

RELATÓRIO TÉCNICO

AVALIAÇÃO SEMESTRAL DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS E DOS EFLUENTES LÍQUIDOS

2º SEMESTRE DO ANO DE 2025

MINERAÇÃO RIACHO DOS MACHADOS - MRDM

Belo Horizonte / MG

Janeiro de 2026

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	I
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE ANEXOS	XI
APRESENTAÇÃO	12
1 INTRODUÇÃO	14
1.1 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	14
1.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA	15
1.2.1 Pedologia	16
1.2.2 Geologia	19
1.2.3 Uso e Cobertura do Solo	20
1.3 RECURSOS HÍDRICOS	26
1.3.1 Clima e Tempo	26
1.3.2 Águas Subterrâneas	27
1.3.3 Águas Superficiais	33
1.4 PLUVIOMETRIA	42
2 OBJETIVO	44
3 REQUISITOS LEGAIS E NORMATIVOS	45
4 METODOLOGIA	46
4.1 REDE DE AMOSTRAGEM DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS	46
4.1.1 Águas Superficiais	46
4.1.2 Águas Subterrâneas	49
4.1.3 Efluentes Líquidos	53
4.1.4 Monitoramento Mensal	56
4.2 PARÂMETROS ANALISADOS	58
4.3 TRATAMENTO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS	63
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
5.1 ÁGUAS SUPERFICIAIS	66
5.1.1 Monitoramento Trimestral das Águas Superficiais	66
5.1.2 Monitoramento Mensal dos Pontos PA-31, PA-33, PDR01, PDR02 e PDR03	84
5.2 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	122
5.2.1 Monitoramento Trimestral das Águas Subterrâneas	122
5.2.2 Monitoramentos Mensais (PA-35, PA-44, PA-30, PA30-A, PDR04, PDR05 e PA-34 Bacia) e Quinzenais (PA-30 e PA30-A)	145
5.3 EFLUENTES LÍQUIDOS	203

5.3.1 DETOX	203
5.3.2 Estação de Tratamento de Esgoto – ETE	207
5.3.3 Separadores de Água e Óleo (SAO)	214
5.3.4 Percolado (PA-34 Caixa)	216
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	223
7 BIBLIOGRAFIA	226
ANEXO A	231
ANEXO B	232
ANEXO C	233
ANEXO D	234
ANEXO E	235
ANEXO F	236

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Mapa de Localização e Vias de Acesso à Mina de Riacho dos Machados.....	15
Figura 1.2: Mapa Pedológico e Localização dos pontos de Análise Geoquímica.....	18
Figura 1.3: Evolução dos Percentuais de Uso e Ocupação do Solo na Área da Mineração Riacho dos Machados.	24
Figura 1.4: Evolução do Uso e Ocupação do Solo na Área da Mineração Riacho dos Machados.....	25
Figura 1.5: Classificação de Köppen e Isoietas Anuais.....	27
Figura 1.6: Domínios Sistemas de Produtividade e Resultados Físico – Químicos – PANM.....	30
Figura 1.7: Concentrações de Arsênio e Nível na Bacia do Rio São Francisco – Atlas Geoquímico da Bacia do Rio São Francisco - CPRM.	31
Figura 1.8: Unidades Estratégicas de Gestão (UEG) e Circunscrições Hidrográficas (CH) do Estado de Minas Gerais.....	35
Figura 1.9: Mapa Hidrográfico Exibindo as Redes de Drenagens Principais, Juntamente com seu Posicionamento na Bacia do Rio São Francisco	37
Figura 1.10: Mapa Hidrográfico Exibindo as Redes de Drenagens Principais, Juntamente com seu Posicionamento na Bacia do Rio Gorutuba.....	39
Figura 1.11: Não Conformidades Observadas nas Estações do Projeto Águas de Minas para o Período de 2012 a 2025.	41
Figura 1.12: Monitoramento Pluviométrico na Área da Mineração Riacho dos Machados – Anos de 2024 e 2025.....	42
Figura 4.1: Mapa de Localização dos Pontos de Monitoramento das Águas Superficiais.	48
Figura 4.2: Mapa de Localização dos Pontos de Monitoramento das Águas Subterrâneas.	52
Figura 4.3: Mapa de Localização dos Pontos de Monitoramento dos Efluentes Líquidos.	55
Figura 5.1: Número de Não Conformidades – Águas Superficiais – Segundo Semestre de 2025 – Campanhas Trimestrais.....	67
Figura 5.2: Localização dos Pontos de Monitoramento das Águas Superficiais Correntes.....	68
Figura 5.3: Localização dos Pontos de Monitoramento das Águas Superficiais Estagnadas. ...	70
Figura 5.4: Resultados de pH – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	76
Figura 5.5: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	76
Figura 5.6: Resultados de Alcalinidade Total – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	77
Figura 5.7: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	77

Figura 5.8: Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	78
Figura 5.9: Resultados de Sulfato – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	78
Figura 5.10: Resultados de Sólidos em Suspensão Totais – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	79
Figura 5.11: Resultados de Turbidez – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	79
Figura 5.12: Resultados de Oxigênio Dissolvido – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	80
Figura 5.13: Resultados de DBO – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	80
Figura 5.14: Resultados de Arsênio Total – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	81
Figura 5.15: Resultados de Níquel Total – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	81
Figura 5.16: Resultados de Alumínio Dissolvido – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	82
Figura 5.17: Resultados de Manganês Total – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	82
Figura 5.18: Resultados de Cianeto Livre – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Novembro de 2024 a Dezembro de 2025.	83
Figura 5.19: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	88
Figura 5.20: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	88
Figura 5.21: Resultados de Oxigênio Dissolvido – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	89
Figura 5.22: Resultados de Alcalinidade Total – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2023 a Dezembro de 2025.	89
Figura 5.23: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	90
Figura 5.24: Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	90
Figura 5.25: Resultados de Sólidos em Suspensão Totais – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	91
Figura 5.26: Resultados de Turbidez – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	91
Figura 5.27: Resultados de Coliformes Termotolerantes – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	92
Figura 5.28: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	98

Figura 5.29: Resultados de Alcalinidade Total – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	98
Figura 5.30: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	99
Figura 5.31: Resultados de Oxigênio Dissolvido – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	99
Figura 5.32: Resultados de DBO – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	100
Figura 5.33: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	100
Figura 5.34: Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	101
Figura 5.35: Resultados de Sólidos em Suspensão Totais – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	101
Figura 5.36: Resultados de Turbidez – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	102
Figura 5.37: Resultados de Manganês Total – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	102
Figura 5.38: Resultados de Chumbo Total – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	103
Figura 5.39: Resultados de Coliformes Termotolerantes – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	103
Figura 5.40: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	108
Figura 5.41: Resultados de Oxigênio Dissolvido – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	108
Figura 5.42: Resultados de DBO – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	109
Figura 5.43: Resultados de Alcalinidade Total – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	109
Figura 5.44: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	110
Figura 5.45: Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	110
Figura 5.46: Resultados de Turbidez – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	111
Figura 5.47: Resultados de Sólidos em Suspensão Totais – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	111
Figura 5.48: Resultados de Chumbo Total – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	112
Figura 5.49: Resultados de Cianeto Livre – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	112

Figura 5.50: Resultados de Coliformes Termotolerantes – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	113
Figura 5.51: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PDR01 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	119
Figura 5.52: Resultados de Condutividade elétrica – Monitoramento Mensal – PDR01 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	119
Figura 5.53: Resultados de Arsênio total – Monitoramento Mensal – PDR01 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	120
Figura 5.54: Resultados de Níquel total – Monitoramento Mensal – PDR01 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	120
Figura 5.55: Resultados de Manganês dissolvido – Monitoramento Mensal – PDR01 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	121
Figura 5.56: Resultados de Cianeto livre – Monitoramento Mensal – PDR01 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	121
Figura 5.57: Número de Não Conformidades – Águas Subterrâneas – 2º Semestre de 2025 – Campanhas Trimestrais.	123
Figura 5.58: Localização dos Pontos de Monitoramento das Águas Subterrâneas – Poços de Abastecimento.	125
Figura 5.59: Resultados de pH – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Abastecimento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	129
Figura 5.60: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Abastecimento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	129
Figura 5.61: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Abastecimento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	130
Figura 5.62: Resultados de Sólidos Totais Dissolvidos – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Abastecimento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	130
Figura 5.63: Resultados de Ferro – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Abastecimento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	131
Figura 5.64: Resultados de Manganês – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Abastecimento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	131
Figura 5.65: Localização dos Pontos de Monitoramento das Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento.	133
Figura 5.66: Resultados de pH - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	139
Figura 5.67: Resultados de Temperatura da Amostra - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	139
Figura 5.68: Resultados de Alcalinidade Total - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	140
Figura 5.69: Resultados de Sólidos Totais Dissolvidos – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	140
Figura 5.70: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento –	141

Figura 5.71: Resultados de Sulfato – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	141
Figura 5.72: Resultados de Ferro - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	142
Figura 5.73: Resultados de Manganês - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	142
Figura 5.74: Resultados de Alumínio - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	143
Figura 5.75: Resultados de Chumbo - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	143
Figura 5.76: Resultados de Níquel - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	144
Figura 5.77: Resultados de Zinco - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	144
Figura 5.78: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PA-35 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	150
Figura 5.79: Resultados de Alcalinidade Total – Monitoramento Mensal – PA-35 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	150
Figura 5.80: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Mensal – PA-35 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	151
Figura 5.81: Resultados de Potencial Redox – Monitoramento Mensal – PA-35 - Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	151
Figura 5.82: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Mensal – PA-35 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	152
Figura 5.83: Resultados de Sólidos Totais Dissolvidos – Monitoramento Mensal – PA-35 - Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	152
Figura 5.84: Resultados de Alumínio – Monitoramento Mensal – PA-35 - Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	153
Figura 5.85: Resultados de Ferro – Monitoramento Mensal – PA-35 - Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	153
Figura 5.86: Resultados de Chumbo – Monitoramento Mensal – PA-35 - Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	154
Figura 5.87: Resultados de Turbidez – Monitoramento Mensal – PA-35 - Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	154
Figura 5.88: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	159
Figura 5.89: Resultados de Alcalinidade total – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	159
Figura 5.90: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	160
Figura 5.91: Resultados de Condutividade elétrica – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	160

Figura 5.92: Resultados de Sólidos totais dissolvidos – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	161
Figura 5.93: Resultados de Ferro – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	161
Figura 5.94: Resultados de Manganês – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	162
Figura 5.95: Resultados de Arsênio – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	162
Figura 5.96: Resultados de Cianeto – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	163
Figura 5.97: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	172
Figura 5.98: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	172
Figura 5.99: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	173
Figura 5.100: Resultados de Sólidos Totais Dissolvidos – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	173
Figura 5.101: Resultados de Ferro – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	174
Figura 5.102: Resultados de Manganês – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	174
Figura 5.103: Resultados de Selênio – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	175
Figura 5.104: Resultados de Antimônio – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	175
Figura 5.105: Resultados de Arsênio – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	176
Figura 5.106: Localização do Ponto de Monitoramento PA-34 Bacia - Águas Subterrâneas – Surgência.	178
Figura 5.107: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PA-34 Bacia – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	182
Figura 5.108: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Mensal – PA-34 Bacia – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	182
Figura 5.109: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Mensal – PA-34 Bacia – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	183
Figura 5.110: Resultados de Níquel – Monitoramento Mensal – PA-34 Bacia – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	183
Figura 5.111: Resultados de Arsênio – Monitoramento Mensal – PA-34 Bacia – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	184
Figura 5.112: Resultados de Manganês Dissolvido – Monitoramento Mensal – PA-34 Bacia – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	184

Figura 5.113: Resultados de Escherichia Coli – Monitoramento Mensal – PA-34 Bacia – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	185
Figura 5.114: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	190
Figura 5.115: Resultados de Alcalinidade total – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	190
Figura 5.116: Resultados de Potencial redox – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	191
Figura 5.117: Resultados de Condutividade elétrica – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	191
Figura 5.118: Resultados de Sólidos dissolvidos totais – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	192
Figura 5.119: Resultados de Alumínio – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	192
Figura 5.120: Resultados de Chumbo – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	193
Figura 5.121: Resultados de Ferro – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	193
Figura 5.122: Resultados de Manganês – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	194
Figura 5.123: Resultados de Coliformes Termotolerantes – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	194
Figura 5.124: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	198
Figura 5.125: Resultados de Alcalinidade Total – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	198
Figura 5.126: Resultados de Potencial Redox – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.....	199
Figura 5.127: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	199
Figura 5.128: Resultados de Sólidos Totais Dissolvidos – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	200
Figura 5.129: Resultados de Ferro – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	200
Figura 5.130: Resultados de Manganês – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	201
Figura 5.131: Resultados de Chumbo – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	201
Figura 5.132: Resultados de Coliformes Termotolerantes – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	202
Figura 5.133: Resultados de Cianeto Total – DETOX – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	205

Figura 5.134: Resultados de Cianeto Livre – DETOX – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	205
Figura 5.135: Resultados de pH – DETOX – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	206
Figura 5.136: Resultados de pH – Monitoramento Trimestral – Efluentes Líquidos – ETE – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	210
Figura 5.137: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Trimestral – Efluentes Líquidos – ETE – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	210
Figura 5.138: Resultados de Sólidos em Suspensão Totais – Monitoramento Trimestral – Efluentes Líquidos – ETE – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	211
Figura 5.139: Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais – Monitoramento Trimestral – Efluentes Líquidos – ETE – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	211
Figura 5.140: Resultados de DBO – Monitoramento Trimestral – Efluentes Líquidos – ETE – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	212
Figura 5.141: Resultados de DQO – Monitoramento Trimestral – Efluentes Líquidos – ETE – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	212
Figura 5.142: Resultados de Coliformes Totais – Monitoramento Trimestral – Efluentes Líquidos – ETE – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	213
Figura 5.143: Resultados de Substâncias Tensoativas – Monitoramento Trimestral – Efluentes Líquidos – ETE – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	213
Figura 5.144: Resultados de pH – PA-34 Caixa – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	220
Figura 5.145: Resultados de Temperatura da Amostra – PA-34 Caixa – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	220
Figura 5.146: Resultados de Condutividade elétrica – PA-34 Caixa – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	221
Figura 5.147: Resultados de Manganês dissolvido – PA-34 Caixa – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	221
Figura 5.148: Resultados de Materiais sedimentáveis – PA-34 Caixa – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.	222

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1: Pontos de Avaliação da Geoquímica dos Solos - Atlas Geoquímico da Bacia do Rio São Francisco no Estado de Minas Gerais.	17
Tabela 1.2: Classificação do Uso e Cobertura do Solo – MapBiomass (Coleção 9).	21
Tabela 1.3: Tipos Climáticos de Köppen.	26
Tabela 1.4: Estações de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do Projeto Águas de Minas na UPGRH SF10.	38
Tabela 4.1: Pontos de Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais.	47
Tabela 4.2: Pontos de Avaliação da Qualidade das Águas Subterrâneas.	51
Tabela 4.3: Pontos de Avaliação da Qualidade dos Efluentes Líquidos.	54
Tabela 4.4: Rede de Monitoramento Mensal.	57
Tabela 4.5: Parâmetros Analisados nos Pontos de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais.	61
Tabela 4.6: Parâmetros Analisados nos Pontos de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas – Poços de Abastecimento.	62
Tabela 4.7: Parâmetros Analisados nos Pontos de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento.	62
Tabela 4.8: Parâmetros Analisados nos Pontos de Monitoramento da Qualidade dos Efluentes Líquidos.	63
Tabela 4.9: Classificação do Índice de Qualidade das Águas (IQA).	65
Tabela 5.1: Resultados de Monitoramento Trimestrais – Águas Superficiais Estagnadas – 2º Semestre de 2025.	71
Tabela 5.2: Resultados do Monitoramento Mensal do Ponto PA-31 – 2º Semestre de 2025 – Águas Superficiais.	85
Tabela 5.3: Resultados do Monitoramento Mensal do Ponto PA-33 – 2º Semestre de 2025 – Águas Superficiais.	94
Tabela 5.4: Resultados do Monitoramento Mensal PDR03 – 2º Semestre de 2025 - Águas Superficiais.	105
Tabela 5.5: Resultados do Monitoramento Mensal do Ponto PDR01 – 2º Semestre de 2025 - Águas Superficiais.	116
Tabela 5.6: Resultados de Monitoramentos Trimestrais – Poços de Abastecimento – 2º Semestre do Ano de 2025.	126
Tabela 5.7: Resultados de Monitoramentos Trimestrais – Poços de Monitoramento e Surgência – 2º Semestre do Ano de 2025.	134
Tabela 5.8: Resultados do Monitoramento Mensal PA-35 – 2º Semestre de 2025 - Águas Subterrâneas.	149
Tabela 5.9: Resultados do Monitoramento Mensal PA-44 – 2º Semestre de 2025 - Águas Subterrâneas.	158
Tabela 5.10: Códigos das Amostras Coincidentes no Segundo Semestre de 2025 – PA-30. .	164

Tabela 5.11: Códigos das Amostras Coincidentes no Segundo Semestre de 2025 – PA30-A.	165
Tabela 5.12: Resultados do Monitoramento Mensal PA30-A – 3º Trimestre de 2025 - Águas Subterrâneas.	170
Tabela 5.13: Resultados do Monitoramento Mensal PA30-A – 4º Trimestre de 2025 - Águas Subterrâneas.	171
Tabela 5.14: Monitoramento Mensal PA-34 Bacia – 2º Semestre de 2025 - Águas Subterrâneas.	181
Tabela 5.15: Resultados do Monitoramento Mensal - PDR04 – 2º Semestre de 2025 - Águas Subterrâneas.	189
Tabela 5.16: Resultados do Monitoramento Mensal - PDR05 – 2º Semestre de 2025 - Águas Subterrâneas.	197
Tabela 5.17: Resultados – Efluente DETOX – 2º Semestre de 2025.	203
Tabela 5.18: Resultados – Entrada e Saída da ETE – 2º Semestre de 2025.	208
Tabela 5.19: Resultados – Efluente SAO-01 – 2º Semestre de 2025.	215
Tabela 5.20: Resultados – Efluente SAO-04 – 2º Semestre de 2025.	215
Tabela 5.21: Resultados para os Efluentes Líquidos - PA-34 Caixa – 2º Semestre de 2025.	219

LISTA DE ANEXOS

Anexo A – Certificados dos Ensaios.

Anexo B – Laudos de Qualidade das Águas dos Caminhões Pipas.

Anexo C – Escopo de Acreditação do Laboratório.

Anexo D – Resultados Analíticos do Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos Referentes ao Segundo Semestre de 2025 (Meio Digital).

Anexo E – Certidão de Cadastro Para Abastecimento de Pequenos Núcleos Populacionais Rurais.

Anexo F - Resultados Analíticos do Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas PA30-A – Junho e Julho de 2023 realizado pelo Laboratório Centro de Tecnologia Agrícola e Ambiental Campo. Inclui também os resultados analíticos obtidos em abril e setembro de 2025 pelos laboratórios Sintezis e ALS.

APRESENTAÇÃO

Em cumprimento ao Contrato de Prestação de Serviços nº 1708/2024, estabelecido entre a empresa EquinoxGold – Mineração Riacho dos Machados e a Crono Engenharia Ltda., este relatório apresenta a análise crítica dos resultados do monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas e dos efluentes líquidos obtidos nas campanhas realizadas no segundo semestre do ano de 2025.

De maneira a apoiar a avaliação dos resultados do monitoramento dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos executados pela Mineração Riacho dos Machados, foi realizada uma caracterização física da região em que o empreendimento está localizado. Tal caracterização é baseada nos dados do Projeto Águas do Norte de Minas e do Atlas geoquímico da bacia do Rio São Francisco: Minas Gerais, ambos produtos do Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Ainda, a fim de se obter uma avaliação regionalizada e local da qualidade das águas superficiais e subterrâneas foram apresentados os resultados do monitoramento executado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

Os dados de qualidade das águas superficiais obtidos nos pontos monitorados pela MRDM foram comparados com os limites legais de acordo com a legislação aplicável no Estado de Minas Gerais, enquanto os dados de águas subterrâneas com a legislação federal. Para os efluentes líquidos, foi realizada a comparação com os padrões de lançamento em corpos receptores e o cálculo da eficiência dos sistemas de controle, quando havia dados de monitoramento antes e após o tratamento, sendo verificados os desvios ocorridos em relação à legislação aplicável no Estado de Minas Gerais.

Este relatório está estruturado em 07 (sete) capítulos, sendo que no Capítulo 1 são apresentados os aspectos físicos e a contextualização das condições prevalentes na bacia hidrográfica de inserção da área da MRDM no tocante à localização do empreendimento e à qualidade dos recursos hídricos.

Os Capítulos 2 e 3 apresentam o objetivo do trabalho e as legislações que nortearam as avaliações técnicas das matrizes ambientais analisadas para a elaboração deste trabalho, respectivamente. O Capítulo 4 apresenta a rede de amostragem da qualidade dos recursos hídricos, além da metodologia utilizada para a avaliação dos dados de qualidade discutida no Capítulo 5.

Ademais, no Capítulo 6 está a síntese e as conclusões sobre os dados obtidos durante o monitoramento realizado no período em avaliação. No Capítulo 7 é listada a bibliografia utilizada.

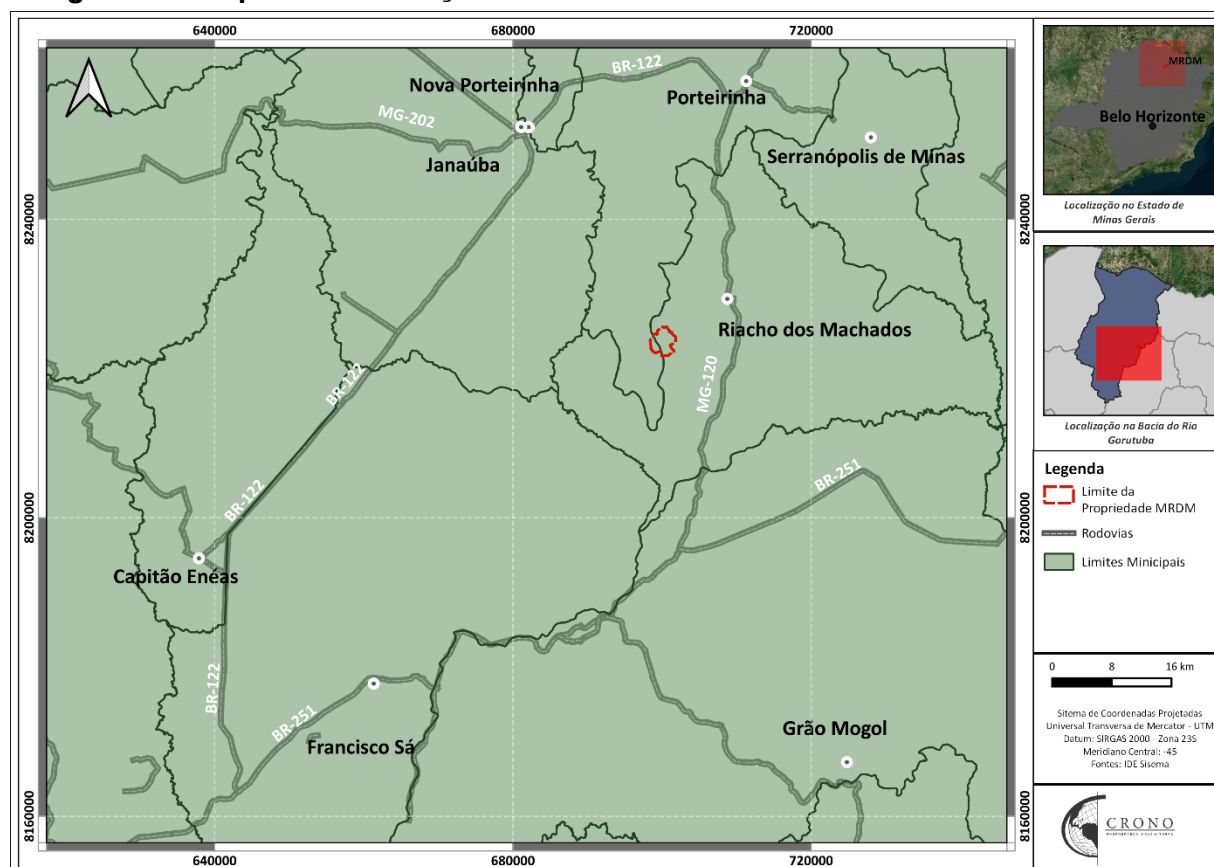
1 INTRODUÇÃO

1.1 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A Mineração Riacho dos Machados (MRDM) está localizada no norte do Estado de Minas Gerais, a sudoeste do município de Riacho dos Machados e a uma distância aproximada de 140 km da cidade de Montes Claros e a 563 km da cidade de Belo Horizonte. A MRDM inclui uma mina de ouro de lavra a céu aberto, que compreende uma área total da propriedade igual a 9,22 km².

O acesso ao empreendimento é realizado a partir de Montes Claros pela BR-251, sentido município de Francisco Sá, por aproximadamente 110 km até o trevo com a MG-120, que está em direção à cidade de Riacho dos Machados a 35 km e 75 km à Porteirinha. Nesta rodovia, trafega-se por 25 km, sendo que para o acesso à mina deve-se seguir pela esquerda (entre os quilômetros 40 e 41 da MG-120), por 14 km em estrada não pavimentada. A localização do empreendimento pode ser visualizada na Figura 1.1.

Figura 1.1: Mapa de Localização e Vias de Acesso à Mina de Riacho dos Machados



Fonte: Crono, 2021.

1.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

A qualidade das águas, seja em escala global ou local, é afetada por eventos naturais ou de origem antrópica. Como exemplo de eventos naturais, pode-se citar as chuvas, cuja água pode ser escoada e/ou infiltrada e entrar em contato com as partículas, substâncias e impurezas presentes no solo (VON SPERLING, 2014). As interferências antrópicas por sua vez, podem ocorrer de forma concentrada, como a geração de despejos domésticos e industriais, ou de forma difusa, como a aplicação de defensivos agrícolas no solo e a emissão de particulados através das atividades industriais. Como consequência, tem-se a alteração da qualidade da água pelo aumento da concentração de alguns compostos e/ou introdução de novos componentes (VON SPERLING, 2014). Aspectos físicos como pedologia, geologia e os usos do solo, assim como as

características hidrogeológicas e geoquímicas, são alguns dos elementos a serem considerados na avaliação dos recursos hídricos de uma região.

Neste contexto, foram utilizados os dados do Atlas geoquímico da bacia do Rio São Francisco e do Projeto Águas do Norte de Minas – PANM, ambos produtos do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, a fim de se obter características hidrológicas e hidrometeorológicas da região norte de Minas Gerais. Ainda, para verificação dos usos do solo, foram utilizados os dados do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomass).

Os dados, extraídos em formato vetorial e matricial, foram processados com o software QGIS versão 2.18.22, e no mesmo ambiente SIG foram elaborados mapas temáticos representativos.

1.2.1 Pedologia

A pedologia corresponde a explicação das características do solo em função de inúmeros fatores tais como clima, presença de organismos e a topografia do local de sua formação a partir de um sistema de classificação (IBGE, 2007). De acordo com os dados obtidos no PANM, na área de entorno a MRDM, estão presentes os solos do tipo Latossolo, Cambissolo e Afloramentos rochosos.

Em geral, Latossolos correspondem a solos muito profundos e homogêneos ao longo do perfil, além de intemperizados e de fácil drenagem. Este tipo de solo é comum no Território Nacional, diferenciando-se entre si principalmente pela coloração e teores de óxidos de ferro (IBGE, 2007). Na área de estudo foi identificada a presença do Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico típico de textura argilosa.

Os Cambissolos, por sua vez, apresentam grande variação no tocante à profundidade, ocorrendo desde rasos a profundos, além de apresentarem grande variabilidade também em relação às demais características. O Cambissolo Háplico distrófico de textura arenosa é o tipo presente na área de estudo, e assim como os Latossolos ali existentes, apresentam baixa fertilidade natural pela nomenclatura distrófica no 3º nível categórico

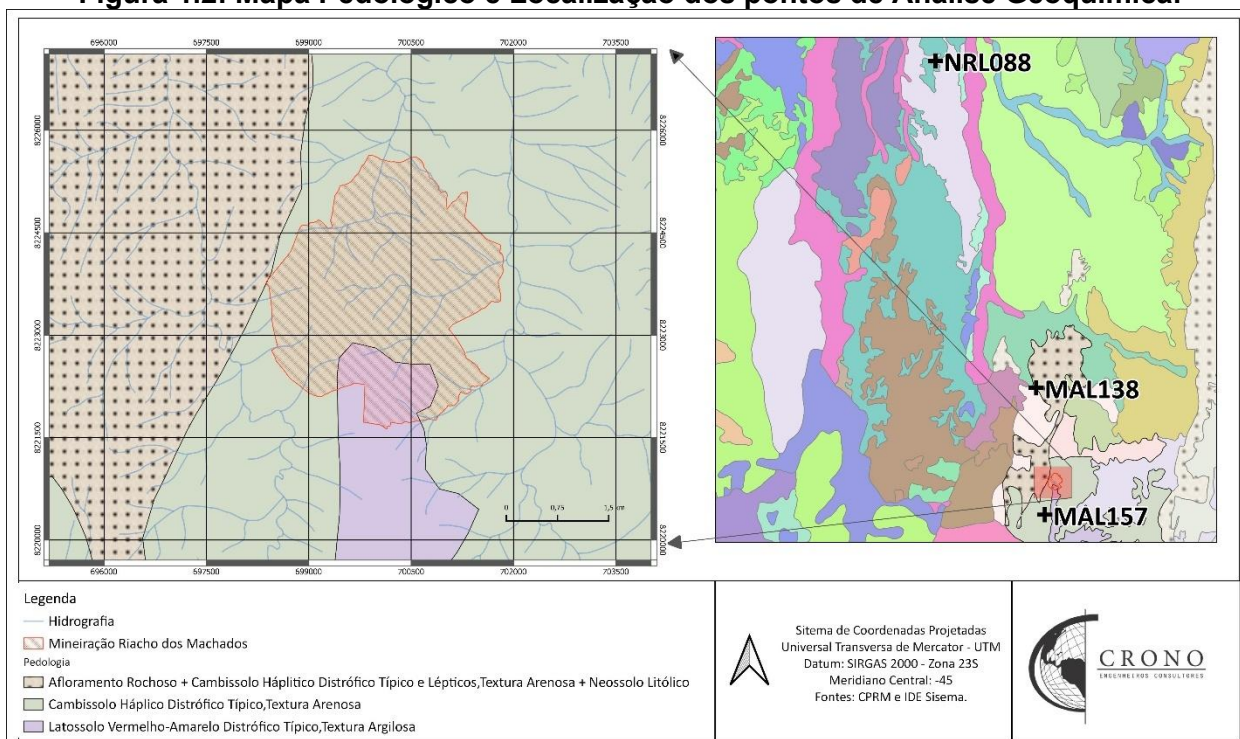
(IBGE, 2007). A designação Háplico no 2º indica ausência de algumas características marcantes no solo, como cor, diferenciação de horizontes ou processos de formação (IBGE, 2007). A presença de afloramentos rochosos é acompanhada pela existência de Cambissolos.

No âmbito do Atlas Geoquímico da Bacia do Rio São Francisco no estado de Minas Gerais, um estudo promovido pelo CPRM e composto por uma coleção de mapas geoquímicos de 53 elementos para os meios Solo e Sedimento de Fundo dos rios, foram realizadas análises geoquímicas dos solos existentes ao longo de toda a bacia hidrográfica do rio São Francisco. Destes, foram destacadas três amostras de solos a fim de ilustrar a composição química dos solos na área de estudo e apresentar a distribuição dos solos na região onde o empreendimento está inserido, conforme Tabela 1.1 e Figura 1.2.

Tabela 1.1: Pontos de Avaliação da Geoquímica dos Solos - Atlas Geoquímico da Bacia do Rio São Francisco no Estado de Minas Gerais.

Número de Campo	Coordenadas UTM Datum Sirgas 2000		Data Visita	Laboratório	Distância até a Área da MRDM (km)	Tipo de Solo
	L	N				
MAL138	695694	8245606	12/11/2009	SGS/GEOSOL	20,8	Afloramento Rochoso + Cambissolo Háplico Distrófico Típico e Lépticos, Textura Arenosa + Neossolo Litólico
MAL157	697733	8215854	05/12/2009		6,5	Cambissolo Háplico Distrófico Típico, Textura Arenosa
NRL088	672067	8322303	08/12/2009		100	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Típico, Textura Argilosa

Figura 1.2: Mapa Pedológico e Localização dos pontos de Análise Geoquímica.



Fonte: Crono, 2020.

Os resultados geoquímicos supracitados indicaram que, no ponto MAL157, Cambissolo Háplico Distrófico, as concentrações foram mais expressivas para as variáveis de interesse: Alumínio (27,17 pct), Arsênio (8 ppm), Cromo (178 ppm), Ferro (7,07 pct), Enxofre (0,01 pct) e Vanádio (147 ppm). Na amostra MAL138, Afloramento rochoso combinado com a presença de Cambissolo e ou Neossolo, as variáveis de estudo cujas concentrações foram consideráveis foram: Bário (92 ppm), Berílio (0,8 ppm), Cobalto (19,2 ppm), Cobre (31,9 ppm), Ferro (4,45 pct), Níquel (20,9 ppm), Enxofre (0,02 pct) e Zinco (18,67 ppm). Para o Latossolo Vermelho-Amarelo, representado pela amostra NRL088, as variáveis consideráveis de interesse, cujas concentrações foram superiores ao valor de ocorrência nos demais solos, são: Bário (62 ppm), Berílio (0,5 ppm) e Cálcio (0,005 pct). Cabe destacar que as concentrações de Manganês foram iguais a 50 ppm nas três amostras de interesse.

1.2.2 Geologia

A MRDM está localizada na região de divisa de duas entidades geotectônicas, do cráton São Francisco e Orógeno Araçuaí, cujas principais unidades são: Grupo Macaúbas, Subgrupo Espinhaço e Grupo Bambuí. Sendo assim, as unidades Geológicas encontradas na área do empreendimento são:

- pEmsc – Formação Serra do Catuni. Metadiamictitos de matriz filítica (com quartzo, carbonato e feldspato), contêm fragmentos angulosos, de tamanhos variados de quartzo, quartzitos, granitóides, gnaisses e calcário dolomítico.
- pEmsc(qt1) – Formação Serra do Catuni. Metadiamictitos de matriz filítica (com quartzo, carbonato e feldspato), contêm fragmentos angulosos, de tamanhos variados de quartzo, quartzitos, granitóides, gnaisses e calcário dolomítico. Subordinadamente ocorrem camadas e lentes descontínuas de quartzito impuro, posicionadas na base.
- pEc – Complexo Porteirinha. Gnaisses bandados, acinzentados.
- pErm – Grupo Riacho dos Machados. Predomina quartzo-biotita xisto, com intercalações de anfibolitos e de xistos máficos, além de metavulcânicas ácidas e intermediárias.
- pEct(of) – Complexo Porteirinha - Suíte Catolé. Plutonito Ouro Fino.
- QTd – Coberturas detrito-coluvionares em superfícies de aplainamento.
- pEB – Rochas Intrusivas. Metabasito de granulação média a grossa, geralmente com estrutura maciça.
- pEri(ba) – Suíte Rio Jacambiruçu. Plutonito Barroão.

1.2.3 Uso e Cobertura do Solo

Avaliar o uso e ocupação do solo na região no entorno do empreendimento é uma forma de quantificar possíveis mudanças ocorridas em função da atividade ou modificações na dinâmica regional. A dinâmica regional pode ser afetada principalmente pela criação de adensamentos urbanos e intensificação de fenômenos como urbanização e deflorestamento.

Nesse sentido, foram utilizados os mapeamentos de uso e cobertura do solo produzidos e disponibilizados pelo Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomas), Coleção 9.0 (MAPBIOMAS, 2024). O MapBiomas é uma iniciativa que envolve uma rede colaborativa com especialistas nos biomas, usos da terra, sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas e ciência da computação, que utiliza processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma *Google Earth Engine* para gerar uma série histórica de mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil. A metodologia de análise e classificação envolve a utilização de imagens do satélite Landsat com resolução de 30 metros, usando algoritmos de aprendizado de máquina e processamento de imagens, permitindo distinguir padrões de cada tipologia. Além disso, também considera as características de cada bioma e sua vegetação natural para a classificação nas áreas da respectiva região ecossistêmica. Esse projeto foi lançado em julho de 2015, com o objetivo de contribuir para o entendimento da dinâmica do uso e ocupação do solo no Brasil.

Os mapas de uso e cobertura do solo produzidos neste projeto são baseados no Landsat Data Archive (LDA), disponível na plataforma do *Google Earth Engine*, abrangendo os anos de 1985 até os dias atuais (MAPBIOMAS, 2020). As classes de uso e ocupação/cobertura do solo adotadas para tal mapeamento são apresentadas na Tabela 1.2.

Tabela 1.2: Classificação do Uso e Cobertura do Solo – MapBiomas (Coleção 9).

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Floresta	Formação Florestal		
	Savana		
	Mangue		
	Floresta Alagável		
	Restinga Arbórea		
Vegetação Herbácea e Arbustiva	Campo Alagado e Área Pantanosa		
	Formação Campestre		
	Apicum		
	Afloramento Rochoso		
	Restinga Herbácea		
Agropecuária	Pastagem		
	Agricultura	Lavoura Temporária	Soja
			Cana
			Arroz
			Algodão (beta)
			Outras Lavouras Temporárias
		Lavoura Perene	Café
			Citrus
			Dendê
	Outras Lavouras Perenes		
	Silvicultura		
	Mosaico de Usos		
Área Não Vegetada	Praia, Duna e Areal		
	Área Urbanizada		
	Mineração		
	Outras Áreas Não Vegetadas		
	Corpo D'Água	Rio, Lago e Oceano	
Aquicultura			

Fonte: Mapbiomas (2023).

A coluna de Nível 1 da Tabela 1.2, corresponde à classificação utilizada no mapa (Figura 1.4) e os níveis 2, 3 e 4 correspondem às subdivisões de seus níveis anteriores ou do nível 1. Por exemplo, a classe agropecuária pode ser dividida em pastagem, agricultura, silvicultura e mosaico de usos. A agricultura, por sua vez, pode ser dividida entre lavoura

temporária e lavoura perene, sendo que as classes do nível 4 demonstram suas subdivisões.

Para representar a evolução dos usos e da ocupação do solo, foram selecionados os anos de 2010, 2015, 2020 e 2023, sendo que os três últimos anos são posteriores ao início da operação do empreendimento.

As porcentagens apresentadas na Figura 1.3, bem como o mapa da Figura 1.4, exibem a evolução do uso e ocupação do solo na região onde está inserida a Mineração Riacho dos Machados (MRDM), entre os anos de 2010 e 2023.

Por meio deste levantamento, constatou-se que a agropecuária tem presença considerável na região desde antes do início da operação do empreendimento, o que justifica os altos valores do IET, que mede o enriquecimento orgânico das águas (IGAM, 2023). Tal condição pode implicar em diversos impactos para a qualidade das águas. A redução ou ausência de vegetação ripária, por exemplo, pode influenciar na diminuição da rugosidade superficial, o que pode ocasionar em menor infiltração e percolação no solo, processos responsáveis pela recarga das águas subterrâneas, logo ocorre a predominância de águas velhas¹. Tal condição reflete também em um aumento do volume de águas escoadas superficialmente, o que por sua vez, poderá influenciar em um aumento na lavagem do solo² e arraste de sedimentos.

Observou-se um aumento na classe "Agropecuária" entre 2010 e 2015, seguido de uma redução de 2015 a 2022. Além disso, houve um aumento nas classes "Floresta" e "Área

¹ Águas armazenadas nos aquíferos por longos períodos;

² Efeito de lavagem / *first flux*: condição de afluência de cargas poluidoras, antes presentes no solo, nos cursos de água pela ocorrência de eventos de chuva. Usualmente é concentrando na fase inicial do evento de chuva e apresenta grande dependência das características de precipitação (intensidade, distribuição e frequência).

Não Vegetada" entre 2015 e 2022, indicando que áreas anteriormente destinadas à agropecuária foram substituídas por estas classes, seja por reflorestamento ou pela expansão de superfícies destinadas a usos que requerem áreas sem vegetação.

Ademais, nota-se que, na área compreendida pela propriedade da MRDM, houve aumento das áreas classificadas como "Corpo d'água", devido ao acúmulo de águas na região da Barragem de Rejeitos.

Figura 1.3: Evolução dos Percentuais de Uso e Ocupação do Solo na Área da Mineração Riacho dos Machados.

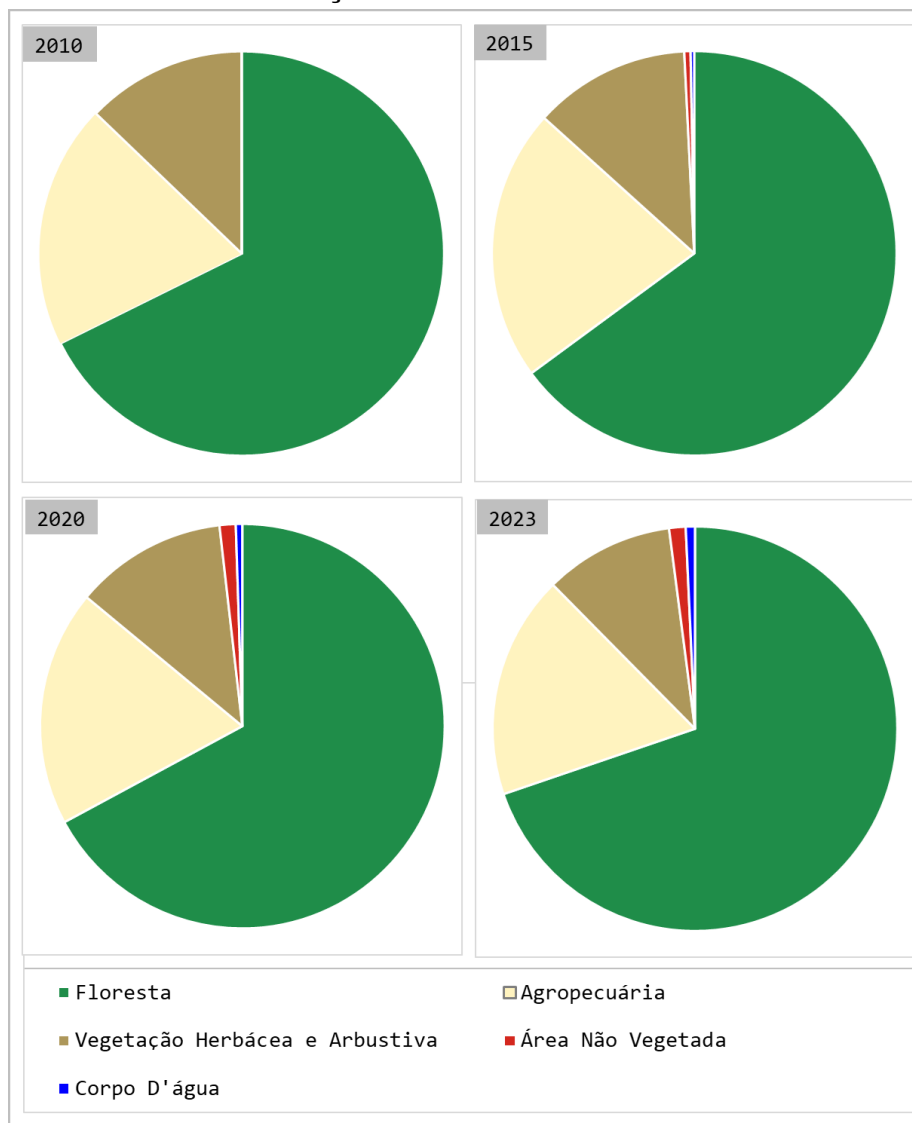
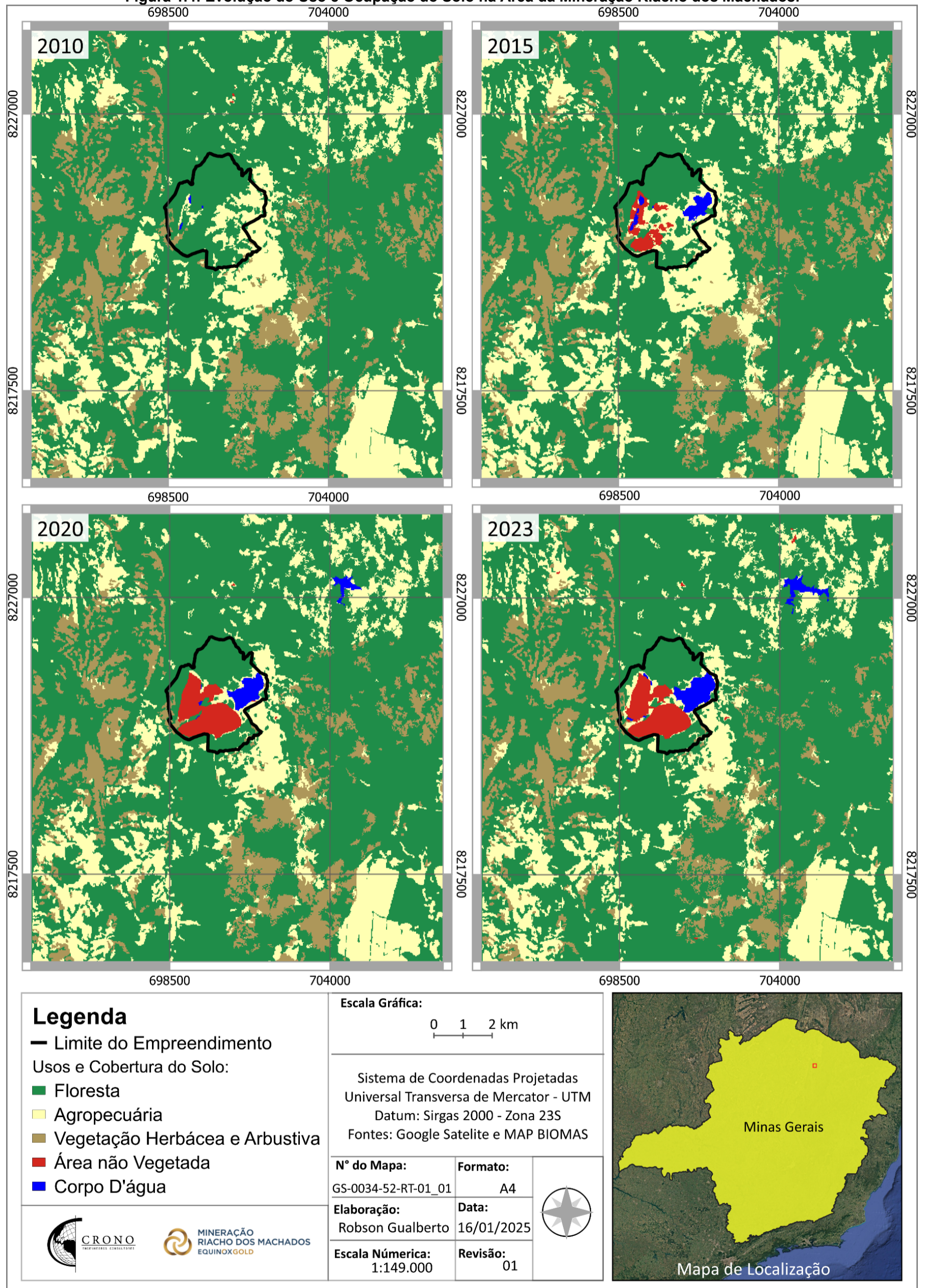


Figura 1.4: Evolução do Uso e Ocupação do Solo na Área da Mineração Riacho dos Machados.



1.3 RECURSOS HÍDRICOS

1.3.1 Clima e Tempo

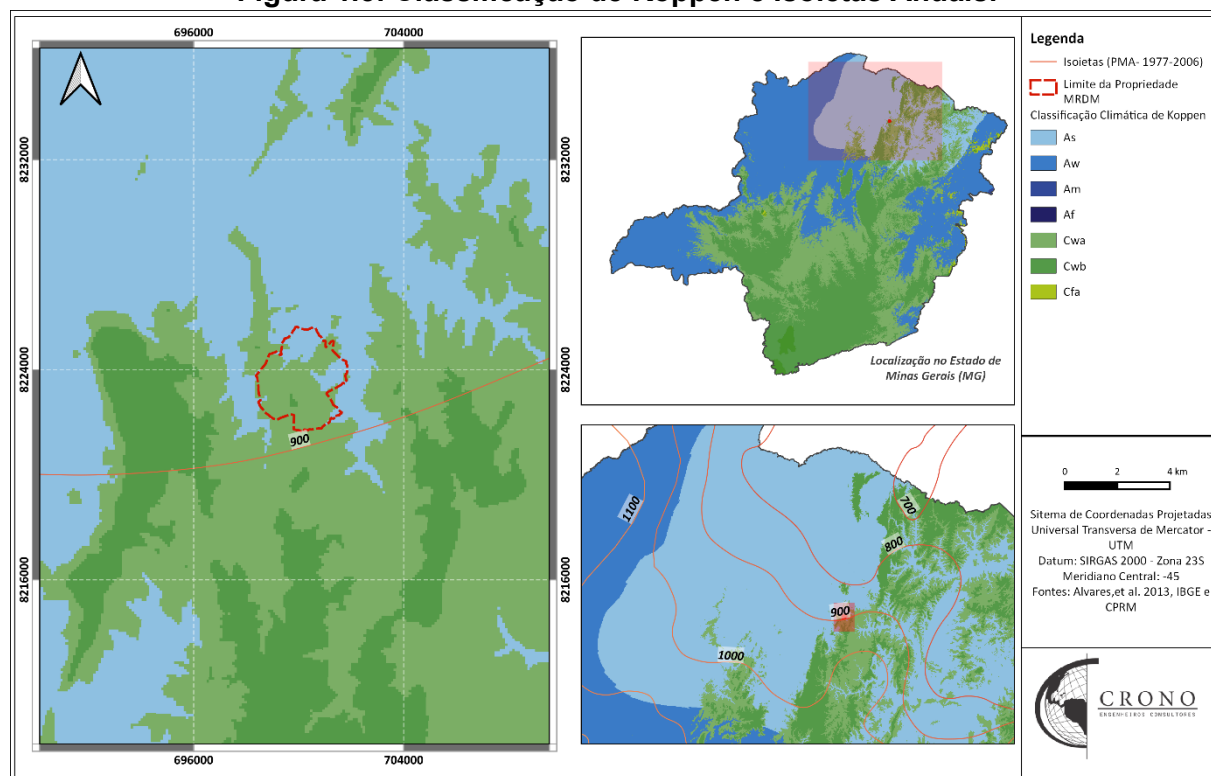
O clima de determinada região pode ser entendido como o reflexo da dinâmica das condições atmosféricas médias, sendo diretamente influenciado por atividades antrópicas, uma vez que é condicionado principalmente pela disponibilidade hídrica regional. A região em que o empreendimento está inserido é caracterizada como de clima característico do semiárido brasileiro. Conforme classificação de Köppen (Tabela 1.3), na região predomina amplamente o tipo Cwa, mesotérmico de altitude com verões quentes e chuvosos e inverno seco com temperaturas mais amenas. Segundo as isoietas anuais disponibilizadas pelo CPRM no âmbito do projeto Atlas Pluviométrico do Brasil, na região de interesse é verificada a incidência anual de cerca de 900 mm de chuva. Tais informações são apresentadas na Figura 1.5.

Tabela 1.3: Tipos Climáticos de Köppen.

Classificação Climática			Sigla
A – Tropical		F – Sem estação seca	Af
		M - Monção	Am
		S – Verão Seco	As
		W – Inverno Seco	Aw
B – Seco	S – Semi árido	H – Baixas Latitudes e Altitudes	BSh
		K – Latitude Média e altitude alta	BSk
	W – Árido	H – Baixas Latitude e Altitude	BWh
		K – Latitude Média e altitude alta	BWk
C – Úmido Subtropical	F – Clima Oceânico, sem estação seca	A – Verão Quente	CFa
		B – Verão Temperado	CFb
		C – Inverno curto e frio	CFc
	W – Com inverno Seco	A – Verão Quente	CWa
		B – Verão Temperado	CWb
		C – Verão curto e frio	CWc
	S - Verão seco	A – Quente	CSa
		B – Temperado	CSb
		C – Verão curto e frio	CSc

Fonte: Sampaio e colaboradores, 2011.

Figura 1.5: Classificação de Köppen e Isoietas Anuais.



Fonte: Crono, 2022.

1.3.2 Águas Subterrâneas

O empreendimento está localizado em uma região que abrange principalmente as águas subterrâneas do sistema aquífero Bambuí, constituído por rochas carbonáticas e pelítico carbonáticas. Embora nessa região tenha elevada demanda por águas subterrâneas, há relativa limitação de disponibilidade hídrica devido à diversos fatores. Um desses fatores seria a baixa capacidade de armazenamento de água dos aquíferos existentes, que por sua vez, é influenciada pelas condições climáticas desfavoráveis, como baixos índices pluviométricos, fontes de recarga natural. Além destes, outros fatores seriam alta taxa de evaporação e pressões de uso crescentes.

Segundo dados obtidos no Projeto Águas do Norte de Minas – PANM -CPRM, na região do empreendimento estão presentes os seguintes sistemas de produtividade (Figura 1.6).

- Coberturas Detríticas e Aluvionares, cujas características litológicas são de sedimentos inconsolidados, de granulometria variada, com alternâncias de leitos arenosos, silticos e argilosos, e cascalhos nos depósitos basais. Logo, este sistema corresponde a uma hidrogeologia de aquíferos granulares e livres, mantidos pela infiltração de águas de chuva ou dos cursos d'água. Em geral, esta tipologia de aquíferos constitui uma área de amplo intercâmbio entre as águas superficiais e as subterrâneas, visto o comportamento influente destes aquíferos no período seco. A vazão específica e transmissividade hidráulica "T" neste sistema são equivalentes a $10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ e $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, respectivamente;
- Sistema Cristalino, é constituído por rochas ígneas e metamórficas, onde predominam granitos, granitoides, gnaisses e magmáticos. Quantos às suas características hidrogeológicas, formam aquíferos livres ou semiconfinados, de porosidade secundária definida por fraturas, sendo o meio caracterizado como heterogêneo e anisotrópico. Usualmente as recargas são pluviais, sua vazão específica e transmissividade hidráulica "T" são equivalentes a $0,094 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e $1,17 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, respectivamente;
- Sistema Xistoso, predominante na Formação Salinas e no Grupo Macaúbas, ambos relacionados ao Orógeno Araçuaí. Quanto a suas características hidráulicas, apresenta vazão específica igual a $0,077 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e transmissividade hidráulica próximas a $1,2 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$,

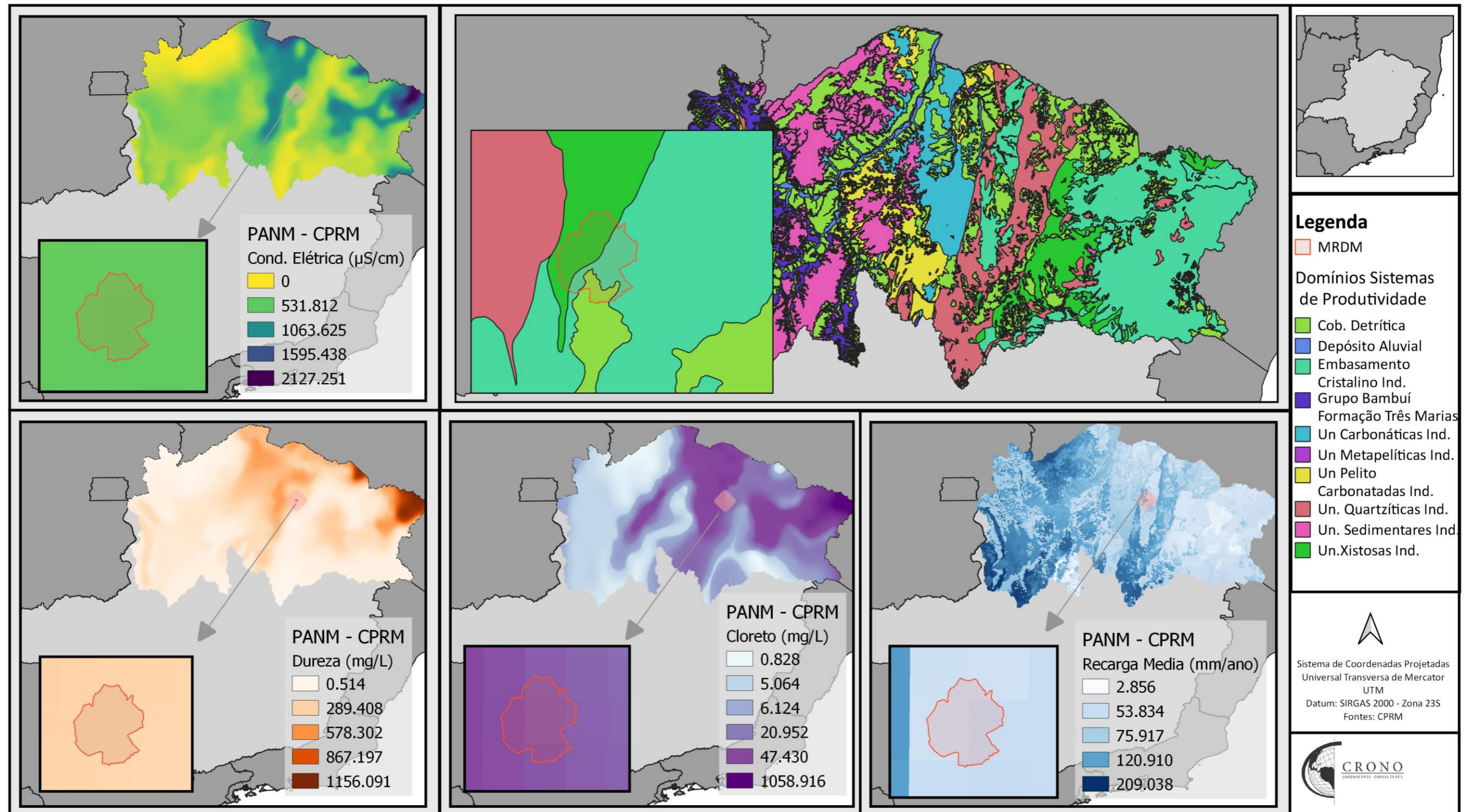
Ainda, no âmbito do PANM, foram realizadas avaliações químico-analíticas quantitativas e qualitativas dos principais constituintes iônicos presentes nas águas naturais. Esses íons são resultantes das interações físico-químicas, orgânicas e isotópicas, das águas de infiltração com as rochas das formações superficiais e do substrato, submetidas ao regime hidrodinâmico intrínseco das unidades aquíferas e condições hidrometeorológicas sazonais. No total foram considerados no estudo os resultados analíticos quantitativos de 27 parâmetros físico-químicos e de conteúdo de dois isótopos estáveis ambientais, amostrados em pontos de água subterrânea e corpos de águas superficiais. Alguns dos resultados obtidos para a distribuição média das variáveis

Condutividade Elétrica, Cloretos e Dureza são apresentados na Figura 1.6, onde observa-se a prevalência de valores médios na região da MRDM. Para as demais variáveis monitoradas, cabe destacar a condição de concentrações significativas para as variáveis Ferro e Manganês nos Aquíferos de Coberturas Detríticas e Aluvionares, enquanto nos Aquíferos Cristalinos, as concentrações elevadas foram verificadas para Alumínio, Ferro e Manganês.

Cabe ressaltar que concentrações elevadas para os metais Ferro, Manganês, Níquel e Alumínio também foram identificadas nos resultados apresentados no Atlas Geoquímico da Bacia do São Francisco, elaborado pelo CPRM – Serviço Geológico do Brasil no ano de 2018, na região em avaliação. Além destes, os elementos Bário, Lítio, Cálcio, Potássio, Magnésio e Sódio e os íons Fluoreto, Cloreto, Nitrato, Fosfato e Sulfato também apresentaram concentrações elevadas.

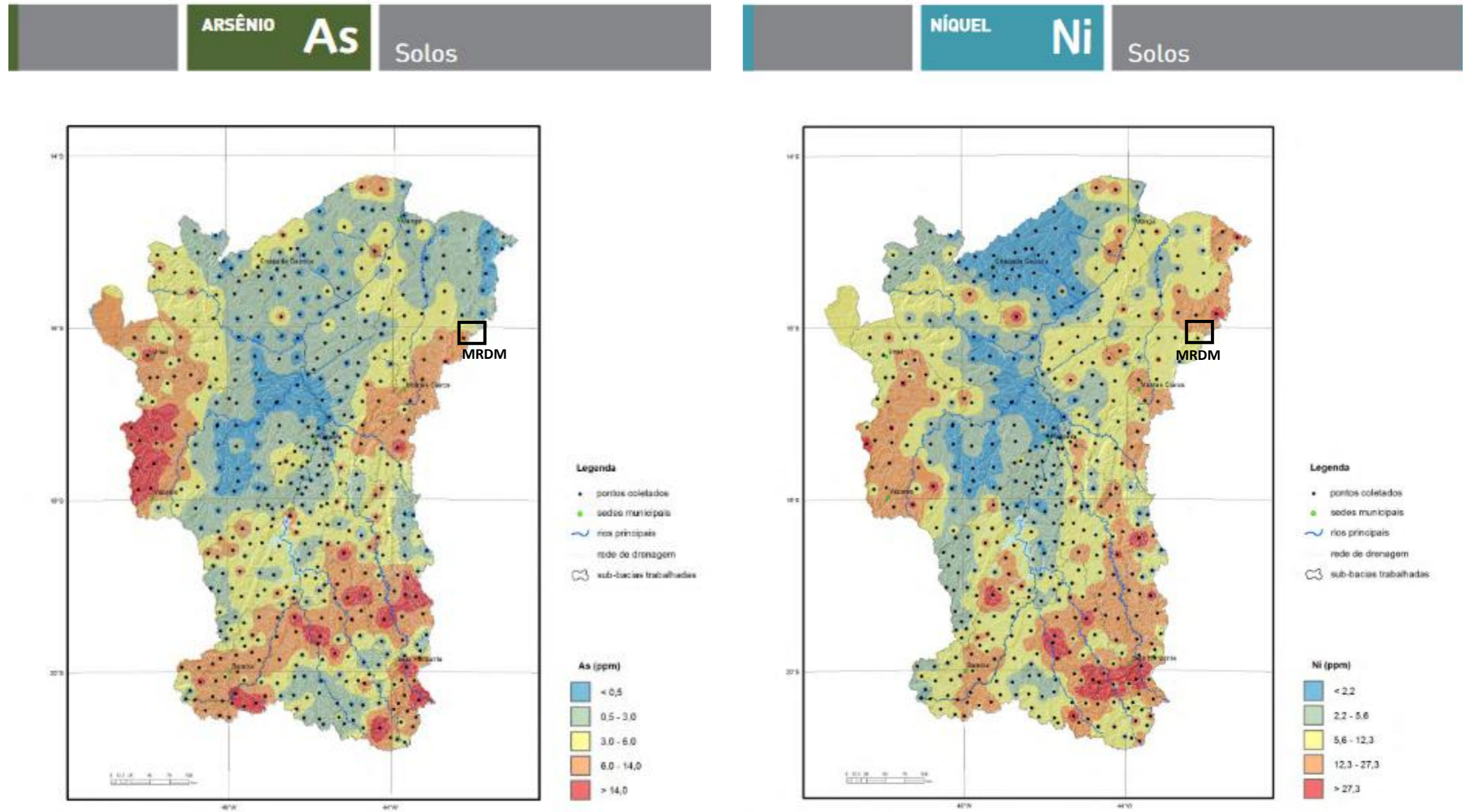
Ainda, conforme apresentado na Figura 1.7, os dados do Atlas Geoquímico da Bacia do São Francisco indicaram concentrações mais elevadas de Arsênio e Níquel nos solos da região em que a MRDM está inserida, cujas concentrações estiveram entre 6 e 14 ppm para Arsênio e entre 5,6 e 27,3 ppm para o Níquel.

Figura 1.6: Domínios Sistemas de Produtividade e Resultados Físico – Químicos – PANM.



Fonte: Crono, 2021.

Figura 1.7: Concentrações de Arsênio e Nível na Bacia do Rio São Francisco – Atlas Geoquímico da Bacia do Rio São Francisco - CPRM.



Fonte: Adaptado, CPRM, 2018.

1.3.2.1 Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas na Mesorregião do Norte do Estado de Minas Gerais - IGAM

O IGAM vem executando o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas na mesorregião do norte do Estado de Minas Gerais, área que engloba as CH's SF06, SF09 e SF10, desde 2005. Estão sendo analisados três grupos de parâmetros, quais sejam:

- Físicos: Turbidez, Sólidos totais dissolvidos (STD), Condutividade elétrica, Cor verdadeira e Temperatura;
- Químicos: pH, Eh, OD, Dureza total, Alumínio, Ferro, Manganês, Zinco, Bário, Cádmio, Cromo, Cobre, Mercúrio, Níquel, Chumbo, Estanho, Titânio, Vanádio, Molibdênio, Lítio, Sódio, Sulfato, Cloreto, Cálcio, Magnésio, Potássio, Bicarbonato, Nitrogênio amoniacal total, Nitrato, Fósforo total, Fenóis, Cianeto, Arsênio, Fluoreto, Selênio, Boro e Sílica;
- Biológico: *Escherichia Coli*.

De acordo com os dados reportados para os anos hidrológicos de 2015 a 2017 para as águas subterrâneas monitoradas na Rede Norte de Minas (60 poços amostrados), obtidos no relatório de 2018, disponibilizado no site do IGAM, de modo geral, as águas subterrâneas da região em avaliação são do tipo bicarbonatadas cálcicas (83% dos poços), seguidas das bicarbonatadas sódicas (8%) e das bicarbonatadas mistas (6%). As águas cálcicas mistas (1%) e cloretadas mistas (1%) completam a classificação. Os valores de pH indicaram águas que variam entre ácidas e alcalinas, com predominância de águas com caráter neutro, com salinidade tolerável para o consumo humano. Os valores registrados para Condutividade elétrica foram em 90% das medições inferiores a 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e valor médio de 802 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A Dureza total se mostrou elevada, com 43% das amostras classificadas como águas muito duras (concentração maior que 300 mg/L CaCO_3), e 42% como águas duras (concentração entre 150 e 300 mg/L de CaCO_3).

Por meio do Relatório de Gestão e Situação das Águas de Minas Gerais, elaborado pelo IGAM no ano de 2022, referente ao período de avaliação entre os anos de 2019 e 2022, foram reforçadas tais condições das águas subterrâneas em coletas realizadas em 82

poços de monitoramento das redes de monitoramento do norte de Minas (PANM e Norte de Minas). Neste período, foram identificados desvios em relação ao limite legal, considerando-se os Valores Máximos Permitidos para água bruta, uso preponderante consumo humano, pela Resolução CONAMA nº 396/2008 e os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021, para os metais Ferro, Manganês e Alumínio, assim como para as variáveis Dureza, Cor verdadeira, Turbidez, pH e *Escherichia coli*.

Ainda, foram verificadas superações aos padrões legais, com menor recorrência, para os parâmetros Sólidos totais dissolvidos, Nitrato, Nitrito, Chumbo total, Cloreto total, Boro total, Sulfeto, Sulfato total, Fluoreto ionizado, Bário total, Sódio total, Sódio dissolvido, Arsênio e Fenóis totais.

Vale pontuar que os parâmetros Dureza, Cor verdadeira, Turbidez, pH e Sulfeto apresentam somente padrões de potabilidade. Além disso, as variáveis Boro total e Fenóis totais possuem apenas VMPs segundo a Resolução CONAMA nº 396/2008.

Cabe ressaltar que, conforme mencionado no item 1.3.2, as concentrações elevadas para os metais Ferro, Manganês, Níquel e Alumínio também foram identificadas nos resultados apresentados no Atlas Geoquímico da Bacia do São Francisco, elaborado pelo CPRM – Serviço Geológico do Brasil em 2018 na região estudada. Além destes, os elementos Bário, Lítio, Cálcio, Potássio, Magnésio e Sódio e os íons Fluoreto, Cloreto, Nitrato, Fosfato e Sulfato também apresentaram valores elevados.

