

Plano de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano-PMQACH

Relatório Técnico Anual

Janeiro 2026

Plano de Monitoramento da Qualidade da Água para consumo Humano-PMQACH

Relatório Técnico Anual

Janeiro 2026

Apoio:



SUMÁRIO

GLOSSÁRIO	19
1 Apresentação	23
2 Equipe Técnica	24
3 Introdução	25
3.1 PMQACH.....	25
4 Objetivo	27
5 Metodologia	28
5.1 Apresentação da área de estudo.....	28
5.2 Malha amostral.....	28
5.3 Parâmetros analisados e frequência de amostragem.....	32
5.4 Legislação aplicável.....	35
5.5 Coleta e análise.....	36
5.5.1 Acreditação dos laboratórios contratados e subcontratados pela NBR-ISO-17025.....	36
5.5.2 Procedimentos de amostragem e equipamentos de campo e laboratoriais.....	38
5.5.3 Registros de campo.....	40
5.5.4 Limites de detecção e quantificação dos métodos.....	42
5.5.5 Laudos analíticos.....	49
5.6 Avaliação da consistência dos dados.....	50
5.7 Apresentação dos resultados.....	52
6 Resultados	54
6.1 Mariana.....	61
6.1.1 Pontos sem tratamento.....	63
6.2 Barra Longa.....	76
6.2.1 Pontos com tratamento.....	78
6.3 Rio Doce.....	87
6.3.1 Pontos sem tratamento.....	89
6.4 Santa Cruz do Escalvado.....	97
6.4.1 Pontos sem tratamento.....	99
6.5 São José do Goiabal.....	105
6.5.1 Pontos com tratamento.....	107
6.6 Dionísio.....	115
6.6.1 Pontos com tratamento.....	117
6.7 Timóteo.....	122
6.7.1 Pontos sem tratamento.....	124
6.7.2 Pontos com tratamento.....	131
6.8 Santana do Paraíso.....	134

6.8.1	Pontos com tratamento.....	136
6.9	Bugre	143
6.9.1	Pontos sem tratamento.....	145
6.10	Belo Oriente	150
6.10.1	Pontos com tratamento.....	152
6.11	Fernandes Tourinho	159
6.11.1	Pontos com tratamento.....	161
6.12	Periquito	167
6.12.1	Pontos com tratamento.....	169
6.13	Alpercata	177
6.13.1	Pontos com tratamento.....	179
6.14	Governador Valadares	187
6.14.1	Pontos com tratamento.....	189
6.15	Tumiritinga	207
6.15.1	Pontos com tratamento.....	209
6.16	Galileia	219
6.16.1	Pontos com tratamento.....	221
6.17	Conselheiro Pena	228
6.17.1	Pontos sem tratamento.....	230
6.18	Resplendor	238
6.18.1	Pontos sem tratamento.....	240
6.18.2	Pontos com tratamento.....	245
6.19	Itueta	253
6.19.1	Pontos com tratamento.....	255
6.20	Aimorés	262
6.20.1	Pontos com tratamento.....	264
6.21	Baixo Guandu	271
6.21.1	Pontos com tratamento.....	273
6.22	Colatina	283
6.22.1	Pontos com tratamento.....	285
6.23	Marilândia	303
6.23.1	Pontos sem tratamento.....	305
6.23.2	Pontos com tratamento.....	310
6.24	Sooretama	315
6.24.1	Pontos sem tratamento.....	317
6.24.2	Pontos com tratamento.....	322
6.25	Linhares	329

6.25.1	Pontos sem tratamento.....	331
6.25.2	Pontos com tratamento.....	359
6.26	Aracruz	376
6.26.1	Pontos sem tratamento.....	378
6.26.2	Pontos com tratamento.....	383
6.27	São Mateus.....	397
6.27.1	Pontos sem tratamento.....	398
7	Potenciais Efeitos à Saúde Humana	403
8	Considerações Finais	417
9	Referências Bibliográficas	419

Lista de Quadro

Quadro 5-1 - Resumo dos parâmetros e frequência de amostragem dos pontos de coleta do PMQACH desde o início do monitoramento.....	34
Quadro 5-2 – Interpretação dos resultados frente a legislação aplicável, conforme origem e destinação das águas dos pontos de coleta do PMQACH, desde o início do monitoramento.	36
Quadro 5-3 - Laboratórios contratados e subcontratados para a coleta e análise das amostras no período deste relatório, com os respectivos certificados de acreditação.....	37
Quadro 5-4 - Parâmetros químicos monitorados, unidades e medida, limite de detecção (LD) e limite de quantificação (LQ) do método e a metodologia de análise empregadas pelo laboratório SGS, atualmente responsável pelo monitoramento.....	43
Quadro 6-1 - Características dos pontos do município de Mariana considerados no presente relatório.	61
Quadro 6-2 - Características dos pontos do município de Barra Longa considerados no presente relatório.	76
Quadro 6-3 - Características dos pontos do município de Rio Doce considerados no presente relatório.	87
Quadro 6-4 - Características dos pontos do município de Santa Cruz do Escalvado considerados no presente relatório.....	97
Quadro 6-5 - Características dos pontos do município de São José do Goiabal considerados no presente relatório.....	105
Quadro 6-6 - Características do ponto do município de Dionísio considerado no presente relatório.	115
Quadro 6-7 - Características dos pontos do município de Timóteo considerados no presente relatório.	122
Quadro 6-8 - Características do ponto do município de Santana do Paraíso considerado no presente relatório.....	134
Quadro 6-9 - Características do ponto do município de Bugre considerado no presente relatório.....	143
Quadro 6-10 - Características do ponto do município de Belo Oriente considerado no presente relatório.....	150
Quadro 6-11 - Características dos pontos do município de Fernandes Tourinho considerados no presente relatório.....	159
Quadro 6-12 - Características do ponto do município de Periquito considerado no presente relatório.	167
Quadro 6-13 - Características do ponto do município de Alpercata considerado no presente relatório.	177
Quadro 6-14 - Características dos pontos do município de Governador Valadares considerados no presente relatório.....	187
Quadro 6-15 – Características dos pontos do município de Tumiritinga considerados no presente relatório.....	207
Quadro 6-16 - Características do ponto do município de Galileia considerado no presente relatório.....	219
Quadro 6-17 - Características dos pontos do município de Resplendor considerados no presente relatório.	228
Quadro 6-18 - Características dos pontos do município de Resplendor considerados no presente relatório.	238
Quadro 6-19 - Características do ponto do município de Itueta considerado no presente relatório.....	253
Quadro 6-20 - Características dos pontos do município de Aimorés considerados no presente relatório.	262
Quadro 6-21 - Características dos pontos do município de Baixo Guandu considerados no presente relatório.	271
Quadro 6-22 - Características dos pontos do município de Colatina considerados no presente relatório.	283
Quadro 6-23 - Características dos pontos do município de Marilândia considerados no presente relatório.....	303
Quadro 6-24 - Características dos pontos do município de Sooretama considerados no presente relatório.....	315
Quadro 6-25 - Características dos pontos do município de Linhares considerados no presente relatório.	329
Quadro 6-26 - Características dos pontos do município de Aracruz considerados no presente relatório.....	376
Quadro 6-27 - Características do ponto do município de São Mateus considerado no presente relatório.	397

Quadro 7-1 – Principais grupos de alterações observadas na água para consumo.....	403
Quadro 7-2 – Síntese dos efeitos potenciais para a saúde humana dos parâmetros que apresentaram violação no PMQACH.....	405

