019 foi criada a logomarca dos Projetos Sociais. As cinco áreas estão representadas, através de cores e pessoas, unidas em prol do mesmo objetivo, assim como a conexão e a diversidade que fazem parte dos projetos, mostrando a importância de cada um na formação de um futuro sustentável.



Figura 12.104. Identidade Visual da Logomarca dos Projetos Sociais.

12.2.5.2.1 Qualificação e Treinamento

Com o objetivo de orientar e capacitar as entidades na elaboração, execução dos projetos, identificação dos parceiros e prestação de contas, anualmente são realizadas atividades de capacitações para as instituições dos municípios lindeiros à UHE Machadinho, os treinamentos são realizados através de reuniões presenciais e virtuais com os representantes das entidades. Entre os anos de 2018 à 2023 foram realizados 31 treinamentos com uma média de participação de 8 pessoas por treinamento.

Durante os treinamentos são disponibilizadas cartilhas com orientação sobre as etapas do desenvolvimento do projeto, as cartilhas abordam desde os conceitos básicos de projetos até a identificação de parceiros e fontes de recursos, além das diretrizes do Consórcio Machadinho e os critérios de avaliação que são aplicados durante a análise dos projetos apresentados. As cartilhas estão disponíveis no site do Consórcio.



Figura 12.105. Cartilhas.


Figura 12.106. Treinamentos presenciais- 2018.


Figura 12.107. Treinamentos presenciais- 2019.


Figura 12.108. Treinamentos virtuais- 2021.



Figura 12.109. Treinamentos virtuais- 2022.

12.2.5.2.2 Workshop

Em 2021 foi realizado um Workshop Virtual sobre Projetos Sociais. O encontro contou com a participação de representantes dos municípios lindeiros da Usina e a apresentação, por parte de três entidades com cases de projetos bem sucedidos, que podem servir de referência ou até mesmo ser replicados em outros municípios.

O objetivo do encontro foi proporcionar a troca de experiências entre as entidades que desenvolvem projetos na região. A interação entre os representantes apontou as facilidades e dificuldades que cada um encontrou durante a formatação e execução dos projetos, contribuindo no desafio de identificar bons projetos e buscar por parceiros e recursos. Mais de 50 pessoas participaram do Workshop Virtual, realizado através da plataforma *Microsoft Teams*.

12.2.5.2.3 Portal Social

Os projetos são recebidos de forma online através do Portal Social disponível no site do Consórcio Machadinho - www.machadinho.com.br, nessa plataforma é realizado o cadastramento dos projetos, possibilitando às instituições um acesso rápido e eficaz no cadastramento e acompanhamento. No período de 2014 a 2023 o Portal Social recebeu 389 projetos, destes 281 (72%) foram apoiados.

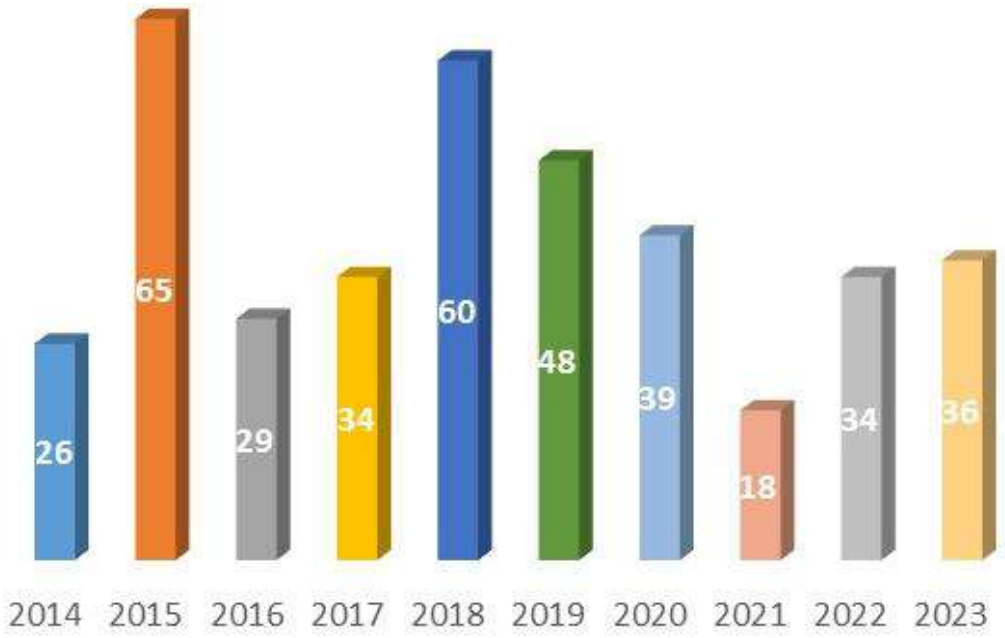


Figura 12.110. Projetos cadastrados por ano.

A seguir são apresentados de forma gráfica os investimentos realizados pelo Consórcio Machadinho e distribuídos por área de atuação entre os anos de 2014 a 2023:



Figura 12.111. Projetos executados de 2014 à 2023.

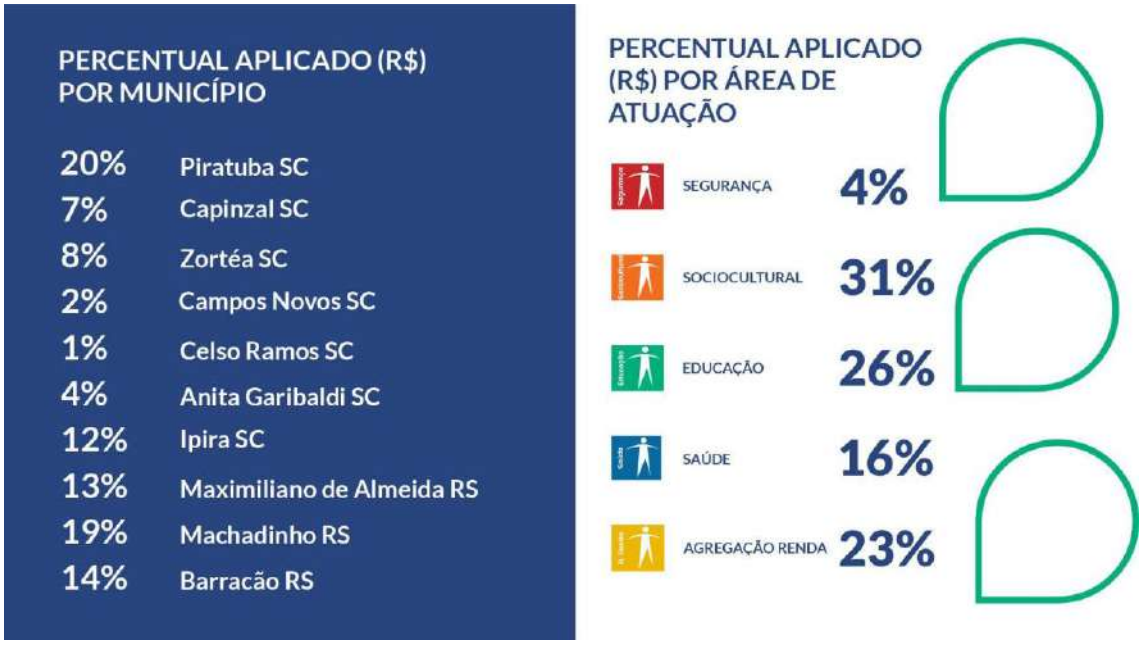


Figura 12.112. Percentual aplicado (R$) por município.

Todos os projetos executados no período de 2014 a 2023, contaram com o engajamento de parceiros e a participação da comunidade. Abaixo são apresentados exemplos de projetos apoiados nas cinco áreas e os respectivos valores investidos.

EDUCAÇÃO

O Consórcio Machadinho aposta na educação da nova geração para melhorar o desenvolvimento da região. A Educação é a base de tudo, ela dá conhecimento e

confiança para as pessoas tomarem decisões no presente, que vão impactar positivamente as futuras gerações.

No período de 2014 a 2023 foram destinados mais de 1.9 milhões em 71 projetos visando a melhoria na educação na área de abrangência da UHE Machadinho.

Abaixo seguem alguns exemplos de projetos apoiados na área de Educação.



Figura 12.113. Exemplo de projeto apoiado na área de Educação.



Figura 12.114. Exemplo de projeto apoiado na área de Educação.



Figura 12.115. Exemplo de projeto apoiado na área de Educação.

AGREGAÇÃO DE RENDA

Tem por objetivo desenvolver ações que buscam melhorar as condições de vida da comunidade lindeira, através de projetos que proporcionem agregação de valor e geração de renda, promovendo o desenvolvimento sustentável da região.

Foram destinados mais de 1,7 milhões em 13 projetos entre os anos de 2014 e 2023. Abaixo alguns exemplos de projetos apoiados na área de Agregação de Renda.



Figura 12.116. Exemplo de projeto apoiado na área de Agregação de Renda.



Figura 12.117. Exemplo de projeto apoiado na área de Agregação de Renda.



Figura 12.118. Exemplo de projeto apoiado na área de Agregação de Renda.

SOCIOCULTURAL

Estes projetos têm como objetivo ações que aproximam a comunidade lindeira da cultura e fomentam o crescimento de oficinas e trabalhos direcionados ao desenvolvimento regional. São atividades culturais, que proporcionam também mais lazer para a população.

Entre os anos de 2014 a 2023 Foram destinados mais de 2,3 milhões em 147 projetos na área Sociocultural.



Figura 12.119. Exemplo de projeto apoiado na área Sociocultural.



Figura 12.120. Exemplo de projeto apoiado na área Sociocultural.



Figura 12.121. Exemplo de projeto apoiado na área Sociocultural.

SEGURANÇA

Os projetos na área de Segurança têm como objetivo a orientação da população quanto a prevenção de uso de drogas e violência, medidas que podem ser adotadas para evitar acidentes, bem como noções de primeiros socorros. Foram destinados mais de 312 mil em 15 projetos nessa área.

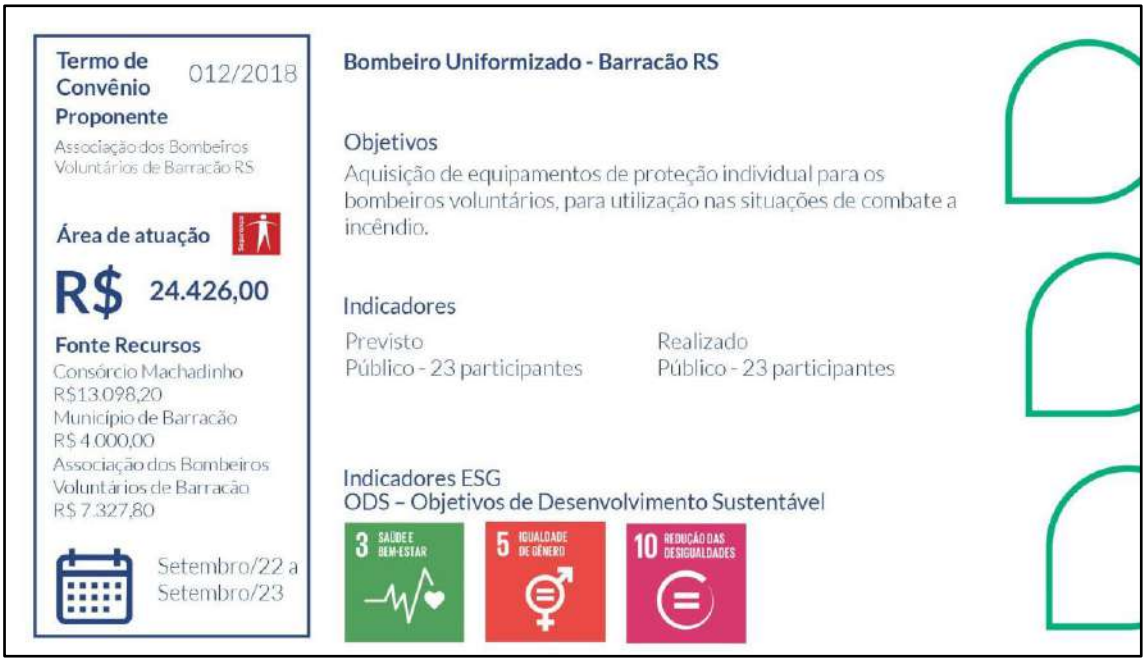


Figura 12.122. Exemplo de projeto apoiado na área de segurança.



Figura 12.123. Exemplo de projeto apoiado na área de segurança.



Figura 12.124. Exemplo de projeto apoiado na área de segurança.

SAÚDE

São projetos que têm como objetivo proporcionar uma melhor qualidade de vida para a comunidade lindeira, através do acesso a equipamentos e ações voltadas à orientação e prevenção.

Na área da saúde, desde 2014 foram destinados mais de 1,1 milhões em 35 projetos visando a expansão e a melhoria na qualidade dos serviços prestados à população.



Figura 12.125. Exemplo de projeto apoiado na área da Saúde.



Figura 12.126. Exemplo de projeto apoiado na área da Saúde.



Figura 12.127. Exemplo de projeto apoiado na área da Saúde.



Figura 12.128. Exemplo de projeto apoiado na área da Saúde.

12.2.6 Livro- 20 anos de História com a Comunidade

Em 2022 foi lançado o livro dos Projetos Sociais, com o objetivo de apresentar um compilado dos principais projetos desenvolvidos nos municípios do entorno da Usina ao longo dos 20 anos de operação, a publicação está disponível em formato digital no site do Consórcio Machadinho e foram entregues cópias impressas nas prefeituras e bibliotecas dos municípios lindeiros.



Figura 12.129. Recorte da figura do livro.



Figura 12.130. Capa do livro.

12.3 Considerações Finais

Desde 2014, a assessoria de comunicação leva as informações de forma simples e objetiva ao público, trabalhando de maneira proativa, entregando à comunidade conhecimento sobre o empreendimento, sobre as ações ambientais, assim como as ações de cunho social, que atendem aos anseios da comunidade. Neste período foram produzidos 432 releases que resultaram na publicação de 3.108 matérias. Também foram veiculados 901 programas de rádio, divulgando informações dos programas e projetos sociais e ambientais desenvolvidos pela Usina. O Programa de Visitas, no período de 2014 à 2023, recebeu 31.271 visitantes, totalizando até a presente data um montante de 90,9 mil visitantes desde sua implantação em 2007, e é direcionado a grupos e entidades representativas da população e alunos do 9º ano do ensino fundamental da rede escolar dos municípios da área de abrangência do empreendimento. O Concurso de Redação tem por objetivo o incentivo a prática da leitura e escrita, instigando o público alvo a refletir sobre temas atuais e importantes para a sociedade. No período de 2014 à 2023 o Concurso teve a participação de 9.529 alunos, uma adesão média de 77%, e recebeu 7.304 redações, das quais 42 foram premiadas.

Com a implantação do escritório do Consórcio Machadinho, em agosto de 2017, na cidade de Piratuba, os atendimentos presenciais à população foram concentrados neste local, bem como através do 0800 644 0026 (49) 9936 6431 e via e-mail. Diversas demandas são recebidas através do atendimento à população, como Solicitação de indenização, Reassentamento ou Carta de Crédito, Solicitação de patrocínios, Solicitação de Permissão de Uso - PU, informações de visitas, e diversas (ITR, INCRA, coordenadas, mapas, entre outros). No período de 2014 a 2023, constata-se que a maior solicitação é de patrocínio, totalizando 46%, seguido de pleitos diversos em 30%, que em sua maioria refere-se a fornecimento de informações como coordenadas, mapas, entre outras informações e compra de área em 19%.

O Consórcio Machadinho realiza, por liberalidade, os Projetos Sociais, nas áreas de educação, agregação de renda, sociocultural, saúde e segurança, no período de 2014 a 2023 foram investidos R$7.477.639,51 distribuídos em 281 projetos; destacando-se a área Sociocultural, com 147 projetos, em seguida a área da

educação com 71 projetos. Desde o início da operação foram investidos um montante de R$15.414.533,71 em ações que visam a melhoria da qualidade de vida da população, além de estimular a economia dos municípios lindeiros da Usina, demonstrando o compromisso com a comunidade.

13 SUPRESSÃO DOS PALITEIROS

13.1 Introdução

O Programa de Supressão de Paliteiros da UHE Machadinho, realizado em atendimento a condicionante 2.1 da L.O nº 160/2001 - 2ª renovação, prevê a retirada dos "paliteiros" para locais onde serão implantados projetos de usos múltiplos do entorno e reservatório, com aprovação prévia dos órgãos ambientais e do Consórcio Machadinho.

"Executar os Programas Socioambientais abaixo e as diretrizes do Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA): Programa de Supressão dos "Paliteiros".

O PACUERA orienta sobre o uso do reservatório e identifica as zonas com presença de paliteiros, especialmente em relação aos cuidados com a navegação. Vale ressaltar que a qualidade da água do reservatório não apresentou alteração em razão da permanência dos "paliteiros" após a implantação da UHE Machadinho, fato comprovado pelo histórico de resultados do monitoramento da qualidade da água superficial. Cabe lembrar que a metodologia de supressão da vegetação na área do reservatório elaborada pelo Consórcio Machadinho foi pré-aprovada pelo Ibama.

13.2 Atividades Desenvolvidas e Resultados

No período de 2014 a 2023 não foram recebidas solicitações de usos que envolvessem o manejo de paliteiros. Convém ressaltar que eventuais solicitações devem ser analisadas à luz das normas previstas do PACUERA e que as localidades que contém esta vegetação submersa estão indicadas neste documento.

13.3 Considerações Finais

Conforme informado ao Ibama por meio do ofício CE AM A-0007/2014, datado de 29/01/2015, a retirada dos "paliteiros" está condicionada aos locais onde serão implantados projetos de usos múltiplos do entorno e reservatório. Mantem-se o acompanhamento das solicitações para retirada por meio dos canais de comunicação do Consórcio Machadinho. No período de 2014 a 2023 não foram instalados ou requeridos quaisquer projetos nos locais contendo "paliteiros".

14 PACUERA

14.1 Introdução

O PACUERA define um conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, o uso e ocupação do entorno do reservatório artificial, respeitados os parâmetros estabelecidos nas legislações e normas aplicáveis, priorizando a preservação ambiental e o interesse coletivo. Sua elaboração envolveu a comunidade e lideranças locais, seguindo as diretrizes do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), em cumprimento a CONAMA 302/2002, Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. A seguir são apresentadas as atividades desenvolvidas no período de 2014 a 2023, em atendimento à condicionante 2.1 da LO nº 160/2001 (2ª Renovação) que versa:

"Executar os Programas Socioambientais abaixo e as diretrizes do Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA)".