1.3.3 Águas Superficiais

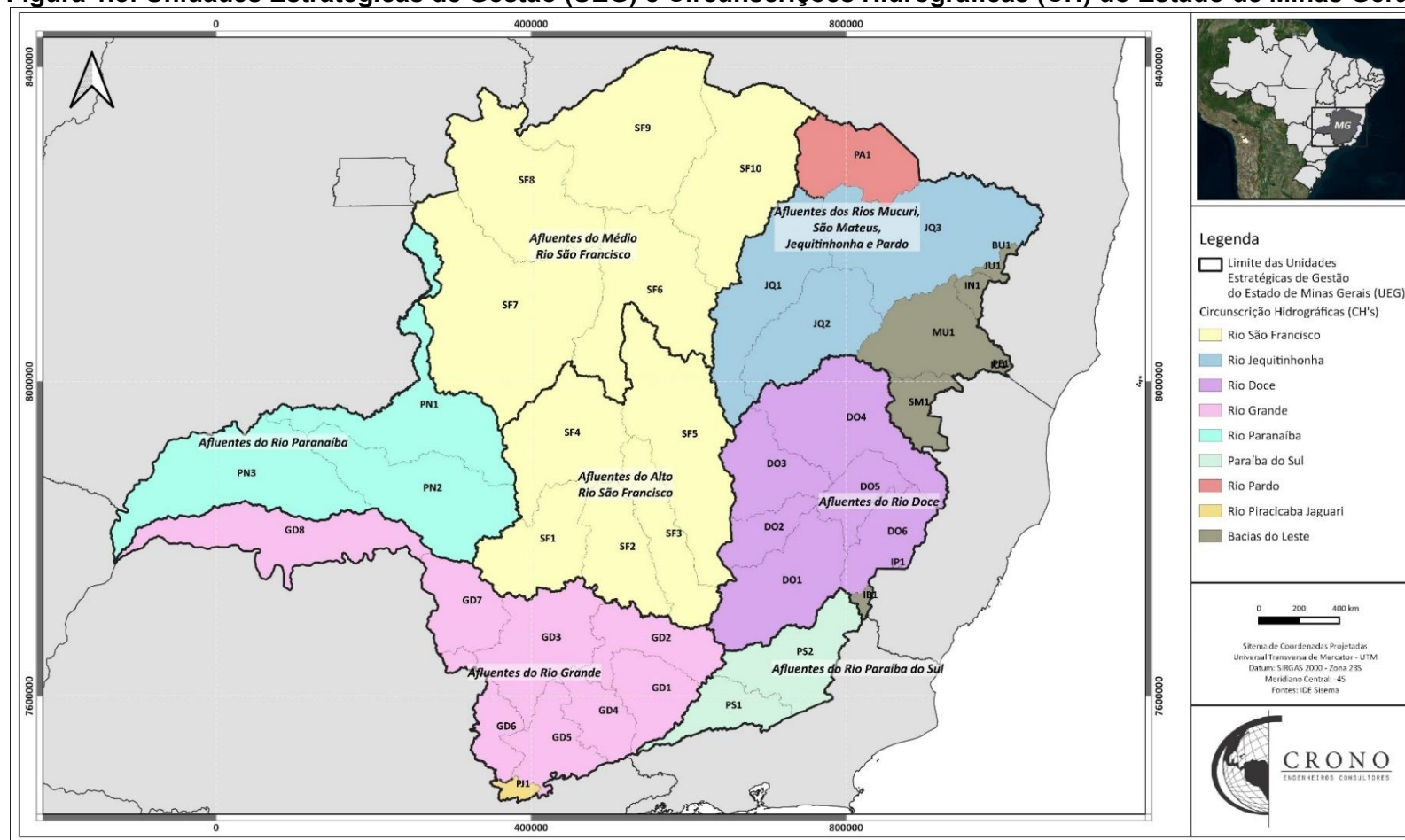
O Estado de Minas Gerais incorpora 9 (nove) bacias hidrográficas, divididas segundo a Deliberação Normativa nº 66, de 17 de novembro de 2020 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-MG), em 7 (sete) Unidades Estratégicas de Gestão (UEG). As UEG são regiões hidrográficas com características comuns ou similares de usos, demandas e disponibilidades hídricas, para fins de gestão, com ênfase no planejamento

e monitoramento, configurando uma estratégia de especialização para integração entre comitês de bacias.

As UEG são compostas por Circunscrições Hidrográficas (CH), antigas Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH), estabelecidas pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-MG), por meio da Deliberação Normativa nº 06, de 04 de outubro de 2002.

A Mineração Riacho dos Machados está localizada na bacia do rio São Francisco, na Unidade de Estratégica de Gestão (UEG) dos Afluentes do Médio Rio São Francisco, sub-bacia do rio Verde Grande, a qual corresponde a Circunscrições Hidrográficas (CH) SF10 da Bacia Hidrográfica do São Francisco, conforme definida pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) (Figura 1.8).

Figura 1.8: Unidades Estratégicas de Gestão (UEG) e Circunscrições Hidrográficas (CH) do Estado de Minas Gerais

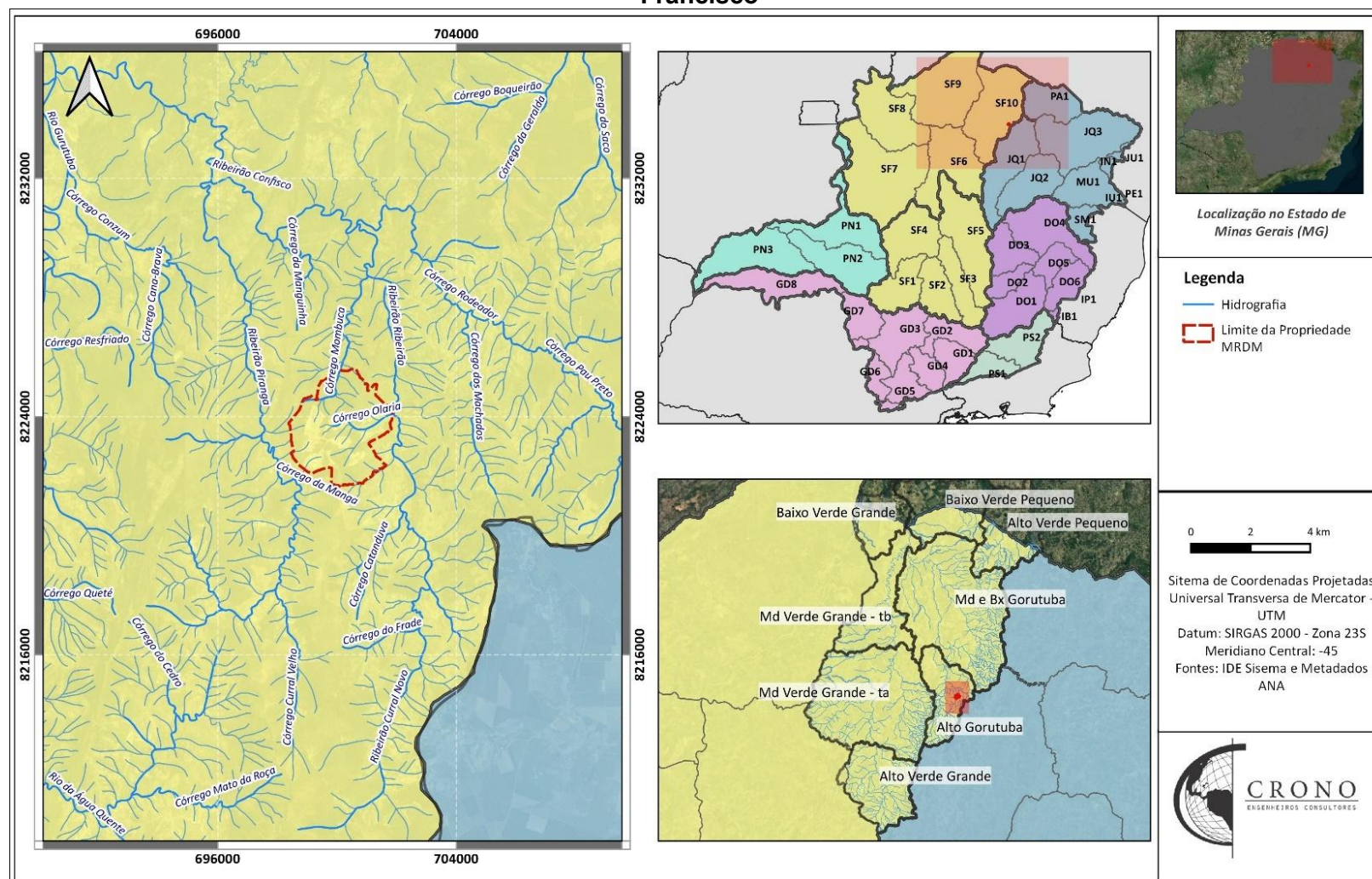


Fonte: Crono, 2020.

A área em estudo está inserida na sub-bacia do rio Gorutuba, afluente do rio Verde Grande, que tem suas nascentes no município mineiro de Francisco Sá e sua foz entre os municípios de Gameleiras, Jaíba e Matias Cardoso. As principais drenagens locais são os córregos Mombuca e Olaria, sendo estes afluentes da margem esquerda do ribeirão Ribeirão, além do ribeirão Piranga. Tanto o ribeirão Ribeirão como o ribeirão Piranga são afluentes do ribeirão Confisco, o qual deságua na margem direita do rio Gorutuba (Figura 1.9).

O ribeirão Piranga atravessa ao sul e a oeste a área da mina e possui quatro drenagens intermitentes, provenientes da área da mineração. O ribeirão Ribeirão está localizado a leste do empreendimento, e seus tributários, os córregos Olaria e Mombuca, encontram-se localizados na área da mina. Ressalta-se que o córrego Olaria foi barrado para implantação do reservatório da Barragem de Rejeitos.

Figura 1.9: Mapa Hidrográfico Exibindo as Redes de Drenagens Principais, Juntamente com seu Posicionamento na Bacia do Rio São Francisco



Fonte: Crono, 2021.

1.3.3.1 Monitoramento da qualidade das águas superficiais SF10 - IGAM

O programa de monitoramento da qualidade das águas superficiais, denominado Projeto Águas de Minas e executado pelo IGAM, apresenta atualmente 21 (vinte e um) pontos de monitoramento na UPGRH SF10. Para esses pontos as amostragens são realizadas trimestralmente, sendo duas campanhas com um rol significativo de parâmetros, nos períodos de chuva e estiagem, e duas campanhas com menor número de parâmetros, realizadas nos meses intermediários entre o período chuvoso e de estiagem.

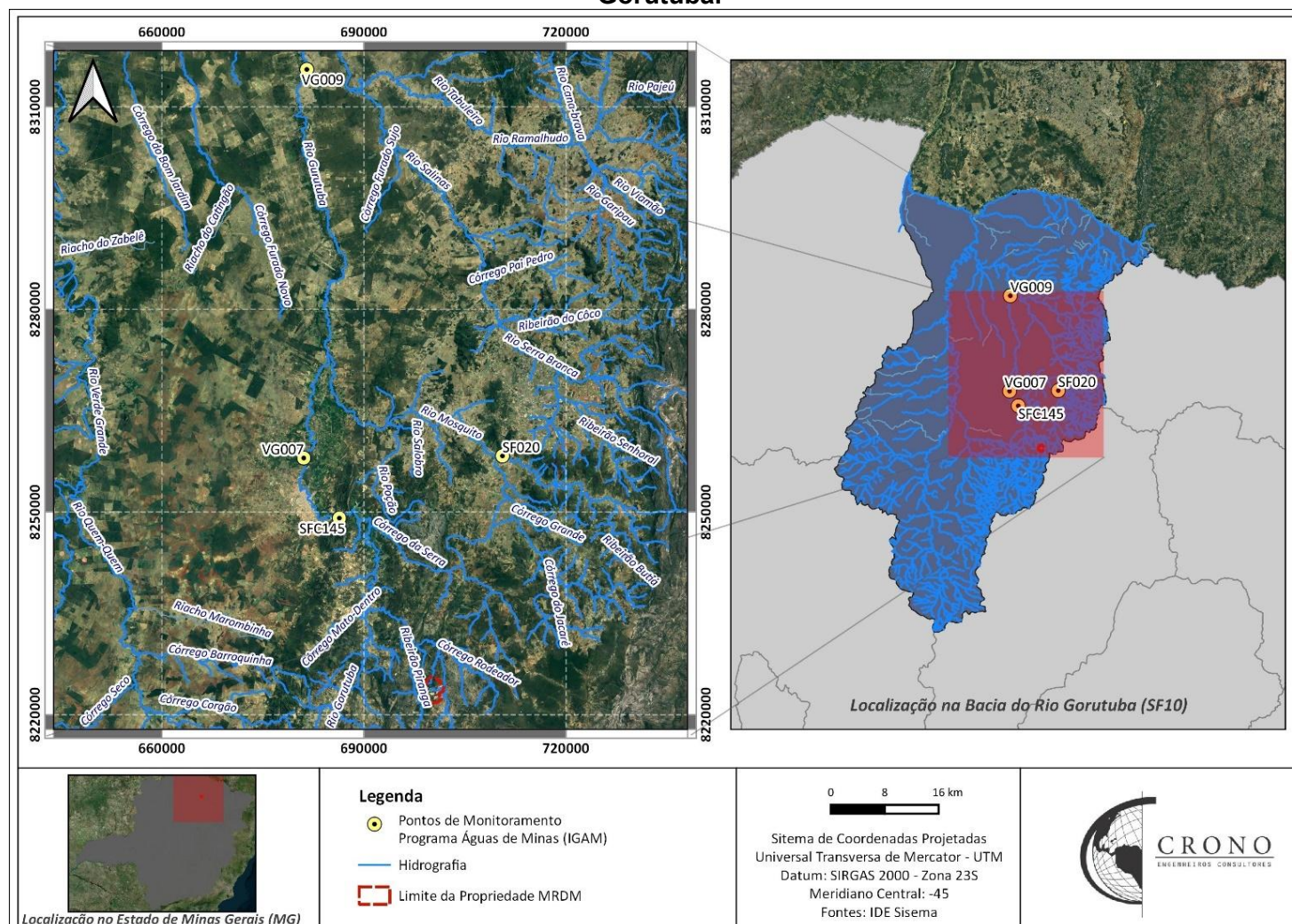
Os pontos de monitoramento, apresentados na Tabela 1.4 e na Figura 1.10, são aqueles que mais se aproximam da localização do empreendimento e com isso, refletem melhor as condições das águas na região avaliada.

Tabela 1.4: Estações de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do Projeto Águas de Minas na UPGRH SF10.

Estação	Descrição	Coordenadas UTM Datum SIRGAS 2000		Classe de Enquadramento
		E	N	
SFC145	Rio Gorutuba a jusante do barramento do Bico da Pedra	686346	8249097	Classe 2
VG007	Rio Gorutuba a jusante da cidade de Janaúba e da barragem da ASSIEG	681061	8257993	Classe 2
SF020*	Rio Mosquito a jusante de Porteirinha	710576	8258306	Classe 2
VG009	Rio Gorutuba a montante da confluência com o rio Pacuí	681515	8315531	Classe 2

* Coordenadas aproximadas

Figura 1.10: Mapa Hidrográfico Exibindo as Redes de Drenagens Principais, Juntamente com seu Posicionamento na Bacia do Rio Gorutuba.



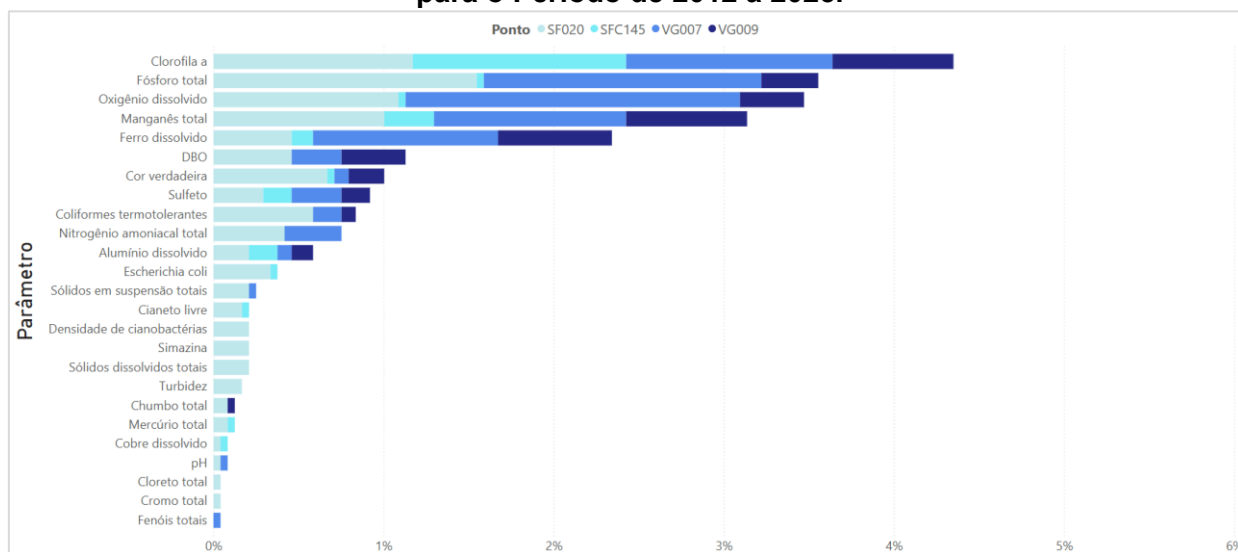
Fonte: Crono, 2021.

Dentre os parâmetros não conformes ao padrão de qualidade para águas doces classe 2, definidos pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, referente as amostras de água analisadas no período entre o primeiro trimestre de 2012 e primeiro trimestre de 2025 nas estações de monitoramento na sub-bacia do rio Gorutuba, destacaram-se as superações recorrentes para: Clorofila *a*, Fósforo total, Oxigênio dissolvido, Manganês total, Ferro dissolvido, Sulfeto, Cor verdadeira, Alumínio dissolvido, Coliformes termotolerantes, DBO, *Escherichia coli* e Nitrogênio amoniacal total. Os percentuais de não conformidades, que relaciona o número de não conformidades observadas por parâmetro ao total de não conformidades, são apresentados na Figura 1.11.

Em 2013 o monitoramento do parâmetro Coliformes termotolerantes foi substituído pelo monitoramento do parâmetro *Escherichia Coli*. Conforme legislação, a “*E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro Coliformes termotolerantes observando-se os mesmos limites” (DN Conjunta COPAM/CERH-MG/ 2022, p.11). Além disso, pode-se considerar a correspondência entre esses parâmetros, uma vez que, *Escherichia Coli* é a principal bactéria do grupo Coliformes termotolerantes, sendo sua concentração na contagem de Coliformes próxima a 80%.

Embora o parâmetro Coliformes totais não apresente limite estabelecido pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, foram registrados elevados valores em todas as estações. Foi observado que, em geral, a presença de Coliformes termotolerantes/*Escherichia Coli* em concentrações superiores ao Padrão DN COPAM/CERH-MG nº 08/2022 foram registradas na estação SF020, principalmente nas campanhas realizadas no período chuvoso. Tal condição pode estar associada a lavagem do solo e aos lançamentos de esgoto.

Figura 1.11: Não Conformidades Observadas nas Estações do Projeto Águas de Minas para o Período de 2012 a 2025.



O parâmetro DBO apresentou resultados superiores ao limite legal em todas as estações de monitoramento, com exceção da SFC145, sendo que a estação VG007 exibiu valores superiores ao limite legal apenas em seis (07) campanhas. Situação semelhante foi observada para Fósforo total e Oxigênio dissolvido, cujos desvios aos padrões de referência para as águas classe 2 estiveram concentrados nas estações SF020, VG007 e VG009, possivelmente devido aos efluentes sanitários lançados nos cursos de água. Já para o parâmetro Nitrogênio amoniacal total, não conformidades foram verificadas somente nos pontos SF020 e VG007.

As variáveis Alumínio dissolvido, Ferro dissolvido e Manganês total foram quantificadas em valores superiores aos limites padrão estabelecidos pela DN COPAM/CERH-MG nº 08/2022 em diversas campanhas da série temporal.

Por fim, os parâmetros Cor verdadeira e Sulfeto exibiram menores índices de não conformidade no ponto SFC145, com destaque verificado para o ponto SF020, que apresentou 16 desvios para o primeiro parâmetro e 7 para o segundo.

Não conformidades em menores proporções foram observadas ainda para os parâmetros Sólidos em suspensão totais, Cianeto livre, Densidade de cianobactérias,

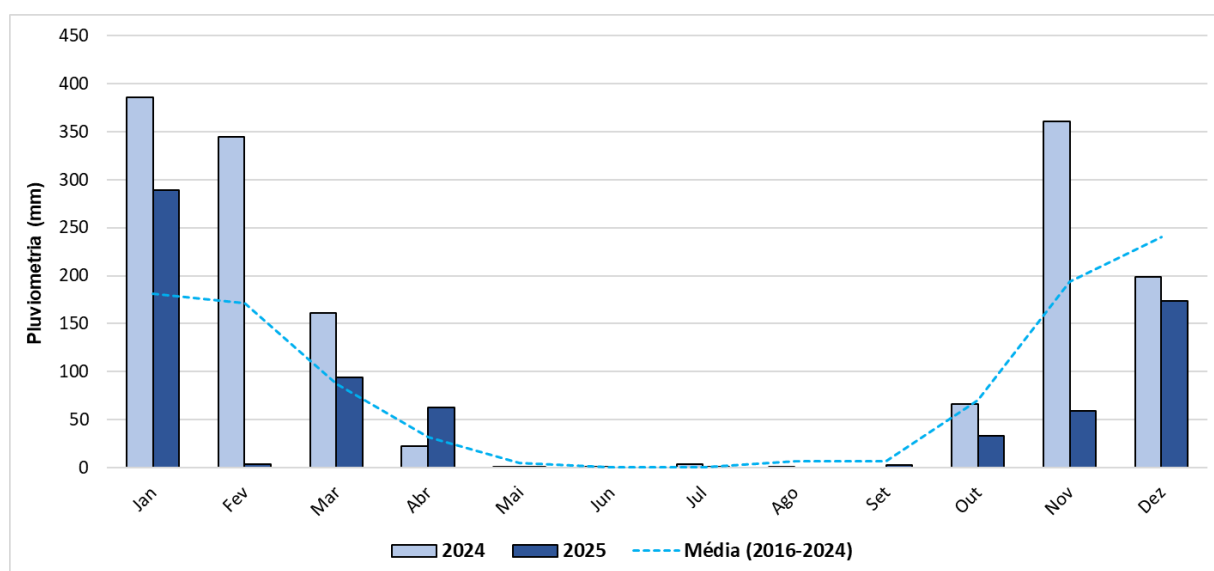
Simazina, Sólidos dissolvidos totais, Turbidez, Chumbo total, Mercúrio total, Cobre dissolvido, pH, Cloreto total, Cromo total e Fenóis totais. As ocorrências de desvios para esses parâmetros estiveram concentradas no ponto SF020.

1.4 PLUVIOMETRIA

A Mineração Riacho dos Machados (MRDM) está situada no Norte de Minas Gerais, região onde o clima característico é o semiárido, definido como clima tropical quente e úmido, com estação seca bem acentuada, conforme supracitado no item 1.3.1.

Os dados de pluviometria de janeiro de 2024 a dezembro de 2025 foram obtidos por meio do pluviômetro localizado nas imediações da Barragem de Rejeitos da MRDM. O gráfico da Figura 1.12 apresenta os valores acumulados mensalmente, no período supracitado, e a média mensal dos volumes acumulados mensalmente entre os anos de 2016 e 2024.

Figura 1.12: Monitoramento Pluviométrico na Área da Mineração Riacho dos Machados – Anos de 2024 e 2025.



Dos dados de monitoramento apresentados na Figura 1.12, observou-se que somente os índices pluviométricos obtidos nos meses abril e setembro de 2025 foram superiores aos obtidos no ano anterior (2024). Destaque para o mês de fevereiro, que exibiu

ocorrência de chuvas bem menos expressiva no ano de 2025. Em relação às médias históricas, os meses de janeiro, março e abril de 2025 exibiram pluviometrias acumuladas superiores à média histórica. Em contrapartida o mês de fevereiro de 2025, apresentou pluviometria acumulada (3,50 mm) consideravelmente inferior à média histórica (172 mm) correspondente.

2 OBJETIVO

Constitui objetivo deste trabalho a avaliação dos resultados de qualidade dos recursos hídricos dos pontos de monitoramento relativos às campanhas realizadas no segundo semestre do ano de 2025, provenientes de uma rede de monitoramento projetada para esta finalidade, detalhada no item 4.1 deste relatório. Os resultados avaliados neste relatório foram disponibilizados pela MRDM à Crono Engenharia.

O monitoramento, conduzido pela Mineração Riacho dos Machados, incorpora a avaliação da qualidade das águas superficiais, subterrâneas e dos efluentes líquidos, objeto das condicionantes nº 01, 03 e 18, da LO 007/2015. Tem como objetivo específico realizar a análise crítica dos resultados de monitoramento da qualidade das águas superficiais, subterrâneas e dos efluentes líquidos, associada às possíveis influências das atividades do empreendimento, às condições prevalecentes na região, à composição do solo e à formação geológica específica relacionada à mineração de ouro, bem como à ocupação existente no entorno do empreendimento.

3 REQUISITOS LEGAIS E NORMATIVOS

Para a avaliação dos resultados analíticos foram utilizadas as condições e padrões estabelecidos pela:

- Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 08, de 21 de novembro de 2022 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA nº 396, de 03 de abril de 2008 - Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Uso preponderante da água para consumo humano, de acordo com os Valores Máximos Permitidos do Anexo I.
- Portaria do Ministério da Saúde – Portaria MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que dispõem sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 9898/1987. Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores. Confirmada em 08.04.2021.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 15847/2010. Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento – Métodos de purga. Confirmada em 02.05.2024.

4 METODOLOGIA

4.1 REDE DE AMOSTRAGEM DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS

4.1.1 Águas Superficiais

Para o monitoramento da qualidade das águas superficiais, foram estabelecidos os pontos de monitoramento descritos na Tabela 4.1. Eles estão situados nas três principais sub-bacias que circundam o empreendimento, quais sejam, as sub-bacias do ribeirão Ribeirão, do córrego Mombuca e do ribeirão Piranga, além de pontos situados nas barragens, diques do empreendimento, bem como os *sumps* da cava nas porções Norte e Sul, como pode ser visualizado no mapa Figura 4.1.

Em agosto de 2024, após a concessão da LAC 1640/2023, foi incluída a avaliação dos pontos de águas superficiais PDR01, PDR02 e PDR03, que monitoram um *sump*, um dique e o córrego Piranga, respectivamente. Tais pontos foram inseridos ao plano de monitoramento com o intuito de atingir as melhores práticas para promover a regularidade do empreendimento durante e após a realização da atividade de empilhamento de rejeitos secos, conforme apresentado no Ofício nº 06/2024, atendendo ao automonitoramento já realizado segundo as condicionantes 01 e 03 da LO 007/2015.

Referente aos pontos monitorados trimestralmente, no segundo semestre de 2025, somente os pontos PA-07 e PA-12 foram amostrados, na campanha de outubro de 2025. Os demais pontos se encontravam secos, inacessíveis ou inseridos em área de supressão. Além disso, dentre os pontos monitorados mensalmente nesse período, os pontos PA-31 e PDR03 foram amostrados somente em dezembro de 2025, uma vez que se encontravam secos nas demais campanhas. Por fim, não houve amostragem do ponto PDR02 no segundo semestre de 2025, pois não havia vazão para coleta nesse período. Estas informações estão disponíveis nos certificados de análises apresentados no Anexo A.

Tabela 4.1: Pontos de Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais.

Código ⁽¹⁾	Coordenadas UTM*		Sub-bacia	Descrição	Ambiente
	L	N			
PA-32	702.211	8.222.550	Ribeirão Ribeirão	Ribeirão Ribeirão, montante	Lótico
PA-07	699.760	8.223.837		Dique de Segurança	Lêntico
PA-01	701.772	8.224.141		Córrego Olaria	Lótico
PA-31 ⁽²⁾	701.966	8.225.201		Ribeirão Ribeirão, jusante	Lótico
PA-13	699.128	8.224.576	Córrego Mombuca	Barragem 3	Lêntico
PA-11	699.530	8.224.410		Barragem 1B	Lêntico
PA-04	699.914	8.224.729		Córrego Mombuca	Lótico
PA-16	700.139	8.224.364		Barragem 6	Lêntico
PDR01	699.326	8.221.895	Ribeirão Piranga	Sump de coleta de drenagem da Pilha de Rejeito	Lêntico
PA-33	698.778	8.222.026		Curso de água a jusante da PDE	Lêntico
PDR03 ⁽²⁾	698.626	8.221.316		Córrego Piranga a montante da Pilha de Rejeito	Lótico
PDR02 ⁽³⁾	699.055	8.221.405		Drenagem superficial a jusante da Pilha de Rejeito (Dique)	Lêntico
PA-02	698.734	8.221.519		Ribeirão Piranga, montante	Lótico
PA-12	698.419	8.222.794		Barragem 2B	Lêntico
PA-15	698.529	8.223.625		Barragem 5	Lêntico
PA-14	698.641	8.224.005		Barragem 4	Lêntico
PA-03	697.667	8.223.653		Ribeirão Piranga	Lótico
PA-05	699.349	8.224.004	Cavas	Cava Norte	Lêntico
PA-06	698.928	8.223.036		Cava Sul	Lêntico

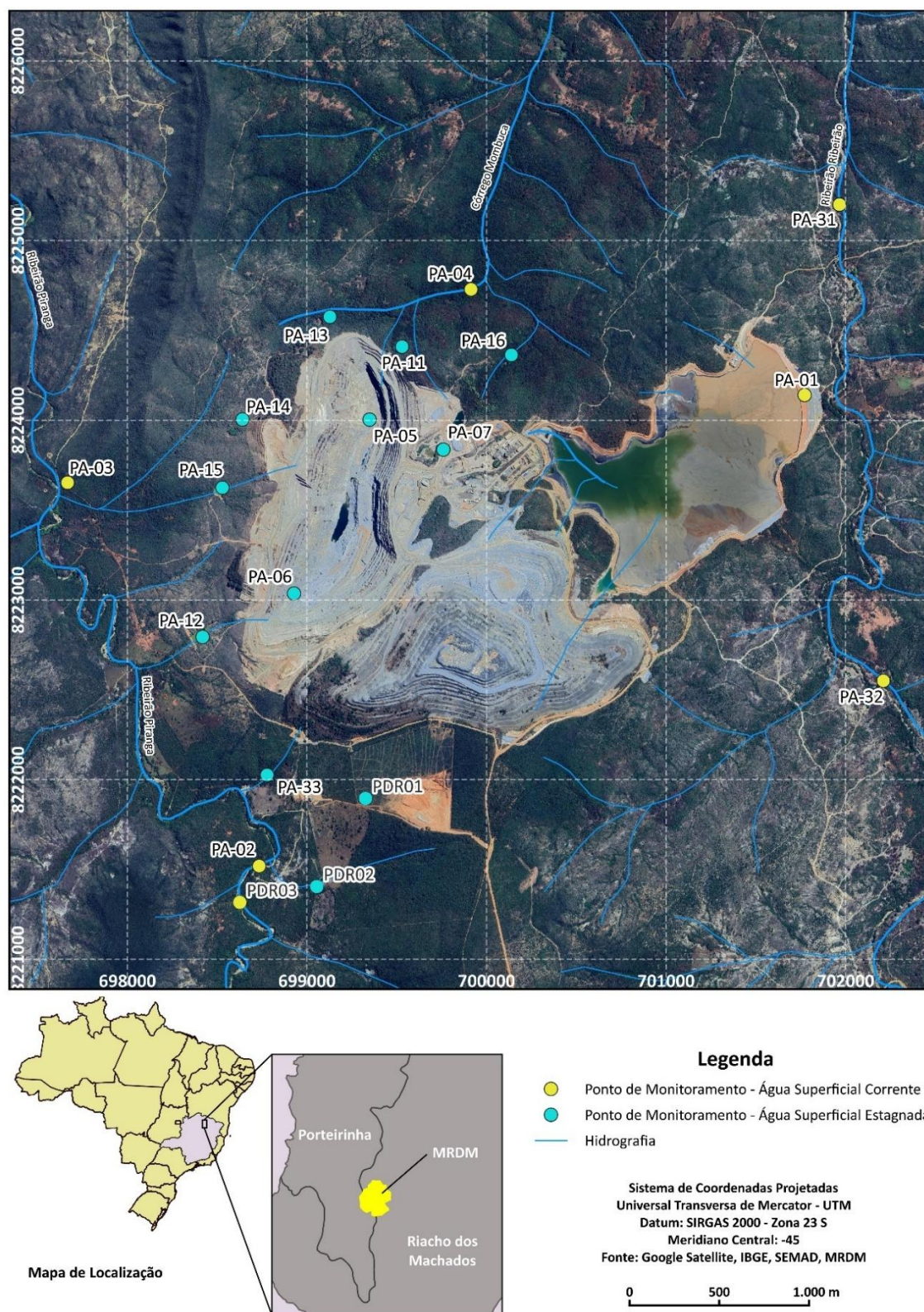
* Datum Sirgas 2000.

⁽¹⁾ Referente aos pontos monitorados trimestralmente, somente os pontos PA-07 e PA-12 foram amostrados, na campanha de outubro de 2025. Os demais pontos se encontravam secos, inacessíveis ou inseridos em área de supressão;

⁽²⁾ Monitorado somente em dezembro de 2025, nas demais campanhas se encontrava seco;

⁽³⁾ Não monitorado no segundo semestre de 2025, se encontrava seco.

Figura 4.1: Mapa de Localização dos Pontos de Monitoramento das Águas Superficiais.



4.1.2 Águas Subterrâneas

Quanto ao monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, a rede de amostragem foi dividida entre Poços de Abastecimento e Poços de Monitoramento.

Concernente aos Poços de Abastecimento, atualmente três são destinados ao abastecimento humano, localizados nas comunidades Mombuca (PA-25 – abastecimento coletivo) e Piranga (PA-21 – abastecimento individual – e PA-23 – abastecimento coletivo). A comunidade de Ouro Fino, antes abastecida pelo poço PA-30, atualmente recebe águas de um novo poço de abastecimento coletivo, o poço PA30-A, cuja qualidade das águas é avaliada por meio de coletas quinzenais e mensais. Outros três poços são utilizados para o abastecimento da planta de beneficiamento, sendo eles: PA-18, PA-19 e PA-22. No total, consideram-se 07 (sete) poços de abastecimento.

No empreendimento há, ao todo, 15 poços de monitoramento e constituem instrumentos situados entre o empreendimento e os referidos poços de abastecimento, com o objetivo de monitorar a qualidade das águas subterrâneas e antecipar a identificação de uma possível pluma de contaminação.

Os poços PA-22 e o PA-24, embora possam ser utilizados para abastecimento, apresentavam-se inativos na época da elaboração da Revisão do Plano de Monitoramento. Dessa maneira, foram atribuídos a eles as análises dos parâmetros estabelecidos para os Poços de Monitoramento. Todavia, atualmente as águas do poço PA-22 são utilizadas no abastecimento da planta de beneficiamento.

Além disso, a partir da segunda campanha trimestral de 2018, incluiu-se na avaliação da qualidade das águas subterrâneas o ponto de monitoramento PA-34 Bacia, referente à surgência de água a jusante da Barragem de Rejeitos. Conforme mencionado no Relatório Técnico de Fiscalização NUCAM 2/2018, em documentos dos Processos Administrativos LP-LI e LO, foi atribuída a sua origem ao afloramento do lençol freático.

Ademais, em agosto de 2024, foram incorporados na matriz de águas subterrâneas os poços de monitoramento PDR04 e PDR05. Tais pontos foram inseridos ao plano de

monitoramento mensal com o intuito de atingir as melhores práticas para promover a regularidade do empreendimento durante e após a realização da atividade de empilhamento de rejeitos secos, conforme apresentado no Ofício nº 06/2024, atendendo ao automonitoramento já realizado, segundo as condicionantes 01 e 03 da LO 007/2015.

Durante o segundo semestre de 2025, não foi possível realizar a coleta de amostras de água nos seguintes poços: PA-19, PA-22, PA-23, PA-24, PA-30, PA-38, PA-40, PA-41, PA-42, PA-45 e PA-46 por se encontrarem secos, inacessíveis, tamponados ou por não haver infraestrutura para coleta. Adicionalmente, o poço PA-18 não foi amostrado na campanha trimestral de outubro de 2025, em razão da impossibilidade de acesso à torneira. O poço PA-43, por sua vez, não foi monitorado na campanha trimestral de julho de 2025, por se encontrar seco.

Referente ao poço de abastecimento da comunidade, PA30-A, não houve amostragem nos meses de julho, agosto e na segunda quinzena de setembro de 2025, uma vez que o poço estava sem energia ou em manutenção. Nesse período, o abastecimento da comunidade foi realizado por caminhão pipa, segundo informado pelo empreendimento. Os laudos da qualidade das águas fornecidas pela COPASA por caminhão pipa encontram-se reunidos no Anexo B.

Além disso, o poço PDR05 não foi monitorado em dezembro de 2025, uma vez que não havia vazão para coleta. Essas informações estão dispostas nos certificados de análises inseridos no Anexo A.

Na Tabela 4.2 são apresentados os códigos, coordenadas e o proprietário das terras onde os poços estão localizados. A espacialização dos poços pode ser visualizada no mapa da Figura 4.2, bem como a litologia associada, conforme apresentado no item 1.2.1.

Tabela 4.2: Pontos de Avaliação da Qualidade das Águas Subterrâneas.

Código	Coordenadas UTM Datum Sirgas 2000		Descrição	Litologia Associada	Propriedade
	L	N			
PA-18 ⁽¹⁾	700037	8223760	Abastecimento Planta MRDM	pErm	MRDM
PA-19 ⁽²⁾	699571	8224639	Abastecimento Planta MRDM	pErm	MRDM
PA-21	698695	8222014	Abastecimento Individual	pErm	Sr. Fernando (MRDM a partir de de 2023)
PA-22 ⁽²⁾	698265	8221852	Abastecimento Planta MRDM	pEc	Sr. Fernando (MRDM a partir de de 2023)
PA-23 ⁽²⁾	698154	8222650	Abastecimento Coletivo - Comunidade Piranga	pErm	Sr. Celsino
PA-24 ⁽²⁾	697574	8223297	Abastecimento	pEmsc	Sr. Cloves
PA-25	700245	8227070	Abastecimento Coletivo	pErm	Sr. Alfeu
PA-30 ⁽²⁾	701883	8223168	Antigo Abastecimento Coletivo - Comunidade Ouro Fino	pEc	Sr. Ataíde
PA30-A ⁽³⁾	702403	8222064	Abastecimento Coletivo - Comunidade Ouro Fino	pEc	Sr. Durvalino
PA-26	700109	8225397	Monitoramento	pErm	MRDM
PA-29	698976	8224418	Monitoramento	pErm	MRDM
PA-35	700152	8222234	Monitoramento	QTd	MRDM
PA-36	698959	8222290	Monitoramento	pEc	MRDM
PA-37	698590	8222862	Monitoramento	pErm	MRDM
PA-38 ⁽²⁾	699294	8222954	Monitoramento	pEc	MRDM
PA-40 ⁽²⁾	700067	8224185	Monitoramento	pErm	MRDM
PA-41 ⁽²⁾	700487	8223508	Monitoramento	pEct(of)	MRDM
PA-42 ⁽²⁾	700674	8223089	Monitoramento	pEc	MRDM
PA-43 ⁽⁴⁾	701635	8223465	Monitoramento	pEc	MRDM
PA-44	701863	8224238	Monitoramento	pEc	MRDM
PA-45 ⁽²⁾	700436	8223881	Monitoramento	pEct(of)	MRDM
PA-46 ⁽²⁾	698509	8223602	Monitoramento	pErm	MRDM
PDR04	698733	8224133	Monitoramento	pErm	MRDM
PDR05 ⁽⁵⁾	698730	8221805	Monitoramento	pErm	MRDM
PA-34-Bacia	701820	8224081	Surgência	pEc	MRDM

* Datum Sirgas 2000.

(1) Não monitorado em outubro de 2025, sem acesso da torneira;

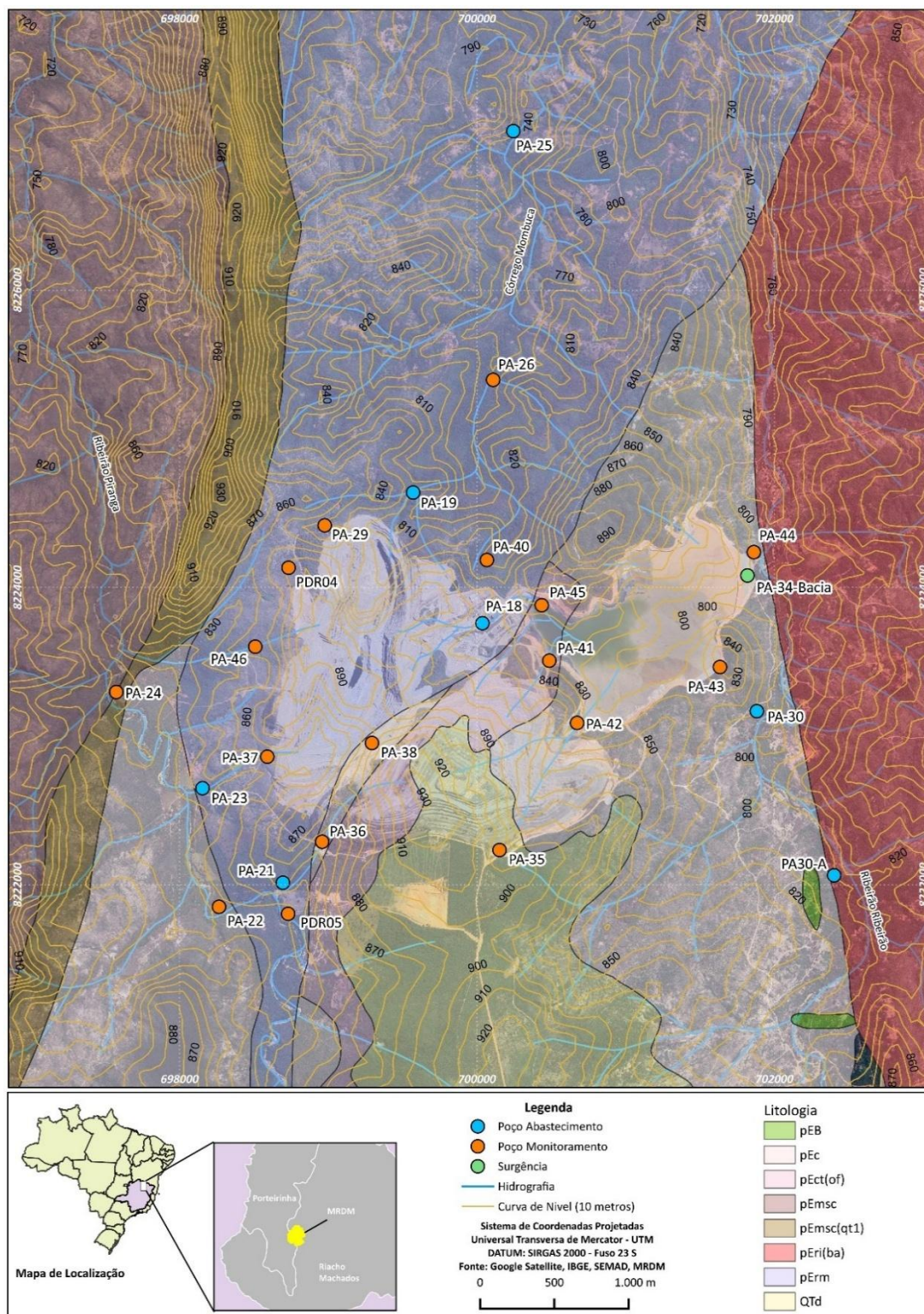
(2) Não amostrado no segundo semestre de 2025, poço seco, sem acesso, tamponado ou sem energia;

(3) Não monitorado em julho, agosto e na segunda quinzena de setembro de 2025, poço sem energia ou em manutenção;

(4) Não monitorado em julho de 2025, poço seco;

(5) Não monitorado em dezembro de 2025, poço seco.

Figura 4.2: Mapa de Localização dos Pontos de Monitoramento das Águas Subterrâneas.



4.1.3 Efluentes Líquidos

Na Tabela 4.3 e na Figura 4.3 são apresentados os sistemas de controle monitorados pelo empreendimento, que se resumem a uma Estação de Tratamento de Efluentes Sanitários (ETE), quatro Sistemas de Tratamento de Efluentes Oleosos (SAO), um sistema DETOX e o ponto de monitoramento referente ao percolado da Barragem de Rejeitos (PA-34 Caixa).

No segundo semestre de 2025, não foi realizado o monitoramento dos sistemas SAO-02 e SAO-05, pois estavam secos, sem vazão de efluente. Ademais, o sistema SAO-04 foi monitorado apenas em sua entrada no segundo semestre de 2025, uma vez que não havia vazão para coleta em sua saída. Os certificados de análises inseridos no Anexo A apresentam estas informações.

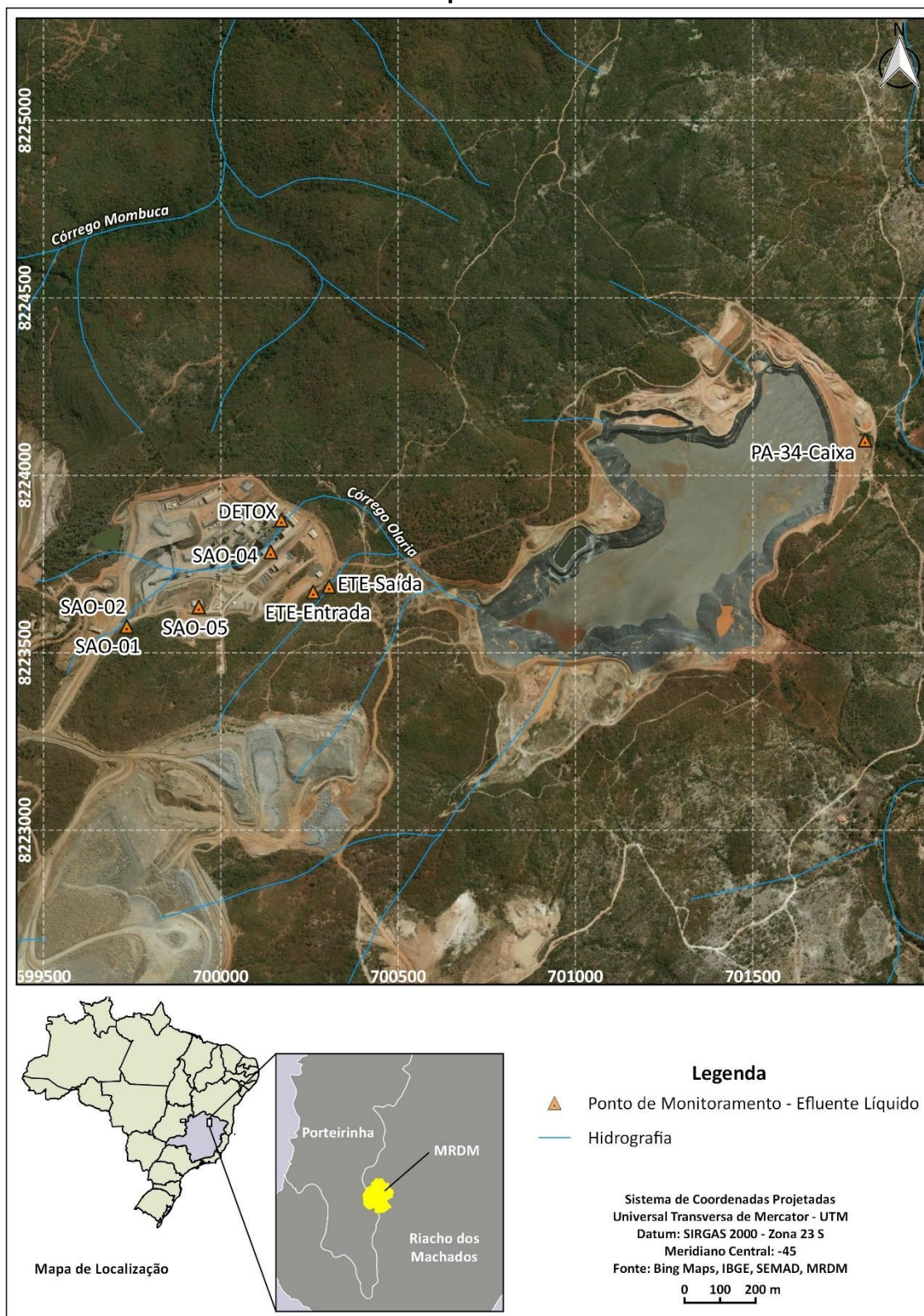
Tabela 4.3: Pontos de Avaliação da Qualidade dos Efluentes Líquidos.

Código	Coordenadas UTM Datum Sirgas 2000		Origem do Efluente	Descrição Resumida do Tratamento
	L	N		
DETOX	700171	8223874	Efluente do processo hidrometalúrgico.	-
ETE	700037	8223760	Efluentes sanitários banheiros da portaria, vestiário e limpeza das fossas localizadas nas áreas (três vezes por semana uma empresa suga as fossas e descarta na ETE).	Gradeamento, desarenação, tanque de esgoto, reator UASB, tanque de aeração, decantador secundário, tanque de contato e disposição final na Barragem de Rejeitos.
SAO-01	699735	8223574	Efluente oleoso do Posto de Combustível (lavagens, possíveis vazamentos).	Separação física
SAO-02 ⁽¹⁾	699735	8223574	Efluente oleoso Oficina Mecânica da Mina (lavagem da oficina, pátio, peças e manutenção em geral)	Separação física
SAO-04 ⁽²⁾	700141	8223784	Efluente oleoso Drenagem sala de compressores (possíveis vazamentos, lavagem da área, manutenções).	Separação física
SAO-05 ⁽¹⁾	699938	8223629	Efluente oleoso Drenagem baia de resíduos perigosos do Pátio de Resíduos (possíveis vazamentos lavagens).	Separação física
PA-34 Caixa	701817	8224099	Caixa de Percolado da Barragem de Rejeito.	-

⁽¹⁾ Não amostrado no segundo semestre de 2025, ponto seco;

⁽²⁾ Não amostrado na saída no segundo semestre de 2025, ponto seco;

Figura 4.3: Mapa de Localização dos Pontos de Monitoramento dos Efluentes Líquidos.



4.1.4 Monitoramento Mensal

Complementarmente, foram realizadas campanhas com periodicidade mensal nos pontos apresentados na Tabela 4.4.

Não foram realizadas coletas no poço PA-30 durante o segundo semestre de 2025, uma vez que o sistema estava sem energia para acionamento da bomba. Ainda, o poço PDR05 estava seco na campanha de dezembro de 2025.

Além disso, o poço PA30-A não foi monitorado em julho, agosto e na segunda quinzena de setembro de 2025, pois não havia energia para coleta ou o poço se encontrava em manutenção. Nesse período, o abastecimento da comunidade foi realizado por caminhão pipa, segundo informado pelo empreendimento.

Quanto aos pontos de águas superficiais PA-31 e PDR03, foi realizada amostragem apenas na campanha de dezembro de 2025, uma vez que nos demais meses encontravam-se secos. Por fim, o ponto PDR02 estava seco em todas as campanhas realizadas no segundo semestre de 2025. Estas informações estão disponíveis nos certificados de análises inseridos no Anexo A.

Tabela 4.4: Rede de Monitoramento Mensal.

Matriz Ambiental	Ponto de Monitoramento	Descrição
Efluentes Líquidos	PA-34 Caixa	Percolado da Barragem de Rejeitos
Águas Subterrâneas	PA-34 Bacia	Surgência a jusante da Barragem de Rejeitos
	PA-30	Antigo Poço de Abastecimento Coletivo – Comunidade Ouro Fino. Propriedade: Sr. Ataíde
	PA30-A	Poço de Abastecimento Coletivo – Comunidade Ouro Fino. Propriedade: Sr. Durvalino
	PA-35	Poço de Monitoramento – Propriedade MRDM
	PA-44	Poço de Monitoramento – Propriedade MRDM
	PDR04	Poço de Monitoramento – Propriedade MRDM
	PDR05	Poço de Monitoramento – Propriedade MRDM
Águas Superficiais	PA-31	Ribeirão Ribeirão, a jusante do empreendimento
	PDR01	Sump de coleta de drenagem da Pilha de Rejeito
	PA-33	Dique de Contenção de Sedimentos
	PDR02	Drenagem superficial a jusante da Pilha de Rejeito (Dique)
	PDR03	Córrego Piranga a montante da Pilha de Rejeito

4.2 PARÂMETROS ANALISADOS

Entre a Tabela 4.5 e Tabela 4.8 são apresentadas as variáveis analisadas nas amostras de águas superficiais, águas subterrâneas e para os efluentes líquidos, sendo eles estabelecidos na Revisão do Plano de Monitoramento (WATERGEO, 2012).

No Plano de Monitoramento foi proposto o cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA) para os pontos PA-03, PA-31 e PA-32, uma vez que podem representar a qualidade das águas dos ribeirões Piranga (PA-03 – jusante) e Ribeirão (PA-31 – jusante, PA-32 – montante), localizados a montante e a jusante do empreendimento. Assim, nas amostras de água desses pontos foram incluídas as análises dos parâmetros Sólidos totais, Fósforo total, Nitrato total e Cloreto total, este último de forma a possibilitar a determinação da concentração de saturação do Oxigênio dissolvido, necessário ao cálculo do IQA. Para os pontos de monitoramento PA-31 e PA-32, foram monitorados também os parâmetros Cianeto livre, Cianeto total e Cianeto WAD.

Ainda no tocante às águas superficiais, os resultados analíticos foram comparados com os padrões de qualidade para águas doces classe 2, segundo o artigo 37 da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, visto que os cursos de águas superficiais monitorados na área do empreendimento não possuem enquadramento legal.

Segundo Ofício nº 06/2024, aprovado através do Parecer Técnico emitido pela FEAM/MG em abril de 2024, foi solicitado o incremento do rol de parâmetros do ponto PA-33 com as variáveis Cianeto livre, Cianeto total, Cianeto WAD, Cloreto total, Fósforo total, Nitrato e Sólidos totais. Ainda, para o monitoramento da qualidade das águas do ponto PA-02, foi solicitada a inclusão dos parâmetros Nitrato, Fósforo total, Cloreto total, Cianeto livre, Cianeto total e Cianeto WAD.

Para as águas subterrâneas dos poços de abastecimento humano, estabeleceu-se o monitoramento da qualidade da água bruta de acordo com os parâmetros inorgânicos e

de microrganismos indicados no Anexo I da Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o Uso Preponderante da Água para Consumo Humano, com frequência semestral. Contudo essa proposta foi parcialmente aceita pelo órgão ambiental, sendo alterada a frequência para trimestral e tais análises realizadas nos poços de abastecimento coletivo das comunidades vizinhas ao empreendimento (PA-21, PA-23, PA-25, PA-30 e PA30-A).

Para os poços de monitoramento, o rol de parâmetros analisados correspondeu ao estabelecido na supracitada revisão do Plano de Monitoramento em campanhas com periodicidade trimestral. Ressalta-se ainda que os poços PA-18 e PA-19 têm suas águas captadas para uso industrial, e diferentemente do informado no Plano de Monitoramento, os escritórios e refeitório são abastecidos por caminhões pipa de água potável. Para esses poços, o rol de parâmetros analisados correspondeu ao estabelecido na supracitada revisão do Plano de Monitoramento.

Ademais, foi solicitada através do Ofício nº 06/2024, a incorporação dos parâmetros Bicarbonato, Cálcio, Cianeto, Cianeto livre, Cianeto WAD e Potencial redox no monitoramento das águas do poço PA-35. Da mesma maneira, os parâmetros Sulfeto, Bicarbonato, Cálcio, Magnésio, Potássio, Sílica dissolvida, Potencial redox foram incluídos no monitoramento do poço PA-21.

Quanto ao ponto PA-22, por meio de solicitação do ofício supracitado, foram incluídos os seguintes parâmetros em seu rol de monitoramento: Bicarbonato, Cálcio, Magnésio, Potássio, Sódio, Sílica, Cloreto, Fluoreto, Potencial redox, Cianeto livre, Cianeto total e Cianeto WAD.

Conforme informado no R0075775/2018, nas amostras de água coletadas no ponto PA-34 Bacia, surgência a jusante da Barragem de Rejeitos, foram analisados os mesmos parâmetros definidos para o percolado PA-34 Caixa, a fim de atender à recomendação do Relatório Técnico de Fiscalização NUCAM 2/2018. Cabe destacar que essa água é bombeada para a Barragem de Rejeitos e, na sequência, utilizada no processo como uma prática de reuso, conforme informado pelo empreendimento.

Referente ao monitoramento dos efluentes líquidos, no Anexo II do PARECER ÚNICO Nº 0390682/2015 (SIAM) encontram-se definidos os parâmetros e a frequência para os tipos sistemas de controle ETE, SAO e DETOX.

Quanto ao ponto de monitoramento PA-34 Caixa, correspondente à caixa impermeabilizada de armazenamento do percolado da Barragem de Rejeitos, caracterizado como efluente conforme definido em resposta à SUPRAM – Auto de Fiscalização nº 139920, foram analisados os parâmetros definidos na Revisão do Plano de Monitoramento (WATERGEO, 2012). Esse rol de parâmetros corresponde a maioria dos parâmetros com padrão de lançamento estabelecido na DN Conjunta Copam/CERH-MG nº 01/2022, incluídas as variáveis Cianeto, Cianeto livre e Cianeto WAD. É importante ressaltar que esse efluente não é lançado em corpo hídrico, sendo bombeado continuamente para a Barragem de Rejeitos, de acordo com informações do empreendimento.

Tabela 4.5: Parâmetros Analisados nos Pontos de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais.

Código	Parâmetros Analisados
PA-32	Alcalinidade total, Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre ⁽¹⁾ , Cianeto total ⁽¹⁾ , Cianeto WAD ⁽¹⁾ , Cloreto total, Coliformes termotolerantes, Condutividade elétrica, Cromo total, DBO, Ferro dissolvido, Fosfato total, Manganês total, Níquel total, Nitrato, Oxigênio dissolvido, pH, Sólidos dissolvidos totais, Sólidos em suspensão totais, Sólidos totais, Sulfato total, Sulfetos, Temperatura ambiente, Temperatura da amostra, Turbidez e Zinco total.
PA-31	
PA-33	
PDR02	
PDR03	
PA-03	
PA-02	
PA-07	Alcalinidade total, Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Coliformes termotolerantes, Condutividade elétrica, Cromo total, DBO, Ferro dissolvido, Manganês total, Níquel total, Oxigênio dissolvido, pH, Sólidos dissolvidos totais, Sólidos em suspensão totais, Sulfato total, Sulfetos, Temperatura ambiente, Temperatura da amostra, Turbidez e Zinco total.
PA-01	
PA-13	
PA-11	
PA-04	
PA-16	
PA-12	
PA-15	
PA-14	
PA-05	
PA-06	
PDR01	Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cianeto total, Cianeto WAD, Condutividade elétrica, Cromo Hexavalente, Cromo total, Cromo trivalente, Ferro dissolvido, Manganês dissolvido, Níquel total, pH, Potencial redox, Materiais sedimentáveis, Sulfeto, Temperatura da amostra e Zinco total.

⁽¹⁾ Não é analisado no ponto PA-03.

Tabela 4.6: Parâmetros Analisados nos Pontos de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas – Poços de Abastecimento.

Código	Físico-Químicos
PA-18	Alumínio, Antimônio, Arsênio, Bário, Berílio, Boro, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cloreto, Cobre, Coliformes termotolerantes, Condutividade elétrica, Cromo (Cr III + Cr VI), <i>Escherichia coli</i> , Ferro, Fluoreto, Manganês, Mercúrio, Molibdênio, Níquel, Nitrato (expresso em N), Nitrito (expresso em N), pH, Potencial redox, Prata, Selênio, Sódio, Sólidos totais dissolvidos (STD), Sulfato, Temperatura ambiente, Temperatura da amostra, Urânio, Vanádio e Zinco.
PA-19	
PA-23	
PA-25	
PA-30	
PA30-A	
PA-21	Alcalinidade de bicarbonatos, Alcalinidade total, Alumínio, Alumínio dissolvido, Arsênio, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cianeto, Cianeto livre, Cianeto WAD, Cloreto, Coliformes termotolerantes, Condutividade elétrica, Cromo, DBO, Ferro dissolvido, Ferro, Fluoreto, Magnésio, Manganês, Níquel, Nitrato, Oxigênio dissolvido, pH, Potássio, Potencial redox, Sílica dissolvida, Sódio dissolvido, Sólidos dissolvidos totais, Sólidos em suspensão totais, Sulfato, Sulfeto, Temperatura ambiente, Temperatura da água, Temperatura do ar, Turbidez e Zinco.
PA-22	

Tabela 4.7: Parâmetros Analisados nos Pontos de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento.

Código	Parâmetros Analisados
PA-24	Alcalinidade total, Alumínio, Arsênio, Cádmio, Chumbo, Coliformes termotolerantes, Condutividade elétrica, Cromo (Cr III + Cr VI), Ferro, Manganês, Níquel, Nitrato (expresso em N), pH, Potencial redox, Sólidos dissolvidos totais, Sulfato, Sulfeto, Temperatura ambiente, Temperatura da amostra e Zinco.
PA-26	
PA-29	
PA-36	Alcalinidade de bicarbonatos, Alcalinidade total, Alumínio, Arsênio, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cianeto ⁽¹⁾ , Cianeto livre ⁽¹⁾ , Cianeto WAD ⁽¹⁾ , Cloreto, Coliformes termotolerantes, Condutividade elétrica, Cromo (Cr III + Cr VI), Ferro, Fluoreto, Magnésio, Manganês, Níquel, Nitrato (expresso em N), pH, Potássio, Potencial redox, Sílica dissolvida, Sódio dissolvido, Sólidos dissolvidos totais, Sulfato, Sulfeto, Temperatura ambiente, Temperatura da amostra e Zinco.
PA-37	
PA-38	
PA-40	
PA-41	
PA-42	
PA-43	
PA-44	
PA-45	
PA-46	
PDR04	
PDR05	
PA-34 Bacia	Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto, Cianeto livre, Cianeto WAD, Condutividade elétrica, Cromo hexavalente, Cromo trivalente, Ferro dissolvido, Manganês dissolvido, Níquel total, pH, Potencial redox, Materiais sedimentáveis, Sulfetos, Temperatura da amostra e Zinco total.

PA-35	Alcalinidade de bicarbonatos, Alcalinidade total, Alumínio, Alumínio dissolvido, Arsênio, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cianeto, Cianeto livre, Cianeto WAD, Cloreto, Coliformes termotolerantes, Condutividade elétrica, Cromo, DBO, Ferro dissolvido, Ferro, Fluoreto, Magnésio, Manganês, Níquel, Nitrato, Oxigênio dissolvido, pH, Potássio, Potencial redox, Sílica dissolvida, Sódio dissolvido, Sólidos dissolvidos totais, Sólidos em suspensão totais, Sulfato, Sulfeto, Temperatura ambiente, Temperatura da água, Temperatura do ar, Turbidez e Zinco.
-------	---

⁽¹⁾ Analisado somente nos pontos PA-44, PDR04 e PDR05.

Tabela 4.8: Parâmetros Analisados nos Pontos de Monitoramento da Qualidade dos Efluentes Líquidos.

Código	Parâmetros Analisados
DETOX	Cianeto, Cianeto livre e Cianeto WAD, pH e Temperatura da amostra.
ETE (Entrada e Saída)	DBO, DQO, Coliformes totais, pH, Sólidos dissolvidos totais, Sólidos em suspensão totais, Substâncias tensoativas e Temperatura da amostra.
SAO-01	Fenóis totais, Óleos e Graxas, pH, Sólidos em suspensão totais, Substâncias tensoativas e Temperatura da amostra.
SAO-02	
SAO-04	
SAO-05	
PA-34 Caixa	Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto, Cianeto livre, Cianeto WAD, Condutividade elétrica, Cromo hexavalente, Cromo trivalente, Ferro dissolvido, Manganês dissolvido, Níquel total, pH, Potencial redox, Materiais sedimentáveis, Sulfetos, Temperatura da amostra e Zinco total.

4.3 TRATAMENTO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

As coletas das campanhas realizadas no segundo semestre do ano de 2025 foram conduzidas pelo laboratório Sintezis Análises e Tecnologia Ambiental Ltda, que até março de 2024 era denominado laboratório Água e Terra, acreditado em amostragem e ensaios pela CGCRE/INMETRO com número de acreditação CRL 1311, como laboratório da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE) (Anexo C). As análises foram executadas de acordo com os métodos analíticos que constam nos certificados de análises, apresentados no Anexo A.

Os resultados analíticos reportados pelo laboratório foram avaliados comparativamente com as condições e padrões de qualidade determinadas pelas legislações listadas no item anterior. Foram avaliados os parâmetros não conformes por ponto de

monitoramento e computados os percentuais de não atendimento para cada matriz e por parâmetro.

De modo a avaliar a evolução dos resultados das campanhas em estudo, são apresentados gráficos de evolução temporal para os parâmetros que registraram não conformidade em alguma das campanhas realizadas, ou registros relevantes frente aos valores de LQ, no segundo semestre do ano de 2025. Foram incorporados aos gráficos, a fim de ilustrar o comportamento da variável no ano anterior ao monitoramento em avaliação, segundo semestre de 2025, os dados disponíveis do ano de 2024 e a indicação do limite legal, quando existente. Os pontos de monitoramento não amostrados em nenhuma das campanhas de monitoramento em avaliação não foram representados nos gráficos.

Para os pontos de monitoramento de águas superficiais correntes, em que foi possível realizar a coleta de águas durante o segundo semestre de 2025, foi realizado o cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA). O IQA foi desenvolvido em 1970 pela *National Sanitation Foundation (NSF)* dos Estados Unidos a fim de avaliar a qualidade da água. Para isso, ele congrega os seguintes parâmetros: pH, Temperatura, Turbidez, Sólidos totais, DBO, Oxigênio dissolvido, Fosfato total, Nitrato e Coliformes termotolerantes. A pontuação que pode ser obtida pelo IQA varia de 0 a 100, sendo que quanto menor seu valor, menor a qualidade da água avaliada. As faixas adotadas pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) são apresentadas na Tabela 4.9.

Tabela 4.9: Classificação do Índice de Qualidade das Águas (IQA).

Nível de Qualidade (Classes)	Valor do IQA	Significado
Excelente	$90 < IQA \leq 100$	Águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público
Bom	$70 < IQA \leq 90$	
Médio	$50 < IQA \leq 70$	
Ruim	$25 < IQA \leq 50$	Águas impróprias para tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados
Muito Ruim	$IQA \leq 25$	

Fonte: IGAM, 2018.

Para o sistema de tratamento de efluentes sanitários, a partir dos dados de entrada e saída, foram apresentados gráficos de evolução temporal para todos os parâmetros analisados. Além disso, foi calculada a eficiência de redução das concentrações das variáveis DBO e DQO para a ETE.

Atendendo ao acordado com o Ministério Público, foram realizadas campanhas de monitoramento com periodicidade mensal para os cinco pontos de águas superficiais (PA-31, PA-33, PDR01, PDR02 e PDR03), seis poços de águas subterrâneas (PA-30, PA30-A, PA-35, PA-44, PDR04 e PDR05), além da surgência (PA-34-Bacia) e do percolado (PA-34-Caixa) da Barragem de Rejeitos. Complementarmente, também foram analisados quinzenalmente os parâmetros Arsênio e Níquel nos pontos PA-30 e PA30-A.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na sequência é apresentada a avaliação dos resultados analíticos obtidos nas amostras de águas superficiais e subterrâneas e dos efluentes líquidos coletadas durante o segundo semestre do ano de 2025.