Lista de Figura

Figura 5-1- Pannel de fotos exemplificando a coleta manual em diversos pontos do PMQACH.....	39
Figura 5-2 - Modelo de ficha de campo utilizada pelo laboratório SGS.....	41
Figura 5-3 - Modelo de checklist de recebimento das amostras utilizado pelo laboratório SGS.....	42
Figura 5-4 - Modelo de laudo analítico utilizado pelo laboratório SGS.....	50
Figura 6-1 - Exemplo genérico das figuras utilizadas para representação gráfica das avaliações estatísticas.....	55
Figura 6-2 - Percentual total de violação dos parâmetros avaliados na captação superficial dos pontos amostrais do PMQACH no período de setembro/2018 a julho/2025.....	56
Figura 6-3 - Percentual total de violação dos parâmetros avaliados na captação subterrânea dos pontos amostrais do PMQACH no período de setembro/2018 a julho/2025.....	57
Figura 6-4 - Percentual total de violação dos parâmetros avaliados na saída dos pontos amostrais sem tratamento do PMQACH no período de setembro/2018 a julho/2025.....	59
Figura 6-5 - Percentual total de violação dos parâmetros avaliados na saída dos pontos amostrais com tratamento do PMQACH no período de setembro/2018 a julho/2025.....	60
Figura 6-6 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Mariana-MG.....	62
Figura 6-7 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Mariana no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.....	64
Figura 6-8 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 423, localizado no município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.....	65
Figura 6-9 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 230 e PMQACH 238, localizados município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.....	67
Figura 6-10 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 246 e PMQACH 417 localizados no município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.....	69
Figura 6-11 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Mariana.....	71
Figura 6-12 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.....	73
Figura 6-13 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.....	75
Figura 6-14 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Barra Longa-MG.....	77
Figura 6-15 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos com tratamento no município de Barra Longa-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.....	79
Figura 6-16 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 36 localizado no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.....	81
Figura 6-17 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos 38 e PMQACH 39 localizados no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/25 com base nos limites aplicáveis.....	82

Figura 6-18 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Barra Longa-MG.	84
Figura 6-19 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	85
Figura 6-20 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	86
Figura 6-21 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Rio Doce - MG.	88
Figura 6-22 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento no município de Rio Doce - MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	90
Figura 6-23 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 313 localizado no município de Rio Doce - MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.	91
Figura 6-24 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 314 localizado no município de Rio Doce - MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.	92
Figura 6-25 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Rio Doce – MG.	94
Figura 6-26 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	95
Figura 6-27 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	96
Figura 6-28 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Santa Cruz do Escalvado-MG.....	98
Figura 6-29 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento no município de Santa Cruz do Escalvado-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	100
Figura 6-30 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 316 e PMQACH 317 no município de Santa Cruz do Escalvado-MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.	101
Figura 6-31 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Santa Cruz do Escalvado-MG.....	103
Figura 6-32 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	104
Figura 6-33 - Localização geográfica dos pontos monitorados em São José do Goiabal-MG.....	106
Figura 6-34 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de São José do Goiabal-MG no período chuvoso e seco com base nos limites aplicáveis no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis. *O ponto passou a receber tratamento em janeiro/2024.	108
Figura 6-35 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 328, localizado no município de São José do Goiabal-MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis. *O ponto passou a receber tratamento em janeiro/2024.	109
Figura 6-36 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 329 localizado no município de São José do Goiabal-MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis. *O ponto passou a receber tratamento em janeiro/2024.	110
Figura 6-37 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de São José do Goiabal.....	112

Figura 6-38 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	113
Figura 6-39 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	114
Figura 6-40 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Dionísio - MG.....	116
Figura 6-41 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto com tratamento do município de Dionísio-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre fevereiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	118
Figura 6-42 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 440 localizado no município de Dionísio-MG, entre fevereiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.....	119
Figura 6-43 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Dionísio-MG.	120
Figura 6-44 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de fevereiro/2024 a julho/2025.	121
Figura 6-45 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Timóteo-MG.....	123
Figura 6-46 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Timóteo-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre fevereiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	125
Figura 6-47 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 452, PMQACH 453, PMQACH 454 e PMQACH 455, localizado no município de Timóteo-MG, entre fevereiro/2024 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.	127
Figura 6-48 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 456, PMQACH 457 e PMQACH 458, localizado no município de Timóteo-MG, entre fevereiro/2024 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.	128
Figura 6-49 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos sem tratamento, no município de Timóteo.	129
Figura 6-50 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de fevereiro/2024 a julho/2025.....	130
Figura 6-51 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Timóteo-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre fevereiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	131
Figura 6-52 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 451, localizado no município de Timóteo-MG, entre fevereiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.....	132
Figura 6-53 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída do ponto com tratamento, no município de Timóteo.	133
Figura 6-54 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Santana do Paraíso-MG.	135
Figura 6-55 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos com tratamento no município de Santana do Paraíso-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	136
Figura 6-56 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 319 localizado no município de Santana do Paraíso-MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.....	138
Figura 6-57 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Santana do Paraíso-MG.	140

Figura 6-58 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	141
Figura 6-59 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	142
Figura 6-60 - Localização geográfica do ponto monitorados em Bugre-MG.	144
Figura 6-61 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Bugre-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	146
Figura 6-62 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 414, localizado no município de Bugre-MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.	147
Figura 6-63 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída do ponto sem tratamento, localizado no município de Bugre.	148
Figura 6-64 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de outubro/2019 a julho/2025.	149
Figura 6-65 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de outubro/2019 a julho/2025.	149
Figura 6-66 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Belo Oriente - MG.	151
Figura 6-67 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados município de Belo Oriente- MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	152
Figura 6-68 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 76 localizado no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.	154
Figura 6-69 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída do ponto com tratamento localizados no município de Belo Oriente - MG.	156
Figura 6-70 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	157
Figura 6-71 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	158
Figura 6-72 - Localização geográfica do ponto monitorado em Fernandes Tourinho-MG.	160
Figura 6-73 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Fernandes Tourinho - MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre dezembro/2019 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis. *A partir de junho/2025 o ponto passou a receber tratamento.	162
Figura 6-74 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 415 localizado no município de Fernandes Tourinho-MG, entre dezembro/2019 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.	163
Figura 6-75 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Fernandes Tourinho-MG. *O ponto passou a receber tratamento em junho/2025.	165
Figura 6-76 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de dezembro/2019 a julho/2025.	166
Figura 6-77 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Periquito-MG.	168
Figura 6-78 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto com tratamento de água no município de Periquito-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	170

Figura 6-79 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 297 localizado no município de Periquito-MG entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	172
Figura 6-80 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída do ponto com tratamento localizados no município de Periquito- MG.....	174
Figura 6-81 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	175
Figura 6-82 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	176
Figura 6-83 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Alpercata-MG.....	178
Figura 6-84 - Percentual total de violação no município de Alpercata-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	180
Figura 6-85 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 02 localizado no município de Alpercata-MG, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	182
Figura 6-86 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> e percentuais de violação na saída do ponto com tratamento, PMQACH 02, localizado no município de Alpercata.....	184
Figura 6-87 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	185
Figura 6-88 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.....	186
Figura 6-89 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Governador Valadares-MG.....	188
Figura 6-90 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos com tratamento no município de Governador Valadares-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	190
Figura 6-91 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 134, localizado no município de Governador Valadares-MG, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	192
Figura 6-92 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 135 localizado no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.....	194
Figura 6-93 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 136, localizado no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.....	196
Figura 6-94 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 137, localizado no município de Governador Valadares-MG, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	198
Figura 6-95 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 138 localizado no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.....	200
Figura 6-96 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos com tratamento localizados no município de Governador Valadares- MG.....	202
Figura 6-97 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	204
Figura 6-98 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	206
Figura 6-99 – Localização geográfica dos pontos monitorados em Tumiritinga-MG.	208

Figura 6-100 – Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos com tratamento no município de Tumiritinga-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	210
Figura 6-101 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 350, localizado no município de Tumiritinga-MG entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	212
Figura 6-102 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 351, localizado no município de Tumiritinga-MG entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	214
Figura 6-103 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos com tratamento localizados no município de Tumiritinga- MG.	216
Figura 6-104 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	217
Figura 6-105 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	218
Figura 6-106 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Galileia-MG.	219
Figura 6-107 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto com tratamento do município de Galileia-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	222
Figura 6-108 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 121, localizado no município de Galileia-MG, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	223
Figura 6-109 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Galileia-MG.	225
Figura 6-110 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	226
Figura 6-111 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	227
Figura 6-112 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Conselheiro Pena - MG.	229
Figura 6-113 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento do município de Conselheiro Pena - MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	231
Figura 6-114 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 430, PMQACH 431 e PMQACH 433, localizados no município de Conselheiro Pena - MG, entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	232
Figura 6-115 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 434, PMQACH 435 e PMQACH 436, localizados no município de Conselheiro Pena - MG, entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	234
Figura 6-116 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 437, PMQACH 438 e PMQACH 439, localizados no município de Conselheiro Pena - MG, entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	235
Figura 6-117 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Conselheiro Pena - MG.	236
Figura 6-118 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período janeiro/2024 a julho/2025.	237
Figura 6-119 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Resplendor-MG.	239