14.2 Atividades Desenvolvidas e Resultados

Os usos são condicionados à emissão da Permissão de Uso – PU, por parte do Empreendedor, dependente das licenças e/ou autorizações de diversos órgãos, variável conforme os usos pretendidos, vinculados ao gerenciamento da água, das áreas de preservação permanente e das áreas do entorno da APP do reservatório.

Para obtenção da Permissão de Uso, o pretendente deverá:

a) Obter informações para iniciar o processo para obtenção da Permissão de Uso nas prefeituras, no telefone 0800-6440026 e (49) 3553 1415 ou no escritório do Consórcio Machadinho em Piratuba- SC;

b) o pretendente preenche o formulário padrão denominado PU-01;

c) o Consórcio emite resposta, consideradas as alternativas abaixo:

- caso não haja restrição evidente, a carta resposta (formulário PU-02) afirmará que há possibilidade de conceder a permissão de uso, desde que o pretendente apresente a documentação necessária (Anteprojeto, viabilidade da prefeitura, Inventário Florestal, Autorização do IBAMA e Autorização da Capitania dos Portos) que poderá ser acrescida ou reduzida de outros documentos, em conformidade com as características particulares do local e do projeto pretendido;
- no caso de haver restrições evidentes, sob o ponto de vista do Consórcio (local do acesso com expressiva vegetação ou acessos com necessidade de corte e aterro comprometedores à paisagem) a Permissão de Uso será negada (formulário PU-05);
- quando a Permissão de Uso estiver em dependência de fatores restritivos, estes serão expressos através de carta do Consórcio Machadinho ao pretendente (formulário PU-04).

d) na etapa seguinte:

- o pretendente envia carta ao Consórcio, anexando a documentação solicitada ou a resolução das condicionantes quando houverem sido exigidas;
- o Plano de Ocupação da área pretendida, deverá ser acompanha-

do, conforme o caso, de: layout de ocupação da área; localização da rampa de acesso à água; localização dos equipamentos de apoio; sistema viário; localização dos tanques de combustível; sistema de tratamento de efluentes e memorial descritivo;

- depois de examinada a documentação, o Consórcio acatará o pedido ou, caso contrário, emitirá a negativa final, sendo que a decisão é irrevogável. Qualquer mudança deverá, a partir deste momento, originar-se de decisão judicial.

e) depois de cumpridas todas as etapas, e estando tudo em conformidade, o interessado será chamado, por correio, correio eletrônico ou telefone, para a assinatura do contrato (documento padronizado para o Termo de Permissão Gratuita de Uso- TPGU);

f) os contratos de permissão gratuita de uso serão fiscalizados pela equipe de Vigilância Ambiental e Sociopatrimonial.

Este fluxo representa um caso simples e muitas das exigências descritas poderão ser suprimidas quando não se aplicarem. Entretanto, poderá haver etapas intermediárias, devido a exigências dos outros órgãos envolvidos (Prefeitura Municipal, Órgão Ambiental Estadual, Capitania dos Portos e, eventualmente, Departamento Nacional de Produção Mineral).

No período de 2014 a 2023 foram recebidas 28 solicitações de permissão de uso em área de propriedade do Consórcio Machadinho conforme Tabela 14.1.

Tabela 14.1. Solicitações de Uso do Entorno (PU) entre 2014 a 2023.

Requerente	Município Lindeiro	UF	Descrição da Solicitação	Situação do Processo de PU
LAO	Piratuba	SC	Autorização para construção de um corredor de acesso à fonte de água localizada na propriedade do Consórcio (BAMA D 124).	Foi informado da impossibilidade de construção de corredor. Porém, existe possibilidade de proceder o encanamento da água até a propriedade do reivindicante.
CVP	Piratuba	SC	Autorização para implantar tanques redes no Lago da Usina Hidrelétrica Machadinho.	Foi informado que é necessária a obtenção de liberação do Ministério da Pesca e Aquicultura para a liberação do local e posterior solicitação de permissão de uso ao Consórcio.
JS	Piratuba	SC	Autorização para realizar melhorias na estrada de	Foi informado que deverá manter contato com o Sr.

Requerente	Município Lindeiro	UF	Descrição da Solicitação	Situação do Processo de PU
			acesso ao Lago da UHMA situado em linha Zonalta interior de Piratuba.	Regalin o qual é dona da área que tem o atual acesso.
MB	Machadinho	RS	Permissão de passagem por área do Consórcio para acessar a sua propriedade BAMA E 078 e acessar o lago da UHMA.	Não foi possível fornecer a permissão de passagem, pois o reivindicante possui acesso próprio e tem água em sua propriedade.
LAO	Piratuba	SC	Permissão de uso de água em propriedade do Consórcio situada na linha Lageado Mariano.	Foi informado ao solicitante que forneça informações detalhadas da propriedade em que pretende utilizar a água.
JCF	Maximiliano de Almeida	RS	Permissão de uso de água em propriedade do Consórcio situada na linha Passo do Betiolo.	Foi informado ao solicitante que forneça informações detalhadas do projeto e da propriedade em que pretende utilizar a água.
VMR	Barracão	RS	Permissão de uso para utilização de água em área do Consórcio na propriedade BAMA E 547.	Foi informado ao solicitante que forneça informações do local exato que pretende captar a água.
JCF	Maximiliano de Almeida	RS	Autorização para proceder a ocupação de uma área que adquiriu em condomínio na linha Passo do Betiollo- BAMA E 073	Foi procedido vistoria em campo e informado as delimitações para a área que adquiriu.
AAMA	Maximiliano de Almeida	RS	Permissão de uso de áreas remanescentes para a implantação de apiário.	Foi informado da necessidade de proceder com as devidas licenças ambientais.

Requerente	Município Lindeiro	UF	Descrição da Solicitação	Situação do Processo de PU
NF	Piratuba	SC	Permissão de passagem para sua propriedade.	Informado da impossibilidade de permitir a passagem, pois o local solicitado está na Zona de Proteção Ambiental – ZPA.
APAM	Machadinho	RS	Autorização para a criação de abelhas nas áreas remanescentes do Consórcio- BAMA E 113, 114, 115 e 116,	Foi informado da necessidade de proceder com as devidas licenças ambientais.
IAA	Piratuba	SC	Permissão de uso para proceder o cercamento de área para proteção de nascente na propriedade BAMA D 093	Foi informado ao solicitante da autorização para proceder com a proteção da nascente.
AEG	Outros* Água doce	SC	Implantação de apiários para criação de abelhas no antigo canteiro de obras da UHMA.	Foi informado da necessidade de informação de qual área pretende utilizar para podermos proceder a análise do pleito.
MAS	Maximiliano de Almeida	RS	Permissão de uso de área do Consórcio Machadinho para a colocação de caixas de abelhas.	Foi informado da necessidade de proceder com as devidas licenças ambientais.
AF	Machadinho	RS	Permissão de uso de acesso pelo imóvel do Consórcio para acessar um imóvel do reivindicante.	Foi informado da impossibilidade de autorização, pois já existe passagem de acesso.
PMZ	Zortéa	SC	Autorização para a abertura de acesso ao antigo porto para possibilitar o atracamento da balsa.	Uso não autorizado devido a danos ambientais na APP identificados em vistoria ao reservatório.
LRB	Piratuba	SC	Permissão de acesso ao lago na linha Zonalta.	Permissão negada. Informado que a

Requerente	Município Lindeiro	UF	Descrição da Solicitação	Situação do Processo de PU
				área solicitada está em Zona de Proteção Ambiental (ZPA). Foi informado que deverá manter contato com o Sr. Regalin o qual é dona da área que tem o atual acesso.
JEG	Piratuba	SC	Informações para fins de implantação de tanque rede no lago da UHE Machadinho.	Foi realizada reunião com o requerente na qual foi solicitada a autorização do órgão ambiental de Santa Catarina – IMA para uso da APP. Neste caso, foi apresentado o contrato firmado entre o Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento e o requerente. Aguardando retorno do requente com a documentação do licenciamento ambiental para a atividade
JCS	Machadinho	RS	Permissão de uso para implantar uma estrada na área remanescente BAMA E 0150.	Foi analisado o pedido e verificado que a área solicitada se encontra em Zona de Proteção Ambiental (ZPA). Portanto, a solicitação foi negada devido ao impedimento normativo conforme dispõe o PACUERA.
MPO	Capinzal	SC	Permissão de uso para acessar o lago da UHE Machadinho na linha Barro Branco	Informada a necessidade do requerente obter a licença ambiental junto ao órgão

Requerente	Município Lindeiro	UF	Descrição da Solicitação	Situação do Processo de PU
			interior de Capinzal.	ambiental de Santa Catarina- IMA
BRF	Capinzal	SC	Solicitada a retirada de água no reservatório da Usina próximo da ponte da BR 470 no interior de Barracão – RS.	O pedido tornou-se extemporâneo, haja vista que houve o aumento de chuvas na região, extinguindo o período crítico de seca.
RL	Piratuba	SC	Permissão de uso para fins de criação de abelhas com ferrão em área do Consórcio- BAMA D 105	Informada a necessidade do requerente obter a licença ambiental junto ao órgão ambiental de Santa Catarina – IMA e registros do CIDASC.
PMA	Maximiliano de Almeida	RS	Estudo de viabilidade ambiental para intervenções com supressão de vegetação em áreas específicas do Consórcio Machadinho	Área impossibilitada para intervenção devido a vegetação em estado de regeneração avançado e acesso impróprio em área de preservação permanente (BAMA E 023 e 031).
EPP	Machadinho	RS	Permissão de Uso em área remanescente do Consórcio Machadinho para colocação de caixas de abelhas para produção de mel.	A permissão prévia de uso foi concedida, condicionada a apresentação da documentação do licenciamento para a constituição de contrato de Permissão de Uso.
SDET	Barracão	RS	Permissão de uso e para abertura de trilha em área remanescente para visitação pública.	A permissão prévia de uso foi concedida, condicionada a apresentação da documentação do licenciamento

Requerente	Município Lindeiro	UF	Descrição da Solicitação	Situação do Processo de PU
				para a constituição de contrato de Permissão de Uso.
VM	Maximiliano de Almeida	RS	Permissão de uso de área do Consórcio para instalação de 20 caixas de abelha para criação das mesmas.	Foi solicitada realocação do uso devido à proximidade das áreas de manutenção da usina, para posterior análise.
RL	Piratuba	SC	Permissão de uso para implantação de caixas de abelha em área do Consórcio.	Entregue licenças ambientais para atividade, contrato de permissão de uso em andamento.
CM	Piratuba	SC	Autorização para fins de abertura de acesso pelas áreas do Consórcio Machadinho.	Não foi possível autorizar, pois o local está em Zona de Proteção Ambiental (ZPA).

Foram encaminhadas respostas aos requerentes informando a necessidade de obtenção de licenciamento ou dispensa do mesmo para a atividade proposta. Observa-se que a necessidade de obtenção de cadastros nos órgãos reguladores, assim como a apresentação de memorial descritivo e croqui da área a ser utilizada e do projeto a ser implantado, fazem, em sua maioria, que o requerente não deu sequência as documentações e licenças necessárias para efetivação das PUs.

14.3 Considerações Finais

As atividades de divulgação e recebimento das solicitações de Permissão de Uso continuam em conjunto com as ações dos Programas de Relacionamento com a Comunidade e Educação Ambiental, atendendo a população, oferecendo informações e orientações, além de manter um canal de comunicação direto com a comunidade. Cabe ressaltar que o prazo de validade do PACUERA foi prorrogado até 13 de janeiro de 2029, conforme anuência do Ibama expressa no ofício nº 104/2023/NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS (SEI nº 17284188).

CONDICIONANTES

15 ATENDIMENTO DAS CONDICIONANTES AMBIENTAIS

Condições Gerais

ITEM	DESCRIÇÃO DA CONDICIONANTE	ANDAMENTO	SITUAÇÃO
1.1	Esta Licença deverá ser publicada em conformidade com a Resolução nº 006/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, sendo que cópias das publicações deverão ser encaminhadas ao IBAMA;	A Licença de Operação nº 160/2001 2ª Renovação foi publicada no Diário Oficial da União e Jornal Diário Catarinense em 04/08/2014. As cópias das publicações foram enviadas ao Ibama através da CE AMA 038/2014 e protocolizadas sob nº 0038/2014CE-AMA na data de 19/08/2014.	ATENDIDA
1.2	O IBAMA, mediante decisão motivada, poderá modificar as condicionantes e as medidas de controle e adequação, suspender ou cancelar esta licença, caso ocorra: •violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais; •omissão ou falsa descrição de informações relevantes, que subsidiaram a expedição da licença; •graves riscos ambientais e de saúde.	O Consórcio Machadinho está ciente do atendimento dessa condicionante.	ATENDIDA
1.3	Qualquer alteração das especificações do projeto, ou da finalidade do empreendimento deverá ser precedida de anuência do IBAMA;	Em caso de alteração mencionada nesta condicionante, o IBAMA será comunicado pelo Consórcio Machadinho.	ATENDIDA
1.4	A emissão dessa Licença não exime o empreendedor da obtenção de outras autorizações/licenças junto a outros órgãos, porventura exigíveis;	O Consórcio Machadinho está ciente da necessidade de solicitação/ obtenção de eventuais autorizações/licenças junto a outros órgãos, a depender das atividades a serem desempenhadas.	ATENDIDA
1.5	Os prazos previstos nas Condicionantes Específicas abaixo somente poderão ser modificados mediante motivação justificada pelo empreendedor e aprovação formal da DILIC/IBAMA;	O Consórcio Machadinho está ciente do atendimento dos prazos para o atendimento das condicionantes específicas.	ATENDIDA
1.6	O IBAMA, a FEPAM e a FATMA deverão ser comunicados imediatamente, em caso de ocorrência de qualquer acidente que possa potencialmente ocasionar impacto ambiental ou quaisquer alterações relevantes na biota aquática, devendo ser determinadas medidas urgentes;	O Consórcio está ciente do atendimento dessa condicionante.	ATENDIDA
1.7	A renovação desta Licença deverá ser requerida com antecedência mínima de 120 (cento e vinte) dias da expiração de seu prazo de validade.	O Consórcio Machadinho está ciente do prazo antecipado de 120 dias antes da expiração da Licença de Operação e a renovação está sendo solicitada dentro do prazo estipulado.	ATENDIDA
1.8	Perante o IBAMA, o Consórcio Machadinho é o único responsável pela execução dos Planos, Programas e Medidas Mitigadoras e pela integridade estrutural e ambiental decorrentes da operação do empreendimento.	O Consórcio Machadinho está ciente das obrigações decorrentes dessa condicionante.	ATENDIDA

Condições Específicas

ITEM	DESCRIÇÃO DA CONDICIONANTE	ANDAMENTO	SITUAÇÃO
2.1	Executar os Programas Socioambientais abaixo e as diretrizes do Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA):	No período de vigência da atual Licença de Operação, foram requeridas algumas solicitações de autorizações e permissões relacionadas ao uso de áreas pertencentes ao Consórcio Machadinho. As principais solicitações abrangem atividades como construção de corredores de acesso, implantação de tanques rede para criação de peixes, melhorias em estradas, cessão de passagens por áreas do consórcio, uso da água do reservatório, implantação de apiários, entre outras. Muitas dessas solicitações foram condicionadas à obtenção de licenças ambientais e ao cumprimento de regulamentações locais de proteção ambiental. Algumas solicitações foram negadas devido à restrições ambientais ou existência de solução alternativas para os requerentes. O Capítulo "PACUERA" deste relatório, mostra a situação das principais solicitações de usos múltiplos do reservatório. Conforme as argumentações apresentadas ao IBAMA, por meio da CE-EBE-UHMA-0016_2023-V1 (SEI 17268725), foi solicitada a prorrogação do prazo do PACUERA, o que foi aceito pelo IBAMA por meio do ofício nº 104/2023/NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS em 20/10/2024, estendendo a validade do PACUERA até 13 de janeiro de 2029.	ATENDIDA
2.1	•Programa de Incremento do Desenvolvimento do Turismo nos Municípios da Área de Influência Direta	Este programa foi desenvolvido no contexto da implementação do PACUERA da UHE Machadinho. Seu objetivo é estabelecer mecanismos para explorar os atrativos turísticos identificados previamente e buscar oportunidades de negócios, visando promover o desenvolvimento econômico das comunidades do entorno do reservatório. O programa incluiu palestras, oficinas, levantamentos participativos, visitas técnicas e divulgação em diversos meios de comunicação para envolver a comunidade nas questões do turismo local. Após a aprovação do plano pelo Ibama, o Consórcio Machadinho continuou acompanhando e divulgando as ações e projetos realizados. Além disso, participou de feiras, eventos e encontros com a imprensa e prefeituras locais para promover o turismo na região.	ATENDIDA
2.1	•Programa de Educação Ambiental	O Programa de Educação Ambiental (PEA) da UHE Machadinho tem como objetivo promover a conscientização ambiental em comunidades locais, seguindo a legislação ambiental vigente. Atua nos 11 municípios do entorno do reservatório, realizando ações tanto em escolas quanto com agricultores. Nas escolas, o programa capacita educadores e integra projetos ambientais ao currículo escolar. Já com os agricultores, são realizadas atividades para incentivar práticas sustentáveis na produção rural, como a destinação correta de resíduos, a preservação da vegetação ciliar e informações sobre a ictiofauna local. As atividades do programa foram adaptadas para o ambiente virtual durante a pandemia, mantendo o objetivo de conscientização. Dentre as atividades desenvolvidas, destacam-se os Jogos Ambientais, que visam conscientizar os alunos por meio de jogos colaborativos sobre práticas sustentáveis. Também foram realizadas atividades sobre Plantas Medicinais, Mexilhão-Dourado e Hotel de Insetos, cada uma abordando diferentes	ATENDIDA