5.1 ÁGUAS SUPERFICIAIS

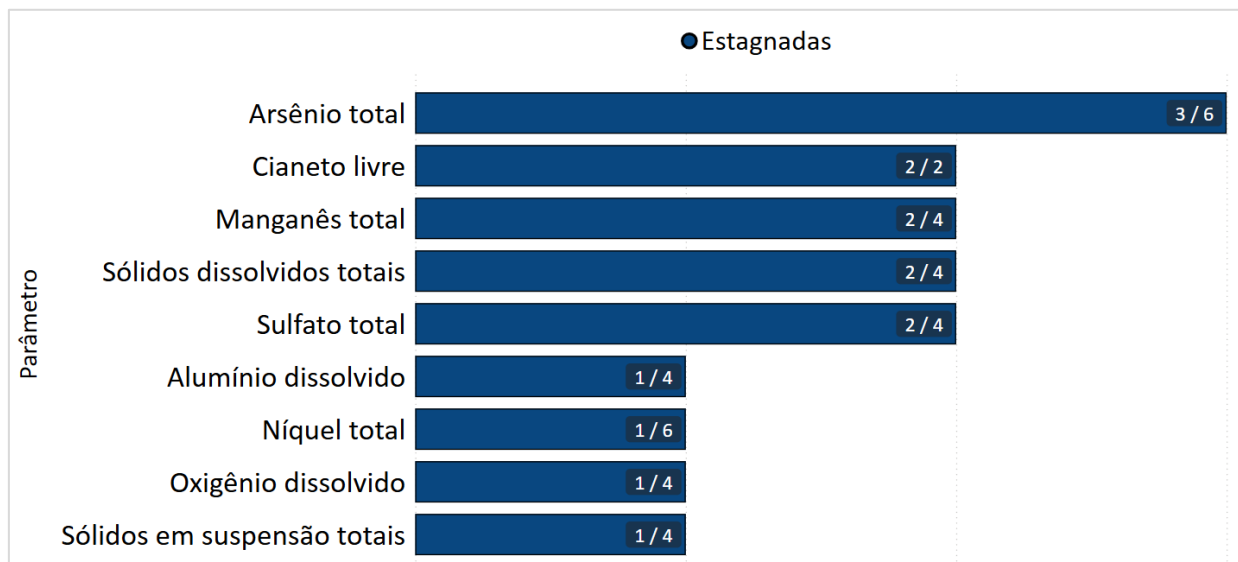
Para a avaliação da qualidade das águas superficiais optou-se pela separação da avaliação dos dados obtidos mensal e trimestralmente, assim como dos pontos de monitoramento de águas correntes daqueles que apresentam águas permanentemente estagnadas. Águas paradas favorecem a disponibilização dos elementos químicos e aumento de suas concentrações devido ao acúmulo de sedimento e elevada taxa de evaporação verificada na região, condição corroborada pela avaliação dos dados ao longo da série histórica.

5.1.1 Monitoramento Trimestral das Águas Superficiais

Quanto ao monitoramento trimestral, os parâmetros que exibiram desvios foram Arsênio total, Cianeto livre, Manganês total, Sólidos dissolvidos totais, Sulfato total, Alumínio dissolvido, Níquel total, Oxigênio dissolvido e Sólidos em suspensão totais. Os metais estão majoritariamente relacionados às características da geologia e pedologia locais, assim como as condições de águas estagnadas, o que favorece a disponibilização dos elementos químicos e aumento de suas concentrações devido ao acúmulo de sedimentos e a grande taxa de evaporação verificada na região, conforme observado ao longo da série histórica de dados.

Na Figura 5.1 está apresentado o número de não conformidades pelo total de resultados, por parâmetro, para os pontos de monitoramento de águas em condições estagnadas. Destaca-se que os pontos de água corrente não foram amostrados no segundo semestre de 2025, por se encontrarem secos.

Figura 5.1: Número de Não Conformidades – Águas Superficiais – Segundo Semestre de 2025 – Campanhas Trimestrais.



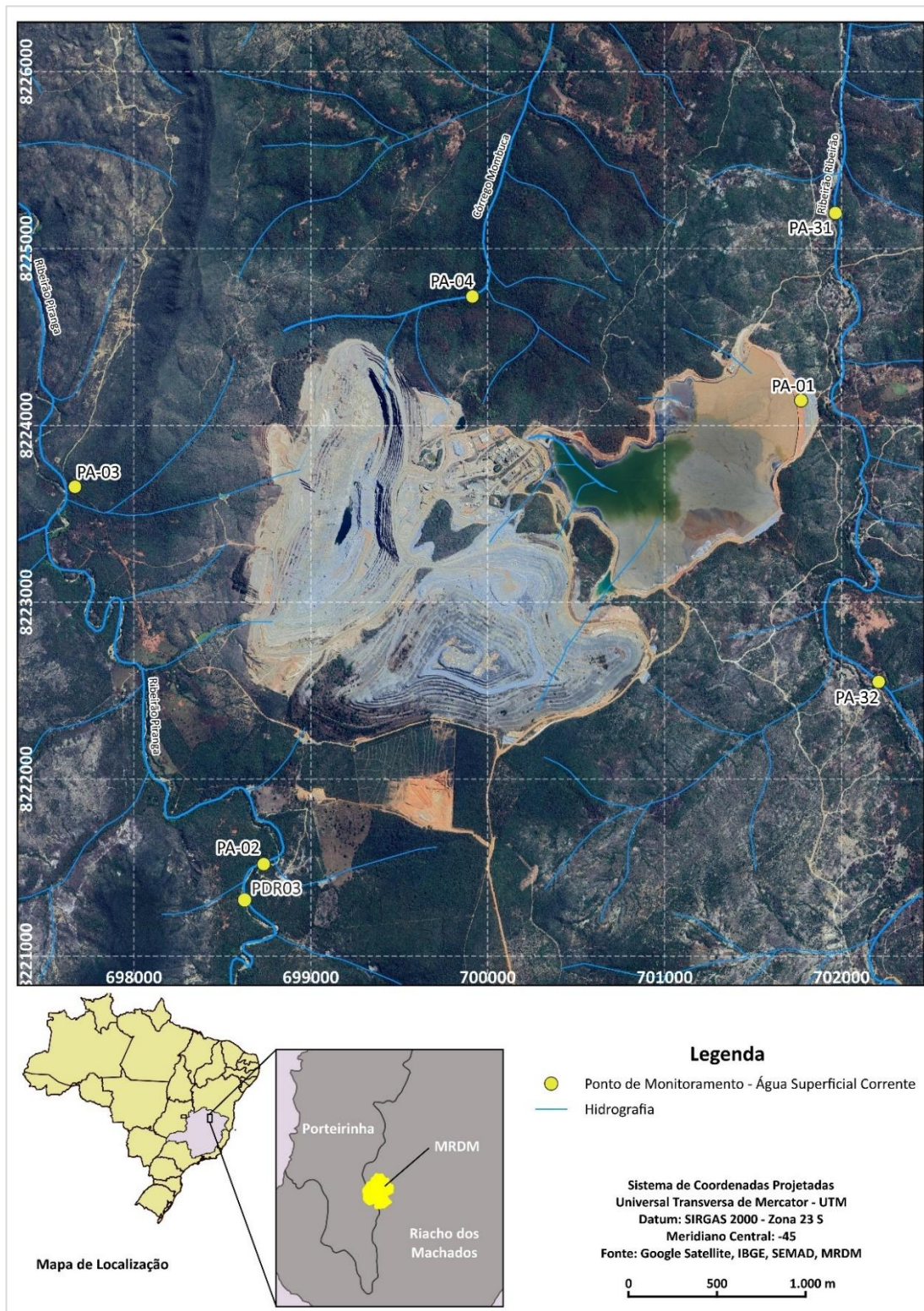
Na sequência, são apresentadas as avaliações por parâmetro, contemplando os parâmetros básicos e aqueles que apresentaram desvios no segundo semestre de 2025.

5.1.1.1 Águas Superficiais Correntes

Neste item seria apresentada a avaliação dos pontos monitorados trimestralmente em cursos de água correntes, entretanto, durante o segundo semestre de 2025, esses pontos se encontravam sem acesso (PA-03, julho de 2025) e secos (demais pontos), conforme certificados de análises inseridos no Anexo A. A localização dos pontos está apresentada na Figura 5.2.

Tal situação impossibilitou o cálculo do IQA, que é realizado para os pontos de águas correntes.

Figura 5.2: Localização dos Pontos de Monitoramento das Águas Superficiais Correntes.



5.1.1.2 Águas Superficiais Estagnadas

Neste item são apresentados os resultados referentes ao monitoramento do segundo semestre do ano de 2025 para águas superficiais consideradas inseridas em ambiente estagnado. Essas águas são armazenadas onde não há vertimento: em dique, barragem e *sump*. Estes ambientes favorecem a disponibilização dos elementos presentes nos sedimentos. A localização dos pontos está mostrada na Figura 5.3.

No segundo semestre de 2025, as coletas de amostras foram realizadas nos pontos PA-07 e PA-12 somente em julho de 2025 e nos pontos PDR01 e PA-33 em ambas as campanhas. O restante dos pontos se encontrava inacessível (PA-15) ou seco (demais pontos) nas campanhas trimestrais. Essas informações estão disponíveis nos certificados de análise apresentados no Anexo A.

Os dados de monitoramento referentes ao segundo semestre de 2025 são apresentados na Tabela 5.1. Foram destacados em vermelho os resultados cujos valores foram superiores ao limite legal estabelecido pela DN COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces classe 2. Além disso, entre a Figura 5.4 e Figura 5.18, são apresentados os gráficos de evolução temporal dos parâmetros que exibiram desvios ou resultados relevantes frente aos respectivos LQs, abrangendo o período de janeiro de 2024 a dezembro de 2025.

Figura 5.3: Localização dos Pontos de Monitoramento das Águas Superficiais Estagnadas.

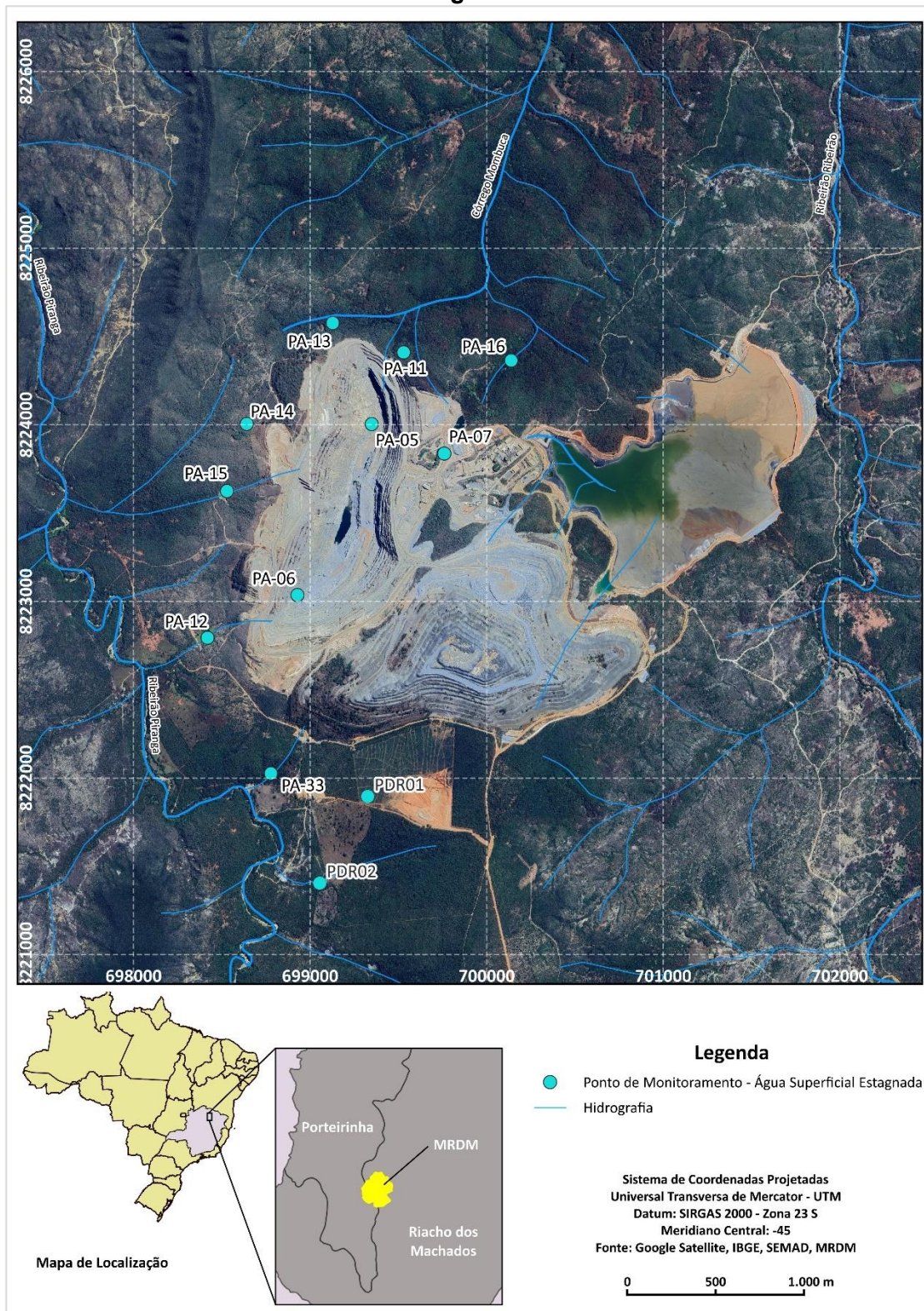


Tabela 5.1: Resultados de Monitoramento Trimestrais – Águas Superficiais Estagnadas – 2º Semestre de 2025.

Parâmetro	Unidade	Padrão de Qualidade ¹	PA-07	PA-12	PA-33		PDR01	
			16/07/25	15/07/25	15/07/25	23/10/25	22/07/25	23/10/25
Alcalinidade total	mg/L		52,8	110	449	507		
Alumínio dissolvido	mg/L	Máx. 0,1	0,016	0,16	<0,010	0,021		
Arsênio total	mg/L	Máx. 0,01	0,018	0,009	0,002	0,002	0,193	0,323
Cádmio total	mg/L	Máx. 0,001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Chumbo total	mg/L	Máx. 0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cianeto livre	mg/L	Máx. 0,005					0,0190	0,274
Cianeto total	mg/L						<0,02	<0,02
Cianeto WAD	mg/L						0,0190	0,274
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	Máx. 1000	5,2	501,2	47,9	23,8		
Coliformes totais	NMP/100 mL							
Condutividade elétrica	µS/cm		509,00	732,00	494,00	727,00	4250,00	12820,00
Cromo hexavalente	mg/L						<0,00375	<0,00375
Cromo total	mg/L	Máx. 0,05	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	0,006	<0,005
Cromo trivalente	mg/L						<0,01	<0,01
DBO	mg/L	Máx. 5	<2,00	<2,00	<2,00	2,27		
DQO	mg/L							
Ferro dissolvido	mg/L	Máx. 0,3	0,018	0,11	0,013	0,023	0,013	0,023
Manganês dissolvido	mg/L						3,9	2,2
Manganês total	mg/L	Máx. 0,1	<0,005	0,021	0,974	0,187		
Níquel total	mg/L	Máx. 0,025	<0,005	0,018	<0,005	<0,005	0,010	0,108
Oxigênio dissolvido	mg/L	Mín. 5	8,05	6,66	9,83	7,29		
pH	-	Mín. 6 Máx. 9	6,84	7,15	7,35	7,35	7,22	6,62
Potencial redox	mV						67,40	5,59
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	Máx. 500	618	1097	456	218		
Sólidos em suspensão totais	mg/L	Máx. 100	10	141	13	100		
Materiais sedimentáveis	mL/L						<0,300	<0,300
Sulfato total	mg/L	Máx. 250	353	541	120	147		
Sulfeto	mg/L		<0,10	<0,10	0,73	<0,10	<0,10	<0,10
Temperatura da amostra	°C		22,4	22,5	22,2	26,1	23,3	19,6
Turbidez	UNT	Máx. 100	3,5	63	19	54		
Zinco total	mg/L	Máx. 0,18	<0,001	<0,001	<0,001	0,024	0,013	<0,001

¹ DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 - Classe 2.

Desvio em relação ao Padrão de Qualidade.

Os resultados de pH (Figura 5.4), obtidos nas amostras de águas superficiais estagnadas no segundo semestre de 2025, indicaram características levemente ácidas a levemente básicas, com valores entre 6,62 (PDR01 - outubro) e 7,35 (PA-33 - julho e outubro). Todos os resultados estiveram conformes com os limites de qualidade estabelecidos pela DN COPAM/CERH-MG nº 08/2022, entre 6 e 9. Em relação à Temperatura da amostra (Figura 5.5), os registros oscilaram na faixa de 19,6 °C (PDR01 - outubro) a 26,1 °C (PA-33 - outubro), consistentes quanto aos dados históricos (Anexo D).

As concentrações de Alcalinidade total (Figura 5.6) indicaram que as águas desses pontos possuem boa capacidade de tamponamento, com a totalidade dos resultados superior a 24 mg/L. O menor teor observado foi de 52,8 mg/L (PA-07 - julho) e o maior de 507 mg/L (PA-33 - outubro). Através da Figura 5.6, vê-se que teores mais elevados de Alcalinidade total são comuns no ponto PA-33 desde 2024, com maior teor verificado em outubro de 2025 (507 mg/L). De acordo com Brasil (2006), grande parte das águas naturais apresentam alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO₃. Concentrações acima de 24 mg/L indicam águas com boa capacidade de tamponamento (CHAPMAN, 2021).

Em relação a variável Condutividade elétrica (Figura 5.7), de modo geral, foram registrados valores superiores a 400 µS/cm no segundo semestre de 2025, com registros entre 494,00 µS/cm (PA-33 - julho) e 12820,00 µS/cm (PDR01 - outubro), indicando considerável conteúdo de íons dissolvidos nas águas dos pontos avaliados. Ambientes de águas estagnadas tendem a apresentar maiores concentrações de íons dissolvidos, devido à menor renovação da água (DUGAN, 2024). Em todas as campanhas, os resultados registrados para Sólidos dissolvidos totais (Figura 5.8) estiveram consistentes com os valores de Condutividade elétrica. Além disso, registros superiores ao padrão de qualidade de Sólidos dissolvidos totais foram verificados nos pontos PA-07 e PA-12, que alcançaram os teores de 618 mg/L e 1097 mg/L, respectivamente, em julho de 2025.

Registros não conformes do parâmetro Sulfato total (Figura 5.9) acompanharam as superações observadas para Sólidos dissolvidos totais. Concentrações superiores ao padrão de qualidade foram identificadas nas águas dos pontos PA-07 (353 mg/L) e PA-

12 (541 mg/L) em julho de 2025. A maior disponibilidade de sulfato nas águas dessa região pode estar associada ao processo de oxidação dos sulfetos, elemento presente no mineral pirita, associado ao ouro.

Referente aos teores de Sólidos em suspensão totais (Figura 5.10) e aos resultados de Turbidez (Figura 5.11), observa-se que, de modo geral, esses parâmetros apresentaram comportamentos coerentes entre si. Foi verificado teor não conforme para a primeira variável no ponto PA-12 (141 mg/L) em julho de 2025, acompanhado de incremento no valor de Turbidez (63 UNT), que, todavia, atendeu o seu padrão de qualidade. Este é o primeiro desvio verificado para Sólidos em suspensão totais na série histórica do ponto PA-12 (Anexo D), com maior valor registrado anteriormente em abril de 2025 (100 mg/L). Os demais pontos avaliados exibiram plena conformidade legal.

Reforça-se que as características de águas armazenadas em *sumps*, barragens e diques, favorecem o aumento dos teores de partículas suspensas e a acumulação de sólidos dissolvidos nas águas.

Quanto ao parâmetro Oxigênio dissolvido (Figura 5.12), em ambientes estagnados são esperadas concentrações reduzidas, pois o baixo fluxo de água limita a aeração natural. No segundo semestre de 2025, entretanto, os teores deste parâmetro, cujo padrão mínimo de qualidade é de 5,00 mg/L, foram superiores a esse limite em todas as campanhas realizadas, com valor mínimo observado de 6,66 mg/L (PA-12 - julho). Valores nessa faixa são considerados adequados para a manutenção da biota aquática e dinâmica dos ecossistemas aquáticos (ESTEVES; FURTADO, 2011).

Concernente ao parâmetro DBO (Figura 5.13), todos os valores registrados no segundo semestre de 2025 foram inferiores ao LQ (2,00 mg/L), com exceção do ponto PA-33, que registrou teor quantificado de 2,27 mg/L em outubro. Portanto, para esta variável, foi observado pleno atendimento legal quanto aos padrões estabelecidos pela DN COPAM/CERH-MG nº 08/2022.

Em relação aos metais e semimetais analisados, não conformidades foram observadas para Arsênio total, Manganês total, Alumínio dissolvido e Níquel total.

O parâmetro Arsênio total (Figura 5.14) apresentou superações frequentes ao VMP (0,01 mg/L), desde 2020 (Anexo D), nos pontos situados em ambientes estagnados. Durante o segundo semestre de 2025, o ponto PDR01 exibiu os maiores teores, iguais a 0,193 mg/L (julho) e 0,323 mg/L (outubro), assim como observado no primeiro semestre de 2025. Além disso, concentração não conforme para Níquel total (Figura 5.15) foi registrada no ponto PDR01 (0,108 mg/L – outubro). Destaca-se que na litologia local, composta pelo Cambissolo Háplico Distrófico e pelo Afloramento rochoso combinado a presença de Cambissolo e ou Neossolo são detectadas concentrações proeminentes de Arsênio e Níquel. Além disso, no atlas geoquímico apresentado no item 1.3.2 é reforçada a presença de concentrações mais elevadas destes elementos na região do empreendimento.

No que se refere a forma dissolvida do metal Alumínio (Figura 5.16), foi verificada superação pontual ao VMP no segundo semestre de 2025, sendo observados, em campanhas anteriores, desvios frequentes desse parâmetro (Anexo D). A não conformidade foi pouco superior ao padrão de qualidade e ocorreu no ponto PA-12 (0,16 mg/L), em julho de 2025.

Quanto ao parâmetro Manganês total (Figura 5.17), foram observadas duas concentrações acima do limite estabelecido para águas doces classe 2, no ponto PA-33, que registrou 0,974 mg/L em julho e 0,187 mg/L em outubro de 2025. Percebe-se então, uma redução nos teores desse metal em relação ao primeiro semestre de 2025. No ponto PDR01, é monitorada a fração dissolvida do metal Manganês, que apresentou teores de 3,9 mg/L (julho) e 2,2 mg/L (outubro). Apesar de não configurarem desvios, esses valores são superiores ao padrão estabelecido para a forma total do manganês (0,1 mg/L).

É importante ressaltar que os metais Alumínio, Ferro e Manganês apresentam concentrações naturalmente significativas devido à presença dos Aquíferos de

Coberturas Detríticas e Aluvionares, assim como dos Aquíferos Cristalinos na pedologia local, conforme discutido no item 1.2.1.

Os demais metais monitorados apresentaram predomínio de registros inferiores aos LQs, quais sejam: Cádmio total, Chumbo total, Cromo hexavalente, Cromo total, Cromo trivalente e Zinco total.

Observaram-se superações ao limite de 0,005 mg/L para o parâmetro Cianeto livre (Figura 5.18) nas duas campanhas realizadas no ponto PDR01, com resultados iguais 0,019 mg/L (julho) e 0,274 mg/L (outubro), superiores aos registrados no primeiro semestre de 2025 neste ponto. Destaca-se que as águas do *sump* monitoradas pelo ponto PDR01 são encaminhadas para a Barragem de Rejeitos, não sendo enviadas ao ambiente, de acordo com informações fornecidas pelo empreendedor.

Figura 5.4: Resultados de pH – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

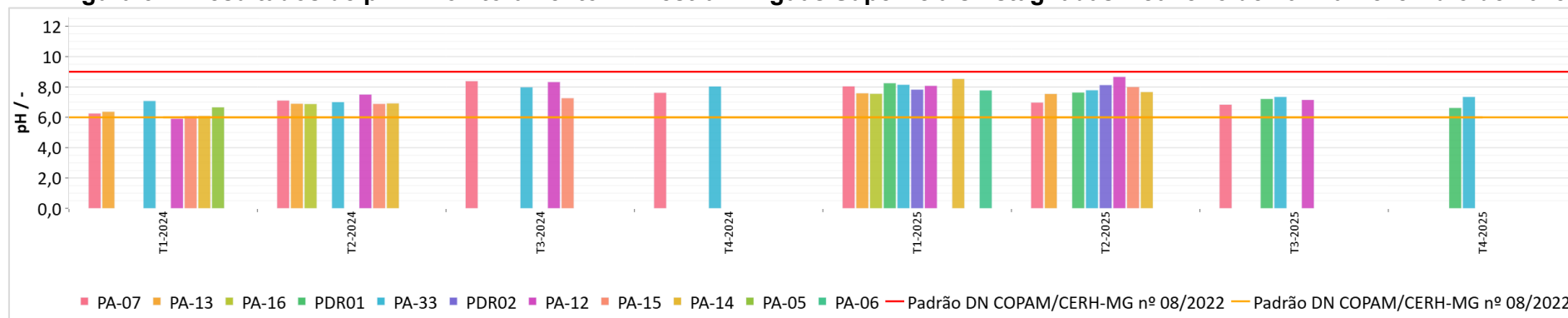


Figura 5.5: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

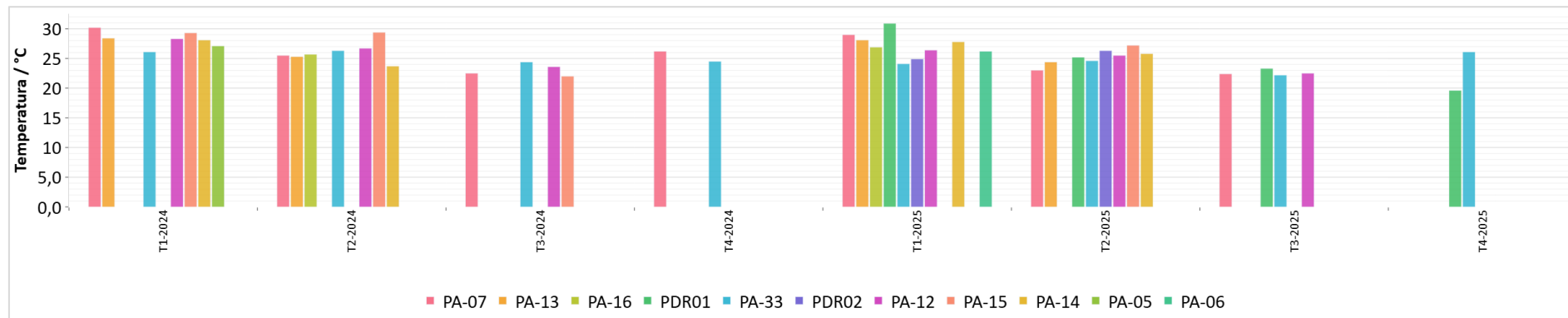


Figura 5.6: Resultados de Alcalinidade Total – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

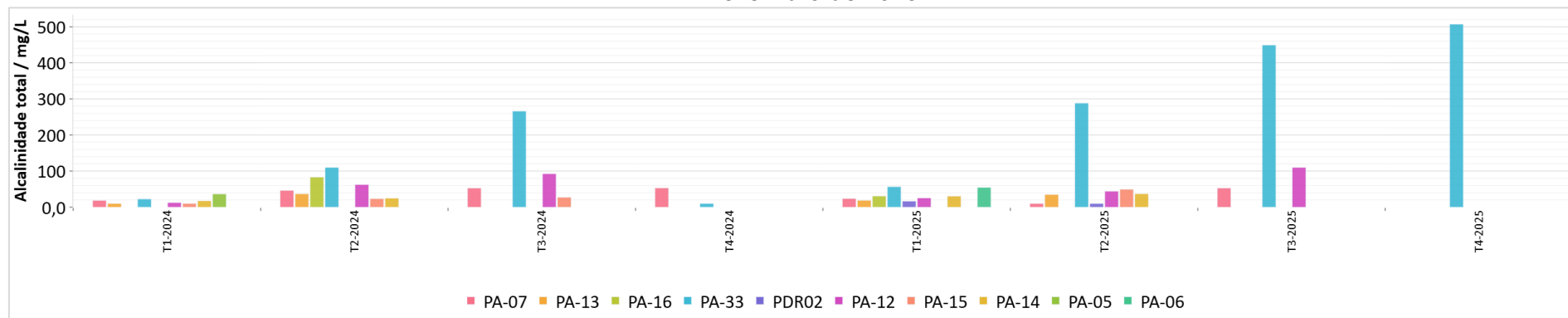


Figura 5.7: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

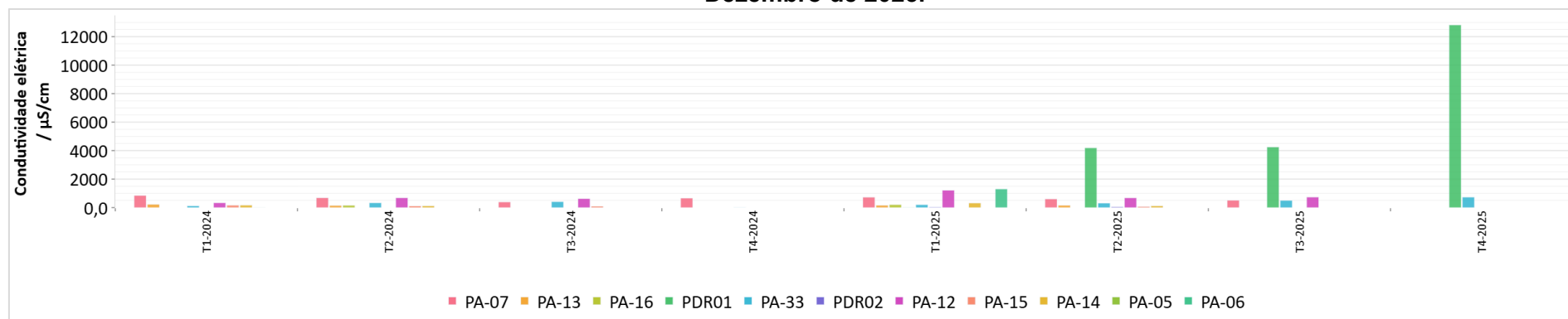


Figura 5.8: Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

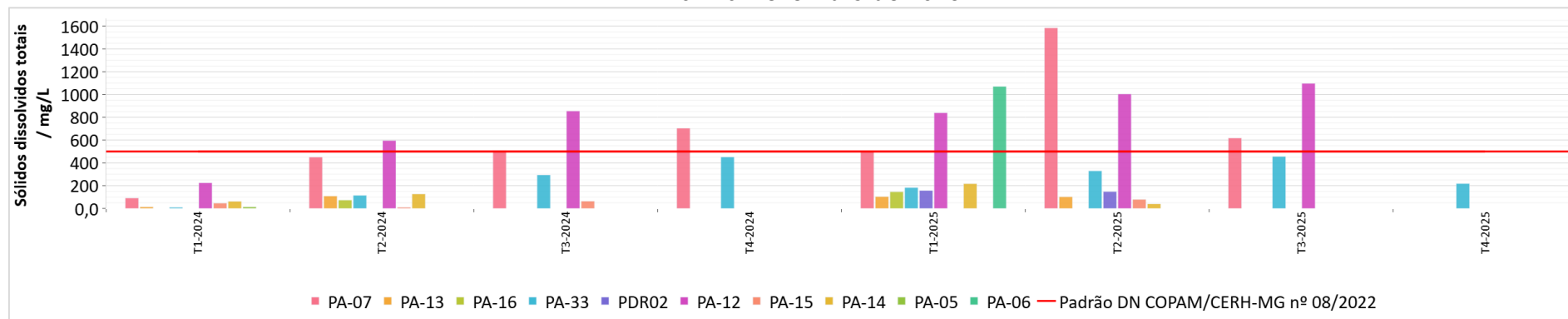


Figura 5.9: Resultados de Sulfato – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

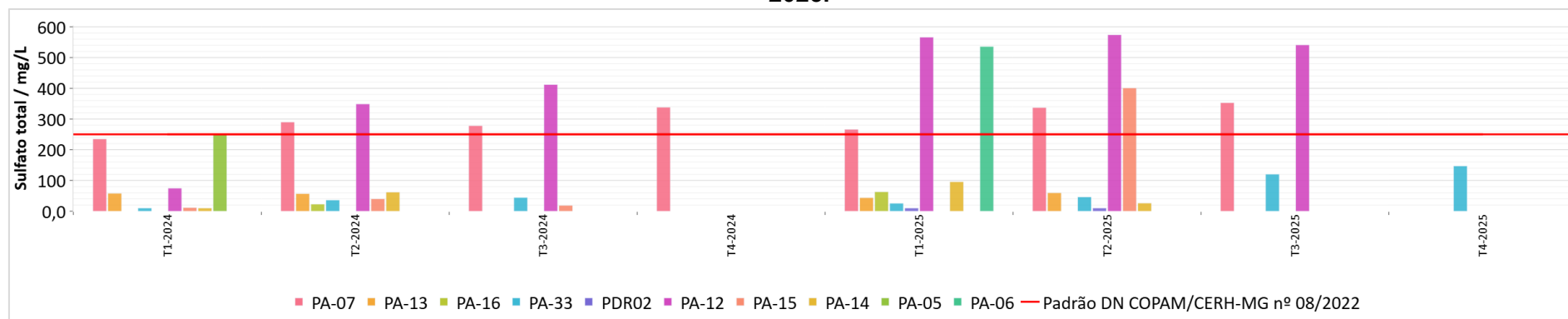


Figura 5.10: Resultados de Sólidos em Suspensão Totais – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

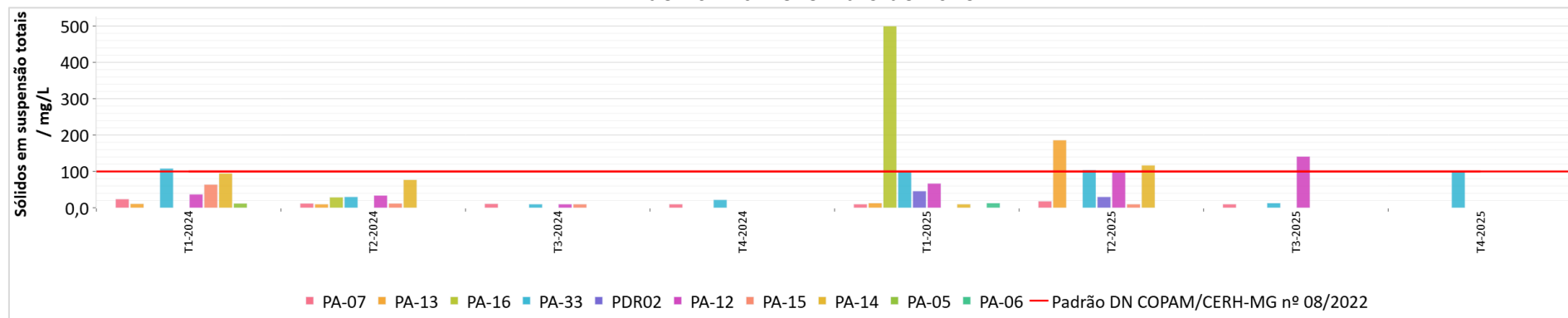


Figura 5.11: Resultados de Turbidez – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

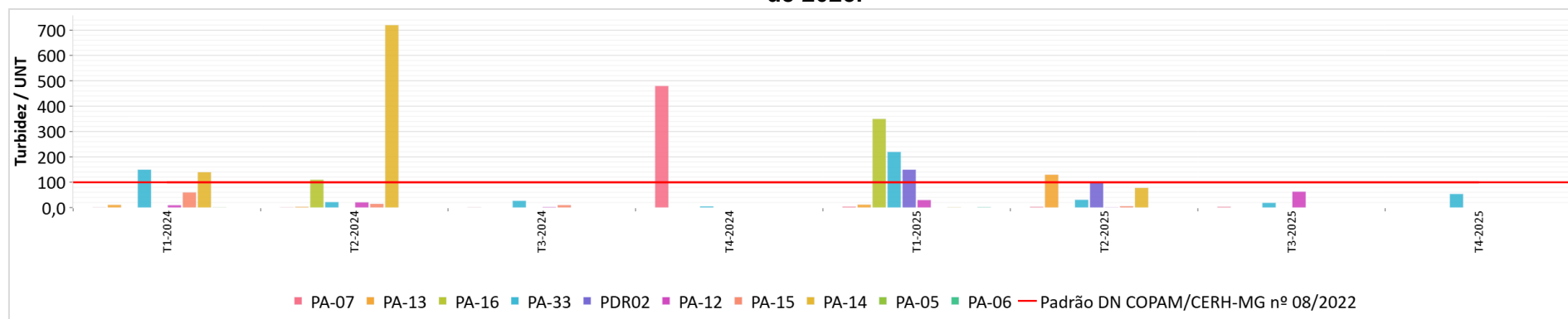


Figura 5.12: Resultados de Oxigênio Dissolvido – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

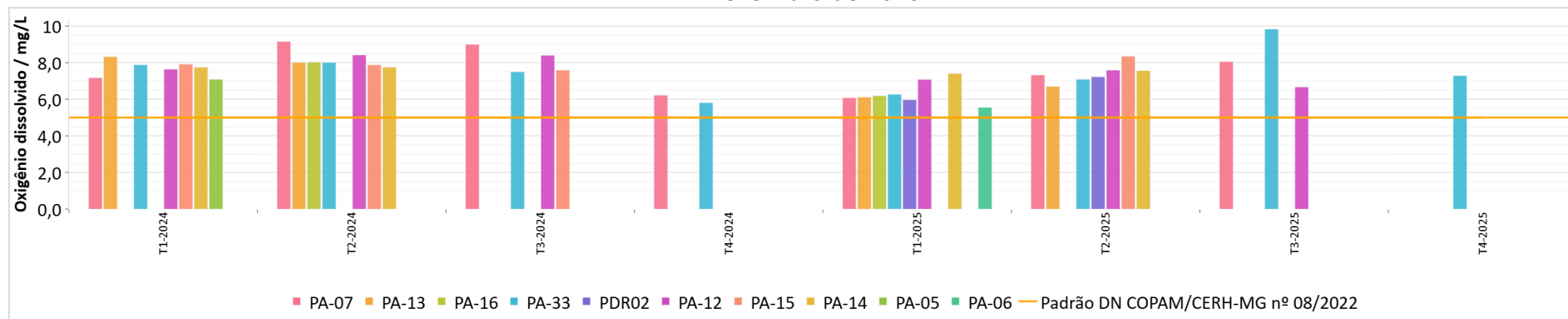


Figura 5.13: Resultados de DBO – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

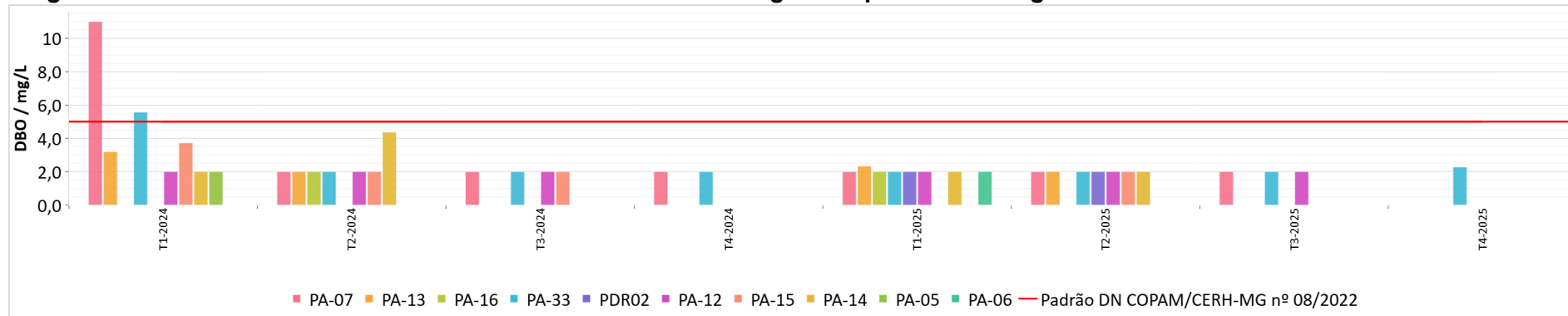


Figura 5.14: Resultados de Arsênio Total – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

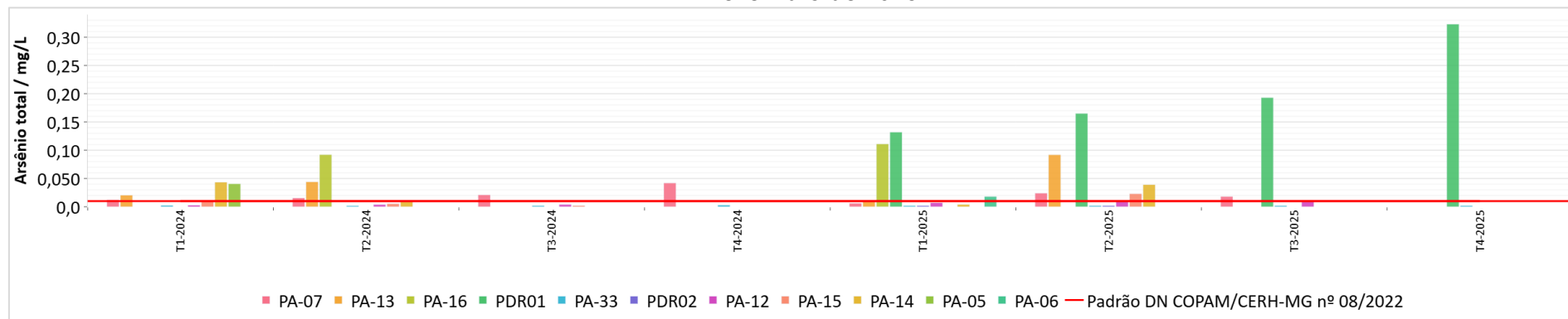


Figura 5.15: Resultados de Níquel Total – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

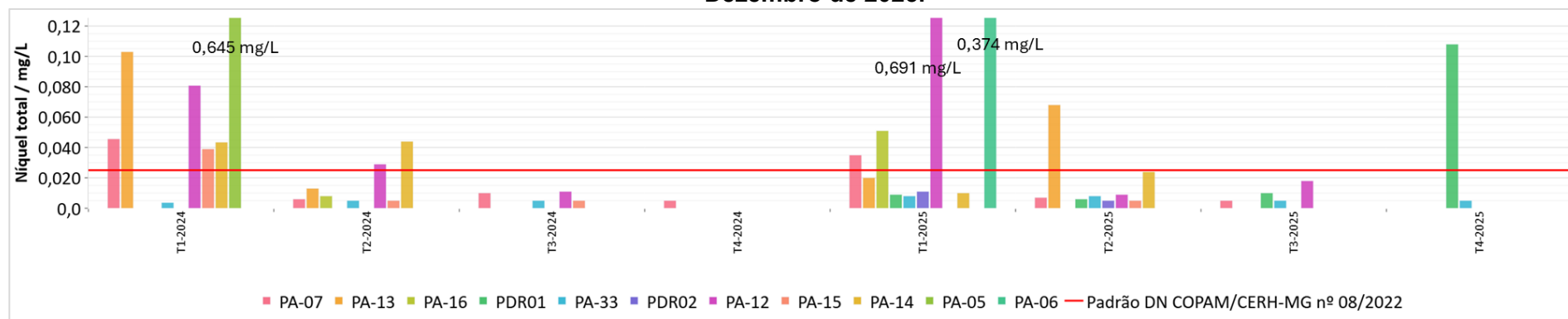


Figura 5.16: Resultados de Alumínio Dissolvido – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

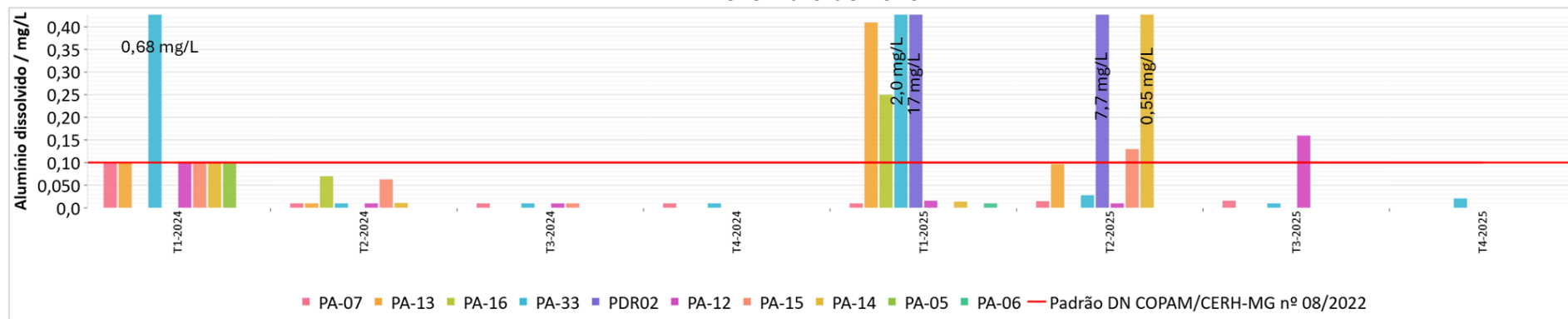


Figura 5.17: Resultados de Manganês Total – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

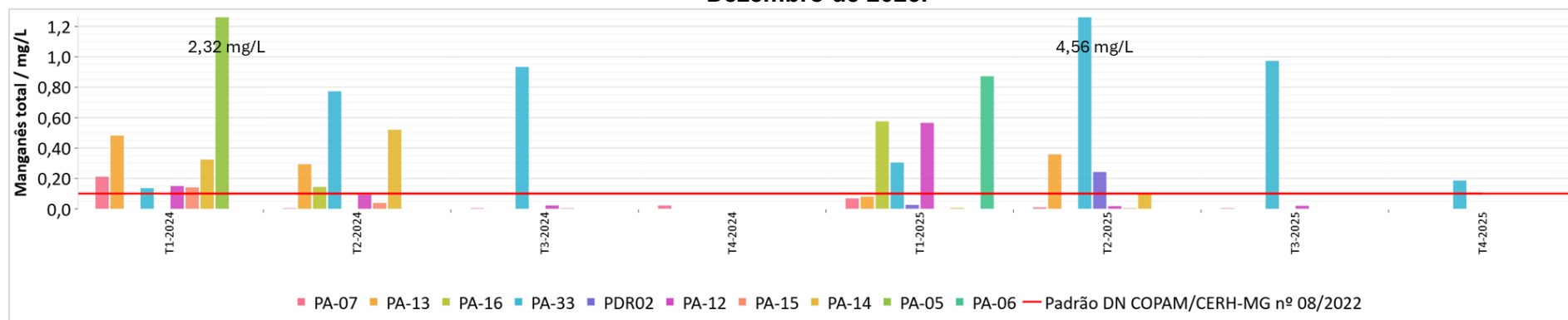
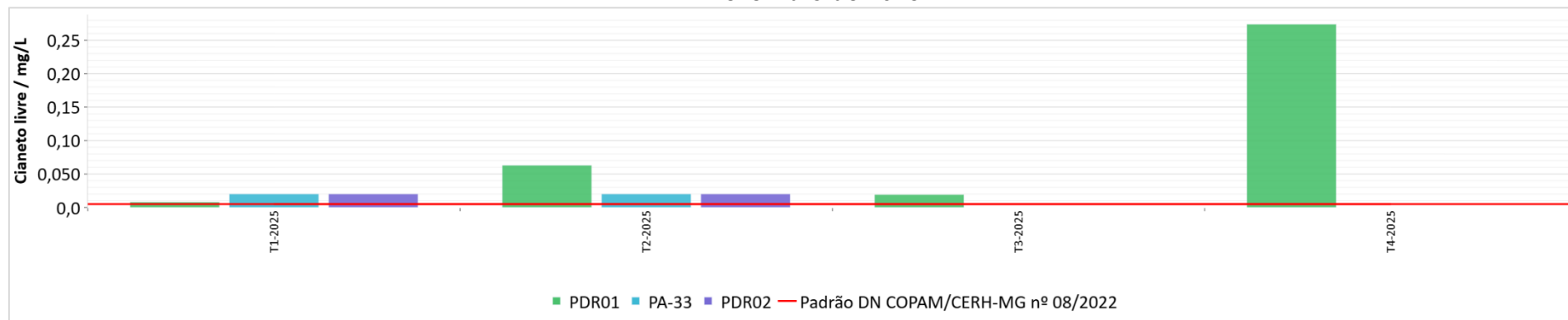


Figura 5.18: Resultados de Cianeto Livre – Monitoramento Trimestral – Águas Superficiais Estagnadas – Novembro de 2024 a Dezembro de 2025.



5.1.2 Monitoramento Mensal dos Pontos PA-31, PA-33, PDR01, PDR02 e PDR03

Destaca-se que a avaliação mensal dos pontos inclui as duas coletas trimestrais avaliadas também no item anterior.

No monitoramento mensal realizado no segundo semestre de 2025, foram avaliadas as águas dos pontos PA-31, PA-33, PDR01, PDR02 e PDR03. Os pontos PA-33, PDR01 e PDR02 estão inseridos em ambientes de águas lânticas, enquanto os pontos PA-31 e PDR03 estão localizados em ambientes lóticos.

Durante o período avaliado, não foram realizadas amostragens nos meses de julho a novembro de 2025 nos pontos PA-31 e PDR03, e em todo o período no ponto PDR02, que se encontravam secos. Estas informações estão disponíveis nos certificados de análises inseridos no Anexo A.

5.1.2.1 Monitoramento Mensal do Ponto PA-31

Na Tabela 5.2 são apresentados os dados registrados nas amostragens mensais realizadas no ponto de monitoramento das águas correntes do ribeirão Ribeirão (PA-31) durante o segundo semestre do ano de 2025. Em vermelho foram assinalados os resultados que apresentaram concentrações não conformes aos padrões legais estabelecidos pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 para águas doces classe 2.

Além disso, entre a Figura 5.19 e Figura 5.27 são apresentados os gráficos de evolução temporal dos parâmetros que exibiram desvios ou resultados relevantes frente aos respectivos LQs, abrangendo o período de janeiro de 2024 a dezembro de 2025.

Cabe enfatizar que, conforme apresentado nos certificados de análises disponíveis no Anexo A, não foi possível realizar a coleta das águas do ribeirão Ribeirão jusante entre os meses de julho e novembro de 2025 devido a condição de intermitência do curso d'água.

Tabela 5.2: Resultados do Monitoramento Mensal do Ponto PA-31 – 2º Semestre de 2025 – Águas Superficiais.

Parâmetro	Unidade	Padrão de Qualidade ¹	PA-31					
			16/07/25	12/08/25	10/09/25	23/10/25	07/11/25	16/12/25
Alcalinidade total	mg/L		Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	17,0
Alumínio dissolvido	mg/L	Máx. 0,1						<0,010
Arsênio total	mg/L	Máx. 0,01						<0,0100
Cádmio total	mg/L	Máx. 0,001						<0,0005
Chumbo total	mg/L	Máx. 0,01						0,021
Cianeto livre	mg/L	Máx. 0,005						<0,0200
Cianeto total	mg/L							<0,0200
Cianeto WAD	mg/L							<0,0200
Cloreto total	mg/L	Máx. 250						2,56
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	Máx. 1000						25
Condutividade elétrica	µS/cm							67,40
Cromo total	mg/L	Máx. 0,05						<0,005
DBO	mg/L	Máx. 5						<2,00
Ferro dissolvido	mg/L	Máx. 0,3						<0,010
Fosfato total	mg/L							<0,0100
Manganês total	mg/L	Máx. 0,1						0,018
Níquel total	mg/L	Máx. 0,025						<0,005
Nitrato como N	mg/L	Máx. 10						2,46
Oxigênio dissolvido	mg/L	Mín. 5						4,12
pH		Mín. 6 Máx. 9						6,43
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	Máx. 500						88
Sólidos em suspensão totais	mg/L	Máx. 100						54
Sólidos totais	mg/L							142
Sulfato total	mg/L	Máx. 250						17,9
Sulfeto	mg/L	-						<0,10
Temperatura da amostra	°C							21,6
Turbidez	UNT	Máx. 100						32
Zinco total	mg/L	Máx. 0,18						<0,001

¹ DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 - Classe 2.

Desvio em relação ao Padrão de Qualidade
LQ superior ao Padrão de Qualidade

Os dados de monitoramento registrados no segundo semestre de 2025 nas águas do ponto PA-31 indicaram desvios aos padrões legais estabelecidos pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas classe 2, para os parâmetros: Chumbo total e Oxigênio dissolvido.

Para o parâmetro pH (Figura 5.19), o valor registrado em dezembro de 2025, de 6,43, se mostrou conforme, inserido na faixa de 6 a 9. Na série histórica desse ponto, foi observado apenas um desvio em relação ao padrão mínimo para esta variável, em abril de 2021, de 5,67 (Anexo D). Além disso, o registro de Temperatura da amostra (Figura 5.20) foi igual a 21,6 °C em dezembro de 2025, consistente com as medidas históricas (Anexo D).

A oxigenação das águas, avaliada pelo parâmetro Oxigênio dissolvido (Figura 5.21), se mostrou pouco satisfatória, com resultado reportado em dezembro de 2025 de 4,12 mg/L, abaixo do limite mínimo de 5 mg/L. Desvios para esse parâmetro não vêm sendo observados desde o último bimestre de 2021, podendo essa ocorrência estar relacionada ao prolongado período de estiagem (maio a novembro de 2025), com posterior retomada da vazão (dezembro de 2025), quando foi observado valor de Oxigênio dissolvido inferior ao limite mínimo, possivelmente associado ao aporte de matéria orgânica acumulada no período seco, embora não tenha sido afetado o valor de DBO, inferior ao LQ (2,00 mg/L).

Quanto à Alcalinidade total (Figura 5.22), o registro foi de 17,0 mg/L em dezembro de 2025, indicando águas com baixa capacidade de resistir às mudanças de pH. De acordo com Brasil (2006), grande parte das águas naturais apresentam alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO₃, sendo que concentrações acima de 24 mg/L indicam águas com boa capacidade de tamponamento (CHAPMAN, 2021).

O valor de Condutividade elétrica (Figura 5.23) registrado em dezembro de 2025 foi de 67,40 µS/cm, enquanto a concentração de Sólidos dissolvidos totais (Figura 5.24) foi de 88 mg/L, sendo observada consistência entre os parâmetros e atendimento ao padrão de qualidade para a segunda variável.

A concentração de Sólidos em suspensão totais (Figura 5.25) registrada em dezembro de 2025 foi de 54 mg/L. Além disso, o resultado reportado para Turbidez (Figura 5.26) nessa coleta foi de 32 UNT. Portanto, observou-se plena conformidade aos padrões de qualidade estabelecidos para ambas as variáveis.

Ainda, no que se refere ao parâmetro microbiológico Coliformes termotolerantes (Figura 5.27), foi observada conformidade ambiental no segundo semestre de 2025, com valor registrado de 25 NMP/100mL em dezembro, consideravelmente inferior ao padrão de qualidade (1.000 NMP/100mL). Vale pontuar, entretanto, que essas bactérias são encontradas naturalmente em ambientes diversos que não estão contaminados por fezes humanas ou animais, como solos, vegetação e até mesmo na água (VON SPERLING, 2014).

Os demais parâmetros monitorados, exibiram predomínio de registros inferiores ao LQ ou pouco relevantes frente aos respectivos padrões de qualidade para os que possuem. São eles: Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Cianeto livre, Cianeto total, Cianeto WAD, Cloreto total, Coliformes termotolerantes, Cromo total, Ferro dissolvido, Fosfato total, Manganês total, Níquel total, Nitrato como N, Sulfato total, Sulfeto total e Zinco total.

Figura 5.19: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

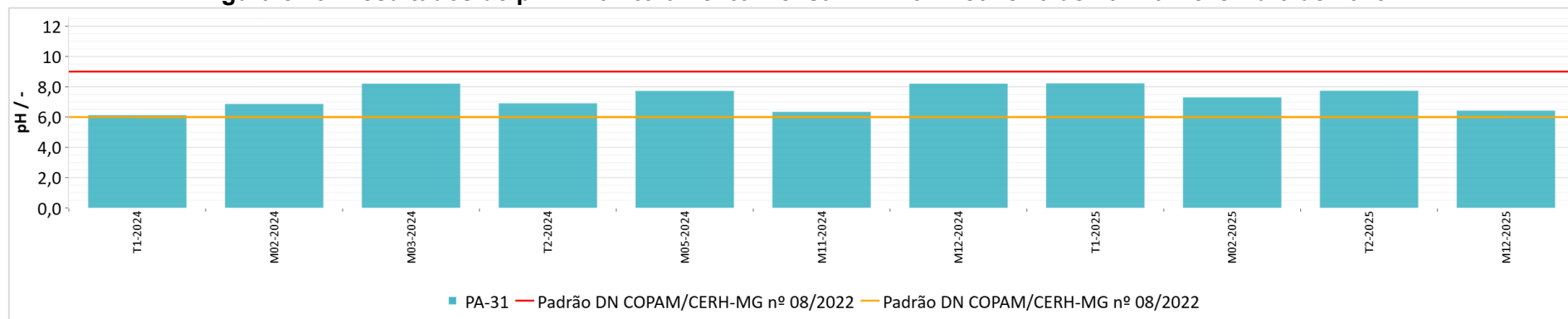


Figura 5.20: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

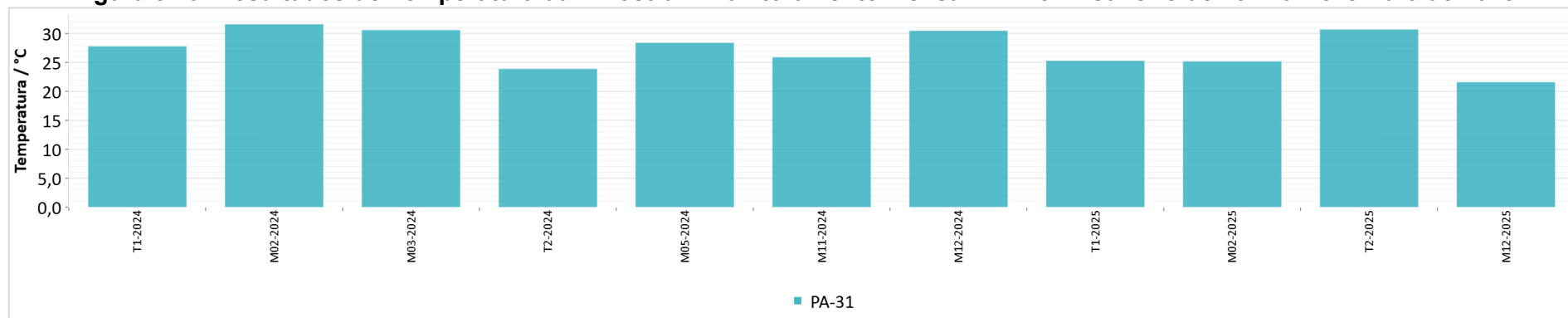


Figura 5.21: Resultados de Oxigênio Dissolvido – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

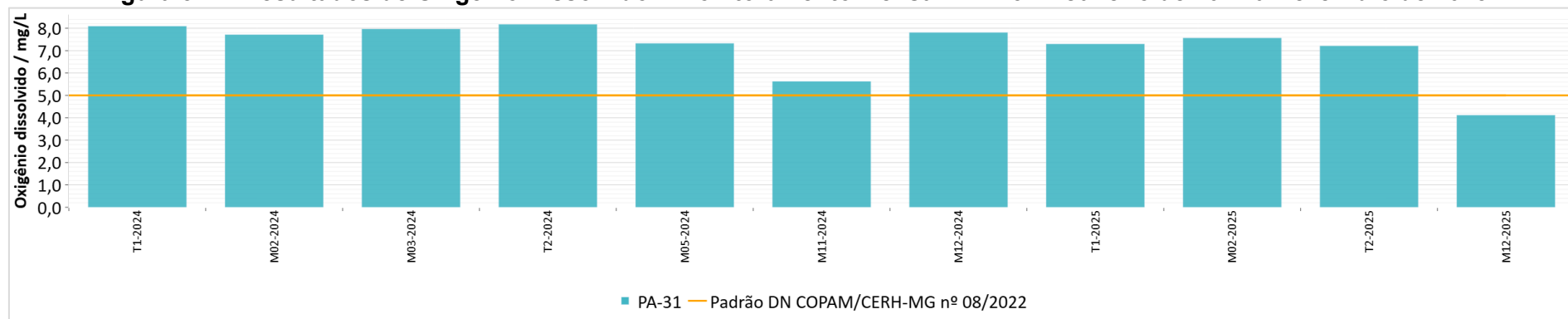


Figura 5.22: Resultados de Alcalinidade Total – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2023 a Dezembro de 2025

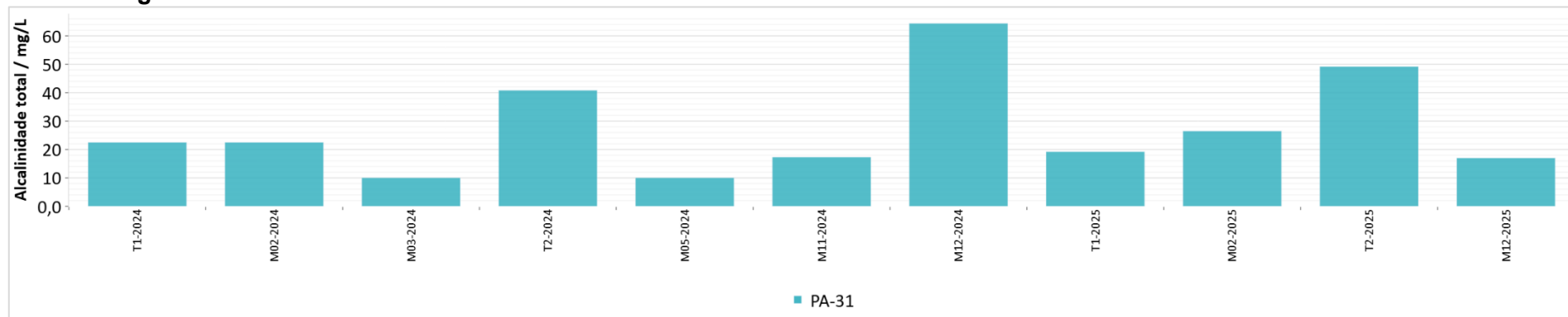


Figura 5.23: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

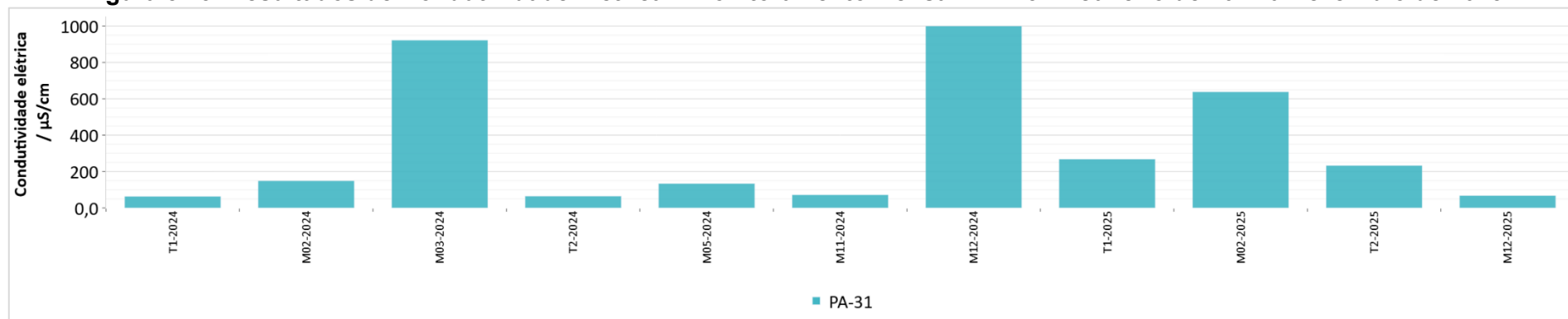


Figura 5.24: Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

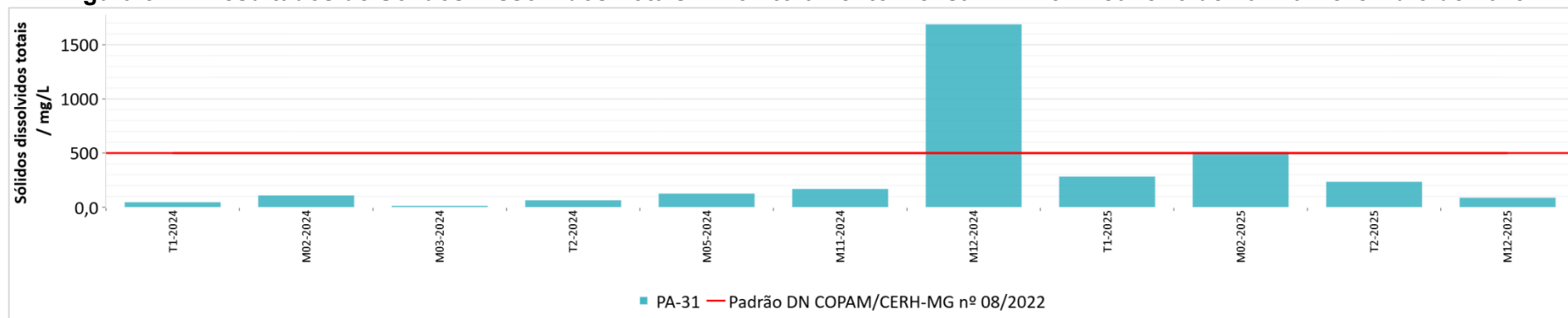


Figura 5.25: Resultados de Sólidos em Suspensão Totais – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

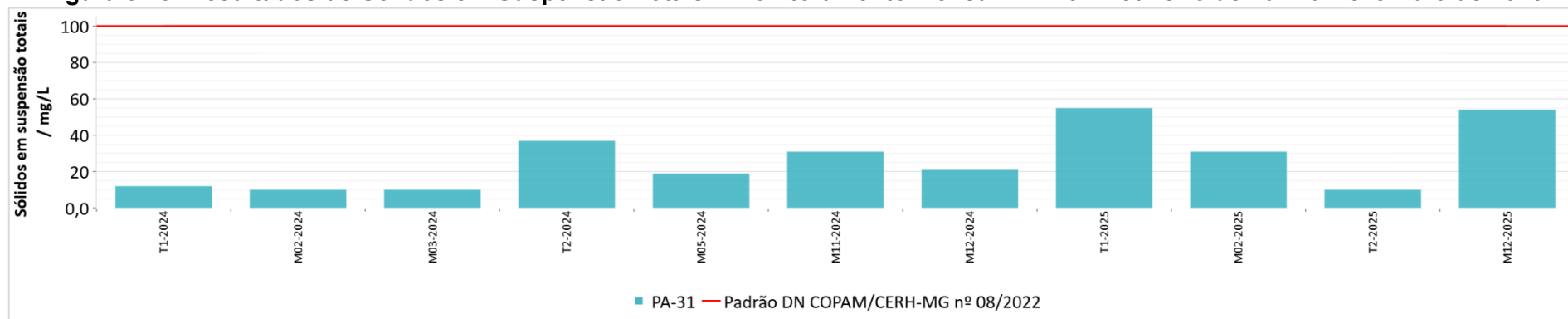


Figura 5.26: Resultados de Turbidez – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

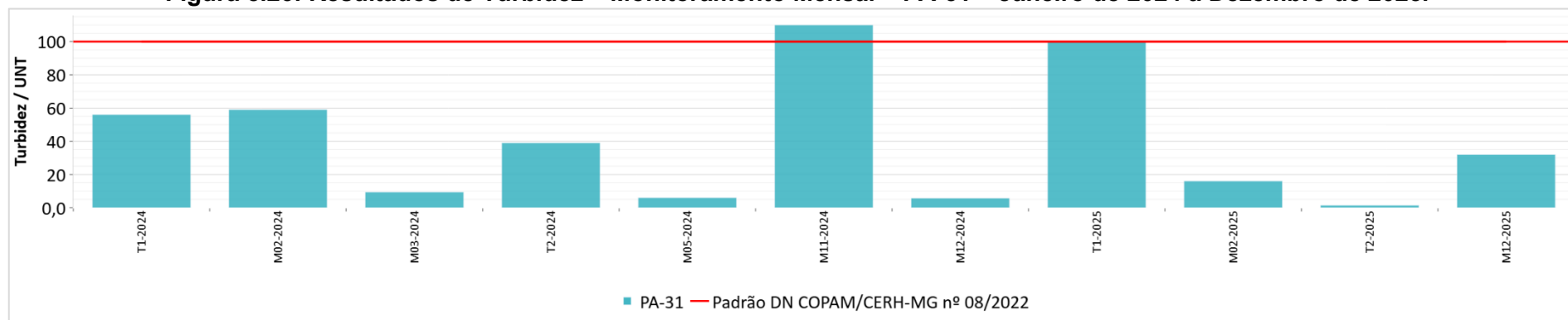
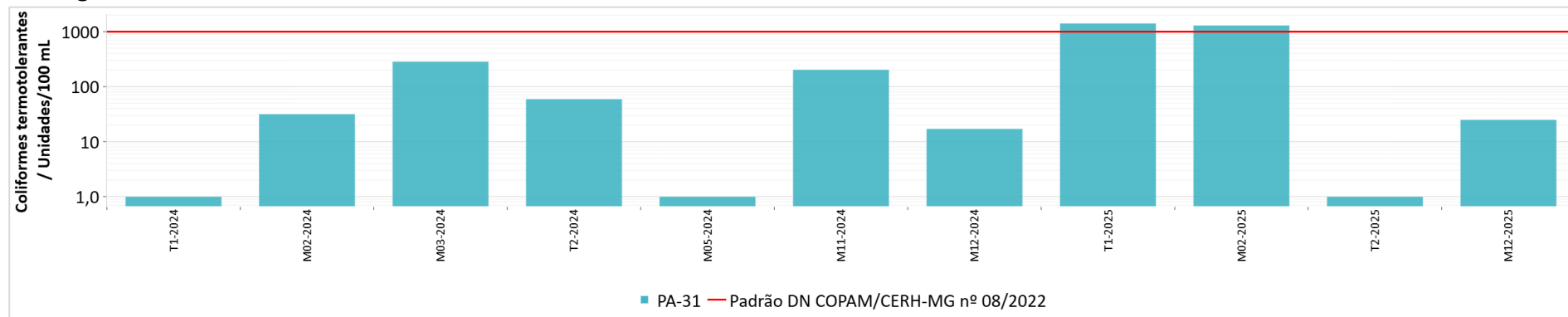


Figura 5.27: Resultados de Coliformes Termotolerantes – Monitoramento Mensal – PA-31 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.