Figura 6-120 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento do município de Resplendor-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre fevereiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	241
Figura 6-121 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 441, PMQACH 442, PMQACH 443 e PMQACH 444, localizados no município de Resplendor-MG, entre fevereiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.....	242
Figura 6-122 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Resplendor-MG.....	243
Figura 6-123 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período fevereiro/2024 a julho/2025.	244
Figura 6-124 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto com tratamento do município de Resplendor-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	245
Figura 6-125 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 303, localizado no município de Resplendor-MG, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	247
Figura 6-126 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 429, localizado no município de Resplendor-MG, entre agosto/2020 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	248
Figura 6-127 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Resplendor-MG.	250
Figura 6-128 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	251
Figura 6-129 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.....	252
Figura 6-130 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Itueta-MG.....	254
Figura 6-131 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Itueta-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	256
Figura 6-132 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 158, localizado no município de Itueta-MG, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	257
Figura 6-133 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Itueta.....	259
Figura 6-134 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	260
Figura 6-135 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.....	261
Figura 6-136 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Aimorés-MG.....	263
Figura 6-137- Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto com tratamento do município de Aimorés-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	265
Figura 6-138 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 416 e PMQACH 01 localizados no município de Aimorés-MG entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis. .	266
Figura 6-139 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída do ponto com tratamento localizado no município de Aimorés- MG.....	268

Figura 6-140 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	269
Figura 6-141 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.....	270
Figura 6-142 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Baixo Guandu-ES.	272
Figura 6-143 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos com tratamento do município de Baixo Guandu-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	274
Figura 6-144 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 34, localizado no município de Baixo Guandu-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.....	276
Figura 6-145 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 35, localizado no município de Baixo Guandu-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.....	278
Figura 6-146 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos com tratamento, PMQACH 34 e PMQACH 35, localizados no município de Baixo Guandu.	280
Figura 6-147 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	281
Figura 6-148 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.....	282
Figura 6-149 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Colatina-ES.....	284
Figura 6-150 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos com tratamento do município de Colatina-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.	286
Figura 6-151 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 107, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	288
Figura 6-152 - Percentual de violação dos parâmetros monitorado no ponto PMQACH 108, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	290
Figura 6-153 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 109, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	292
Figura 6-154 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 110, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	294
Figura 6-155 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 111, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	296
Figura 6-156 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> , na saída de pontos com tratamento, localizados no município de Colatina.	298
Figura 6-157 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	300
Figura 6-158 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.....	302
Figura 6-159 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Marilândia-ES.	303
Figura 6-160 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto sem tratamento do município de Marilândia-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	306

Figura 6-161 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 257 localizado no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	306
Figura 6-162 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> avaliados na saída do ponto sem tratamento, localizado no município de Marilândia-ES.	308
Figura 6-163 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	309
Figura 6-164 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto com tratamento do município de Marilândia-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	310
Figura 6-165 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 253 localizado no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	311
Figura 6-166 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Marilândia-ES.	312
Figura 6-167 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	313
Figura 6-168 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	313
Figura 6-169 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Sooretama-ES.	316
Figura 6-170 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento do município de Sooretama-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	318
Figura 6-171 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 445 e PMQACH 446, localizados no município de Sooretama-ES, entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis. .	319
Figura 6-172 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Sooretama-ES.	320
Figura 6-173 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de janeiro/2024 a julho/2025.....	321
Figura 6-174 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos com tratamento do município de Sooretama-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	323
Figura 6-175 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 448, localizado no município de Sooretama-ES, entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	324
Figura 6-176 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 449, localizado no município de Sooretama-ES, entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	325
Figura 6-177 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 450, localizado no município de Sooretama-ES, entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	326
Figura 6-178 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Sooretama-ES.	327
Figura 6-179 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de janeiro/2024 a julho/2025.....	328
Figura 6-180 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Linhares-ES.....	330
Figura 6-181 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento do município de Linhares-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	332

Figura 6-182 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 190 e PMQACH 191, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis..	334
Figura 6-183 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 192 e PMQACH 193, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis..	336
Figura 6-184 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 194 e PMQACH 197, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis..	338
Figura 6-185 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 198 e PMQACH 199, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis..	340
Figura 6-186 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 200 e PMQACH 201, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis..	342
Figura 6-187 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 202 e PMQACH 203, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis..	344
Figura 6-188 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 204 e PMQACH 205, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis..	346
Figura 6-189 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 206 e PMQACH 207, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis..	348
Figura 6-190 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 208 e PMQACH 211, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis..	350
Figura 6-191 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 212 e PMQACH 214, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis..	352
Figura 6-192 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 471, PMQACH 472 e PMQACH 473, localizados no município de Linhares-ES, entre outubro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis ..	353
Figura 6-193 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Linhares-ES.	354
Figura 6-194 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	357
Figura 6-195 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	359
Figura 6-196 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos com tratamento do município de Linhares-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	361
Figura 6-197 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 163, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	363
Figura 6-198 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 164, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	365
Figura 6-199 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 184, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	367
Figura 6-200 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 185, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	369
Figura 6-201 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Linhares-ES.	371
Figura 6-202 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	373

Figura 6-203 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.....	375
Figura 6-204 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Aracruz-ES.....	377
Figura 6-205 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados em pontos sem tratamento no município de Aracruz-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre outubro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	379
Figura 6-206 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 459, PMQACH 460, PMQACH 461, PMQACH 463 E PMQACH 464, localizados no município de Aracruz-ES, entre outubro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	380
Figura 6-207 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Aracruz.....	381
Figura 6-208 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de outubro/2024 a julho/2025.	382
Figura 6-209 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados em pontos com tratamento no município de Aracruz-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	384
Figura 6-210 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 03, localizado no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.	385
Figura 6-211 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 04, localizado no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.	387
Figura 6-212 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 462, PMQACH 465, PMQACH 466 e PMQACH 467, localizados no município de Aracruz-ES, entre outubro/2024 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.	390
Figura 6-213 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 468, PMQACH 469 e PMQACH 470, localizados no município de Aracruz-ES, entre outubro/2024 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.	391
Figura 6-214 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Aracruz.....	393
Figura 6-215 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	394
Figura 6-216 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.....	396
Figura 6-217 - Localização geográfica dos pontos monitorados em São Mateus-ES.....	397
Figura 6-218 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento do município de São Mateus-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	399
Figura 6-219 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 330, localizado no município de São Mateus-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.	400
Figura 6-220 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e <i>E. coli</i> na saída do ponto sem tratamento, localizado no município de São Mateus-ES.....	401
Figura 6-221 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.	402

Lista de Anexos

Anexo 1 – Banco de dados

Anexo 2 – Percentual de violações por município

Anexo 3 – Anotação de Responsabilidade Técnica - ART

Anexo 4 – Métodos de análises laboratoriais

Anexo 5 – Inconsistência ciclo 2024/2025

GLOSSÁRIO

Ácidos haloacéticos: Grupos de químicos que são formados como subprodutos da cloração; são derivados do ácido acético, onde os hidrogênios do grupo metilo podem ser substituídos por cloro e/ou bromo.

Adsorção: Processo no qual moléculas, átomos ou íons são aderidos à superfície de uma substância sólida.

Anomalia: Característica ou condição de um determinado corpo, produto ou matéria que é fora do comum.

Aquífero: Reservatório subterrâneo de água que possui permeabilidade suficiente para movimentação da mesma, geralmente, abastecendo rios e poços artesianos.

Bactérias heterotróficas: Microrganismos que utilizam o carbono orgânico como fonte de nutrientes.