ITEM	DESCRIÇÃO DA CONDICIONANTE	ANDAMENTO	SITUAÇÃO
		aspectos ambientais de forma educativa e prática. Além disso, o programa promoveu diversas atividades em parceria com agricultores e comunidades locais, como o "Pedágio Verde" e o "Dia da Ideia", incentivando a redução de resíduos e a criação de sacolas retornáveis a partir de materiais reciclados. Essas atividades foram planejadas em conjunto com entidades locais, fortalecendo a conscientização ambiental no meio rural. Algumas ações de plantio de mudas nativas próximas às nascentes foram realizadas em conjunto com escolas e agricultores. No período de julho de 2014 a dezembro de 2023, aproximadamente 106.000 pessoas foram atendidas pelo PEA, destacando o alcance e a importância do programa na conscientização ambiental da região. Por fim, o PEA possui importante interação com o Programa de Comunicação Social (PSC) do Consórcio Machadinho.	
2.1	•Programa de Comunicação Social	O Programa de Comunicação Social (PCS) do Consórcio Machadinho é o principal instrumento para o fortalecimento de seu relacionamento com a comunidade e os veículos de comunicação locais. São executadas atividades como programas de rádio, envio de releases para a imprensa, divulgação de ações ambientais e sociais, encontros com a imprensa e prefeitos, presença nas redes sociais, eventos de distribuição de mudas (Dia da Árvore) e painéis de sustentabilidade. Destaca-se também o Programa de Visitas à Usina, iniciado em 2007, que oferece visitas guiadas a grupos da comunidade e escolas, incentivando a educação ambiental e promovendo o Concurso de Redação, que premia estudantes do 9° ano. O Concurso de redação tornou-se relevante no calendário escolar dos municípios do entorno do reservatório. A cada ano é abordada uma temática socioambiental. O Consórcio Machadinho lançou dois livros com as redações vencedoras do concurso, distribuindo para todas as escolas e bibliotecas da região.	ATENDIDA
2.1	•Programa de Supressão dos “Paliteiros”	O Programa de Supressão de Paliteiros da UHE Machadinho visa retirar os "paliteiros" para implantar projetos de usos múltiplos do entorno e do reservatório, conforme condicionante 2.1 da L.O nº 160/2001 - 2ª renovação. O Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA) orienta sobre o uso do reservatório e identifica os locais (zoneamento) com a presença de paliteiros. A retirada dos paliteiros está condicionada aos locais onde serão implantados projetos de usos múltiplos do entorno e reservatório. No período de vigência a atual L.O, não houve solicitações de usos que envolvessem o manejo desses paliteiros.	ATENDIDA
2.1	•Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e Área de Preservação Permanente - APP	O Programa de Recuperação de Áreas Degradadas e APP da UHE Machadinho obteve resultados positivos ao longo do período de 2014 a 2023. Iniciado em 2001, o programa visa consolidar as Áreas de Preservação Permanente (APP) e o canteiro de obras, com foco na restauração ecológica. Diversas atividades foram desenvolvidas, incluindo a preparação do solo, o replantio de mudas, o coroamento com capina, a roçada, a adubação, o tutoramento e os monitoramentos anuais. Um estudo com	ATENDIDA

ITEM	DESCRIÇÃO DA CONDICIONANTE	ANDAMENTO	SITUAÇÃO
		sensoriamento remoto realizado em 2019 mostrou um aumento significativo da biomassa e do índice de vegetação, indicando a recuperação das áreas. Após análises técnicas e monitoramentos, constatou-se uma evolução positiva da recuperação ambiental, com o desenvolvimento de espécies nativas e o início do processo sucessional florestal. Os indicadores ecológicos atenderam aos valores exigidos, demonstrando a eficácia das técnicas de restauração. Além disso, o Ibama concedeu anuência para o encerramento das intervenções nas áreas da APP (ofício n° 26/2021/NLA-RS), corroborando os resultados obtidos e reforçando a efetividade do programa. Em dezembro 2022, após o período de pousio e respectivos monitoramentos realizados na área do antigo Canteiro de Obras, foi realizado um estudo, contendo um Diagnóstico Fitossociológico e Florístico da Área do Antigo Canteiro de Obras da Usina Hidrelétrica Machadinho, com base em indicadores qualitativos e quantitativos estabelecidos pela SMA/SP 32/2014. Os dados levantados no estudo mostraram que, ocorreu uma relevante melhoria da condição ecológica da paisagem nas áreas do antigo canteiro de obras, as quais se encontram atualmente revegetadas, com resiliência para que o processo natural de sucessão ecológica ocorra de forma satisfatória. Fora encaminhado o ofício CE-EBE-UHMA-0002/2023-V.1 com os resultados do estudo e consequente pedido de encerramento das atividades associadas ao Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.	
2.1	•Programa de Monitoramento Climatológico	O monitoramento climatológico na área de influência da UHE Machadinho mostrou que os elementos climáticos são influenciados pela dinâmica atmosférica predominante na região Sul do Brasil. Os sistemas atmosféricos de escala sinótica e global têm um papel importante na modulação do clima, resultando em anomalias climáticas típicas da faixa latitudinal em que se encontra a usina. As condições climáticas locais mostraram uma grande variabilidade na precipitação, com períodos secos intercalados por chuvas intensas, como as registradas em 2023, e outros períodos com chuvas normais para a região. Não foram observadas mudanças no padrão climatológico da região, que se alinha com as condições do Sul do Brasil. A temperatura do ar na área da usina é influenciada pela entrada de massas de ar, sendo mais baixa com massas de ar frio e mais elevada com a presença intensa de ar tropical. A umidade relativa do ar segue padrões esperados, variando de acordo com as mudanças nos elementos climáticos e afetando a concentração de umidade na área da usina. Portanto, as variações climáticas observadas na área de influência da usina estão dentro do esperado, com oscilações cíclicas nos elementos climáticos mensais e anuais, caracterizando uma condição climatológica típica para a região Sul do Brasil.	ATENDIDA
2.1	•Programa de Monitoramento Hidrometeorológico	O monitoramento hidrometeorológico da UHE Machadinho consiste na avaliação do comportamento hidrológico médio mensal na região. São coletados e analisados dados referentes aos principais indicadores	ATENDIDA

ITEM	DESCRIÇÃO DA CONDICIONANTE	ANDAMENTO	SITUAÇÃO
		hidrológicos, como o nível do reservatório, a vazão turbinada e a vazão vertida. Os resultados revelaram variações dentro dos padrões esperados ao longo do período de 2014 até 2023. Destacaram-se, por exemplo, o nível médio do reservatório de 473,83 metros (cota), correspondendo a cerca de 55,9% do volume útil do reservatório. A média total mensal de chuvas de 157 mm, superior à média histórica de operação da usina, ou seja, de 141 mm. A vazão turbinada média total de 649 m³/s, correspondendo a uma geração média de 565 MW, o que representa cerca de 49,6% da capacidade total da usina. Estes resultados sugerem uma eficiência operacional satisfatória da UHE Machadinho ao longo do período de vigência da L.O, mantendo-se em conformidade com as exigências regulatórias e demonstrando um comportamento hidrológico e operacional favorável.	
2.1	•Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico	O monitoramento hidrossedimentológico do reservatório da UHE Machadinho consiste na medição de descarga líquida e sólida em três estações: Bernardo José, rio Forquilha e jusante da UHE Machadinho. Desde o início da operação das estações até dezembro de 2023, elas apresentaram, respectivamente, os valores de produção de sedimentos de 15, 26,2 e 5,7 ton/km².ano. Esses valores são classificados como baixo potencial de produção de sedimentos, segundo a classificação de Carvalho (2008). Já a vazão líquida média teve valores de 23, 50 e 847 m³/s, respectivamente. A rede de monitoramento está de acordo com a resolução conjunta da ANA/ANEEL nº 127/2022, substituindo a resolução ANA/ANEEL nº3/2010.	ATENDIDA
2.1	•Programa de Monitoramento das Águas Superficiais	Entre julho de 2014 e dezembro de 2023, o monitoramento da qualidade das águas superficiais da UHE Machadinho revelou uma tendência positiva, embora tenha ocorrido um leve declínio na qualidade da água devido à entrada de cargas orgânicas de nitrogênio e fósforo total, principalmente nos tributários rio Forquilha e rio Santa Cruz. No entanto, o Índice de Qualidade da Água (IQA) demonstrou que a qualidade da água oscilou entre "BOA" e "ÓTIMA", com destaque para a predominância da classificação "ÓTIMA" ao longo deste período. A análise também revelou uma tendência de oligo-mesotrofia predominante na área, indicando um baixo a moderado enriquecimento de nutrientes e crescimento fitoplanctônico. Além disso, a comunidade fitoplanctônica e zooplanctônica apresentou diversidade e densidade satisfatórias, sem indicativos de desvios significativos. Quanto à contaminação por elementos traço no sedimento, observou-se que as concentrações estavam geralmente dentro dos limites permitidos, com exceção pontual de cobre e chumbo. No entanto, a dinâmica hidrossedimentológica e os usos do solo na bacia foram identificados como principais fatores influenciadores. O controle da bioincrustação do *Limnoperna fortunei* também foi eficaz na maioria das análises, atendendo aos valores preconizados pela legislação, com exceção de alguns casos pontuais. De forma geral, o monitoramento revelou uma tendência	ATENDIDA

ITEM	DESCRIÇÃO DA CONDICIONANTE	ANDAMENTO	SITUAÇÃO
		geral de qualidade ambiental satisfatória na área de influência da UHE Machadinho.	
2.1	•Programa de Monitoramento Sismológico	O monitoramento sismológico nas áreas da UHE Machadinho é realizado pela Rede Sismológica de Itá e Machadinho (RSIM), composta por 4 estações digitais triaxiais. Durante o período de julho de 2014 a dezembro de 2023, 536 sismos induzidos foram registrados, principalmente no remanso do reservatório, próximos às estações MC9 e BCM2. Embora tenha havido um aumento na detecção de eventos de magnitude menor a partir de 2020, os sismos registrados apresentaram baixas magnitudes e não foram perceptíveis. A classificação da sismicidade na região como SIR - Sismicidade Induzida por Reservatório, combinando aspectos iniciais e prolongados, é confirmada pelos padrões observados.	ATENDIDA
2.1	•Programa de Monitoramento e Manejo da Ictiofauna - Subprograma de Salvamento e Resgate da Ictiofauna	Durante a vigência da 2ª renovação da Licença de Operação nº 160/2001, foram conduzidas 19 campanhas semestrais para monitorar a ictiofauna na área de influência da UHE Machadinho. As coletas abrangeram diversos ambientes, como o trecho a montante da barragem, áreas de transição entre ambientes lóticos e lênticos, o corpo do reservatório, a jusante da barragem e tributários. Foram capturados 65 espécies de peixes de pequeno e médio porte, adaptando-se bem ao represamento. Os principais indicadores numéricos utilizados foram a captura por unidade de esforço em número (CPUEn) e biomassa (CPUEb) por 100 m² de rede por 12 horas. Além disso, foram calculados descritores ecológicos como riqueza, diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou por ano e ambiente. O programa experimental de estocagem de peixes contribuiu para a recomposição dos estoques de espécies migradoras de longa distância, com nove eventos realizados nos últimos dez anos. Foram estocados 18.160 juvenis de diferentes espécies. A marcação química dos peixes com alizarina vermelha foi substituída pela caracterização genética para identificar os peixes estocados, aumentando a efetividade do programa. O LAPAD (UFSC) mantém um banco *in vivo* e *in vitro* das espécies migradoras de longa distância da bacia do rio Uruguai, contribuindo para a conservação genética dessas espécies. A manutenção do banco *in vivo* é realizada com manejo periódico para garantir a sobrevivência dos peixes, enquanto o banco *in vitro* contém 966 pallets de sêmen de diferentes espécies, armazenados em botijões criogênicos. Essas atividades de monitoramento e conservação contribuem para uma melhor compreensão da ictiofauna na área de influência da UHE Machadinho e para a preservação das espécies de peixes na região.	ATENDIDA
2.1	•Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas	O monitoramento de macrófitas aquáticas na UHE Machadinho, realizado entre julho de 2014 e dezembro de 2023, teve como objetivo identificar espécies de plantas aquáticas com potencial de infestação e riscos ambientais. As atividades incluíram inspeções fluviais trimestrais e o uso de drones, com foco especial em três	ATENDIDA

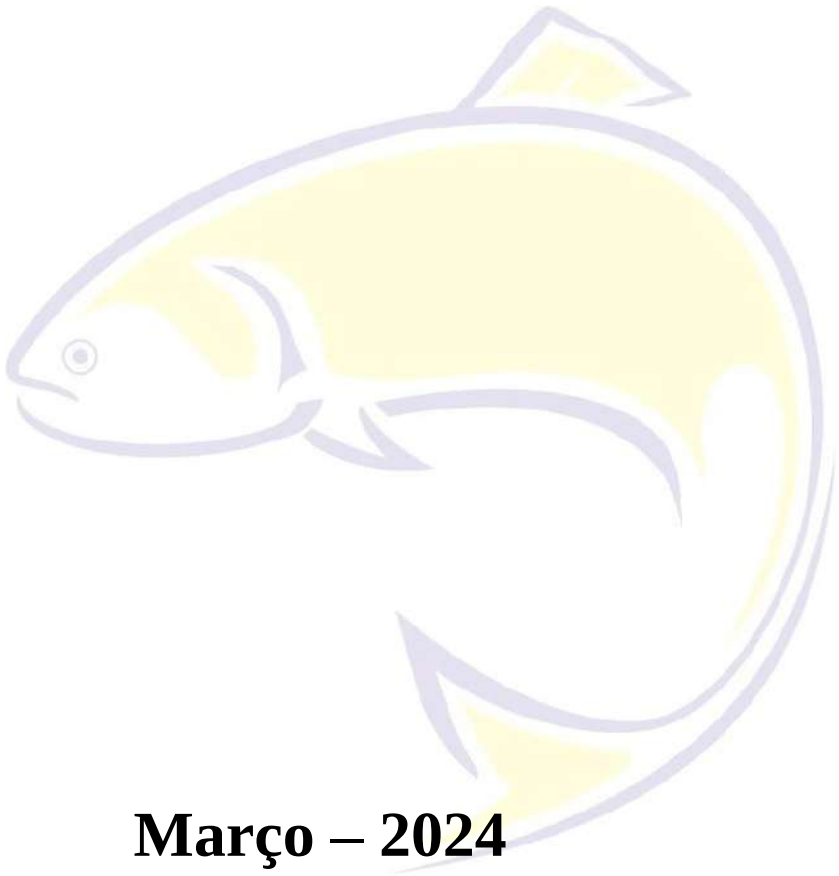
ITEM	DESCRIÇÃO DA CONDICIONANTE	ANDAMENTO	SITUAÇÃO
		locais (rio Santa Cruz, rio Inhandava e Lageado dos Mendes), devido às atividades humanas e às características ambientais. Nesse período, não foram identificados quaisquer focos de macrófitas aquáticas no reservatório, exceto por uma ocorrência no final de outubro de 2023, devido à elevada quantidade de chuvas. Devido às altas vazões e à característica morfológica do reservatório, essas plantas não conseguiram se estabelecer.	
2.1	•Programa de Fiscalização do Entorno do Reservatório	A Fiscalização Ambiental e Sociopatrimonial na UHE Machadinho visa identificar e tratar irregularidades nas áreas de concessão. As atividades incluem fiscalização fluvial e terrestre, com vistorias mensais e anuais para identificar e corrigir essas irregularidades. Na fiscalização fluvial, foram abertos 515 registros, principalmente relacionados a vistorias técnicas (61%) e uso e ocupação irregular (21%). Na fiscalização terrestre, foram vistoriados 613 imóveis, dos quais cerca de 76% estão em situação regular. As irregularidades mais comuns envolvem a criação de animais, construções e supressão vegetal. Ações amigáveis são priorizadas para resolver essas irregularidades e promover a sensibilização dos envolvidos. Em geral, a região do entorno da UHE Machadinho está bem preservada, com baixa pressão de uso sobre as áreas de preservação permanente. A continuidade das ações de fiscalização em conjunto com o PEA é essencial para manter essa preservação e promover o uso correto do reservatório e de suas margens.	ATENDIDA
2.2	Atender às diretrizes do Ofício 02001.00513812014-24CGENE/IBAMA.	O Consórcio Machadinho tem ciência acerca das diretrizes do referido ofício e vem informando seu atendimento por meio dos relatórios anuais.	ATENDIDA
2.3	Todos os Programas Ambientais deverão ser executados ininterruptamente, ainda que parte dos subprogramas que os compõem admita finalização ou interrupções de ações previstas.	O Consórcio Machadinho toma ciência da continuidade de execução dos programas ambientais conforme as condições específicas da L.O nº 160/2001 2ª renovação.	ATENDIDA
2.4	Os Programas Ambientais que exijam ações programadas por tempo determinado, não coincidente com a vigência da licença de operação, devem ter seu Projeto Executivo revisto junto ao Ibama, sempre que necessário, explicitando a reprogramação das ações, adequação de metas e objetivos, devidamente acompanhada de novo cronograma.	O Consórcio Machadinho toma ciência sobre a necessidade de comunicação ao Ibama acerca dos novos cronogramas, objetivos e metas dos programas ambientais.	ATENDIDA

ITEM	DESCRIÇÃO DA CONDICIONANTE	ANDAMENTO	SITUAÇÃO
2.5	Os Programas Ambientais e/ou revisões necessárias deverão ser encaminhadas ao Ibama para análise com antecedência suficiente para avaliação e incorporação da contribuição deste Instituto sem que haja prejuízo do início da implantação ou a interrupção do Programa.	O Consórcio Machadinho toma ciência da obrigação em obter anuência do IBAMA para qualquer alteração dos Programas Ambientais.	ATENDIDA
2.6	Apresentar anualmente, no mês de maio, relatório em meio digital e impresso, com informações referentes ao andamento dos Programas Socioambientais e sua interface com o PACUERA, cumprimento de condicionantes e demais informações relevantes, durante o período de validade da Licença.	O Consórcio Machadinho tem ciência da obrigação da entrega de relatório anual, conforme as condições estabelecidas nesta condicionante da L.O nº 160/2001 2ª renovação.	ATENDIDA

ANEXOS

Parecer Técnico

Avaliação do estoque do pintado-amarelo, *Pimelodus maculatus*, no reservatório de Itá no período de 2004 a 2023



Março – 2024

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Universitário - Trindade
Caixa Postal 5153
Florianópolis • Santa Catarina • 88040-970
Telefone: (48) 3721-4301

Execução

LABORATÓRIO DE BIOLOGIA E CULTIVO DE PEIXES DE ÁGUA DOCE

Departamento de Aquicultura • Centro de Ciências Agrárias
Universidade Federal de Santa Catarina
Rodovia Francisco Thomaz dos Santos, 3532
Florianópolis • Santa Catarina • 88066-260
Telefone: (48) 3721-6300

Equipe Técnica

Prof. Alex Pires de Oliveira Nuñer, Dr. .....