5.1.2.2 Monitoramento Mensal do Ponto PA-33

Os resultados registrados para as campanhas realizadas no segundo semestre de 2025 nas águas superficiais do ponto PA-33, local de condição de águas estagnadas, localizado no Dique de Contenção de Sedimentos do Ribeirão Piranga, são exibidos na Tabela 5.3. Os dados assinalados em vermelho são os resultados que não atenderam os padrões legais estabelecidos pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas doces classe 2.

Além disso, entre a Figura 5.28 e a Figura 5.39 são apresentados os gráficos de evolução temporal dos parâmetros que exibiram desvios ou resultados relevantes frente aos respectivos LQs, abrangendo o período de janeiro de 2024 a dezembro de 2025.

Para as águas coletadas no ponto de monitoramento PA-33 no segundo semestre de 2025, não conformidades ocorreram para os parâmetros Manganês total, Chumbo total, Sólidos dissolvidos totais e Sólidos em suspensão totais.

Neste item são avaliados os resultados dos parâmetros que não atenderam aos padrões de qualidade estabelecidos pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas classe 2, assim como aqueles que apresentaram resultados consideráveis em relação aos respectivos LQs no segundo semestre de 2025.

Tabela 5.3: Resultados do Monitoramento Mensal do Ponto PA-33 – 2º Semestre de 2025 - Águas Superficiais.

Parâmetro	Unidade	Padrão de Qualidade ¹	PA-33					
			15/07/25	12/08/25	09/09/25	23/10/25	07/11/25	16/12/25
Alcalinidade total	mg/L		449	444	475	507	510	299
Alumínio dissolvido	mg/L	Máx. 0,1	<0,010	<0,010	<0,010	0,021	<0,010	<0,010
Arsênio total	mg/L	Máx. 0,01	0,00200	0,00200	0,00300	0,00200	0,00200	<0,0100
Cádmio total	mg/L	Máx. 0,001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0006	<0,0005
Chumbo total	mg/L	Máx. 0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,014	0,043
Cianeto livre	mg/L	Máx. 0,005		<0,00500	<0,00500		<0,0200	<0,0200
Cianeto total	mg/L			<0,0200	<0,0200		<0,0200	<0,0200
Cianeto WAD	mg/L			<0,0200	<0,0200		<0,0200	<0,0200
Cloreto total	mg/L	Máx. 250		18,1	21,2		30,4	13,9
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	Máx. 1000	47,9	18,7	5,2	23,8	4,1	77,6
Condutividade elétrica	µS/cm		494,00	691,10	718,00	727,00	886,00	420,00
Cromo total	mg/L	Máx. 0,05	<0,005	0,009	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
DBO	mg/L	Máx. 5	<2,00	2,04	2,44	2,27	<2,00	<2,00
Ferro dissolvido	mg/L	Máx. 0,3	0,013	0,010	0,16	0,023	0,010	<0,010
Fosfato total	mg/L			<0,0100	0,0100		<0,0100	<0,0100
Manganês total	mg/L	Máx. 0,1	0,974	0,671	0,779	0,187	<0,005	<0,005
Níquel total	mg/L	Máx. 0,025	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrato como N	mg/L	Máx. 10		1,84	1,13		3,05	2,13
Oxigênio dissolvido	mg/L	Mín. 5	9,83	7,77	6,85	7,29	7,32	5,87
pH		Mín. 6 Máx. 9	7,35	8,06	8,04	7,35	6,42	6,90
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	Máx. 500	456	1167	483	218	543	344
Sólidos em suspensões totais	mg/L	Máx. 100	13	33	112	100	115	21
Sólidos totais	mg/L			1200				
Sulfato total	mg/L	Máx. 250	120	147	78,2	147	95,7	56,4
Sulfeto total	mg/L		0,73	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,21
Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	mg/L	Máx. 0,002		<0,001	<0,001		<0,001	<0,001
Temperatura da amostra	°C		22,2	25,4	24,4	26,1	26,0	22,7
Turbidez	UNT	Máx. 100	19	66	52	54	51	14
Zinco total	mg/L	Máx. 0,18	<0,001	0,001	0,020	0,024	<0,001	<0,001

¹ DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 - Classe 2.

Legenda:

Desvio em relação ao Padrão de Qualidade

LQ superior ao Padrão de Qualidade

O parâmetro pH (Figura 5.28) indicou características levemente ácidas a básicas para as águas do Dique de Contenção de Sedimentos do Ribeirão Piranga, no segundo semestre de 2025, com registros que variaram entre 6,42 (novembro) e 8,06 (agosto). Na série histórica (Anexo D) deste ponto foram verificados apenas dois desvios à faixa de 6 a 9, em agosto de 2021 (9,20) e novembro de 2022 (5,92).

Quanto às concentrações de Alcalinidade total (Figura 5.29), foi verificado o predomínio de condições que denotam boa capacidade de tamponamento para as águas, com registros superiores a 24 mg/L em todas as campanhas, variando de 299 mg/L (dezembro) a 510 mg/L (novembro). De acordo com Brasil (2006), grande parte das águas naturais apresentam alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO_3 , sendo que concentrações acima de 24 mg/L indicam águas com boa capacidade de tamponamento (CHAPMAN, 2021).

Em relação às medidas de Temperatura da amostra (Figura 5.30), foi observado moderado intervalo de variação entre as campanhas, com registros que oscilaram entre 22,2 °C (julho) e 26,1 °C (outubro).

Concernente à oxigenação das águas, medida através do parâmetro Oxigênio dissolvido (Figura 5.31), os níveis estiveram de acordo com o padrão mínimo de qualidade (5 mg/L) em todas as campanhas realizadas no segundo semestre de 2025, com valor mínimo registrado de 5,87 mg/L (dezembro).

Para a variável DBO (Figura 5.32), os resultados mantiveram-se inferiores ao LQ do método (2,00 mg/L) nas campanhas de julho, novembro e dezembro de 2025, enquanto nas campanhas de agosto, setembro e outubro de 2025 exibiram medidas quantificadas, de 2,04 mg/L, 2,44 mg/L e 2,27 mg/L, respectivamente. Portanto, verifica-se plena conformidade legal para a variável DBO.

Em relação às medidas de Condutividade elétrica (Figura 5.33), foram notados valores elevados nas águas do Dique de Contenção de Sedimentos do Ribeirão Piranga analisadas no segundo semestre de 2025, com valores entre 420,00 (dezembro) e

886,00 (novembro). Os registros históricos (Anexo D) também são elevados para esta variável no ponto PA-33. Nas águas estagnadas, a ausência de renovação natural, aliada aos efeitos da evaporação, contribui para a concentração acentuada de substâncias dissolvidas.

Os teores de Sólidos dissolvidos totais (Figura 5.34) estiveram consistentes com os de Condutividade elétrica na maioria das campanhas realizadas no segundo semestre de 2025, sendo verificadas duas medidas superiores ao padrão de qualidade, registradas nos meses de agosto (1167 mg/L) e novembro (543 mg/L) de 2025. Desvio para esta variável ocorreu anteriormente somente em setembro de 2023 (569 mg/L) (Anexo D).

Quanto aos valores de Sólidos em suspensão totais (Figura 5.35), foram identificadas superações nas campanhas de setembro e novembro de 2025, que registraram valores de 112 mg/L e 115 mg/L, respectivamente. Contudo, essas ocorrências não refletiram nos resultados de Turbidez (Figura 5.36), que exibiram plena conformidade legal no segundo semestre de 2025. As não conformidades observadas podem estar associadas à condição de estagnação, caracterizada pela ausência de fluxo de renovação e limitada capacidade de diluição, contribuindo para os níveis de Sólidos em suspensão totais superiores ao padrão de qualidade.

Os resultados do parâmetro Manganês total (Figura 5.37), no segundo semestre de 2025, apontaram desvios na maioria das campanhas, com teor máximo registrado em julho (0,974 mg/L). Somente nos meses de novembro e dezembro de 2025, os teores atenderam ao padrão de qualidade e foram inferiores ao LQ (0,005 mg/L). Desvios para esta variável são frequentes na série histórica do ponto PA-33 e se devem a sua existência na pedologia local, marcada pela presença do Latossolo Vermelho-Amarelo, que contém concentrações expressivas de manganês.

A forma total do Chumbo (Figura 5.38) apresentou dois desvios no segundo semestre de 2025, nos meses de novembro e dezembro, que registraram medidas de 0,014 mg/L e 0,043 mg/L, respectivamente, acima do padrão de qualidade estabelecido para águas doces classe 2 (0,01 mg/L), segundo a DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022.

Para as campanhas pretéritas, prevaleceram concentrações abaixo do LQ (0,005 mg/L). Embora os desvios de Chumbo total sejam menos recorrentes do que os outros metais, ocorreram não conformidades pontuais ao longo de sua série histórica, principalmente no período chuvoso, quando é favorecido o transporte de sedimentos para as águas.

No segundo semestre de 2025, o maior registro de Coliformes termotolerantes (Figura 5.39) foi de 77,6 NMP/100mL (dezembro), em pleno atendimento legal quanto ao padrão máximo de qualidade de 1.000 NMP/100mL. Salienta-se que os Coliformes termotolerantes além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal (DN Conjunta COPAM/CERH-MG/08/2022).

Os demais parâmetros monitorados, exibiram predomínio de registros inferiores ao LQ ou pouco relevantes frente aos respectivos padrões de qualidade para os que possuem. São eles: Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Cianeto livre, Cianeto total, Cianeto WAD, Cloreto total, Cromo total, Ferro dissolvido, Fosfato total, Níquel total, Nitrato como N, Sulfato total, Sulfeto total, Sulfeto (como H₂S não dissociado) e Zinco total.

Figura 5.28: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

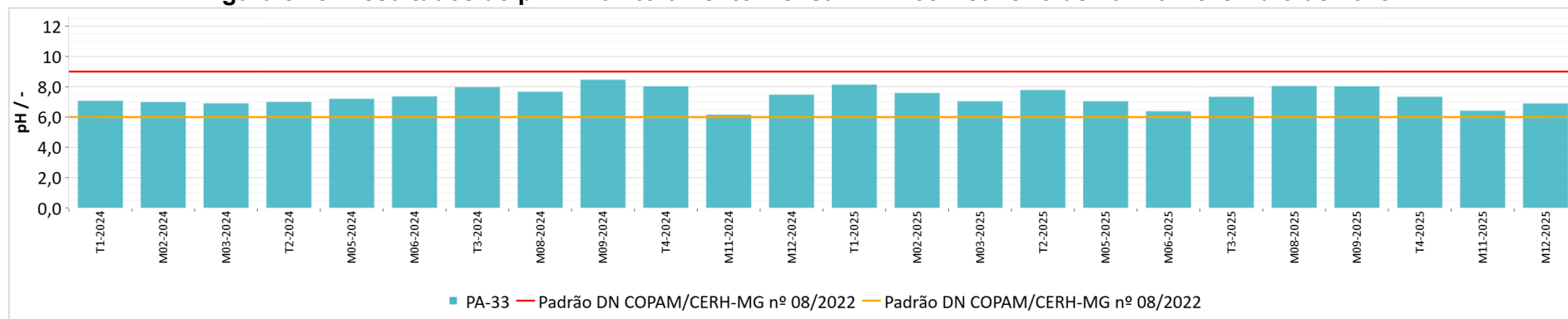


Figura 5.29: Resultados de Alcalinidade Total – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

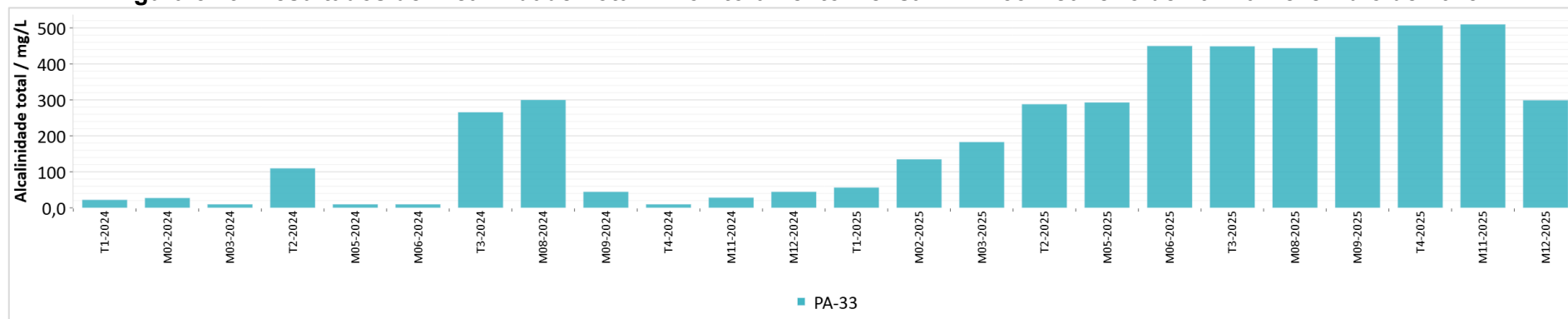


Figura 5.30: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

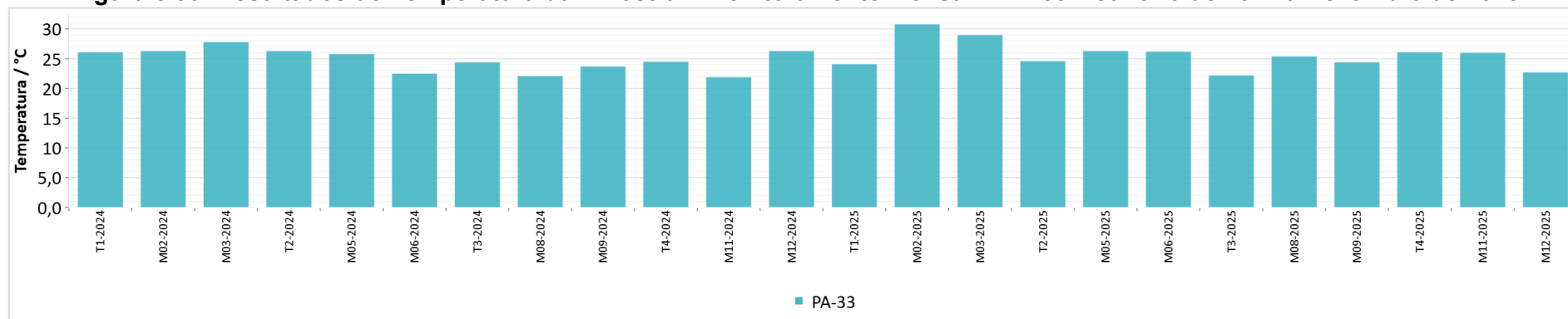


Figura 5.31: Resultados de Oxigênio Dissolvido – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

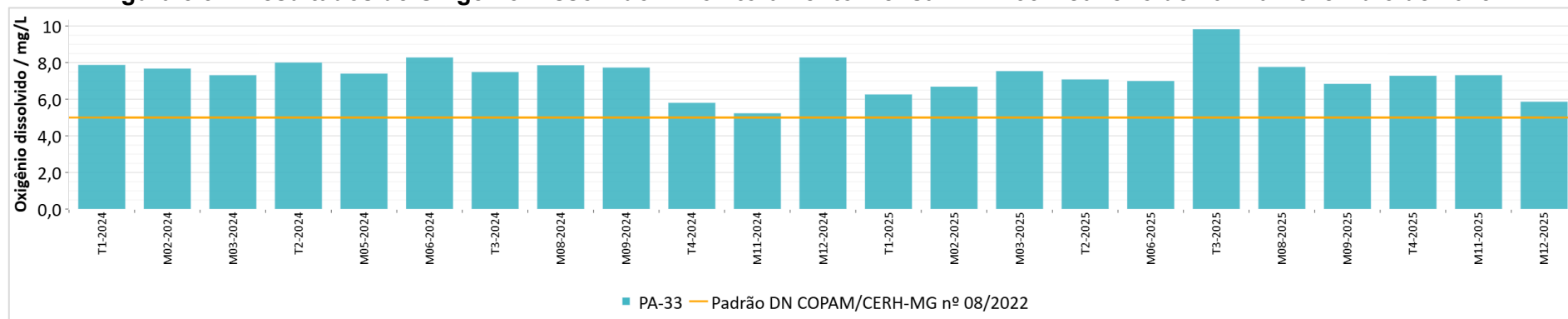


Figura 5.32: Resultados de DBO – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

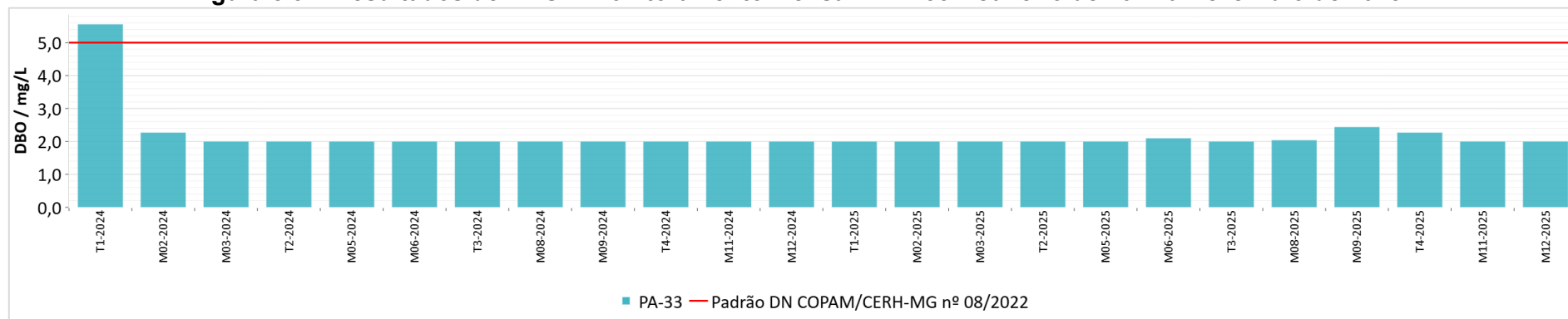


Figura 5.33: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

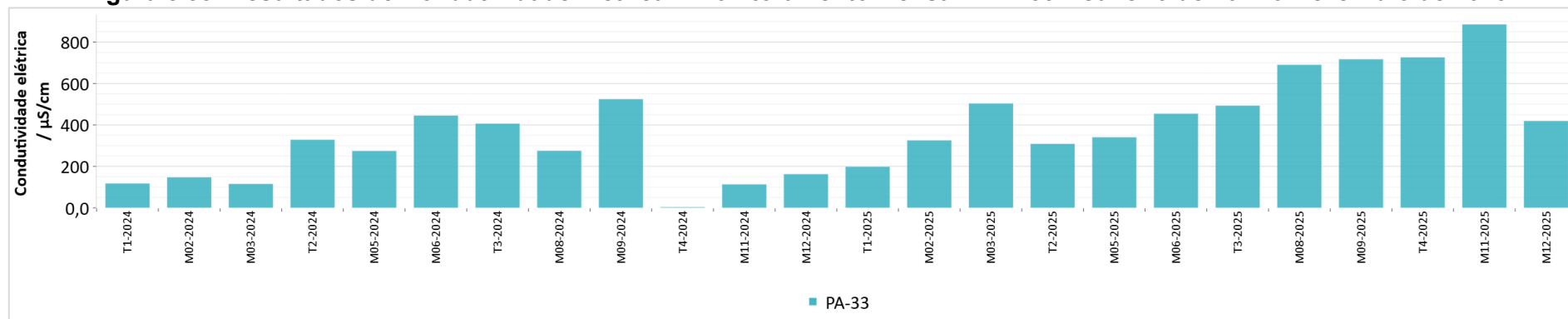


Figura 5.34: Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

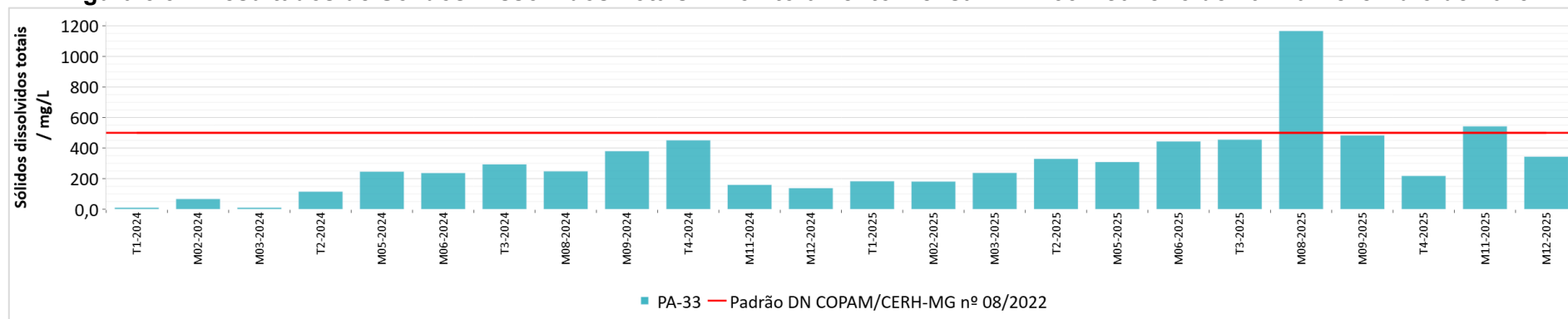


Figura 5.35: Resultados de Sólidos em Suspensão Totais – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

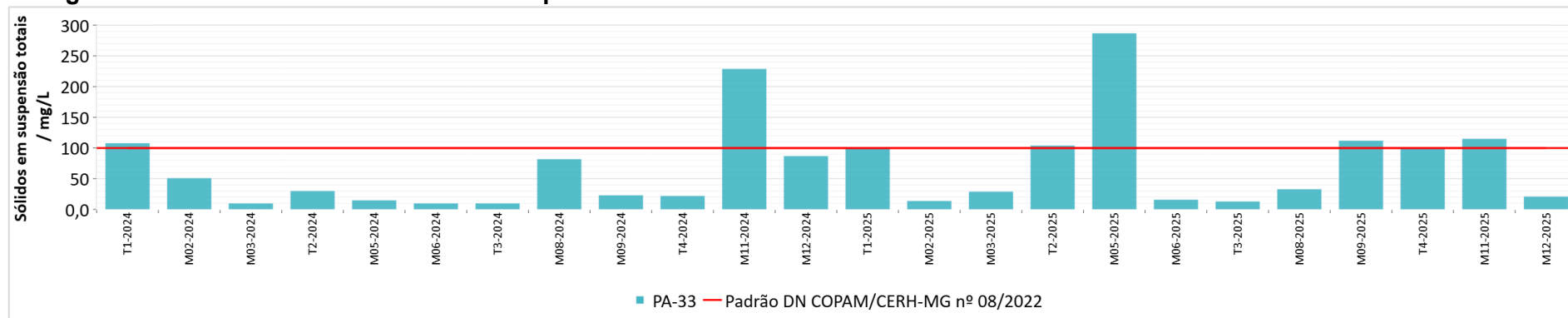


Figura 5.36: Resultados de Turbidez – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

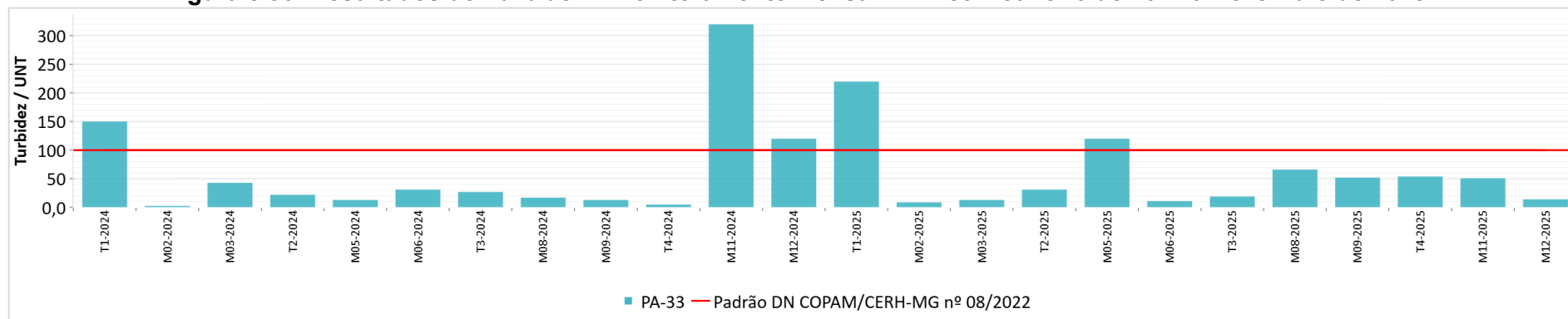


Figura 5.37: Resultados de Manganês Total – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

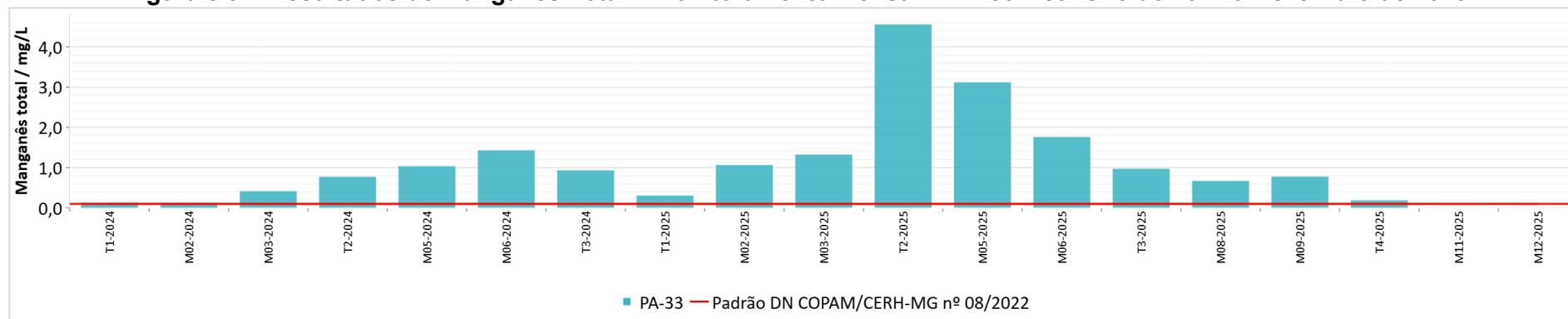


Figura 5.38: Resultados de Chumbo Total – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

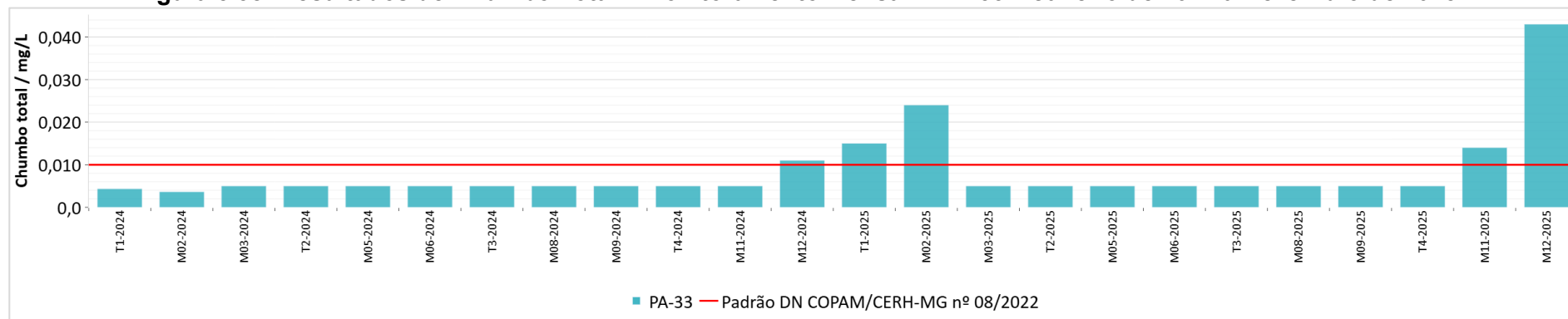
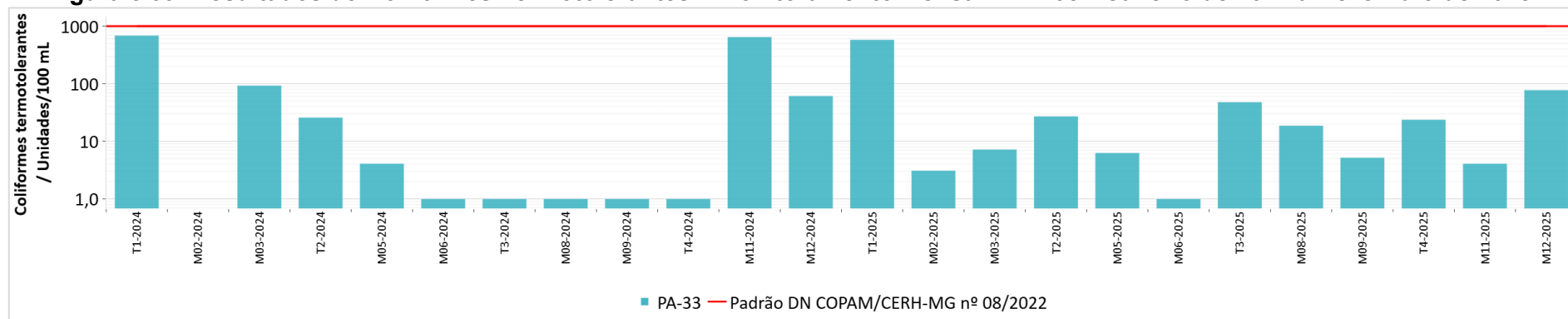


Figura 5.39: Resultados de Coliformes Termotolerantes – Monitoramento Mensal – PA-33 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.



5.1.2.3 Monitoramento Mensal do Ponto PDR03

Os resultados registrados para as campanhas realizadas no segundo semestre de 2025 nas águas superficiais do ponto PDR03, local de condição de águas correntes, localizado no córrego Piranga, a montante da Pilha de Rejeito, são exibidos na Tabela 5.4. Os dados assinalados em vermelho são os que não atenderam aos padrões legais estabelecidos pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas classe 2.

Destaca-se que não foi realizada amostragem deste ponto no período de julho a novembro de 2025, uma vez que se encontrava seco. Estas informações estão presentes nos certificados de análises inseridos no Anexo A.

Para as águas coletadas no ponto de monitoramento PDR03, as não conformidades no segundo semestre de 2025 ocorreram para os parâmetros Chumbo total, Cianeto livre e Oxigênio dissolvido.

Neste item são avaliados os resultados dos parâmetros que não atenderam aos padrões de qualidade estabelecidos pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas classe 2, assim como aqueles que apresentaram resultados consideráveis em relação aos respectivos LQs no segundo semestre de 2025. Além disso, também são discutidos os parâmetros básicos monitorados.

Ademais, entre a Figura 5.40 e a Figura 5.50 são apresentados os gráficos de evolução temporal dos parâmetros que exibiram desvios ou resultados relevantes frente aos respectivos LQs, abrangendo o período de janeiro de 2024 a dezembro de 2025.

Tabela 5.4: Resultados do Monitoramento Mensal PDR03 – 2º Semestre de 2025 - Águas Superficiais.

Parâmetro	Unidade	Padrão de Qualidade ¹	PDR03					
			22/07/25	12/08/25	09/09/25	23/10/25	07/11/25	16/12/25
Alcalinidade total	mg/L		Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	76,2
Alumínio dissolvido	mg/L	Máx. 0,1						<0,010
Arsênio total	mg/L	Máx. 0,01						<0,0100
Cádmio total	mg/L	Máx. 0,001						<0,0005
Chumbo total	mg/L	Máx. 0,01						0,056
Cianeto livre	mg/L	Máx. 0,005						0,0610
Cianeto total	mg/L							0,0610
Cianeto WAD	mg/L							<0,0200
Cloreto total	mg/L	Máx. 250						26,8
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	Máx. 1000						<1
Condutividade elétrica	µS/cm							170,90
Cromo	mg/L	Máx. 0,05						<0,005
DBO	mg/L	Máx. 5						4,74
Ferro dissolvido	mg/L	Máx. 0,3						0,12
Fosfato total	mg/L							0,0100
Manganês total	mg/L	Máx. 0,1						0,022
Níquel total	mg/L	Máx. 0,025						<0,005
Nitrato como N	mg/L	Máx. 10						2,09
Oxigênio dissolvido	mg/L	Mín. 5						4,86
pH		Mín. 6 Máx. 9						6,78
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	Máx. 500						145
Sólidos em suspensão totais	mg/L	Máx. 100						32
Sólidos totais	mg/L							177
Sulfato total	mg/L	Máx. 250						<10,0
Sulfeto total	mg/L							<0,10
Temperatura da amostra	°C							21,6
Turbidez	UNT	Máx. 100						36
Zinco total	mg/L	Máx. 0,18						<0,001

¹ DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 – Classe 2.

Legenda

Desvio em relação ao Padrão de Qualidade

As águas do Córrego Piranga monitoradas pelo ponto PDR03, situado a montante da Pilha de Rejeitos, exibiu valor de pH (Figura 5.40) de 6,78 em dezembro de 2025, denotando condições levemente ácidas para as águas. Além disso, o resultado atendeu os padrões estabelecidos pela DN COPAM n° 08/2022, de 6 a 9.

O teor de Oxigênio dissolvido (Figura 5.41) observado em dezembro de 2025 foi de 4,86 mg/L, inferior ao limite mínimo de 5 mg/L. Medidas não conformes ainda não tinham sido registradas nesse ponto. Assim como observado no ponto PA-31, o desvio identificado pode estar associado ao prolongado período de seca (junho a novembro de 2025), seguido do restabelecimento da vazão em dezembro de 2025, o que pode ter favorecido o aporte de matéria orgânica acumulada ao longo do período seco. Nessa campanha, foi registrado o maior teor de DBO (Figura 5.42) já observado nesse ponto, de 4,74 mg/L, indicando a presença de matéria orgânica nas águas. Contudo, diferentemente do primeiro parâmetro, a DBO manteve-se em conformidade com o respectivo padrão de qualidade (5,00 mg/L).

Em relação a Alcalinidade total (Figura 5.43), o registro foi igual a 76,2 mg/L em dezembro de 2025, indicando águas com boa capacidade de tamponamento. De acordo com Brasil (2006), grande parte das águas naturais apresentam alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO_3 , sendo que concentrações acima de 24 mg/L indicam águas com boa capacidade de tamponamento (CHAPMAN, 2021).

Em relação aos parâmetros Condutividade elétrica (Figura 5.44) e Sólidos dissolvidos totais (Figura 5.45), observou-se consistência entre os resultados obtidos em dezembro de 2025, que reportou medida de 170,90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para primeira variável e de 145 mg/L para a segunda. Ainda, foi verificada conformidade legal para a segunda variável na campanha de dezembro de 2025.

Quanto aos parâmetros Turbidez (Figura 5.46) e Sólidos em suspensão totais (Figura 5.47), os registros obtidos em dezembro de 2025 foram de 36 UNT e 32 mg/L, respectivamente, em conformidade frente aos seus padrões de qualidade.

Dentre os metais monitorados, foi observada não conformidade para a forma total do Chumbo (Figura 5.48), que apresentou concentração de 0,056 mg/L em dezembro de 2025, superior ao padrão de qualidade de 0,01 mg/L estabelecido para águas doces de classe 2, conforme a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022. Desvio para esse parâmetro ocorreu anteriormente na campanha de fevereiro de 2025 realizada nesse ponto, que registrou 0,042 mg/L. Assim, a presença desse metal nas águas pode ser atribuída ao maior aporte de sólidos no período chuvoso.

Ademais, verificou-se teor de Cianeto livre (Figura 5.49) em dezembro de 2025 de 0,061 mg/L, superior ao seu padrão de qualidade (0,005 mg/L). Esse teor pode estar relacionado as ocorrências de chuvas observadas nesse período, que favorecem o arraste superficial. Contudo, os teores desse parâmetro serão avaliados nas campanhas seguintes, uma vez que o Cianeto livre é a forma de cianeto mais tóxica nas águas, por ser altamente biodisponível e capaz de causar efeitos agudos à biota mesmo em baixas concentrações.

O indicador de contaminação fecal, Coliformes termotolerantes (Figura 5.50), apresentou medida inferior ao LQ (1 NMP/100mL) em dezembro de 2025, em conformidade frente ao padrão de 1.000 NMP/100mL. Vale pontuar que essas bactérias são encontradas naturalmente em ambientes diversos que não estão contaminados por fezes humanas ou animais, como solos, vegetação e até mesmo na água (VON SPERLING, 2014).

Figura 5.40: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

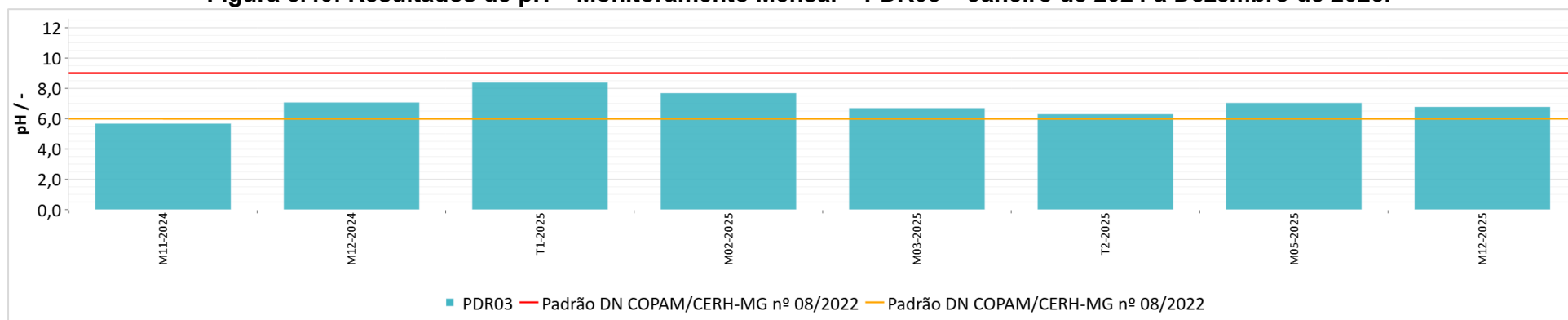


Figura 5.41: Resultados de Oxigênio Dissolvido – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

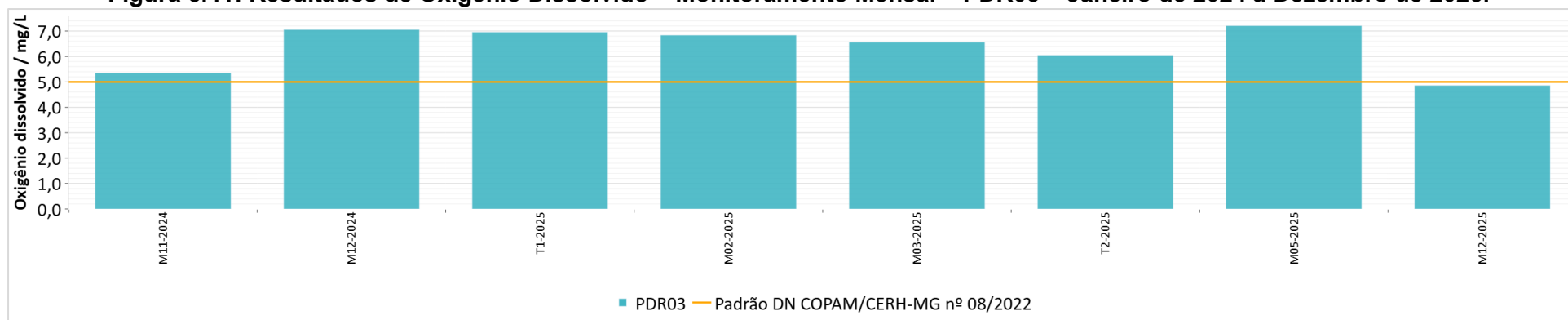


Figura 5.42: Resultados de DBO – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

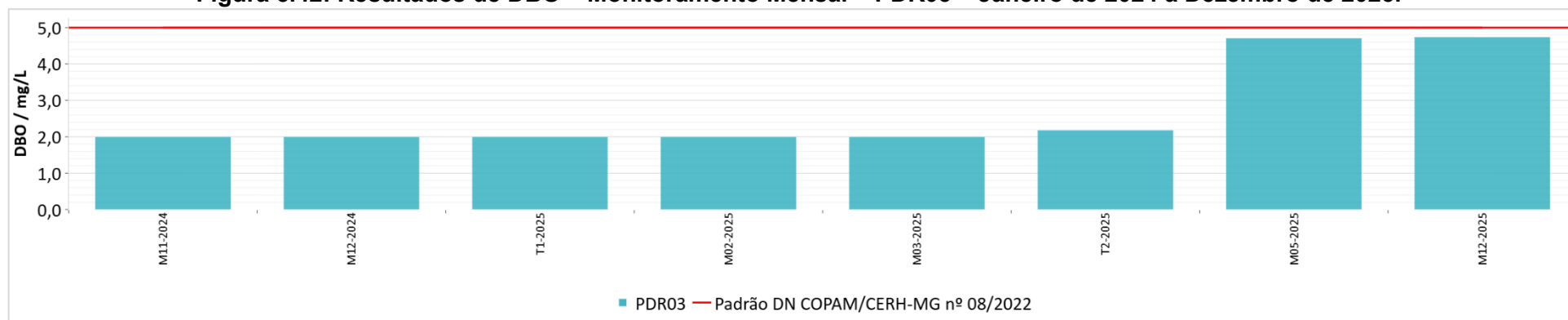


Figura 5.43: Resultados de Alcalinidade Total – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

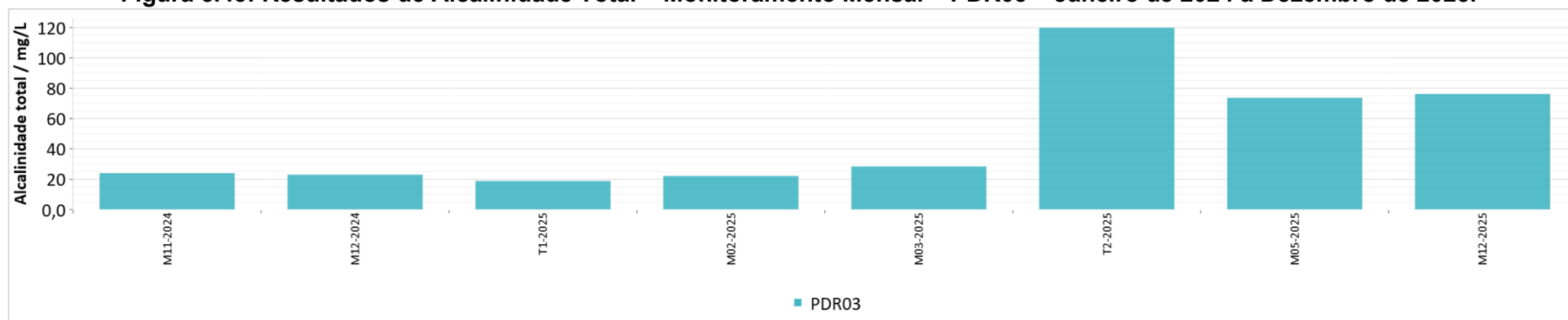


Figura 5.44: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

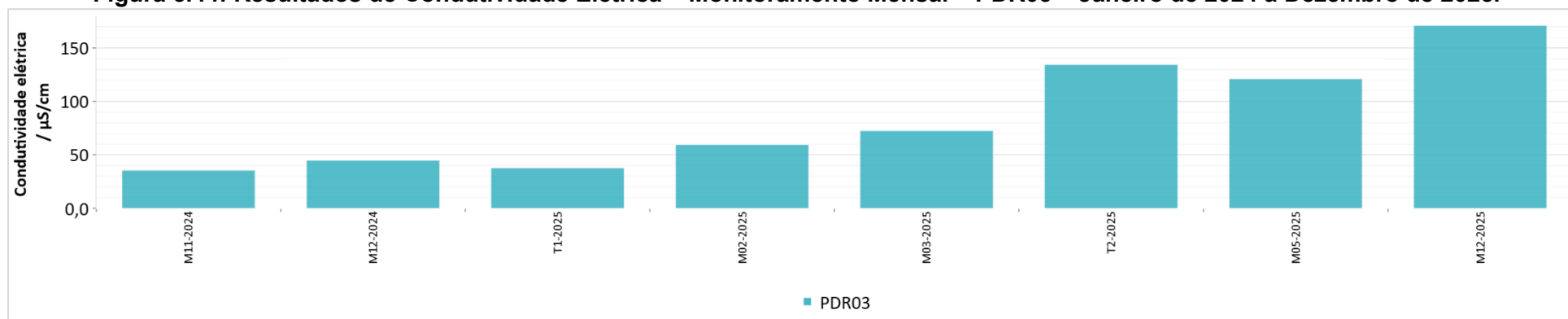


Figura 5.45: Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

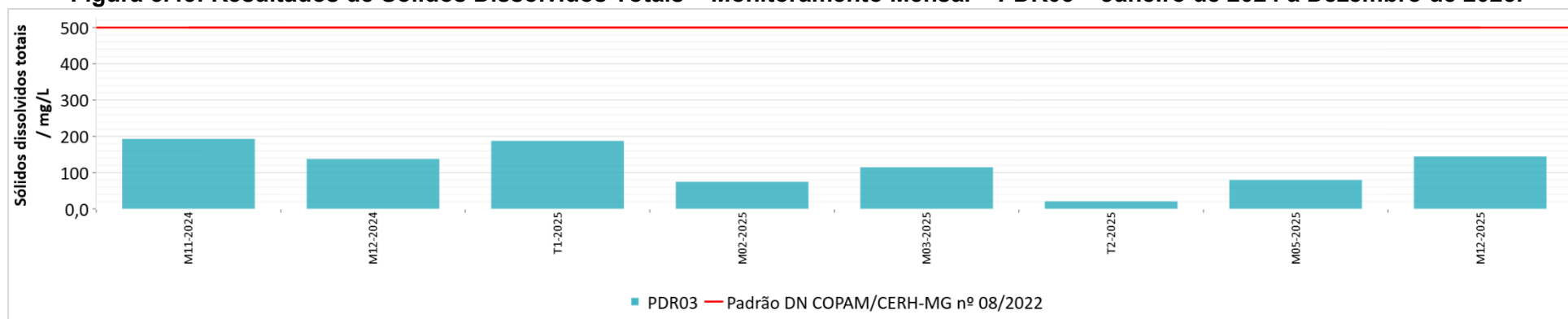


Figura 5.46: Resultados de Turbidez – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

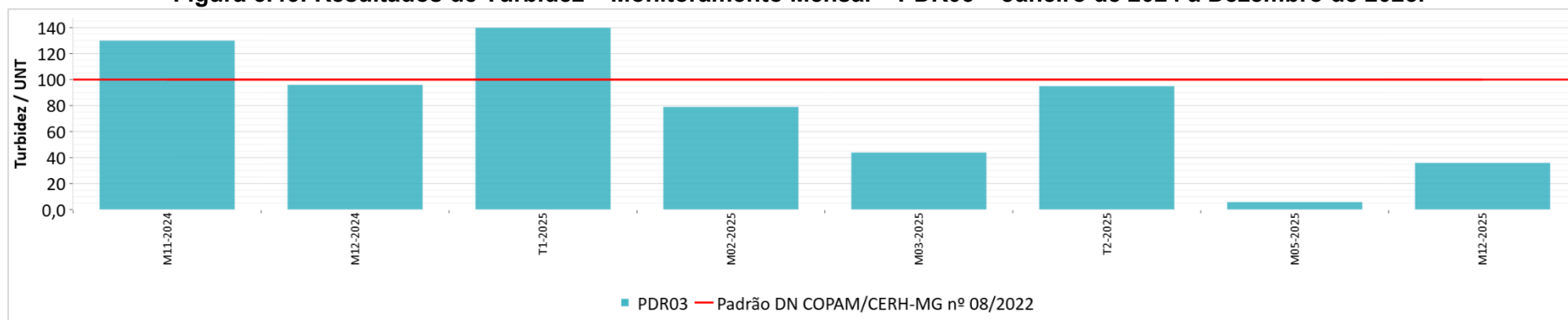


Figura 5.47: Resultados de Sólidos em Suspensão Totais – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

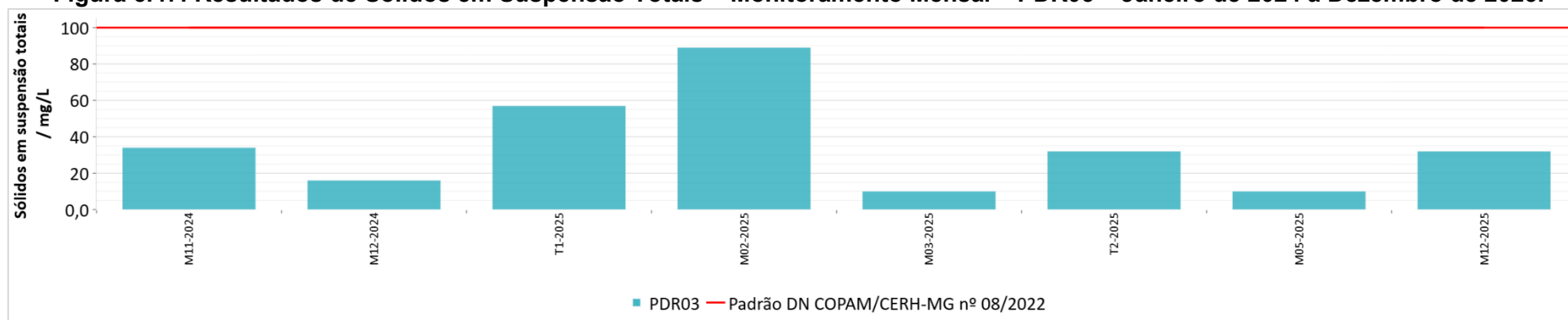


Figura 5.48: Resultados de Chumbo Total– Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

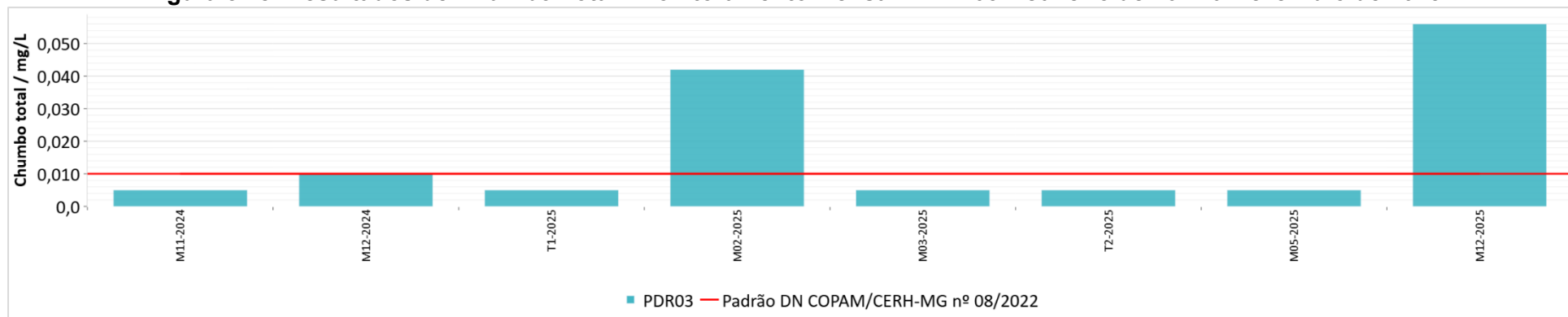


Figura 5.49: Resultados de Cianeto Livre – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

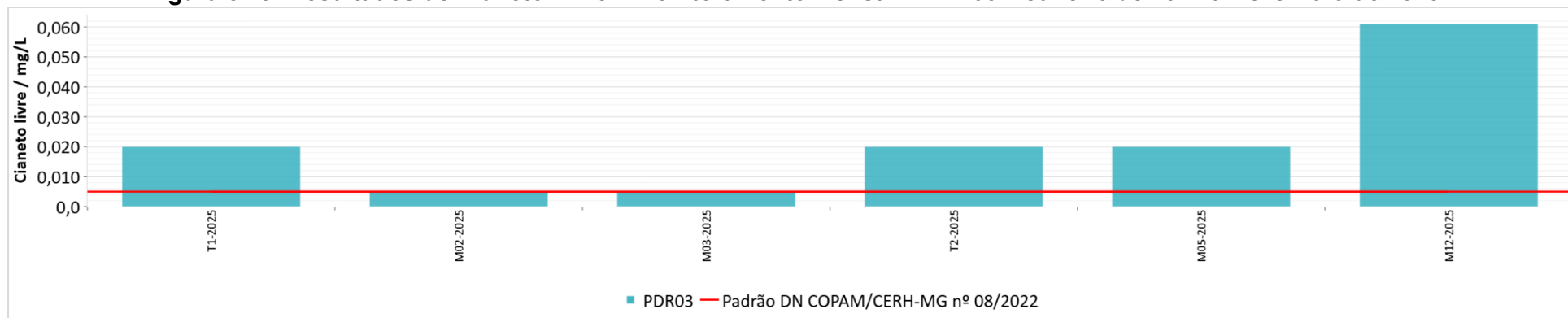
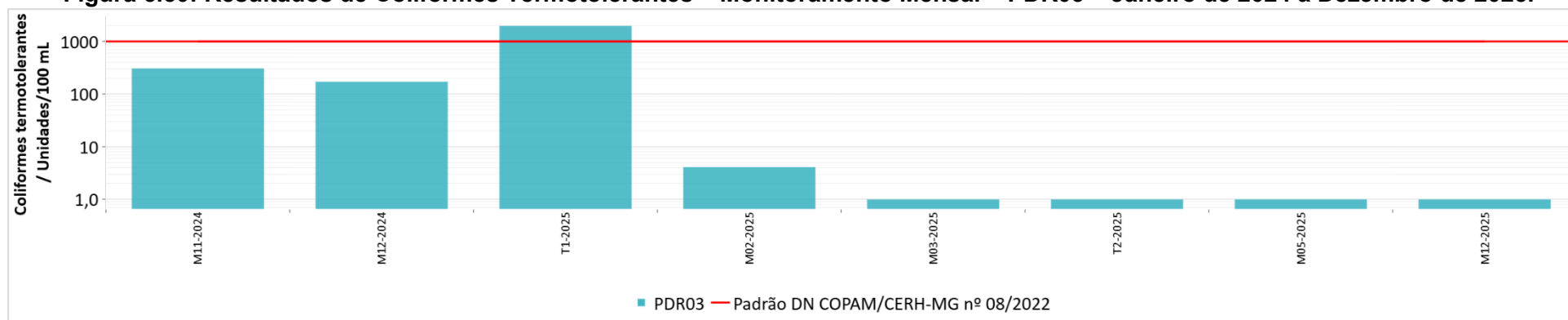


Figura 5.50: Resultados de Coliformes Termotolerantes – Monitoramento Mensal – PDR03 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.



5.1.2.4 Monitoramento Mensal do Ponto PDR02

Neste item, seria apresentada a avaliação dos resultados obtidos a partir do monitoramento do ponto PDR02, localizado nas águas do dique que recebe a drenagem superficial da Pilha de Rejeito.

No entanto, este ponto esteve seco em todo o período de monitoramento (segundo semestre de 2025), conforme informações presentes nos certificados de análises inseridos no Anexo A.

5.1.2.5 Monitoramento Mensal do Ponto PDR01

Os resultados registrados para as campanhas realizadas no segundo semestre de 2025 nas águas superficiais do ponto PDR01, local de condição de águas estagnadas, localizado no *sump* de coleta de drenagem da Pilha de Rejeito, são exibidos na Tabela 5.5. Os dados assinalados em vermelho são os que não atenderam aos padrões legais estabelecidos pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas classe 2.

Para as águas coletadas no ponto de monitoramento PDR01, as superações aos padrões legais observadas no segundo semestre de 2025 ocorreram para os parâmetros Arsênio total, Cianeto livre e Níquel total.

Neste item, são avaliados os resultados dos parâmetros que não atenderam os padrões de qualidade estabelecidos pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, para águas classe 2, assim como os parâmetros básicos e aqueles que apresentaram resultados relevantes no segundo semestre de 2025.

Além disso, entre a Figura 5.51 e a Figura 5.56 são apresentados os gráficos de evolução temporal dos parâmetros que exibiram desvios ou resultados relevantes frente aos respectivos LQs, abrangendo o período de janeiro de 2024 a dezembro de 2025.

Tabela 5.5: Resultados do Monitoramento Mensal do Ponto PDR01 – 2º Semestre de 2025 - Águas Superficiais.

Parâmetro	Unidade	Padrão ¹	PDR01					
			22/07/25	12/08/25	09/09/25	23/10/25	07/11/25	16/12/25
Arsênio total	mg/L	Máx. 0,01	0,193	0,308	0,329	0,323	2,02	<0,0100
Cádmio total	mg/L	Máx. 0,001	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Chumbo total	mg/L	Máx. 0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cianeto livre	mg/L	Máx. 0,005	0,0190	0,0240	0,0350	0,274	<0,0200	0,0359
Cianeto total	mg/L		<0,0200	0,0865	0,0361	<0,0200	<0,0200	0,0361
Cianeto WAD	mg/L		0,0190	0,0625	0,0011	0,274	<0,02	<0,02
Condutividade elétrica	µS/cm		4250,00	5829,10	5600,00	12820,00	3470,00	6050,00
Cromo hexavalente	mg/L		<0,00375	<0,00375	<0,00375	<0,00375	<0,00375	<0,00375
Cromo total	mg/L	Máx. 0,05	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo trivalente	mg/L		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ferro dissolvido	mg/L	Máx. 0,3	0,013	0,013	0,010	0,023	<0,010	<0,010
Manganês dissolvido	mg/L		3,9	4,0	4,0	2,2	<0,005	<0,005
Materiais sedimentáveis	mL/L		<0,300	<0,300	<0,300	<0,300	6,00	<0,300
Níquel total	mg/L	Máx. 0,025	0,0100	<0,005	<0,005	0,108	<0,005	<0,005
pH		Mín.6 Máx. 9	7,22	7,56	7,31	6,62	7,51	6,84
Potencial redox	mV		67,4	0	1,15	5,59	0,47	0,78
Sulfeto	mg/L		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Temperatura da amostra	°C		23,3	22,0	22,3	19,6	25,3	23,5
Zinco total	mg/L	Máx. 0,18	0,013	0,019	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

¹ DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 – Classe 2.

Legenda

*P/A: Presente/Ausente

Desvio em relação ao Padrão de Qualidade

LQ superior ao Padrão de Qualidade

Os valores do parâmetro pH (Figura 5.51), nas amostras coletadas no ponto PDR01, que monitora as águas do *sump* advindas da Pilha de Rejeitos, demonstraram águas com características levemente ácidas (6,62 – outubro) a levemente básicas (7,56 – agosto), em pleno atendimento ao intervalo de 6 a 9.

Os resultados de Condutividade elétrica (Figura 5.52), no segundo semestre de 2025, foram superiores a 3000,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, atingindo a medida de 12820,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em outubro de 2025. Em estruturas contendo águas estagnadas, a ausência de renovação natural, aliada aos efeitos da evaporação, contribui para a concentração acentuada de substâncias dissolvidas.

Dentre os metais e semimetais monitorados, o Arsênio total (Figura 5.53) apresentou excedências ao padrão de qualidade de 0,01 mg/L, estabelecido para águas doces de classe 2, conforme a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, em todas as campanhas realizadas no segundo semestre de 2025. Exceção foi verificada na campanha de dezembro de 2025, quando foi reportada concentração inferior ao LQ do método, de 0,0100 mg/L. Todos os resultados pretéritos (Anexo D) apontaram superações ao padrão de qualidade de Arsênio total.

Desvio pontual também foi verificado para Níquel total (Figura 5.54), em outubro de 2025, quando foi reportada a concentração de 0,108 mg/L, superior ao padrão legal de 0,025 mg/L. Conforme apresentado no Atlas Geoquímico da Bacia do Rio São Francisco (item 1.3.2), destaca-se a presença natural de Arsênio e Níquel em concentrações elevadas nos solos da região avaliada.

A variável Manganês dissolvido (Figura 5.55) exibiu concentrações entre <0,005 mg/L (novembro e dezembro) e 4,0 mg/L (agosto e setembro) no segundo semestre de 2025. Não há padrão de qualidade estabelecido para esta variável segundo a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, contudo, utilizando o padrão de qualidade estabelecido para sua forma total, de 0,1 mg/L, apenas como referência, observa-se que em quase todas as campanhas houve superação desse valor. Conforme

descrito no item 1.2.1, os solos da região, classificados como Cambissolos, Neossolos e Latossolos, apresentam naturalmente teores consideráveis de manganês.

Para a variável Cianeto Livre (Figura 5.56), foram identificadas não conformidades em todas as campanhas realizadas no segundo semestre de 2025, com exceção do mês de novembro, cujo resultado foi inferior ao LQ de 0,0200 mg/L, ainda acima do padrão de qualidade de 0,005 mg/L. O valor mais elevado foi registrado em outubro, de 0,274 mg/L. A maioria dos resultados pretéritos (Anexo D) apontaram superações ao padrão de qualidade de Cianeto livre.

Ressalta-se que as águas do sump não são lançadas no meio ambiente, sendo bombeadas para a Barragem de Rejeitos, onde são armazenadas e reutilizadas nas atividades operacionais, conforme informado pelo empreendimento.