CIF: Comitê Interfederativo; foi criado após o rompimento da barragem de Fundão e extinto após a assinatura do Acordo Judicial para Reparação Integral e Definitiva relativa ao rompimento da barragem de Fundão.

CT-Saúde: Câmara Técnica de Saúde; foi criada após o rompimento da barragem de Fundão e extinta após a assinatura do Acordo Judicial para Reparação Integral e Definitiva relativa ao rompimento da barragem de Fundão

Cloração: Processo do tratamento de água onde ocorre a adição de Cloro (Cl_2) a fim de anular a atuação de microrganismos considerados patógenos, como algas e bactérias.

Coagulantes: Produtos químicos que possibilitam a retirada de partículas sólidas da água que, por possuírem propriedades elétricas intrínsecas, criam uma força de repulsão que impede a aglomeração e sedimentação.

Coliformes totais: Grupo de bactérias que podem ser aeróbicas ou anaeróbicas e apresentam capacidade de fermentar a lactose, com produção de ácido e gás a 35 °C.

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Contaminação microbiológica: Presença de microrganismos em determinada substância.

Corpo hídrico: Expressão utilizada para denominar fluxos naturais de água encontrados dentro de uma bacia hidrográfica, tais quais rios e córregos.

Correlação: Semelhança ou relação entre duas ou mais variáveis.

Decantação: Processo de separação de compostos por meio da diferença de densidade entre os mesmos, usualmente encontrada em misturas líquido-sólido e líquido-líquido imiscíveis.

Degradada: Condição atual de uma área, objeto ou matéria, após sofrer impactos negativos da ação, principalmente, de agentes externos, reduzindo a qualidade e/ou quantidade da condição natural.

Desinfecção: Processo que visa remoção ou eliminação de microrganismos.

Efluente: resíduos oriundos de esgotos domésticos, redes pluviais e indústrias que são despejados no meio ambiente em forma de líquidos ou gases.

Escherichia coli: Bactéria geralmente encontrada no trato gastrointestinal de organismos de sangue quente.

Estação de tratamento de água: também abreviado como ETA, trata-se do local em que é realizada a purificação da água captada de alguma fonte para torná-la própria para o consumo e abastecimento de uma população.

Filtração: Método de separação de partículas sólidas de outros compostos em estado líquido ou gasoso por meio um equipamento/ferramenta (filtros) que retém as partículas sólidas.

Fossa séptica: Utilizada como primeira etapa para tratamento de esgotos (efluentes) que consiste em uma unidade de fluxo horizontal que trata de maneira preliminar o efluente por meio da sedimentação, flotação e digestão.

INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.

Limnológico: Característica referente às condições físico-químicas e biológicas dos corpos d'água da região continental e a dinâmica desses mesmos corpos d'água.

Lixiviação: Processo de dissolução e remoção dos constituintes e nutrientes de rochas e de solos ocasionado, preponderantemente, pelas chuvas.

Matéria orgânica: Substâncias derivadas de restos vegetais e animais que integram o solo.

Patógenos: Organismos que, devido às suas características, são capazes de causar alguma doença em um hospedeiro.

Períodos hidrológicos: Refere-se aos regimes de seca e chuva de uma determinada região.

Pluviosidade: Volume de chuva que incide em uma determinada região/área.

Ponto de captação: Local de onde é recolhido algo, neste caso, a água.

Potabilidade: Qualidade daquilo que é potável; a água potável, por exemplo, apresenta condições adequadas para o consumo humano.

Precipitação: Fenômeno natural que denomina qualquer líquido que se forma na atmosfera e que incide sobre a terra, geralmente faz menção ao ato de chover.

Rejeito: Resíduos sólidos que, esgotadas todas as possibilidades de reaproveitamento, tratamento e recuperação por processos economicamente viáveis e tecnologias disponíveis, precisam ser dispostos em locais ambientalmente adequados.

Ressuspensão: Processo pela qual substâncias sólidas retornam ao meio líquido.

Sistema de abastecimento de água (SAA): instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável para consumo humano, por meio de rede de distribuição.

Solução Alternativa Coletiva (SAC): modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água com captação subterrânea ou superficial, com ou sem tratamento, com ou sem canalização, e sem rede de distribuição.

Solução Alternativa Individual (SAI): modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares.

Sazonalidade: Referente ao que é típico de uma estação ou época.

Subterrânea: Matéria que se localiza de baixo do solo.

Superficial: Matéria que se localiza na superfície do solo.

Surfactantes: Substâncias que apresentam em sua composição uma porção polar e outra apolar, possibilitando sua interação/adesão com qualquer outra substância.

Taxa de esgotamento sanitário: Refere-se ao percentual de rede coletora de esgoto.

Tratamento convencional: Tratamento de esgoto que possui os seguintes processos sequenciais: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção da acidez.

Trihalometanos totais: Compostos químicos formados como subprodutos da cloração; são derivados do metano, onde os hidrogênios foram substituídos por cloro, bromo ou iodo.

TTAC: Termo de Transação e Ajustamento de Conduta.

VMP: Valor Máximo Permitido.

1 APRESENTAÇÃO

Este relatório apresenta os resultados obtidos no âmbito do Plano de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano – PMQACH, no período de setembro de 2018 a julho de 2025, sendo enfoque das discussões e análises o último ano de amostragem (julho de 2024 a julho de 2025).

É importante orientar o leitor que, no mês de março de 2020, houve interrupção do monitoramento em decorrência da pandemia do novo coronavírus (COVID-19), motivo pelo qual não foram realizadas as campanhas de março a junho de 2020. No final do mês de junho de 2020 as campanhas de monitoramento foram retomadas, mas restritas a pontos previamente selecionados pela extinta CT-Saúde, considerando o fornecimento de água coletivo e a localização em áreas públicas, visando evitar o contato dos técnicos do laboratório com os moradores. Em janeiro de 2022, as amostragens foram normalizadas em todos os pontos previstos.

No presente relatório constam os resultados obtidos em 108 pontos, distribuídos em 27 municípios, ativos no período de julho de 2024 a julho de 2025, juntamente com o histórico destes pontos. O escopo deste documento seguiu as orientações constantes em Nota Técnica, que tratou da 2ª Revisão Bianual do PMQACH e apresenta a seguinte estrutura: 1) Apresentação; 2) Equipe Técnica; 3) Introdução; 4) Objetivos; 5) Metodologia; 6) Resultados; 7) Potenciais Efeitos à Saúde Humana; 8) Considerações Finais; e 9) Referências Bibliográficas. Visando oferecer uma síntese do diagnóstico e da evolução temporal e sazonal da qualidade da água para o consumo humano na bacia do rio Doce, o item 6.1 Resultados avaliou: 1) a conformidade com a legislação das concentrações dos parâmetros observando-se os anos de 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022, 2022/2023, 2023/2024, 2024/2025 a partir dos percentuais de violações calculados; e 2) avaliação temporal (ao longo do período monitorado) e sazonal (período chuvoso e seco) dos parâmetros mais relevantes. A avaliação da conformidade com a legislação da água utilizada para abastecimento foi feita com base no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde – PRC nº 5/2017, de 28 de setembro de 2017 e Portaria GM/MS nº 888, de maio de 2021 (a partir de novembro/2021). A água bruta monitorada na captação de pontos com tratamento foi feita com base nas Resoluções CONAMA Nº 357/2005 (para águas superficiais) e Nº 396/2008 (para águas subterrâneas), para os quais foram utilizados como referência os valores regulamentadores para Classe II Água Doce e Uso Preponderante da Água para Consumo Humano considerando-se as especificidades de cada ponto de monitoramento. O banco de dados do período completo abordado neste relatório encontra-se no Anexo 1.

2 EQUIPE TÉCNICA

Tabela 2-1 – Equipe técnica envolvida na elaboração do relatório. No Anexo 3 encontra-se a ART do responsável técnico.

