

Projeto De Olho no Velhas
2º Relatório Parcial



Vista do Rio das Velhas a jusante da ponte da Estação Fazenda Água Limpa – Jusante
Foto de Euler Cruz – setembro/2024

0	PRIMEIRA EMISSÃO	17/03/2025	MGB	ECC	
Rev.	Descrição	Data	Elaborado	Verificado 1	Verificado 2
PROJETO/ÁREA DE OLHO NO VELHAS	TEMA/SÍTIO RELATÓRIO PARCIAL	CLASSIFICAÇÃO FPSF-RP-02-2025			REV. 0
GRUPO EQUIPE TÉCNICA	SETOR ENGENHARIA	DENOMINAÇÃO 2º Relatório Parcial			FOLHA 1/35



Fórum Permanente São Francisco – FPSF

Belo Horizonte



Fórum Permanente São Francisco - FPSF

O Fórum Permanente São Francisco (FPSF)

é uma entidade da sociedade civil, um grupo de cidadãos e cidadãs que foi formado três dias depois do rompimento da barragem do Córrego do Feijão, da empresa Vale, em Brumadinho - MG, em janeiro de 2019. Foi criado com o objetivo inicial de dedicar-se à segurança e à qualidade de vida da população que vive em áreas de mineração no Estado de Minas Gerais. Posteriormente expandiu sua área de atuação para englobar as questões mais abrangentes ligadas à sustentabilidade e ao meio ambiente. A partir de janeiro de 2023 o FPSF se tornou um Instituto. Entrou uma mensagem que tinha escrito e não tinha enviado no meio. A

Missão

Defesa, preservação e conservação do meio ambiente e do patrimônio histórico-cultural, bem como a promoção do desenvolvimento sustentável.

Desenvolvimento e divulgação de tecnologias alternativas voltadas para a sustentabilidade e para a regeneração. Realização de estudos e pesquisas, produção e divulgação de informações e de conhecimentos técnicos e científicos tendo como base o conceito de ecologia integral. Incentivo ao uso racional dos recursos naturais, com ênfase na segurança hídrica.

Valores

O Fórum Permanente São Francisco (FPSF), no desenvolvimento de suas atividades, tem como fundamento os princípios da legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade, economicidade e eficiência, sem qualquer discriminação de raça, cor, gênero, orientação sexual e religião e sem conotações político-partidárias.

Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução de dados e de informações contidos nesse documento, desde que citada a fonte.



2019-2022

Sumário

1	Objetivo	4
2	Introdução	4
3	Atividades realizadas	4
3.1	Geral	4
3.2	Elaboração do banco de dados.....	5
3.3	Análise expedita dos dados do período de outubro de 2024 a fevereiro de 2025	7
3.3.1	Estação: 3 - 41140080 - PCH RIO DE PEDRAS BARRAMENTO.....	8
3.3.2	Estação: 3 - 41180500 - PCH RIO DE PEDRAS - RIO ITABIRITO	9
3.3.3	Estação: 3 - 41192900 - PCH CODORNA BARRAMENTO	10
3.3.4	Estação: 3 - 41193000 - PCH E NOVA JUSANTE.....	12
3.3.5	Estação: 5 - 41151001 - FAZENDA ÁGUA LIMPA	13
3.3.6	Estação: 5 - 41180001 - ITABIRITO LINÍGRAFO.....	15
3.3.7	Estação: 5 - 41195050 - RIO ACIMA	16
3.3.8	Estação: 5 - 41200430 - RAPOSOS.....	18
3.4	Contatos com as instituições.....	20
3.5	Revisão do RA - 1º Relatório de Análise de Dados	20
3.5.1	Principais Modificações Realizadas no Relatório	21
3.6	Pesquisa relacionada às águas subterrâneas	23
4	Bibliografia consultada e contato com pesquisadores para o tema: Águas Subterrâneas	23
5	Principais conclusões da revisão dos estudos	25
6	Fato Relevante.....	27

2º RELATORIO PARCIAL

FPSF-RP-02-2025

1 Objetivo

O objetivo deste relatório é o de detalhar as ações realizadas no período de outubro de 2024 a fevereiro de 2025 no âmbito do Projeto “De Olho no Velhas”. O documento descreve as atividades, destacando a relevância da execução das mesmas.

2 Introdução

O Projeto "De Olho no Velhas" tem como objetivo principal o monitoramento e estudo das vazões do Rio das Velhas e de seus afluentes, bem como das precipitações na região compreendida entre as cidades de Ouro Preto e Sabará. A finalidade é identificar variações significativas nas vazões e precipitações em relação aos registros históricos, com o intuito de avaliar possíveis riscos à segurança hídrica dessas localidades e detectar tendências de alteração associadas a causas naturais ou antrópicas. O projeto teve início em julho de 2024 e terá duração de 14 meses.

3 Atividades realizadas

3.1 Geral

Após a entrega do primeiro relatório parcial, do banco de dados preliminar e da análise parcial dos dados, em novembro de 2024, iniciou-se um período dedicado a estudos e pesquisas de escritório, sem a realização de atividades de campo. Todas as visitas de reconhecimento e inspeção às estações hidrometeorológicas, definidas no escopo do projeto, já haviam sido realizadas.

No intervalo entre outubro de 2024 e fevereiro de 2025, além da execução das atividades previstas no Projeto, concentramos esforços na revisão bibliográfica e na busca por especialistas que pudessem fornecer dados e informações não acessíveis por meio dos portais públicos.

Realizou-se uma revisão e implementação de novos estudos e testes estatísticos no relatório entregue em novembro de 2024 (FPSF-ad-01-2024RA – 1º Relatório de Análise de Dados), incorporando informações relevantes e aprimorando as ferramentas analíticas utilizadas. Essa atualização resultou em ampliações e complementações substanciais, o que permitiu o aprofundamento da qualidade das análises, cujos detalhes serão apresentados nas seções subsequentes deste documento.

Os dados de precipitação e vazão das estações hidrometeorológicas selecionadas foram coletados a partir dos portais HidroWeb e Hidro-Telemetria, ambos sob gestão da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), para a consolidação do banco de dados do projeto.

No âmbito deste estudo, o portal Hidro-Telemetria foi empregado para a obtenção de séries históricas provenientes de estações telemétricas, enquanto o HidroWeb foi utilizado para acessar dados de estações não telemétricas, abrangendo o período de 01/10/2024 a 28/02/2025. Destaca-se que as séries disponibilizadas no HidroWeb são atualizadas pela ANA de duas a três vezes ao ano, o que pode implicar na indisponibilidade de dados referentes aos meses mais recentes, compreendidos entre a última atualização e a data de consulta ao banco de dados.

3.2 Elaboração do Banco de Dados

Ao realizarmos a pesquisa de dados de vazão e de precipitação para o período estipulado, nos portais HidroWeb e Hidro-Telemetria, identificamos uma disponibilidade limitada de dados devido a diversos fatores.

Algumas das estações selecionadas no escopo deste projeto foram permanentemente desativadas, como as estações de Honório Bicalho e PCH Rio de Pedras – Rio Maracujá. Outras permaneceram inoperantes por longos períodos em decorrência da mudança de proprietários durante a transação e venda realizada pela CEMIG da PCH Rio de Pedras.

Além disso, determinadas estações cujos dados são disponibilizados pelo portal HidroWeb ainda não apresentavam atualização até o momento da elaboração deste relatório. Esse atraso decorre da ausência de envio das informações mais recentes pela empresa responsável pelo gerenciamento dessas estações, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), para a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

A tabela a seguir apresenta uma síntese dos dados de vazão e precipitação obtidos no portal HidroWeb para o período de outubro de 2024 a fevereiro de 2025.

Data de consulta				10/03/2025		
Estação	Código Fluviométrico	Código Pluviométrico	Munic.	Fonte	Ultima data de dados chuvas	Ultima data de dados vazoes
Rio Acima	41195050	2043016	Rio Acima	HIDROWEB SNIRH	01/10/1957 Igual ao relatório anterior Sem dados novos	01/09/2024 No relatório anterior a data final era 02/2024 6 meses de dados novos
Água Limpajusante	41151001	2043056	Raposos	HIDROWEB SNIRH	01/10/2024 No relatório anterior a data final era abril/24 6 meses de dados novos	01/10/2024 No relatório anterior a data final era 03/2024 6 meses de dados novos
Honório Bicalho	41199998	2043128	Nova Lima	HIDROWEB SNIRH	No relatório anterior já não tinha dados de chuvas	01/11/2023 Igual ao relatório anterior Sem dados novos
Itabirito Linígrafo	41180000	2043060	Itabirito	HIDROWEB SNIRH	01/10/2024 No relatório anterior a data final era abril/24 6 meses de dados novos	01/10/2024 No relatório anterior a data final era 03/2024 7 meses de dados novos

As séries históricas utilizadas na análise anterior abrangeram os seguintes intervalos de dados:

estação	codigo	data inicial	data final	dias	anos
Raposos	41200430	13/03/2017	31/05/2024	2.636	7
Rio Acima	41195050	23/02/2017	30/06/2024	2.684	7
Honorio Bicalho	41199998	27/04/1971	30/11/2023	19.210	53
PCH Rio de Pedas - Rio Itabirito	41180500	15/05/2015	03/04/2024	3.246	9
PCH Rio de Pedas - Linígrafo	41180000	27/06/1956	30/09/2024	24.932	68
PCH Rio de Pedas - Barramento	41180080	04/02/2010	04/11/2024	5.387	15
PCH Rio de Pedas - Montante	41152000	04/02/2010	11/07/2024	5.271	14
PCH Rio de Pedas - Rio Maracujá	41153050	15/05/2015	09/09/2024	3.405	9
Fazenda Agua Limpa - Jusante	41151001	28/05/1994	30/09/2024	11.083	30

Conforme observado, a nova coleta de dados das estações não telemétricas acrescentou, em média, apenas seis meses de informações a séries históricas que abrangem várias décadas. Um exemplo é a estação Itabirito Linígrafo, cuja série de dados previamente analisada abrangia 68 anos, tendo sido incrementada com apenas sete meses adicionais nesta atualização.

As estações telemétricas, cujos dados são disponibilizados pelo portal Hidro-Telemetria, apresentaram registros atualizados¹ para esse período de seis meses devido ao envio automatizado de informações, com algumas falhas em pequenos períodos.

Com relação aos dados das estações telemétricas, ressaltamos as seguintes observações:

Estação: 41195050 - Rio Acima: Período de 04/09/2024 a 04/03/2025 - De um total de 17.373 dados que deveriam existir para o período, faltam 282 dados de precipitações, 280 dados de níveis e 281 dados de vazões.

Estação: 41180500 - PCH Rio de Pedras - Rio Itabirito: Período de 04/09/2024 a 04/03/2025 - De um total de 4343 dados que deveriam existir para o período, faltam todos os dados de precipitações e de vazões e faltam apenas 41 dados de níveis.