Documento assinado digitalmente
Alex Pires de Oliveira Nuner
Data: 05/03/2024 10:22:35-0300
CPF: ***.419.988-**
Verifique as assinaturas em https://v.ufsc.br

Jurandir Joaquim Bernardes Júnior, Dr. .....

Documento assinado digitalmente
JURANDIR JOAQUIM BERNARDES JUNIOR
Data: 04/03/2024 15:30:39-0300
CPF: ***.711.491-**
Verifique as assinaturas em https://v.ufsc.br

Renata Maria Guereschi, Dra. .....

Documento assinado digitalmente
RENATA MARIA GUERESCHI
Data: 05/03/2024 10:20:53-0300
CPF: ***.199.098-**
Verifique as assinaturas em https://v.ufsc.br

Apresentação

Este Parecer Técnico apresenta a avaliação do estoque da população do pintado-amarelo, *Pimelodus maculatus*, na área do reservatório de Itá no período de 2004 a 2023, e a estimativa da biomassa adicional que pode ser explotada no trecho a jusante da barragem de Machadinho ao longo do ano de 2024, sem afetar o estoque desta espécie.

Para a avaliação do estoque do pintado-amarelo foram utilizados os dados de captura obtidos no monitoramento científico realizado no reservatório de Itá, e os dados pesqueiros fornecidos por pescadores que atuam nesta mesma região, ao longo dos anos de 2004 a 2023.

Devido à grande variação anual na captura desta espécie pelos pescadores que atuam no reservatório de Itá, faz-se necessária a avaliação anual do estoque. Esta avaliação é importante porque a captura de peixes ao longo de um ano afeta diretamente o cálculo das taxas de mortalidade e, consequentemente, a biomassa adicional que pode ser removida da população presente no reservatório no ano seguinte ao da avaliação, sem que haja comprometimento do estoque da espécie.

Metodologia de análise

A avaliação do estoque de pintado-amarelo para o período de 2004 a 2023 foi realizada conforme a metodologia aprovada pelo IBAMA por meio do parecer técnico nº 17/2021-NLA-RS/DITED-RS/SUPES-RS.

Resultados e discussão

Foram utilizados dados de 1.141 indivíduos de pintado-amarelo capturados na área do reservatório de Itá através do monitoramento científico entre 2004 e 2023. O comprimento total dos peixes variou de 15 a 53 cm (Figura 1), prevalecendo a classe de 27 cm como a mais abundante.

O recrutamento pesqueiro apresentou um pico em junho, mas houve uma importante contribuição em março, agosto e setembro (Figura 2).

As taxas de mortalidade do pintado-amarelo foram calculadas a partir da curva de captura de comprimentos, linearizada para o período de 2004 a 2023, tendo sido obtidos os seguintes coeficientes: mortalidade total (Z) = 0,960; mortalidade natural (M) = 0,510; mortalidade por pesca (F) = 0,450 e taxa de explotação (E) = 0,469 (Figura 3).

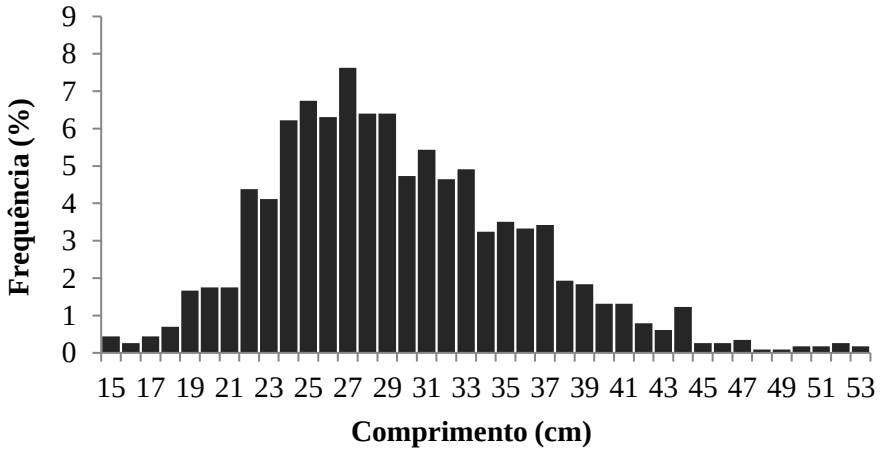


Figura 1. Distribuição de frequência do comprimento total dos exemplares de pintado-amarelo, *Pimelodus maculatus*, amostrados no reservatório de Itá entre os anos de 2004 e 2023.

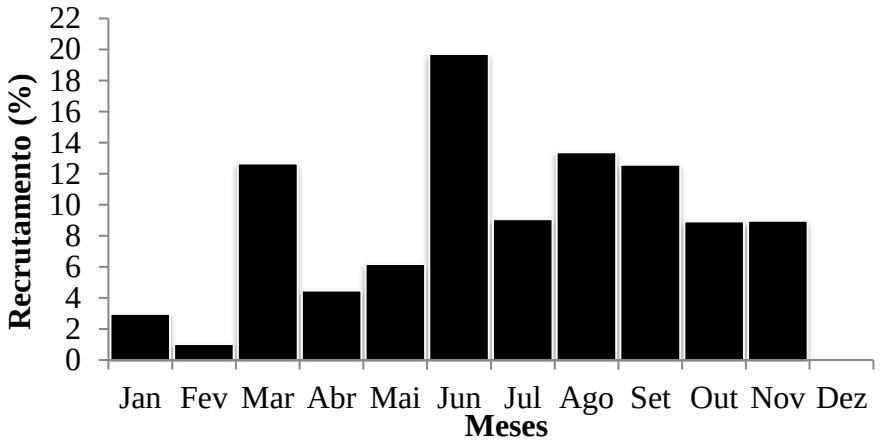


Figura 2. Recrutamento mensal (%) da população de pintado-amarelo, *Pimelodus maculatus*, no reservatório de Itá no período de 2004 a 2023.

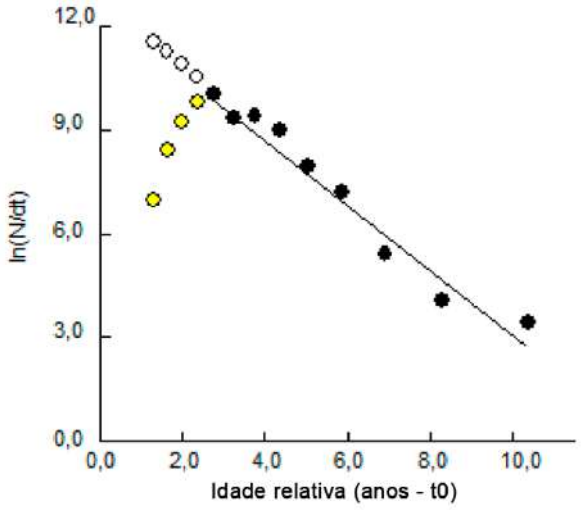


Figura 3. Curva de captura linearizada, convertida em comprimento, para a população de pintado-amarelo, *Pimelodus maculatus*, no reservatório de Itá, no período de 2004 a 2023.

Os valores estimados através do modelo de recrutamento de Beverton & Holt para a população de pintado-amarelo estão apresentados na Tabela 1. Com a introdução dos dados de 2023 na série histórica (2004–2023), a mortalidade por pesca (F = 0,450) foi inferior ao ponto de referência biológico $F_{0,1}$ (0,631), indicando a possibilidade de incremento na produção pesqueira e que, consequentemente, o estoque do pintado-amarelo permanece subexplotado.

A captura por unidade de esforço (CPUE) e a captura total estimada de pintado-amarelo estão apresentadas na Tabela 2. Utilizando a média histórica como referência do rendimento pesqueiro, a taxa de mortalidade por pesca em 2024 pode ser aumentada em 40,1 % (934,4 kg) sem causar desequilíbrio na população.

Tabela 1. Estimativas utilizadas para a aplicação do modelo de Beverton & Holt (entrada) e os resultados obtidos para o estoque do pintado-amarelo, *Pimelodus maculatus*, no reservatório de Itá no período de 2004 a 2023 (saída).

2004-2023						
Entrada		Saída				Incremento (%)
L_c (cm)	23,87	E_{atual}	0,469	F_{atual}	0,450	
L_{oo} (cm)	55,65	E_{max}	0,696	F_{max}	1,167	159,2
M	0,510	$E_{0,1}$	0,553	$F_{0,1}$	0,631	**40,1**
K	0,240	$E_{0,5}$	0,343	$F_{0,5}$	0,266	-40,9
Z	0,960					
F	0,450					

Tabela 2. Captura por unidade de esforço (CPUE), número de eventos de pesca estimados e captura total estimada para o pintado-amarelo, *Pimelodus maculatus*, no reservatório de Itá no período de 2004 a 2023.

Ano	CPUE (kg/pescador/dia)	Número estimado de eventos de pesca	Captura total estimada (kg)
2004	0,58	1.317,44	757,54
2005	0,59	1.422,58	844,88
2006	1,42	1.805,52	2.572,28
2007	0,47	1.759,03	825,12
2008	0,52	1.838,92	950,64
2009	0,39	1.678,11	662,54
2010	0,68	988,24	673,37
2011	1,16	1.737,18	2.006,73
2012	3,31	1.665,80	5.513,16
2013	1,84	1.707,32	3.142,83
2014	1,23	1.783,70	2.198,52
2015	2,04	1.740,79	3.554,69
2016	1,63	967,65	1.574,10
2017	3,94	1.042,00	4.109,70
2018	2,92	1.064,85	3.110,84
2019	3,62	915,83	3.317,78
2020	5,39	600,76	3.237,14
2021	7,51	404,00	3.035,98
2022	5,63	404,90	2.281,13
2023	2,69	851,00	2.291,33
Média para o período de 2004 a 2023			**2.333,02**

Considerações finais

As análises apresentadas neste Parecer Técnico indicam que o estoque do pintado-amarelo, *Pimelodus maculatus*, no reservatório de Itá não se encontra sobreexplotado, sendo possível capturar neste ambiente, ao longo do ano de 2024, uma biomassa adicional de 934,4 kg, sem que o recrutamento da população desta espécie seja afetado.

Embora a taxa de pesca atual não tenha atingido o ponto de referência biológico $F_{0,1}$, o esforço de pesca sobre esta espécie não deve ser aumentado arbitrariamente, sob o risco de causar um desequilíbrio na manutenção do estoque.

A biomassa adicional explotável do pintado-amarelo apresentada neste Parecer Técnico é baseada no esforço de pesca atual, e não leva em consideração um possível aumento do esforço de pesca exercido pelos pescadores no ano de 2024, nem fatores bióticos e abióticos que possam afetar diretamente o recrutamento da espécie.

Roteiro para temas obtidos no Diagnóstico Socioambiental Participativo (DSAP)

Usina Hidrelétrica Machadinho (UHMA)



Roteiro para temas obtidos no Diagnóstico Socioambiental Participativo (DSAP)

Usina Hidrelétrica Machadinho (UHMA)

Ficha Técnica

Coordenação: Silvia Valdez – Engenheira Florestal e Mestre em Engenharia Ambiental

Consolidação e diagramação: Juliana Henze - Bióloga

Outubro, 2023.

Sumário

1. Apresentação 4

2. Justificativa 5

3. Objetivo geral 6

4. Objetivos específico 6

5. Descrição das ações 6

6. Avaliação 12

7. Especificação das metas 12

8. Cronograma de atividades 13

9. Equipe 14

10. Referências bibliográficas 14

11. Anexos 14

Anexo 1 – Cardápio de atividades do PEA UHMA 14

Anexo 2 – Formulário de avaliação das atividades do PEA UHMA 2023 15

1. Apresentação

O Programa de Educação Ambiental (PEA) da Usina Hidrelétrica Machadinho - UHE Machadinho está pautado nos princípios e diretrizes da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei 9.795/99 e o Decreto 4.281/02), bem como da IN 02/2012 do IBAMA, e busca promover a troca de conhecimentos, experiências e boas práticas que possam favorecer articulações e o desenvolvimento de atividades de Educação Ambiental junto aos agricultores lindeiros e as escolas da área de influência da UHE Machadinho.

O trabalho de EA com as escolas tem por objetivo promover ações de caráter não formal, voltadas à qualificação e à organização dos sujeitos da ação pedagógica a partir da realidade vivenciada pela comunidade escolar. Busca ainda construir e implementar ações de EA que favoreçam o desenvolvimento conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes em uma perspectiva crítica, transformadora e emancipatória.

Já o trabalho de EA junto com os agricultores está pautado na metodologia do Programa Nacional de Educação Ambiental e Agricultura Familiar (PEAAF) proposto pela Diretoria de Educação Ambiental do Ministério de Meio Ambiente (DEA/MMA), cujo objetivo é contribuir para melhorar a qualidade de vida e para a sustentabilidade da produção rural do pequeno agricultor, especialmente aquelas que venham contribuir à adequação da propriedade rural à legislação ambiental, capaz de aliar conservação dos recursos naturais e melhoria da qualidade de vida dos agricultores e suas famílias.

Os principais temas geradores das atividades de EA estão baseados, dentre outras fontes, no PACUERA (Plano de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial), nos ODS (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável), na necessidade de preservação dos locais de desova da Ictiofauna à jusante da UHE Machadinho, em especial na margem do rio Ligeiro; além de temas relacionados ao mexilhão dourado; reserva legal e Novo Código Florestal.

Em atendimento ao Parecer Técnico nº 13364605/2022-N LA-RS/Ditec-RS/Supes-RS foram elaborados roteiros para cada um dos temas elencados no DSAP de modo a estruturar a abordagem dos temas focados para os sujeitos prioritários das ações educativas propostas no programa.

O DSAP realizado já durante a fase de operação do empreendimento, tendo em vista que sua instalação se deu antes desta matéria ser tratada no licenciamento, considerou

como público diretamente abrangido a comunidade escolar (alunos, professores, diretores, secretários de educação) e os agricultores das cidades que são abrangidas pelo reservatório da UHMA, portanto, estes são os sujeitos das ações de educação ambiental para os quais será apresentado o roteiro para que os temas advindos do DSAP sejam implementados ao longo da execução do PEA.

Segundo o Guia para Elaboração dos Programas de Educação Ambiental no Licenciamento Ambiental Federal, "a vulnerabilidade socioambiental é definida como uma condição de destituição de direitos experimentada por determinadas populações, que as predispõem a maiores riscos e impactos advindos de empreendimentos; insuficiência no acesso a bens ambientais, a serviços públicos e à infraestrutura, maior grau de dependência direta dos recursos naturais, assim como reduzido poder de intervenção na gestão ambiental pública e o meio ambiente" (IBAMA, 2019).

No caso da UHMA, em operação, estes sujeitos foram considerados prioritários dentro da escala de vulnerabilidade socioambiental dos grupos afetados pelo empreendimento, tendo sido o público do PEA nos últimos anos, antes da emissão da licença de operação em vigor: agricultores lindeiros do reservatório da usina e a comunidade escolar.

Destaca-se que o público abrangido leva em conta um conceito de vulnerabilidade sob uma perspectiva integradora, tendo sido analisada as dimensões socioeconômica e ambiental e concluído sob esse prisma que estes foram os grupos populacionais e áreas mais suscetíveis a um dano ou incapacidade de adaptação frente a uma exposição, risco socioambiental. A escala de vulnerabilidade considerou o seguinte: famílias sem ensino fundamental completo que são abrangidos pela área de reservatório, percentual de menores de 15 anos que vivem em domicílios em que os moradores não têm ensino fundamental completo, como indicadores sociais, idosos e mulheres que vivem de atividades econômicas relacionada ao território, como indicadores econômicos e riscos relacionados a inundações e outros relacionados à segurança das barragens como indicadores ambientais.

2. Justificativa

O roteiro para cada um dos temas elencados no Diagnóstico Socioambiental Participativo (DSAP) é uma premissa do IBAMA para a renovação da Licença de Operação.

O Diagnóstico Socioambiental Participativo (DSAP) desempenha um papel crucial ao envolver as comunidades locais no processo de avaliação dos impactos e na identificação das vulnerabilidades. Isso permite que essas disposições tenham voz ativa na definição de medidas de mitigação e na elaboração de programas de educação ambiental que atendam às suas necessidades específicas.

3. Objetivo geral

Apresentar o roteiro para a abordagem dos temas elencados no DSAP no PEA da UHMA.

4. Objetivos específico

- Desenvolver e implementar programas de capacitação específicos para o público abrangido (comunidade escolar e agricultores).
- Criar espaços para a comunicação dos resultados obtidos para que sirvam de boa prática inspiradoras e potencializadoras das ações, ampliando o alcance dos resultados transformadores.
- Incentivar a participação comunitária ativa, permanente e responsável na proteção, preservação e conservação do equilíbrio do meio ambiente, tendo a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;

5. Descrição das ações

A partir das percepções e perspectivas obtidas nas dinâmicas adotadas para o levantamento do DSAP, cabe que sejam desenvolvidas e implementadas ações de educação ambiental considerando as que tenham relação direta com este Programa.

No que tange ao atendimento da comunidade escolar, a educação ambiental deve ser realizada por meio de atividades educativas desenvolvidas a partir dos temas geradores apresentados no DSAP, bem como deve atender a faixa etária dos alunos. Um cardápio de atividades educativas foi criado com temas originados do DSAP e outros resultantes da aplicação de avaliação das atividades do PEA.Outros temas foram incorporados de forma dinâmica baseado nas avaliações qualitativas consolidadas mensalmente.