Figura 5.51: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PDR01 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

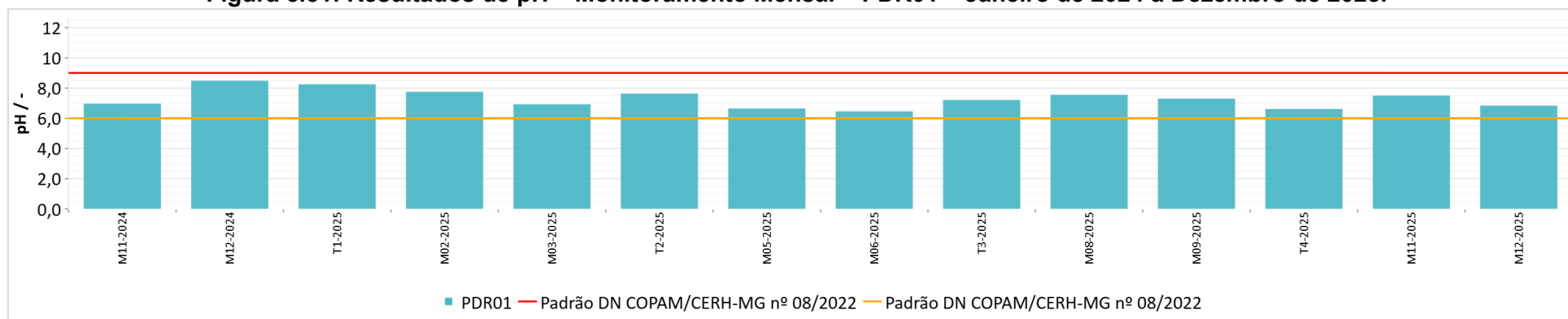


Figura 5.52: Resultados de Condutividade elétrica – Monitoramento Mensal – PDR01 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

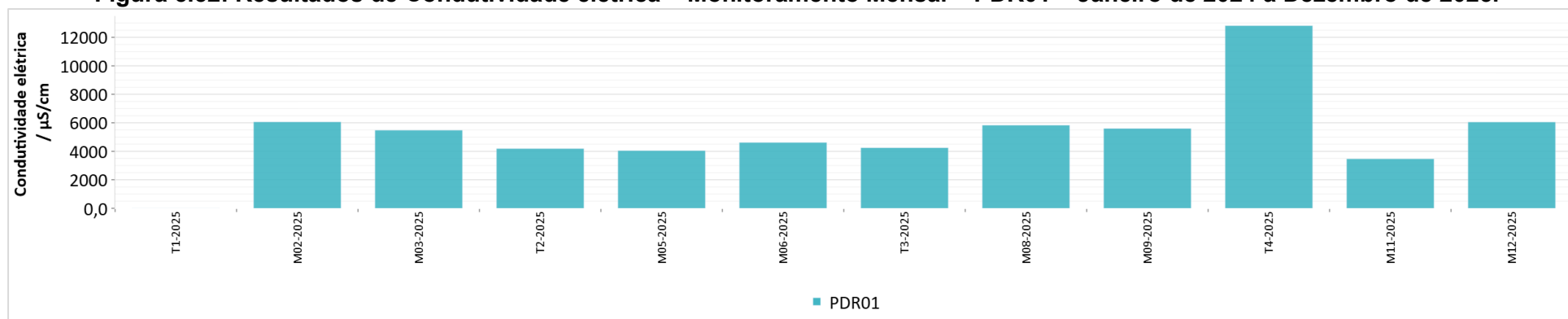


Figura 5.53: Resultados de Arsênio total – Monitoramento Mensal – PDR01 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

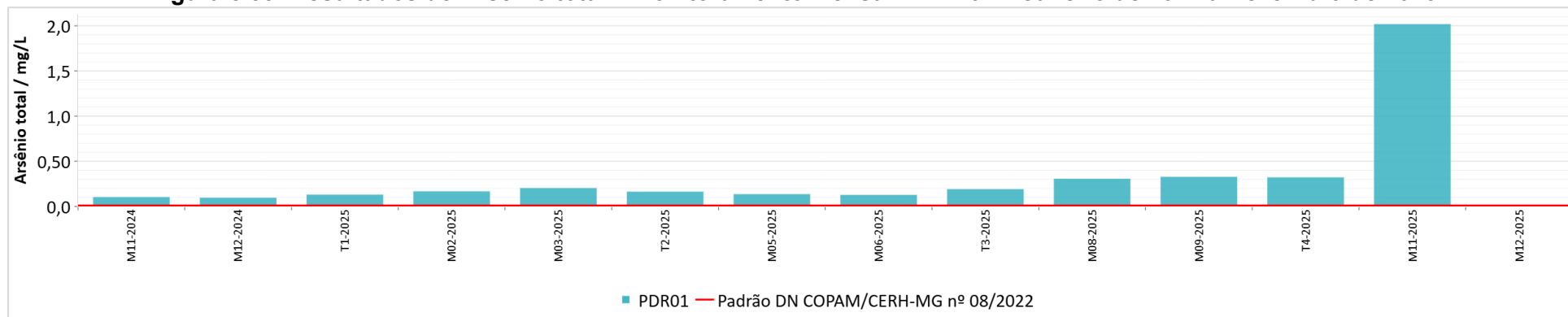


Figura 5.54: Resultados de Níquel total – Monitoramento Mensal – PDR01 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

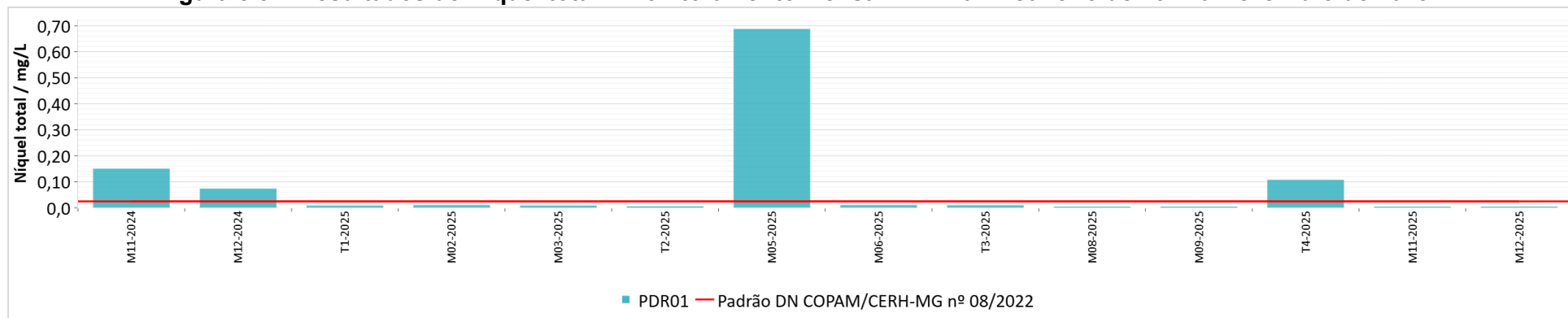


Figura 5.55: Resultados de Manganês dissolvido – Monitoramento Mensal – PDR01 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

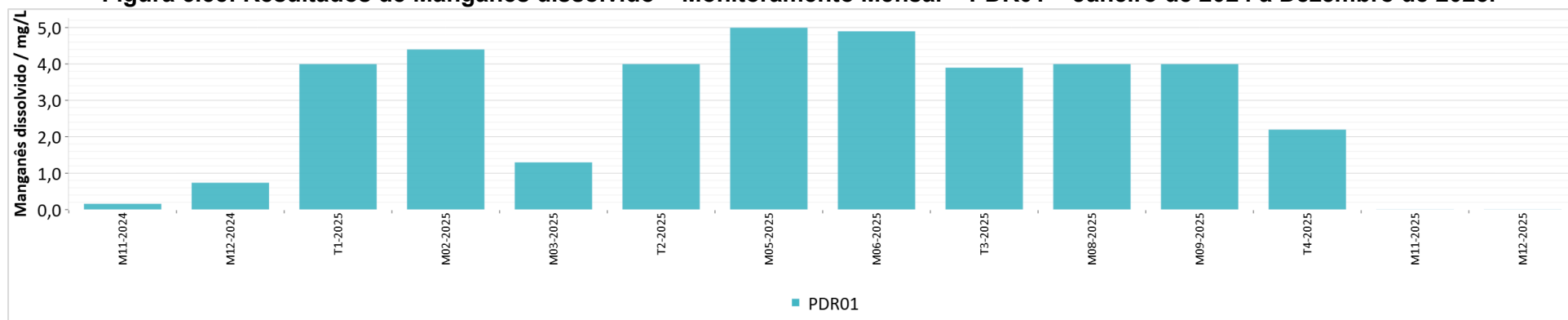
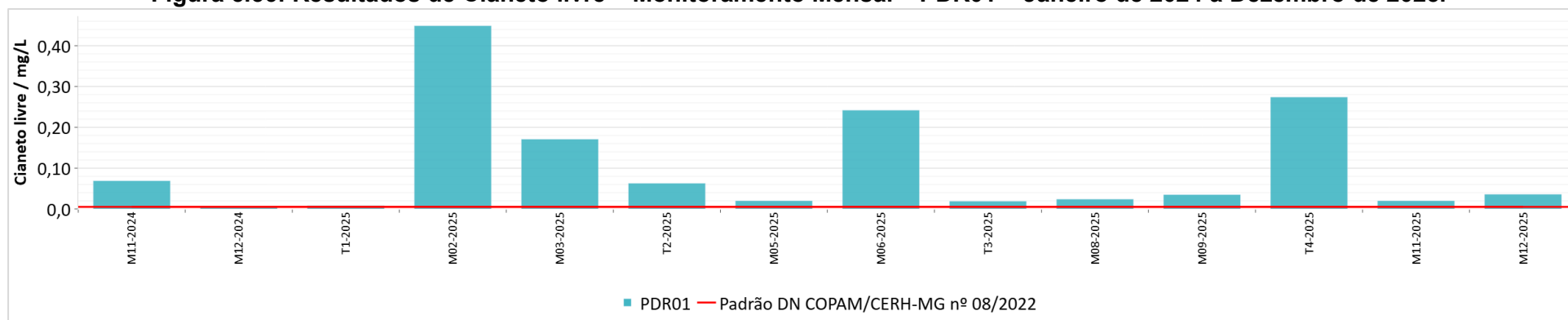


Figura 5.56: Resultados de Cianeto livre – Monitoramento Mensal – PDR01 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.



5.2 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A avaliação trimestral da qualidade das águas subterrâneas foi realizada com a subdivisão dos pontos analisados trimestralmente em duas categorias, os poços destinados ao abastecimento e os poços de monitoramento. Os poços de monitoramento têm como objetivo a avaliação da qualidade das águas, não sendo, portanto, utilizados para abastecimento. Essa divisão foi pautada pelo Plano de Monitoramento revisado pela Watergeo Solutions em 2012.

Quanto aos dados registrados mensalmente, os poços foram avaliados individualmente.

5.2.1 Monitoramento Trimestral das Águas Subterrâneas

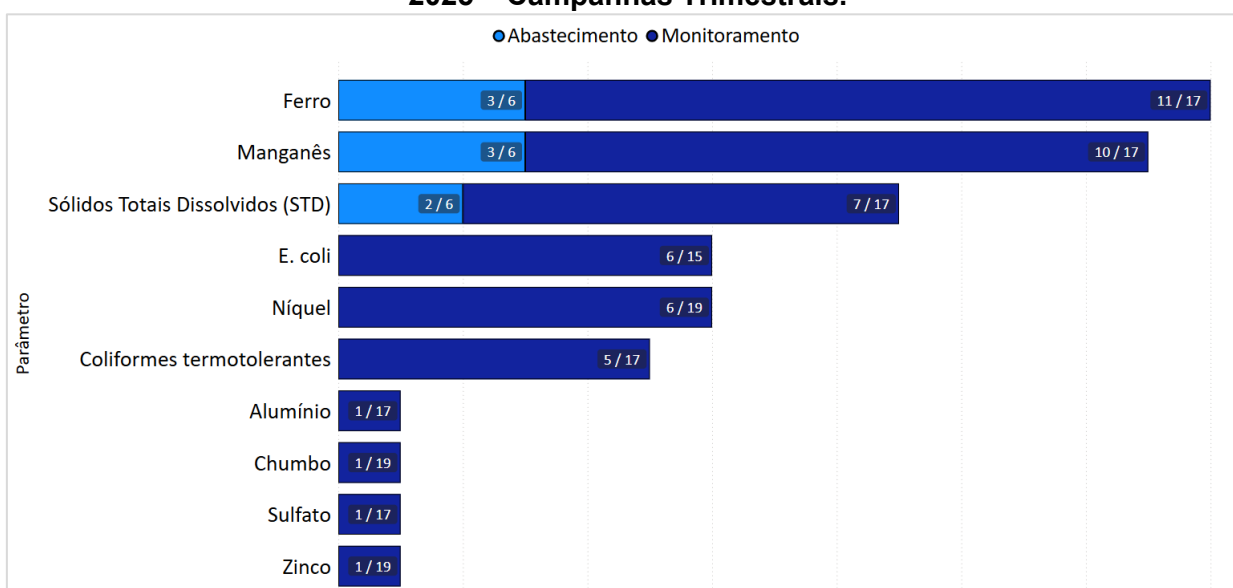
O aquífero Bambuí, principal sistema aquífero na mesorregião norte do Estado de Minas Gerais, apresenta três feições hidrogeológicas principais, o carste, o cárstico-fissurado e o fissurado. Tais feições ocorrem em função da presença de rochas calcárias que conferem às águas subterrâneas um caráter neutro à levemente alcalino e elevados resultados para Condutividade elétrica e Dureza, predominando águas bicarbonatadas cálcicas.

Na Figura 5.57 podem ser visualizados os parâmetros que apresentaram desvios em relação ao Valor Máximo Permitido (VMP), segundo a Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando como uso preponderante o consumo humano, nas campanhas de monitoramento do segundo semestre de 2025.

Destaca-se que, em geral, o maior número de não conformidades ocorreu para os parâmetros associados às litologias da área da Mina de Riacho dos Machados, que incorporam a presença, principalmente, dos minerais muscovita, biotita, pirrotita, pirita, arsenopirita, calcopirita e esfarelita, os quais são responsáveis pela presença de Alumínio, Ferro, Arsênio e Níquel, além da abundância do elemento Manganês no solo e na geologia local. Superações foram também registradas para o parâmetro Sólidos totais dissolvidos, nos poços de abastecimento e monitoramento, estando principalmente

relacionadas a erros de transcrição nos certificados de análises. Além disso, desvios ocorreram nos poços de monitoramento para os parâmetros *Escherichia coli* (PA-26 – outubro, PA-34 Bacia – julho e outubro, PA-36 – outubro, PA-43 – outubro, PA-44 – julho e PDR05 - outubro), Coliformes termotolerantes (PA-26 – outubro, PA-36 – outubro, PA-43 – outubro e PA-44 - julho), Chumbo (PDR05 - julho), Sulfato (PA-26 - julho) e Zinco (PA-43 - outubro).

Figura 5.57: Número de Não Conformidades – Águas Subterrâneas – 2º Semestre de 2025 – Campanhas Trimestrais.



5.2.1.1 Poços de Abastecimento

A seguir serão avaliados os resultados analíticos da qualidade das águas subterrâneas dos poços de abastecimento coletivo (PA-25 e PA30-A), abastecimento individual (PA-21) e industrial (PA-18). A localização dos poços de abastecimento presentes na rede sistemática é apresentada na Figura 5.58. Ressalta-se que os poços PA-18 e PA-19 (não amostrados no segundo semestre), ainda que definidos como poços de abastecimento na Revisão do Plano de Monitoramento (WGS, 2012), atualmente não são utilizados com esta finalidade.

Durante o segundo semestre do ano de 2025, foram realizadas coletas dos pontos PA-18 e PA30-A somente em outubro, uma vez que se encontravam sem acesso e sem

energia no mês de julho, respectivamente. Além disso, houve amostragem dos pontos PA-21 e PA-25 em ambas as campanhas trimestrais realizadas no segundo semestre de 2025. Os demais pontos estiveram secos, inacessíveis, ou sem energia, segundo informações contidas nos Certificados de Ensaio inseridos no Anexo A.

Os resultados registrados no segundo semestre de 2025 são apresentados na Tabela 5.6, onde foram destacados em vermelho os valores que apresentaram superações aos Valores Máximos Permitidos da Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o uso preponderante da água para consumo humano. É importante ressaltar-se que as amostras analisadas foram de água bruta.

Além disso, entre a Figura 5.59 e a Figura 5.64 são apresentados os gráficos de evolução temporal dos parâmetros que exibiram desvios ou resultados relevantes frente aos respectivos LQs, abrangendo o período de janeiro de 2024 a dezembro de 2025.

Figura 5.58: Localização dos Pontos de Monitoramento das Águas Subterrâneas – Poços de Abastecimento.

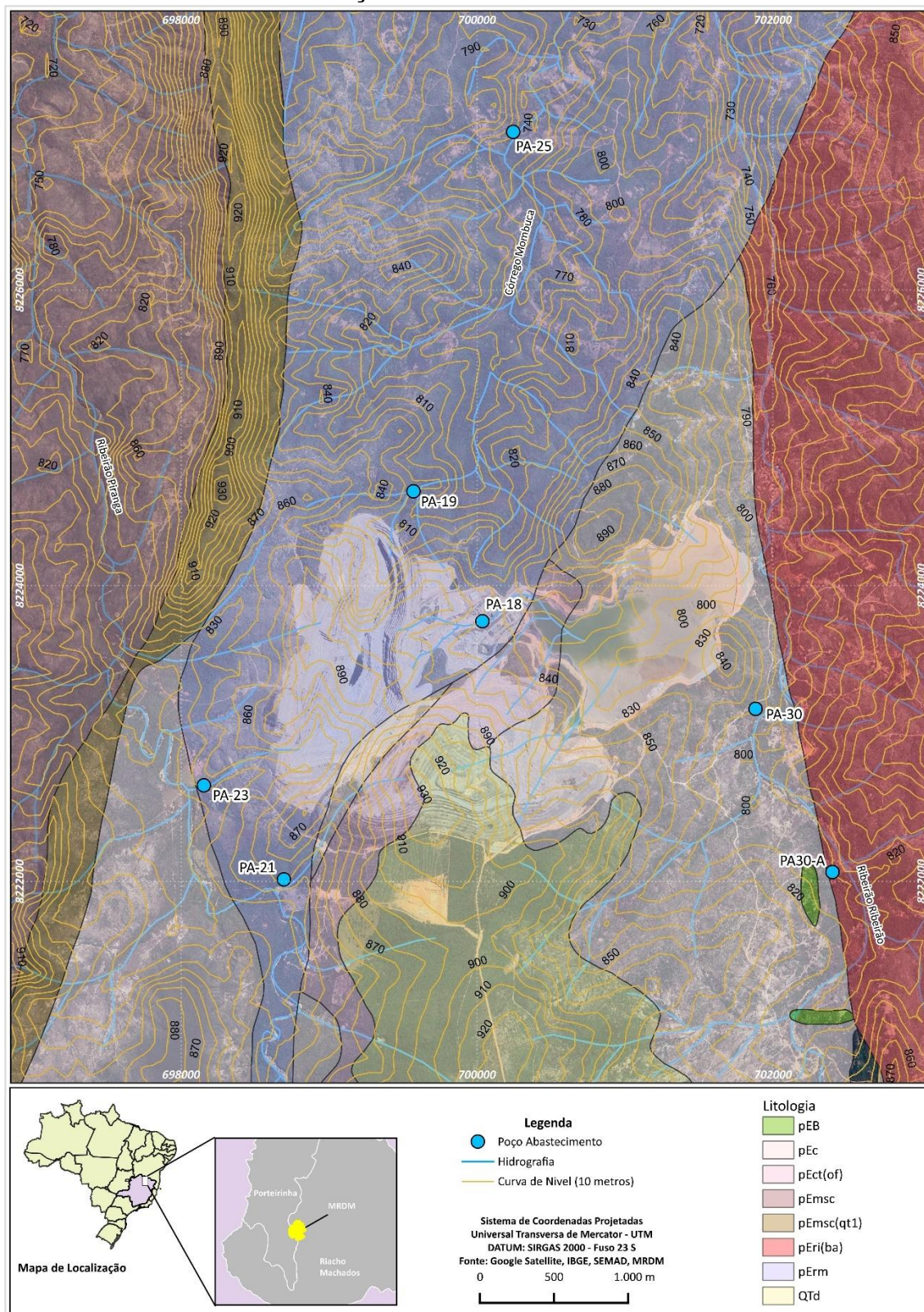


Tabela 5.6: Resultados de Monitoramentos Trimestrais – Poços de Abastecimento – 2º Semestre do Ano de 2025.

Parâmetro	Unidade	VMP¹	PA-18		PA-21		PA-25		PA30-A	
			16/07/25	28/10/25	15/07/25	23/10/25	24/07/25	29/10/25	23/07/25	23/10/25
Alcalinidade de bicarbonatos	mg/L			Sem acesso	127	122			Sem energia	
Alcalinidade total	mg/L				127	122				
Alumínio	mg/L	Máx. 0,2	<0,010		0,021	0,115	<0,010	0,055473		<0,010
Alumínio dissolvido	mg/L				<0,010	<0,010				
Antimônio	mg/L	Máx. 0,05	<0,005		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005		<0,005
Arsênio	mg/L	Máx.0,01	<0,01		0,00800	0,00800	<0,01	<0,01		<0,01
Bário	mg/L	Máx. 0,7	<0,100		<0,100	<0,100	<0,100	<0,100		<0,100
Berílio	mg/L	Máx.0,004	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001
Boro	mg/L	Máx.0,5	<0,100		<0,100	<0,100	<0,100	<0,100		<0,100
Cádmio	mg/L	Máx. 0,005	<0,0005		<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005		<0,0005
Cálcio	mg/L				13,703	11,952				
Chumbo	mg/L	Máx.0,01	<0,005		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005		<0,005
Cianeto	µg/L	Máx. 70	<20,0		<20,0	<20,0	<20,0	<20,0		<20,0
Cianeto livre	mg/L				<0,00500	<0,00500				
Cianeto WAD	mg/L				<0,0200	<0,0200				
Cloreto	mg/L	Máx. 250	12,5		2,73	<2,00	18,7	13,6		115
Cobre	mg/L	Máx. 2	<0,0045		<0,0045	<0,0045	<0,0045	<0,0045		<0,0045
Coliformes termotolerantes	P/A*	Ausente	<1		<1	<1	1	<1		<1
Condutividade elétrica	µS/cm		360,00		153,10	176,20	302,00	46,70		518,00
Cromo	mg/L	Máx. 0,05	<0,005		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005		<0,005
DBO	mg/L				<2,00	2,10				
<i>Escherichia coli</i>	P/A*	Ausente	<1		<1	<1	1	<1		<1
Ferro	mg/L	Máx. 0,3	<0,0100		5,078	3,267	0,150	<0,0100		2,812
Ferro dissolvido	mg/L				0,082	<0,010				
Fluoreto	mg/L	Máx. 1,5	<0,500		<0,500	<0,500	<0,500	<0,500		<0,500
Magnésio total	mg/L				7,372	9,442				
Manganês	mg/L	Máx. 0,1	0,353		0,161	0,097	0,025	<0,010		0,125
Mercurio	mg/L	Máx. 0,001	<0,001		<0,0002	<0,0002	<0,001	<0,001		<0,001
Molibdênio	mg/L	Máx. 0,07	0,009768		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005		<0,005
Níquel	mg/L	Máx. 0,02	0,006836		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005		<0,005
Nitrato como N	mg/L	Máx. 10	0,950		0,288	0,400	4,56	0,28		<0,136
Nitrito como N	mg/L	Máx. 1	<0,005		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005		<0,005
Oxigênio dissolvido	mg/L				1,92	0,10				
pH			6,05		6,13	7,61	7,03	6,89		6,82
Potássio	mg/L				3,022	2,748				
Potencial redox	mV				49,10	3,77				
Prata	mg/L	Máx. 0,1	<0,005		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005		<0,005
Selênio	mg/L	Máx. 0,01	<0,01		<0,002	<0,002	<0,01	<0,01		<0,01
Sílica dissolvida	mg/L				16,6	17,2				
Sódio	mg/L	Máx. 200	20,001		9,735	8,926	23,586	2,695		48,451
Sódio dissolvido	mg/L				7,1	6,2				
Sólidos em suspensão totais	mg/L				25	20				
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	Máx. 1000	29900		123	56	29800	56		132
Sulfato	mg/L	Máx. 250	143,0		<10,0	<10,0	74,2	<10,0		<10,0
Sulfeto	mg/L				0,21	<0,1				
Temperatura da amostra	°C		25,1		24,8	23,9	24,7	19,0		25,2
Turbidez	UNT				70	8				
Urânio	mg/L	Máx. 0,015	<0,00001		0,00551	<0,00001	<0,00001	<0,00001		<0,00001
Vanádio	mg/L	Máx. 0,05	0,001336		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001
Zinco	mg/L	Máx. 5	0,003783		0,447	0,915	0,01048	<0,001		0,2464

¹ Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o uso preponderante da água para consumo humano.

Legenda:

*P/A: Presente/Ausente

Desvio em relação ao VMP

As águas dos poços de abastecimento apresentaram características levemente ácidas a levemente básicas, com medidas de pH (Figura 5.59) entre 6,05 (PA-18 - julho) e 7,61 (PA-21, outubro). Uma das unidades geológicas presentes na região do empreendimento é a pErm, que compõem o Grupo Riacho dos Machados, com predomínio de Quartzo-Biotita Xistos e Metavulcânicas ácidas e intermediárias (item 1.2.2), propícios para a ocorrência de pirita, especialmente se há mineralização sulfetada. Portanto, a presença de sulfetos minerais pode liberar íons de hidrogênio (H^+) e diminuir o pH, tornando as águas subterrâneas mais ácidas.

Os registros de Temperatura da amostra (Figura 5.60) indicaram moderada amplitude entre as águas dos poços de abastecimento, com valores registrados entre 19,0 °C (PA-25 - outubro) e 25,2 °C (PA30-A - outubro). Alta estabilidade térmica é esperada para águas subterrâneas, que possuem isolamento térmico em relação aos processos de convecção e condutividade térmica exercidos pela atmosfera. Desde janeiro de 2024 observou-se pouca oscilação nos dados ao longo do período monitoramento (Figura 5.60).

Os valores de Condutividade elétrica (Figura 5.61) das amostras de água dos poços de abastecimento indicaram concentrações condizentes com a literatura, uma vez que variaram entre 46,70 $\mu S/cm$ (PA-25 - outubro) e 518 $\mu S/cm$ (PA30-A - outubro). Estudos realizados pelo IGAM, em 2018, abrangendo o período amostral entre 2015 e 2017, e 2022, no período de 2019 a 2022, bem como o artigo ABES, 2013, indicaram, para os aquíferos do Norte de Minas, águas subterrâneas com presença relevante de sais, refletindo nos elevados resultados de dureza e condutividade elétrica, mas com salinidade tolerável para o consumo humano.

Os registros de Sólidos totais dissolvidos (Figura 5.62) estiveram consistentes com os de Condutividade elétrica na maioria das amostragens, com exceções verificadas na campanha de julho de 2025 dos pontos PA-18 (29900 mg/L) e PA-25 (29800 mg/L). Tais ocorrências superaram o padrão de qualidade estabelecido para consumo humano (1000 mg/L), não tendo sido observadas em campanhas pretéritas, e estão

possivelmente relacionadas a erros de transcrição de unidade nos certificados de análises.

Dentre os metais e semi-metais monitorados, foram identificados desvios para Ferro (Figura 5.63) e Manganês (Figura 5.64). Vale pontuar que os metais Ferro e Manganês encontram-se em abundância na pedologia local, conforme discutido no item 1.2.1. Além disso, no Atlas Geoquímico da Bacia do São Francisco, elaborado pelo CPRM em 2018 foram observados teores relevantes para Arsênio, Ferro, Manganês, Níquel e Alumínio. Portanto, na região de estudo podem ocorrer teores desses metais em níveis superiores aos limites determinados pela Resolução CONAMA n° 396/2008.

Ainda, não foi verificada a presença de Coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* em grande parte das amostras de águas subterrâneas coletadas no segundo semestre de 2025. Somente nas águas do poço PA-25 foi identificada a presença desses microrganismos, na campanha de julho de 2025. Contudo, a contagem reportada foi de 1 NMP/100mL, dentro da incerteza do método analítico, não permitindo confirmar a presença desses microrganismos nas águas desse ponto. O VMP estabelecido pela Resolução CONAMA n° 396/2008 para esses parâmetros é qualitativo, ou seja, a presença desses microrganismos em 100mL de amostra é considerada não conformidade.

Figura 5.59: Resultados de pH – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Abastecimento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

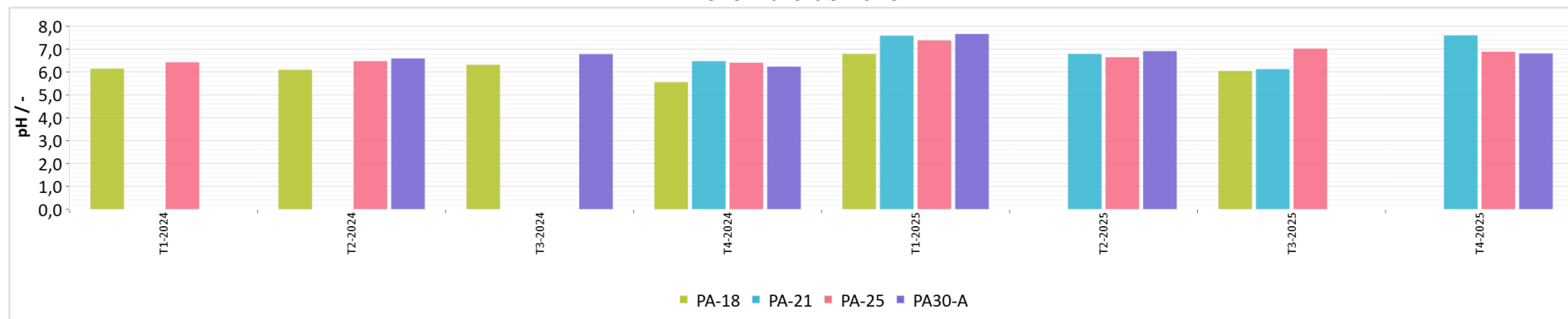


Figura 5.60: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Abastecimento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

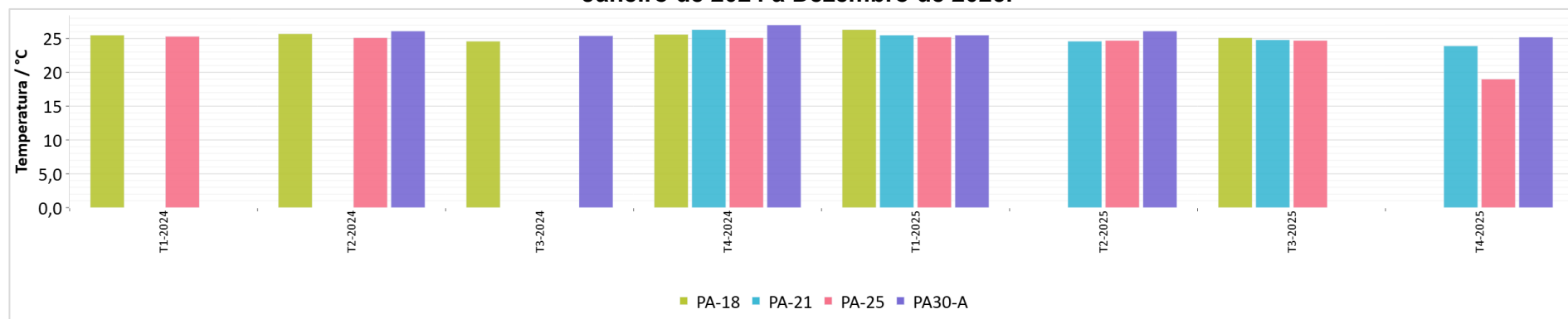


Figura 5.61: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Abastecimento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

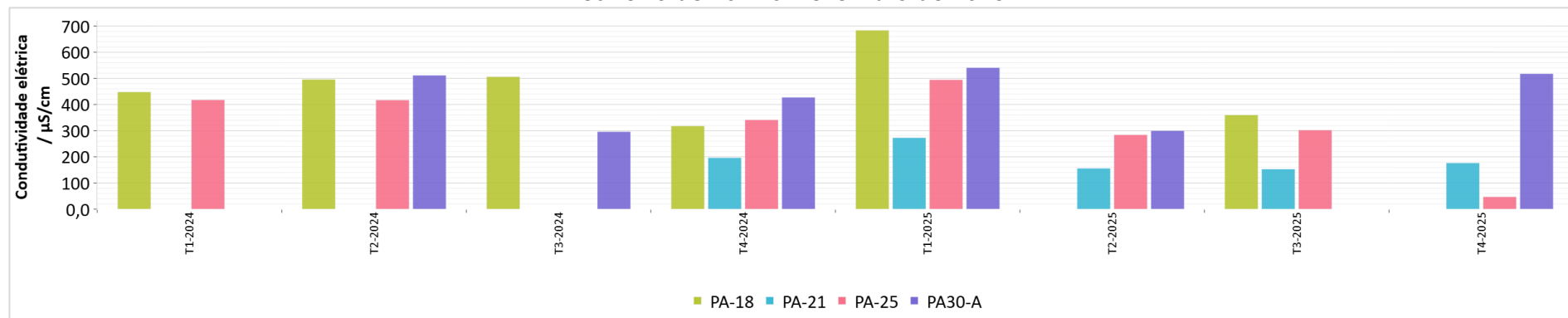


Figura 5.62: Resultados de Sólidos Totais Dissolvidos – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Abastecimento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

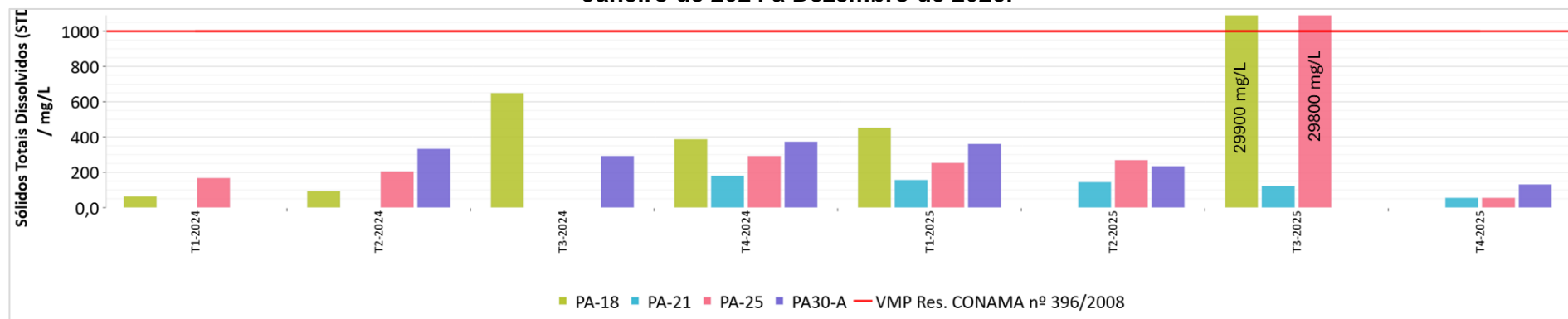


Figura 5.63: Resultados de Ferro – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Abastecimento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

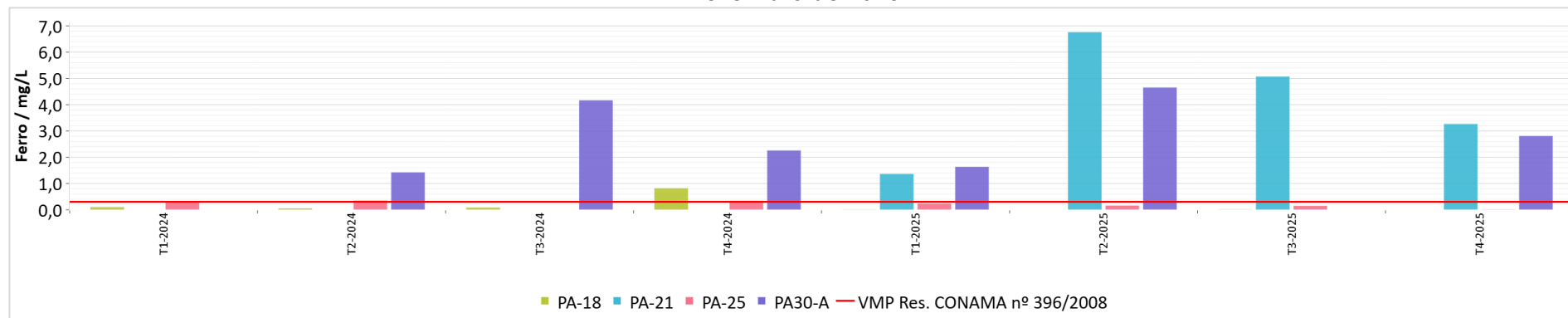
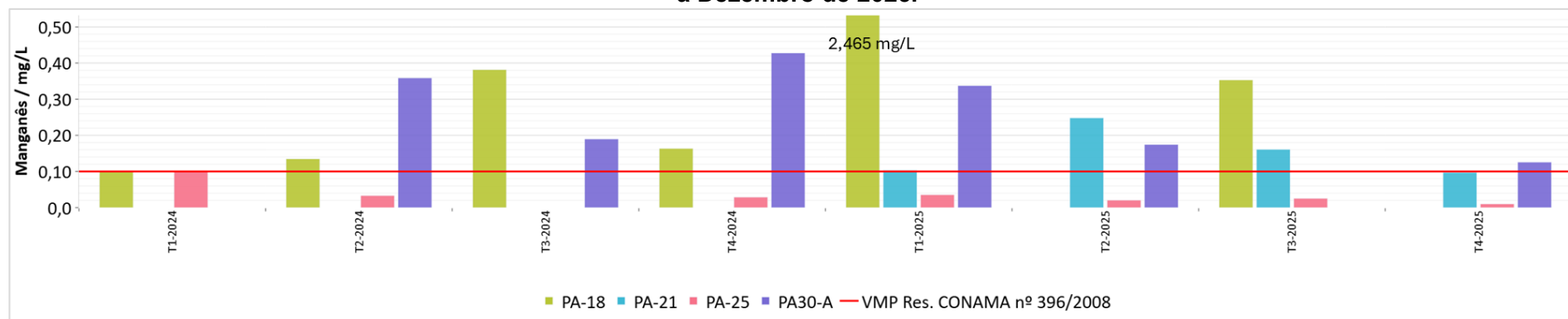


Figura 5.64: Resultados de Manganês – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Abastecimento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.



5.2.1.2 Poços de Monitoramento e Surgência

Nas duas campanhas de monitoramento realizadas no segundo semestre de 2025, não foi possível realizar as coletas de amostras dos poços PA-19, PA-22, PA-23, PA-24, PA-30, PA-38, PA-40, PA-41, PA-42, PA-45 e PA-46 por se encontrarem secos, inacessíveis, tamponados ou por não haver infraestrutura para coleta. Em julho de 2025, o poço PA-43 não foi amostrado por se encontrar seco. Essas intercorrências estão documentadas nos certificados de análises apresentados no Anexo A.

A localização dos poços de monitoramento é mostrada na Figura 5.65. Os registros obtidos no segundo semestre de 2025 são apresentados na Tabela 5.7, onde foram destacados em vermelho os valores que apresentaram superação ao Valor Máximo Permitido da Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o uso preponderante da água para consumo humano.

Além disso, entre a Figura 5.66 e Figura 5.76, são apresentados os gráficos de evolução temporal dos parâmetros que exibiram desvios ou resultados relevantes frente aos respectivos LQs, abrangendo o período de janeiro de 2024 a dezembro de 2025.

Figura 5.65: Localização dos Pontos de Monitoramento das Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento

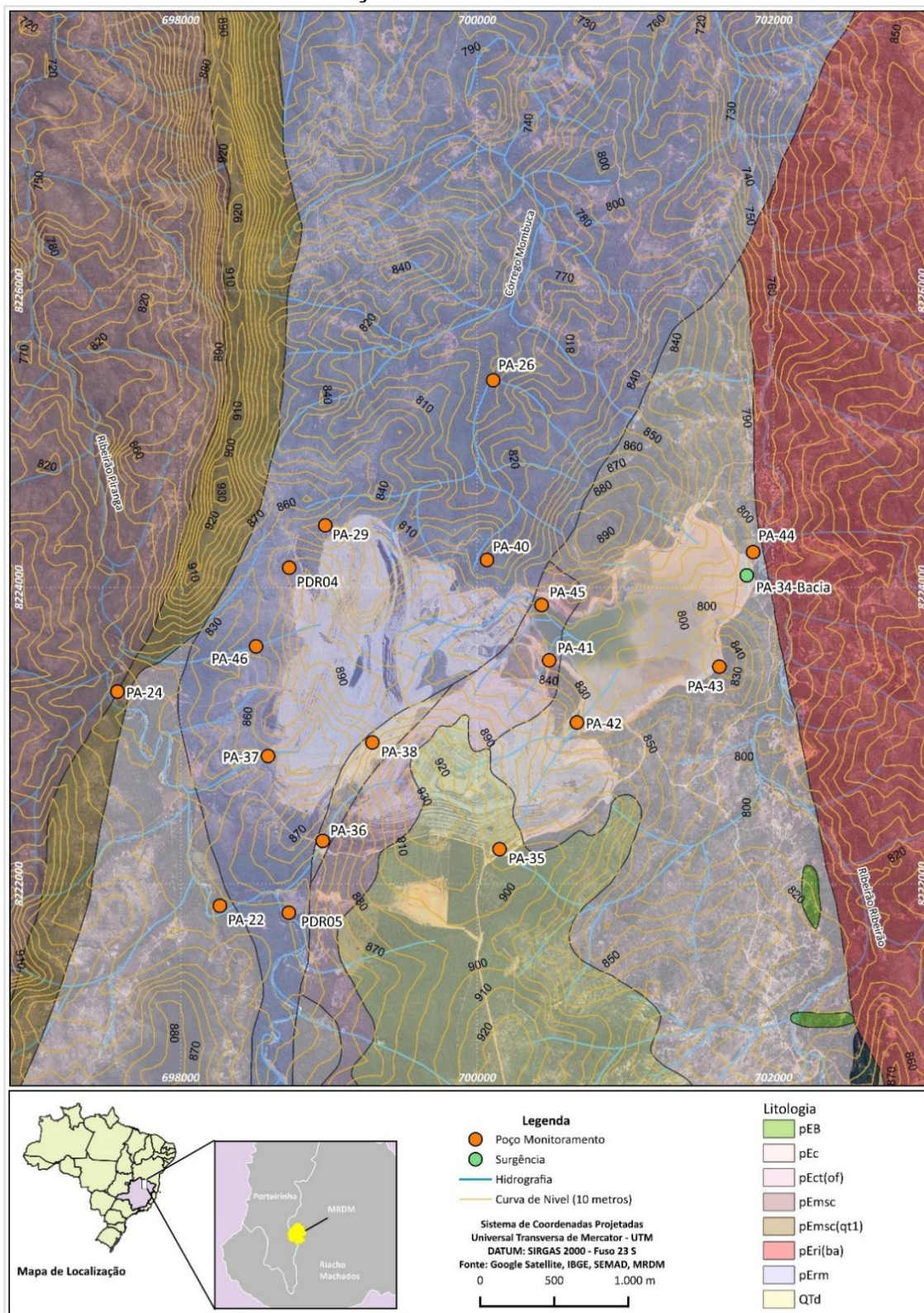


Tabela 5.7: Resultados de Monitoramentos Trimestrais – Poços de Monitoramento e Surgência – 2º Semestre do Ano de 2025.

Parâmetro	Unidade	VMP¹	PA-26		PA-29		PA-34 Bacia		PA-35		PA-36	
			23/07/25	28/10/25	23/07/25	29/10/25	22/07/25	23/10/25	22/07/25	28/10/25	15/07/25	23/10/25
Alcalinidade de bicarbonato	mg/L								195	88,4	336	358
Alcalinidade total	mg/L		125	164	140	65,0			195	88,4	336	358
Alumínio	mg/L	Máx. 0,2	<0,0100	0,105	<0,01	0,134			0,0620	<0,0100	<0,0100	<0,0100
Arsênio	mg/L	Máx. 0,01	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,10	<0,10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cádmio	mg/L	Máx. 0,01	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Cálcio	mg/L								32,920	11,043	42,638	29,550
Chumbo	mg/L	Máx. 0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cianeto	µg/L	Máx. 70					<20,0	<20,0				
Cianeto WAD	mg/L						<0,020	<0,020				
Cloreto	mg/L	Máx. 250							<2,00	5,89	14,3	14,2
Coliformes termotolerantes	P/A*	Ausente	<1	2419,6	<1	<1			<1	1	<1	20,1
Condutividade elétrica	µS/cm		772,00	764,00	204,00	138,20	1544,00	1834,00	245,00	131,00	458,00	541,00
Cromo	mg/L	Máx. 0,05	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo hexavalente	mg/L						<0,00375	<0,00375				
Cromo trivalente	mg/L						<0,01	<0,01				
<i>Escherichia coli</i>	P/A*	Ausente	<1	2419,6	<1	<1	2	16,0	<1	1	<1	20,1
Ferro	mg/L	Máx. 0,30	0,0349	1,00	0,0252	0,148			0,0941	0,868	2,46	0,0734
Ferro dissolvido	mg/L						0,011	0,010				
Fluoreto	mg/L	Máx. 1,5							<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Magnésio total	mg/L								6,264	5,818	40,737	27,008
Manganês	mg/L	Máx. 0,10	0,612	0,684	0,0132	0,0371			0,00595	0,0848	0,191	0,294
Manganês dissolvido	mg/L						1,1	0,26				
Níquel	mg/L	Máx. 0,02	0,0930	0,0426	<0,005	<0,005	0,125	0,115	<0,005	<0,005	0,0202	0,0792
Nitrato como N	mg/L	Máx. 10	0,388	0,150	0,275	1,64			1,12	1,27	1,76	0,770
pH	-		4,99	7,00	6,06	6,64	6,25	6,35	6,48	8,19	5,70	6,85
Potássio total	mg/L								8,547	4,582	3,820	4,329
Sílica dissolvida	mg/L								34,4	35,2	36,6	48,0
Sódio	mg/L	Máx. 200							19,906	16,397	28,836	26,771
Materiais sedimentáveis	mL/L						<0,300	<0,300				
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	Máx. 1000	30400	838	29700	100			29700	98	504	486
Sulfato	mg/L	Máx. 250	451	152	39,7	35,1			41,2	39,9	162	54,1
Sulfeto	mg/L		<0,10	<0,10	0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,10	<0,10
Temperatura da amostra	°C		23,9	24,3	24,4	25,5	25,2	22,6	24,6	22,6	24,7	23,9
Zinco	mg/L	Máx. 5	0,0832	0,0387	0,00331	0,197	0,0150	0,00900	0,619	0,00390	0,0127	0,0412

¹ Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o uso preponderante da água para consumo humano.

*P/A: Presente/Ausente

Desvio em relação ao VMP

LQ superior ao VMP

Tabela 5.7 (continuação): Resultados de Monitoramentos Trimestrais – Poços de Monitoramento e Surgência– 2º Semestre do Ano de 2025.

Parâmetro	Unidade	VMP ¹	PA-37		PA-43		PA-44		PDR04		PDR05	
			22/07/25	29/10/25	23/07/25	28/10/25	22/07/25	23/10/25	17/07/25	23/10/25	22/07/25	23/10/25
Alcalinidade de bicarbonato	mg/L		164	175	Ponto seco	503	92,8	98,8	123	87,4	110	77,5
Alcalinidade total	mg/L		164	175		503	92,8	98,8	123	87,4	110	77,5
Alumínio	mg/L	Máx. 0,2	0,0761	0,0650		<0,0100	<0,0100	0,0562	<0,0100	0,439	<0,0100	0,104
Arsênio	mg/L	Máx. 0,01	<0,01	<0,01		<0,01	<0,01	<0,01	<0,002	0,003	0,003	0,002
Cádmio	mg/L	Máx. 0,01	<0,0005	<0,0005		<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Cálcio	mg/L		15,550	9,915		88,880	15,292	6,755	9,328	5,530	14,777	8,965
Chumbo	mg/L	Máx. 0,01	<0,005	<0,005		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,012	<0,005
Cianeto	µg/L	Máx. 70					<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
Cianeto livre	mg/L						<0,020	<0,020	<0,005	<0,020	0,013	<0,020
Cianeto WAD	mg/L						<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,013	<0,020
Cloreto	mg/L	Máx. 250	<2,00	5,30		117	<2,00	6,39	4,26	6,76	2,34	3,70
Coliformes termotolerantes	P/A*	Ausente	<1	<1		26,2	4,1	<1	<1	<1	<1	8,5
Condutividade elétrica	µS/cm		198,90	202,00		1048,00	266,00	320,00	158,40	136,80	131,40	132,30
Cromo	mg/L	Máx. 0,05	<0,005	<0,005		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
<i>Escherichia coli</i>	P/A*	Ausente	<1	<1		26,2	4,1	<1				
Ferro	mg/L	Máx. 0,30	2,57	0,463		0,0140	3,23	5,47	4,98	0,491	6,85	9,40
Fluoreto	mg/L	Máx. 1,5	<0,50	<0,50		<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Magnésio total	mg/L		8,258	56,598		45,198	14,168	5,103	8,359	2,467	5,169	3,031
Manganês	mg/L	Máx. 0,10	0,120	0,477		0,0896	0,0952	0,465	0,0580	0,115	0,219	0,536
Níquel	mg/L	Máx. 0,02	<0,005	<0,005		0,00675	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrato como N	mg/L	Máx. 10	0,438	2,50		0,150	0,388	1,84	0,770	<0,136	0,638	0,260
pH	-		7,65	6,54		6,54	7,36	6,37	5,69	7,56	7,12	7,26
Potássio total	mg/L		4,219	14,597		3,9127	7,360	3,099	2,695	4,652	2,433	3,358
Potencial redox	mV								58,7	3,66	59,1	3,62
Sílica dissolvida	mg/L		24,8	25,2		50,0	4,93	4,24	32,7	4,49	12,7	<1,00
Sódio	mg/L	Máx. 200	14,160	54,121		230,610	23,272	10,892				
Sódio dissolvido	mg/L								8,8	7,5	14	8,8
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	Máx. 1000	29700	164		1240	238	322	29600	66	29600	312
Sulfato	mg/L	Máx. 250	<10,0	<10,0		125	133	107	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Sulfeto	mg/L		<0,10	<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Temperatura da amostra	°C		24,6	21,9		20,7	25,4	24,3	24,9	24,0	24,5	23,1
Zinco	mg/L	Máx. 5	0,00646	0,0121		14,44	0,00215	0,119	0,0180	0,0980	0,197	0,465

¹ Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o uso preponderante da água para consumo humano.

*P/A: Presente/Ausente

Desvio em relação ao VMP

LQ superior ao VMP

Os valores de pH (Figura 5.66) apontaram características ácidas a básicas para as águas subterrâneas monitoradas no segundo semestre de 2025, com registros que variaram entre 4,99 (PA-26 - julho) e 8,19 (PA-35 - outubro). As medidas de Temperatura da amostra (Figura 5.67) oscilaram em um estreito intervalo, entre 20,7 °C (PA-43 - outubro) e 25,5 °C (PA-29 - outubro), sendo observada estabilidade dos registros obtidos desde janeiro de 2023.

No que concerne ao parâmetro Alcalinidade total (Figura 5.68), suas concentrações apontaram para uma boa capacidade das águas de resistir a mudanças de pH, visto que seus teores variaram entre 65 mg/L (PA-29 – outubro) e 503 mg/L (PA-43 – outubro). De acordo com Chapman (1996), concentrações de Alcalinidade total inferiores a 24 mg/L, indicam águas com baixa capacidade de tamponamento. Além disso, nos pontos em que a variável Alcalinidade de bicarbonatos foi avaliada (todos, com exceção dos pontos PA-26, PA-29 e PA-34 Bacia), os teores foram similares aos de Alcalinidade total, indicando a prevalência de bicarbonatos na alcalinidade das águas.

O parâmetro Sólidos totais dissolvidos (Figura 5.69) apresentou desvios pontuais ao longo da série histórica (Anexo D) dos pontos de monitoramento. Durante o segundo semestre de 2025, superações ao VMP foram observadas nos pontos PA-26 (30400 mg/L), PA-29 (29700 mg/L), PA-35 (29700 mg/L), PA-37 (29700 mg/L), PDR04 (29600 mg/L) e PDR05 (29600 mg/L), em julho, e no ponto PA-43 (1240 mg/L), em outubro. Os registros de julho de 2025 foram consideráveis frente ao VMP e não apresentaram consistência com os respectivos valores de Condutividade elétrica das amostras, indicando possível erro de transcrição nos certificados de análise. Quanto ao ponto PA-43, desvios recorrentes para Sólidos totais dissolvidos são verificados ao longo de sua série histórica (Anexo D), possivelmente devido ao fato de as águas desse poço serem provenientes de recarga mais antiga. Os valores de Condutividade elétrica (Figura 5.70) estiveram, em sua maioria, consistentes frente ao conteúdo de Sólidos totais dissolvidos no segundo semestre de 2025.

Teor superior ao VMP de Sulfato (Figura 5.71) foi registrado no ponto PA-26, em julho de 2025 (451 mg/L), sendo observada não conformidade anteriormente na série histórica

(Anexo D) somente em abril de 2024 (526 mg/L). No segundo semestre de 2025, os demais resultados variaram entre medidas inferiores ao LQ (10,0 mg/L), observadas nos pontos PA-37, PDR04 e PDR05, e 162 mg/L (PA-36 - julho). De acordo com Kautzmann (1996), operações minerárias que extraem metais como cobre, zinco, chumbo e ouro, ocorrem em áreas onde os minerais de sulfeto (como a pirita, FeS_2) estão presentes. Quando esses minerais são expostos ao ar e à água durante a mineração, sofrem oxidação, produzindo Sulfato e incrementando suas concentrações nas águas.

Dentre os metais monitorados, foram identificados desvios na maioria dos poços monitorados no segundo semestre de 2025 para Ferro (Figura 5.72) e Manganês (Figura 5.73). Além disso, superações aos VMPs ocorreram de forma esporádica para Alumínio (PDR04 – outubro) (Figura 5.74), Chumbo (PDR05 – julho) (Figura 5.75), Níquel (PA-26, PA-34 Bacia e PA-36, julho e outubro) (Figura 5.76) e Zinco (PA-43 - outubro) (Figura 5.77).

Vale pontuar que os metais Ferro e Manganês encontram-se em abundância na pedologia local, conforme discutido no item 1.2.1. Além disso, no Atlas Geoquímico da Bacia do São Francisco, elaborado pelo CPRM em 2018 foram observados teores relevantes para Arsênio, Ferro, Manganês, Níquel e Alumínio. Portanto, na região de estudo podem ocorrer teores desses metais em níveis superiores aos determinados pela Resolução CONAMA nº 396/2008. Ainda, o metal Zinco está presente na pedologia local (item 1.2.1) em decorrência de seus teores consideráveis no Cambissolo e/ou Neossolo presentes na região.

Para os parâmetros microbiológicos monitorados, Coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*, foram identificadas contagens superiores a 1 NMP/100 mL durante o segundo semestre de 2025 nos pontos PA-26 (2419,6 NMP/100mL - outubro), PA-34 Bacia (somente para E.coli, 2 NMP/100mL – julho e 16 NMP/100mL - outubro), PA-36 (20,1 NMP/100mL – outubro), PA-43 (26,2 NMP/100mL - outubro), PA-44 (4,1 NMP/100mL - julho) e PDR05 (somente para Coliformes termotolerantes - outubro), sendo observado resultados idênticos para ambos os parâmetros nas coletas realizadas.

A Resolução CONAMA n° 396/2008 estabelece ausência desses microrganismos nas águas subterrâneas, logo, como foi realizada análise quantitativa, os resultados superiores ao LQ são tratados como desvios.

Figura 5.66: Resultados de pH - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

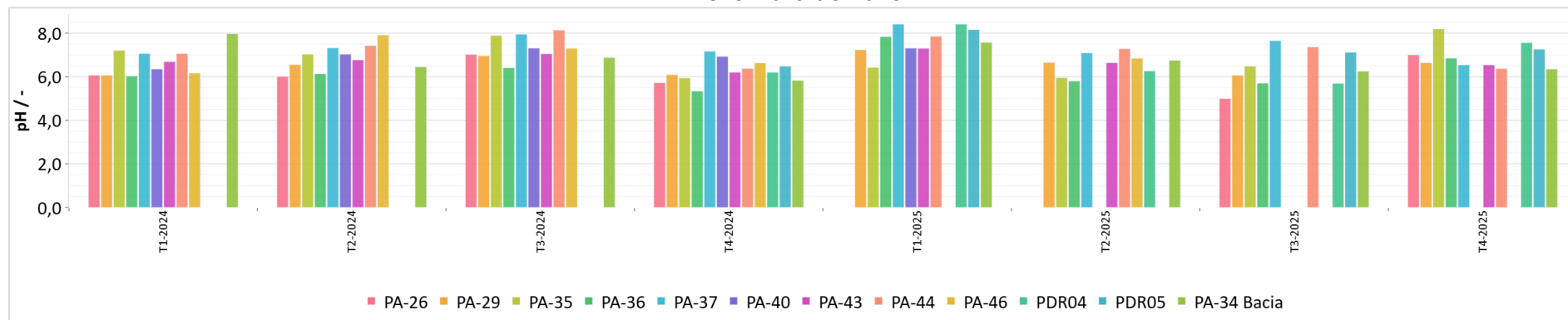


Figura 5.67: Resultados de Temperatura da Amostra - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

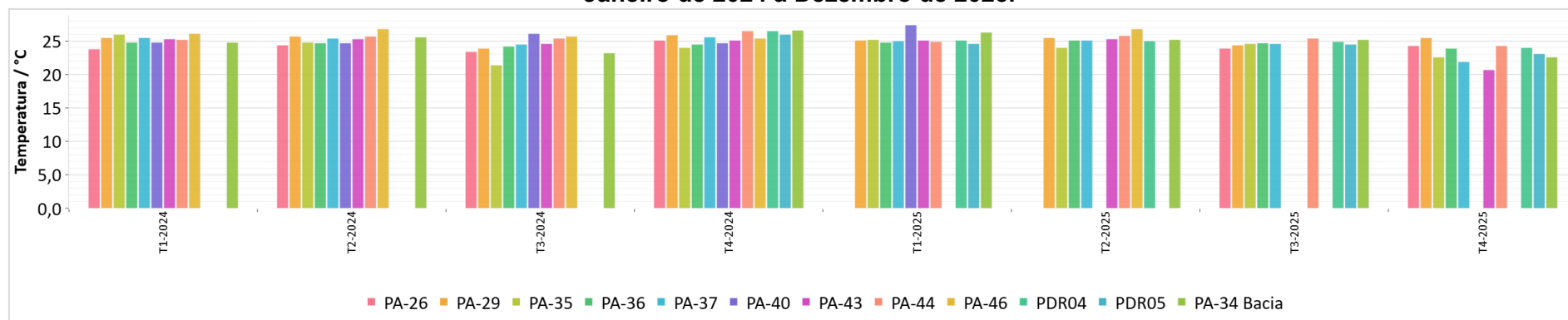


Figura 5.68: Resultados de Alcalinidade Total - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

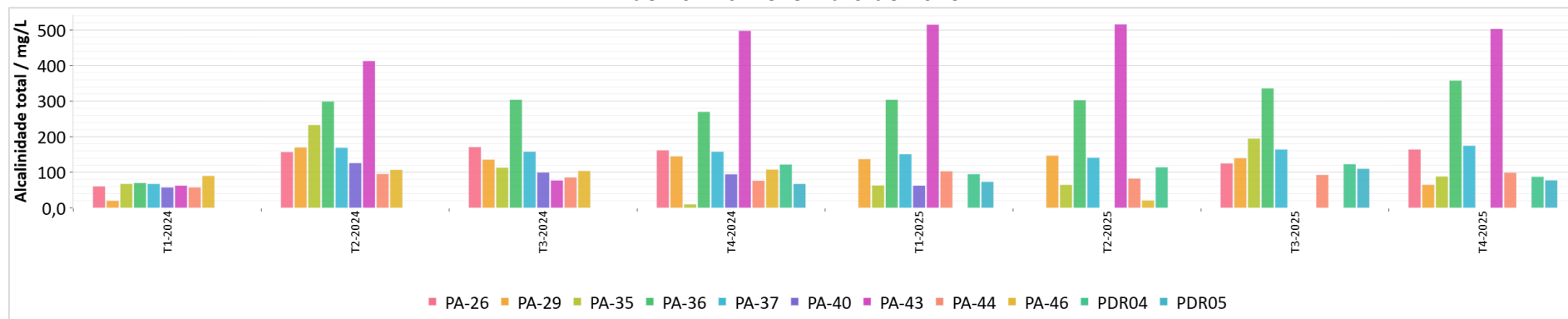


Figura 5.69: Resultados de Sólidos Totais Dissolvidos – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

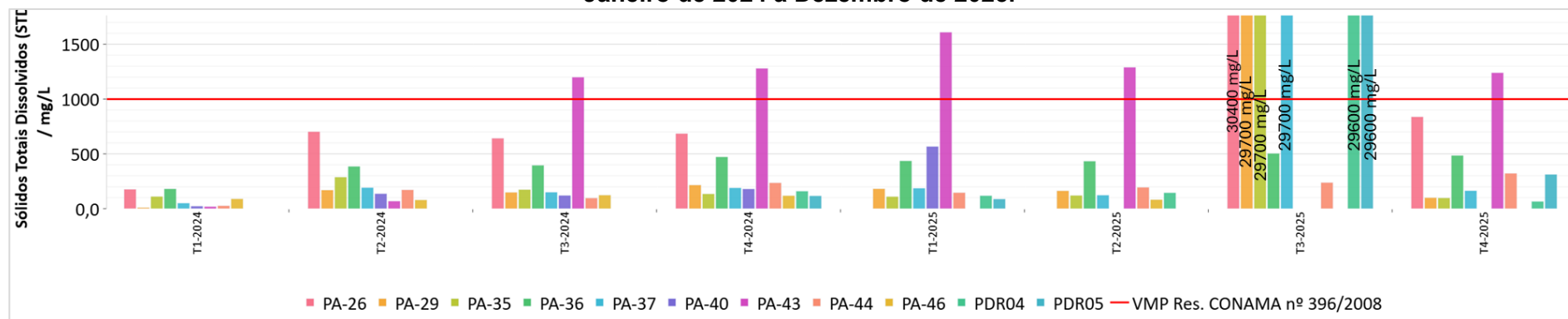


Figura 5.70: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

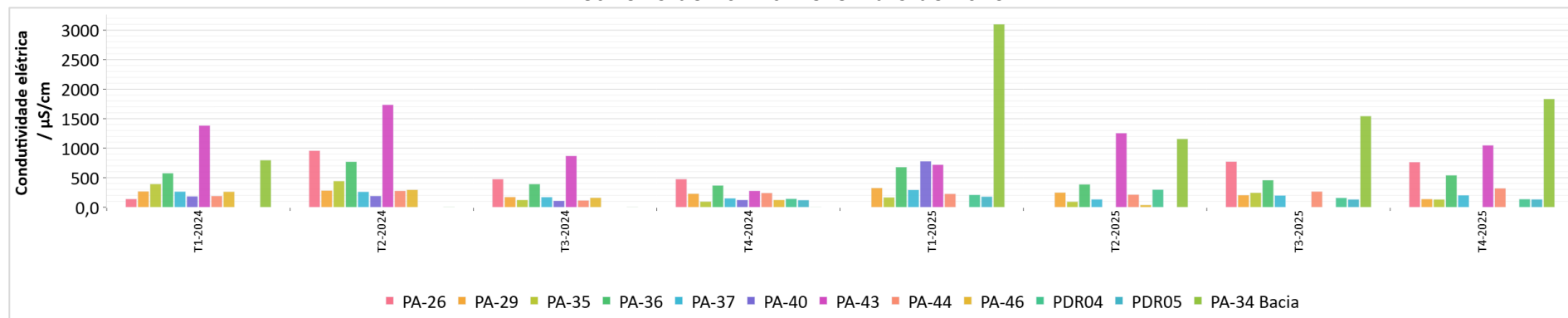


Figura 5.71: Resultados de Sulfato – Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

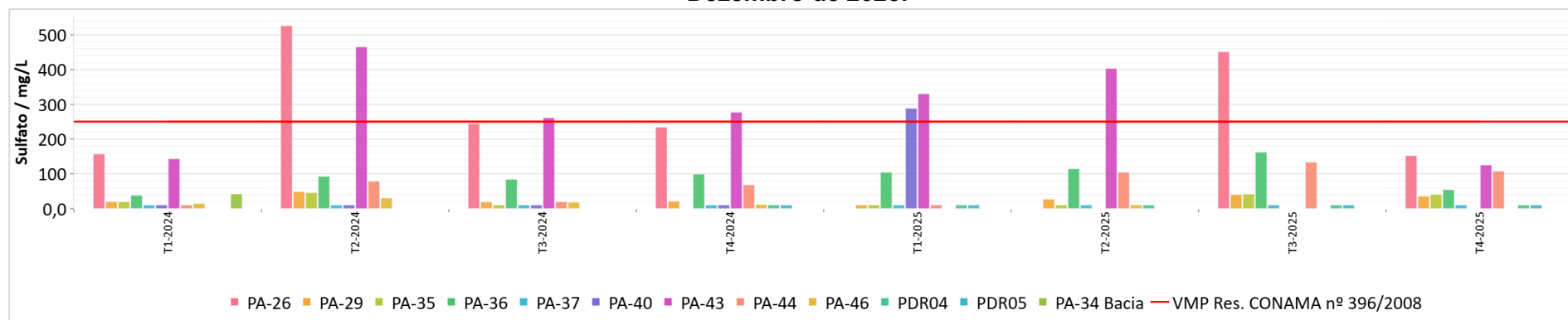


Figura 5.72: Resultados de Ferro - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

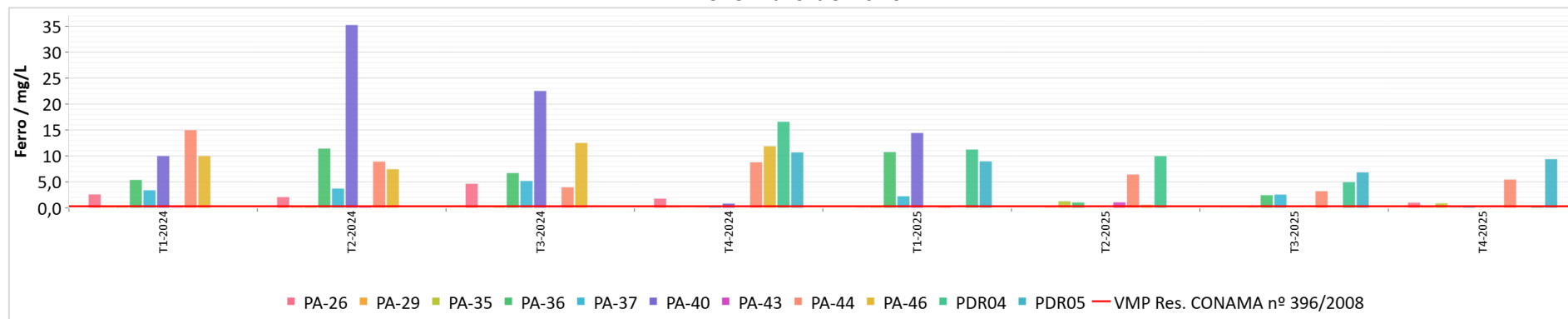


Figura 5.73: Resultados de Manganês - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

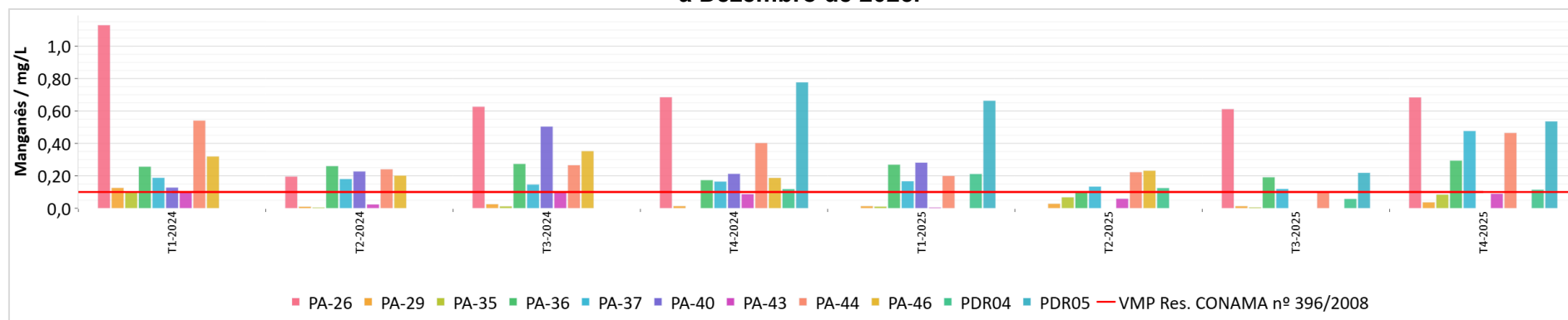


Figura 5.74: Resultados de Alumínio - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

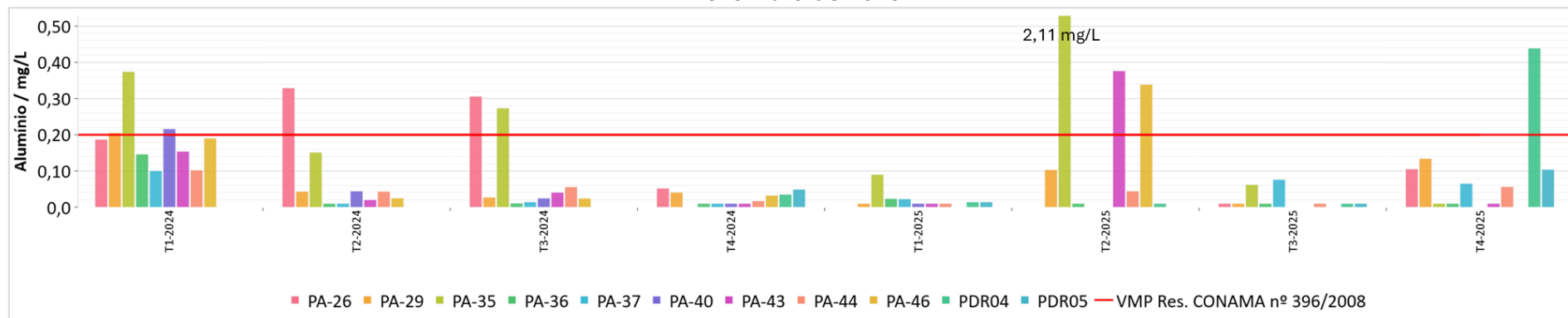


Figura 5.75: Resultados de Chumbo - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

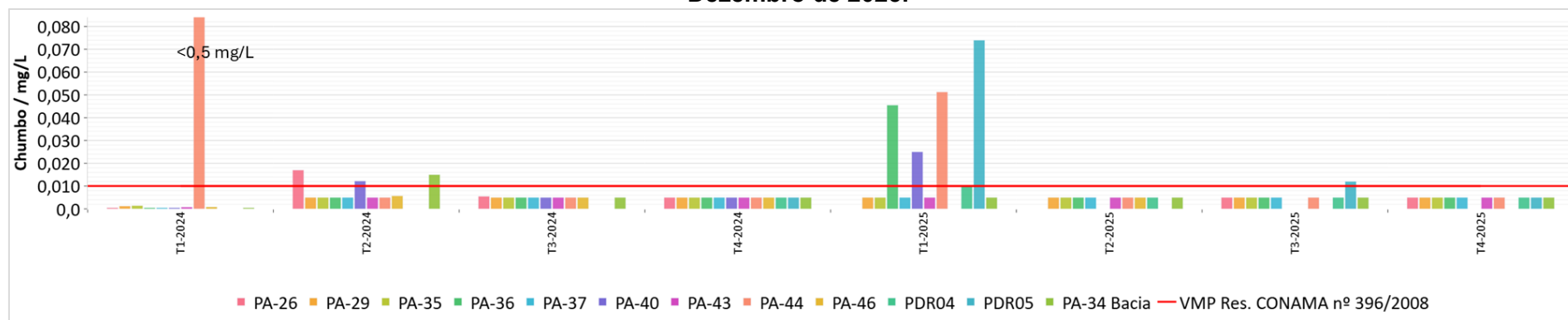


Figura 5.76: Resultados de Níquel - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

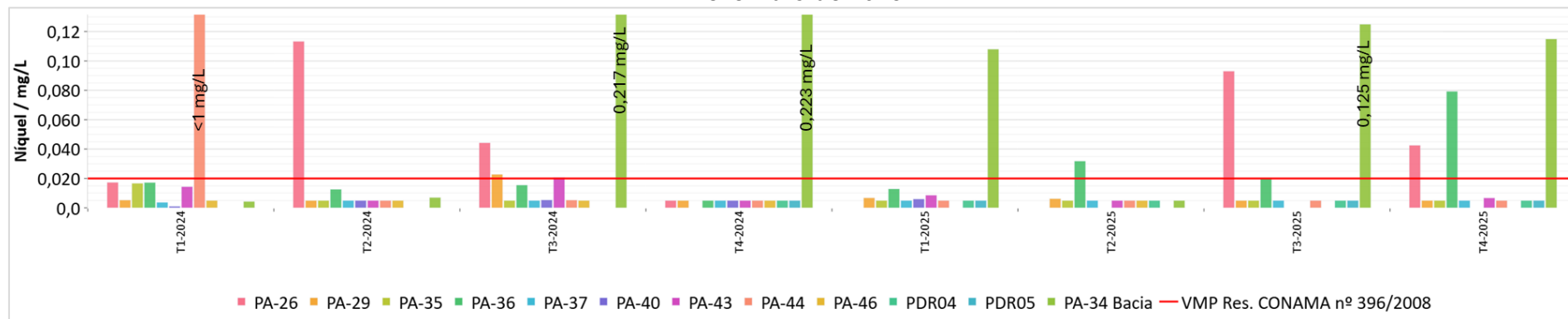
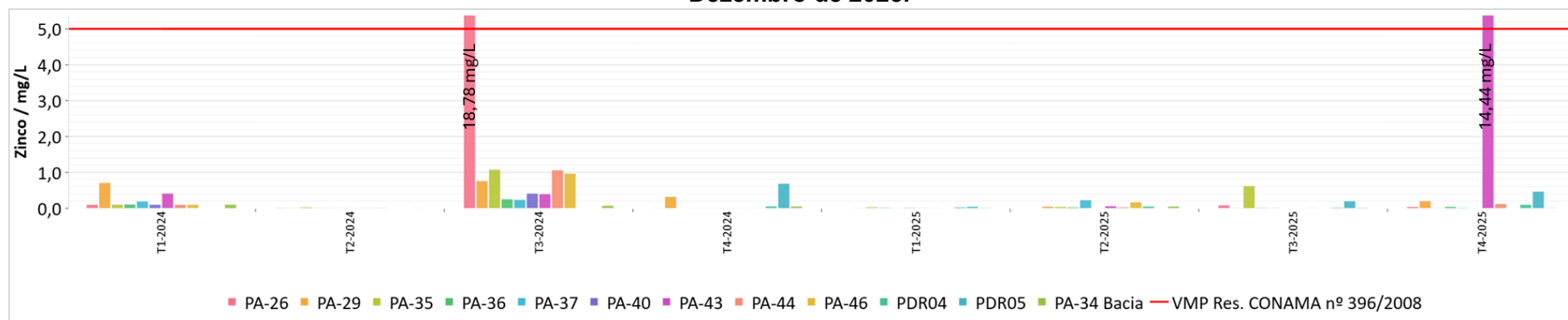


Figura 5.77: Resultados de Zinco - Monitoramento Trimestral – Águas Subterrâneas – Poços de Monitoramento – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.