Estação: 41192900 - PCH Codorna - Barramento: Período de 06-09-2024 a 06-03-25 – De um total de 4.343 dados que deveriam existir para o período, faltam 7 dados de precipitações e 7 dados de níveis. Como essa Estação está instalada no barramento, ela não inclui medição de vazões.

Estação: 41193000 - PCH E Nova Jusante: Período de 06/09/2024 a 06/03/2025 - De um total de 4343 dados que deveriam existir para o período, faltam 6 dados de precipitações, 6 dados de níveis e 6 dados de vazões.

Estação: 41151001 - Fazenda Água Limpa: Níveis do rio de 06-09-2024 a 06-03-2025 - De um total de 17.373 dados que deveriam existir para o período, não há nenhum dado de vazão, faltam 7368 dados de precipitação e 7368 dados de níveis.

Estação: 41180001 - Itabirito - Linígrafo: Período de 04/09/2024 a 04/03/2025 - De um total de 17.375 dados que deveriam existir para o período, faltam 191 dados de precipitações, 209 dados de níveis e 191 dados de vazões.

Estação: 41200430 - Raposos: Período de 04/09/2024 a 04/03/2025 - De um total de 17.374 dados que deveriam existir para o período, faltam 5000 dados de precipitações, 141 dados de níveis e 141 dados de vazões.

¹ Link para os dados: <https://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/ultimosDados.aspx>

Estação: 41153050 - PCH Rio de Pedras - Rio Maracujá: Período de 17/02/2024 a 09/09/2024 - De um total de 4917 dados que deveriam existir para o período, faltam 2354 dados de precipitações, 2624 dados de níveis e 3820 dados de vazões. Os últimos dados válidos dessa Estação são os de 03/04/2024 16:00:00 h, hora que essa Estação foi desativada por seu operador, com aprovação da ANA. Os dados de níveis que foram atribuídos a essa estação entre 10/07/2024 14:00:00 h e 09/09/2024 14:00:00 h são, na verdade, dados da Estação PCH Rio de Pedras - Rio Itabirito. Por atuação do Fórum Permanente São Francisco, que identificou esse erro, o operador da Estação passou, a partir de 09/09/2024, a carregar os dados corretamente na planilha do Rio Itabirito, interrompendo a sequência que erroneamente estava sendo carregada na planilha do Rio Maracujá.

Estação: 41140080 - PCH Rio de Pedras - Barramento: Período de 04/09/2024 a 04/03/2025 - De um total de 4344 dados que deveriam existir para o período, não falta nenhum dado de precipitação, faltam 41 dados de níveis e faltam todos dados de vazões. No entanto, os valores de níveis apresentam queda a partir de 28/10/2024 até atingir o nível zero em 05/11/2024 e um aumento súbito e fortes oscilações entre os dias 15 e 20/11/2024, seguindo-se valores nulos e oscilações em níveis muito baixos até o final do período de coleta dos dados. Esse comportamento anômalo indica falha da Estação e perda total de sua confiabilidade. Os valores de precipitações se anulam a partir das 15:00 h do dia 09/11/2024 até às 12:00 h do dia 19/12/2024, o que também indica falha da Estação, visto que ocorreram precipitações intensas depois dessa data, conforme registrado por outras estações da região. A CEMIG, ao vender a PCH, desativou a aparelhagem dessa Estação, que era instalada a jusante do barramento e media a vazão do Rio das Velhas naquele ponto. A nova proprietária instalou outra aparelhagem no topo do barramento, onde somente se pode medir nível do reservatório (e não do rio) e precipitações.

Estação: 41199998 - Honório Bicalho Montante: Existem dados telemétricos dessa estação somente para o período de 01-06-2021 a 30-11-2021.

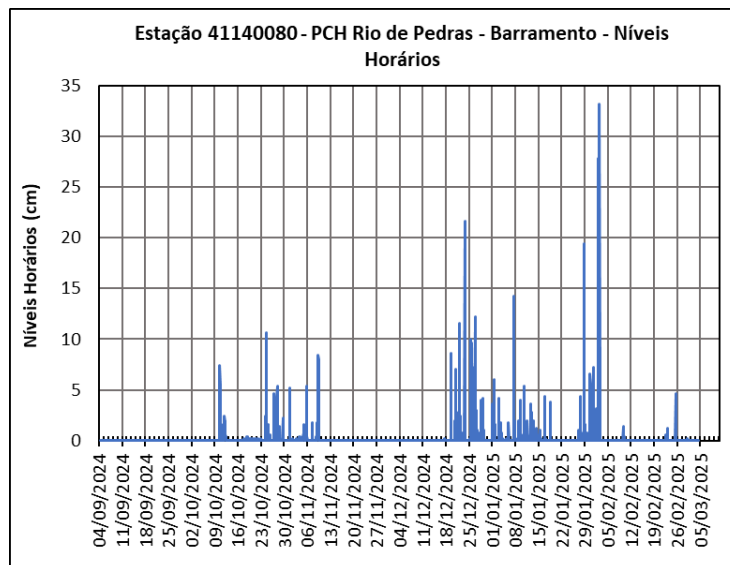
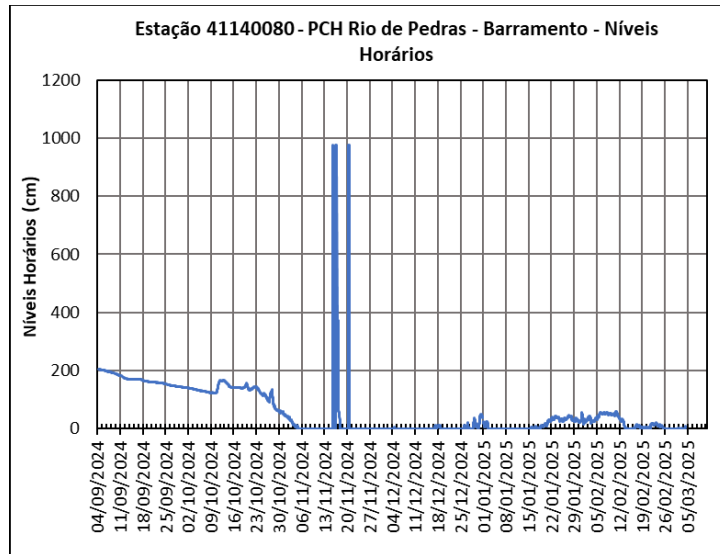
Entretanto, a adição de dados referentes a um intervalo curto de tempo possibilita apenas análises pontuais do período recente, sem impacto significativo sobre os resultados de séries de longa duração.

Dessa forma, o banco de dados gerado para esse período demonstrou-se de relevância limitada para os objetivos do Projeto.

3.3 Análise expedita dos dados do período de outubro de 2024 a fevereiro de 2025

Embora o período de dados disponível tenha resultado em um banco de dados de relevância limitada para os objetivos do projeto, os dados foram analisados e os gráficos representativos do período foram gerados para fins de avaliação em etapas posteriores.

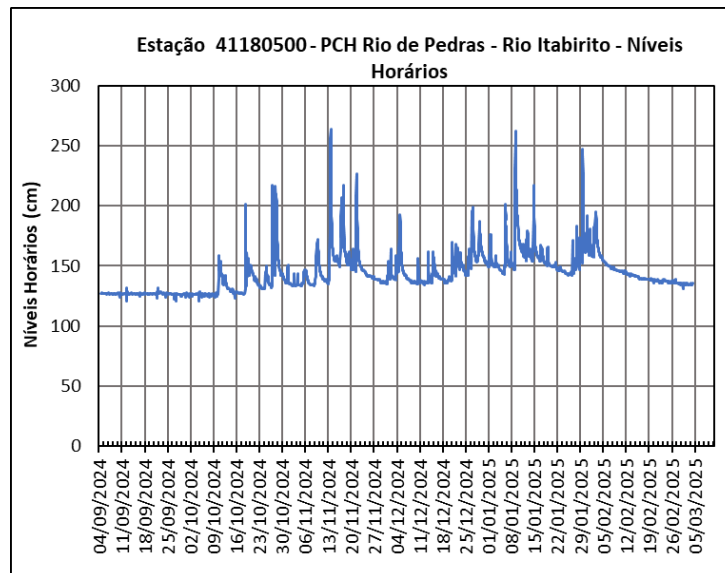
3.3.1 Estação: 3 - 41140080 - PCH RIO DE PEDRAS BARRAMENTO



Resumo dos dados:

	Série Completa	
Data do início do período	04/09/2024	-
Data do final do período	04/03/2025	-
Quantidade de dias do período	181,96	-
Total de dados de precipitações	4344	-
Total de dados de níveis	4303	-
Total de dados de vazões	0	-
Total de dados que o período deveria ter	4344	-
Abrangência dos dados de precipitações no	100,00%	-
Abrangência dos dados de níveis no período	99,06%	-
Abrangência dos dados de vazões no período	0,00%	-
Média Aritmética - Precipitações	1,92	mm/h
Média Aritmética - Níveis	96,14	cm
Média Aritmética - Vazões	-	m ³ /s
Mediana - Precipitações	0,6	mm/h
Mediana - Níveis	107,0	cm
Mediana - Vazões	-	m ³ /s
Desvio padrão - Precipitações	3,47	mm/h
Desvio padrão - Níveis	90,98	cm
Desvio padrão - Vazões	-	m ³ /s
Precipitação máxima do período	33,2	mm/h
Nível máximo do período	976,0	cm
Vazão máxima do período	-	m ³ /s
Precipitação mínima do período	0,2	mm/h
Nível mínimo do período	1,0	cm
Vazão mínima do período	-	mm/h

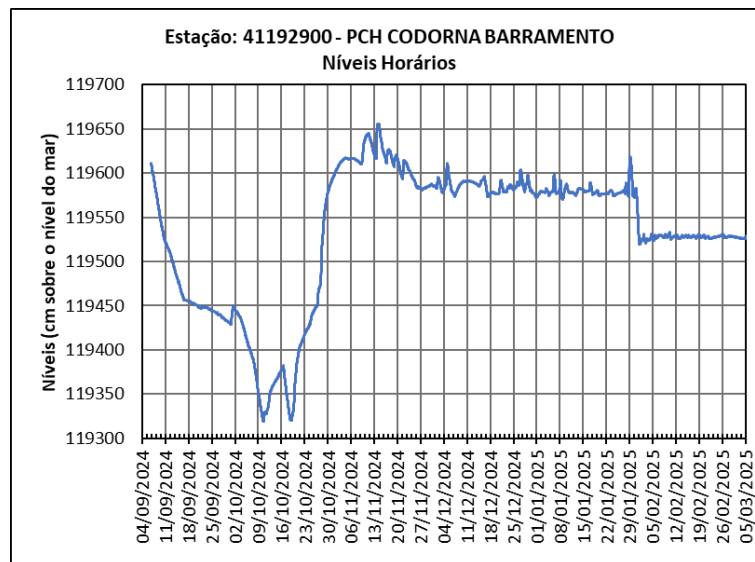
3.3.2 Estação: 3 - 41180500 - PCH RIO DE PEDRAS - RIO ITABIRITO