Já a para a abrangência dos agricultores, também tendo como base os temas resultantes do DSAP, a metodologia proposta são rodas de conversa levando em conta a metodologia

a seguir, baseada no Ciclo de Atividade Presencial (POEMA, 2023) é baseada em práticas que promovem a aprendizagem a partir da reflexão, sendo o fluxo apresentado a seguir:



Fluxograma 1: Metodologia do processo

Fonte: Poema (2023)

A capacitação será realizada com agricultores convidados que residam na área de influência direta da UHMA. Ao reuni-los, devem ser divididos em grupos de, no máximo, 4 pessoas. Na primeira fase, a da experiência, são sintetizados os temas a serem trabalhados através da sua apresentação pelos facilitadores. Na segunda fase, a da reflexão, os participantes do grupo se engajam em exercícios práticos e discussões em grupo. Na terceira fase, de conceitualização, os participantes partilham as suas conclusões sobre o que foi vivenciado e na quarta, a de adaptação e aplicação, os participantes partilham com os colegas os seus compromissos de ação na sua atuação cotidiana, seja na sua propriedade ou em instituições.

O quadro 1 apresenta os resultados cujos roteiros são apresentados tendo como sujeitos das ações os agricultores, ressaltando mais uma vez que a comunidade escolar tem seus roteiros descritos no cardápio apresentado no Anexo 1. Este cardápio é dinâmico e foi retroalimentado com roteiros de atividades considerando diferentes faixas etárias.

Quadro 1 – Resumo dos itens elencados no Parecer do Ibama (Ofício 71/2022) e o atendimento correlato

Percepções	Perspectivas	Caráter da ação	Duração média/hora	Objetivo	Metodologia	Modo de execução	Produto esperado
1- Produção agroecológica no entorno dos reservatórios hídricos	Elaboração de um plano de ação envolvendo o tema de produção agroecológica no entorno do reservatório	Não formal	8	Planejar ações e incentivar produtores a implantação de sistemas agroecológicos no entorno do reservatório. Incrementar a renda familiar com produtos ecológicos.	Ciclo de aprendizagem vivencial; Roda de conversa, com especialista na área de agroecologia; Receitas utilizando produtos agroecológicos, como fonte de renda (geleias, sucos e outros); Culminância Dia de campo em propriedade rural modelo em agroecologia.	Presencial	Plano de ação Registro fotográfico Release
2- A pesca como geração de renda para família	Análise de criação de perspectivas para estimular o compartilhamento de experiências voltadas à culinária local enfatizando os peixes da região	Não formal	8	Promover compartilhamento de experiências voltadas à culinária local;	Ciclo de aprendizagem vivencial; Com auxilio de Nutricionista elaboração de receitas com peixes; Promover um jantar com culinária de peixes.	Presencial	Relatório de atividade Registro fotográfico
3- Importância da qualidade da água para a produção animal e lavoura	Avaliar meios de ampliar o projeto de recuperação de nascentes, para	Não formal	Contínuo	Recuperação de nascentes de áreas nos municípios abrangidos pela UHMA	Sensibilização de grupos, obtenção de mudas, plantio com a participação da comunidade escolar e	Presencial	Relatório de atividade Registro fotográfico

Percepções	Perspectivas	Caráter da ação	Duração média/hora	Objetivo	Metodologia	Modo de execução	Produto esperado
	melhoria da qualidade da água				agricultores. Apresentação do método de proteção "caxambu".		
4- Usar áreas e preservar o entorno do reservatório	Buscar desenvolver ações de interação com instituições regionais e locais para apoiar as alternativas de uso e conservação do reservatório	Não formal	8	Apoiar as alternativas de uso e conservação do reservatório da UHMA	Elaboração de vídeo apresentando o PACUERA e formas de uso e veiculá-lo na mídia e redes sociais	Presencial	Vídeo
	Apoiar atividades relacionadas ao turismo rural como tema transversal de educação ambiental junto aos agricultores	Não formal	40	Atender demanda advinda da comunidade e geração de renda por meio da educação ambiental	Ciclo de aprendizagem vivencial; Visitas em propriedades que já desenvolvem o turismo rural. Turismo rural como resgate da cultura local; Conversa com profissional sobre como administrar o turismo em sua propriedade; Trabalhar culinárias típicas da região; Implantar entretenimento na propriedade rural (passei de cavalo, colheita de verduras	Presencial	Plano de ação contendo incremento dos atrativos turístico, roteiros de turismo, ações para o desenvolvimento e sustentação, prazos e responsáveis. Registro fotográfico

Percepções	Perspectivas	Caráter da ação	Duração média/hora	Objetivo	Metodologia	Modo de execução	Produto esperado
					ou frutas, pequenas trilhas...)		
5- Medidas de adaptação para enfrentamento das mudanças climáticas na zona rural	Articular com instituições como a defesa civil e o Programa de Comunicação para informar sobre questões relacionadas aos efeitos da mudança climática para adaptações na lavoura e na vida cotidiana	Não formal	Contínuo	Informar aos agricultores sobre medidas de adaptação às mudanças climáticas	Elaborar textos informativos sobre as medidas de adaptação. Consultar agricultores que desejam formar rede (ou se engajar em alguma já existente). Criar grupo de WhatsApp com agricultores da área de entorno do reservatório e enviar textos informativos. Roda de conversa com especialista em mudanças climáticas.	Presencial	Relatório de atividade Registro fotográfico

No DSAP, durante a realização da atividade de pesquisa foi possível perceber a preocupação dos agricultores sobre os temas 3, 4, 5, porém, o maior interesse e questionamento versaram sobre a possibilidade de obter melhoria na renda com a utilização das águas para a produção de peixes (tema 2) e de alimentos agroecológicos (tema 1), além de trazer com estes temas as legislações que os fundamentam.

No que tange a pesquisa realizada, observa-se que os temas apresentados na figura 1 que traz as percepções, pode induzir às seguintes perspectivas de temas a serem trabalhados nos programas de educação ambiental da UHE Machadinho, como exemplo do levantamento feito sobre o uso do entorno na usina poderia ser utilizado para o turismo, em que teve 100% de resposta "Sim".

A figura a seguir apresenta o desdobramento dos temas de turismo que devem pautar as atividades do PEA.

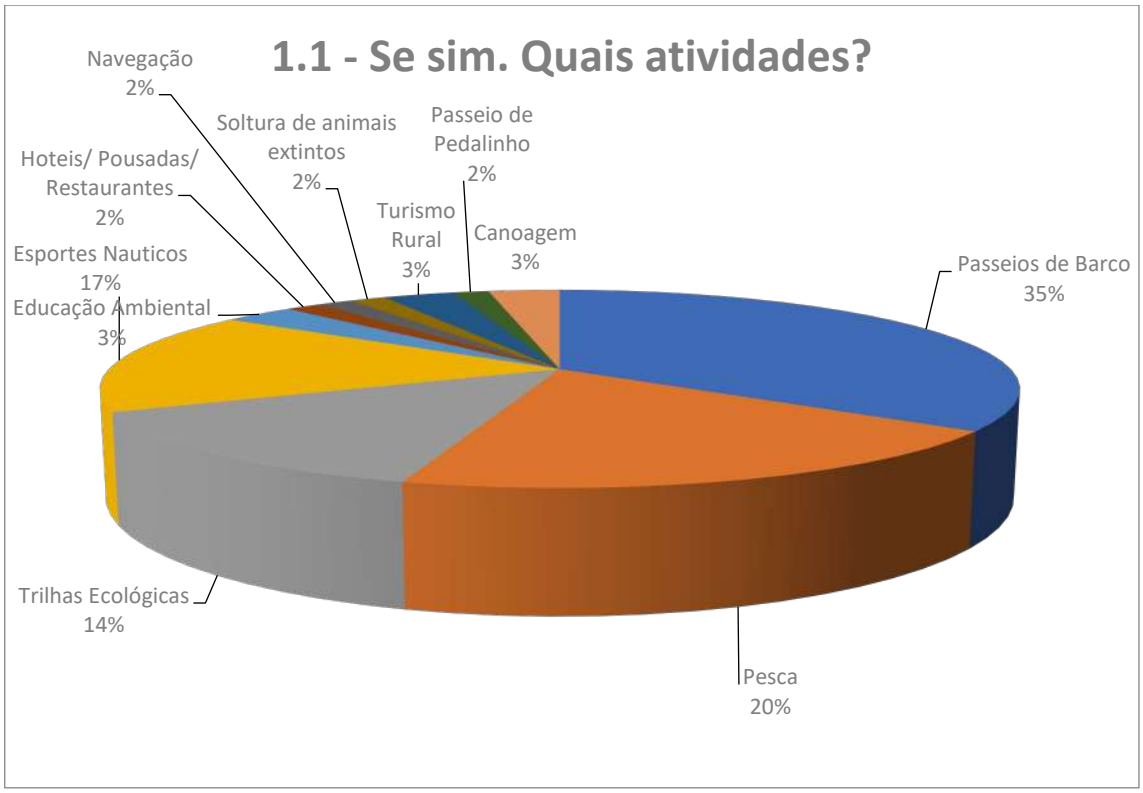


Figura 1 – Desdobramento dos temas relacionados a turismo
Fonte: Ambientalis Engenharia, 2019

A partir das percepções identificadas, cabe que sejam desenvolvidas e implementadas ações de educação ambiental a partir das perspectivas obtidas, criando relação direta com o Programa, quando factível.

6. Avaliação

Através dos resultados obtidos nas atividades do PEA, deverá ser realizada avaliação quali-quantitativa mensal, considerando como indicadores quantitativos: número de escolas atendidas, agricultores e alunos abrangidos pela atividade, número de atendimentos por município, em relação ao montante de escolas e comunidades presentes na área de influência da UHE Machadinho, buscando sempre uma meta planejada para cada ano. Já como indicador qualitativo, analisar os resultados qualitativos quanto ao conteúdo, qualidade, valor agregado, fornecidos por meio da aplicação dos questionários junto aos participantes das atividades na comunidade escolar. O questionário é apresentado no anexo 2. Os resultados quali-quantitativos deverão ser apresentados mensalmente com consolidação feita em relatório anual comparativamente as metas definidas.

7. Especificação das metas

Atendimento de 100% da meta anual estabelecida pela Engie de execução de atividades abrangendo a comunidade escolar da área de abrangência da UHMA.

Realização de duas atividades por ano com agricultores de cada um dos municípios abrangidos pela UHMA, podendo a ação abranger mais de uma comunidade, quando realizada por eixo temático.

8. Cronograma de atividades

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES PEA UHMA												
Descrição das Atividades	**Mês 1**	**Mês 2**	**Mês 3**	**Mês 4**	**Mês 5**	**Mês 6**	**Mês 7**	**Mês 8**	**Mês 9**	**Mês 10**	**Mês 11**	**Mês 12**
Atualização dos contatos de lideranças locais	X											
Atualização dos contatos de Secretários de Educação e Secretários de Agricultura	X											
Criação e aprovação de convites para as atividades a serem desenvolvidas	X											
Distribuição dos convites		X										
Execução das atividades com agricultores		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Execução de atividades com comunidade escolar		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elaboração de relatório mensal		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elaboração de relatório anual												X

Este cronograma deve ser anual em caráter permanente.

9. Equipe

Este roteiro deve ser implantado no arcabouço do PEA da UHMA por equipe devidamente habilitada e com experiência em processos participativos e que tenham inserção local.

10. Referências bibliográficas

AMBIENTALIS ENGENHARIA. Diagnóstico Socioambiental Participativo (DSAP). Subsídio – Programa de Educação Ambiental da UHE Machadinho. Fevereiro, 2019.

IBAMA. Licença de Operação nº 160/2001 – 2ª Renovação. Usina Hidrelétrica Machadinho. Brasília, 2014.

IBAMA. Ofício nº 71/2022/NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS. Parecer Técnico referente ao acompanhamento da LO nº 13364605/2022-NLA-RS/DITEC-RS/SUPES-RS – Relatório anual 2021. Porto Alegre/RS, 2022.

IBAMA. Guia para Elaboração dos Programas de Educação Ambiental no Licenciamento Ambiental Federal. Brasília, 2019.

11. Anexos

Anexo 1 – Cardápio de atividades do PEA UHMA

Anexo 2 – Formulário de avaliação das atividades do PEA UHMA 2023

CARDÁPIO DE ATIVIDADES
VERSÃO
ATIVIDADES REMOTAS

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DA USINA HIDRELÉTRICA DE MACHADINHO



Sumário

1. INTRODUÇÃO 4

2. ATIVIDADES PROPOSTAS 4

2.1 Meio Ambiente Com e Sem Abelhas 5

2.2 Aprendendo a ser Auditor Ambiental 6

2.2.1 Resíduos 7

2.2.2 Água e Efluentes 8

2.2.3 Energia 9

2.2.4 Ruídos 9

2.2.5 Espaços Exteriores e Biodiversidade 10

2.2.6 Política de Gestão Ambiental na Escola 11

2.3 Reunião Ambiental 12

2.4 Elementos da Natureza 12

2.5 Perguntas e Respostas sobre Meio Ambiente que Orientam a Vida da Gente 12

2.6 Animais Nativos da Nossa Região. Conhecer para Preservar 13

2.7 Água e Música 13

2.8 Experimento com Feijão 14

2.9 Jogo da Mímica – Tema: Água 20

2.10 Experiência de Troca 22

2.11 Ciclo de Vida dos Resíduos Recicláveis 22

2.12 Mata Ciliar 23

2.13 Oficina de Compostagem 24

2.14 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) na Nossa Comunidade 25

2.15 Importância dos Recursos Hídricos 29

2.16 Impacto da Poluição nos Rios 30

2.17 Impacto do Plástico no Ambiente 30

2.18 Leitura de Histórias 31

2.19 A Sementinha 31

2.20 Abrindo o Jogo 32

2.21 Linha do Tempo (Escolher Tema) 32

2.22 Pegada Ecológica 33

2.23 Resolvendo Problemas 33

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 34

Índice de Figuras

Figura 1 – Cartaz para demonstrar meio ambiente com abelhas 6
Figura 2 – Cartaz para demonstrar meio ambiente sem abelhas 6
Figura 3 – Material para a experiência “Feijão no Algodão” 15
Figura 4 – Como fazer a experiência “Feijão no Algodão” 16
Figura 5 – Fototropismo na experiência “Feijão no Algodão” 18
Figura 6 – Resultado fototropismo na experiência “Feijão no Algodão” 18
Figura 7 – Frases do jogo e caixa de papelão onde ficarão 22
Figura 8 – Atividade “Mata Ciliar” 24
Figura 9 – Apresentação dos ODS 26
Figura 10 – Pilares dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável 26
Figura 11 – Relação entre ODS 27

Índice de Quadros

Quadro 1 – Sistematização de atividades por faixa etária 4

CARDÁPIO ATIVIDADES PEA UHMA – Tutoria Remota

1. INTRODUÇÃO

Esta cartilha foi desenvolvida para a realização de atividades remotas, com tutoria remota de monitores do PEA com os educandos, o qual faz parte do Programa de Educação Ambiental da Usina Hidrelétrica de Machadinho – UHMA, este é uma condicionante do IBAMA apresentado na licença de operação do empreendimento, além de ser uma premissa da IN 02/IBAMA de 27 de março de 2012.

As atividades compiladas neste material estão associadas aos temas de conservação da água, da ictiofauna, da preservação da mata ciliar, resíduos sólidos, conscientização para diversos segmentos do meio ambiente.

A classificação da faixa etária seguiu a Teoria de Piaget[1] sobre as fases do desenvolvimento motor e cognitivo humano, assim como a experiência em campo da equipe de profissionais da Ambientalis Engenharia.

Para a execução das atividades levantadas possíveis de serem realizadas remotamente, tem como necessidade o estudo de um roteiro prévio e a escolha da ferramenta adequada para aplicação. Serão utilizados os meios como telefone, WhatsApp, chats, vídeo conferências e outras ferramentas.

2. ATIVIDADES PROPOSTAS

As atividades foram compiladas de acordo com a faixa etária dos alunos e sistematizadas no Quadro 1 e posteriormente descritas no decorrer deste cardápio.

Quadro 1 – Sistematização de atividades por faixa etária

FAIXA ETÁRIA	NOME DA ATIVIDADE	TUTORIA REMOTA
6 a 9 anos	Meio Ambiente Com e Sem Abelhas	O tutor faz uma introdução ao tema e explica a atividade para os alunos
6 a 14 anos	Aprendendo a ser Auditor Ambiental	O tutor explica e o aluno busca os elementos da auditoria em sua casa ou busca lembrar dos ambientes de sua escola
13 a 17 anos	Reunião Ambiental	Realizar uma reunião remota com os alunos

[1] Teoria de Piaget: Teoria sobre o desenvolvimento cognitivo em crianças. Disponível em: https://www.hipercultura.com/teoria-de-piaget/

FAIXA ETÁRIA	NOME DA ATIVIDADE	TUTORIA REMOTA
10 a 14 anos	Elementos da Natureza	Realizar uma reunião remota com os alunos promovendo uma reflexão sobre os elementos vistos na atividade
10 a 14 anos	Perguntas e Respostas sobre Meio Ambiente que Orientam a Vida da Gente	Realizar uma reunião remota com os alunos
6 a 14 anos	Animais Nativos da Nossa Região. Conhecer para Preservar	Buscar imagens de animais para exibir aos alunos por vídeo conferência
6 a 10 anos	Água e Música	Pode ser feita à distância e ao invés de utilizar macarrão para demonstração, o tutor poderá utilizar recursos visuais on-line
6 a 9 anos	Experimento com Feijão	Tutoria para explicar as partes da planta, a fotossíntese etc.
6 aos 11 anos	Jogo da Mímica – Tema Água	Os alunos devem realizar as mímicas em frente ao computador
6 a 9 anos	Experiência de Troca	O tutor deve preparar o roteiro antecipadamente a vídeo conferência
9 a 12 anos	Ciclo de Vida dos Resíduos Recicláveis	Reunião remota com os alunos levantando o ciclo de vida de resíduos recicláveis
10 a 13 anos	Mata Ciliar	Cada aluno poderá fazer em casa. E uma orientação on-line explicará a atividade
14 anos	Oficina de Compostagem	Uma palestra poderá ajudar o espectador a entender a importância de se prolongar a vida útil dos aterros sanitários por meio da compostagem e da separação correta do lixo
10 a 14 anos	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) na Nossa Comunidade	Realizar uma reunião remota com os alunos e abordar assuntos sobre o desenvolvimento sustentável
10 a 14 anos	Importância do Recursos Hídricos	Atividade pode ser feita à distância
10 a 14 anos	Impacto da Poluição nos Rios	Em reunião remota por vídeo conferência, realizar a experiência proposta e discutir os impactos da poluição nos rios.
10 a 14 anos	Impacto do Plástico no Ambiente	A facilitação remota desenvolve um roteiro prévio para aplicação
1 a 5 anos	Leitura de Histórias	A leitura de histórias para os alunos por meio remoto.
1 a 5 anos	A Sementinha	A leitura de histórias para os alunos por meio remoto.
10 a 14 anos	Abrindo o Jogo	O tutor realiza a mediação e perguntas sobre o meio ambiente.
14 a 17 anos	Linha do Tempo	A facilitação remota desenvolve um roteiro prévio para aplicação
13 a 17 anos	Pegada Ecológica	O questionário pode ser aplicado à distância e a exibição de slides também
15 a 17 anos	Resolvendo Problemas	Os recursos audiovisuais on-line ajudariam na realização da atividade

2.1 Meio Ambiente Com e Sem Abelhas

Faixa etária: 6 a 9 anos

Foi desenvolvida uma atividade para crianças do 1º e 2º anos do ensino fundamental, trazendo reflexões sobre como seria o meio ambiente "Com" ou 'Sem" as abelhas, demonstrando sua importância na polinização, visando estimular e avaliar o conhecimento

das crianças de forma criativa, a respeito da importância do plantio de árvores e questionar sobre a necessidade de cuidar dos rios.