5.2.2 Monitoramentos Mensais (PA-35, PA-44, PA-30, PA30-A, PDR04, PDR05 e PA-34 Bacia) e Quinzenais (PA-30 e PA30-A)

5.2.2.1 Monitoramento Mensal do Poço PA-35

Na Tabela 5.8 estão inseridos os resultados referentes ao monitoramento realizado no segundo semestre de 2025 para o ponto PA-35. Foram destacados em vermelho os valores superiores aos Valores Máximos Permitidos (VMP) estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o uso preponderante da água para consumo humano.

Além disso, entre a Figura 5.78 e a Figura 5.87 são apresentados os gráficos de evolução temporal para os parâmetros que apresentaram desvios no segundo semestre de 2025 e/ou tiveram resultados relevantes frente aos respectivos valores de LQs.

As medidas de pH (Figura 5.78) denotaram condições ácidas a básicas às águas do poço PA-35, com registros que variaram entre 5,83 (setembro) e 8,19 (outubro) no segundo semestre de 2025.

Os teores de Alcalinidade total (Figura 5.79) apresentaram valor mínimo de 66,5 mg/L (setembro), com máximo de 195 (julho), apontando águas com alta capacidade de tamponamento. De acordo com Chapman (1996), concentrações de Alcalinidade total inferiores a 24 mg/L, indicam águas com baixa capacidade de tamponamento. Além disso, os teores de Alcalinidade de bicarbonatos foram idênticos ou similares aos de Alcalinidade total no segundo semestre de 2025, indicando a prevalência de bicarbonatos na alcalinidade das águas desse poço.

Os valores de Temperatura da amostra (Figura 5.80) variaram em um moderado intervalo, entre 21,9 °C (dezembro) e 27,7 °C (setembro). Estabilidade térmica é esperada para as águas subterrâneas, uma vez que estão isoladas das variações extremas de temperatura da superfície pelo solo e rochas, que atuam como isolantes naturais. A profundidade das águas subterrâneas, juntamente com a movimentação lenta e a constância das condições ambientais subterrâneas, contribuem para manter a temperatura mais constante ao longo do tempo (FREEZE; CHERRY, 2006).

Em relação ao Potencial redox (Figura 5.81), os registros apontaram águas em condições redutoras no segundo semestre de 2025, com valores entre 0 mV (agosto) e 0,55 mV (novembro). No que se refere aos teores de Oxigênio dissolvido (OD), verificou-se boa oxigenação das águas em todas as campanhas realizadas, considerando que águas subterrâneas apresentam, naturalmente, baixos teores desse parâmetro.

Os registros de Condutividade elétrica (Figura 5.82) estiveram consistentes em relação à literatura, com medidas que variaram entre 117 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (setembro) e 383,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (novembro) no segundo semestre de 2025. Como já mencionado, estudos realizados pelo IGAM, em 2018, abrangendo o período amostral entre 2015 e 2017, e 2022, no período de 2019 a 2022, bem como o artigo ABES, 2013, indicaram, para os aquíferos do Norte de Minas, águas subterrâneas com presença relevante de sais, refletindo nos elevados resultados de dureza e condutividade elétrica, mas com salinidade tolerável para o consumo humano.

Os teores de Sólidos totais dissolvidos (Figura 5.83) exibiram consistência em relação as medidas de Condutividade elétrica para a maioria das campanhas realizadas no segundo semestre de 2025. Destaque para a exceção verificada na campanha de julho de 2025, que reportou resultado destoante para Sólidos totais dissolvidos, de 29700

mg/L, superior ao padrão de qualidade (1000 mg/L). Tal registro pode estar associado a erro de transcrição da unidade para o certificado de análises.

Foi constatada superação ao VMP do parâmetro Alumínio (Figura 5.84) somente na campanha de setembro, que registrou 3,696 mg/L. Na série histórica (Anexo D), são verificadas recorrências de não conformidades para este parâmetro, em decorrência da sua abundante presença na litologia local. Ressalte-se ainda que o alumínio é o metal mais abundante da crosta terrestre.

Além disso, foram registradas superações para Ferro (Figura 5.85) nos meses de setembro (2,893 mg/L) e outubro (0,868 mg/L) de 2025. É importante ressaltar que os metais Alumínio, Ferro e Manganês apresentam concentrações naturalmente significativas nas águas subterrâneas da região, devido à presença dos Aquíferos de Coberturas Detríticas e Aluvionares, assim como dos Aquíferos Cristalinos na pedologia local, conforme discutido no item 1.2.1.

Ademais, na campanha realizada em dezembro de 2025, foi identificado desvio para o metal Chumbo (Figura 5.86), que registrou 0,019 mg/L nas águas do poço PA-35. Não conformidades ocorreram pontualmente nesse ponto a partir de 2022 (Anexo D), assim como no estudo realizado pelo IGAM no ano de 2022 (item 1.3.2.1), no qual foi analisada a qualidade das águas subterrâneas da rede de monitoramento do Norte de Minas, indicando que a presença desse metal traço pode ocorrer em valores superiores ao VMP.

Para os microrganismos monitorados, Coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*, não foi verificada sua presença nas águas do poço PA-35 no segundo semestre de 2025. A Resolução CONAMA n° 396/2008 estabelece ausência desses microrganismos nas

águas subterrâneas, logo, como foi realizada análise quantitativa, os resultados superiores ao LQ são tratados como desvios.

Destaca-se que o parâmetro Turbidez (Figura 5.87) exibiu um resultado mais expressivo no segundo semestre de 2025, em setembro (120 UNT). Valores mais proeminentes foram observados também nas campanhas de dezembro de 2024 (770 UNT), fevereiro (110 UNT) e maio (140 UNT) de 2025. Esses valores são elevados para águas subterrâneas e indica a presença de sólidos nas águas do poço e podem estar relacionados à deficiência no processo de coleta ou a problemas de entrada de sólidos no poço. Os resultados das campanhas futuras devem ser observados.

Tabela 5.8: Resultados do Monitoramento Mensal PA-35 – 2º Semestre de 2025 - Águas Subterrâneas.

Parâmetro	Unidade	VMP ¹	PA-35					
			22/07/25	12/08/25	09/09/25	28/10/25	07/11/25	16/12/25
Alcalinidade de bicarbonatos	mg/L		195	94,2	66,5	88,4	111	75,6
Alcalinidade total	mg/L		195	94,2	66,5	88,4	111	71,9
Alumínio	mg/L	Máx.0,2	0,0620	0,0950	3,696	<0,010	<0,010	<0,010
Alumínio dissolvido	mg/L			<0,010	<0,010		<0,010	<0,010
Arsênio	mg/L	Máx.0,01	<0,0100	<0,00200	<0,00200	<0,0100	<0,00200	<0,0100
Cádmio	mg/L	Máx.0,005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Cálcio dissolvido	mg/L			10,5	5,06		<0,250	<0,250
Cálcio total	mg/L		32,920	11,247	6,757	11,043	<0,250	<0,250
Chumbo	mg/L	Máx.0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,019
Cianeto	µg/L	Máx.70		<20,0	<20,0		<20,0	<20,0
Cianeto livre	mg/L			0,0100	<0,00500		<0,00500	<0,0200
Cianeto WAD	mg/L			<0,0200	<0,0200		<0,0200	<0,0200
Cloreto	mg/L	Máx.250	<2,00	<2,00	<2,00	5,89	71,6	6,29
Coliformes termotolerantes	P/A*	Ausente	<1	<1	<1	1	<1	<1
Condutividade elétrica	µS/cm		245,00	189,30	117,00	131,00	383,00	257,00
Cromo	mg/L	Máx.0,05	<0,005	<0,005	0,010	<0,005	<0,005	<0,005
DBO	mg/L			<2,00	<2,00		<2,00	<2,00
<i>Escherichia coli</i>	P/A*	Ausente	<1	<1	<1	1	<1	<1
Ferro	mg/L	Máx.0,3	0,0941	0,0500	2,893	0,868	0,0120	<0,010
Ferro dissolvido	mg/L			<0,010	<0,010		<0,010	<0,010
Fluoreto	mg/L	Máx.1,5	<0,500	0,520	<0,500	<0,500	<0,500	0,831
Magnésio dissolvido	mg/L			3,39	3,36		<0,250	<0,250
Magnésio total	mg/L		6,264	3,721	4,564	5,818	<0,250	<0,250
Manganês	mg/L	Máx.0,1	0,00595	<0,005	0,0950	0,0848	<0,005	<0,005
Níquel	mg/L	Máx.0,02	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrato como N	mg/L	Máx.10	1,12	0,422	0,370	1,27	0,410	0,710
Oxigênio dissolvido	mg/L			5,90	5,50		6,13	5,20
pH			6,48	6,44	5,83	8,19	7,52	6,54
Potássio dissolvido	mg/L			5,81	5,72		0,393	<0,250
Potássio total	mg/L		8,547	6,228	7,062	4,582	0,433	<0,250
Potencial redox	mV			0	0,21		0,55	0,16
Sílica dissolvida	mg/L		34,4	50,4	42,0	35,2	45,7	4,06
Sódio	mg/L	Máx.200	19,906			16,397		
Sódio dissolvido	mg/L			7,5	4,0		<0,50	<0,50
Sólidos em suspensão totais	mg/L			26	2122		18	<10
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	Máx. 1000	29700	150	37	98	250	210
Sulfato	mg/L	Máx.250	41,2	<10,0	<10,0	39,9	<10,0	72,9
Sulfeto	mg/L		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,31
Temperatura da amostra	°C		24,6	24,4	27,7	22,6	23,9	21,9
Turbidez	UNT			1,0	120		23	9,2
Zinco	mg/L	Máx.5	0,619	0,0250	0,0310	0,00390	<0,001	<0,001

¹ Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o uso preponderante da água para consumo humano.

Legenda

*P/A: Presente/Ausente

Desvio em relação ao VMP

Figura 5.78: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PA-35 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

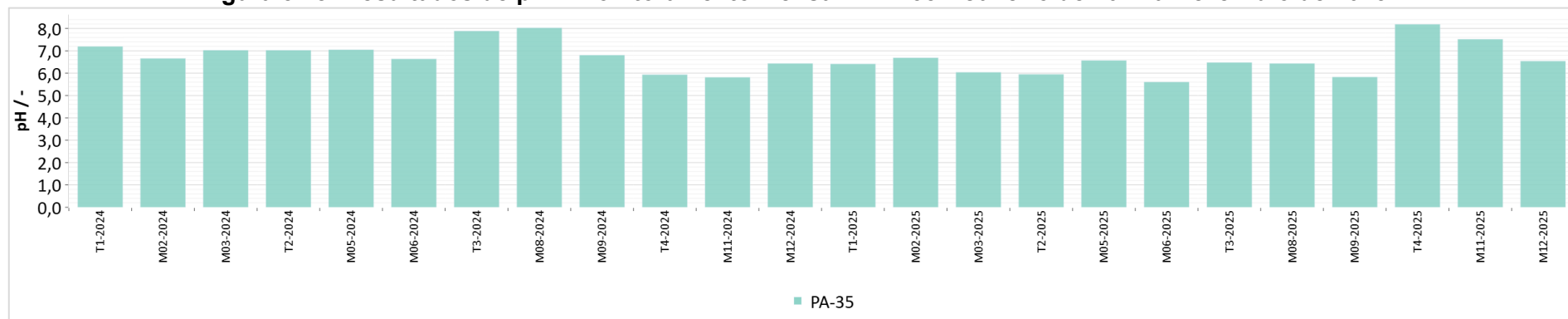


Figura 5.79: Resultados de Alcalinidade Total – Monitoramento Mensal – PA-35 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

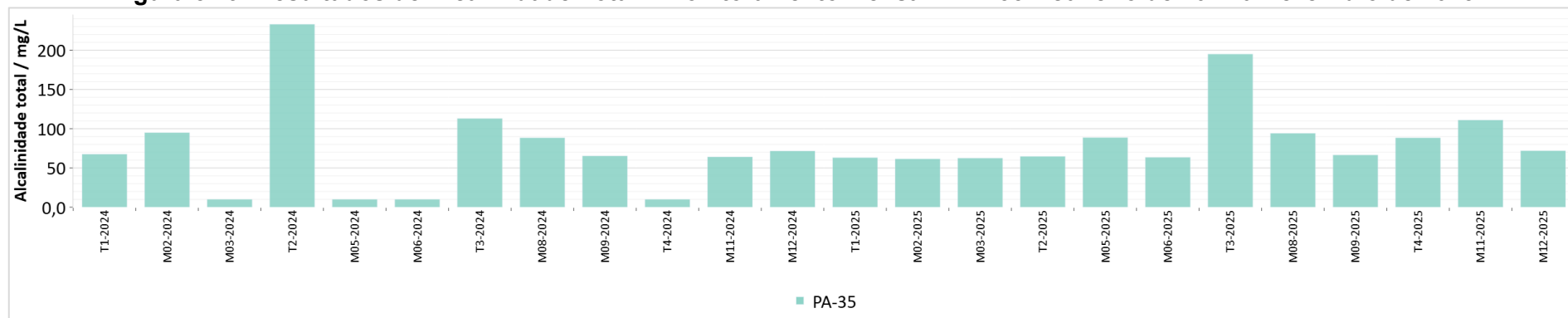


Figura 5.80: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Mensal – PA-35 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

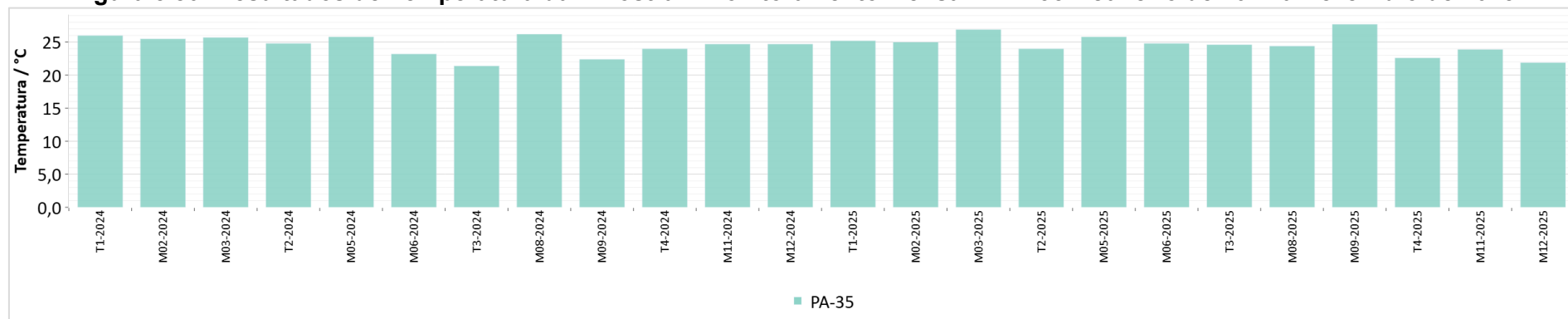


Figura 5.81: Resultados de Potencial Redox – Monitoramento Mensal – PA-35 - Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

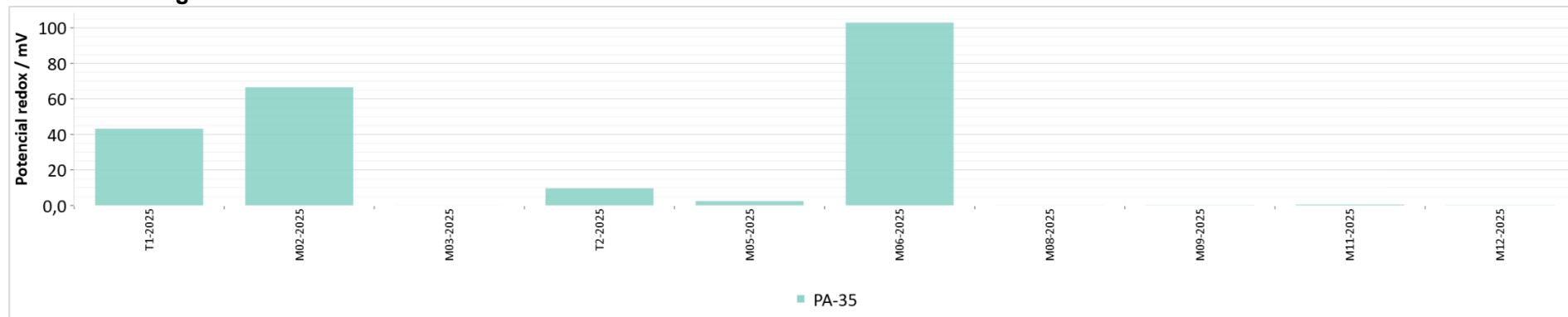


Figura 5.82: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Mensal – PA-35 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

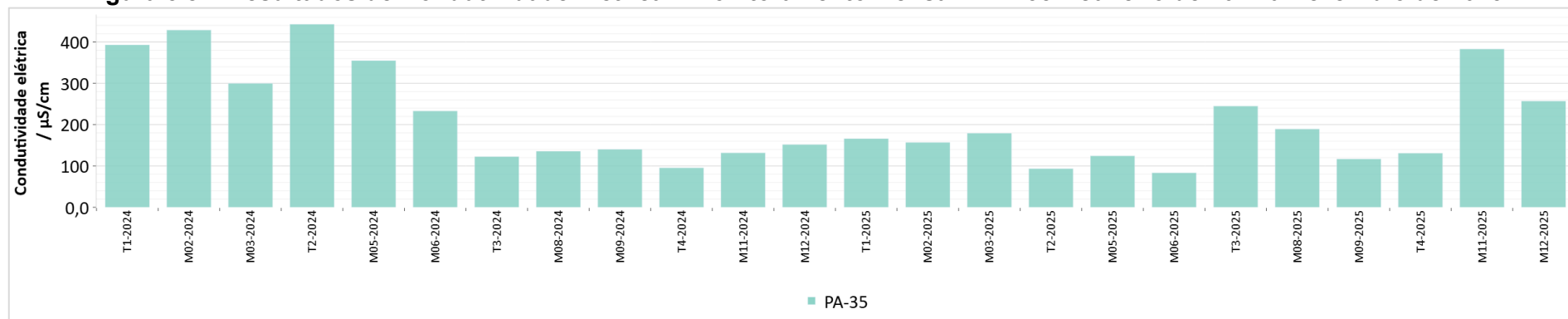


Figura 5.83: Resultados de Sólidos Totais Dissolvidos – Monitoramento Mensal – PA-35 - Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

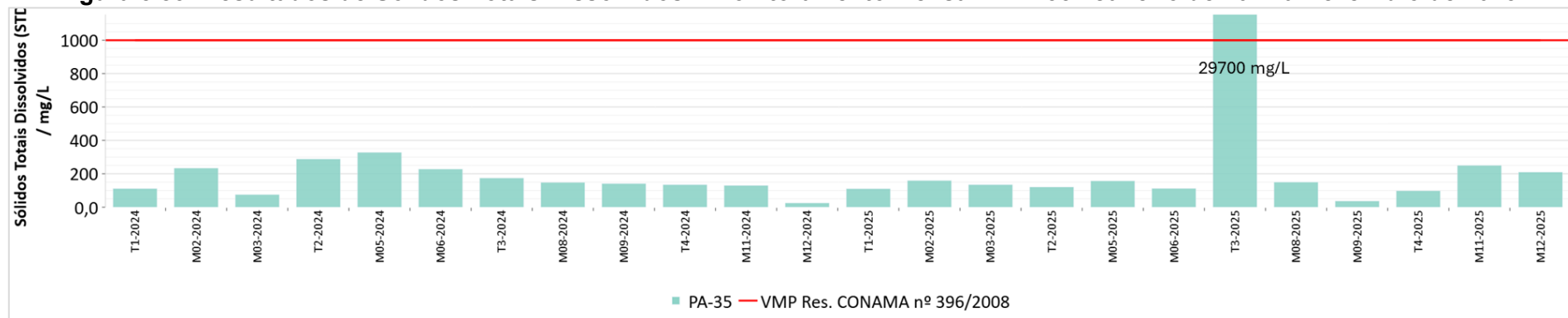


Figura 5.84: Resultados de Alumínio – Monitoramento Mensal – PA-35 - Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

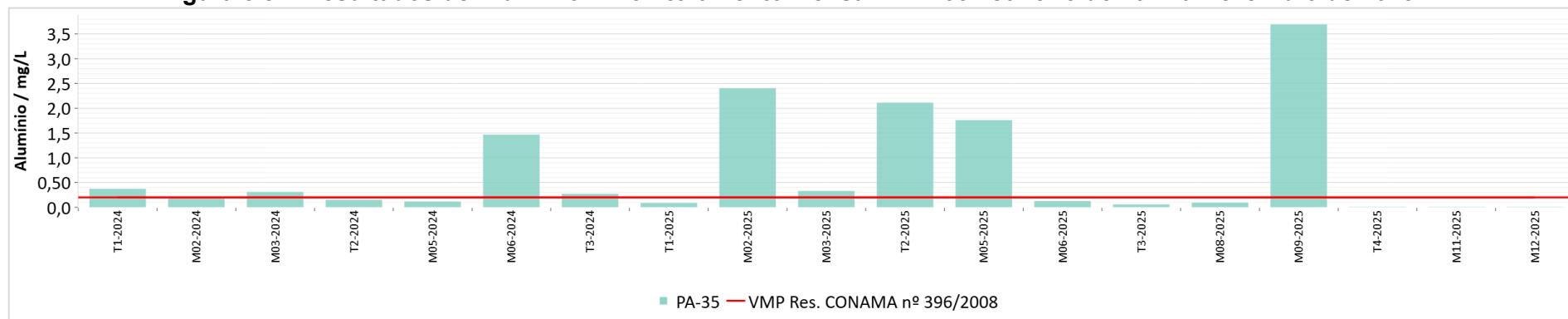


Figura 5.85: Resultados de Ferro – Monitoramento Mensal – PA-35 - Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

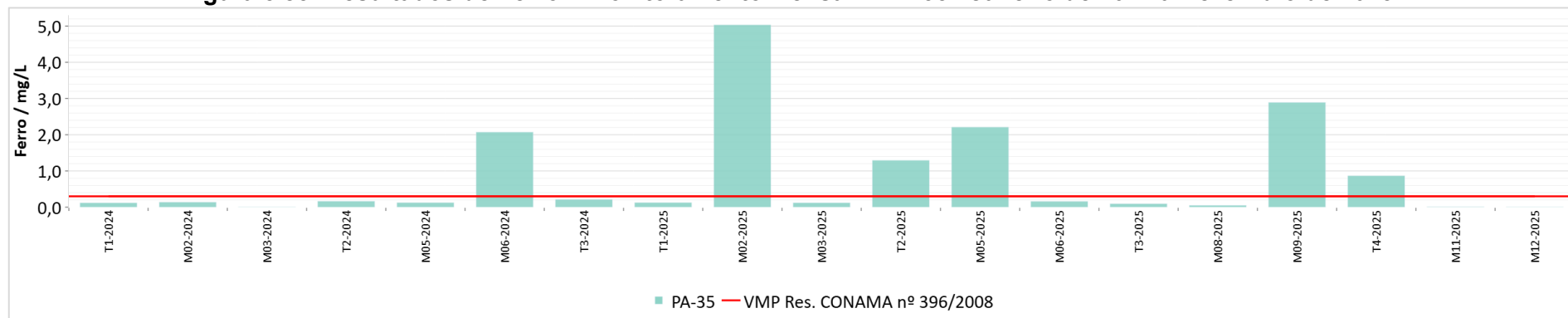


Figura 5.86: Resultados de Chumbo – Monitoramento Mensal – PA-35 - Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

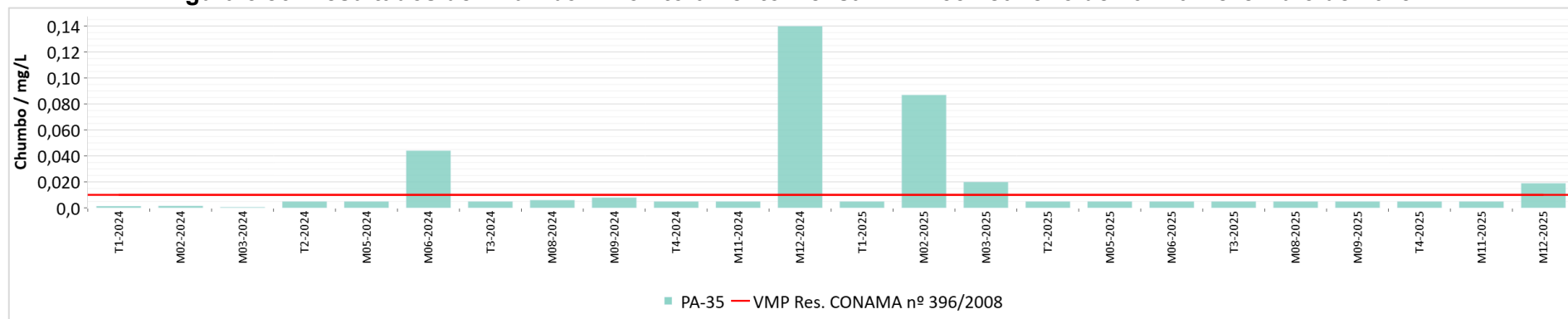
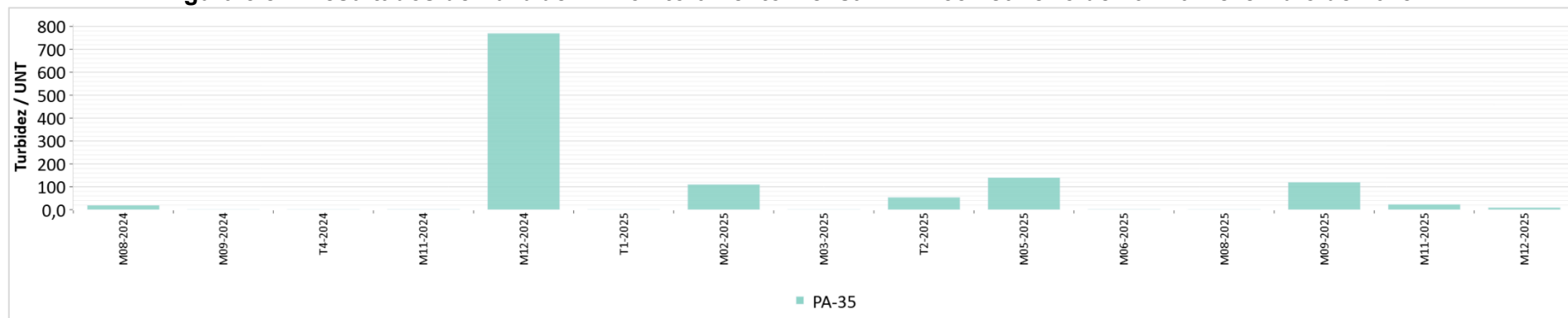


Figura 5.87: Resultados de Turbidez – Monitoramento Mensal – PA-35 - Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.



5.2.2.2 Monitoramento Mensal do Poço PA-44

Relativamente ao monitoramento mensal do poço PA-44, na Tabela 5.9 estão inseridos os resultados referentes ao segundo semestre de 2025. Em vermelho estão destacados os valores superiores aos Valores Máximos Permitidos (VMP) para cada parâmetro, estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o uso preponderante da água para consumo humano.

Além disso, entre a Figura 5.88 e a Figura 5.96 são apresentados os gráficos de evolução para os parâmetros que apresentaram desvios no segundo semestre de 2025 e/ou tiveram resultados relevantes frente aos respectivos valores de LQs.

Os resultados obtidos indicaram boa aderência aos VMPs. No segundo semestre de 2025, foram verificadas concentrações elevadas e superiores ao VMP para Ferro na maioria das campanhas realizadas, e para Manganês, em setembro e outubro. Desvios vem ocorrendo para estes metais desde 2020 (Anexo D), associados à presença destes metais nos solos locais (item 1.2.1). Não conformidades pontuais ocorreram também para os parâmetros Arsênio, Cianeto, Coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*.

Os registros de pH (Figura 5.88) mostraram águas levemente ácidas a básicas no segundo semestre de 2025, variando entre 6,37 (outubro) e 8,82 (setembro). Além disso, as concentrações de Alcalinidade total (Figura 5.89) estiveram bem próximas entre as campanhas, com variação entre 60,0 mg/L (novembro) e 98,8 mg/L (outubro), indicando águas com boa capacidade de resistir às mudanças de pH. De acordo com Chapman (1996), concentrações de Alcalinidade total superiores a 24 mg/L, indicam águas com boa capacidade de tamponamento. A variável Alcalinidade de bicarbonatos apresentou resultados semelhantes aos de Alcalinidade total, o que é esperado, já que os

bicarbonatos predominam em águas levemente ácidas a levemente básicas (SOUTO et al., 2014).

Os registros de Temperatura da amostra (Figura 5.90) oscilaram em um moderado intervalo ao longo do segundo semestre de 2025, com variação de 20,9 °C (dezembro) a 28,9 °C (setembro). Estabilidade térmica é esperada, visto que as águas subterrâneas são isoladas das variações extremas de temperatura da superfície pelo solo e rochas, que atuam como isolantes naturais (FREEZE; CHERRY, 2006).

Os registros de Condutividade elétrica (Figura 5.91) apresentaram variação de 264,00 µS/cm (novembro) a 439,10 µS/cm (agosto) e estiveram consistentes com as concentrações de Sólidos totais dissolvidos (STD), que exibiram pleno atendimento legal (Figura 5.92). O maior teor observado para STD foi de 336 mg/L, reportado em dezembro.

Em relação aos metais e semimetais monitorados, foram identificadas superações ao VMP de Ferro (Figura 5.93) entre os meses de julho e outubro de 2025 e para Manganês (Figura 5.94), ocorreram desvios nas campanhas de setembro (0,153 mg/L) e outubro (0,465 mg/L) de 2025. Para Ferro, o maior registro foi observado em outubro de 2025 (5,474 mg/L). Reforça-se que a litologia local, composta pelo Cambissolo Háplico Distrófico, Afloramento rochoso combinado com a presença de Cambissolo e ou Neossolo e o Latossolo Vermelho-Amarelo, apresenta teores consideráveis desses metais.

Relativamente ao semimetal Arsênio (Figura 5.95), foi observada superação pontual no mês de novembro de 2025, com valor de 0,039 mg/L. Essa ocorrência está possivelmente associada a presença desse metal na litologia local, visto que no Atlas

Geoquímico da Bacia do Rio São Francisco (item 1.3.2), é destacada a presença natural de Arsênio e Níquel em concentrações elevadas nos solos da região avaliada. Contudo, este foi o segundo desvio observado para Arsênio na série histórica do ponto PA-44, sendo verificado anteriormente somente em fevereiro de 2023 (0,0234 mg/L).

Relativamente a variável Cianeto (Figura 5.96), houve um registro não conforme no mês de agosto de 2025, de 101 µg/L, sendo o segundo resultado superior ao VMP (70 µg/L) observado nas águas do ponto PA-44. Desvio para esse parâmetro foi observado anteriormente em outubro de 2024, de 109 µg/L. O teor de Cianeto WAD registrado em agosto de 2025 foi de 62,7 µg/L, indicando que a maior parte do cianeto se encontra complexada a outras substâncias, o que contribui para a redução de sua toxicidade no meio ambiente (Dash; Gaur; Balomajumder, 2009).

Em relação as contagens de Coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*, foram verificados registros quantificados e não conformes em julho de 2025, iguais a 4,1 NMP/100mL. De acordo com a Resolução CONAMA n° 396/2008, estes microrganismos devem estar ausentes em 100 mL de amostra, portanto, as contagens superiores ao LQ são consideradas não conformes.

Os demais parâmetros monitorados exibiram predomínio de registros inferiores ao LQ ou valores pouco relevantes frente aos respectivos VMPs, para aqueles que possuem padrão estabelecido. São eles: Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cianeto livre, Cianeto WAD, Cloreto, Cromo, Fluoreto, Níquel, Nitrato como N, Sódio, Sulfato, Sulfeto e Zinco.

Tabela 5.9: Resultados do Monitoramento Mensal PA-44 – 2º Semestre de 2025 - Águas Subterrâneas.

Parâmetro	Unidade	VMP ¹	PA-44					
			22/07/25	13/08/25	10/09/25	23/10/25	07/11/25	16/12/25
Alcalinidade de bicarbonato	mg/L		92,8	95,4	98,7	98,8	60,0	97,3
Alcalinidade total	mg/L		92,8	95,4	98,7	98,8	60,0	97,3
Alumínio	mg/L	Máx.0,2	<0,0100	0,0141	0,0792	0,0562	<0,0100	<0,0100
Arsênio	mg/L	Máx.0,01	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,039	<0,0100
Cádmio	mg/L	Máx. 0,005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,000622	<0,0005
Cálcio total	mg/L		15,292	15,160	18,918	6,755	<0,250	<0,250
Chumbo	mg/L	Máx.0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cianeto	µg/L	Máx.70	<20,0	101	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
Cianeto livre	mg/L		<0,0200	0,0383	<0,0200	<0,0200	<0,0200	<0,0200
Cianeto WAD	mg/L		<0,0200	0,0627	<0,0200	<0,0200	<0,0200	<0,0200
Cloreto	mg/L	Máx. 50	<2,00	<2,00	<2,00	6,39	8,25	<2,00
Coliformes termotolerantes	P/A*	Ausente	4,1	1	<1	<1	<1	1
Condutividade elétrica	µS/cm		266,00	439,10	363,00	320,00	264,00	325,00
Cromo	mg/L	Máx.0,05	<0,005	0,00574	0,0100	<0,005	<0,005	0,00522
<i>Escherichia coli</i>	P/A*	Ausente	4,1	1	<1	<1	<1	1
Ferro	mg/L	Máx.0,3	3,229	4,944	2,817	5,474	0,0102	<0,0100
Fluoreto	mg/L	Máx.1,5	<0,500	0,643	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500
Magnésio total	mg/L		14,168	14,101	16,684	5,103	<0,250	<0,250
Manganês	mg/L	Máx.0,1	0,0952	0,0818	0,153	0,465	<0,005	<0,005
Níquel	mg/L	Máx.0,02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrato como N	mg/L	Máx.10	0,388	0,317	0,410	1,84	0,250	<0,136
pH			7,36	7,01	8,82	6,37	7,75	6,75
Potássio total	mg/L		7,360	9,290	6,145	3,099	0,470	<0,250
Sílica dissolvida	mg/L		4,93	5,40	5,69	4,24	5,13	3,79
Sódio total	mg/L	Máx.200	23,272	25,809	30,862	10,892	<0,500	<0,500
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	Máx.1000	238	230	250	322	180	336
Sulfato	mg/L	Máx.250	133	149	<10,0	107	45,0	64,8
Sulfeto	mg/L		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,21
Temperatura da amostra	°C		25,4	25,7	28,9	24,3	28,4	20,9
Zinco total	mg/L	Máx.5	0,00215	<0,001	0,0564	0,119	<0,001	<0,001

¹ Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o uso preponderante da água para consumo humano.

Legenda:

*P/A: Presente/Ausente

Desvio em relação ao VMP

Figura 5.88: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

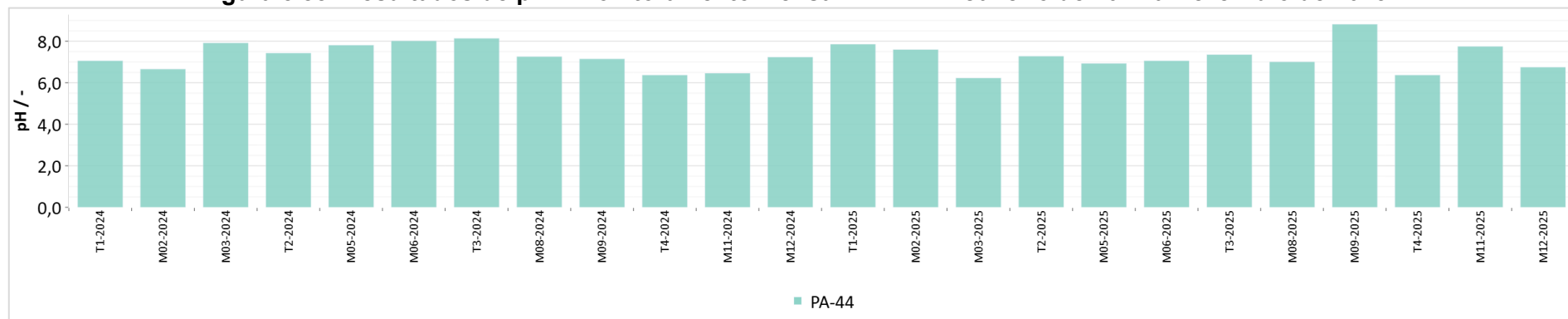


Figura 5.89: Resultados de Alcalinidade total – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

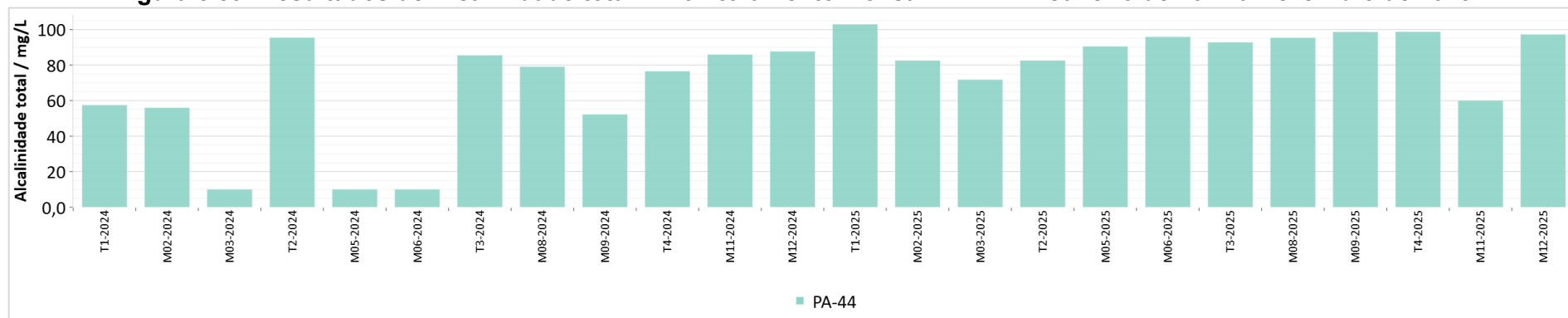


Figura 5.90: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

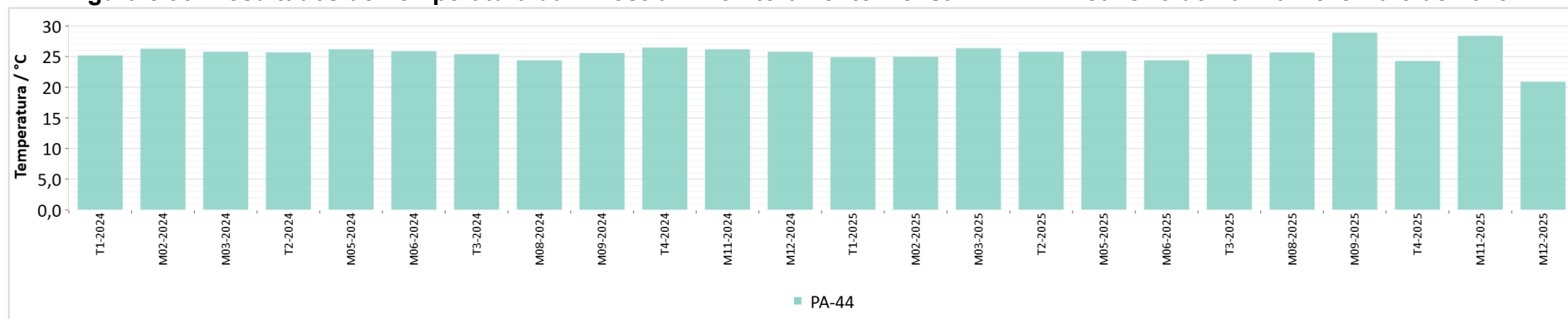


Figura 5.91: Resultados de Condutividade elétrica – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

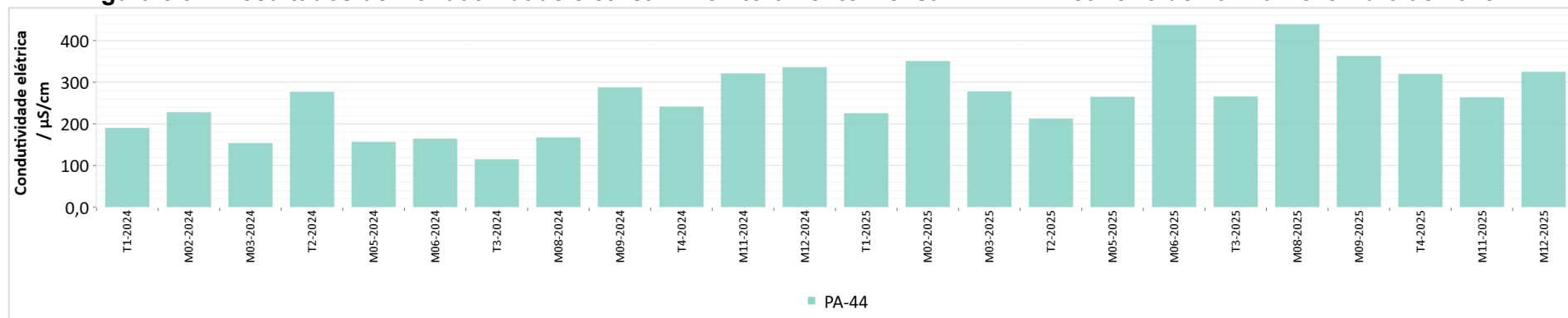


Figura 5.92: Resultados de Sólidos totais dissolvidos – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

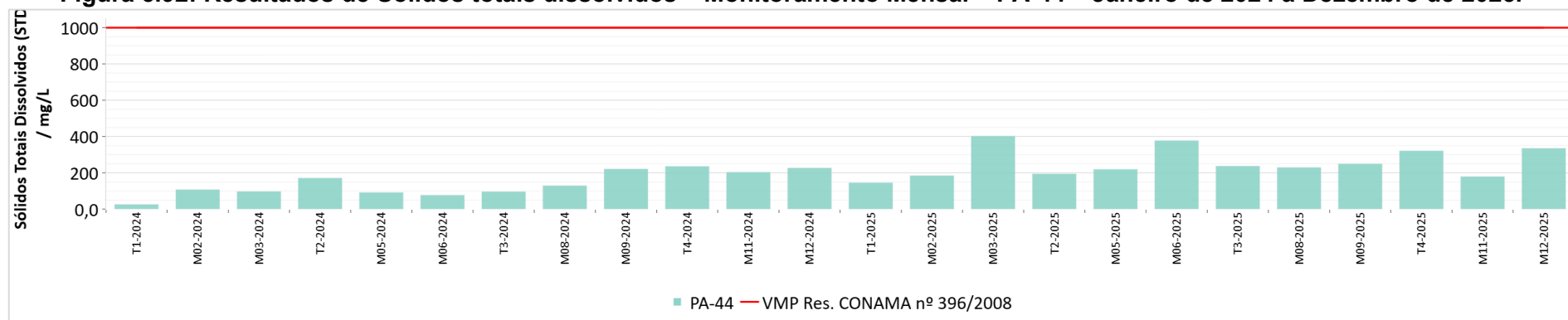


Figura 5.93: Resultados de Ferro – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

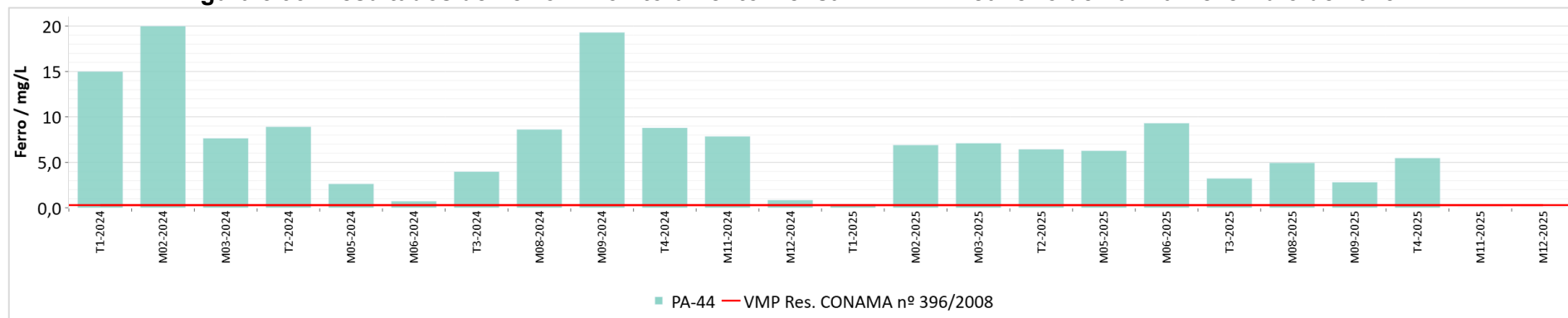


Figura 5.94: Resultados de Manganês – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

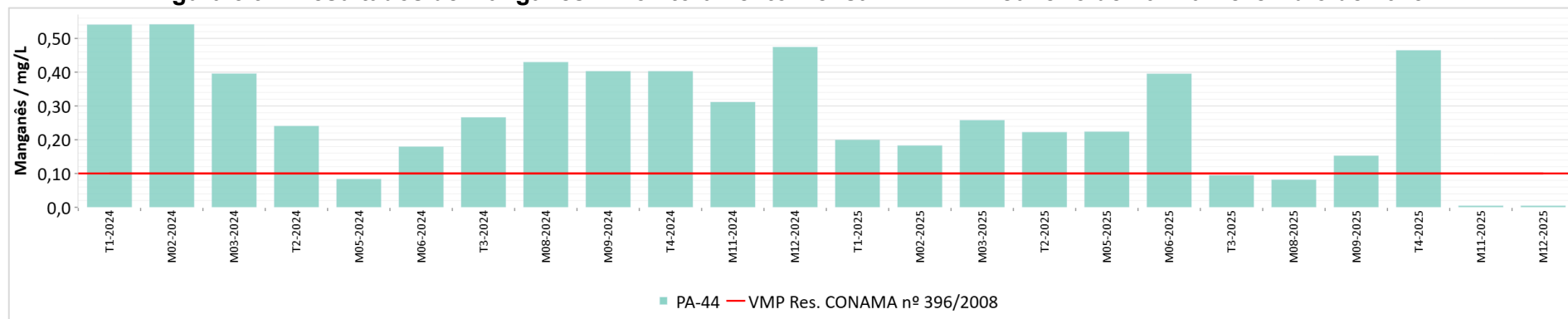


Figura 5.95: Resultados de Arsênio – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

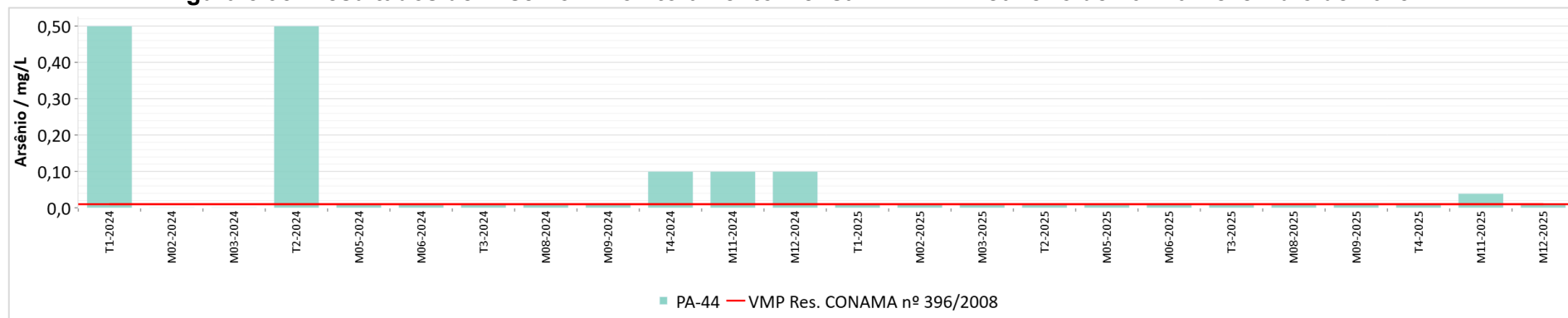
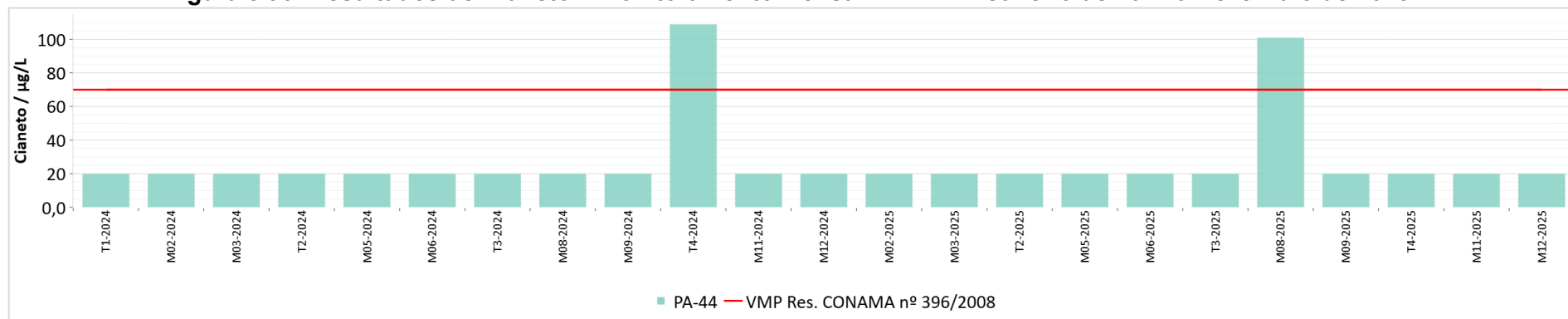


Figura 5.96: Resultados de Cianeto – Monitoramento Mensal – PA-44 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.



5.2.2.3 Monitoramento Mensal e Quinzenal do Antigo Poço de Abastecimento PA-30

Neste item seria apresentada a avaliação dos resultados de monitoramento das águas subterrâneas referentes as amostras coletadas no poço PA-30. Cabe pontuar que, em atendimento ao Termo de Compromisso Positivo do Inquérito Civil no 0522.11.000018-2, são também realizadas coletas quinzenais neste ponto de monitoramento, e os resultados de tais amostragens também seriam discutidos neste item.

No entanto, a coleta de amostras neste poço foi impossibilitada durante o segundo semestre de 2025. Isso se deveu a falta de energia para acionamento da bomba, conforme informações disponibilizadas pelo empreendimento. Tal situação vem ocorrendo desde abril de 2023.

Pontua-se que em algumas das campanhas realizadas no segundo semestre de 2025, foi informado de maneira equivocada nos certificados de análises, que este ponto se encontrava seco. Entretanto, segundo informações fornecidas pelo empreendimento, este ponto se encontrava na realidade sem energia.

Além disso, no segundo semestre de 2025, os certificados de análises das campanhas mensais e trimestrais realizadas foram consolidados com algumas das campanhas quinzenais. Portanto, a Tabela 5.10 apresenta os códigos dos certificados cujas informações coincidiram nesse período.

Tabela 5.10: Códigos das Amostras Coincidentes no Segundo Semestre de 2025 – PA-30.

Mês	Campanha	Código da Amostra
Julho	Campanha trimestral e segunda campanha quinzenal	17030/2025.1
Agosto	Campanha mensal e primeira campanha quinzenal	18763/2025.0
Setembro	Campanha mensal e primeira campanha quinzenal	21032/2025.0
Outubro	Campanha trimestral e segunda campanha quinzenal	26888/2025.0
Novembro	Campanha mensal e primeira campanha quinzenal	27941/2025.0
Dezembro	Campanha mensal e segunda campanha quinzenal	30732/2025.0

5.2.2.4 Monitoramento Mensal e Quinzenal do Poço de Abastecimento PA30-A

Em dezembro de 2020 o abastecimento da Comunidade de Ouro Fino passou a ser realizado pelas águas coletadas no poço PA30-A, em substituição à utilização do poço PA-30, uma vez que foram observadas sistemáticas superações dos VMPs nas águas do PA-30, especialmente para Níquel e Urânio. O poço PA30-A, perfurado pelo empreendimento em agosto de 2019, está localizado na propriedade do Sr. Durvalino. Este poço (PA30-A) encontra-se instalado e devidamente regularizado junto à SEMAD, conforme Certidão de Cadastro Para Abastecimento de Pequenos Núcleos Populacionais Rurais (Anexo E).

No segundo semestre de 2025, o poço PA30-A não foi monitorado nos meses de julho e agosto, bem como na segunda quinzena de setembro, uma vez que se encontrava sem energia ou em manutenção, conforme informado nos certificados de análises inseridos no Anexo A. Destaca-se que, na segunda quinzena de setembro de 2025, foi informado de forma equivocada no certificado de análises que o ponto se encontrava seco. Nesse período, o abastecimento da comunidade foi realizado por caminhão pipa, segundo informado pelo empreendimento.

Além disso, no segundo semestre de 2025, os certificados de análises das campanhas mensais e trimestrais realizadas foram consolidados com algumas das campanhas quinzenais. Portanto, a Tabela 5.11 apresenta os códigos dos certificados cujas informações coincidiram nesse período.

Tabela 5.11: Códigos das Amostras Coincidentes no Segundo Semestre de 2025 – PA30-A.

Mês	Campanha	Código da Amostra
Julho	Campanha trimestral e segunda campanha quinzenal	17030/2025.1
Agosto	Campanha mensal e primeira campanha quinzenal	18762/2025.0
Setembro	Campanha mensal e primeira campanha quinzenal	20878/2025.0.A
Outubro	Campanha trimestral e segunda campanha quinzenal	25872/2025.0.A

Mês	Campanha	Código da Amostra
Novembro	Campanha mensal e primeira campanha quinzenal	27787/2025.0.A
Dezembro	Campanha mensal e segunda campanha quinzenal	30942/2025.0.A

Na Tabela 5.12 e na Tabela 5.13 estão expostos os resultados obtidos por meio das análises das amostras de água bruta realizadas no segundo semestre de 2025 para o ponto PA30-A, separados por trimestre. Foram destacados em vermelho os valores superiores aos Valores Máximos Permitidos (VMP) estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o uso preponderante da água para consumo humano.

Entre a Figura 5.97 e a Figura 5.105 estão apresentados os gráficos de evolução temporal dos parâmetros que exibiram desvios ou resultados relevantes em relação ao LQ no segundo semestre de 2025.

Os registros de pH (Figura 5.97) indicaram que as águas do poço de abastecimento PA30-A apresentam características levemente ácidas a levemente básicas, com registros variando entre 6,82 (outubro e dezembro) e 7,53 (setembro) no segundo semestre de 2025. Tais características são observadas com frequência nas águas do poço PA30-A (Anexo D).

Os registros de Temperatura da amostra (Figura 5.98) apresentaram pequena oscilação entre as campanhas, como é esperado de águas subterrâneas que possuem um maior isolamento térmico, com medidas que variaram entre 21,4°C (dezembro) e 25,2°C (outubro).

Os registros de Condutividade elétrica (Figura 5.99) estiveram consistentes com os de Sólidos totais dissolvidos (Figura 5.100) nas campanhas realizadas no segundo semestre de 2025. Em relação ao segundo parâmetro, foi verificado pleno atendimento legal, com maior teor computado em novembro de 2025, de 426 mg/L.

No segundo semestre de 2025 foram identificadas superações aos VMPs das formas totais dos metais Ferro (Figura 5.101) e Manganês (Figura 5.102) na maioria das campanhas realizadas. Em suas respectivas séries históricas (Anexo D) foram verificados teores expressivos, dado que estes metais estão naturalmente presentes em concentrações significativas nas águas dessa região, conforme discutido nos itens 1.2.1 e 1.3.2.1.

Não conformidades ocorreram também para os metaloides Selênio (Figura 5.103) e Antimônio (Figura 5.104). Para o primeiro parâmetro, os desvios ocorreram nos meses de novembro (0,0576 mg/L) e dezembro (0,0200 mg/L) de 2025, enquanto para o segundo, somente em novembro de 2025 (0,0346 mg/L). Dentre as ocorrências mencionadas, somente a observada em dezembro de 2025 para Selênio esteve abaixo do padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021 (0,04 mg/L). Desvios para essas variáveis ocorreram esporadicamente na série histórica desse ponto (Anexo D), contudo, é importante avaliar as concentrações dessas variáveis em campanhas futuras.

Para o semimetal Arsênio (Figura 5.105), observou-se concentração pouco superior ao VMP (0,01 mg/L) na campanha mensal e segunda campanha quinzenal de dezembro de 2025, com valor de 0,0110 mg/L. Contudo, esse resultado está inserido na faixa de incerteza analítica do método (0,00166 mg/L), o que impede a confirmação de não conformidade.

Ainda, não foi identificada a presença de Coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* nas campanhas realizadas no segundo semestre de 2025. Ressalta-se que os Coliformes termotolerantes além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal.

Em setembro de 2025, foi realizada nova amostragem em duplicata por meio dos laboratórios Sintezis (CRL 1311) e ALS (CRL 0241), após um período sem coletas nesse poço (junho a agosto), com o objetivo de verificar a consistência e a reprodutibilidade

interlaboratorial dos resultados analíticos. Foram observadas não conformidades apenas para Ferro e Manganês, em ambos os laboratórios. O boletim analítico emitido pela ALS para a coleta realizada em setembro de 2025 encontra-se inserido no Anexo F.

As análises conjuntas das amostras já haviam sido realizadas anteriormente, conforme discutido a seguir, em função da recorrência de desvios observados em campanhas anteriores, principalmente para o metal Urânio.

No segundo semestre de 2025, não foram observadas superações ao VMP de Urânio. Entretanto, não conformidades para Urânio passaram a ser frequentes a partir de dezembro de 2022, logo após a mudança de laboratório. Portanto, foram feitas investigações em relação à coleta e aos ensaios analíticos, de modo a elucidar as reais condições das águas desse poço. Os resultados obtidos em uma campanha, cuja amostra foi analisada pelo Laboratório Centro de Tecnologia Agrícola e Ambiental Campo, empresa que possui acreditação junto à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE), do Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO), nº CRL 1039, mostrou superações em relação aos VMPs apenas para os parâmetros Manganês e Ferro. Tais ocorrências também foram verificadas na amostra duplicata coletada em julho de 2023. Além disso, nova coleta foi realizada em duplicata, no mês de abril de 2025, com amostras coletadas simultaneamente pelos laboratórios ALS Ambiental Ltda., nº CRL 0241 e o Sintezis Análises e Tecnologia Ambiental Ltda, que vem realizando as análises físico-químicas desde novembro de 2022. Na amostra analisada pelo laboratório ALS, foram identificados níveis superiores ao VMP somente para Ferro, Manganês e Coliformes termotolerantes, enquanto para a amostra avaliada pelo laboratório Sintezis, resultados não conformes foram observados para Urânio, Ferro, Manganês, Coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. Diante disso, o abastecimento da comunidade com a água do poço PA30-A foi retomado por decisão do empreendimento. Os certificados de análises com coletas nos dias 07.06.2023 e 11.07.2023, bem como no dia 30.04.2025 encontra-se inseridos no Anexo F.

Os demais parâmetros monitorados exibiram predomínio de registros inferiores ao LQ ou pouco relevantes frente aos respectivos VMPs, para os que os possuem, são eles:

Alumínio, Bário, Berílio, Boro, Cádmio, Chumbo, Cianeto, Cloreto, Cobre, Cromo, Fluoreto, Mercúrio, Molibdênio, Níquel, Nitrato como N, Nitrito como N, Prata, Sódio, Sulfato, Urânio, Vanádio e Zinco.

Ademais, para a utilização das águas do poço PA30-A para abastecimento, indica-se a análise da água após o reservatório de armazenamento, no sentido de verificar se está havendo o decaimento natural das concentrações de Ferro e Manganês, e a consequente adequação da qualidade para consumo humano. Sugere-se ainda que a Secretaria de Saúde do município instrua os moradores a usar um produto adequado à desinfecção das águas.

Tabela 5.12: Resultados do Monitoramento Mensal PA30-A – 3º Trimestre de 2025 - Águas Subterrâneas.

Parâmetro	Unidade	VMP ¹	PA30-A								
			Quinzenal 14/07/2025	Trimestral 16/07/2025	Quinzenal 16/07/2025	Quinzenal 13/08/2025	Mensal 13/08/2025	Quinzenal 29/08/2025	Quinzenal 11/09/2025	Mensal 11/09/2025	Quinzenal 25/09/2025
Alumínio	mg/L	0,2	Sem energia	Sem energia	Sem energia	Em manutenção	Em manutenção	Sem energia		0,0108	Não amostrado
Antimônio	mg/L	0,005								<0,005	
Arsênio	mg/L	0,01							<0,01	<0,0100	
Bário	mg/L	0,7								<0,1	
Berílio	mg/L	0,004								<0,001	
Boro	mg/L	0,5								<0,1	
Cádmio	mg/L	0,005								<0,0005	
Chumbo	mg/L	0,01								<0,005	
Cianeto	µg/L	70								<20,0	
Cloreto	mg/L	250								94,0	
Cobre	mg/L	2								<0,0045	
Coliformes termotolerantes	P/A*	Ausente								<1	
Condutividade elétrica	µS/cm									449,00	
Cromo	mg/L	0,05								<0,005	
<i>Escherichia coli</i>	P/A*	Ausente								<1	
Ferro	mg/L	0,3								3,93	
Fluoreto	mg/L	1,5								<0,50	
Manganês	mg/L	0,1								0,181	
Mercúrio	mg/L	0,001								<0,001	
Molibdênio	mg/L	0,07								<0,005	
Níquel	mg/L	0,02							<0,005	<0,005	
Nitrato como N	mg/L	10								2,07	
Nitrito como N	mg/L	1								<0,005	
pH										7,53	
Prata	mg/L	0,1								<0,005	
Selênio	mg/L	0,01								<0,01	
Sódio	mg/L	200								30,660	
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1000								338	
Sulfato	mg/L	250								<10,0	
Temperatura da amostra	°C	-								24,7	
Urânio	mg/L	0,015								<0,00001	
Vanádio	mg/L	0,05								<0,001	
Zinco	mg/L	5								0,135	

¹ Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o uso preponderante da água para consumo humano.

Legenda

*P/A: Presente/Ausente

Desvio em relação ao VMP

Tabela 5.13: Resultados do Monitoramento Mensal PA30-A – 4º Trimestre de 2025 - Águas Subterrâneas.

Parâmetro	Unidade	VMP ¹	PA30-A								
			Quinzenal 07/10/2025	Trimestral 23/10/2025	Quinzenal 23/10/2025	Quinzenal 07/11/2025	Mensal 07/11/2025	Quinzenal 24/11/2025	Quinzenal 05/12/2025	Mensal 16/12/2025	Quinzenal 16/12/2025
Alumínio	mg/L	0,2		<0,0100			<0,0100			<0,0100	
Antimônio	mg/L	0,005		<0,005			0,0346			<0,005	
Arsênio	mg/L	0,01	<0,01	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,01	<0,01	0,0110	0,0110
Bário	mg/L	0,7		<0,1			<0,1			<0,1	
Berílio	mg/L	0,004		<0,001			<0,001			<0,001	
Boro	mg/L	0,5		<0,1			<0,1			<0,1	
Cádmio	mg/L	0,005		<0,0005			<0,0005			<0,0005	
Chumbo	mg/L	0,01		<0,005			<0,005			<0,005	
Cianeto	µg/L	70		<20,0			<20,0			<20,0	
Cloreto	mg/L	250		115			119			91,7	
Cobre	mg/L	2		<0,0045			0,00489			<0,0045	
Coliformes termotolerantes	P/A*	Ausente		<1			<1			<1	
Condutividade elétrica	µS/cm	-		518,00			687,00			369,00	
Cromo	mg/L	0,05		<0,005			0,0101			<0,005	
<i>Escherichia coli</i>	P/A*	Ausente		<1			<1			<1	
Ferro	mg/L	0,3		2,81			<0,01			0,723	
Fluoreto	mg/L	1,5		<0,50			<0,50			<0,50	
Manganês	mg/L	0,1		0,125			<0,005			<0,005	
Mercúrio	mg/L	0,001		<0,001			<0,001			<0,001	
Molibdênio	mg/L	0,07		<0,005			<0,005			<0,005	
Níquel	mg/L	0,02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrato como N	mg/L	10		<0,136			0,340			0,190	
Nitrito como N	mg/L	1		<0,005			<0,005			<0,005	
pH				6,82			7,12			6,82	
Prata	mg/L	0,1		<0,005			<0,005			<0,005	
Selênio	mg/L	0,01		<0,01			0,0576			0,0200	
Sódio	mg/L	200		48,451			<0,500			11,192	
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	1000		132			426			332	
Sulfato	mg/L	250		<10,0			11,5			<10,0	
Temperatura da amostra	°C	-		25,2			23,9			21,4	
Urânio	mg/L	0,015		<0,00001			<0,00001			0,00018	
Vanádio	mg/L	0,05		<0,001			<0,001			<0,001	
Zinco	mg/L	5		0,246			<0,001			0,0890	

¹ Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o uso preponderante da água para consumo humano.