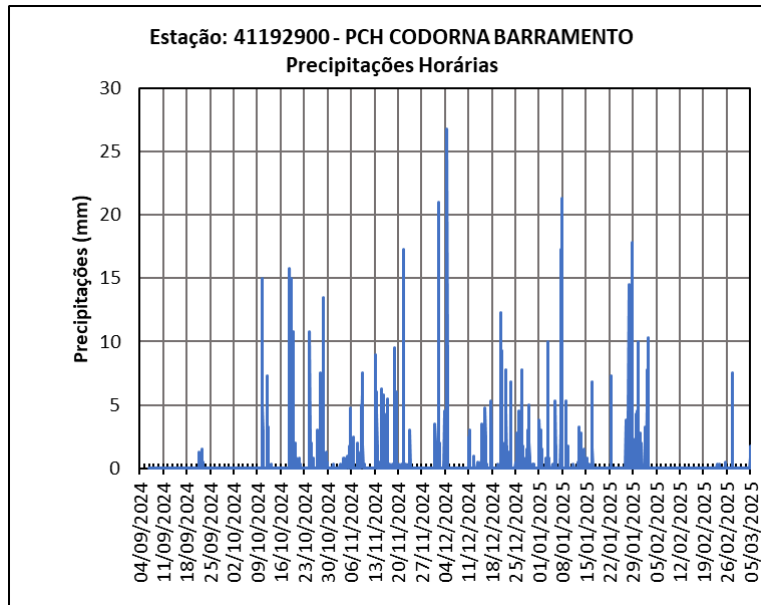


Resumo dos dados:

	Série Completa	
Data do início do período	04/09/2024	-
Data do final do período	04/03/2025	-
Quantidade de dias do período	181,96	-
Total de dados de precipitações	0	-
Total de dados de níveis	4302	-
Total de dados de vazões	0	-
Total de dados que o período deveria ter	4343	-
Abrangência dos dados de precipitações no	0,00%	-
Abrangência dos dados de níveis no período	99,06%	-
Abrangência dos dados de vazões no período	0,00%	-
Média Aritmética - Precipitações	-	mm/h
Média Aritmética - Níveis	143,50	cm
Média Aritmética - Vazões	-	m ³ /s
Mediana - Precipitações	-	mm/h
Mediana - Níveis	140,0	cm
Mediana - Vazões	-	m ³ /s
Desvio padrão - Precipitações	-	mm/h
Desvio padrão - Níveis	16,17	cm
Desvio padrão - Vazões	-	m ³ /s
Precipitação máxima do período	-	mm/h
Nível máximo do período	264,0	cm
Vazão máxima do período	-	m ³ /s
Precipitação mínima do período	-	mm/h
Nível mínimo do período	121,0	cm
Vazão mínima do período	-	mm/h

3.3.3 Estação: 3 - 41192900 - PCH CODORNA BARRAMENTO

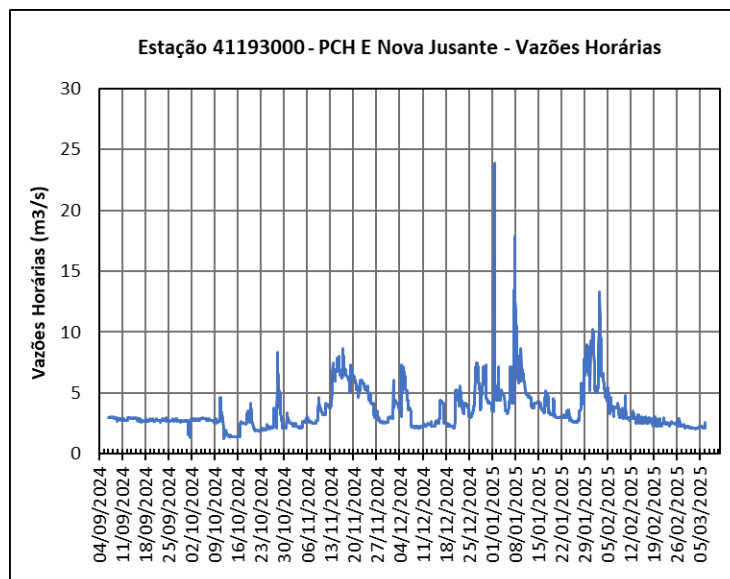
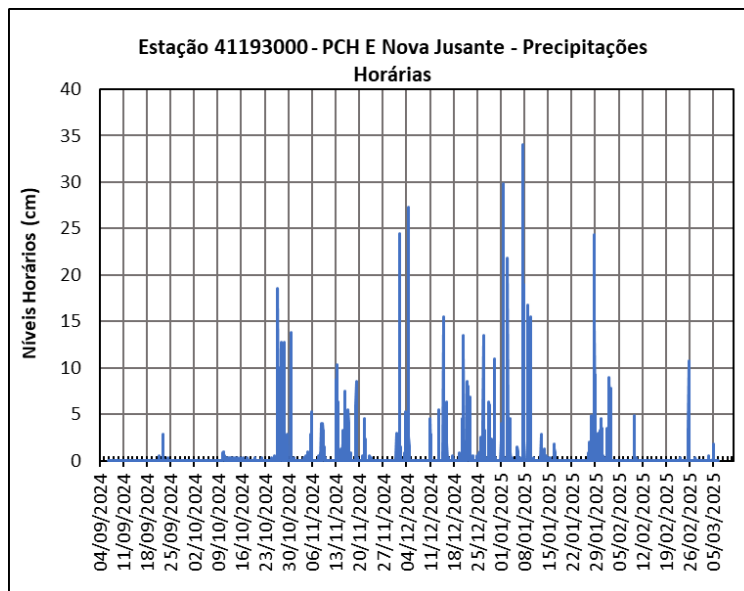
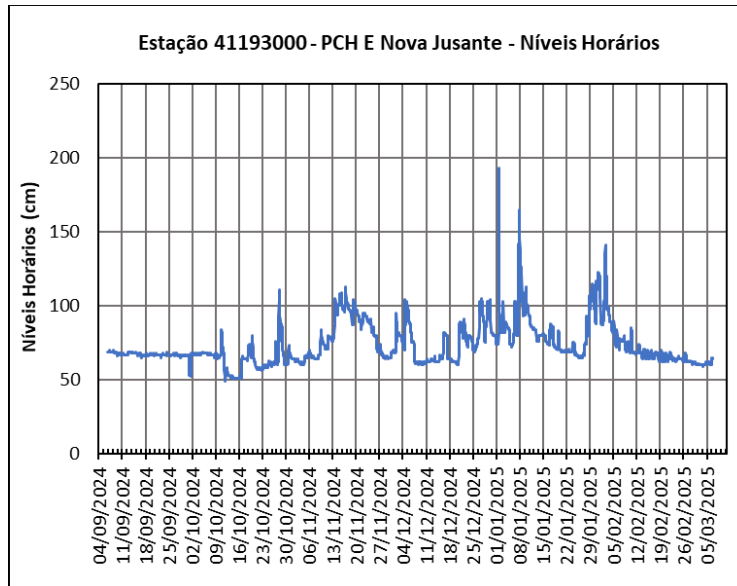




Resumo dos dados:

	Série Completa	
Data do início do período	06/09/2024	-
Data do final do período	06/03/2025	-
Quantidade de dias do período	181,96	-
Total de dados de precipitações	4336	-
Total de dados de níveis	4336	-
Total de dados de vazões	0	-
Total de dados que o período deveria ter	4343	-
Abrangência dos dados de precipitações no período	99,84%	-
Abrangência dos dados de níveis no período	99,84%	-
Abrangência dos dados de vazões no período	0,00%	-
Média Aritmética - Precipitações	2,21	mm/h
Média Aritmética - Níveis	119533,86	cm anm
Média Aritmética - Vazões	-	m ³ /s
Mediana - Precipitações	0,8	mm/h
Mediana - Níveis	119575,0	cm anm
Mediana - Vazões	-	m ³ /s
Desvio padrão - Precipitações	3,31	mm/h
Desvio padrão - Níveis	77,48	cm anm
Desvio padrão - Vazões	-	m ³ /s
Precipitação máxima do período	26,8	mm/h
Nível máximo do período	119656,0	cm anm
Vazão máxima do período	-	m ³ /s
Precipitação mínima do período	0,3	mm/h
Nível mínimo do período	119319,0	cm anm
Vazão mínima do período	-	mm/h

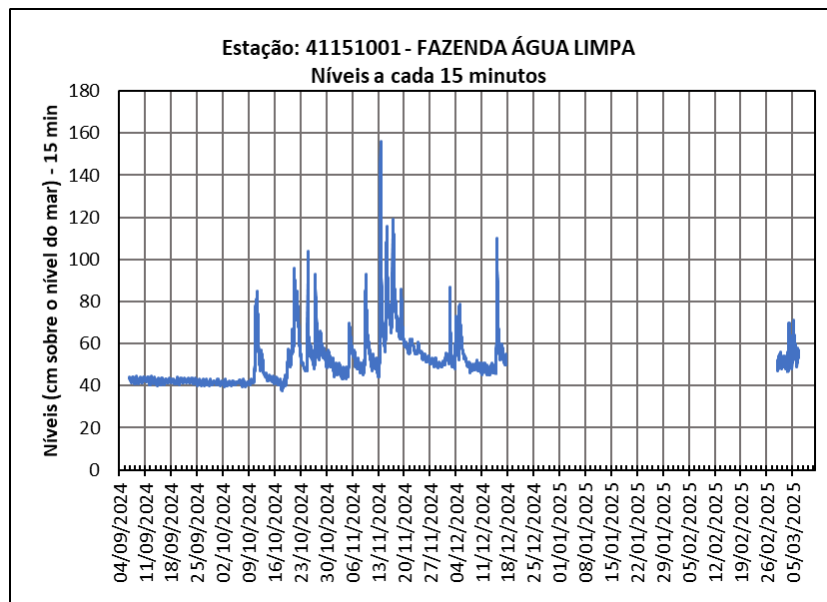
3.3.4 Estação: 3 - 41193000 - PCH E NOVA JUSANTE