Figura 1 – Cartaz para demonstrar meio ambiente com abelhas



Figura 2 – Cartaz para demonstrar meio ambiente sem abelhas

2.2 Aprendendo a ser Auditor Ambiental

Faixa etária: 6 a 14 anos

Metodologia:

1. Formar grupos
2. Escolher tema:
   - Resíduos Sólidos

- Água e efluentes
- Energia
- Ruídos
- Espaços Exteriores e Biodiversidade

3. Vistoria do espaço respondendo o Check List.

2.2.1 Resíduos

1. Pode observar-se lixo no chão da escola?

( )Sempre ( )Às vezes ( )Nunca

2. Contabilizando todas as lixeiras existentes na escola, temos uma média de alunos/lixeiras:

( )Superior a 15 ( )Entre 15 e 5 ( )Inferior a 5

3. A escola realiza compostagem?

( )Não ( )Às vezes ( )Sim

4. A escola faz coleta seletiva de resíduos?

( )Não ( )Sim

5. O papel é utilizado em ambos os lados antes de ser reciclado?

( )Nunca ( )Às vezes ( )Sempre

6. As salas de aula possuem lixeiras para coleta seletiva?

( )Nenhuma ( )Algumas ( )Todas

7. As outras salas da escola (direção, secretaria, papelaria, bar, refeitório, sala de convívio, etc.), possuem lixeiras para coleta seletiva?

( )Nenhuma ( )Algumas ( )Todas

8. O Eco-ponto mais próximo localiza-se a uma distância da escola?

( )Superior a 2 Km ( )de 2Km a 500m ( )Inferior a 500m

9. Investigue sobre a gestão municipal dos resíduos produzidos na região: Nome da empresa responsável:

Tipo de tratamento dado aos resíduos:

2.2.2 Água e Efluentes

1. No banheiro/bebedores existem torneiras a pingar?

( )Nunca ( )Às vezes ( )Sempre Onde:

2. A água da chuva é armazenada para posterior utilização?

( )Nunca ( )Às vezes ( )Sempre

3. Existem fugas de água na escola (tubos, torneiras, válvulas) com vazamento?

( )Muitas ( )Poucas ( )Nenhuma

4. Realizam-se na escola campanhas relacionadas com a água?

( )Não ( )As vezes ( )Todos os anos

5. A qualidade da água já foi analisada?

( )Não ( )Sim (mas não se sabe o resultado) ( )Sim e o resultado é:

6. O destino final dos efluentes é uma Estação de Tratamento de Efluentes? (ETE)?

( )Não ( )Sim e localiza-se em:

7. Existe rio/córrego perto da escola?

( )Sim, é o : ( )Não

8. Investigue sobre a origem da água que abastece a escola

Nome da empresa responsável:

Origem da água:

9. Investigue sobre o destino dos efluentes

Nome da empresa responsável:

Tipo de tratamento dado aos efluentes:

10. Investigue sobre rios/córregos perto da escola:

2.2.3 Energia

1. Nos locais da escola que não estão sendo utilizados as luzes estão apagadas?

( )Nunca ( )Às vezes ( )Sempre

2. Os vidros das janelas são mantidos limpos para permitir a entrada de luz natural?

( )Nunca ( )Às vezes ( )Sempre

3. Os equipamentos elétricos estão desligados quando não estão sendo utilizados?

( )Nunca ( )Às vezes ( )Sempre

4. Na iluminação são utilizadas lâmpadas de baixo consumo energético ?

( )Nenhuma ( )Algumas ( )Todas

5. As paredes da escola estão pintadas com cores claras para maximizar a luz?

( )Nenhuma ( )Algumas ( )Todas

6. A escola utiliza energias alternativas?

( )Não ( )Sim. Quais?

7. Realizam-se na escola campanhas relacionadas com a energia?

( )Não ( )As vezes ( )Todos os anos

8. Investigue sobre possíveis utilizações de energias renováveis na escola Atividades possíveis de realizar:

2.2.4 Ruídos

1. Existe sinalética de apelo ao silêncio dentro da escola?

( )Muitas ( )Poucas ( )Nenhuma

2. Os pés das cadeiras das salas de aula possuem algum isolamento?

( )Nenhuma ( )Algumas ( )Todas

3. O toque do sinal do início e fim das aulas é incomodativo?

( )Nunca ( )Às vezes ( )Sempre

4. Nas salas de aula o barulho do trânsito é incomodativo?

( )Nunca ( )Às vezes ( )Sempre

5. Durante uma aula ouve-se o ruído da sala vizinha?

( )Nunca ( )Às vezes ( )Sempre

6. O barulho no refeitório e área de convívio é incomodativo?

( )Nunca ( )Às vezes ( )Sempre

2.2.5 Espaços Exteriores e Biodiversidade

1. A escola possui pinturas murais?

( )Nenhuma ( )Poucas ( )Muitas

2. A escola possui campos de jogos ?

( )Nenhum ( )Poucos ( )Muitos

3. A escola possui equipamento de recreio (tipo parque infantil)?

( )Nenhum ( )Poucos ( )Muitos

4. Existem na escola pequenos espaços de estadia/convívio?

( )Nenhum ( )Poucos ( )Muitos

5. No espaço exterior da escola existem locais de abrigo (chuva, frio, etc)?

( )Nenhum ( )Poucos ( )Muitos

6. Os terrenos da escola estão impermeabilizados?

( )Nenhum ( )Poucos ( )Muitos

7. A escola possui Jardim?

( )Nenhum ( )Poucos ( )Muitos

8. O número de plantas de médio e grande porte (arbustos e árvores) é suficiente? São árvores nativas?

( )Não ( )Sim

9. As plantas existentes na escola estão identificadas?

( )Nenhuma ( )Algumas ( )Todas

10. Investigue se existe algum espaço na escola que não está sendo aproveitado Atividades que podem ser realizadas:

2.2.6 Política de Gestão Ambiental na Escola

1. O interior da escola encontra-se limpo?

( )Não ( )Sim

2. Existem plantas nas salas de aula e nos corredores?

( )Não ( )Sim

3. Existe algum painel de informação sobre o ambiente?

( )Não ( )Sim

4. Existe algum Clube de Ambiente?

( )Não ( )Sim

5. A escola está envolvida em algum projeto de educação ambiental?

( )Não ( )Sim

6. A escola assina alguma revista de ambiente?

( )Não ( )Sim

7. Nas aquisições existe preferência por produtos amigos do ambiente?

( )Não ( )Sim

8. A escola possui parcerias com alguma organização ambientalista?

( )Não ( )Sim

9. Já foi realizada formação ambiental ao pessoal discente?

( )Não ( )Sim

10. A política ambiental da escola é referida do Projeto Educativo da Escola?

( )Não ( )Sim

2.3 Reunião Ambiental

Faixa etária: 13 a 17 anos

Inicialmente, todos os participantes devem ser convidados a levantar um problema ambiental da atualidade. Cada pessoa deve ser convidada a refletir sobre a questão e pensar em soluções para ele.

Em seguida, a mesma deve compartilhar a solução imaginada e justificar porque aquilo seria bom para a natureza e os seres humanos. Os demais devem interagir, discutir e expor suas sugestões para melhorar a ideia. A ideia é estimular a reflexão nos participantes, de modo que isso leve a ações diferentes no dia a dia das pessoas envolvidas.

2.4 Elementos da Natureza

Faixa etária: 10 a 14 anos

Inicia-se mostrando aos alunos diversos elementos naturais, podendo ser, por exemplo: folhas secas, pedras, galhos, flores, areia, raízes, entre outros.

Depois disso, solicita que cada participante escolha um dos elementos que tenha alguma relação com suas personalidades. Após a escolha, peça para que cada um fale sobre o porquê da escolha.

O objetivo é promover uma reflexão através da associação do perfil pessoal com algum elemento escolhido entre elementos naturais diversos e levando a refletir sobre o que a atividade despertou em cada um.

2.5 Perguntas e Respostas sobre Meio Ambiente que Orientam a Vida da Gente

Faixa etária: 10 a 14 anos

Inicialmente, o coordenador deve elaborar cartelas, contendo uma pergunta em cada. Depois, se forma um círculo com os participantes, todos no chão, e colocar as cartelas no centro, com as perguntas viradas para baixo. Cada aluno responderá a uma pergunta, de modo a gerar reflexões sobre o assunto.

Sugestões de perguntas:

- O que você faz para poupar água?
- O que você pode fazer para poupar energia elétrica?
- O que você pode fazer para diminuir a produção de lixo?
- O que você faz para colaborar com o meio ambiente?
- Você se preocupa com o meio ambiente? Por quê?
- O que você mais gosta na natureza?
- Qual é o maior problema ambiental, para você?
- Você se considera parte da natureza? Por quê?
- Qual a importância da água?

2.6 Animais Nativos da Nossa Região. Conhecer para Preservar

Faixa etária: 6 a 14 anos

Essa será uma atividade para mostrar os principais animais nativos, testar o conhecimento do público e promover uma discussão sobre esses animais.

Público: 6º a 9º ano.

Materiais necessários: serão necessárias algumas imagens animais priorizando animais em extinção.

Procedimento:

O grupo de pessoas será dividido em duas equipes e serão eleitos representante para sentir os animais dentro das caixas, discutindo o resultado em equipe.

1. Serão feitas cartinhas com dicas para saber qual animal está dentro da caixa, após ler a dicas o participante deve colocar uma venda e colocar a mão com luvas na caixa para tentar descobrir qual é o animal, tendo 2 minutos em equipe para descobrir qual animal está na caixa.

2. Ganha a equipe que acertar mais animais.

3. Ao final os técnicos que aplicaram a brincadeira podem falar mais sobre cada animal, explicar qual a relação deles com os outros seres vivos e com a Mata Ciliar, discutir conceitos como animais em extinção, desmatamento e poluição.

2.7 Água e Música

Faixa etária: 6 a 10 anos

Água é vida, um recurso natural valioso que precisa ser utilizado com consciência não podendo ser desperdiçado. É importante desde cedo, os alunos entenderem e saberem a

importância do uso racional da água e seu caminho até chegar em nossas torneiras. A atividade proposta, mostra de maneira lúdica a quantidade (%) de água disponível no mundo, abrindo na sequência questionamentos sobre o tema de maneira geral.

Metodologia: A atividade se dará da seguinte maneira:

O profissional responsável pela atividade levará os alunos até o pátio ou outro espaço maior disponível na escola, onde às crianças se sentarão em círculo. O Educador Ambiental vai começar espalhando 100 macarrões (comestíveis – cru) no meio da roda, irá explicar que aquele macarrão representa toda água do mundo 100% dela, sendo que 2 macarrões e meio representado (2,5%) serão na cor verde, vai explicar que o verde representa a água doce, disponível para todas as pessoas, animais e vegetais (explicar que desses 2,5%, parte concentram-se nas geleiras, parte estão no subterrâneo (aquíferos) e apenas 1% encontra-se nos rios). Perguntar se os alunos entenderam que os 97,5 % (macarrões bege) representam toda água dos oceanos, imprópria para consumo e perguntar o que podemos fazer para preservar a água, porque ela é tão importante em nossas vidas, o que é uma ETA (estação de tratamento da água) qual é o caminho da água até chegar em nossas torneiras de maneira lúdica e linguagem adaptada de fácil entendimento (pode ser feito um link complementar e ser utilizada a maquete pronta representando uma ETA). Dando sequência na atividade, o profissional vai dizer que eles irão aprender uma música sobre a água. Eles ouvem e repetem na sequência, todos devem cantar fazendo a coreografia juntos.

Letra da música:

Olha a chuva está chegando, ela já está vindo, ela está caindo
Vai molhando às plantas, vai enchendo os rios
Como a água é importante você viu?!
} refrão
A água chega na torneira pronta para beber
Precisamos dela para viver!
Precisamos cuidar, para ela não faltar, não vamos desperdiçar!

Materiais necessários:

- 01 pacote de macarrão comestível (estilo tortiglioni ou parafuso);
- Canetinhas

2.8 Experimento com Feijão

Faixa etária: 6 a 9 anos

Introdução – Feijão no Algodão

As plantas nascem, crescem se reproduzem e morrem. Mas este ciclo nem sempre é tão simples de ser compreendido. Atentando-se ao nascimento de uma planta, ou seja, pensando na sua germinação faz-se necessário que alguns fatores e condições sejam levados em conta para que ela aconteça.

A experiência de semear o feijão em um potinho com algodão e água e observar ele crescer e desenvolver é uma das mais difundidas nas aulas de ciências. Mas o que aprendemos com essa experiência? E enquanto educadores o que queremos ensinar?

Esse tipo de atividade deve dar condições para os alunos analisarem a situação e tomarem consciência das variáveis envolvidas, refletindo a respeito, até elaborar, em alguns casos, explicações causais para o fenômeno estudado.

Por isso é importante que, não só o aluno tenha um problema inicial para resolver, mas também seja orientado no que observar. O experimento básico é esse:



Figura 3 – Material para a experiência “Feijão no Algodão”

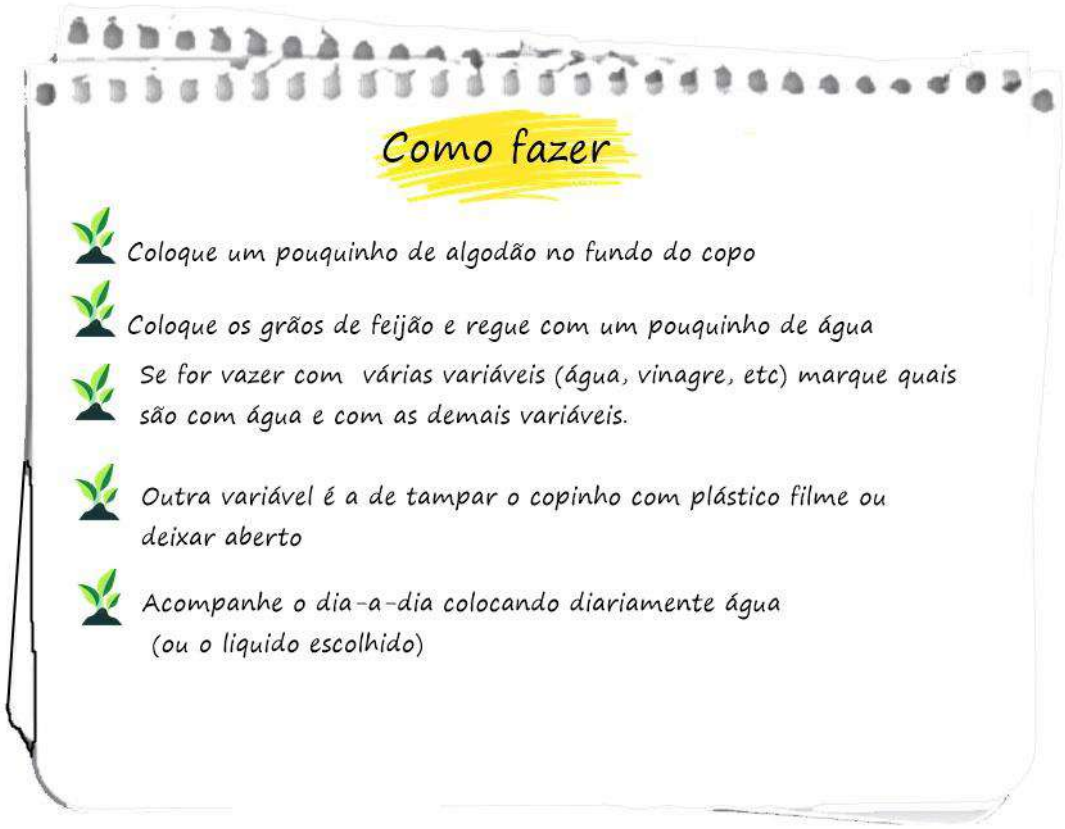


Figura 4 – Como fazer a experiência "Feijão no Algodão"

Questões iniciais

Estabelecer um problema para o conteúdo que se pretende trabalhar é o primeiro passo. Algumas questões que podem ser levantadas com os alunos para que respondam ao longo do experimento são:

1. Como as plantas se alimentam?
2. Elas respiram também?
3. Quais são as partes da planta?
4. Como elas nascem?

É importante também chamar a atenção dos alunos para as variáveis, por exemplo:

Pegando-se três algodões, um molhado somente com água, outro com vinagre e água e mais um com sal e água e colocando-se em cada um deles dois grãos de feijão, o que acontecerá com os feijões em cada caso?

Deve-se observar e identificar o conteúdo de cada recipiente, de forma a poder ter uma distinção adequada dos recipientes contendo apenas água, com água e vinagre e, com água e sal.

Deve-se estimular os alunos a levantar hipóteses dos resultados esperados e posteriormente a relacionar com o resultado obtido. Essa experiência possibilita trabalhar pelo menos dois conteúdos: a germinação e o fototropismo.

Germinação

Algumas questões podem ser levantas ao trabalhar a germinação nesse experimento.

1. Por que a semente de feijão não germina no saco da embalagem?
2. O que a semente precisa para o embrião germinar?
3. Todas as sementes germinam da mesma forma?

Esse tipo de questionamento é importante para auxiliar o aluno a chegar no conteúdo que se pretende trabalhar.

O que se deve destacar do processo de germinação

Para a maioria das plantas que produzem sementes, existe um intervalo de tempo entre a dispersão da semente e a germinação.