PROFISSIONAL DA WSP	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO GERAL/CTF IBAMA
Déborah Regina de Oliveira e Silva	Bióloga, mestre e doutora em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre (UFMG)	Coordenação	CRBio 87804/04 CTF 5810376
Joseph Ferro	Biólogo, mestre e doutor em Ecologia (UFRJ)	Análise de dados e elaboração do relatório	CRBio: 137521/02D CTF: 5670659
Marina Vieira Xavier	Engenharia Química	Análise dos dados e elaboração do relatório	CREA-RJ 2023101531
Vanessa Souza Romão	Analista de sistemas	Editoração	IFP 104.169.94-1

3 INTRODUÇÃO

Em 5 de novembro de 2015, uma barragem de rejeitos da mineradora Samarco (barragem de Fundão) rompeu liberando aproximadamente 44 milhões de metros cúbicos de rejeitos. Uma parte, aproximadamente 7 milhões de metros cúbicos, ficou retida dentro da própria área da mineradora. O restante desceu pelo córrego Santarém e seguiu pelos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce até o mar. No trajeto da onda, cerca de 20 milhões de metros cúbicos se espalharam por calhas, margens e planícies dos cursos d'água até a Usina Hidrelétrica (UHE) Risoleta Neves, distante 113 km de Fundão. Calcula-se que 10 milhões de metros cúbicos tenham se depositado ao longo do reservatório da usina hidrelétrica (UHE) Risoleta Neves. O restante, a parte mais fina do rejeito, passou por esta barragem. Como consequência, as alterações na qualidade da água causaram interrupção no fornecimento de água à população dos municípios e distritos onde os sistemas de abastecimento eram diretamente dependentes do Rio Doce. Visando minimizar os impactos da interrupção parcial ou total dos sistemas de abastecimento foram adotadas diversas ações, dentre elas: a distribuição de água potável por caminhão pipa; distribuição de água mineral; adequações e melhorias nas estações de tratamento de água; distribuição de produtos químicos para melhorar a capacidade de tratamento; e apoio técnico aos responsáveis pelas operações das Estações de Tratamento de Água.

Neste contexto, foi desenvolvido o Plano de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano (PMQACH), cujo início se deu em setembro/2018.

O objetivo do PMQACH é contribuir na avaliação preventiva de riscos à saúde humana e verificação das melhorias dos sistemas de tratamento e abastecimento de água nos locais que possuem relação com o rompimento da barragem de Fundão e, quando detectadas anomalias, permitir o alerta à autoridade de saúde pública local, assim como a comunicação de riscos à população, prevenindo impactos à saúde humana.

3.1 PMQACH

Por definição, o PMQACH é um Plano de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano, realizado nos sistemas de abastecimento de água, nas soluções alternativas coletivas e individuais, nos municípios impactados pelo rompimento da barragem de Fundão, bem como em outras localidades e municípios previamente especificados.

Antes de implementação do PMQACH, o monitoramento da qualidade da água para o consumo humano teve seu início, de modo emergencial, em novembro/2015, pela Samarco. Este foi posto em prática sem um plano estabelecido, com coletas e análises da água tratada pelas Estações de Tratamento de Água – ETAs que captavam água do rio Doce.

Em meados de 2017, foram definidas as bases mínimas para implementação do PMQACH. Em setembro/2018, o monitoramento do PMQACH teve seu início, ocorrendo de modo ininterrupto por 18 meses, até ser suspenso devido as restrições impostas pela pandemia do novo coronavírus (COVID-19), em março de 2020. Três meses mais tarde, em junho/2020, as amostragens foram retomadas parcialmente, ocorrendo apenas nos sistemas de abastecimento de água (SAA) e nas soluções alternativas coletivas (SAC) localizadas em áreas públicas previamente definidos.

Em relação a divulgação dos dados gerados no âmbito do PMQACH, o formato do relatório, atualmente desenvolvido, seguiu as orientações específicas da 2ª Revisão Bianual do PMQACH. Todas as entregas dos relatórios técnicos do PMQACH estão sintetizadas abaixo:

Relatório	Período	Protocolo
1º Relatório Semestral	setembro/2018 a março/2019	Outubro/2019
Relatório Pré-PMQACH	resultados desde 2015	Fevereiro/2020
1º Relatório Consolidado	2015 a 2020	Janeiro/2021
1º Relatório Anual Consolidado	julho/2020 a julho/2021	Dezembro/2021
2º Relatório Anual Consolidado	julho/2021 a julho/2022	Dezembro/2022
3º Relatório Anual Consolidado	julho/2022 a julho/2023	Dezembro/2023
4º Relatório Anual Consolidado	julho/2023 a julho/2024	Fevereiro/2025

Outra etapa importante a ser destacada, diz respeito a revisão do programa de monitoramento do PMQACH inicialmente prevista para acontecer a cada dois anos. Assim, a 1ª Revisão Bianual do PMQACH, foi incorporada ao monitoramento em janeiro/2022 e a mais recente revisão do programa, 2ª Revisão Bianual do PMQACH, foi incorporada ao monitoramento em janeiro/2024.

Por fim, o Acordo de Repactuação, homologado em 06 de novembro de 2024, no que descreve a Cláusula 140, define que o atual escopo do monitoramento, descrito na 2ª Revisão Bianual, será conduzido por 18 meses, encerrando a obrigação de transição, ao final, com a entrega dos resultados do último ciclo de monitoramento.

4 OBJETIVO

O presente documento tem por objetivo a apresentação dos resultados obtidos no Plano Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano – PMQACH, do período de julho de 2024 a julho de 2025, além de trazer o histórico do programa de monitoramento desde seu início, em setembro de 2018.

Tem por objetivo específico: 1) avaliar a conformidade com a legislação das concentrações dos parâmetros a partir dos percentuais de violações calculados; e 2) avaliar padrões temporais e sazonais nas concentrações dos parâmetros mais relevantes.

5 METODOLOGIA

Nesta seção é apresentada a área de estudo com os pontos amostrais do Plano de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano – PMQACH, realizado na bacia do rio Doce. Neste documento são apresentados apenas aqueles pontos cujo monitoramento, no período de julho/2024 a julho/2025, encontravam-se ativos. Também são descritas as características da malha amostral, os parâmetros de qualidade de água monitorados, bem como as frequências de amostragem e os métodos de análise. Os procedimentos de coleta e análise seguiram as diretrizes do PMQACH. Além disso, são apresentados os métodos aplicados para o tratamento dos dados e apresentação dos resultados do período completo de monitoramento, desde setembro/2018, com enfoque no período anual de julho/2024 a julho/2025.

5.1 APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia do rio Doce abrange uma área 84.000 km², sendo 86% dessa área no Estado de Minas Gerais e 14% no do Espírito Santo. O rio Doce nasce nas serras da Mantiqueira e do Espinhaço, na junção do rio do Carmo com o rio Piranga, em Rio Doce, estado de Minas Gerais, e percorre cerca de 850 km de distância até o oceano Atlântico, na região da vila de Regência, no estado do Espírito Santo. Sua denominação em rio Doce é dada a partir da confluência dos rios Piranga e do Carmo, na cidade de Rio Doce/MG (VIGLIO & CUNHA, 2016). Ainda na parte alta da bacia do rio Doce, existem diversas minas de exploração de ferro, manganês e ouro, principalmente na região do Quadrilátero Ferrífero, onde os rios Piranga e do Carmo funcionam como canais receptores de rejeitos e efluentes diversos (VIGLIO & CUNHA, 2016). Outro problema histórico na bacia diz respeito ao baixo índice de cobertura na coleta e tratamento de esgotos. Cerca de 68% do esgoto doméstico gerado pelos municípios desaguam nos cursos d'água, sem nenhum tipo de tratamento. Apenas 44 dos 211 municípios com sede na bacia têm ao menos 30% dos efluentes tratados em relação ao esgoto coletado (PIRH, 2021). Somado a isso, grande parte da região encontra-se desmatada, com cobertura original substituída por pastagens e plantações, e em muitas dessas a cobertura vegetal se encontra em condições degradadas.

5.2 MALHA AMOSTRAL

No âmbito do PMQACH, considerando o período de julho/2024 a julho/2025, foi avaliada a qualidade da água para o consumo humano em 108 pontos de monitoramento distribuídos em 27 municípios da bacia do rio Doce.