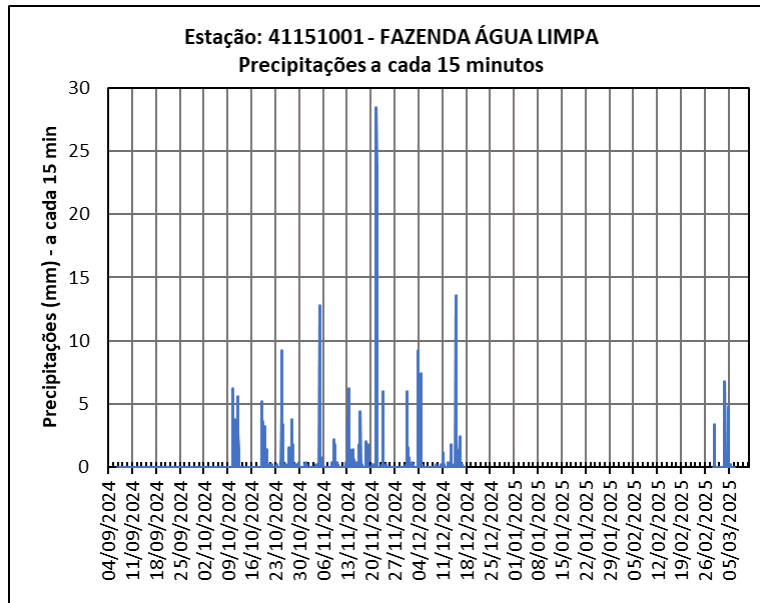


Resumo dos dados:

	Série Completa	
Data do início do período	06/09/2024	-
Data do final do período	06/03/2025	-
Quantidade de dias do período	181,96	-
Total de dados de precipitações	4337	-
Total de dados de níveis	4337	-
Total de dados de vazões	4337	-
Total de dados que o período deveria ter	4343	-
Abrangência dos dados de precipitações no	99,86%	-
Abrangência dos dados de níveis no período	99,86%	-
Abrangência dos dados de vazões no período	99,86%	-
Média Aritmética - Precipitações	2,54	mm/h
Média Aritmética - Níveis	73,27	cm
Média Aritmética - Vazões	3,54	m ³ /s
Mediana - Precipitações	0,8	mm/h
Mediana - Níveis	68,0	cm
Mediana - Vazões	2,87	m ³ /s
Desvio padrão - Precipitações	4,53	mm/h
Desvio padrão - Níveis	13,92	cm
Desvio padrão - Vazões	1,69	m ³ /s
Precipitação máxima do período	34,0	mm/h
Nível máximo do período	193,0	cm
Vazão máxima do período	23,8	m ³ /s
Precipitação mínima do período	0,3	mm/h
Nível mínimo do período	49,0	cm
Vazão mínima do período	1,2	mm/h

3.3.5 Estação: 5 - 41151001 - FAZENDA ÁGUA LIMPA

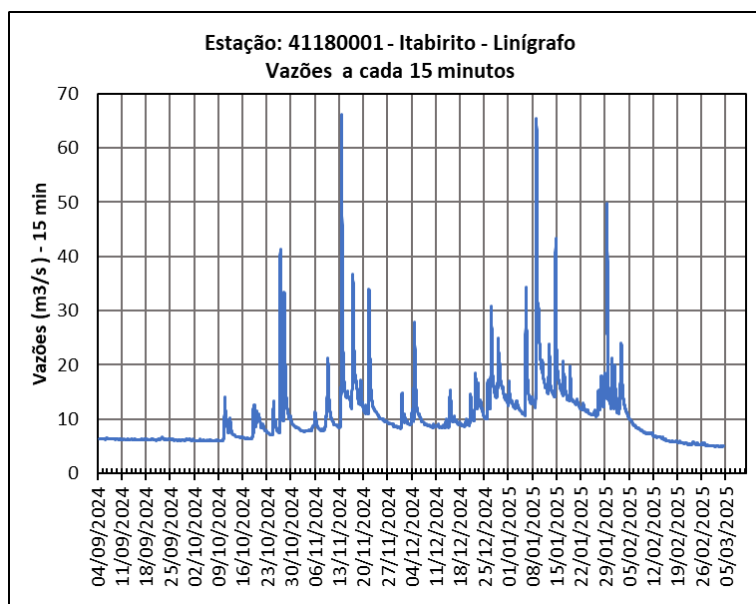
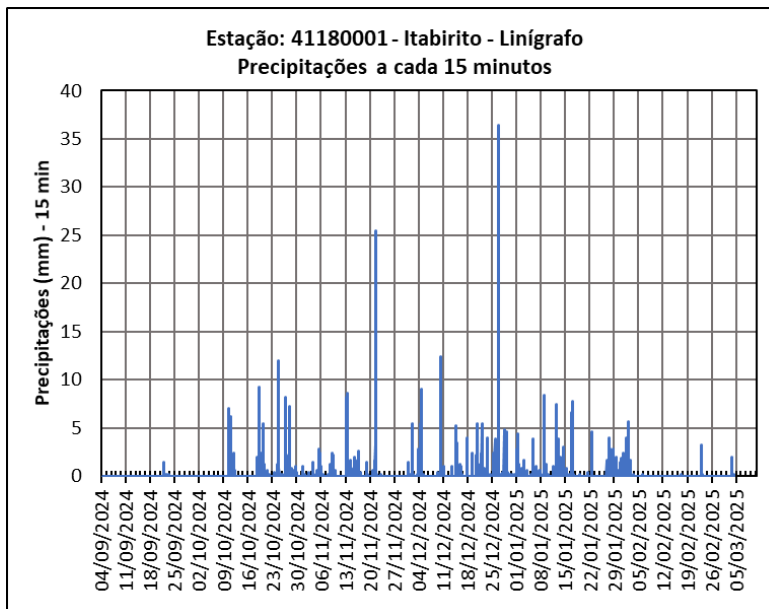
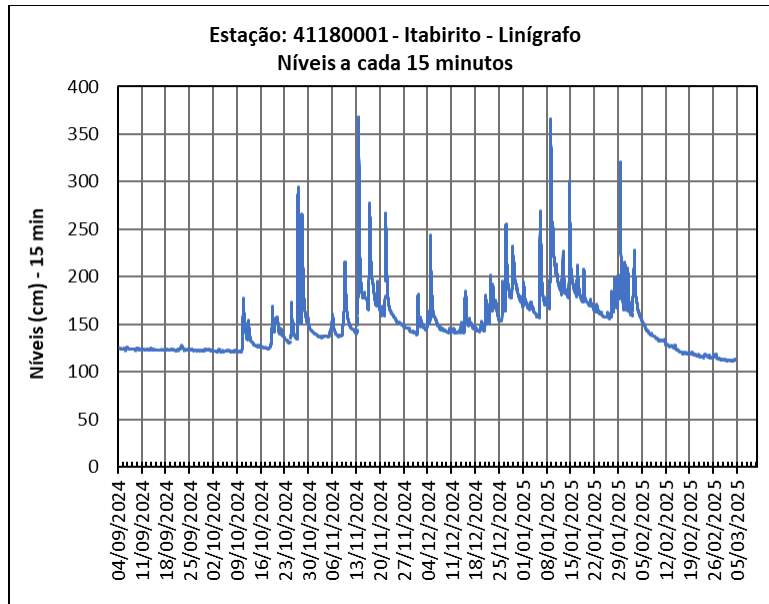




Resumo dos dados:

	Série Completa	
Data do início do período	06/09/2024	-
Data do final do período	06/03/2025	-
Quantidade de dias do período	181,97	-
Total de dados de precipitações	10005	-
Total de dados de níveis	10005	-
Total de dados de vazões	0	-
Total de dados que o período deveria ter	17373	-
Abrangência dos dados de precipitações no pe	57,59%	-
Abrangência dos dados de níveis no período	57,59%	-
Abrangência dos dados de vazões no período	0,00%	-
Média Aritmética - Precipitações	1,00	mm/15min
Média Aritmética - Níveis	51,40	cm anm
Média Aritmética - Vazões	-	m ³ /s
Mediana - Precipitações	0,4	mm/15min
Mediana - Níveis	49,0	cm anm
Mediana - Vazões	-	m ³ /s
Desvio padrão - Precipitações	2,16	mm/15min
Desvio padrão - Níveis	11,96	cm anm
Desvio padrão - Vazões	-	m ³ /s
Precipitação máxima do período	28,4	mm/15min
Nível máximo do período	156,0	cm anm
Vazão máxima do período	0,0	m ³ /s
Precipitação mínima do período	0,2	mm/15min
Nível mínimo do período	37,6	cm anm
Vazão mínima do período	-	mm/15min

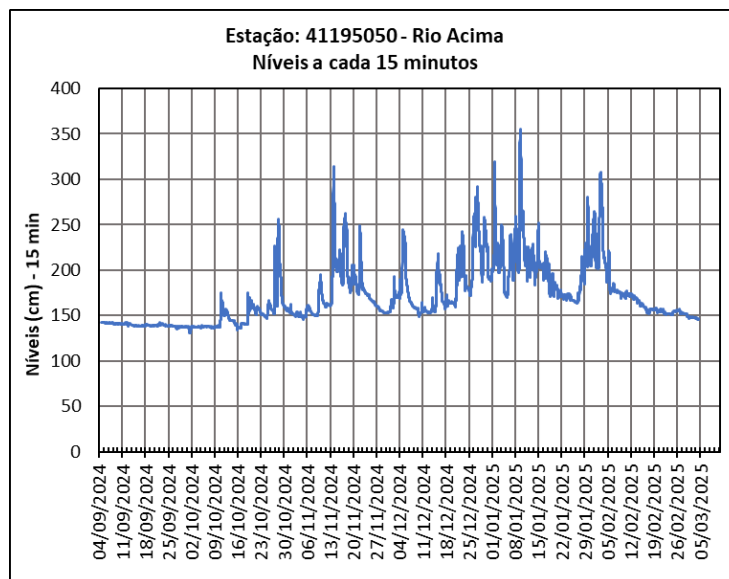
3.3.6 Estação: 5 - 41180001 - ITABIRITO LINÍGRAFO