Legenda

*P/A: Presente/Ausente

Desvio em relação ao VMP

Figura 5.97: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

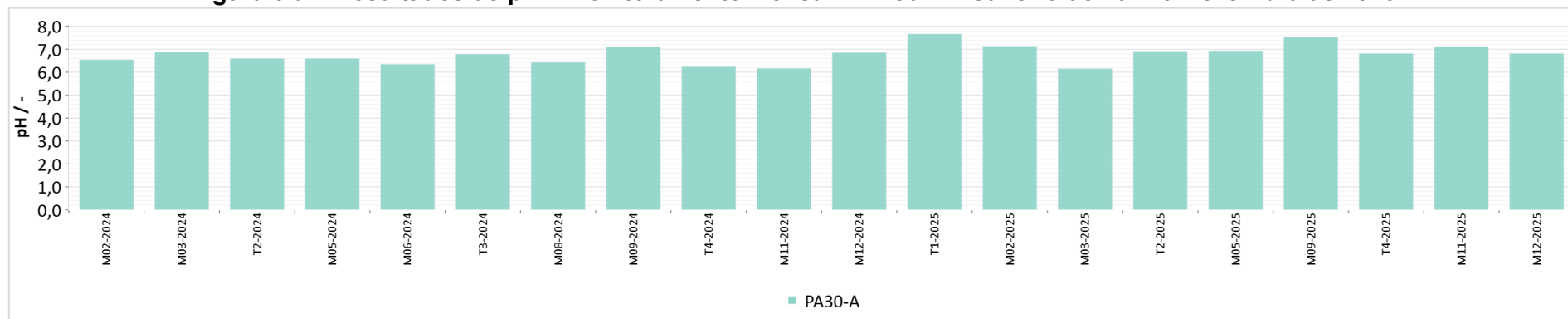


Figura 5.98: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.



Figura 5.99: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

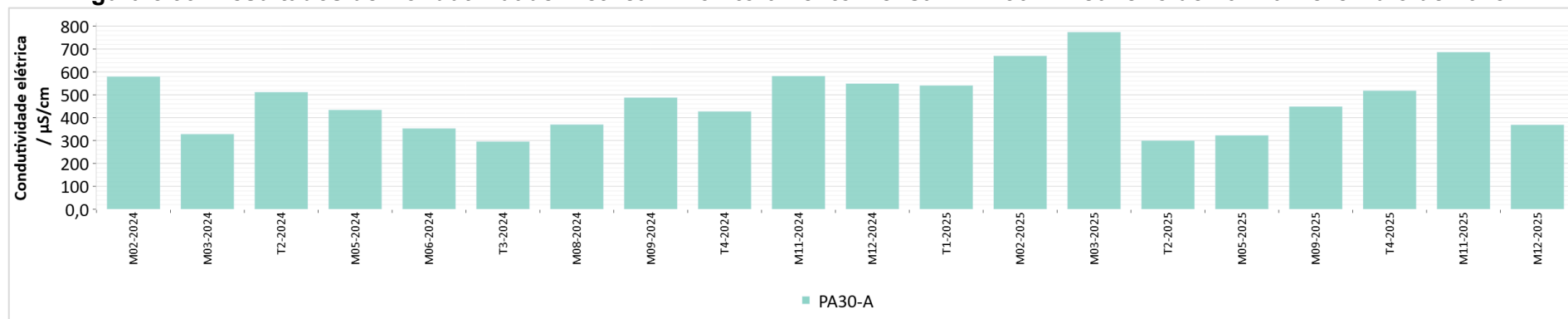


Figura 5.100: Resultados de Sólidos Totais Dissolvidos – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

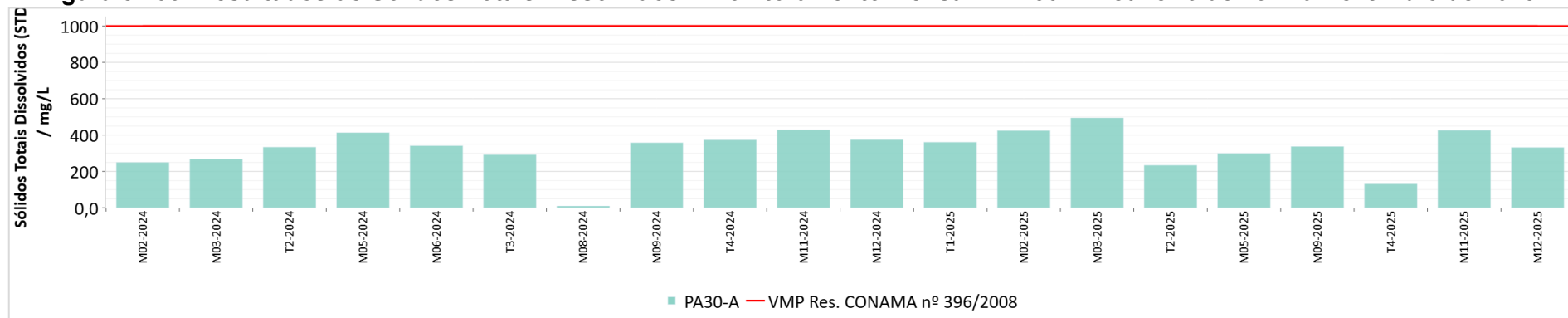


Figura 5.101: Resultados de Ferro – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

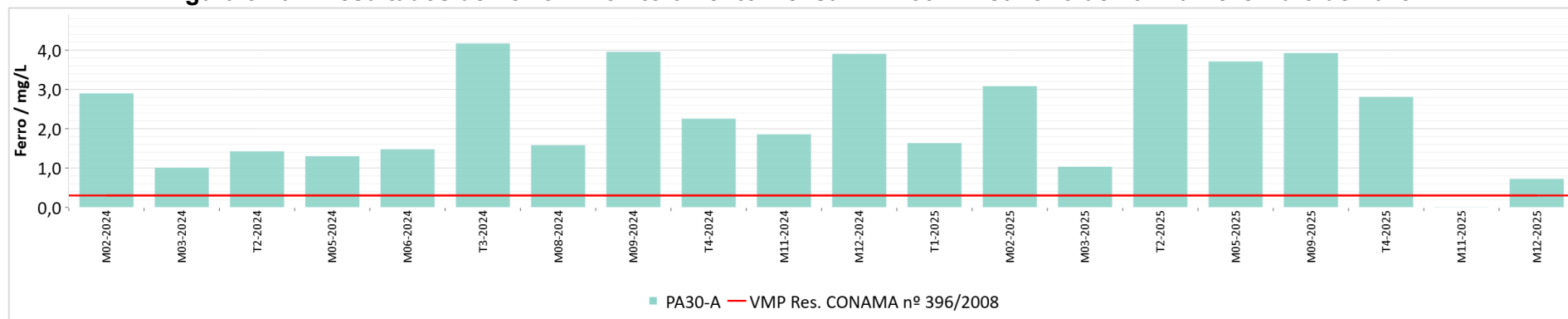


Figura 5.102: Resultados de Manganês – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

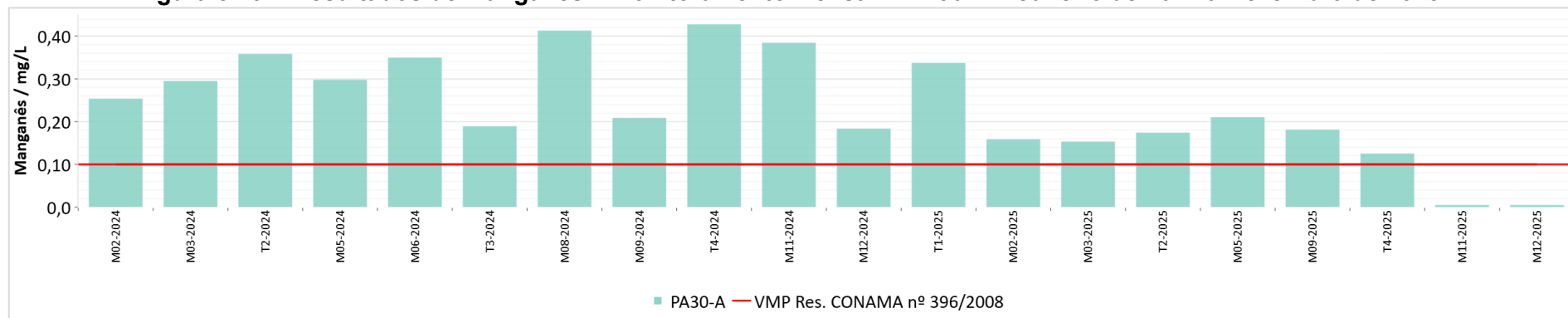


Figura 5.103: Resultados de Selênio – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

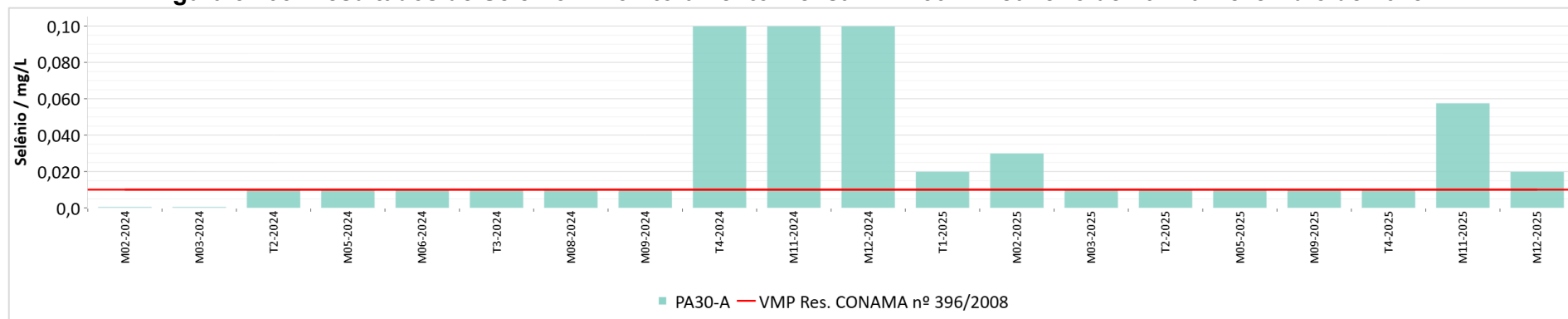


Figura 5.104: Resultados de Antimônio – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

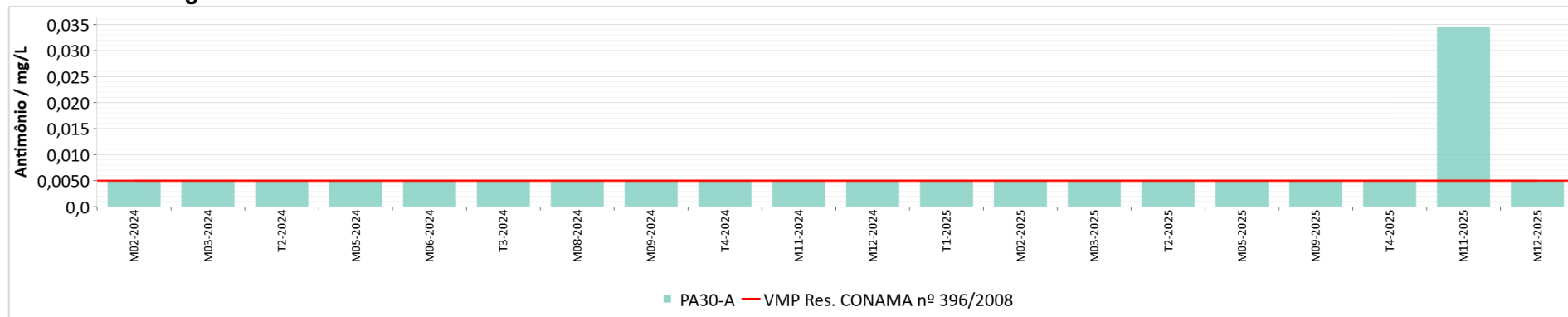
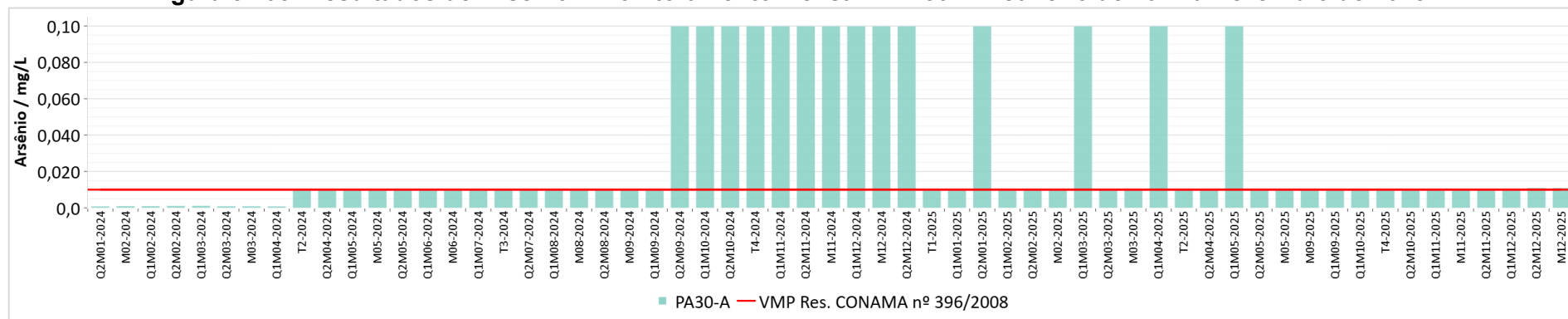


Figura 5.105: Resultados de Arsênio – Monitoramento Mensal – PA30-A – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.



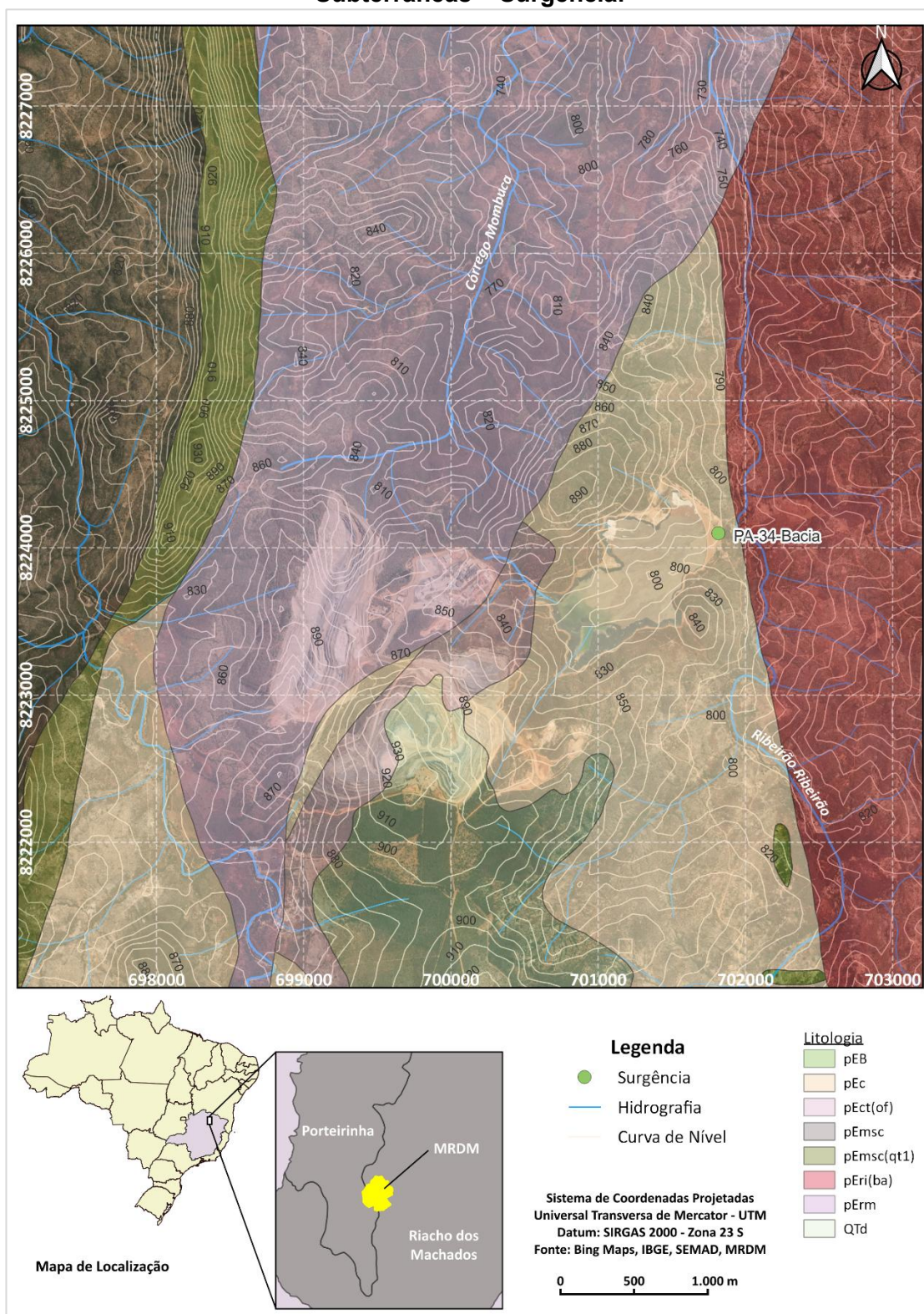
5.2.2.5 Monitoramento Mensal PA-34 Bacia

No ponto PA-34 Bacia, referente à surgência, situada a jusante da Barragem de Rejeitos (Figura 5.106), conforme informado no R0075775/2018, são analisados os mesmos parâmetros definidos para o percolado PA-34 Caixa, atendendo à recomendação do Relatório Técnico de Fiscalização NUCAM 2/2018.

Na Tabela 5.14 são apresentados os dados de qualidade das águas brutas coletadas no ponto PA-34 Bacia, referentes às coletas do segundo semestre de 2025. A Figura 5.106 apresenta a localização desse ponto de surgência.

Entre a Figura 5.107 e a Figura 5.113 estão apresentados os gráficos de evolução temporal dos parâmetros que exibiram desvios ou resultados relevantes em relação ao LQ no segundo semestre de 2025.

Figura 5.106: Localização do Ponto de Monitoramento PA-34 Bacia - Águas Subterrâneas – Surgência.



Os resultados analíticos avaliados no segundo semestre de 2025, indicaram boa aderência aos Valores Máximos Permitidos (VMP) para os parâmetros presentes no Anexo I da Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando uso preponderante da água para consumo humano. Registros de não conformidades foram verificados para *Escherichia coli* e Níquel.

As medidas de pH (Figura 5.107) indicaram águas com características levemente ácidas a levemente básicas, com registros oscilando entre 6,12 (agosto) e 7,54 (novembro) no segundo semestre de 2025. Uma das unidades geológicas presentes na região do empreendimento é a pErm, que compõem o Grupo Riacho dos Machados, com predomínio de Quartzo-Biotita Xistos e Metavulcânicas (item 1.2.2), propícios para a ocorrência de pirita, especialmente quando há mineralização sulfetada. Portanto, a presença de sulfetos minerais pode liberar íons de hidrogênio (H^+) e diminuir o pH, tornando as águas subterrâneas mais ácidas.

Ainda, foi verificada moderada estabilidade para os valores de Temperatura da amostra (Figura 5.108) nas águas da surgência, com oscilação de 21,7 °C (dezembro) a 26,0 °C (setembro) no segundo semestre de 2025.

Os valores de Condutividade elétrica (Figura 5.109) obtidos no segundo semestre de 2025 estiveram acima de 1000 $\mu S/cm$, condizentes com os registros históricos (Anexo D). Nos anos de 2023 e 2024, foram registradas, nesse ponto, inconsistências nos resultados de Condutividade elétrica — valores muito abaixo do esperado (Anexo D), atribuídas a erros de transcrição das unidades de medida.

Concernente aos metais e semimetais monitorados, foram identificados desvios para Níquel (Figura 5.110) entre os meses de julho e outubro de 2025, com maior registro observado em setembro (0,192 mg/L). Desde novembro de 2021 (Anexo D) são verificadas não conformidades para o Níquel, metal presente na litologia local, em decorrência da presença de Cambissolo e/ou Neossolo na região do empreendimento.

Referente aos teores de Arsênio (Figura 5.111), estes ocorreram em níveis superiores ao VMP principalmente no ano de 2020, com resultados não conformes pontuais observados nos anos seguintes, com exceção do ano de 2024, que não apresentou superações ao VMP. No ano de 2025, único desvio foi observado no mês de março, que reportou 0,103 mg/L. Este metal pode ser encontrado em concentrações superiores ao VMP nas águas da região por ser abundante na litologia local, conforme evidenciado pelos dados do Atlas Geoquímico da Bacia do São Francisco (item 1.3.2), que indicou concentrações mais elevadas para Arsênio e Níquel na área.

Referente ao parâmetro Manganês dissolvido (Figura 5.112), no segundo semestre de 2025, os registros variaram de medidas inferiores ao LQ 0,005 mg/L (novembro e dezembro) a 1,1 mg/L (julho), com grande parte superior ao limite do parâmetro na condição total (0,1 mg/L). Entretanto, cabe pontuar que este metal é um elemento presente em concentrações expressivas nas águas dessa região, conforme apresentado no item de pedologia (item 1.2.1).

Quanto as contagens de *Escherichia coli* (Figura 5.113), foram reportados valores quantificados em julho (2,0 NMP/100mL) e outubro (16,0 NMP/100mL) de 2025, caracterizados como desvios segundo a Resolução CONAMA n° 396/2008, considerando uso preponderante para consumo humano. A Resolução CONAMA n° 396/2008 estabelece ausência desses microrganismos nas águas subterrâneas, logo, como foi realizada análise quantitativa, os resultados superiores ao LQ são tratados como desvios.

Tabela 5.14: Monitoramento Mensal PA-34 Bacia – 2º Semestre de 2025 - Águas Subterrâneas.

Parâmetro	Unidade	VMP ¹	PA-34 Bacia					
			22/07/25	13/08/25	10/09/25	23/10/25	07/11/25	16/12/25
Arsênio	mg/L	Máx. 0,01	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100
Cádmio	mg/L	Máx. 0,005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Chumbo	mg/L	Máx. 0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cianeto	µg/L	Máx. 70	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
Cianeto WAD	mg/L		<0,0200	<0,0200	<0,0200	<0,0200	<0,0200	<0,0200
Condutividade elétrica	µS/cm		1544,00	2199,1	2040,00	1834,00	2530,00	2220,00
Cromo hexavalente	mg/L		<0,00375	<0,00375	<0,00375	<0,00375	<0,00375	<0,00375
Cromo trivalente	mg/L		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,012	<0,01
<i>Escherichia coli</i>	P/A*	Ausente	2	<1	<1	16	<1	<1
Ferro dissolvido	mg/L		0,011	0,016	0,012	0,010	<0,010	<0,010
Manganês dissolvido	mg/L		1,1	0,48	0,91	0,26	<0,005	<0,005
Níquel	mg/L	Máx. 0,02	0,125	0,110	0,192	0,115	<0,005	<0,005
pH	mg/L		6,25	6,12	7,08	6,35	7,54	6,97
Materiais sedimentáveis	mL/L		<0,300	<0,300	<0,300	<0,300	<0,300	<0,300
Sulfeto	mg/L		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Temperatura da amostra	°C		25,2	24,5	26,0	22,6	25,4	21,7
Zinco total	mg/L	Máx.5	0,015	0,075	0,024	0,009	<0,001	<0,001

¹ Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o uso preponderante da água para consumo humano.

Legenda:

*P/A: Presente/Ausente

Desvio em relação ao VMP

LQ superior ao VMP

Figura 5.107: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PA-34 Bacia – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

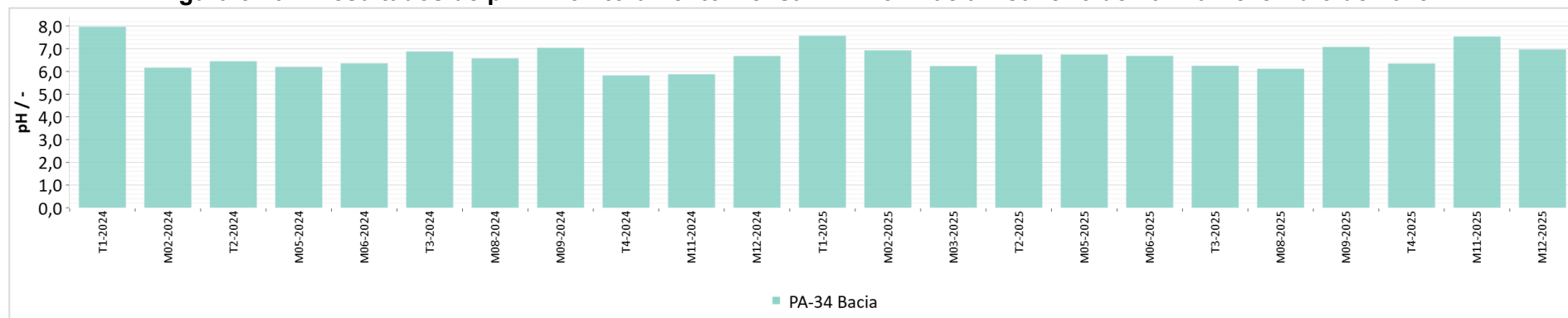


Figura 5.108: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Mensal – PA-34 Bacia – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

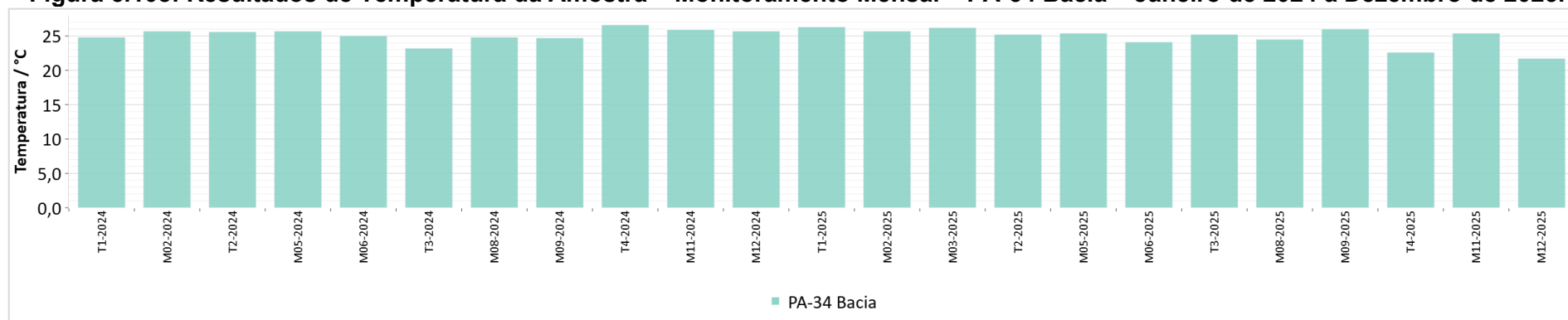


Figura 5.109: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Mensal – PA-34 Bacia – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

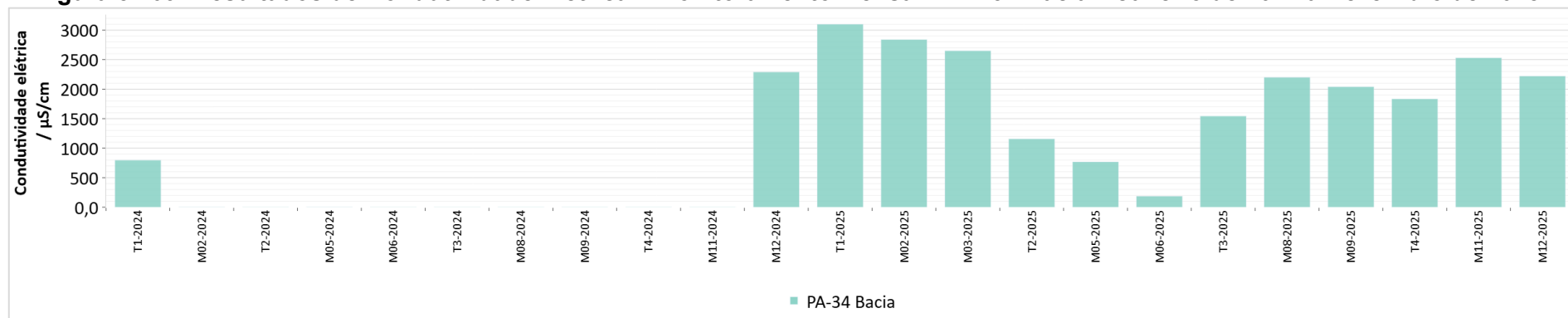


Figura 5.110: Resultados de Níquel – Monitoramento Mensal – PA-34 Bacia – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

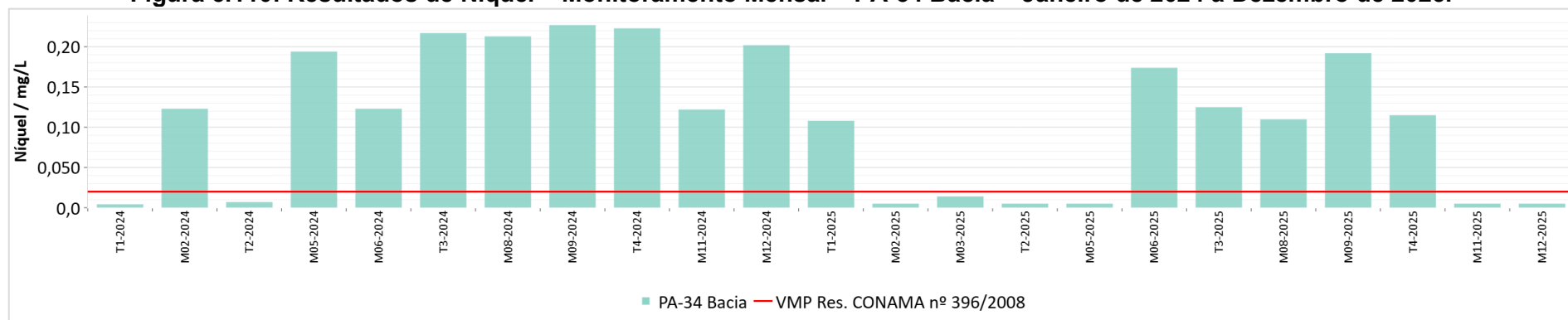


Figura 5.111: Resultados de Arsênio – Monitoramento Mensal – PA-34 Bacia – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

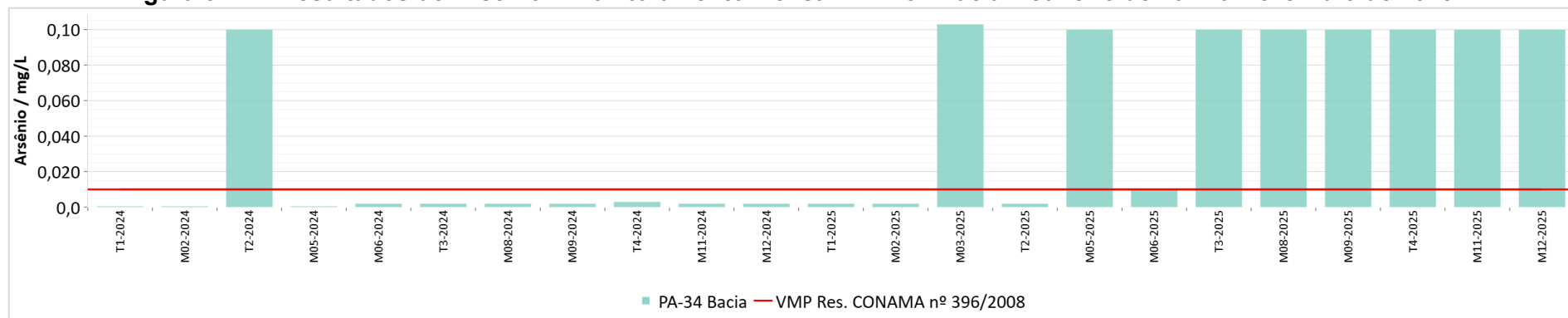


Figura 5.112: Resultados de Manganês Dissolvido – Monitoramento Mensal – PA-34 Bacia – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

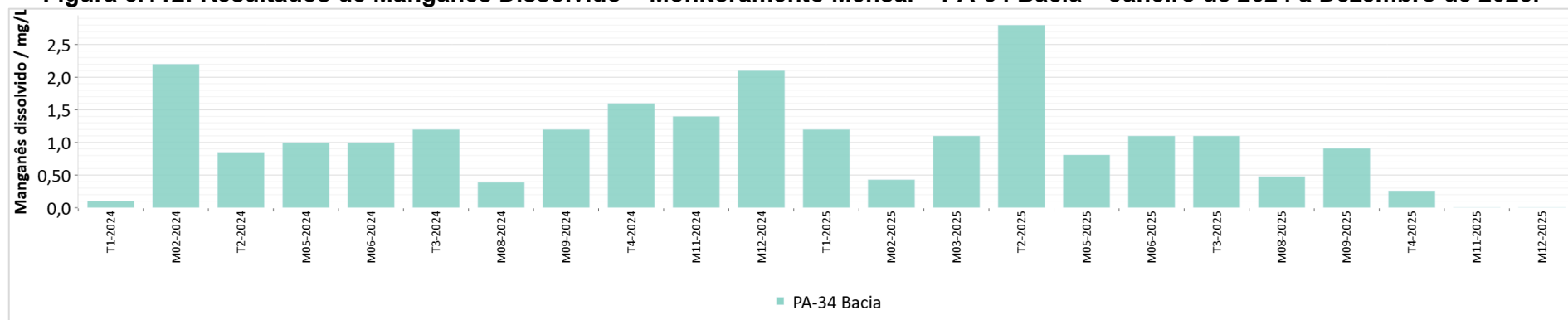
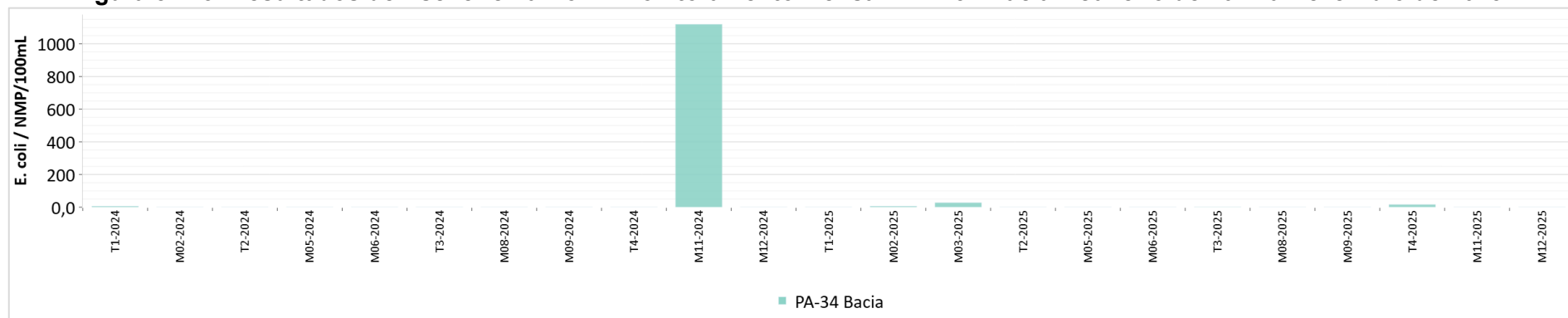


Figura 5.113: Resultados de Escherichia Coli – Monitoramento Mensal – PA-34 Bacia – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.



5.2.2.6 Monitoramento Mensal PDR04

Conforme Ofício nº 06/2024, aprovado através do Parecer Técnico emitido pela FEAM/MG em abril de 2024, foi proposto o acréscimo do ponto PDR04 na rede de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas como condição para operação do Sistema de Desaguamento e Empilhamento de Rejeito Seco.

Na Tabela 5.15 são apresentados os dados de qualidade das águas subterrâneas coletadas no ponto PDR04, referentes às amostragens realizadas no segundo semestre de 2025. Ademais, os resultados consolidados dessas campanhas, de agosto de 2024 a dezembro de 2025, encontram-se na planilha inserida no Anexo D.

Entre a Figura 5.114 e a Figura 5.123 estão apresentados os gráficos de evolução temporal dos parâmetros que exibiram desvios ou resultados relevantes em relação ao LQ no segundo semestre de 2025.

Os resultados obtidos indicaram boa aderência aos VMPs. No segundo semestre de 2025 foram verificadas concentrações elevadas e superiores ao VMP para os metais Alumínio, Chumbo, Ferro e Manganês. Além disso, não conformidade foi computada para Sólidos totais dissolvidos, em julho de 2025.

As águas do poço PDR04 indicaram condições ácidas a levemente básicas no segundo semestre de 2025, com valores de pH (Figura 5.114) registrados de 5,69 (julho) a 7,60 (novembro). As concentrações de Alcalinidade total (Figura 5.115) variaram entre 59,0 mg/L e 187 mg/L, obtidas em novembro e dezembro de 2025, respectivamente, apontando águas com boa capacidade de tamponamento. A variável Alcalinidade de bicarbonatos exibiu teores idênticos ou semelhantes aos de Alcalinidade total no

segundo semestre de 2025, o que é esperado, já que os bicarbonatos predominam em águas levemente ácidas a levemente básicas (SOUTO et al., 2014).

Os registros de Potencial redox (Figura 5.116) apontaram águas subterrâneas com características redutoras no segundo semestre de 2025, cujos valores oscilaram de +0,01 mV (agosto) a +58,7 mv (julho).

No segundo semestre de 2025, os registros de Condutividade elétrica (CE) (Figura 5.117) e Sólidos totais dissolvidos (STD) (Figura 5.118), que indicam o conteúdo de íons dissolvidos nas águas, estiveram consistentes entre si. Exceção foi verificada somente em julho de 2025, que exibiu teor de STD (29600 mg/L) notadamente superior ao de CE (158,40 μ S/cm). Além disso, o registro observado em julho de 2025 para STD não atendeu ao VMP de 1000 mg/L e está possivelmente relacionado a erro de transcrição da unidade de medida para o certificado.

Quanto aos metais e semimetais monitorados, foram constatadas não conformidades pontuais para Alumínio (Figura 5.119) e Chumbo (Figura 5.120), nos meses de outubro e dezembro de 2025, respectivamente, com valores de 0,439 mg Al/L e 0,029 mg Pb/L. Para o metal Ferro (Figura 5.121), houve recorrências de não conformidades nas campanhas realizadas no segundo semestre de 2025, com máximo registrado em agosto (5,286 mg/L). Além disso, também houve superações para Manganês (Figura 5.122) em duas das seis campanhas realizadas no segundo semestre de 2025, com valores de 0,589 mg/L (setembro) e 0,115 mg/L (outubro). Estes metais estão presentes na litologia local, o que justifica suas altas concentrações nas águas subterrâneas (item 1.2.1).

Em relação as contagens de Coliformes termotolerantes (Figura 5.123) nas águas do poço PDR04, foi verificada plena conformidade frente ao VMP desse parâmetro.

Segundo a Resolução CONAMA n° 396/2008, essas bactérias devem estar ausentes em 100mL de amostra, sendo assim, registros superiores ao LQ são considerados não conformes.

Tabela 5.15: Resultados do Monitoramento Mensal - PDR04 – 2º Semestre de 2025 - Águas Subterrâneas.

Parâmetro	Unidade	VMP ¹	PDR04					
			17/07/25	12/08/25	09/09/25	23/10/25	07/11/25	16/12/25
Alcalinidade de bicarbonato	mg/L		123	119	80,1	87,4	59,0	191
Alcalinidade total	mg/L		123	119	80,1	87,4	59,0	187
Alumínio	mg/L	Máx. 0,2	<0,010	0,011	0,132	0,439	<0,010	<0,010
Arsênio	mg/L	Máx. 0,01	<0,002	<0,002	0,002	0,003	<0,002	<0,01
Cádmio	mg/L	Máx. 0,005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0006
Cálcio total	mg/L		9,328	11,541	15,352	5,530	<0,250	<0,250
Chumbo	mg/L	Máx. 0,01	<0,005	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	0,029
Cianeto	µg/L	Máx. 70	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0
Cianeto livre	mg/L		<0,005	<0,005	<0,005	<0,02	0,006	<0,02
Cianeto WAD	mg/L		<0,0200	<0,0200	<0,0200	<0,0200	0,006	<0,0200
Cloreto	mg/L	Máx. 250	4,26	4,80	5,58	6,76	8,53	100
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	Ausente	<1	1	<1	<1	<1	<1
Condutividade elétrica	µS/cm		158,40	217,10	139,80	136,80	136,80	441,00
Cromo	mg/L	Máx. 0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005
Ferro	mg/L	Máx. 0,3	4,976	5,286	4,767	0,491	<0,010	<0,010
Fluoreto	mg/L	Máx. 1,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Magnésio total	mg/L		8,359	8,333	13,327	2,467	<0,250	<0,250
Manganês	mg/L	Máx. 0,1	0,058	0,056	0,589	0,115	<0,005	<0,005
Níquel	mg/L	Máx. 0,02	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrato como N	mg/L	Máx. 10	0,770	0,655	0,710	<0,136	0,340	2,27
pH			5,69	6,62	7,16	7,56	7,60	6,58
Potássio total	mg/L		2,695	3,183	11,161	4,652	0,361	<0,250
Potencial redox	mV		58,7	0,01	0,04	3,66	0,15	0,68
Sílica dissolvida	mg/L		32,7	38,8	1,59	4,49	6,14	45,9
Sódio dissolvido	mg/L		8,8	8,7	5,8	7,5	<0,5	2,6
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	Máx. 1000	29600	130	74	66	78	482
Sulfato	mg/L	Máx.250	<10,0	11,3	<10,0	<10,0	<10,0	11,5
Sulfeto	mg/L		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,10
Temperatura da amostra	°C		24,9	26,1	25,2	24,0	23,8	21,9
Zinco	mg/L	Máx.5	0,018	0,213	0,091	0,098	<0,001	<0,001

¹ Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o uso preponderante da água para consumo humano.

Legenda:

Desvio em relação ao VMP

Figura 5.114: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

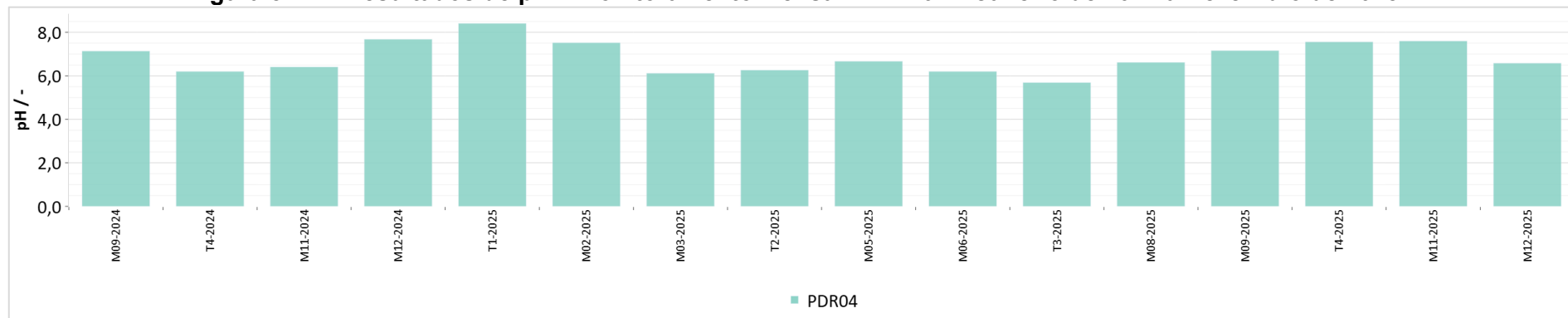


Figura 5.115: Resultados de Alcalinidade total – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

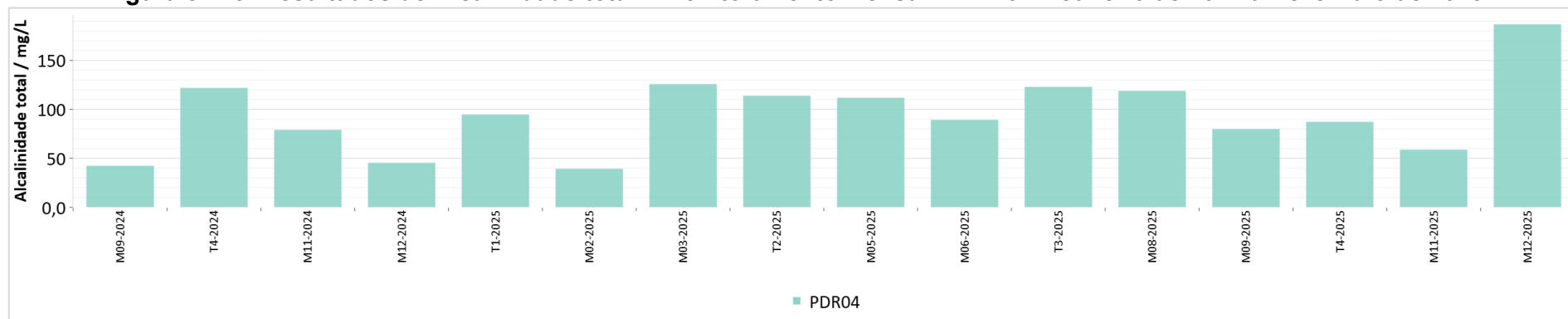


Figura 5.116: Resultados de Potencial redox – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

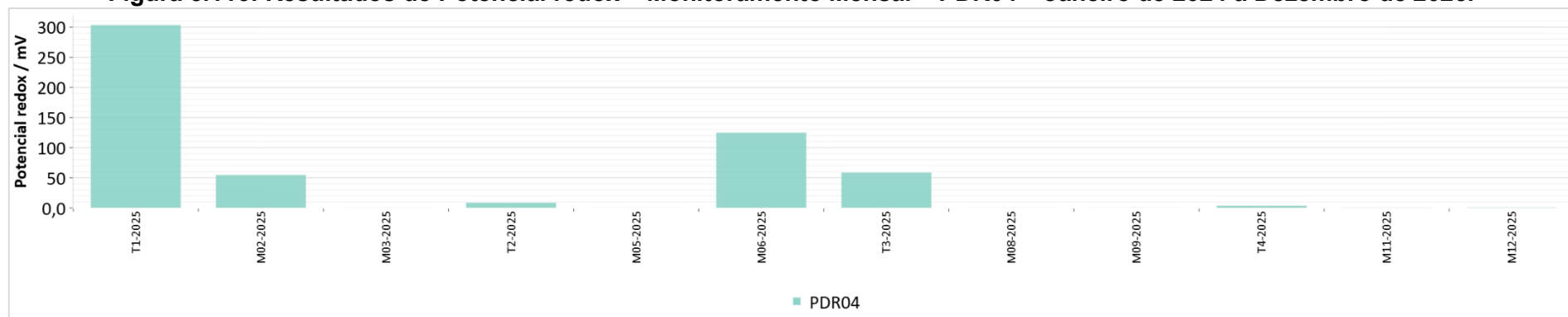


Figura 5.117: Resultados de Condutividade elétrica – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

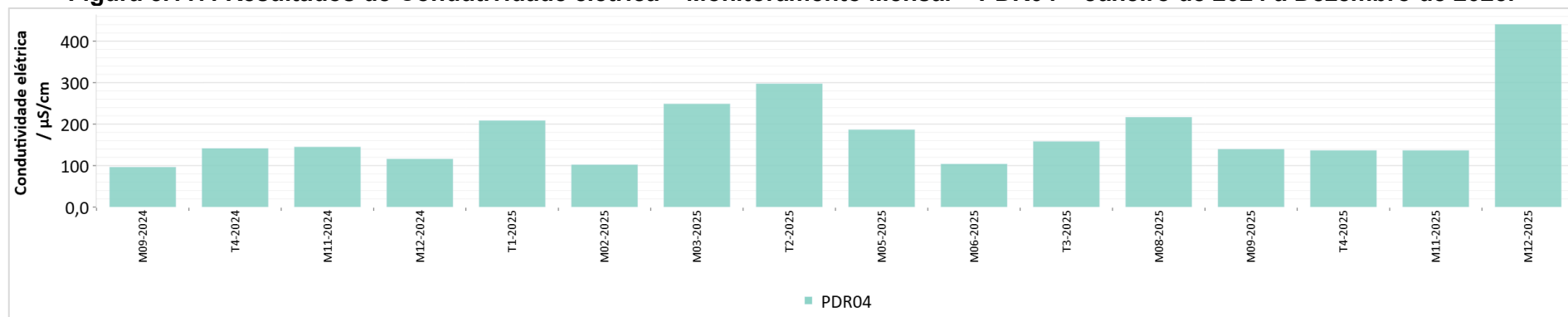


Figura 5.118: Resultados de Sólidos dissolvidos totais – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

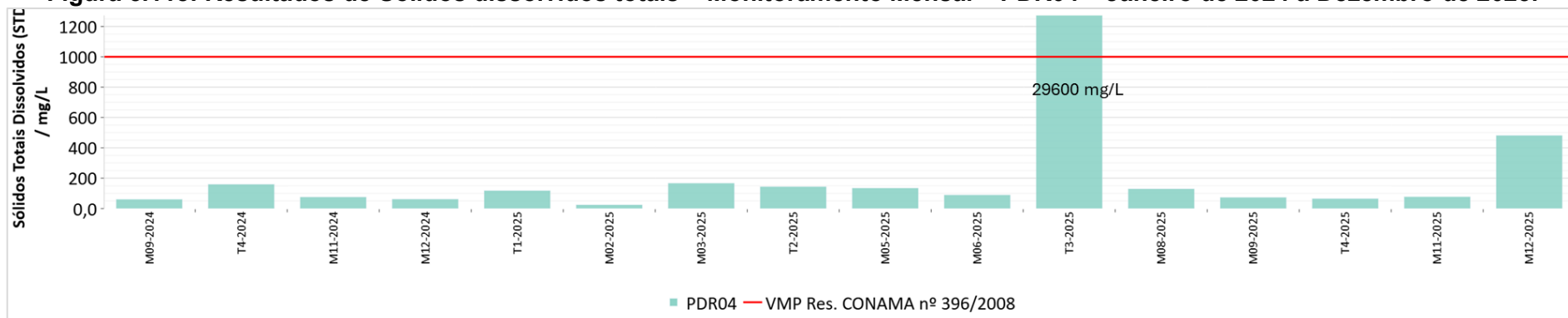


Figura 5.119: Resultados de Alumínio – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

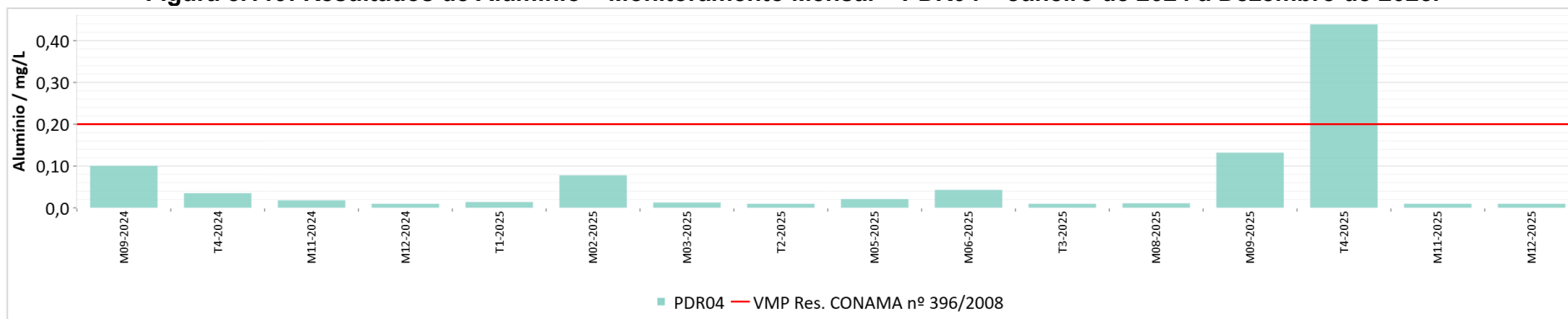


Figura 5.120: Resultados de Chumbo – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

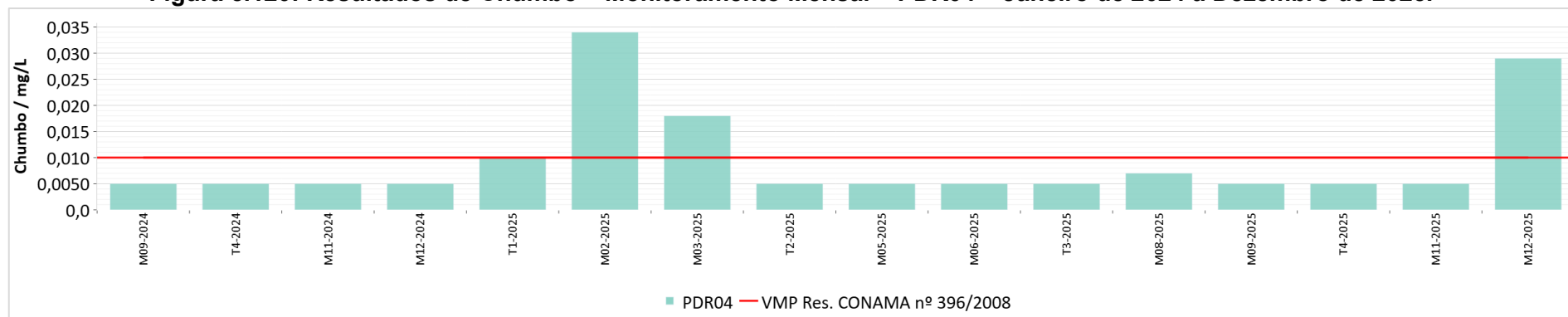


Figura 5.121: Resultados de Ferro – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

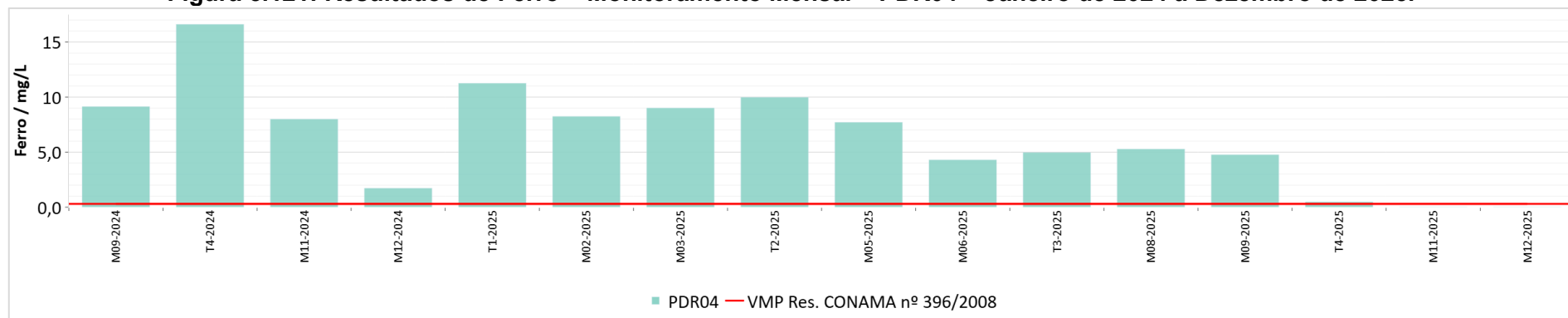


Figura 5.122: Resultados de Manganês – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

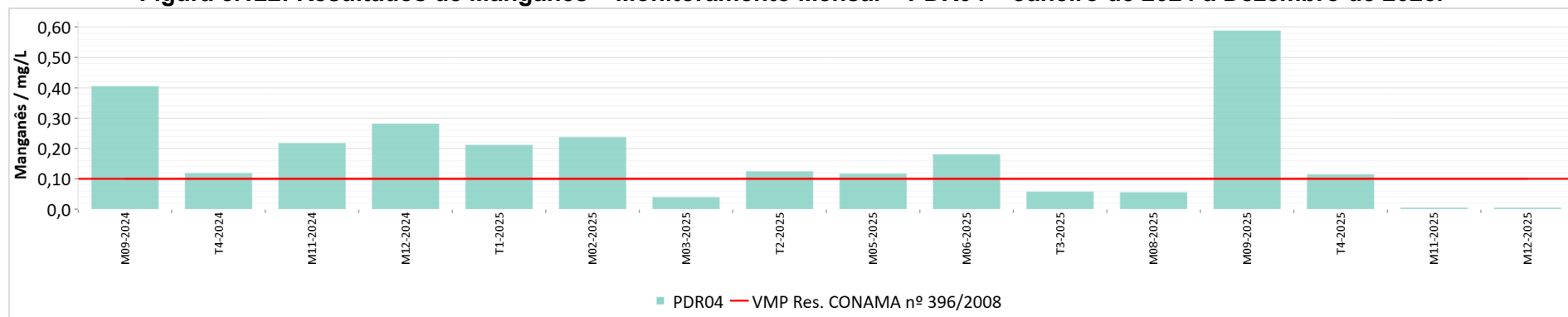
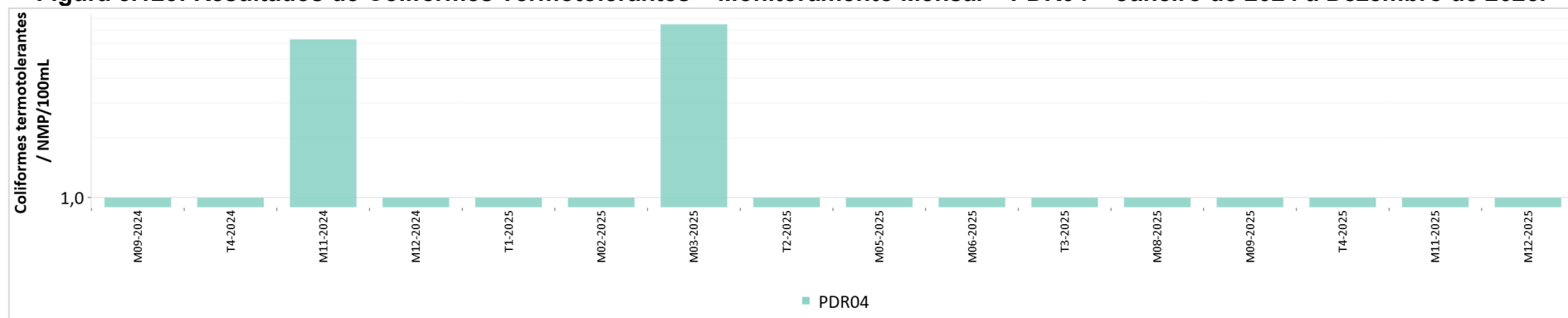


Figura 5.123: Resultados de Coliformes Termotolerantes – Monitoramento Mensal – PDR04 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.



5.2.2.7 Monitoramento Mensal PDR05

Conforme Ofício nº 06/2024, aprovado através do Parecer Técnico emitido pela FEAM/MG em abril de 2024, foi proposto o acréscimo do ponto PDR05 na rede de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas como condição para operação do Sistema de Desaguamento e Empilhamento de Rejeito Seco.

Na Tabela 5.16 são apresentados os dados de qualidade das águas subterrâneas coletadas no ponto PDR05, referentes às amostragens realizadas no segundo semestre de 2025. Ademais, os resultados consolidados dessas campanhas, de agosto de 2024 a dezembro de 2025, encontram-se na planilha inserida no Anexo D.

Entre a Figura 5.124 e a Figura 5.132 estão apresentados os gráficos de evolução temporal dos parâmetros que exibiram desvios ou resultados relevantes em relação ao LQ no segundo semestre de 2025. Destaca-se que o poço PDR05 estava seco na campanha realizada em dezembro de 2025.

Os resultados obtidos indicaram boa aderência aos VMPs. No segundo semestre de 2025 foram verificadas concentrações superiores ao VMP para Chumbo, Coliformes termotolerantes, Ferro, Manganês e Sólidos totais dissolvidos.

Os valores de pH (Figura 5.124) indicaram condições levemente ácidas a levemente básicas para as águas do poço PDR05 no segundo semestre de 2025, uma vez que oscilaram entre 6,61 (setembro) e 7,86 (novembro).

As concentrações reportadas para Alcalinidade total (Figura 5.125) variaram entre 62,1 mg/L (novembro) e 110 mg/L (julho), indicando águas com boa capacidade de resistir às mudanças de pH. Além disso, os teores de Alcalinidade de bicarbonato foram idênticos

aos de Alcalinidade total, indicando predominância dos bicarbonatos na alcalinidade das águas do poço PDR05.

Os registros de Potencial redox (Figura 5.126) apontaram águas subterrâneas com características redutoras para o segundo semestre de 2025, visto que variaram de +0,02 mV (setembro) a +59,1 mV (julho).

No segundo semestre de 2025, os registros de Condutividade elétrica (Figura 5.127) e Sólidos totais dissolvidos (Figura 5.128), que indicam o conteúdo de sólidos dissolvidos nas águas, estiveram consistentes entre si. Exceção foi verificada somente em julho de 2025, que exibiu teor de SDT (29600 mg/L) notadamente superior ao de CE (131,40 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Portanto, o registro observado em julho de 2025 para STD não atendeu ao VMP de 1000 mg/L e está possivelmente relacionado a erro de transcrição da unidade para o certificado.

Os metais Ferro (Figura 5.129) e Manganês (Figura 5.130) apresentaram superações aos VMPs em todas as campanhas realizadas no segundo semestre de 2025, com exceção da campanha de novembro de 2025, que reportou medidas inferiores ao LQ para ambas as variáveis. Destaca-se que estes metais estão presentes na litologia local, o que justifica suas altas concentrações nas águas subterrâneas (item 1.2.1). Além disso, desvio ao VMP ocorreu pontualmente para Chumbo (Figura 5.131), no mês de julho de 2025 (0,012 mg/L).

Ainda, foi identificada a presença de Coliformes termotolerantes (Figura 5.132) nas águas do poço PDR05 em outubro de 2025, que registrou 8,5 NMP/100mL. Segundo a Resolução CONAMA n° 396/2008, essas bactérias devem estar ausentes em 100mL de amostra, portanto, resultados superiores ao LQ são considerados desvios.

Tabela 5.16: Resultados do Monitoramento Mensal - PDR05 – 2º Semestre de 2025 - Águas Subterrâneas.

Parâmetro	Unidade	VMP¹	PDR05					
			22/07/25	12/08/25	09/09/25	23/10/25	07/11/25	16/12/2025
Alcalinidade de bicarbonato	mg/L		110	91,2	77,1	77,5	62,1	Seco
Alcalinidade total	mg/L		110	91,2	77,1	77,5	62,1	
Alumínio	mg/L	Máx. 0,2	<0,010	0,015	0,028	0,104	<0,010	
Arsênio	mg/L	Máx. 0,01	0,00300	<0,00200	<0,00200	0,00200	<0,00200	
Cádmio	mg/L	Máx. 0,005	<0,0005	<0,0005	0,0008	<0,0005	<0,0005	
Cálcio total	mg/L		14,777	11,145	9,239	8,965	<0,250	
Chumbo	mg/L	Máx. 0,01	0,012	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
Cianeto	µg/L	Máx. 70	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	
Cianeto livre	mg/L		0,013	<0,005	<0,005	<0,0200	<0,0200	
Cianeto WAD	mg/L		0,0130	<0,0200	<0,0200	<0,0200	<0,0200	
Cloreto	mg/L	Máx. 250	2,34	3,54	3,00	3,70	7,11	
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	Ausente	<1	<1	<1	8,5	<1	
Condutividade elétrica	µS/cm		131,40	184,00	154,50	132,30	139,40	
Cromo	mg/L	Máx. 0,5	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	<0,005	
Ferro	mg/L	Máx. 0,3	6,853	4,903	4,706	9,395	<0,01	
Fluoreto	mg/L	Máx. 1,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	
Magnésio total	mg/L		5,169	3,946	3,612	3,031	<0,250	
Manganês	mg/L	Máx. 0,1	0,219	0,245	0,403	0,536	<0,005	
Níquel	mg/L	Máx. 0,02	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
Nitrato como N	mg/L	Máx. 10	0,638	1,16	1,09	0,260	0,910	
pH			7,12	7,04	6,61	7,26	7,86	
Potássio total	mg/L		2,433	3,285	2,681	3,358	0,323	
Potencial redox	mV		59,1	0,03	0,02	3,62	0,09	
Sílica dissolvida	mg/L		12,7	<1,00	<1,00	<1,00	2,12	
Sódio dissolvido	mg/L	Máx. 200	14	7,6	4,1	8,8	<0,50	
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	Máx. 1000	29600	68	140	312	68	
Sulfato	mg/L	Máx.250	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	
Sulfeto	mg/L		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
Temperatura da amostra	°C		24,5	24,6	25,8	23,1	25,1	
Zinco	mg/L	Máx.5	0,197	0,045	0,049	0,465	<0,001	

¹ Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o uso preponderante da água para consumo humano.

Legenda

Desvio em relação ao VMP

Figura 5.124: Resultados de pH – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.