Neste período, a planta secreta substâncias (hormônios) que retardam o desenvolvimento do embrião e estimulam um processo de desidratação da semente que resulta em uma redução gradual do metabolismo, e torna o embrião metabolicamente inativo. Este período pode ser considerado uma vantagem adaptativa, pois permite que o embrião sobreviva a rigorosas variações ambientais e garante melhor disseminação da espécie.

A germinação da semente e retomada do crescimento do embrião ocorrerá quando forem encontrados **estímulos** internos e externos que desencadearão este processo. Alguns fatores ambientais são importantes. Dentre eles, água, oxigênio e temperatura.

Mas algumas sementes de algumas espécies de plantas, como por exemplo, algumas gramíneas, também necessitam ficarem expostas à alta intensidade luminosa. A maioria das sementes é seca, desta forma, a germinação só ocorrerá quando uma quantidade suficiente de água for absorvida para suprir o metabolismo.

Fototropismo

O fototropismo e a fotossíntese podem ser discutidos utilizando uma caixa de papelão com buracos para colocar o feijão plantado no algodão.



Figura 5 – Fototropismo na experiência “Feijão no Algodão”

O resultado esperado e mais comum é que o feijão cresce entrando pelos buracos feitos no papelão até sair pela abertura da caixa.

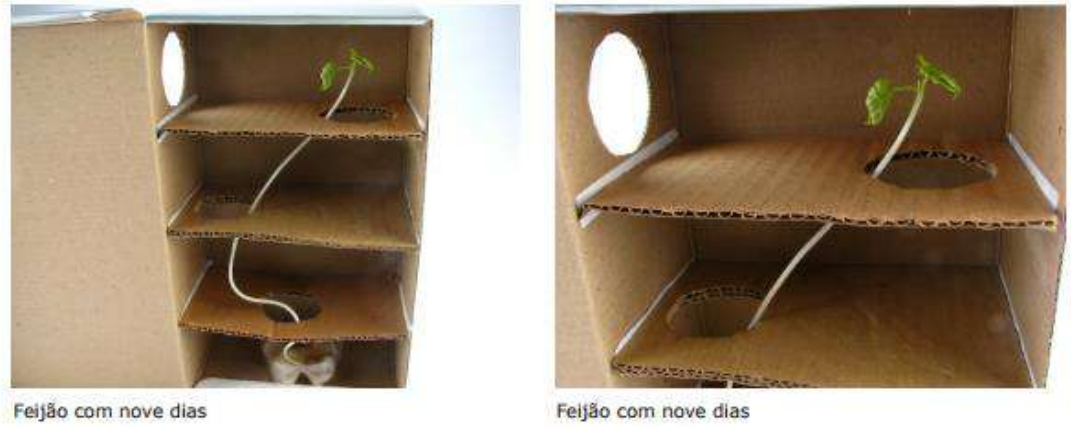


Figura 6 – Resultado fototropismo na experiência “Feijão no Algodão”

É interessante que os alunos tentem explicar por que isso ocorre, quais são suas hipóteses dos alunos.

Por que isso ocorre

O feijão consegue “ver” os buracos?

A resposta é simples, a planta de feijão cresce em direção à luz. Como a luz vem dos buracos, ela cresce em direção a eles.

Esse crescimento orientado em direção ao estímulo luminoso é chamado de fototropismo (foto= luz, tropos= girar).

Por que as plantas crescem em direção a luz

Esse comportamento está associado a um hormônio vegetal chamado auxina. Esse hormônio é responsável, entre outras coisas, pelo crescimento e alongamento das células vegetais e a ação da auxina nos tecidos vegetais é influenciada pela luz.

O experimento demonstra bem como ocorre essa influência da luz sobre a ação da auxina. O caule do feijão cresce mais nas partes que recebe menos luz. Isso sugere que de alguma forma excesso de luz diminui a ação da auxina. Por isso o lado sombreado cresce mais, fazendo com que a planta cresça em direção à luz.

Explicação de como isso acontece (Curiosidade)

Podem existir duas explicações para isso: ou a luz degrada a auxina ou a luz move a auxina para o lado sombreado.

Durante a descoberta das funções da auxina foram realizados vários experimentos de como o hormônio influencia no tropismo da planta. Um deles foi com auxina marcada com C14 (carbono radioativo). Utilizando esse marcador verificou-se a migração da auxina para o lado sombreado e não a sua destruição.

Então com o acúmulo de auxina no lado sombreado essa parte cresce mais que o lado que está exposto à luz, o que resulta no crescimento da planta em direção à luz.

Quando não ocorre a germinação

Pode ser que uma semente não germine, seja por falta de água, excesso de temperatura, ou porque a semente não está em condições de germinar.

Mas é importante ter em mente que o erro também faz parte da produção do conteúdo e deve ser considerada. É importante também discutir o por que não deu certo. Foi alguma variável? O que poderia ser feito diferente para germinar?

A luz para os vegetais: além da fotossíntese

Durante a realização do experimento os alunos podem alegar que as plantas buscam a luz por que precisam fazer fotossíntese. É importante que o aluno explique por que ele acha isso e que dê a ele elementos para perceber que a planta precisa da luz para várias coisas. A luz é fundamental no processo da fotossíntese, sem a luz, não seria possível produzir moléculas orgânicas como a glicose a partir de CO_2 e água.

Mas o estímulo luminoso também está associado a outros processos que ocorrem nas plantas como: germinação de sementes e determinação dos períodos de floração das plantas (fotoperiodismo).

Germinação de sementes

A incidência de luz pode interferir na germinação das sementes. As sementes que dependem da incidência de luz para germinar são ditas fotoblásticas positivas e as que germinam apenas no escuro são chamadas de fotoblásticas negativas.

Fotoperiodismo

As plantas “sincronizam” o período de floração de acordo com a duração dos dias e das noites. Elas percebem a duração do dia e da noite de acordo com a incidência de luz. Assim, as plantas conseguem “medir” a sazonalidade e se adequarem às estações do ano.

Avaliação

Uma das formas de se avaliar é avaliar cada etapa. O levantamento de hipóteses, a execução, e a explicação que o aluno propõe sobre o que aconteceu. Caso queira pedir um relatório é importante propor ao aluno um roteiro do que escrever/observar.

Um bom fechamento também pode ocorrer com a discussão dos relatórios, que podem ser feitos por grupos. O que cada grupo observou? O que está equivocado? Quais dúvidas eles tiveram? O que mais eles gostariam de fazer em relação ao experimento?

2.9 Jogo da Mímica – Tema: Água

Faixa etária: 6 aos 11 anos

A atividade lúdica e o aprendizado podem e devem caminhar lado a lado, para as crianças, é muito melhor aprender brincando e com alegria. As brincadeiras são uma ferramenta valiosa de ensino, ao participar de atividades lúdicas em grupo, o aluno aprende a respeitar o próximo, suas individualidades, desenvolve a habilidade de aceitar uma regra, se manter concentrado, além de fixar o conteúdo proposto de maneira prazerosa.

Metodologia: Mímica é uma brincadeira que desperta a imaginação, criatividade, utiliza a coordenação motora e expressão corporal. A concentração também é trabalhada, sendo que, utilizando-se apenas dos gestos o participante deve pensar em como “contar” sem palavras. O jogo também ajuda a criança manifestar seus pensamentos e ao mesmo tempo, controlar os movimentos do seu corpo de maneira alegre e divertida contagiando a si e a todos que estão a sua volta.

A brincadeira se dará da seguinte maneira:

O profissional responsável pela atividade levará os alunos até o pátio da escola, onde as crianças sentarão em círculo e lado a lado e formarão duplas. No meio da roda, ficará uma caixa (papelão) contendo diferentes frases, com temas sobre interações de pessoas, animais e uso da água no dia a dia. A brincadeira se inicia com uma dupla indo até o meio da roda tirando uma frase, os dois fazem a leitura (apenas com os olhos) podendo conversar entre eles em voz baixa para que os demais colegas não ouçam, como farão os gestos sem fazer nenhum som, para que todos os participantes tentem adivinhar. Ambos podem fazer a mímica auxiliando um ao outro ou apenas um (terão 20 segundos). Se o profissional responsável perceber que está havendo dificuldade para executar a mímica ele poderá ajudar

dando sugestões. Todos da roda podem tentar adivinhar, quem for o primeiro a falar a resposta correta a que se refere a mímica, será o próximo juntamente com sua dupla a tirar uma nova frase e dar continuidade no jogo. Toda vez que for revelado o que se quis dizer com a mímica, o Educador Ambiental responsável pela atividade, criará uma conexão de acordo com a frase retirada, explicando sobre desperdício da água e como evita-lo, opções alternativas de uso da água, como a água é importante para os seres vivos, falando que o lixo jogado no chão vai ser carregado através do vento ou chuva para os bueiros podendo chegar em um rio, lago ou mar entre outros.

Frases do jogo

1. Pessoa lavando o carro.
2. Pessoa escovando os dentes.
3. Pessoa lavando a louça.
4. Faz tempo que não chove.
5. Pessoa regando as plantas.
6. Pessoa lavando a calçada.
7. Passarinhos tomando banho.
8. Pessoa bebendo um copo de água.
9. Um dia chuvoso.
10. Pessoa tomando banho.
11. Pessoas nadando em um rio, piscina.
12. Pessoa dando banho no animal de estimação.
13. Pessoa cozinhando alimento.
14. Pessoa lavando as mãos.
15. Pessoa jogando lixo no chão.

As frases foram escritas com canetinha em tiras de folhas de papel A4, elas serão coladas em tiras de papelão e fixadas com fita durex grossa para uma maior durabilidade do material.

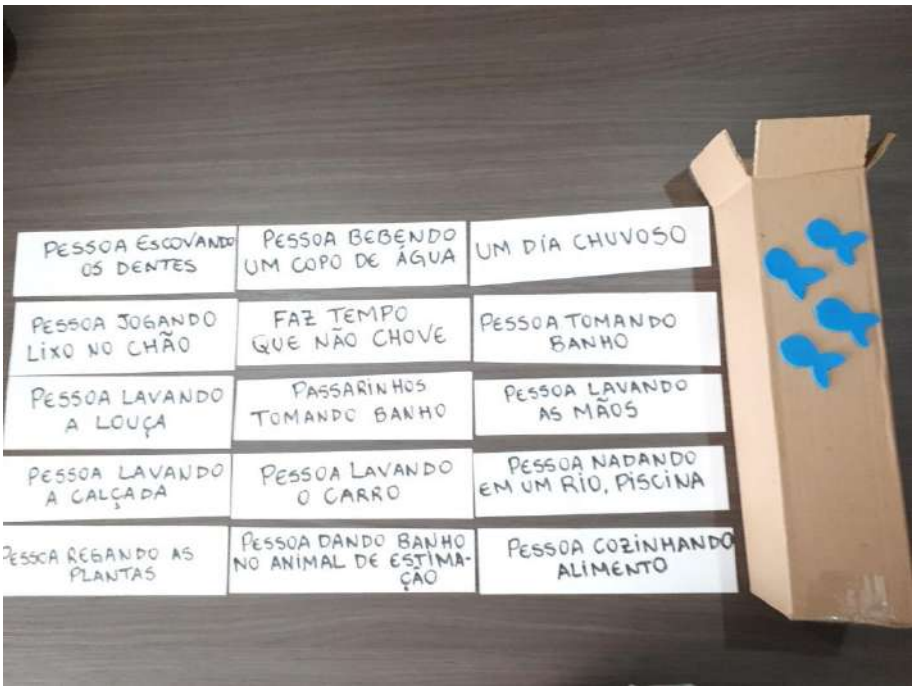


Figura 7 – Frases do jogo e caixa de papelão onde ficarão

2.10 Experiência de Troca

A ideia da experiência de troca é realizada com alunos no ensino básico ou fundamental. Na experiência é realizado a descrição do projeto e no objetivo que se deseja alcançar, descrevendo aos alunos um meio ambiente sustentável e equilibrado. Após a apresentação das informações, cada aluno realize dois desenhos. Um desenho do meio ambiente como eles conseguem enxergar hoje e o segundo desenho de como seria o meio ambiente de forma ideal.

Com a realização do desenho após cada um falar um pouco sobre o seu, instigando com que os alunos participem da atividade e possa desenvolver ainda mais seu raciocínio sobre um meio ambiente equilibrado, solicitando a eles que realizem a troca dos desenhos entre os colegas da classe ou até mesmo a troca com a outra turma que estará realizando a mesma atividade.

A finalidade é transmitir conhecimento e informação entre elas, para que todos possam perceber que a escola toda está envolvida na mesma ideologia de proteger e garantir um melhor ambiente.

2.11 Ciclo de Vida dos Resíduos Recicláveis

Faixa etária: 9 a 12 anos

Tempo Estimado: aproximadamente 50 minutos.

Esta atividade mostra ao grupo a origem, ciclo de vida, impacto dos diferentes materiais e a importância da separação e atitudes mais sustentáveis.

Desenvolvimento: Conversar com o público a respeito do consumo e dos diferentes resíduos; fixar no mural as tarjetas com os nomes dos diferentes tipos de resíduos domiciliares e distribuir as demais tarjetas sobre os ciclos para o público participante. O facilitador começa a fazer perguntas sobre quem sabe à origem de tal material e outros detalhes e os participantes vão fixando as tarjetas e as setas associadas ao redor do nome de cada um deles. Após refletir sobre cada um deles o facilitador orienta a conversa e mostra informações sobre o tempo de decomposição e números da reciclagem dos diferentes tipos de materiais no Brasil e no mundo.

2.12 Mata Ciliar

Faixa etária: 10 a 13 anos

Tempo estimado: 20 minutos.

A mata ciliar evita o assoreamento do solo, absorvendo a água da chuva, impedindo inundações, alagamentos e enchentes nas residências da cidade. Essa atividade tem como objetivo mostrar ao aluno a importância da conservação de áreas verdes.

Desenvolvimento: Nesta atividade são utilizados três litros descartáveis demonstrativos representando 3 situações diferentes de margens de um rio, um com vegetação, um com folhas secas (serrapilheira) e outra apenas com terra. Através da dinâmica demonstra-se a diferença da qualidade da água em cada um destas situações.

Link de acesso a vídeo explicativo: https://www.youtube.com/watch?v=4l-2DFI2HSo

****Esta atividade é adaptável para outros níveis de escolaridade.**



Figura 8 – Atividade “Mata Ciliar”

2.13 Oficina de Compostagem

Faixa etária: 14 anos

Materiais necessários

- 03 Baldes de gordura vegetal, com tampa (você pode conseguir facilmente em padarias, próximas a sua residência);
- Furadeira;
- Faca.

Preparo:

- Com uma furadeira, fure a base dos baldes 1 e 2. Furos de 3 a 5mn são suficientes para o escoamento do chorume;
- O próximo passo é furar ao redor da parte superior, próximo a tampa dos baldes 1 e 2. Isso facilita a entrada de oxigênio, importante na decomposição dos resíduos;
- Com a faca, retira o centro das tampas dos baldes 2 e 3. Lembre-se de deixar uma borda que servirá de apoio quando empilharmos os baldes.

Montagem:

- O balde 03 é o primeiro na montagem, ele não tem furos na base e nem na lateral. Ele recebe uma tampa com a abertura no centro;

- Em cima do balde 03 vem o balde 02, com furos na base, nas laterais e com a tampa com abertura no centro. O balde 02 funciona com um compartimento de reserva do balde 01, quando este estiver cheio;
- O balde 01, tem furos na base e na lateral e sua tampa não deve ter abertura. Este é colocado em cima do balde 02.

Modo de uso:

- Encha o balde 01 com ¼ de terra. Coloque os resíduos em um montinho, de preferência cortados ou triturados, para facilitar a decomposição;
- Cubra os resíduos com o dobro de matéria seca (Serragem, restos de poda, etc.);
- Feche o balde e deixe em local arejado, não é necessário colocar água;
- Mexa o conteúdo do balde de 2vezes por semana;
- Quando o balde 1 encher, troque de posição com o balde 02 e repita o processo;
- Colete o chorume depositado no balde 03 a cada 15 dias. Você pode utilizado diluindo uma medida por 10 de água. O chorume é um excelente adubo natural;
- Depois de cheio, o conteúdo dos baldes levam de 30 a 40 dias para ficarem prontos para uso. Nesta etapa, você pode acrescentar minhocas para acelerar o processo decomposição e também enriquecer o adubo.

2.14 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) na Nossa Comunidade

Faixa etária: 10 a 14 anos

Metodologia: Inicialmente o facilitador introduz a atividade debatendo com os participantes sobre as problemáticas ambientais, conceitos e atitudes para o desenvolvimento sustentável, inserindo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

1. No primeiro momento perguntar: O que é desenvolvimento sustentável?

Após escutar a opinião dos alunos, falar sobre o desenvolvimento sustentável.

Sugestão: O termo desenvolvimento sustentável significa um desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a capacidade de futuras gerações de satisfazer suas próprias necessidade. Ou seja, deve-se cuidar dos recursos naturais para garantir que as próximas gerações também possam ter recursos, como água potável, rios limpos, animais na natureza e florestas. Para isso acontecer, é preciso uma mudança de atitudes que envolva, também, aspectos relacionados à promoção de igualdade entre as pessoas e melhoria da qualidade de vida.

Na busca de implementar um marco orientador à sustentabilidade global, a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou em 2015 uma agenda em que prevê o alcance de 17 Objetivos

de Desenvolvimento Sustentável (ODS) a serem alcançados até o ano de 2030 para transformar o mundo, chamada "Agenda 2030".



Figura 9 – Apresentação dos ODS
Fonte: ONU, 2020

Os ODS, ainda que apresentados de maneira individual, são subdivididos em cinco pilares: Planeta, Pessoas, Prosperidade, Paz e Parcerias, os quais se relacionam intimamente uns aos outros.



Figura 10 – Pilares dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
Fonte: ONU, 2020

A partir desse ponto de vista, é importante reforçar que:

A. A sustentabilidade vai muito além da questão ambiental, perpassando, também, por aspectos sociais, de garantia de oportunidades para todas as pessoas independente de sua classe social e de seu gênero, e, inclusive, econômicos, com responsabilidades compartilhadas entre diferentes setores.