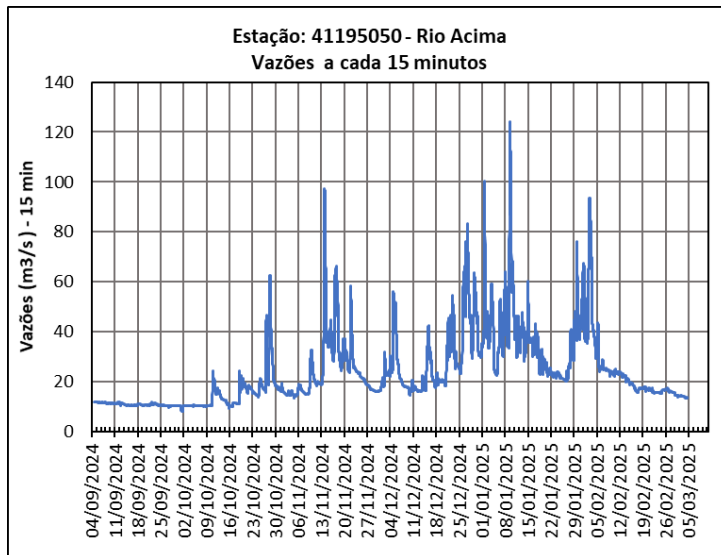
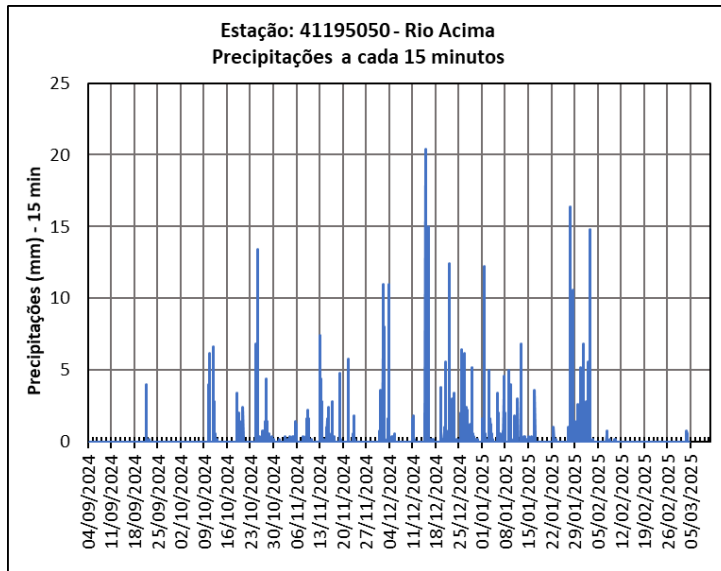


Resumo dos dados:

	Série	
	Completa	
Data do início do período	04/09/2024	-
Data do final do período	04/03/2025	-
Quantidade de dias do período	181,99	-
Total de dados de precipitações	17184	-
Total de dados de níveis	17166	-
Total de dados de vazões	17184	-
Total de dados que o período deveria ter	17375	-
Abrangência dos dados de precipitações no período	98,90%	-
Abrangência dos dados de níveis no período	98,80%	-
Abrangência dos dados de vazões no período	98,90%	-
Média Aritmética - Precipitações	1,00	mm/15min
Média Aritmética - Níveis	149,47	cm
Média Aritmética - Vazões	10,12	m ³ /s
Mediana - Precipitações	0,4	mm/15min
Mediana - Níveis	143,0	cm
Mediana - Vazões	8,70	m ³ /s
Desvio padrão - Precipitações	1,94	mm/15min
Desvio padrão - Níveis	30,95	cm
Desvio padrão - Vazões	5,47	m ³ /s
Precipitação máxima do período	36,4	mm/15min
Nível máximo do período	368,0	cm
Vazão máxima do período	66,1	m ³ /s
Precipitação mínima do período	0,2	mm/15min
Nível mínimo do período	111,0	cm
Vazão mínima do período	4,9	mm/15min

3.3.7 Estação: 5 - 41195050 - RIO ACIMA

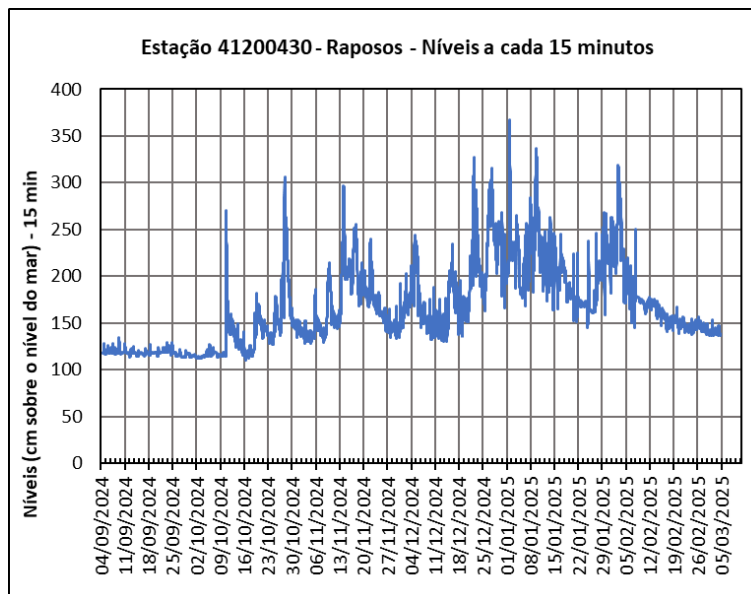


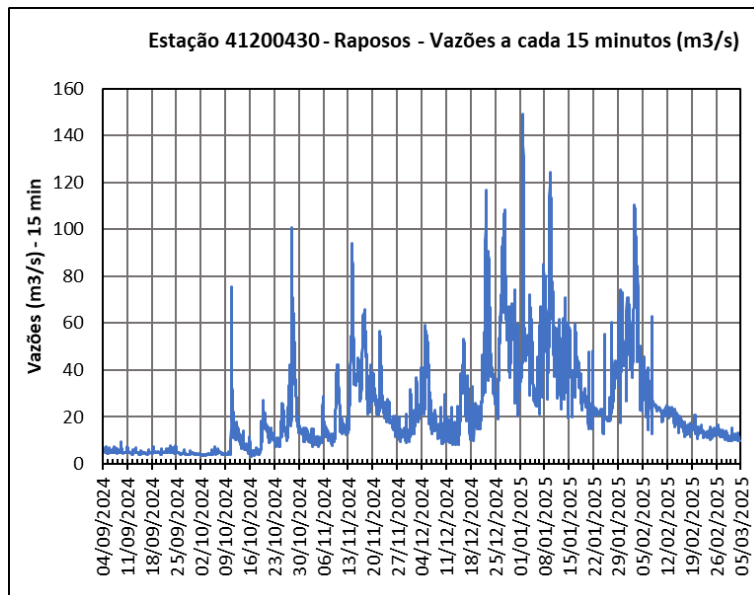
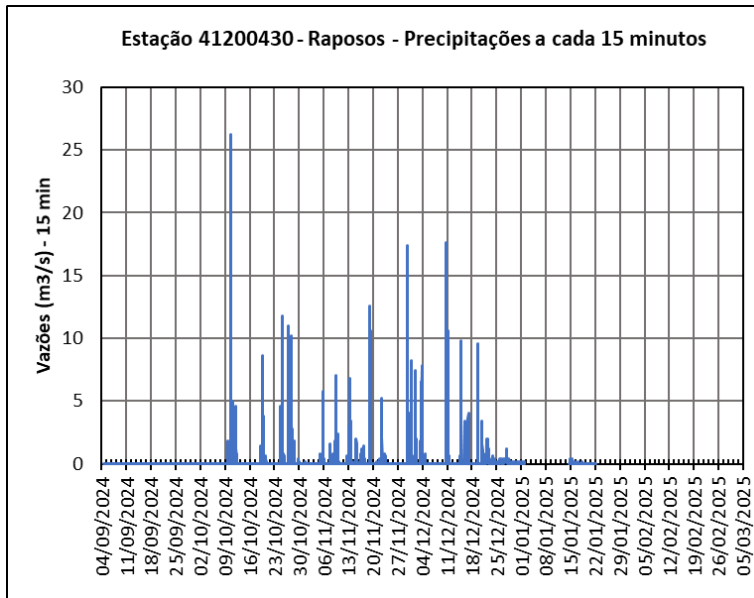


Resumo dos dados:

	Série Completa	
Data do início do período	04/09/2024	-
Data do final do período	04/03/2025	-
Quantidade de dias do período	181,97	-
Total de dados de precipitações	17091	-
Total de dados de níveis	17093	-
Total de dados de vazões	17092	-
Total de dados que o período deveria ter	17373	-
Abrangência dos dados de precipitações no	98,38%	-
Abrangência dos dados de níveis no período	98,39%	-
Abrangência dos dados de vazões no período	98,38%	-
Média Aritmética - Precipitações	1,10	mm/15min
Média Aritmética - Níveis	171,08	cm
Média Aritmética - Vazões	23,52	m ³ /s
Mediana - Precipitações	0,4	mm/15min
Mediana - Níveis	160,0	cm
Mediana - Vazões	18,45	m ³ /s
Desvio padrão - Precipitações	1,86	mm/15min
Desvio padrão - Níveis	33,08	cm
Desvio padrão - Vazões	14,44	m ³ /s
Precipitação máxima do período	20,4	mm/15min
Nível máximo do período	355,0	cm
Vazão máxima do período	124,1	m ³ /s
Precipitação mínima do período	0,2	mm/15min
Nível mínimo do período	131,0	cm
Vazão mínima do período	8,0	mm/15min

3.3.8 Estação: 5 - 41200430 - RAPOSOS





Resumo dos dados:

	Série Completa	
Data do início do período	04/09/2024	-
Data do final do período	04/03/2025	-
Quantidade de dias do período	181,98	-
Total de dados de precipitações	12374	-
Total de dados de níveis	17233	-
Total de dados de vazões	17233	-
Total de dados que o período deveria ter	17374	-
Abrangência dos dados de precipitações no período	71,22%	-
Abrangência dos dados de níveis no período	99,19%	-
Abrangência dos dados de vazões no período	99,19%	-
Média Aritmética - Precipitações	0,94	mm/15min
Média Aritmética - Níveis	166,28	cm anm
Média Aritmética - Vazões	23,09	m ³ /s
Mediana - Precipitações	0,2	mm/15min
Mediana - Níveis	155,0	cm anm
Mediana - Vazões	16,16	m ³ /s
Desvio padrão - Precipitações	1,91	mm/15min
Desvio padrão - Níveis	43,67	cm anm
Desvio padrão - Vazões	19,82	m ³ /s
Precipitação máxima do período	26,2	mm/15min
Nível máximo do período	367,0	cm anm
Vazão máxima do período	149,0	m ³ /s
Precipitação mínima do período	0,2	mm/15min
Nível mínimo do período	110,0	cm anm
Vazão mínima do período	3,2	mm/15min

3.4 Contatos com as instituições

Durante o processo de coleta de dados, mantivemos contato contínuo com profissionais de instituições governamentais. O principal interlocutor para o desenvolvimento do trabalho nesse período foi:

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

MARISA MORITA DOS SANTOS

Analista de Monitoramento (RHA Engenharia) – CRNQA/SGH
SPO, Área 5, Quadra 3, Bloco L, Sala 113, Brasília (DF)

www.gov.br/ana |      / anagovbr

3.5 Revisão do RA - 1º Relatório de Análise de Dados

A limitada disponibilidade de dados atualizados de precipitação e vazão nas estações hidrometeorológicas selecionadas no projeto levou à conclusão de que a repetição integral da análise realizada no Primeiro Relatório de Análise de Dados seria de pouca relevância. A incorporação de um volume reduzido de novos dados às séries históricas previamente analisadas não resultaria em alterações significativas nos resultados obtidos.