Figura 5.125: Resultados de Alcalinidade Total – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

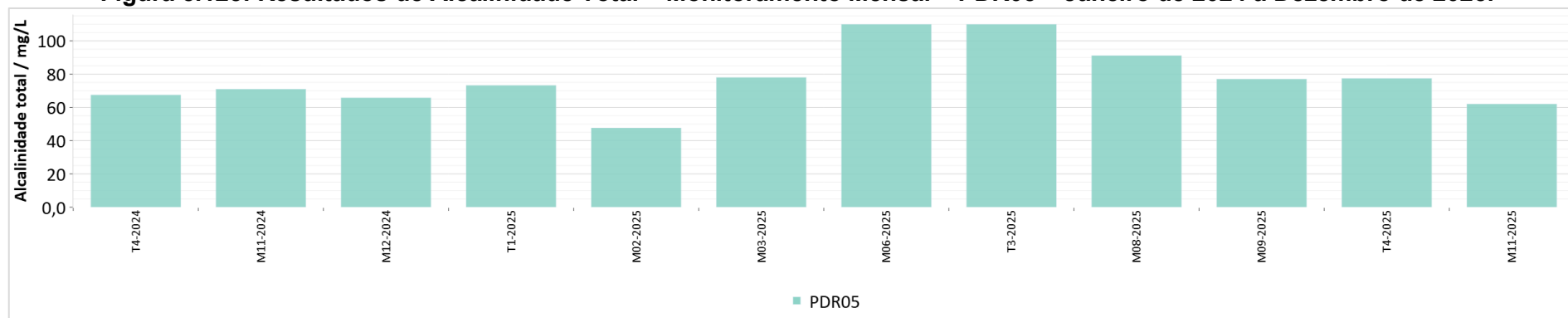


Figura 5.126: Resultados de Potencial Redox – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

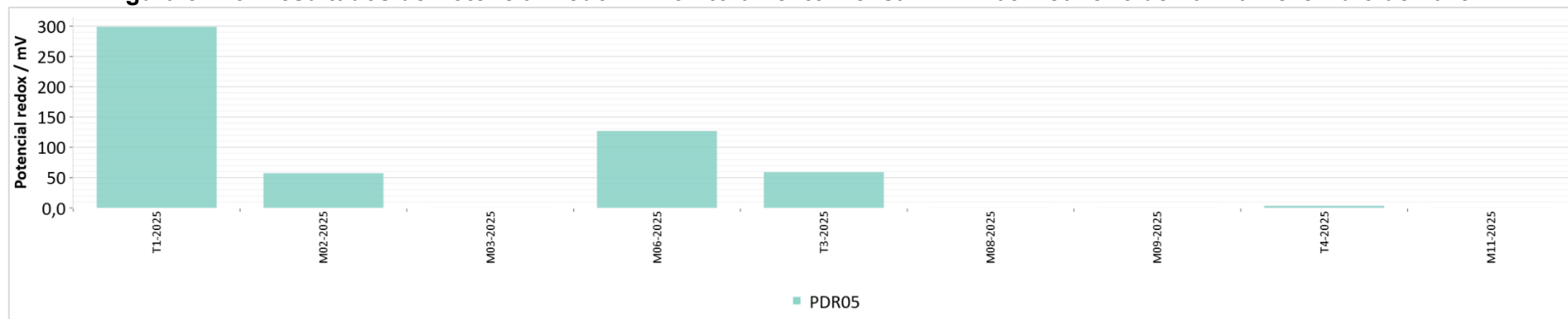


Figura 5.127: Resultados de Condutividade Elétrica – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

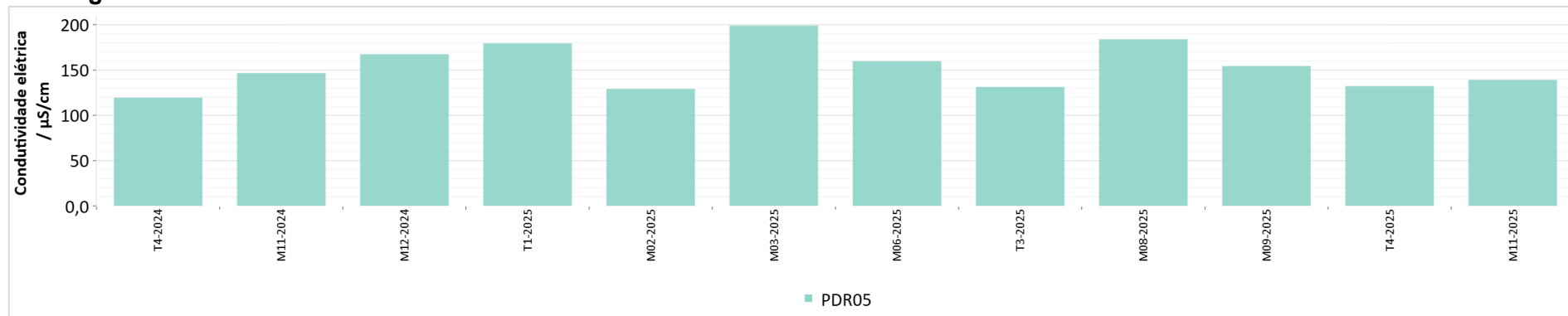


Figura 5.128: Resultados de Sólidos Totais Dissolvidos – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

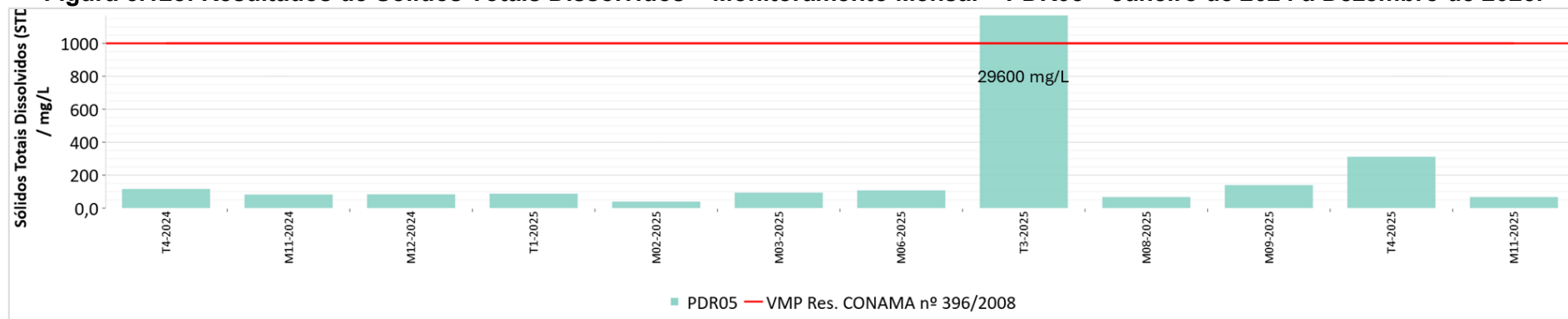


Figura 5.129: Resultados de Ferro – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

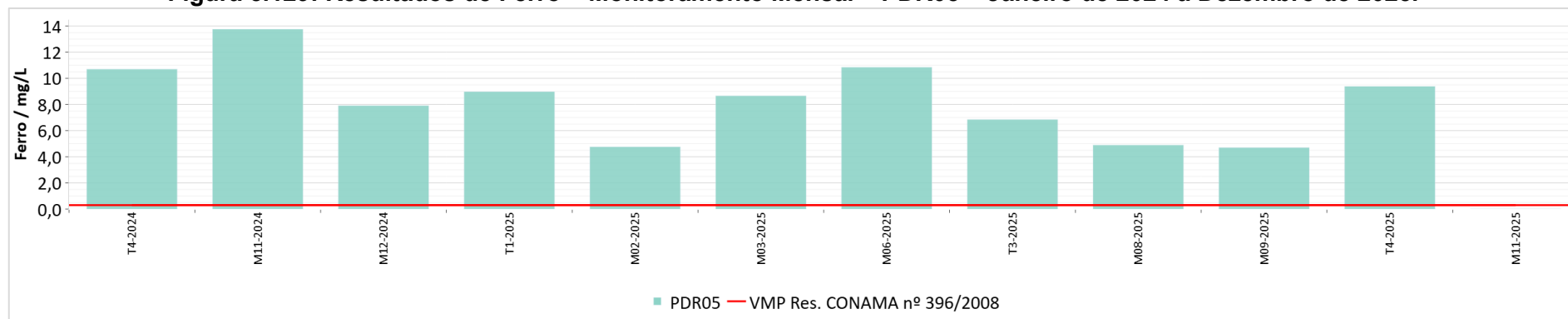


Figura 5.130: Resultados de Manganês – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

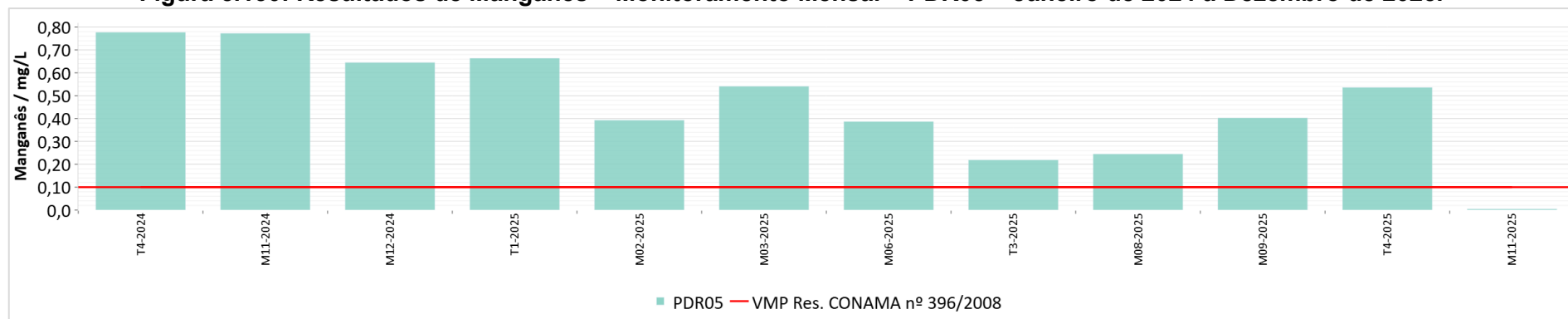


Figura 5.131: Resultados de Chumbo – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

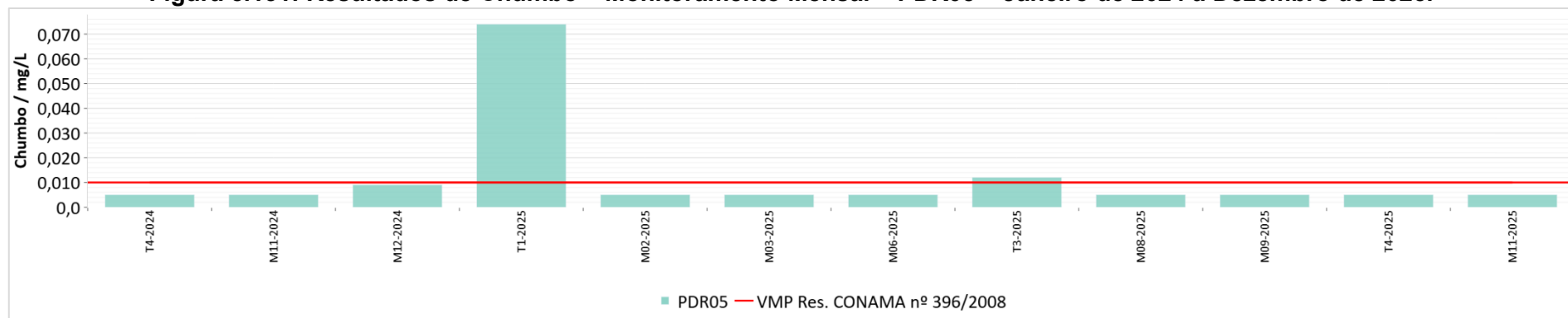
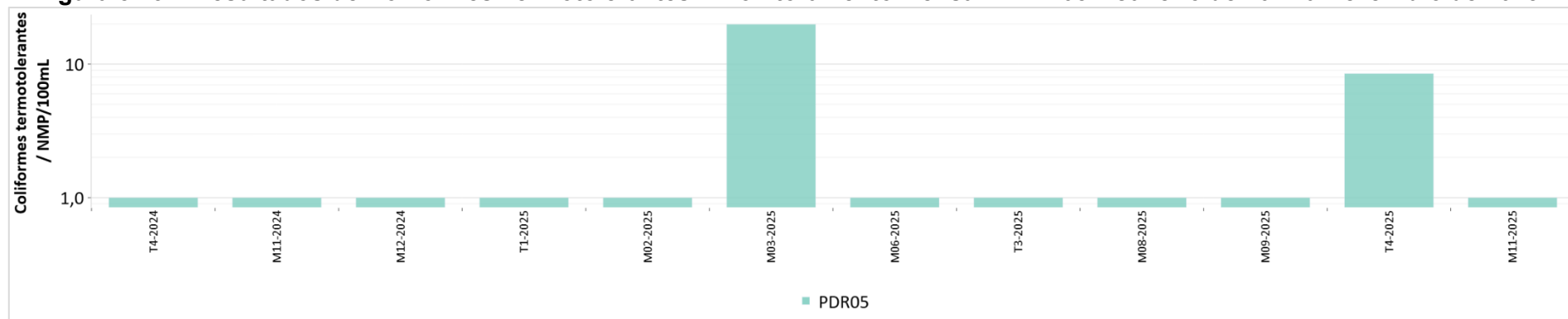


Figura 5.132: Resultados de Coliformes Termotolerantes – Monitoramento Mensal – PDR05 – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.



5.3 EFLUENTES LÍQUIDOS

5.3.1 DETOX

O sistema de controle DETOX consiste no tratamento do efluente do processo hidrometalúrgico que, após oxidação do cianeto por meio do bissulfito de amônio – $(\text{NH}_4)\text{HSO}_3$, é direcionado para o reservatório da Barragem de Rejeitos. Essa barragem consiste em uma estrutura impermeabilizada com manta PEAD (1,5 mm), de maneira que não há contato com o solo, a fim de reduzir significativamente a possibilidade de contaminação do aquífero. Além disso, não há o vertimento para cursos de água, com retorno da água para reuso no processo produtivo, de acordo com informações do empreendimento.

Os resultados dos parâmetros monitorados estão apresentados na Tabela 5.17, sendo que os valores em vermelho ultrapassaram o padrão máximo para lançamento de efluentes em corpos receptores segundo a DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022. No segundo semestre de 2025, foram registrados desvios para os parâmetros Cianeto livre, Cianeto total e pH.

Tabela 5.17: Resultados – Efluente DETOX – 2º Semestre de 2025.

Parâmetro	Unidade	Padrão de Lançamento ¹	16/07/2025	28/10/2025
Cianeto livre	mg/L	Máx. 0,20 mg/L	0,718	2,37
Cianeto total	mg/L	Máx. 1,0 mg/L	3,60	5,48
Cianeto WAD	mg/L	-	2,88	3,11
pH	-	Mín. 5 Máx. 9	9,13	8,39
Temperatura amostra	°C	Máx: 40	26,8	28,7

¹ DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 - Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes em Corpos Receptores.

Legenda

Desvio em relação ao Padrão de Qualidade.

O parâmetro Cianeto total (Figura 5.133) exibiu não conformidades ao seu padrão de lançamento (1 mg/L) nas duas campanhas realizadas no segundo semestre de 2025, com resultados de 3,60 mg/L em julho e 5,48 em outubro.

Para uma de suas frações, Cianeto livre (Figura 5.134), foram registrados desvios em ambas as campanhas realizadas no segundo semestre de 2025, com registro máximo de 2,37 mg/L (outubro). Ressalta-se que ocorre significativa redução da concentração de Cianeto no início do processo hidrometalúrgico (300 a 500 mg/L). Após a destinação à Barragem de Rejeitos, a reatividade do cianeto favorece vários mecanismos para sua degradação e atenuação, como complexação, precipitação, adsorção, oxidação a cianato e formação de tiocianato (menos tóxicos), volatilização sob a forma de cianeto de hidrogênio, biodegradação, hidrólise a ácido fórmico ou formato de amônio.

Dessa maneira, a concentração de Cianeto WAD encontrada na Barragem de Rejeitos atende ao recomendado pelo *International Cyanide Management Institute* (IMCI) para ambientes abertos que sejam atrativos a pássaros, animais selvagens e gado, cuja concentração indicada de Cianeto WAD é inferior a 50 mg/L.

No segundo semestre de 2025, para o parâmetro pH (Figura 5.135), foi observado valor superior ao padrão máximo somente em julho (9,13). Em outubro de 2025, o registro atendeu a faixa de 5 a 9 estabelecida pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022.

Embora os resultados não tenham atendido aos padrões de lançamento, é importante mencionar que estas águas retornam para o processo, e não são lançadas no meio ambiente, de acordo com informações fornecidas pelo empreendimento.

Figura 5.133: Resultados de Cianeto Total – DETOX – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

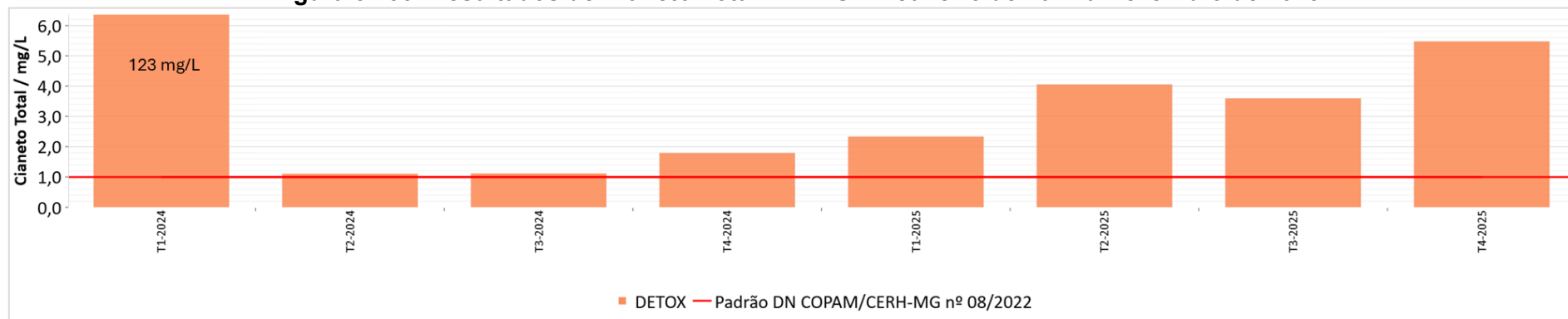


Figura 5.134: Resultados de Cianeto Livre – DETOX – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

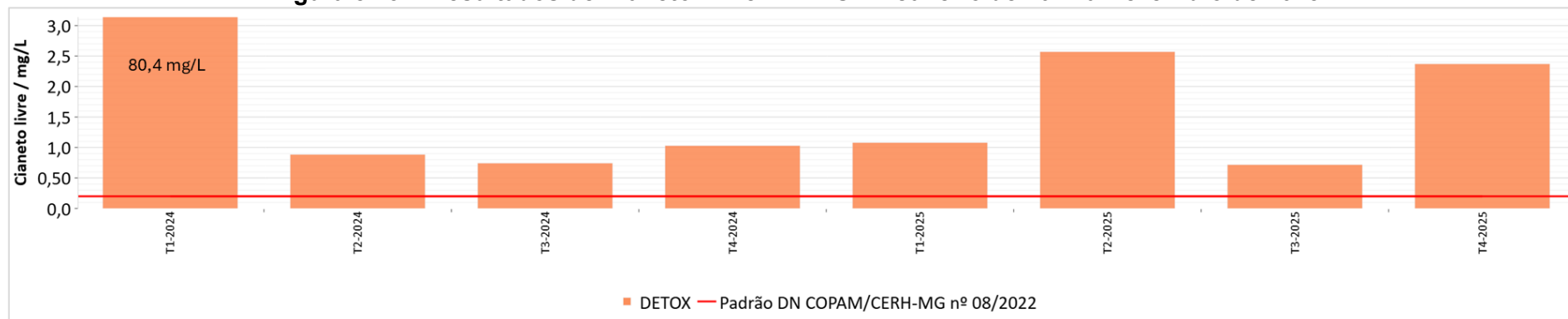
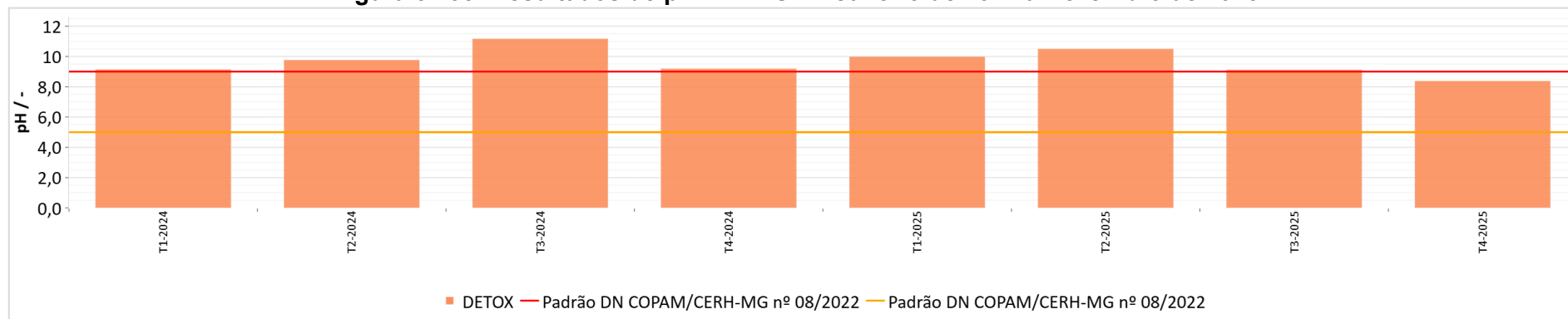


Figura 5.135: Resultados de pH – DETOX – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.



5.3.2 Estação de Tratamento de Esgoto – ETE

Os efluentes sanitários gerados pelo empreendimento são tratados em um sistema conjugado, que envolve uma etapa anaeróbia (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente) e outra aerada (Tanque de Aeração). Logo após, os efluentes gerados são encaminhados para a Barragem de Rejeitos, estrutura impermeabilizada, não ocorrendo lançamento para o meio ambiente.

Os resultados registrados para a entrada e a saída da Estação de Tratamento de Esgoto, no segundo semestre de 2025, são apresentados na Tabela 5.18, sendo que os valores em vermelho ultrapassaram o padrão máximo para lançamento de efluentes em corpos receptores segundo a DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022.

No segundo semestre de 2025 foram verificados desvios, em relação aos padrões estabelecidos pela DN Conjunta Copam/CERH-MG nº 08/2022, para os parâmetros DBO, DQO e Sólidos em suspensão totais. Todavia, ressalta-se que esses efluentes tratados não são lançados em corpos receptores, mas sim na Barragem de Rejeitos, cuja água retorna para reuso no processo produtivo.

Tabela 5.18: Resultados – Entrada e Saída da ETE – 2º Semestre de 2025.

Parâmetro	Unidade	VMP ¹	Entrada ETE		Saída ETE	
			16/07/2025	28/10/2025	16/07/2025	29/10/2025
Coliformes totais	NMP/100mL	-	27800000	141360000	10112000	6488000
DBO	mg/L	Máx. 60 ⁽²⁾	26,1	1170	80,2	303
DQO	mg/L	Máx. 180 ⁽³⁾	3903	1428	1289	470
pH	-	Mín. 5 Máx. 9	5,13	6,76	5,88	6,54
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	-	1361	<10	341	448
Sólidos em suspensão totais	mg/L	Máx. 100	523	6760	125	126
Substâncias tensoativas	mg/L	-	0,357	0,106	0,197	0,125
Temperatura da amostra	°C	Máx. 40	23,1	29,2	23,1	23,9

¹DN COPAM/CERH-MG nº 08/2022

²Valor pode ser ultrapassado caso a eficiência de remoção seja maior ou igual a 60% e média anual maior ou igual a 70%

³Valor pode ser ultrapassado caso a eficiência de remoção seja maior ou igual a 55% e média anual maior ou igual a 65%

Legenda

Desvio em relação ao Padrão DN COPAM/CERH-MG nº 08/2022

Em relação ao pH (Figura 5.136), os resultados indicaram características ácidas a levemente ácidas para o efluente tratado, com medidas de 5,88 (julho) e 6,54 (outubro), plenamente conformes quanto aos padrões de lançamento (5 a 9). As medidas de Temperatura da amostra (Figura 5.137) registradas na saída da ETE atenderam à legislação vigente (DN Conjunta Copam/CERH-MG nº 08/2022), com valores inferiores ao limite de 40° C.

Com relação às concentrações de Sólidos em suspensão totais (Figura 5.138), nas amostras coletadas na saída da ETE no segundo semestre de 2025, houve superação pouco significativa ao padrão de lançamento (100 mg/L), em ambas as campanhas realizadas. Contudo, observaram-se registros inferiores na saída do efluente em comparação à entrada, o que evidencia eficiência na remoção de sólidos na ETE.

Quanto às concentrações de Sólidos dissolvidos totais (Figura 5.139), observou-se redução em relação à entrada na campanha de julho de 2025, com decréscimo de 1361 mg/L para 341 mg/L. Em contrapartida, em comparação à entrada da campanha de

outubro de 2025, verificou-se aumento das concentrações, passando de valor inferior ao LQ (10 mg/L) para 448 mg/L.

Para o parâmetro DBO (Figura 5.140), ambas as campanhas não atenderam aos padrões de lançamento, com valores registrados na saída da ETE de 80,2 mg/L em julho e de 303 mg/L, em outubro. O primeiro teor esteve associado a eficiência negativa de remoção (-207,3%), enquanto o segundo registro, apesar de relacionado a eficiência de remoção satisfatória, de 74,1%, atendendo ao mínimo de 60%, a média anual da eficiência não foi atendida (-14,4%), cujo limite é de 70%.

De maneira similar, para DQO (Figura 5.141), ambas as concentrações ultrapassaram 180 mg/L e, apesar de ter sido atendido o percentual mínimo de eficiência de 55% nas duas campanhas, a média anual da eficiência não foi atendida (58,9%), cujo limite é de 65%.

Apesar de não possuir limite legal, foram observados registros consideráveis de Coliformes totais (Figura 5.142) na saída do tratamento, uma vez que a ETE não possui sistema de desinfecção. Para Substâncias tensoativas (Figura 5.143), os resultados foram relativamente reduzidos, em se tratando de efluentes sanitários, uma vez que os esgotos sanitários possuem de 3 a 6 mg/L de detergentes. Entretanto, deve ser considerado que os efluentes são encaminhados para a Barragem de Rejeitos, e não são lançados no meio ambiente, segundo informações do empreendimento.

Figura 5.136: Resultados de pH – Monitoramento Trimestral – Efluentes Líquidos – ETE – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

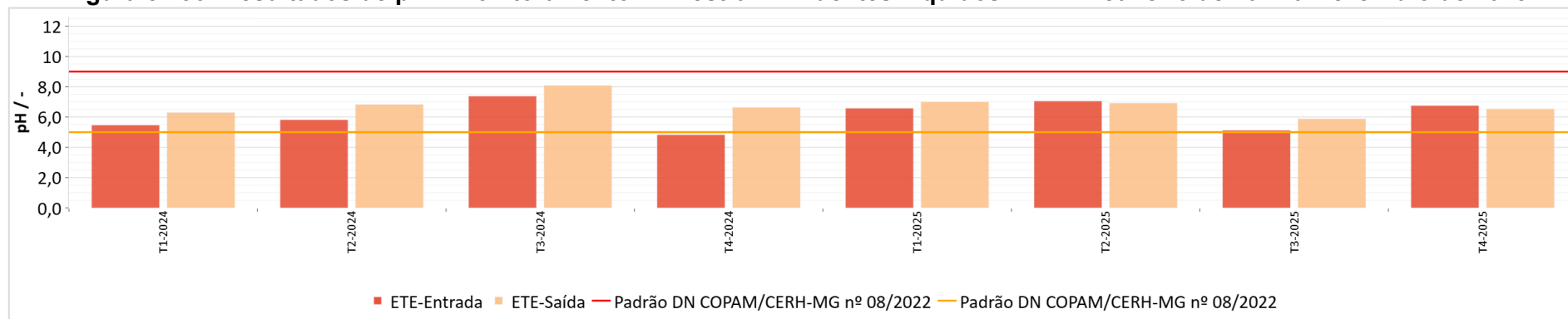


Figura 5.137: Resultados de Temperatura da Amostra – Monitoramento Trimestral – Efluentes Líquidos – ETE – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

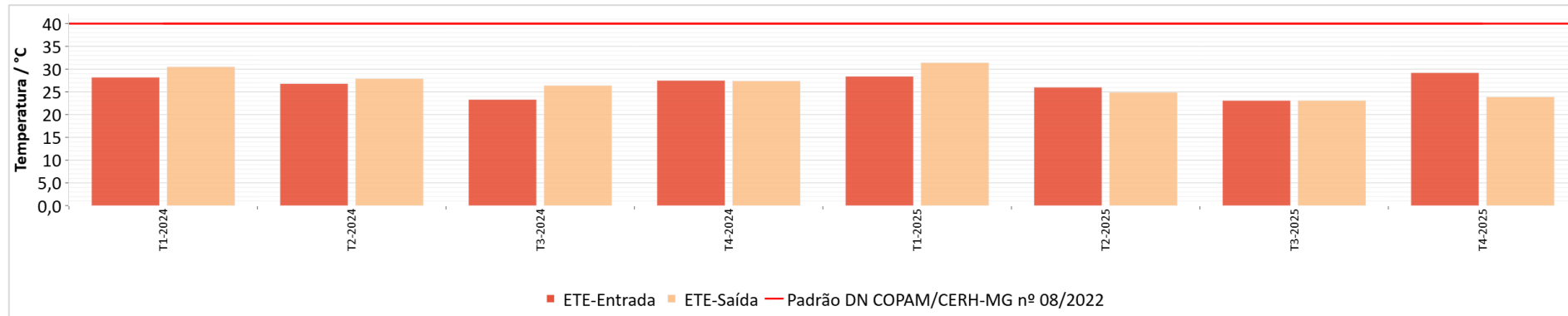


Figura 5.138: Resultados de Sólidos em Suspensão Totais – Monitoramento Trimestral – Efluentes Líquidos – ETE – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

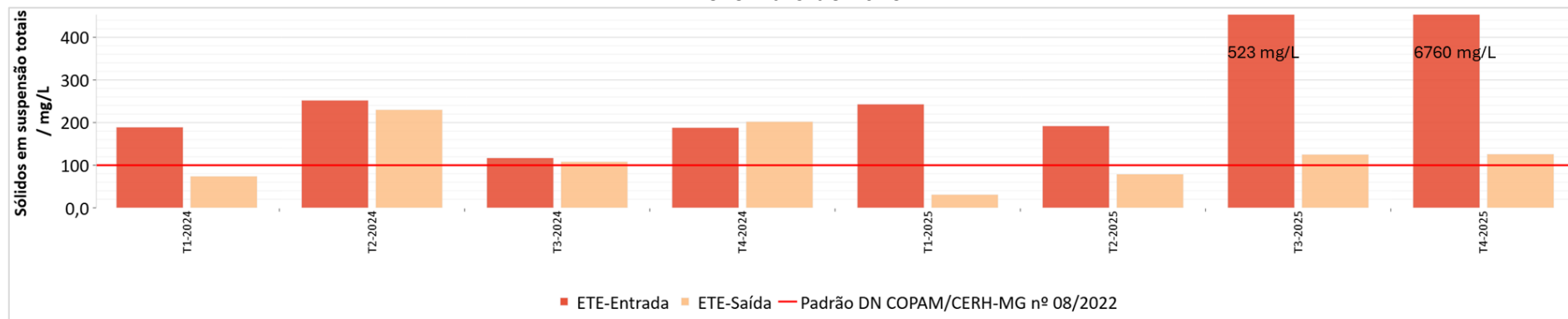


Figura 5.139: Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais – Monitoramento Trimestral – Efluentes Líquidos – ETE – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

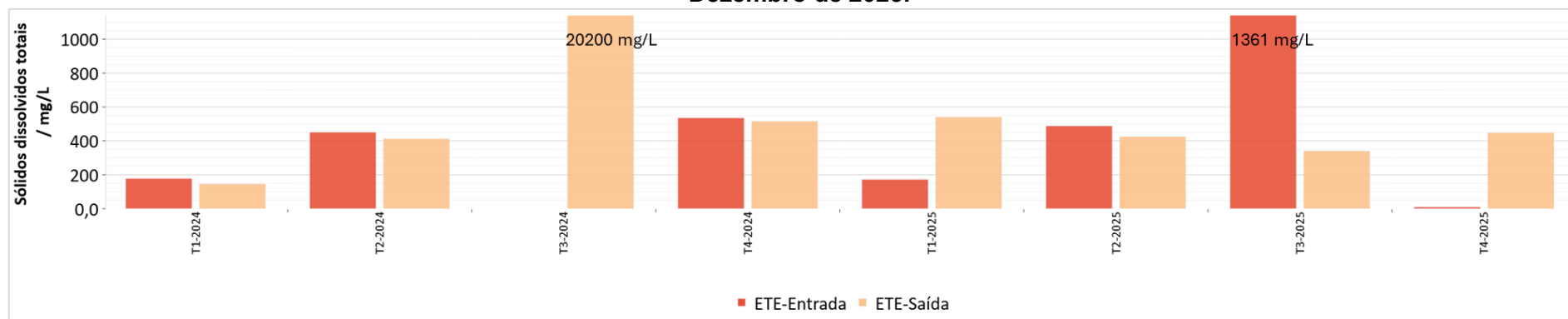


Figura 5.140: Resultados de DBO – Monitoramento Trimestral – Efluentes Líquidos – ETE – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

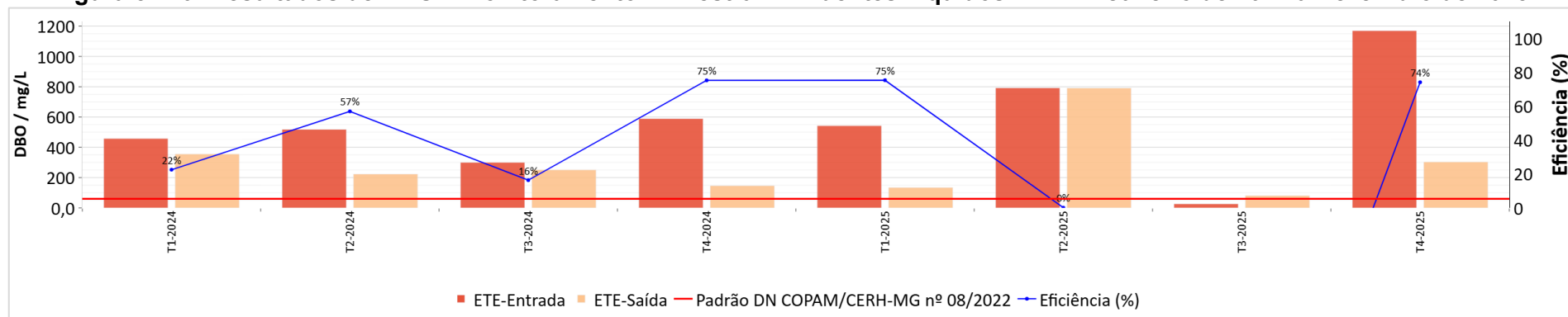


Figura 5.141: Resultados de DQO – Monitoramento Trimestral – Efluentes Líquidos – ETE – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

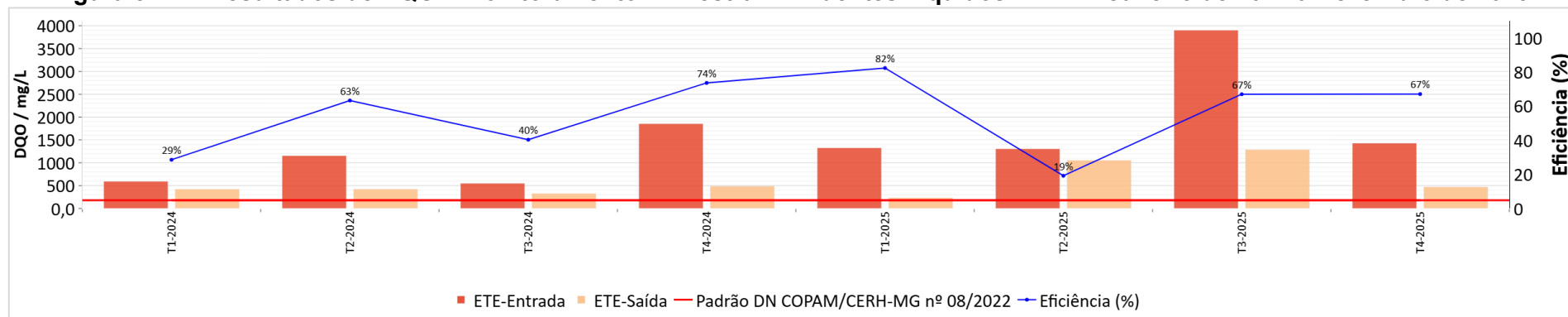


Figura 5.142: Resultados de Coliformes Totais – Monitoramento Trimestral – Efluentes Líquidos – ETE – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

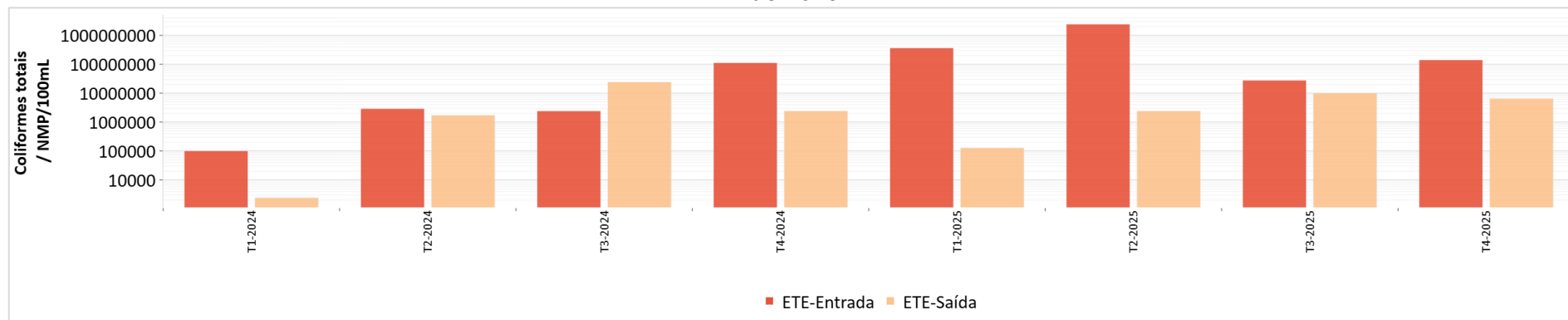
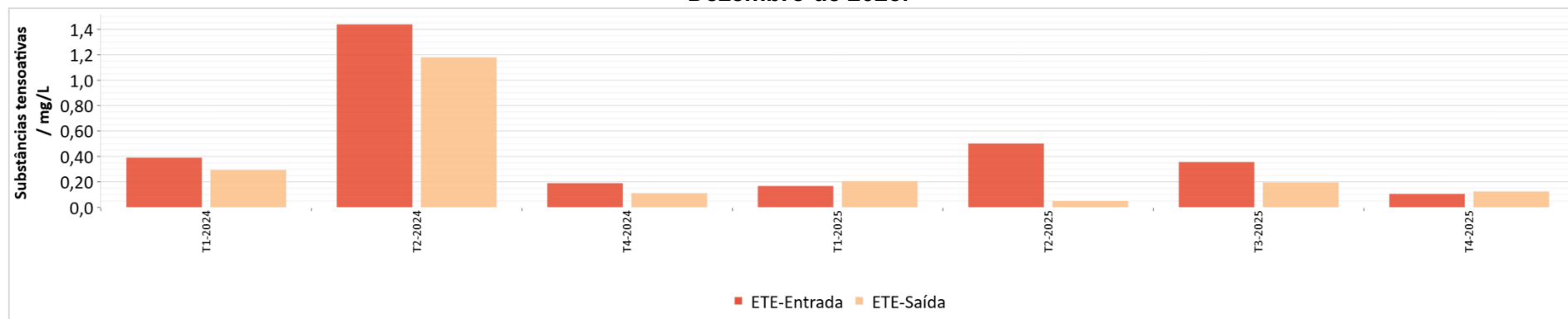


Figura 5.143: Resultados de Substâncias Tensioativas – Monitoramento Trimestral – Efluentes Líquidos – ETE – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.



5.3.3 Separadores de Água e Óleo (SAO)

No empreendimento, há quatro sistemas de tratamento de efluentes oleosos, compostos por separadores físico-mecânicos de água e óleo. No segundo semestre de 2025, apenas o SAO-1 e o SAO-4 apresentaram condições para amostragem. No SAO-4, as coletas ocorreram somente na entrada, uma vez que sua saída se encontrava seca em ambas as campanhas.

Cabe destacar que em relação ao SAO-2 e o SAO-5, não havia demanda de resíduo em ambas as campanhas realizadas, portanto, não foi possível realizar coletas nesses sistemas. Ressalta-se que foram tomadas medidas paliativas para armazenamento de resíduos através da utilização de três containers devidamente cobertos e identificados, sendo diferenciados por tipo de resíduo.

Os resultados obtidos no segundo semestre de 2025 para os SAOs estão inseridos na Tabela 5.19 e na Tabela 5.20, sendo que os desvios em relação aos padrões de lançamento foram assinalados de vermelho. Importante salientar que para o SAO-04 não é possível atestar conformidade ambiental, uma vez que sua saída não foi monitorada.

Foi verificado pleno atendimento aos padrões de lançamento estabelecidos pela DN Conjunta Copam/CERH-MG nº 08/2022 para os parâmetros analisados na saída do SAO-01.

Tabela 5.19: Resultados – Efluente SAO-01 – 2º Semestre de 2025.

Parâmetro	Unidade	Padrão de Lançamento ¹	16/07/2025		28/10/2025	
			Entrada	Saída	Entrada	Saída
Fenóis totais	mg/L	Máx: 0,5	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Óleos e graxas	mg/L	-	305	<100	5800	<10
pH	-	Mín. 5 Máx. 9	7,76	7,56	5,68	5,98
Sólidos em suspensão totais	mg/L	Máx: 100	181	35	940	64
Substâncias tensoativas	mg/L	-	0,228	0,161	0,0814	0,127
Temperatura amostra	°C	Máx: 40	18,8	19,3	20,9	21,0

¹ DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 - Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes em Corpos Receptores.

Legenda

Desvio em relação ao Padrão de Qualidade.

Tabela 5.20: Resultados – Efluente SAO-04 – 2º Semestre de 2025.

Parâmetro	Unidade	Padrão de Lançamento ¹	Entrada	
			16/07/2025	28/10/2025
Fenóis totais	mg/L	Máx: 0,5	<0,001	<0,001
Óleos e graxas	mg/L	-	<100	<10
pH	-	Mín. 5 Máx. 9	7,38	7,06
Sólidos em suspensão totais	mg/L	Máx: 100	58	11
Substâncias tensoativas	mg/L	-	0,228	0,210
Temperatura amostra	°C	Máx: 40	20,0	23,9

¹ DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022 - Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes em Corpos Receptores.

Legenda

Desvio em relação ao Padrão de Qualidade.

5.3.4 Percolado (PA-34 Caixa)

O ponto de monitoramento PA-34 Caixa, correspondente à caixa impermeabilizada de armazenamento do percolado da Barragem de Rejeitos, é caracterizado como efluente, conforme definido em resposta à SUPRAM – Auto de Fiscalização nº 139920.

Na Tabela 5.21 são apresentados os dados de qualidade dos efluentes coletados no ponto PA-34 Caixa, referentes às campanhas realizadas no segundo semestre de 2025, com os desvios em relação aos padrões de lançamento estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08, de 21 de novembro de 2022 assinalados de vermelho.

Entre a Figura 5.144 e a Figura 5.148 estão apresentados os gráficos de evolução temporal dos parâmetros que exibiram desvios ou resultados relevantes em relação ao LQ no segundo semestre de 2025.

Os resultados analíticos das amostras, coletadas no segundo semestre do ano de 2025, indicaram aderência legal para a maioria dos parâmetros avaliados que apresentam padrões de lançamento estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08, de 21 de novembro de 2022. Foram verificadas não conformidades para as variáveis Manganês dissolvido e Materiais sedimentáveis.

As medidas de pH (Figura 5.144) atenderam a faixa de lançamento estabelecida (5 a 9) pela deliberação vigente no segundo semestre de 2025, com registros que variaram entre 6,02 (outubro) e 7,87 (novembro), denotando características levemente ácidas a levemente básicas para o efluente. Além disso, os valores de Temperatura da amostra

(Figura 5.145) foram inferiores ao padrão máximo de lançamento, com moderada amplitude entre os resultados, que oscilaram entre 22,4 °C (dezembro) e 26,2 °C (setembro).

A variável Condutividade elétrica (Figura 5.146), que reflete a presença de íons dissolvidos no efluente, apresentou variação no segundo semestre de 2025 de 759,00 µS/cm (julho) a 1.106,00 µS/cm (novembro). Tais resultados estiveram consistentes com os observados em campanhas pretéritas.

O parâmetro Manganês dissolvido (Figura 5.147), cujo padrão de lançamento em corpos hídricos é limitado a 1,0 mg/L pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, foi quantificado em teores superiores ao padrão de lançamento em três campanhas realizadas no segundo semestre de 2025, nos meses de julho (2,1 mg/L), setembro (1,7 mg/L) e outubro (2,2 mg/L). Ressalta-se que este parâmetro apresenta superações recorrentes desde as coletas do ano de 2020 (Anexo D).

O parâmetro Materiais sedimentáveis (Figura 5.148), com padrão de lançamento de 1 mL/L, exibiu duas não conformidades no segundo semestre de 2025, nos meses de novembro (1,7 mL/L) e dezembro (6,0 mL/L). Desvios pontuais ocorreram para essa variável na série histórica do ponto PA-34 Caixa, em agosto de 2023 (53 mL/L) e maio de 2024 (2,0 mL/L). Pontua-se que de janeiro a maio de 2023 este parâmetro estava sendo reportado como “Presente” ou “Ausente”, não sendo possível avaliar a conformidade legal para estes casos. Além disso, na campanha de agosto de 2024 o mesmo ocorreu, embora o LQ do método de análise desse parâmetro seja quantitativo e igual a 0,3 mL/L.

Os demais parâmetros monitorados, incluindo os que possuem padrões de lançamento, exibiram predomínio de registros inferiores ao LQ ou pouco relevantes frente aos respectivos padrões de lançamento. São eles: Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto total, Cianeto WAD, Cromo hexavalente, Cromo trivalente, *Escherichia coli*, Ferro dissolvido, Níquel total, Sulfeto e Zinco total.

Cabe ressaltar que esse efluente não é lançado em corpo receptor, sendo bombeado para a Barragem de Rejeitos e, na sequência, utilizado no processo, como uma prática de reuso, de acordo com as informações fornecidas pelo empreendimento.

Tabela 5.21: Resultados para os Efluentes Líquidos - PA-34 Caixa – 2º Semestre de 2025.

Parâmetro	Unidade	Padrão de lançamento ¹	PA-34 Caixa					
			22/07/2025	13/08/2025	10/09/2025	23/10/2025	07/11/2025	16/12/2025
Arsênio total	mg/L	0,20	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100
Cádmio total	mg/L	0,10	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Chumbo total	mg/L	0,10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,024	0,019
Cianeto total	mg/L	1,00	<0,0200	<0,0200	<0,0200	<0,0200	<0,0200	<0,0200
Cianeto WAD	mg/L	-	<0,0200	<0,0200	<0,0200	<0,0200	<0,0200	<0,0200
Condutividade elétrica	µS/cm	-	759,00	1073,10	896,00	826,00	1106,00	1086,00
Cromo hexavalente	mg/L	0,10	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cromo trivalente	mg/L	1,0	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0138	<0,01
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	-	<1	<1	<1	<1	<1	8,6
Ferro dissolvido	mg/L	15	2,6	<0,01	0,067	0,033	<0,01	<0,01
Manganês dissolvido	mg/L	1,0	2,1	N.A.	1,7	2,2	<0,005	0,017
Materiais sedimentáveis	mL/L	1,0	<0,300	0,400	<0,300	<0,300	1,70	6,00
Níquel total	mg/L	1,0	<0,005	0,019	<0,005	<0,005	0,007	<0,005
pH	-	5-9	6,29	6,11	6,80	6,02	7,87	7,03
Sulfeto	mg/L	1,0	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Temperatura	°C	40	25,4	25,1	26,2	25,1	26,0	22,4
Zinco total	mg/L	5,00	0,018	<0,001	0,080	<0,001	<0,001	<0,001

¹DN COPAM/CERH-MG nº 08/2022

Legenda

Desvio em relação ao Padrão DN COPAM/CERH-MG nº 08/2022.

Figura 5.144: Resultados de pH – PA-34 Caixa – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

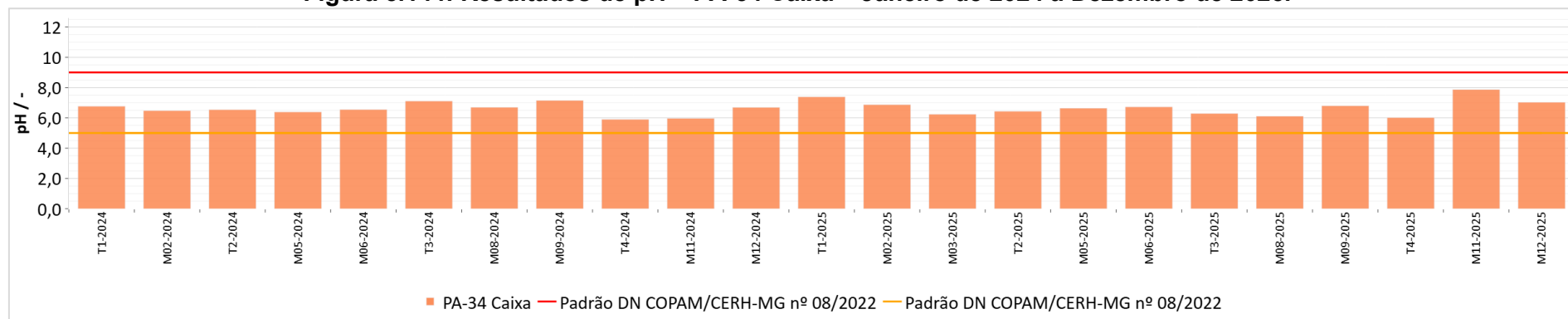


Figura 5.145: Resultados de Temperatura da Amostra – PA-34 Caixa – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

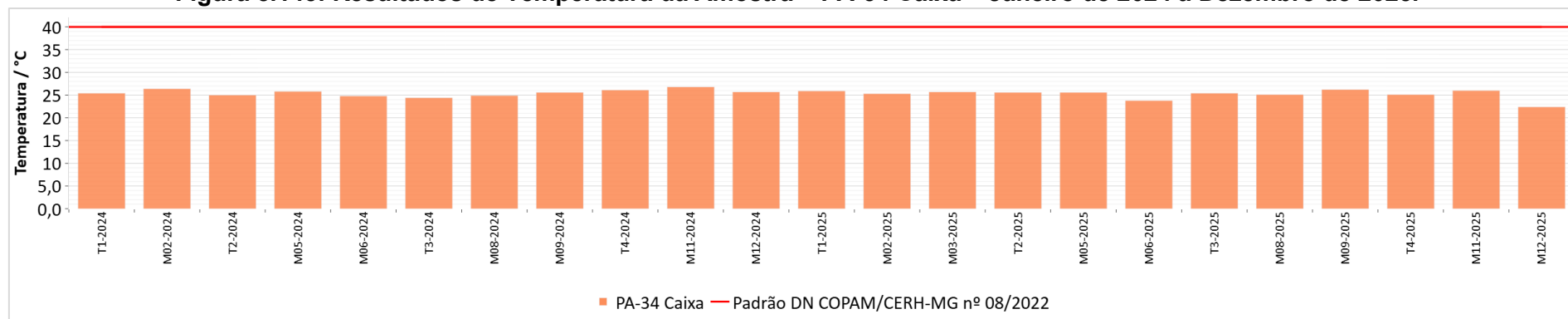


Figura 5.146: Resultados de Condutividade elétrica – PA-34 Caixa – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

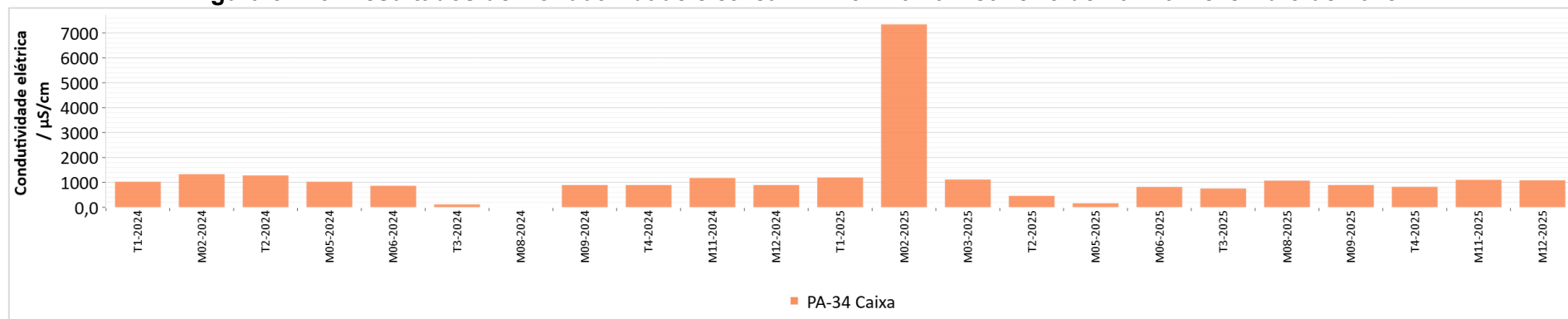


Figura 5.147: Resultados de Manganês dissolvido – PA-34 Caixa – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.

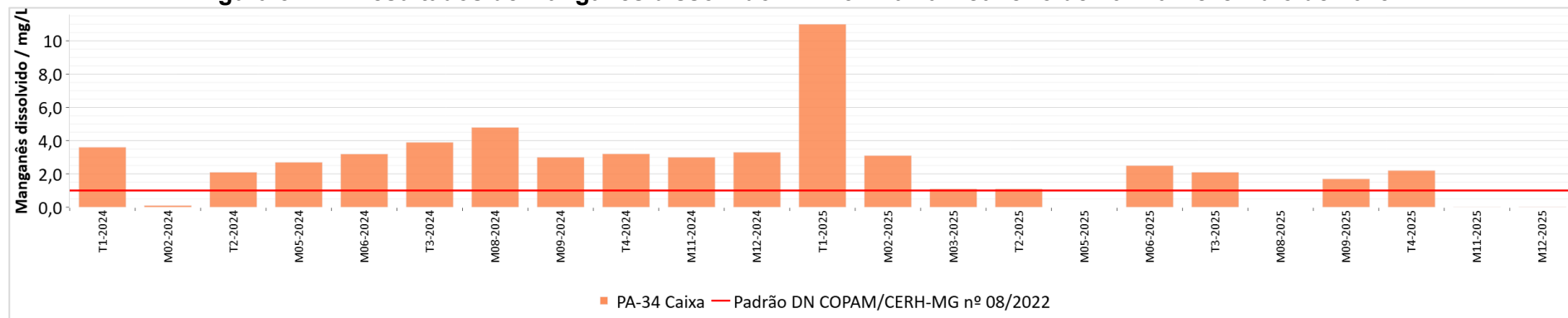
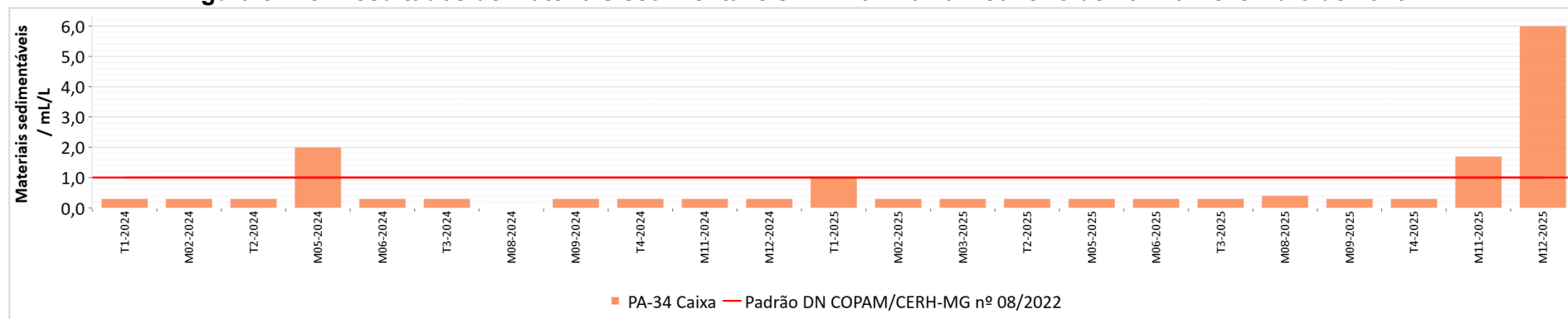


Figura 5.148: Resultados de Materiais sedimentáveis – PA-34 Caixa – Janeiro de 2024 a Dezembro de 2025.



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi realizada a avaliação crítica dos resultados registrados para as campanhas de monitoramento da qualidade das águas superficiais, subterrâneas e dos efluentes líquidos realizadas no segundo semestre de 2025 pela Mineração Riacho dos Machados.

Referente ao monitoramento trimestral das águas superficiais estagnadas, foram identificados desvios principalmente para os metais presentes nas formações geológicas e litológicas da região, como Alumínio dissolvido, Manganês total, Arsênio total e Níquel total. Também, não conformidades foram verificadas para Cianeto livre, Sólidos dissolvidos totais, Sulfato total, Oxigênio dissolvido e Sólidos em suspensão totais.

Concernente ao monitoramento mensal das águas superficiais dos pontos PA-31, PA-33, PDR01, PDR02 e PDR03, as não conformidades ocorreram para os elementos presentes na litologia local: Arsênio total, Chumbo total, Manganês total e Níquel total, bem como para os parâmetros Cianeto livre (PDR01 e PDR03), Oxigênio dissolvido (PA-31 e PDR03), Sólidos dissolvidos totais (PA-33) e Sólidos em suspensão totais (PA-33).

Quanto aos resultados observados para as amostras de águas subterrâneas coletadas nas campanhas trimestrais e mensais, houve prevalência de teores acima do VMP para os metais Ferro e Manganês nos poços de abastecimento e monitoramento. Com menor recorrência, foram verificadas ainda superações aos VMPs para Níquel, Sólidos totais dissolvidos, E. coli, Coliformes termotolerantes, Chumbo, Alumínio, Arsênio, Cianeto, Sulfato e Zinco nos poços de monitoramento. Já os poços de abastecimento, também exibiram desvios para Selênio (PA30-A), Sólidos totais dissolvidos (PA-18 e PA-25) e Antimônio (PA30-A).

Em setembro de 2025, foi realizada nova amostragem em duplicata por meio dos laboratórios Sintezis (CRL 1311) e ALS (CRL 0241), após um período sem coletas nesse poço (junho a agosto), com o objetivo de verificar a consistência e a reprodutibilidade interlaboratorial dos resultados analíticos. Foram observadas não conformidades apenas

para Ferro e Manganês, em ambos os laboratórios. O boletim analítico emitido pela ALS para a coleta realizada em setembro de 2025 encontra-se inserido no Anexo F.

Ademais, para a utilização das águas do poço PA30-A para abastecimento, indica-se a análise da água após o reservatório de armazenamento, no sentido de verificar se está havendo o decaimento natural das concentrações de Ferro e Manganês, e a consequente adequação da qualidade para consumo humano, uma vez que os resultados dos ensaios se referem à amostra bruta, sem tratamento. Caso persistam, após o reservatório, concentrações inadequadas para Ferro e Manganês, torna-se necessário o tratamento da água para adequação aos padrões de potabilidade. Indica-se ainda que a Secretaria de Saúde do município instrua os moradores a usar um produto adequado à desinfecção das águas.

No que se refere à avaliação dos resultados de qualidade dos efluentes tratados se faz necessária a ressalva de que não são lançados em corpos receptores, mas sim na Barragem de Rejeitos, cuja água retorna para reuso no processo produtivo. Esta estrutura é impermeabilizada com manta com PEAD (1,5mm), de maneira que não há o contato com o solo, o que reduz significativamente a possibilidade de contaminação do aquífero.

Sobre os SAOs, houve produção de efluentes nos sistemas SAO-01 e SAO-04 em ambas as campanhas realizadas no segundo semestre de 2025, contudo, não havia vazão de saída nas duas campanhas realizadas no SAO-04.

Ainda concernente aos efluentes líquidos, para a Estação de Tratamento do Esgoto Sanitário, os resultados verificados para DBO e DQO na saída do sistema foram insatisfatórios nas campanhas de julho e outubro de 2025, com concentrações superiores às máximas estabelecidas pela legislação e o não atendimento das eficiências mínimas de remoção. Além disso, foram observadas superações ao padrão de lançamento de Sólidos em suspensão totais nas duas campanhas realizadas.

No sistema de controle DETOX, foram observadas concentrações superiores aos padrões de lançamento para Cianeto livre e Cianeto total, em ambas as campanhas

realizadas, e para pH na campanha de julho de 2025. Entretanto, cabe pontuar que os efluentes líquidos são destinados à Barragem de Rejeitos, cuja estrutura é impermeabilizada e não há o vertimento para o curso de água, sendo a água acumulada reutilizada na planta de beneficiamento, conforme informado pelo empreendimento.

Por fim, para o ponto de monitoramento PA-34 Caixa, percolado da Barragem de Rejeitos, desvios foram observados para Manganês dissolvido na maioria das campanhas realizadas no segundo semestre de 2025, como observado em resultados pretéritos desse ponto. Além disso, ocorreram duas não conformidades para Materiais sedimentáveis nas campanhas de novembro e dezembro de 2025.

7 BIBLIOGRAFIA

ABES. Avaliação da Qualidade das Águas Subterrâneas do Aquífero Bambuí no Norte de Minas Gerais. Belo Horizonte: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 2013. 11p.

ANA. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande. Brasília: Agência Nacional de Águas (ANA), 2016. 138p.

APHA, AWWA, WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 24 ed. Washington, D.C., USA, 2023.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

CETESB, 2022. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Ficha de Informação Toxicológica - Diclorometano. São Paulo, 2022.

CETESB, 2023. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo. Apêndice C. 66p.

CHAPMAN, D; KIMSTACK, V. The selection of water quality variables In: CHAPMAN, D. Water Quality Assessment. London: Chapman & Hall Ltd., 1992. p.51-117.

CHAPMAN, Deborah V. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. CRC Press, 2021.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Atlas Geoquímicos da Bacia do Rio São Francisco – Minas Gerais. Belo Horizonte, 2018.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Projeto Águas do Norte de Minas – PANM: Estudo da Disponibilidade Hídrica Subterrânea do Norte de Minas. Relatório de Integração. Belo Horizonte, 2019.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Projeto Cadastro de Abastecimento por Águas Subterrâneas, Estados de Minas Gerais e Bahia: diagnóstico do município de Riacho dos Machados, MG. Belo Horizonte, 2004.

CUCO, L.F.O. 2019. Análise crítica de projetos de reatores UASB e concepção de sistema pré-fabricado de distribuição de esgoto para reatores de escala plena. Trabalho Final de Curso. Universidade Federal de Juiz de Fora. 58p.

CUNEY, Michel. Felsic magmatism and uranium deposits. Bulletin de la Société Géologique de France, v. 185, n. 2, p. 75-92, 2014.

DUGAN, Hilary A. **Salinity and ionic composition of inland waters**. In: JONES, Ian D.; SMOL, John P. (eds.). Wetzel's Limnology. 4. ed. Cambridge: Academic Press, 2024. p. 275–299. ISBN 978-0-12-822701-5. DOI: 10.1016/B978-0-12-822701-5.00012-4.

ESTEVEES, F.A.; FURTADO, A. L.S. 2011. Oxigênio dissolvido. In: ESTEVES, F.A. (ed). **Fundamentos de Limnologia**. 3ª ed. Editora Interciência Ltda, p. 167–192.

FREEZE, R. A.; CHERRY, J. A. Groundwater in Geologic Processes. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. Cap. 11. Disponível em: Groundwater in Geologic Processes - Cambridge University Press & Assessment.

FREITAS, Marcos Alexandre de; ROISENBERG, Ari; ANDRIOTTI, José Leonardo Silva. Análise exploratória de dados da condutividade elétrica nas águas do Sistema Aquífero Serra Geral no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Manuais técnicos em geociências número 4 - Manual Técnicos de Pedologia. Rio de Janeiro, 2007.

IGAM. Monitoramento da Água Subterrânea Período 2014/2015. Resumo Executivo. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), 2016.

IGAM. Qualidade das águas Superficiais de Minas Gerais em 2015. Resumo Executivo. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), 2016. 179p.

IGAM. Qualidade das águas Superficiais de Minas Gerais em 2016. Resumo Executivo. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), 2017. 175p.

IGAM. Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais no Estado de Minas Gerais. Relatório Trimestral 1º trimestre de 2017. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), 2017. 210p.

IGAM. Monitoramento das Águas Subterrâneas de Minas Gerais 2015 a 2017. Rede Norte de Minas, Rede Bacia do Rio das Velhas, Rede Guarani e Rede Bauru. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), 2018. 62p.

IGAM. Relatório de Gestão e Situação das Águas de Minas Gerais – 2019/2022. Belo Horizonte, 2022.

International Cyanide Management Institute. Disponível em <<https://www.cyanidecode.org>>. Acesso em: 30 mai. 2017.

KAUTZMANN, Rubens Muller. Caracterização tecnológica do minério aurífero de Riacho dos Machados-MG para fins de cianetação e estudo da utilização de agentes oxidantes na lixiviação. 1996.

KUCHENBECKER, M.; ATMAN, D.; COSTA, R.D.; PEDROSA-SOARES, A.; BABINSKI, M. 2016. A Formação Gorutuba: sedimentação litorânea a continental na margem leste da Bacia Bambuí (MG). **Revista do Instituto de Geociências**, São Paulo, v.16, n. 2, p. 66-81. DOI: 10.11606/issn.2316-9095.v16i2p67-81.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010, 3ª edição.

MAPBIOMAS. Uso e cobertura do solo. 2019. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/>>. Acesso em: set. 2021.

MDGEO – SERVIÇOS DE HIDROGEOLOGIA LTDA. Estudos Hidrogeológicos para Reabertura da Mina Riacho dos Machados - Volume I. Belo Horizonte, 2010.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Copam/CER-MG nº 8, de 5 de maio de 2022. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Belo Horizonte, 2022.

NUNES, W.A.G.A.; KER, J.C.; NEVES, J.C.L.; RUIZ, H.A.; FREITAS, G.A.; BEIRIGO, P.M. 2005. Qualidade da água de irrigação de poços tubulares e do rio Gorutuba na região de Janaúba-MG. Botucatu. **Irriga (Brazilian Journal of Irrigation Drainage)**, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 403-410.

OLIVEIRA, V.E.; NASCIMENTO, B.B.; GOMES, U.A.F.; LOURENÇO, L.; NERO, M.A.; TEMBA, P. 2020. Caracterização e avaliação da qualidade das águas da bacia do rio Gorutuba. **Revista Mineira de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, v.1, n. 2, p.1-22.

SAMPAIO, M da S.; ALVES, M. de C.; CARVALHO, L. G. de; SANCHES, L. Uso de Sistema de Informação Geográfica para comparar a classificação climática de Köppen-Geiger e Thornthwaite. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.8857.

SANTOS, E.F. 2013. Caracterização hidrogeológica e hidroquímica da Bacia do Rio Verde Grande em Minas Gerais. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Geologia. Instituto de Geociências. Universidade Federal de Belo Horizonte. 218 p.

SOUTO, Renato Teles et al. Estudo comparativo de modelos de determinação da alcalinidade em amostras de água subterrânea. *Águas Subterrâneas*, 2014.

SOUZA, M.C.F.B.; OLIVEIRA, S.C., PAIXÃO, M.M.O.M.; HAUSSMAN, M.G. 2014. Aspectos Hidrodinâmicos e Qualidade das Águas Subterrâneas do Aquífero Bambuí no Norte de Minas Gerais. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 19, n.1, p. 119-129.

DE VRIES, Jacobus J.; SIMMERS, Ian. Groundwater recharge: an overview of processes and challenges. *Hydrogeology journal*, v. 10, p. 5-17, 2002.

VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4. ed – Belo Horizonte. Editora UFMG, 2014.

WATERGEO SOLUTIONS. Definição de Cenário de Exploração Sustentável do Sistema Aquífero Fissural com Base na Reserva Renovável, Modelagem Matemática e Análise de Interferência entre Poços. Avaliação Hidrogeológica. Mineração Riacho dos Machados – MRDM. Riacho dos Machados – MG, 2014.

WATERGEO SOLUTIONS. Revisão do Plano de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas e Caracterização dos Solos. Mineração Riacho dos Machados – MRDM. Riacho dos Machados – MG, 2012.

ANEXO A

Certificados dos Ensaios.

ANEXO B

Laudos de Qualidade das Águas dos Caminhões Pipas.

ANEXO C

Escopos de Acreditação dos Laboratórios.

ANEXO D

Resultados Analíticos do Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas e dos Efluentes Líquidos. (Meio Digital).

ANEXO E

Certidão de Cadastro Para Abastecimento de Pequenos Núcleos Populacionais Rurais.

ANEXO F

Resultados Analíticos do Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas PA30-A – Junho e Julho de 2023 realizado pelo Laboratório Centro de Tecnologia Agrícola e Ambiental Campo. Inclui também os resultados analíticos obtidos em abril e setembro de 2025 pelos laboratórios Sintezis e ALS.