B. Embora seja de extrema relevância que cada ser humano individualmente tenha ações e atitudes em seu cotidiano que contribuam para a sustentabilidade, ela deve ser buscada, também, em escalas maiores, em instituições governamentais e privadas e, ainda, em parcerias entre estas com Organizações da Sociedade Civil. A paz e a diplomacia pacífica são a base que permitirá que tais articulações sejam realizadas e os objetivos traçados alcançados.

Em um segundo momento, após ter citado rapidamente cada um dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável para sua apresentação, pedir para os ouvintes identificarem

quais ODS são aqueles que servem de base para o acontecimento e implementação de outros. Como conclusão, deve-se chegar na observação de que aqueles relacionados à biosfera (ODS 6 água e saneamento, ODS 13 mudança climática, ODS 14 vida nos oceanos e ODS 15 vida terrestre) são essenciais para que os demais venham a ter sucesso, conforme a figura a seguir.



Figura 11 – Relação entre ODS
Fonte: ONU, 2020

A partir deste momento, questionar:

Sobre ODS 6

1. **Como a qualidade e quantidade de água adequada tem impacto, por exemplo, no ODS 2 de fome zero e agricultura sustentável, ou no ODS 12 consumo e produção sustentável?**

Explicar que o processo de plantio de alimentos demanda altas quantidades de água, a qual precisa, também, de grandes quantidades de água para todo o processo até atingir sua maturação para colheita, a qual precisa estar dentro de padrões de qualidade, sem contaminantes que podem a vir a prejudicar a planta em si, como se acumular nela e ser acumulado em outros organismos vivos, inclusive no ser humano, ao ingeri-los.

No caso do consumo e produção sustentável, citar, também, a grande quantidade de água utilizada ao longo dos processos industriais e que, sem a quantidade necessária do recurso hídrico, seria inviável sua industrialização. Apontar que boas práticas com relação ao uso e descarte da água utilizada devem ser adotadas. Em nível de consumo sustentável, é possível que, como consumidores, busquemos informações sobre quantidades de água utilizada nos processos daquilo que consumimos e façamos reflexões ao tomarmos decisões de compra (citar, por exemplo, a diferença de água utilizada para produção de 1 quilo de carne vermelha e carne branca).

Sobre ODS 14

2. **Mesmo estando longe, nossas ações do dia-a-dia podem de alguma forma impactar os oceanos?**

Explicar que sim, comentando sobre a ligação das bacias hidrográficas à jusante e o desaguar dos rios e oceanos, de forma que ao poluirmos os rios, ou até mesmo ao depositarmos irregularmente um resíduo e este, por questão de ser carregado pela chuva ou pelos ventos acabar parando dentro destes recursos hídricos, nós contribuímos, também, para a poluição do oceano. Como sugestão, procurar o caminho de desague do rio próximo a localidade trabalhada, identificando as bacias hidrográficas, municípios, estados, países, por qual o rio segue caminho até chegar no oceano para comentar a possível viagem que o lixo pode fazer. Comentar sobre o impacto dos resíduos sólidos, principalmente do plástico com relação à vida marinha, como as sacolas e os canudos.

3. **Questionar ainda se a poluição do oceano teria relação com outros ODS.**

Apontar que, sim, exemplos seriam, novamente o ODS 12 de consumo e produção sustentável, onde uma vez que adquirimos coisas materiais, nos tornamos responsáveis por seu descarte e, portanto, temos a obrigação de dar ao bem em questão, ou sua embalagem, um destino final correto.

Além disso, indicar que, com as zonas costeiras e marinhas poluídas, as cidades localizadas em tais áreas estariam indo completamente na contramão do ODS 11, que visa alcançar cidades resilientes e sustentáveis.

Sobre ODS 15

4. **De que forma a conservação da vida terrestre impacta o ODS 3, saúde e bem estar?**

Contextualizar com a identificação de doenças que tem relação intrínseca com a conservação de florestas e de sua biodiversidade, um bom exemplo é o rompimento da barragem de Mariana (MG) e o aumento de casos com a febre amarela. Outra situação possível a ser abordada é a própria pandemia de COVID19, a qual tem relação com a expansão da degradação ambiental, aproximando o contato entre ser humano e animais silvestres.

Por outro lado, citar que, embora exista uma grande quantidade de compostos sintéticos, grande fonte de propriedades químicas de remédios vem de plantas e que existem inúmeras espécies com poder de cura ainda não estudados pela ciência e, então, desconhecidos. Acabar com as florestas que abrigam tais espécies pode ser um problema em dobro.

Por fim, pode-se citar, a questão psicológica positiva que o contato com as florestas, montanhas, rios e oceanos trazem ao ser humano, que traz, também, benefícios físicos relacionados à diminuição de níveis de stress e pressão arterial.

Sobre ODS 13

5. **Como as mudanças climáticas podem impactar em outros ODS?**

Com o aumento das ondas de calor, chuvas e secas pode-se esperar uma desestabilização da segurança de cidades e comunidades, com por exemplo, maior suscetibilidade de ocorrência de deslizamentos de terra, falta de água e alimentos, no caso o ODS 11, 6 e 3. A falta destes

recursos, também pode afetar a oferta de trabalho e crescimento econômico da região, ODS 8, fator relevante para a redução de desigualdades, ODS 10, e erradicação da pobreza, ODS 1.

O aumento de conflitos (inclusive armados, como já se observa) por tais recursos que se tornarão cada vez mais escassos, como por exemplo o acesso à água e alimentos, em detrimento de grandes secas, impactarão o alcance do ODS 16, de promoção de sociedades pacíficas.

Uma forma de promover sociedades com menos emissão de gás carbônico, por exemplo, seria a promoção do ODS 4, garantindo educação de qualidade que tocasse em temas de extrema relevância como este garantindo que populações possam reconhecer problemas e desenvolver estratégias de adaptação, a adoção de energias mais limpas e sustentáveis, proposta do ODS 7 e a implementação de compromissos e parcerias entre diversas instituições governamentais e não governamentais, como prevê o ODS 17.

6. **Após a explicação reforçar a relação existente entre os ODS e perguntar se mais algum participante gostaria de contribuir com observação de impacto em cascata, como realizado anteriormente.**

7. **Por fim, perguntar que ações podem ser tomadas no dia-a-dia para contribuir ao alcance dos ODS.**

2.15 Importância dos Recursos Hídricos

Faixa etária: 10 a 14 anos

Exemplo da importância da água na vida das pessoas.

Objetivo: Mostrar aos alunos o consumo irregular da água em suas residências.

Explicar como é calculada a conta de água.

Perguntar aos alunos o valor da conta de água e quantas pessoas moram em sua casa.

Perguntar e anotar os principais usos da água na casa de cada aluno.

Anotar os valores comentar chamando atenção para usos não usuais, se ocorrerem, por exemplo: regar horta, lavar carros e outros.

Vídeo demonstrativo para o cálculo de consumo de água:

https://www.youtube.com/watch?v=gi5UqHt_OQE

Educação Ambiental e a água no planeta:

Apresentação dos recursos hídricos do Brasil – Aquíferos.

O que são aquíferos.

Funções dos Aquíferos.

Exemplo: Aquífero Guarani

Em uma maquete, montada pela equipe Ambientalis, mostrar onde ficam localizados esses recursos.

Discutir com os alunos a importância desses recursos hídricos, principalmente na preservação dos mesmos.

2.16 Impacto da Poluição nos Rios

Faixa etária: 10 a 14 anos

Material

- 4 copinhos de plásticos
- Água
- Detergente
- Uma colher

Dinâmica

- Coloque os 4 copos plásticos em cima de uma mesa, enfileirados. Escolha um copo e complete com 1/3 de água mais uma fração de sabão, mexa (bastante) com auxílio da colher e complete o restante do copo água;
- Coloque ½ do conteúdo do copo 01 para o segundo copo e complete com água. Faço o mesmo para o 3^{0} e 4^{0} copo.

Discussão

- Os copos enfileirados em cima da mesa irão apresentar uma gradativa diminuição da espuma na parte superior, analogamente ao que acontece com um rio poluído. Neste sentido, a dinâmica deve trabalhar os impactos que um rio poluído acarreta para a sociedade, bem como para o meio ambiente. Ao final da atividade devem ser propostas mudanças comportamentais, relacionadas a um meio ambiente mais equilibrado.

2.17 Impacto do Plástico no Ambiente

Faixa etária: 10 a 14 anos

Objetivo: Desenvolver uma roda conversa em grupo sobre o impacto da utilização do plástico em nossas atividades cotidianas, identificando os efeitos negativo do uso desse resíduo para o meio ambiental, procurando encontrar soluções para a problemática.

- Selecionar notícias sobre os impactos negativos do uso e descarte incorreto do plástico para o meio ambiente.
- Relatar sobre a origem do plástico e como esse material está presente em nossas atividades.
- Desenvolver uma discussão sobre os problemas gerados e as soluções para reduzir o uso e a poluição causada pelo descarte incorreto desse material.

ORIGEM:

COMO É USADO:

PROBLEMAS GERADOS:

SOLUÇÕES:

2.18 Leitura de Histórias

Faixa etária: 1 a 5 anos

É uma atividade lúdica importante para o desenvolvimento da criança e ajuda a estimular a imaginação dos alunos. A atividade colabora com a reformulação do espaço da sala de aula, incentiva a criatividade e a manifestação em diversas formas. A contação de história é um dos maiores incentivos à leitura, ajudando a ampliar o vocabulário e os campos de conhecimento da criança.

Desenvolvimento: O contador da história pede para que as crianças sentem-se em um círculo e faz uso de um livro voltado para educação ambiental que será lido para os alunos. Livro que será utilizado: **UM DIA, UM RIO.** Autor: Leo Cunha.

Resumo do livro: Um dia, um rio é um lamento, um grito de socorro tardio de um rio indefeso que não tem como reagir ao ser invadido pela lama da mineração que destrói suas águas e as vidas que abriga. O livro traz a fala doce a armagurada de um rio que perdeu sua vocação e a sua voz e por isso lamenta sua sina como se cantasse uma triste modinha de viola, recordando o tempo em que alimentava de vida seu leito, suas margens e as regiões por onde passava.

Tempo estimado: 30 minutos.

2.19 A Sementinha

Faixa etária: 1 a 5 anos

É uma atividade lúdica semelhante à contação de histórias, mas no quesito prático. Essa atividade tem como objetivo sensibilizar as crianças sobre o seu papel no meio ambiente, evidenciando a representação da germinação e nascimento de uma árvore.

Desenvolvimento: O professor deverá explicar para o grupo que alguns deles representarão o sol, outros a chuva e outros serão gralhas azuis. Os demais participantes serão sementinhas. Com as sementinhas sentadas em círculo, o professor começa contantando uma história: Agora todos vocês são sementinhas e estão no meio de uma enorme floresta, cheia de animais, árvores e plantas fortes e bonitas. Cada sementinha começa a sentir vontade de crescer, e se transformar numa planta forte e cheia de folhas bem verdinhas. As sementinhas

começam a se mexer de um lado para o outro, empurrando a terra para fixar as suas primeiras raízes (os participantes sementinhas deverão começar a fazer pequenos movimentos como se estivessem empurrando a terra querendo fixar as suas primeiras raízes.)

Esta um dia frio e começa a chover sobre a floresta. A chuva cai sobre as sementinhas, deixando-as molhadas, refrescadas e afundando-as um pouco mais na terra (os participantes que representam a chuva deverão andar entre as sementinhas passando as mãos sobre as suas cabeças, como se fosse a chuva caindo sobre elas.) O tempo passa, alguns dias depois, uma gralha azul, que vive passeando por ali, pisa sobre as sementinhas, afundando-as ainda mais (as crianças que representam as gralhas azuis deverão andar até cada sementinha. Passando-lhes a mão sobre a cabeça, representando o afundamento da semente no solo).

As raízes começam a crescer mais rápido. Surgem as primeiras folhinhas e pequenos galhinhos...hoje é um lindo dia, com um sol muito agradável (os participantes que representam o sol deverá caminhar em direção às sementinhas, dando-lhes um abraço). O calor do sol bate sobre as sementinhas, aquece e ajuda-as a crescer (esticam a perninha, agora a outra, o corpinho vai ficando de pé, bem devagarzinho). O tempo vai ficando nublado e começa a chover novamente... (entram as crianças que representam a chuva).

E agora a sementinha já é uma plantinha que com as gotas de chuva fica mais retinha. Os galinhos vão crescendo, crescendo, ficando maiores, com mais folhas, cada vez mais esticadinhos. E assim a plantinha cresce e se transforma numa planta bem bonita.

Tempo estimado: 30 minutos.

2.20 Abrindo o Jogo

Faixa etária: 10 a 14 anos

O objetivo dessa dinâmica é incentivar a interação de grupo e sensibilização sobre o meio ambiente através do debate, utilizando temas ambientais para promover sugestões de práticas ambientalmente corretas.

Desenvolvimento: São formadas equipes de 3 ou 4 alunos, onde estas receberão algumas perguntas sobre meio ambeinte, estas devem atrás de um debate, ler as perguntas e respondê-las ao grande grupo, promovendo uma dinâmica participativa entre os alunso e o professor.

Tempo estimado: 50 minutos.

2.21 Linha do Tempo (Escolher Tema)

Faixa etária: 14 a 17 anos

Montar uma linha do tempo consiste em compreender o contexto em que se vive,

compreender os fatos de acordo com cada período, aprender a ligar dois ou mais fatos e ter uma opinião sobre eles.

Desenvolvimento: Distribuir entre os participantes as fotos e tarjetas, observar as fotos e tarjetas escolher duas que tenham ligação entre si. Depois de alguns minutos, pensar nas seguintes questões:

a) Quais realidades me revelam?

b) Qual a ligação entre elas?

c) Por que me identifiquei com elas e o que posso fazer para solucionar os problemas identificados?

Cada um apresenta as fotos e as conclusões às quais chegou, o facilitador vai direcionando o tema e montando a linha do tempo com a participação do grupo.

Tempo estimado: 50 minutos

2.22 Pegada Ecológica

Faixa etária: 13 a 17 anos

Essa atividade de sensibilização tem como objetivo identificar a relação entre o seu cotidiano e o meio ambiente, levantando questões como alimentação, bens de consumo, energia, moradia e transporte buscando impactar os adolescentes de acordo com o nível de consumo de sua família. Afinal, quantos planetas Terra são necessários para suportar seu estilo de vida?

Desenvolvimento: Nessa atividade aplica-se um questionário para os alunos com questões relativas ao comportamento de cada um, os mesmo responderão a todas as perguntas e somarão pontos a cada resposta, ao final da atividade esse quantitativo demonstra quantos planetas Terra serão necessários para comportar o estilo de vida de cada indivíduo.

Tempo estimado: 40 minutos.

2.23 Resolvendo Problemas

Faixa etária: 15 a 17 anos

Essa atividade busca sensibilizar os alunos para as questões ambientais que mais os preocupam e fazer com que eles se posicionem como autores para a solução de problemas

Desenvolvimento: A pessoa responsável por aplicar a atividade deverá perguntar quais os problemas relacionados ao meio-ambiente que preocupam os alunos, e listá-los no quadro. Sobre cada um dos poblemas listados deverão ser realizadas as seguintes perguntas: “O que causou esse problema?”; Como o problema pode afetar a bacia do rio Belém?” Como pode

ser solucionado o problema?”. As respostas serão dadas pelos alunos e serão mediadas e complementadas pela responsável pela atividade

Tempo estimado: 50 minutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA (Agência Nacional das Águas). Disponível em: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/agua-no-mundo>. Acesso em 17 Abr. 2020.

Dez benefícios dos jogos de mímica para as crianças. Disponível em: <https://br.guiainfantil.com/materias/cultura-e-lazer/jogos/dez-beneficios-dos-jogos-de-mimica-para-as-criancas/> Acesso em 31 de mar. De 2020.

HIPERCULTURA. **A teoria de Piaget: Conheça as fases do desenvolvimento infantil**. Disponível em: https://www.hipercultura.com/teoria-de-piaget/> Acesso em: 28 de abril de 2020.

LORETI K., VOLANTE, R. **GERMINAÇÃO: BRINCANDO COM O FEIJÃO**. Disponível em: <https://sites.usp.br/cdcc/wp-content/uploads/sites/512/2019/09/20-Germinacao-Brincando-com-Feijao.pdf>. Acesso em 08 abr. 2020.

NUNES, T. **Feijão no algodão: o que podemos ensinar?** Disponível em: <https://pontobiologia.com.br/feijao-algodao-podemos-ensinar/>. Acesso em 08 abr. 2020.

ONU – Organização das Nações Unidas. Agenda 2030. Disponível em <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso: 31 ago. 2020.

SABINO, C.V.S.; AMARAL, F.C.; ANTONINO, N.M.; LOBATO,W. **Água de beber água de viver**. Belo Horizonte – MG, 84p. 1. ed. PUC Minas.

SAMBATECH. **Transmissão ao vivo: como fazer uma live em apenas 4 passos**. Disponível em: <https://sambatech.com/blog/insights/transmissao-ao-vivo-em-4-passos/> Acesso em: 29 de abril de 2020.

Anexo 2 – Formulário de avaliação das atividades do PEA UHMA 2023

Avaliação do Conexão Programa de Educação Ambiental - Usina Hidrelétrica Machadinho

Você participou de uma atividade do Conexão Programa de Educação Ambiental ENGIE e Consórcio Machadinho, preparamos essa avaliação para melhor lhes atender.
Tomaremos apenas 30 segundos de seu tempo pelo qual agradecemos desde já.

Equipe UHMA

* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail

2. Nome completo. *

3. Quem sou? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Aluno (a)
- ◯ Professor (a)
- ◯ Diretor (a)
- ◯ Outro

4. Nome da escola. *

5. Os conteúdos abordados colaboraram com a sua aprendizagem? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

6. A metodologia como o assunto foi abordado, facilitou seu entendimento? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

7. Como foi o desempenho do(a) profissional que realizou a atividade? *

Marcar apenas uma oval.

- Ótimo
- Bom
- Regular

8. Duração da atividade. *

Marcar apenas uma oval.

- Ótimo
- Bom
- Regular

9. Você acha importante os momentos de sensibilização sobre assuntos relacionados com o meio ambiente? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

10. Sugestão de assunto ou temáticas ambientais para serem trabalhados.

11. Dicas e sugestões.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

Consórcio
Machadinho



USINA HIDRELÉTRICA MACHADINHO
Linha São Paulo, s/n
Piratuba/SC
CEP: 89677-000