A realização de cálculos estatísticos, como médias aritméticas, geométricas e harmônicas, mediana, desvio padrão, bem como a complementação de lacunas pelo método da dupla massa e a construção de gráficos de tendências, apenas para incluir alguns meses adicionais de dados em séries que se estendem por diversas décadas, não modificaria substancialmente as conclusões já estabelecidas.

Diante desse cenário, optamos por direcionar os esforços para a revisão, extensão e aprimoramento do relatório de análise de dados previamente emitido. Essa revisão incluiu a incorporação de informações provenientes de três estações que não estavam inicialmente previstas no escopo do Projeto, ampliando a base de dados e possibilitando a obtenção de séries

históricas mais extensas. Além disso, foram adicionados novos índices indicativos da atual condição hidrológica do Rio das Velhas e das tendências projetadas para o futuro.

As Estações que foram adicionadas aos estudos situam-se no Alto Rio das Velhas e pertencem à empresa AngloGold Mining, que é a sua operadora. São estações que foram implantadas pela Cia. Morro Velho e possuem (as estações convencionais) extensas séries históricas com dados disponibilizadas nos portais da HidroWeb. As estações telemétricas dessa companhia têm seus dados disponíveis no portal HidroTelemetria. Deve-se destacar que são estações com dados bem mais consistentes, principalmente os telemétricos, que os das estações do SGB/CPRM, o que pode indicar uma melhor qualidade da instrumentação e da sua manutenção em comparação com as demais estações da região.

As estações telemétricas incorporadas são:

Estação: 41192900 - PCH Codorna – Barramento (telemétrica)

Estação: 41193000 - PCH E Nova Jusante (telemétrica)

As estações convencionais incorporadas são:

Código da Estação	Nome da Estação	Oper.	Início da Série	Final da Série	Localização	
					Lat.	Longit.
2043002	Represa das Codornas (MMV)	CPRM	01/01/1941	31/05/2024	-20,16	-43,89
2043004	Rio do Peixe (MMV)	CPRM	01/01/1940	30/11/2023	-20,14	-43,89
2043042	Lagoa Grande (MMV) [Lagoa dos Ingleses]	CPRM	13/09/1976	31/05/2024	-20,18	-43,94

3.5.1 Principais Modificações Realizadas no Relatório

- **Aprofundamento da Análise das Séries Históricas**

Foram realizados estudos mais detalhados das séries históricas das estações hidrometeorológicas, com ênfase nas estações de Honório Bicalho (fluviométrica) e da Represa das Codornas (pluviométrica), devido à sua relevância para o estudo e à grande extensão das séries históricas de dados.

A Estação Honório Bicalho apresenta grande importância tanto por sua localização estratégica – imediatamente a montante da Estação de Tratamento de Água (ETA) da Copasa em Bela Fama – quanto pelo extenso período de registro de dados (53 anos).

A Estação Barragem das Codornas também é de grande importância, pois situa-se em área bastante representativa da pluviometria de toda a região do Alto Velhas (Sinclinal Moeda) e tem série histórica de 83 anos, com poucas falhas

- **Incorporação de Novas Estações no Estudo**

Foi incluída uma análise detalhada dos dados da estação Barragem das Codornas, que inicialmente não fazia parte do escopo do Projeto.

Além disso, foram coletados e incorporados dados das séries históricas das estações Represa das Codornas, Rio do Peixe e Lagoa Grande com o objetivo de complementar as lacunas de dados das estações originalmente selecionadas para o Projeto.

Também realizamos a coleta de dados da estação telemétrica PCH E NOVA, considerando sua potencial relevância para o desenvolvimento dos estudos em etapas posteriores.

- **Correção de Inconsistências Identificadas na Série de Dados de Honório Bicalho**

Durante a análise, foi identificada uma inconsistência nos dados da série histórica disponível no portal HidroWeb para a estação de Honório Bicalho. Em particular, foram detectados valores anômalos de vazão registrados nos dias 08/01/2022 (311,52 m³/s) e 09/01/2022 (505,43 m³/s).

Aplicando a metodologia da Dupla Massa, verificou-se que os valores desses dias apresentavam desvios significativos em relação à tendência observada.

Para solicitar a correção, foi enviada correspondência oficial à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (cópia anexada no Anexo I), recomendando a revisão dos dados de vazão da estação para os dias 08 e 09 de janeiro de 2022, bem como dos períodos imediatamente anterior e posterior. Essa solicitação se deve à relevância desses registros, pois trata-se dos maiores valores da série histórica da estação, fundamentais para a estimativa dos tempos de retorno das vazões do rio e para os estudos desenvolvidos no projeto.

Além disso, nos colocamos à disposição da equipe da ANA responsável pela consistência dos dados para uma reunião técnica, com o objetivo de apresentar o erro identificado e demonstrar o cálculo do valor estimado corrigido.

- **Correção da Série Histórica e Revisão dos Estudos**

A partir da detecção dessa inconsistência, a série histórica foi corrigida e os estudos foram revisados para garantir maior precisão nos resultados. A tabela a seguir apresenta os valores de vazão registrados entre os dias 07 e 14 de janeiro de 2022 para as estações Rio Acima, Honório Bicalho e Raposos, além dos valores corrigidos estimados para Honório Bicalho:

Dia	Rio Acima	Honório Bic.	Raposos	Estim. Hon. Bic.
07/01/2022	111,381	119,897	144,6095	
08/01/2022	361,58	311,52	429,2868	387,0
09/01/2022	627,57	505,43	780,5803	685,0
10/01/2022	419,64	474,14	494,5788	
11/01/2022	365,20	401,02	430,5128	
12/01/2022	213,54	264,56	252,2605	
13/01/2022	129,54	169,19	152,8838	
14/01/2022	103,55	126,40	121,9132	

- **Cálculo de Novos Índices Hidrológicos**

Foram incluídos os cálculos dos seguintes índices hidrológicos para as estações de Honório Bicalho e Barragem das Codornas:

- Índice de Anomalia de Chuvas (IAC)
- Índice de Anomalia de Precipitação Padronizado

Esses índices foram aplicados aos dados disponíveis, permitindo uma análise mais aprofundada das variações hidrológicas e da disponibilidade hídrica ao longo do tempo.

Foram ainda adicionados, para essas estações, os seguintes testes estatísticos e análises:

- Análise por Faixas de Valores de Precipitação – Frequências
- Análise por Quantis
- Gráficos Q-Q Plot
- Testes de Normalidade
 - Teste de Normalidade Shapiro-Wilk
 - Teste Kolmogorov-Smirnov – Normalidade de uma Amostra
 - Teste de Normalidade de Anderson-Darling
- Testes Estatísticos Não Paramétrico
 - Teste Paramétrico t de Student – Para Comparação com os Não Paramétricos

- Teste Não Paramétrico de Mann-Whitney U (Wilcoxon rank-sum test)
- Teste Não Paramétrico de Kolmogorov-Smirnov

- Outras Revisões e Melhorias

Foram realizadas revisões adicionais no relatório, não detalhadas neste resumo, com o objetivo de enriquecer a análise, aprimorar a interpretação dos resultados e fornecer uma visão mais abrangente da atual situação hidrológica e dos riscos associados à disponibilidade hídrica na região.

3.6 Pesquisa relacionada às águas subterrâneas

Na etapa anterior constatamos a ausência de poços piezométricos de monitoramento com dados publicados, na área de estudo, devido ao fato de que a região não é composta por aquíferos sedimentares.

Essa limitação impossibilitou a análise dos níveis de água subterrânea com base em séries históricas, inviabilizando a aplicação de métodos estatísticos para estimativa de tendências de recarga dos cursos d'água. Além disso, não foi possível estabelecer correlações diretas entre as vazões registradas nas estações fluviométricas, os volumes de precipitação das estações pluviométricas e o fluxo subterrâneo.

Diante desse cenário, foi realizada uma ampla revisão bibliográfica, contemplando artigos científicos e estudos técnicos relevantes, além da consulta a especialistas com experiência na hidrogeologia da região do Alto Velhas. A investigação identificou diversos pesquisadores que desenvolveram estudos acadêmicos pertinentes ao tema, incluindo análises detalhadas sobre os níveis dos aquíferos no Quadrilátero Aquífero-Ferrífero (QAF), área de abrangência do Projeto.

A revisão desses trabalhos e a análise de suas conclusões proporcionaram um panorama atualizado sobre a dinâmica das águas subterrâneas na região, bem como projeções hidrológicas para os próximos anos.

Como resultado desse estudo, foi elaborado um relatório específico sobre o tema: **FPSF-RT-02-2025 - ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO QUADRILÁTERO AQUÍFERO-FERRÍFERO - MG.**

4 Bibliografia consultada e contato com pesquisadores para o tema: Águas Subterrâneas

A indisponibilidade de dados públicos sobre os níveis de água subterrânea na região do projeto nos programas SIAGAS, RIMAS ou outras bases similares, conforme mencionado anteriormente, motivou a realização de uma pesquisa aprofundada para identificação de dissertações e artigos técnicos pertinentes ao tema. Essa iniciativa possibilitou a condução de uma revisão bibliográfica detalhada, além do estabelecimento de contato direto com os pesquisadores responsáveis por esses estudos.

Dentre os materiais analisados, destacam-se os seguintes:

- Análise por métodos hidrogeológicos e hidroquímicos de fatores condicionantes do potencial hídrico de bacias hidrográficas – Estudo de caso no Quadrilátero Ferrífero (MG) – 2005.

Autor: Fernanda Martineli Costa, Orientador: Luis de Almeida Prado Bacellar

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais do Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em

Ciências Naturais, Área de Concentração: Geologia Ambiental e Conservação de Recursos Naturais.