Os pontos amostrais são classificados pelo município, por código, sendo a sigla PMQACH procedida de um número, pelo tipo de captação – superficial ou subterrânea, pela forma de abastecimento – Solução Alternativa Coletiva (SAC), Solução Alternativa Individual (SAI) ou Sistema de Abastecimento de Água (SAA), pelo tratamento – com e sem tratamento, e pelo tipo de coleta em relação ao sistema de abastecimento – captação, saída, pós-filtração. As informações dos 108 pontos de monitoramento são apresentadas na **Tabela 5-1**.

Tabela 5-1- Resumo de todos os pontos monitorados no PMQACH, no período de julho/2024 a julho/2025.

Município	Código	Tipo	Tratamento	Forma
Aimorés	PMQACH 01 ⁽¹⁾	Superficial	Com tratamento	SAA
Aimorés	PMQACH 416 ⁽¹⁾	Superficial	Com tratamento	SAA
Alpercata	PMQACH 02	Superficial	Com tratamento	SAA
Aracruz	PMQACH 03	Superficial	Com tratamento	SAA
Aracruz	PMQACH 04	Superficial	Com tratamento	SAA
Aracruz	PMQACH 459	Superficial	Sem tratamento	SAC
Aracruz	PMQACH 460	Superficial	Sem tratamento	SAC
Aracruz	PMQACH 461	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Aracruz	PMQACH 462	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Aracruz	PMQACH 463	Subterrânea	Sem tratamento	SAA
Aracruz	PMQACH 464	Superficial	Sem tratamento	SAA
Aracruz	PMQACH 465	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Aracruz	PMQACH 466	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Aracruz	PMQACH 467	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Aracruz	PMQACH 468	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Aracruz	PMQACH 469	Superficial	Com tratamento	SAC
Aracruz	PMQACH 470	Superficial	Com tratamento	SAC
Baixo Guandu	PMQACH 34	Superficial	Com tratamento	SAA
Baixo Guandu	PMQACH 35	Superficial	Com tratamento	SAA
Barra Longa	PMQACH 36	Superficial	Com tratamento	SAA
Barra Longa	PMQACH 38 ⁽²⁾	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Barra Longa	PMQACH 39 ⁽²⁾	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Belo Oriente	PMQACH 76	Superficial	Com tratamento	SAA
Bugre	PMQACH 414	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Colatina	PMQACH 107	Superficial	Com tratamento	SAA
Colatina	PMQACH 108	Superficial	Com tratamento	SAA
Colatina	PMQACH 109	Superficial	Com tratamento	SAA
Colatina	PMQACH 110	Superficial	Com tratamento	SAA
Colatina	PMQACH 111	Superficial ou Subterrânea	Com tratamento	SAA
Conselheiro Pena	PMQACH 430	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Conselheiro Pena	PMQACH 431	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Conselheiro Pena	PMQACH 433	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Conselheiro Pena	PMQACH 434	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Conselheiro Pena	PMQACH 435	Subterrânea	Sem tratamento	SAI

Município	Código	Tipo	Tratamento	Forma
Conselheiro Pena	PMQACH 436	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Conselheiro Pena	PMQACH 437	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Conselheiro Pena	PMQACH 438	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Conselheiro Pena	PMQACH 439 ⁽⁴⁾	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Dionísio	PMQACH 440	Superficial	Com tratamento	SAA
Fernandes Tourinho	PMQACH 415	Subterrânea	Com tratamento	SAC
Galileia	PMQACH 121	Superficial	Com tratamento	SAA
Governador Valadares	PMQACH 134	Superficial	Com tratamento	SAA
Governador Valadares	PMQACH 135	Superficial	Com tratamento	SAA
Governador Valadares	PMQACH 136	Superficial	Com tratamento	SAA
Governador Valadares	PMQACH 137	Superficial	Com tratamento	SAA
Governador Valadares	PMQACH 138	Superficial	Com tratamento	SAA
Itueta	PMQACH 158	Superficial	Com tratamento	SAA
Linhares	PMQACH 163	Superficial	Com tratamento	SAA
Linhares	PMQACH 164	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Linhares	PMQACH 184	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Linhares	PMQACH 185	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Linhares	PMQACH 190	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 191	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 192	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 193	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 194	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Linhares	PMQACH 197	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 198	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 199	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 200	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 201	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 202	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 203	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 204	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 205	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 206	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 207	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 208	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 211	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 212	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Linhares	PMQACH 214	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Linhares	PMQACH 471	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 472	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 473	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Mariana	PMQACH 230	Superficial	Sem tratamento	SAA
Mariana	PMQACH 238	Superficial	Sem tratamento	SAA
Mariana	PMQACH 246	Superficial	Sem tratamento	SAA
Mariana	PMQACH 417	Superficial	Sem tratamento	SAA

Município	Código	Tipo	Tratamento	Forma
Mariana	PMQACH 423	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Marilândia	PMQACH 253	SUPERFICIAL	Com tratamento	SAC
Marilândia	PMQACH 257	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Periquito	PMQACH 297	Subterrânea e/ou superficial	Com tratamento	SAA
Resplendor	PMQACH 441	Subterrânea	Sem tratamento	SAA
Resplendor	PMQACH 442	Subterrânea	Sem tratamento	SAA
Resplendor	PMQACH 443	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Resplendor	PMQACH 444	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Resplendor	PMQACH 303 ⁽³⁾	Superficial	Com tratamento	SAA
Resplendor	PMQACH 429 ⁽³⁾	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Rio Doce	PMQACH 313	Subterrânea	Sem tratamento	SAA
Rio Doce	PMQACH 314	Subterrânea	Sem tratamento	SAA
Santa Cruz do Escalvado	PMQACH 316	Subterrânea	Sem tratamento	SAA
Santa Cruz do Escalvado	PMQACH 317	Subterrânea	Sem tratamento	SAA
Santana do Paraíso	PMQACH 319	Subterrânea	Com tratamento	SAA
São José do Goiabal	PMQACH 328	Subterrânea	Com tratamento	SAA
São José do Goiabal	PMQACH 329	Subterrânea	Com tratamento	SAA
São Mateus	PMQACH 330	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Sooretama	PMQACH 445	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Sooretama	PMQACH 446	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Sooretama	PMQACH 448	Superficial	Com tratamento	SAA
Sooretama	PMQACH 449	Superficial	Com tratamento	SAA
Sooretama	PMQACH 450	Superficial	Com tratamento	SAA
Timóteo	PMQACH 451	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Timóteo	PMQACH 452	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Timóteo	PMQACH 453	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Timóteo	PMQACH 454	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Timóteo	PMQACH 455	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Timóteo	PMQACH 456	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Timóteo	PMQACH 457	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Timóteo	PMQACH 458	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Tumiritinga	PMQACH 350	superficial	Com tratamento	SAA
Tumiritinga	PMQACH 351	Superficial	Com tratamento	SAA

(1) O ponto PMQACH 416 é referente à coleta da captação do ponto PMQACH 01.

(2) O ponto PMQACH 38 representa a captação, enquanto o ponto PMQACH 39 corresponde à saída de um mesmo sistema de abastecimento.

(3) O ponto PMQACH 429 é uma captação alternativa do ponto PMQACH 303.

(4) O ponto deixou de ser monitorado na campanha 73, conforme solicitação feita pelo morador.

A conformação de pontos apresentada na **Tabela 5-1**, está de acordo com o orientado em Nota Técnica pela extinta CT-Saúde.

5.3 PARÂMETROS ANALISADOS E FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM

No início do PMQACH, os parâmetros eram monitorados com frequências semanal e mensal, para pontos com tratamento, sendo que as coletas semanais eram simplificadas, com análise de apenas 22 parâmetros, enquanto as coletas mensais eram completas, com análise de 78 parâmetros. Os pontos sem tratamento eram monitorados mensalmente.

Após a primeira revisão bianual do PMQACH, a partir de janeiro/2022, os pontos com tratamento passaram a ter periodicidade mensal no período seco (abril a setembro) e quinzenal no chuvoso (outubro a março). Nos pontos sem tratamento, o monitoramento permaneceu ocorrendo mensalmente. Na segunda revisão bianual, no entanto, definiu-se que as amostragens seriam mensais para todos os pontos (tanto durante o período seco, quanto chuvoso), sendo implementada esta nova frequência a partir de janeiro/2024.

Na primeira revisão bianual, os parâmetros orgânicos e os agrotóxicos foram retirados do monitoramento por terem apresentado resultados satisfatórios durante todo o período. A análise de cloro residual livre, ácidos haloacéticos total e trihalometanos total foram mantidas somente na saída dos pontos com tratamento. Os parâmetros alumínio, cobre e ferro dissolvidos passaram a ser analisados somente na captação de águas superficiais em sistema com tratamento. Ademais, foram incluídas análises das variáveis clorofila-a, cianobactérias e cianotoxinas, nos sistemas com tratamento na captação superficial, e na saída de sistemas sem tratamento, quando realizada captação superficial. Também foram incluídas análises de *Cryptosporidium ssp* e *Giargia ssp*, nos pontos com captação superficial quando a média geométrica anual de *E. coli* for maior ou igual a 1.000/100 mL.

Na segunda revisão bianual, foi solicitada a inclusão de parâmetros inseridos pela Portaria GM/MS 888/2021 e que ainda não haviam sido monitorados pelo PMQACH, sendo eles: Ametrina, Atrazina + S-Clorotriazinas (Deetil-Atrazina - Dea, Deisopropil-Atrazina - Dia e Diaminoclorotriazina -Dact), Ciproconazol, Clorotalonil, Difenoconazol, Dimetoato + ometoato, Epoxiconazol, Fipronil, Flutriafol, Hidroxi-Atrazina, Malationa, Metribuzim, Paraquate, Picloram, Propargito, Protioconazol + ProticonazolDestio, Tiametoxam, Tiodicarbe e Tiram.

Além disso, foram incluídos também os parâmetros de agrotóxicos que tiveram o VMP reduzido com a Portaria GM/MS 888/2021 e/ou começaram a ser avaliados conjuntamente (somatório) com novas substâncias, sendo eles: Mancozebe + ETU, Metamidofós + Acefato e Profenofós.

Parâmetros incluídos na segunda revisão bianual foram considerados a partir da campanha de janeiro/2024.

Cabe destacar que as amostras de pós-filtração deixaram de ser realizadas a partir de janeiro/2022, com a primeira revisão do PMQACH, mas foram reintegradas ao monitoramento em janeiro/2024 a fim de se verificar a eficácia dos filtros rápidos dos sistemas de tratamento.

Como o presente relatório aborda o período anterior e posterior às revisões bianuais, o **Quadro 5-1** traz um resumo dos parâmetros monitorados e da frequência de amostragem desde o início do PMQACH.

Quadro 5-1 - Resumo dos parâmetros e frequência de amostragem dos pontos de coleta do PMQACH desde o início do monitoramento.

Sistema	Ponto de coleta	Parâmetro	Frequência
1ª versão do PMQACH (antes da revisão do PMQACH)			
Com Tratamento	Captação e Saída	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde.	Semanal simplificada e mensal completa
Sem tratamento	Saída	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde.	Mensal
A partir da 1ª revisão bianual do PMQACH, em janeiro/2022			
Com tratamento	Captação subterrânea	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos)	Mensal - período seco e quinzenal - período chuvoso
	Captação superficial	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos)	
		Clorofila-a, cianobactérias, cianotoxinas <i>Giardia spp</i> e <i>Cryptosporidium spp.</i> ⁽¹⁾	
	Saída do sistema de abastecimento e solução alternativa	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos)	
Sem tratamento	Saída do sistema de abastecimento e solução alternativa	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos)	Mensal
	Saída de solução alternativa, quando captação superficial	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos)	
		Clorofila-a, cianobactérias, cianotoxinas	
A partir da 2ª revisão bianual do PMQACH, em janeiro/2024			
Com tratamento	Captação subterrânea	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos)	Mensal
	Captação superficial	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos)	
		Clorofila-a, cianobactérias, cianotoxinas <i>Giardia spp</i> e <i>Cryptosporidium spp.</i> ⁽¹⁾	
		Saída do sistema de abastecimento e solução alternativa	
	Pós-filtração (subterrânea e superficial)	Turbidez	
Sem tratamento	Saída do sistema de abastecimento e solução alternativa	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos) Agrotóxicos e pesticidas específicos	Mensal
		Saída de solução alternativa, quando captação superficial	

		Clorofila-a, cianobactérias, cianotoxinas	
--	--	---	--

(1) A avaliação desses parâmetros ocorre em pontos com tratamento de captação superficial, nos quais a média geométrica de *Escherichia coli* ultrapassa o valor de 1000 NMP/mL, conforme descrito na Portaria MS 888/2021.

5.4 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

A avaliação da qualidade da água em função da conformidade frente às legislações aplicáveis foi feita com base na origem e destinação final em relação ao seu uso. Assim, amostras de água coletadas nas saídas ou pós-filtração de pontos amostrais com tratamento, sejam elas superficiais ou subterrâneas, foram avaliadas conforme o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde – PRC nº 5/2017, de 28 de setembro de 2017, uma vez que nestas situações a água já se destina ao consumo humano. Em maio/2021 foi publicada a Portaria GM/MS nº 888, que alterava o anexo XX da Portaria de Consolidação supracitada. Dessa forma, após período de adequações dos laboratórios e do programa, a partir de novembro/2021 teve início a aplicação dos parâmetros e VMP (valor máximo permitido) preconizados pela Portaria GM/MS nº 888.

Nas captações de águas superficiais e subterrâneas (ou seja, água bruta) de pontos com tratamento, a avaliação da qualidade da água foi comparada com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 para água doce classe 2 (águas superficiais) e Anexo I da Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008, conforme a categoria de uso preponderante para consumo humano (águas subterrâneas).

Considerando as amostras de água coletadas em sistemas sem tratamento, sejam elas superficiais ou subterrâneas, a avaliação foi feita frente aos Anexos 1, 9 e 11 e aos artigos nº 29 e 43 da Portaria GM/MS nº 888/2021, uma vez que, mesmo não havendo tratamento, as águas se destinam ao consumo humano.

Um resumo dessa conformação quanto a legislação aplicável encontra-se no **Quadro 5-2**.

Quadro 5-2 – Interpretação dos resultados frente a legislação aplicável, conforme origem e destinação das águas dos pontos de coleta do PMQACH, desde o início do monitoramento.

Existência de tratamento	Tipo de captação (origem da água)	Ponto avaliado	Resolução aplicada
1ª versão do PMQACH (antes da primeira revisão do PMQACH)			
Com tratamento	Superficial	Captação	Anexo XX da PRC n° 5/2017
		Pós-Filtração	Anexo XX da PRC n° 5/2017
		Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017
	Subterrânea	Captação	Anexo XX da PRC n° 5/2017
		Pós-Filtração	Anexo XX da PRC n° 5/2017
		Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017
Sem tratamento	Superficial	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017
	Subterrânea	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017
A partir da 1ª revisão do PMQACH, em janeiro/2022 até a atualidade			
Com tratamento	Superficial	Captação	CONAMA n° 357/2005
		Saída	Portaria MS n° 888/2021
		Pós-Filtração	Portaria MS n° 888/2021
	Subterrânea	Captação	CONAMA n° 396/2008
		Saída	Portaria MS n° 888/2021
		Pós-Filtração	Portaria MS n° 888/2021
Sem tratamento	Superficial	Saída	Portaria MS n° 888/2021
	Subterrânea	Saída	Portaria MS n° 888/2021

5.5 COLETA E ANÁLISE

5.5.1 Acreditação dos laboratórios contratados e subcontratados pela NBR-ISO-17025

Os laboratórios contratados para a coleta e análise das amostras possuem acreditação junto ao INMETRO, de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025 para laboratórios de ensaio. Esta acreditação constitui a expressão formal do reconhecimento da competência de cada laboratório para realizar atividades de ensaios, conforme respectivo Escopo de Acreditação.