- Caracterização Hidrogeológica do Aquífero Cauê, Quadrilátero Ferrífero, MG - 2007
Autor: Maria Antonieta Alcântara Mourão, Orientador: Prof. Dr. Celso de Oliveira Loureiro
Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.
- Detecção de mudanças de uso e cobertura da terra no Sinclinal Moeda (MG) no período de 1991 a 2011 e previsões de mudanças futuras através de modelo espacial de simulação – 2012.
Autor: Marianne Silva Oliveira, Orientador: Prof. Dr. José Eustáquio M. de Paiva
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais.
- Relatório de Consolidação da pesquisa hidrogeológica na área do empreendimento CSUL – Desenvolvimento Urbano, Nova Lima – MG – 2020.
Preparado por CSul Desenvolvimento Urbano e MDGEO Hidrogeologia e Meio Ambiente, em atendimento a solicitação da SEMAD para desenvolvimento de um Projeto de Pesquisa Hidrogeológica e Monitoramento dos Recursos Hídricos.
- Atualização do Modelo Hidrogeológico Conceitual e Numérico -2022.
Elaborado por: HIDROVIA Hidrogeologia e Meio Ambiente Ltda., para a Unidade de Tratamento de Água (UTA) do SAAE de Itabirito.
- Análise Semestral dos Dados de Monitoramento da Unidade de Tratamento de Água (UTA) do SAAE – Itabirito – 2024.
Preparado por: Water Services and Technologies Ltda para SAAE Itabirito.
- Avaliação do Balanço Hídrico e Modelagem Numérica Hidrogeológica da Formação de lago em Cava: O caso da mina de Águas Claras – 2024.
Autor: Breno Alexandre Pereira, Orientador: Julian Cardoso Eleutério
Dissertação/tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos.
- Modelo Hidrogeológico de fluxo do Flanco Leste do Sinclinal Moeda (Quadrilátero Ferrífero – MG): caracterização, impactos e perspectivas futuras para o Aquífero Cauê – 2023.
Autor: Celina Cenni de Castro Magalhães, Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Sérgio de Paula
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geologia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Geologia.
- Modelo Hidrogeológico de Fluxo do Flanco Oeste do Sinclinal Moeda: passado, presente e futuro do Aquífero Cauê, Quadrilátero Ferrífero – MG.
Autor: Isabella Brito Andrade, Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Sergio de Paula
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geologia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Geologia.
- Análise da Evolução do Armazenamento de Água em Aquíferos Porosos no Nordeste Brasileiro utilizando dados de Múltiplos satélites e Medições In Situ.

Autor: Clyvikh Renna Camacho, Augusto Getirana, Maria Antoniete Mourão e Otto Correa Rotunno Filho

Artigo apresentado no 17º Congresso de Geologia de Engenharia e Ambiental.

- NOTA TÉCNICA FPSF-NT-05-2022 - Plano de Segurança Hídrica da RMBH - Solicitações e Recomendações do FPSF.

Elaborado por Fórum Permanente São Francisco – FPSF

Disponível em: <https://galaxcms-client-files.s3.amazonaws.com/5715/NT-05-2022%20-%20Nota%20T%C3%A9cnica%20-%20Plano%20de%20Seguran%C3%A7a%20H%C3%ADrica%20RMBH-07-04-2023-16-11-20-000000.pdf>

- Artigo: A importância dos poços de observação locais, reanálise e dados de satélite sobre anomalia gravitacional, clima e uso da terra para melhorar a gestão de águas subterrâneas no sistema aquífero Uruçua.

Autores: Björn Krause Camilo, Pedro Lage Andrade, Julian Cardoso Eleutério, André Ferreira Rodrigues

Artigo elaborado dentro do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, CP 6627, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil.

- Apresentação em YouTube: Apresentação e considerações sobre a redução da água dos aquíferos subterrâneos em Minas Gerais, conforme resultados da Missão GRACE da NASA. Mapas das perdas de água.

Autor: Euler Carvalho Cruz

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Ew81wqxWMN8>

Realizamos reuniões com a seguinte profissional:

CELINA CENNI DE CASTRO MAGALHÃES: Geóloga graduada e mestre em Hidrogeologia pela UFMG, e Hidrogeóloga na Water Services and Technologies. Atuação como geóloga em órgão ambiental (Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina), na área de licenciamento ambiental, e estágio nas empresas Golder (WSP) e Carste Ciência e Meio Ambiente.

5 Principais Conclusões da Revisão dos Estudos

5.1 Resumo das Conclusões da Análise de Dados Pluviométricos

A análise dos dados pluviométricos, realizada por diversas metodologias, revela tendências significativas e mudanças nos padrões de precipitação ao longo das últimas décadas. Abaixo, apresentamos um resumo das principais conclusões:

1. Tendências Gerais das Precipitações:

- **Aumento da Variabilidade Climática:** Observa-se um aumento nas médias aritméticas das precipitações, indicando chuvas mais intensas, enquanto as médias harmônicas diminuem, sugerindo secas mais prolongadas. Isso aponta para uma maior variabilidade climática, com extremos de chuvas fortes e secas severas.
- **Distribuição das Chuvas:** Um aumento na quantidade anual de chuvas não necessariamente resulta em maior disponibilidade de água subterrânea, pois a infiltração e distribuição das chuvas são fatores críticos.

2. Comportamento das Médias em Subperíodos:

- **1941-1970:** Redução uniforme das médias aritméticas e harmônicas, indicando uma distribuição mais homogênea da pluviosidade.

- **1971-1982:** Aumento acentuado da média aritmética e estabilidade da média harmônica, sugerindo maior pluviosidade com menos eventos de chuvas fracas.
- **1983-2016:** Comportamento similar ao período anterior, mas com menos variações acentuadas.
- **2017-2023:** Aumento significativo das médias aritméticas e redução das médias harmônicas, indicando maior variabilidade e intensificação dos extremos climáticos.

3. Períodos Secos e Úmidos:

- **Períodos Secos:** Tendência de redução das precipitações, com secas mais severas, especialmente a partir de 2019.
- **Períodos Úmidos:** Aumento das médias aritméticas das precipitações, indicando chuvas mais intensas, mas com estabilidade ou redução nas médias harmônicas, sugerindo mais eventos de chuva com baixos valores diários.

4. Ciclos de Variação:

- **Ciclos de Longo Prazo:** Ciclos mais longos e de maior amplitude nos períodos secos, enquanto nos períodos úmidos esses ciclos são menos evidentes.
- **Ciclos de Oscilação:** Estabilidade das médias harmônicas de 1975 a 2015, indicando menos variações nos valores mínimos de precipitação.

5. Eventos Extremos Recentes:

- **2023 e 2024:** Períodos secos com precipitação acumulada muito baixa, comparável a anos históricos de seca severa.

6. Implicações Climáticas:

- **Maior Variabilidade Climática:** Cenário de extremos climáticos mais frequentes, com implicações para o planejamento de recursos hídricos, agricultura e gestão de riscos de desastres naturais.

7. Precipitação Acumulada x Quantidade de Dias de Chuva:

- **Tendências Gerais:** Aumento da quantidade de dias de chuva nos períodos secos e redução nos períodos úmidos, com aumento ligeiro na intensidade das chuvas nos períodos úmidos.
- **Inversão de Tendências:** Forte redução das precipitações acumuladas nos períodos secos nos últimos 40 anos, sugerindo uma mudança no regime climático.

8. Índices de Anomalias:

- **Aumento da Variabilidade:** Tendência de aumento das anomalias positivas e negativas, indicando maior variabilidade climática, especialmente a partir da década de 1960.
- **Períodos Secos Mais Secos:** Tendência de redução das anomalias nos períodos secos, indicando secas mais intensas.
- **Períodos Úmidos Mais Chuvosos:** Aumento das anomalias positivas nos períodos úmidos, sugerindo maior pluviosidade.

Conclusão Geral:

A análise das séries temporais de precipitação revela uma tendência clara de aumento na variabilidade climática, com eventos extremos de chuvas intensas e secas prolongadas se tornando mais frequentes. Isso sugere um cenário de mudanças climáticas em andamento, com implicações importantes para o meio ambiente e a sociedade. Os períodos secos estão se tornando mais secos, enquanto os períodos úmidos apresentam chuvas mais intensas, o que pode agravar problemas de abastecimento de água, impactar a agricultura e aumentar os riscos

de desastres naturais. A continuidade do monitoramento e estudos adicionais são essenciais para entender melhor essas tendências e suas consequências.

6 Fato Relevante

Um dos principais desafios identificados nesta etapa do projeto foi a escassez de dados hidrometeorológicos mais recentes disponíveis para as estações localizadas no trecho do Alto Rio das Velhas.

Além disso, verificou-se uma significativa dificuldade na obtenção de informações sobre outorgas de captação de água subterrânea junto aos órgãos responsáveis pela sua emissão.

Os estudos publicados sobre o tema, especificamente relacionados às águas subterrâneas na área do Projeto, foram majoritariamente desenvolvidos em ambiente acadêmico, utilizando dados de níveis de poços piezométricos fornecidos diretamente pelas mineradoras da região (dados privados). Esses trabalhos também se basearam em informações sobre outorgas de uso da água obtidas no **Sistema SIAM** (Sistema Integrado de Informação Ambiental), gerido pela **Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD)**.

O **portal SIAM** permite a realização de consultas por município para acessar a relação de empresas e pessoas físicas que protocolaram processos de licenciamento ambiental e solicitações de outorga de recursos hídricos. No entanto, a pesquisa nesse sistema apresenta elevada complexidade e demanda um tempo significativo, pois envolve a análise individualizada de centenas de processos para identificação das informações pertinentes.

Atualmente, não há um banco de dados consolidado que disponibilize, de forma clara e atualizada, o conjunto completo das outorgas concedidas na região.

Márcia Graça Boechat

Euler de Carvalho Cruz

Belo Horizonte, 18/03/2024



ANEXO I



Correspondência com a ANA

De: Marisa Morita dos Santos <marisa.santos.terceirizado@ana.gov.br>

Enviado: quarta-feira, 5 de fevereiro de 2025 21:19

Para: Marcia Boechat <marcia_boechat@hotmail.com>

Assunto: RES: Correção das Vazões do Rio das Velhas em Honório Bicalho em Janeiro de 2022

Prezada Márcia,

Verificamos com a Isadora o andamento da sua solicitação e informamos que a empresa responsável pela análise de consistência dos dados hidrometeorológicos da ANA já está ciente das inconsistências mencionadas nos e-mails abaixo e as considerará em sua análise.

Qualquer dúvida estamos à disposição,

Marisa

De: Marcia Boechat <marcia_boechat@hotmail.com>

Enviada em: quarta-feira, 5 de fevereiro de 2025 10:53

Para: Marisa Morita dos Santos <marisa.santos.terceirizado@ana.gov.br>

Cc: eulerccruz@gmail.com

Assunto: ENC: Correção das Vazões do Rio das Velhas em Honório Bicalho em Janeiro de 2022

"Esta mensagem eletrônica foi originada por usuário de instituição externa à ANA. Atenção ao seu conteúdo, anexos e hiperlinks existentes e somente abra ou execute, caso tenha certeza de sua veracidade. Em caso de suspeitas, abra um chamado no STI Atende."

Prezada Marisa,

Retransmitimos nosso e-mail de janeiro com a solicitação de revisão dos dados da estação Honório Bicalho.

Aguardamos o seu pronunciamento.

Atenciosamente

Márcia

De: Marcia Boechat <marcia_boechat@hotmail.com>

Enviado: quarta-feira, 15 de janeiro de 2025 21:46

Para: gabriel.lemos@ana.gov.br <gabriel.lemos@ana.gov.br>

Cc: eulerccruz@gmail.com <eulerccruz@gmail.com>; Isadora Santos Dias <isadora.dias.terceirizado@ana.gov.br>

Assunto: ENC: Correção das Vazões do Rio das Velhas em Honório Bicalho em Janeiro de 2022

Prezado Gabriel,



Retransmito a seguir, para conhecimento e providencias, mensagem enviada para Isadora, da ANA.

Atenciosamente

Márcia/Euler

De: euler.cruz@forumsaofrancisco.eco.br <euler.cruz@forumsaofrancisco.eco.br>
Enviado: terça-feira, 14 de janeiro de 2025 21:20
Para: isadora.dias.terceirizado@ana.gov.br <isadora.dias.terceirizado@ana.gov.br>; 'Marcia Boechat' <marcia_boechat@hotmail.com>
Cc: 'Julio Grillo' <juliogrillo@uol.com.br>; sandovalspf@gmail.com <sandovalspf@gmail.com>; simonepthomaz@gmail.com <simonepthomaz@gmail.com>; 'Letícia Camarano Minas' <leticiacamarano@gmail.com>; gloria@manga.srv.br <gloria@manga.srv.br>; 'Paulo de Tarso' <ptacastro@gmail.com>; clarissegrillo@gmail.com <clarissegrillo@gmail.com>; r.mattarelli@uol.com.br <r.mattarelli@uol.com.br>; 'Gustavo Gazzinelli' <gt.gazzinelli@gmail.com>; 'Daniel da Mota Neri' <daniel.neri@ifmg.edu.br>; 'Marcus Polignano' <mvpolignano@gmail.com>; 'Teca (MT Corujo)' <tespca@gmail.com>; 'Vinicius Papatella Padovani' <sapcipo@gmail.com>
Assunto: Correção das Vazões do Rio das Velhas em Honório Bicalho em Janeiro de 2022

Prezada Isadora,

A Márcia tem se comunicado com você sobre a questão das vazões incoerentes nas estações de Honório Bicalho, Raposos e Rio Acima e penso ser necessário esclarecer melhor a nossa dúvida, que refere-se, principalmente aos valores das vazões dos dias 8 e 9 de janeiro de 2022 nas três estações. Nesses dias ocorreram as cheias recorde da série histórica do rio. As precipitações em 24 h atingiram, na região, 209 mm, número que, até onde sabemos, é também o maior já registrado em MG em 24 h.

A seguir apresento, para sua análise e avaliação, o estudo que realizei e os valores de vazão que penso serem os mais adequados para constar da série oficial da ANA nos dois dias referidos.

As vazões em Honório Bicalho devem ser maiores que as de Rio Acima e menores que as de Raposos, visto estar Honório Bicalho entre as duas estações. Entre Rio Acima e Honório Bicalho o Rio das Velhas recebe contribuições de 4 ribeirões afluentes principais e entre Honório Bicalho e Raposos, de outros quatro ribeirões. Porém, as vazões dos dias 8 e 9 em Honório Bicalho, de acordo com a série histórica disponível no site da HidroWeb em 30/11/2024, dada em que finalizamos a coleta de dados para os estudos que estamos realizando para o Ministério Público de MG, são menores que as das duas estações, conforme tabela a seguir:

Data	Vazões (m3/s)		
	Rio Acima	Honório Bicalho	Raposos
07/01/2022	111,38	119,90	151,61
08/01/2022	361,58	311,52	436,29
09/01/2022	627,57	505,43	787,58
10/01/2022	419,64	474,14	501,58
11/01/2022	365,20	401,02	437,51

12/01/2022	213,54	264,56	259,26
13/01/2022	129,54	169,19	159,88
14/01/2022	103,55	126,40	128,91
15/01/2022	85,29	102,13	107,51

Com o objetivo de propor a correção dos valores das vazões dos dias 8 e 9 de janeiro de 2022 realizamos os cálculos, pelo método de Dupla Massa, das estações de Rio Acima e Honório Bicalho e de Raposos e Honório Bicalho. Verificamos, ainda, os valores obtidos por meio de correlações simples entre os valores das vazões.

O gráfico referente a Raposos x Honório Bicalho foi traçado considerando a captação de água feita pela COPASA na ETA Bela Fama. A quantidade de água retirada do rio pela ETA não constitui uma porcentagem significativa quando as vazões são mais altas, mas torna-se bastante importante na época da seca, pois corresponde a porcentagem importante da vazão afluente, podendo chegar a 74% dessa vazão quando ela é da ordem de 12 m³/s, pois é necessário que a vazão residual da ETA não seja menor que 3,04 m³/s e a vazão outorgada para a ETA Bela Fama é de 8,771 m³/s. Assim, para tomar em conta a captação feita na ETA, no cálculo da Dupla Massa, somou-se uma vazão de 7 m³/s a cada valor diário da vazão (do site HidroWeb) da Estação de Raposos, considerando-se esses 7 m³/s como o da média da vazão captada pela COPASA.

A tabela a seguir apresenta o resultado dos cálculos para as três estações desde o dia 7 até o dia 15 de janeiro de 2022. Os valores do somatório das massas de Honório Bicalho foram calculados com o uso das duas equações que foram obtidas, aplicando-se nelas, como valor de “x”, os valores das massas de Rio Acima e de Raposos, respectivamente. As vazões obtidas para Honório Bicalho são as diferenças entre dois valores sucessivos das massas calculadas para as outras duas estações. A última coluna da tabela, à direita, é a da média dos valores de vazões em Honório Bicalho calculados com base em Rio Acima e em Raposos. Obtém-se, dessa forma, vazões de 387,07 e 685,19 m³/s para os dias 8 e 9.

	Raposos x Honório Bicalho			Rio Acima x Honório Bicalho			Vazão Média em Hon. Bic.
	Massa Raposos	Massa Calculada p/ Hon. Bicalho	Vazão Hon. Bicalho	Massa Rio Acima	Massa Calculada p/ Hon. Bicalho	Vazão Hon. Bicalho	
07/01/2022	43853,1	38271,62		37284,0	40046,01		
08/01/2022	44289,3	38656,27	384,64	37645,6	40435,50	389,50	387,07
09/01/2022	45076,9	39350,62	694,35	38273,1	41111,52	676,02	685,19
10/01/2022	45578,5	39792,83	442,21	38692,8	41563,56	452,04	447,12
11/01/2022	46016,0	40178,55	385,72	39058,0	41956,95	393,39	389,56
12/01/2022	46275,3	40407,12	228,57	39271,5	42186,97	230,02	229,30
13/01/2022	46435,2	40548,08	140,96	39401,0	42326,51	139,54	140,25
14/01/2022	46564,1	40661,74	113,65	39504,6	42438,06	111,55	112,60
15/01/2022	46671,6	40756,52	94,78	39589,9	42529,93	91,87	93,33

O valor médio da vazão captada em Bela Fama influencia a vazão resultante em Honório Bicalho. Para analisar a sensibilidade desse valor, calculou-se a Dupla Massa entre Raposos e Honório Bicalho considerando-se uma captação média diária de 5,0

m³/s e não os 7,0 m³/s que resultaram na tabela acima. As vazões obtidas são mostradas na tabela abaixo (equação de regressão: $y = 0,93739x - 14,298$);

	Raposos x Honório Bicalho			Rio Acima x Honório Bicalho			Vazão Média em Hon. Bic.
	Massa Raposos	Massa Calculada p/ Hon. Bicalho	Vazão Hon. Bicalho	Massa Rio Acima	Massa Calculada p/ Hon. Bicalho	Vazão Hon. Bicalho	
07/01/2022	40515,1	37964,11		37284,0	40046,01		
08/01/2022	40949,3	38371,21	407,10	37645,6	40435,50	389,50	398,30
09/01/2022	41734,9	39107,61	736,40	38273,1	41111,52	676,02	706,21
10/01/2022	42234,5	39575,91	468,30	38692,8	41563,56	452,04	460,17
11/01/2022	42670,0	39984,15	408,25	39058,0	41956,95	393,39	400,82
12/01/2022	42927,3	40225,30	241,15	39271,5	42186,97	230,02	235,59
13/01/2022	43085,2	40373,30	148,00	39401,0	42326,51	139,54	143,77
14/01/2022	43212,1	40492,27	118,97	39504,6	42438,06	111,55	115,26
15/01/2022	43317,6	40591,17	98,90	39589,9	42529,93	91,87	95,39

Assim, a vazão do dia 09/01/2022 em Honório Bicalho deve ter sido entre 690 e 710 m³/s.

Os gráficos abaixo são os das correlações diretas entre as vazões das estações. Os pontos azuis referem-se às correlações que consideram a série de Honório Bicalho já com valores corrigidos, de acordo com a primeira tabela acima (de 7 a 15 de jan./2022). Os pontos em vermelho mostram as vazões da série da ANA, na HidroWeb, no mesmo período. As setas indicam o deslocamento dos pontos dos dias 8 e 9, caso sejam adotados os valores corrigidos. Os gráficos da esquerda incluem todos os dados das estações de Rio Acima (a partir de 23/02/2017 até 30/11/2023, data do último dado da série de Honório Bicalho) e de Raposos (a partir de 13/06/2017 até 30/11/2023). Os gráficos da direita consideram as correlações somente dos valores de vazão dos meses de dezembro de 2021 e de janeiro de 2022.

Os hidrogramas a seguir mostram a curva da vazão em Honório Bicalho abaixo das curvas em Rio Acima e Raposos, conforme série da ANA-HidroWeb e os pontos, com vazões corrigidas pelo processo de Dupla Massa, referentes aos dias 8 e 9 de janeiro de 2022.

Solicitamos à ANA, no menor prazo possível, a verificação da análise acima apresentada e a correção da série de Honório Bicalho no período referente às primeiras duas semanas de janeiro de 2022, com ênfase na vazão recorde do rio, ocorrida no dia 9.

Os valores corretos das vazões em Honório Bicalho ou, pelo menos, os valores mais prováveis, são de extrema importância para a atualização das vazões máximas, com tempos de retorno de 500, 1.000 e 10.000 anos, que poderão servir de referência para o redimensionamento dos vertedouros e canais das barragens de rejeito e dos sistemas de drenagem das minas de toda a região, reduzindo, assim, o risco de danos maiores que podem ser causados por eventos extremos advindos das mudanças climáticas.

Rompimentos de barragens, como os que aconteceram em Mariana e Brumadinho, não podem se repetir e, para tanto, consideramos ser necessário que as séries



Fórum Permanente São Francisco – FPSF

disponibilizadas pela ANA na HidroWeb reflitam, da forma mais correta possível, os eventos extremos de chuva que têm acontecido na região do Alto Rio das Velhas. O mesmo se aplica às bacias dos Rios Paraopeba e Doce.

Atenciosamente,

Euler de Carvalho Cruz
Instituto Fórum Permanente São Francisco
Diretor-Presidente

<https://www.forumsaofrancisco.eco.br/>