As razões sociais de cada laboratório, os códigos de acreditação e as datas do escopo estão resumidos no **Quadro 5-3**. Todos os certificados estão ativos no INMETRO. Foi verificado o escopo de acreditação NBR-ISO 17025:2017 dos laboratórios contratados e subcontratados, no que diz respeito as análises adotadas e os prazos das certificações.

Quadro 5-3 - Laboratórios contratados e subcontratados para a coleta e análise das amostras no período deste relatório, com os respectivos certificados de acreditação.

Razão Social	Nome do Laboratório	Número Acreditação INMETRO	Data da acreditação	Última revisão do escopo
Tommasi Analítica Ltda.	Tommasi Ambiental	CRL 0442	17/09/2010	11/06/2024
Bioagri Ambiental - Matriz	Merieux-Bioagri Ambiental	CRL 0172	20/04/2004	27/10/2023
Bioagri Ambiental – Filial Belo Horizonte	Merieux-Bioagri Ambiental	CRL 0531	14/02/2012	18/06/2024
Bioagri Ambiental – Unidade Serra	Merieux-Bioagri Ambiental	CRL 0696	13/05/2014	15/08/2023
ALS Ambiental Ltda.	ALS Ambiental Ltda.	CRL 0241	18/01/2007	23/07/2024
SGS DO BRASIL Ltda.	SGS do Brasil EHS	CRL 0470	20/12/2010	29/11/2024
Zinia Análises Químicas e Microbiológicas Ltda.	Zínia Ensaios Laboratoriais	CRL 0362	29/06/2009	23/09/2024
Controle Analítico Análises Técnicas Ltda.	Controle Analítico Análises Técnicas	CRL 0353	20/04/2009	20/03/2025

No último ciclo de monitoramento, julho/2024 a julho/2025, dois laboratórios foram responsáveis pelas amostragens do PMQACH. O laboratório ALS, cujas campanhas realizadas foram as do período de julho/2024 a março/2025, conduziu uma série de ensaios interlaboratoriais entre os quais: cianobactérias e parâmetros físico-químicos (cor verdadeira e surfactantes) em água bruta e subprodutos de desinfecção (ácidos haloacéticos, 2,4,6-triclorofenol e trihalometano total) em água potável. Todos estes resultados foram também satisfatórios. O laboratório SGS, atualmente responsável pelas amostragens (desde março/2025), realizou ensaios para pH, condutividade, oxigênio dissolvido, ORP, temperatura, turbidez, metais, sílica e solventes orgânicos. Todos estes resultados foram também satisfatórios.

Os ensaios interlaboratoriais permitem avaliar o desempenho dos laboratórios, evidenciam a obtenção de resultados confiáveis, identificam eventuais problemas com os ensaios e possibilitam ações corretivas e preventivas através de controles internos.

5.5.2 Procedimentos de amostragem e equipamentos de campo e laboratoriais

As técnicas de coleta e análise das amostras seguiram protocolos padronizados e internacionalmente reconhecidos, como o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB & ANA, 2011); ABNT NBR-9898/1987 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores; e o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* - 23ª edição (APHA, 2017).

As metodologias analíticas praticadas atendem também ao artigo nº 22 da Portaria GM/MS nº 888/2021 (o texto foi mantido do Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde):

“Art. 22. As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros previstos neste Anexo devem atender às normas nacionais ou internacionais mais recentes, tais como:

I – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, de autoria das instituições American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF);

II – United States Environmental Protection Agency (USEPA);

III – Normas publicadas pela International Standardization Organization (ISO);

IV – Metodologias propostas pela Organização Mundial à Saúde (OMS).”

Os parâmetros cloro residual livre, turbidez, temperatura da amostra e pH foram mensurados no local (*in situ*), utilizando-se equipamentos portáteis. Para os demais, as amostras foram encaminhadas ao laboratório, respeitando-se os respectivos procedimentos de preservação, conservação e tempo de validade de cada uma das análises. As etapas de planejamento amostral, definição dos pontos de coleta e metodologia aplicada seguiram as diretrizes para o PMQACH estabelecido pelas Deliberações do extinto CIF nº 95, NT nº 10, CIF nº 513, NT nº 54 e CIF nº 707 e NT nº 83 da extinta CT Saúde.

A **Figura 5-1** apresenta imagens ilustrando as coletas manuais.

Figura 5-1- Painel de fotos exemplificando a coleta manual em diversos pontos do PMQACH.



5.5.3 Registros de campo

Os procedimentos de amostragem foram registrados de maneira sistemática em formulários específicos (cadeias de custódia), que foram preenchidos no momento da amostragem. As fichas foram elaboradas para cada ponto amostral e contém: identificação do ponto, tipo e local de coleta, responsável pela coleta, data e hora da amostragem, parâmetros a serem analisados, registros das observações sobre as condições de amostragem, as não conformidades ou anomalias verificadas durante o processo de amostragem, frascos e preservantes utilizados, resultados dos parâmetros físicos e químicos *in situ*, identificação do técnico responsável e acompanhante (**Figura 5-2**).

Os frascos corretamente identificados e os preservantes utilizados foram fornecidos pelos laboratórios responsáveis pelas análises químicas. O material coletado em campo foi devidamente preservado e acondicionado, mantido sob a faixa refrigeração recomendada desde o momento da coleta até a entrega aos laboratórios de análise com as respectivas fichas de campo, contendo a identificação do projeto e as demais informações já listadas acima, atendendo as práticas preconizadas na ABNT NBR-ISO/IEC 17025:2017. Além disso, também nas fichas de campo consta a data e horário da amostragem e a data e horário do recebimento das amostras em laboratório.

A **Figura 5-2** representa o modelo de uma ficha de campo e a Figura o checklist de recebimento das amostras, ambos emitidos pela SGS, laboratório atualmente responsável pelas amostragens e análises do PMQACH. Na ficha, é possível observar detalhes que caracterizam a amostragem, conforme mencionado acima, além dos registros de parâmetros medidos em campo (pH, turbidez e cloro residual livre). No checklist de recebimento é possível observar as condições de recebimento das amostras.

Figura 5-2 - Modelo de ficha de campo utilizada pelo laboratório SGS.

Identificação do projeto, nome, endereço

Identificação do ponto, matriz, data da coleta, resultados mensurados *in situ*, Frascos e armazenamento

Observações e assinaturas

Ficha de Coleta: CA1334/2025
Proposta Comercial: PC93/2025.6

Identificação do Cliente

Cliente: FUNDAÇÃO RENOVIA EM LIQUIDAÇÃO
 Contato: [Redacted]
 Endereço: AIR VETULIO VARGAS, 871 ANDAR TERRERD - SAUVASSE - Itaipava - Minas Gerais - CEP: 38.112-021 - Brasil

CPF/CNPJ: 21.138.907/0001-03
 Email: [Redacted]
 Telefone: [Redacted]

Coletor: Paulo Neumann
 Telefone: [Redacted]

Dados das Amostras						
Amostra	Identificação	Data e Hora da Coleta	pH	Turbidez	Cloro Residual Livre	
82386 - Água Tratada	SAA - Esta Central - Governador Valadares - STM	03/06/25 10:06hrs	6,93	0,82	1,60	

Dados das Embalagens			
Amostra	Identificação	Embalagem e Preservação	Métodos de Análise
82386 - Água Tratada	SAA - Esta Central - Governador Valadares - STM	Vial - Refrigerar a 4°C - 40 mL	Compostos Orgânicos Voláteis (VOC) - Líquidos (SBC)
82386 - Água Tratada	SAA - Esta Central - Governador Valadares - STM	Vial - Refrigerar a 4°C - 40 mL	Compostos Orgânicos Voláteis (VOC) - Líquidos (SBC)
82386 - Água Tratada	SAA - Esta Central - Governador Valadares - STM	Frascos - Refrigerar a 4°C - 250 mL	Pesticidas - Substratado
82386 - Água Tratada	SAA - Esta Central - Governador Valadares - STM	Frascos - Refrigerar a 4°C - 200 mL	Carbopenteno, Nitrito, Nitro
82386 - Água Tratada	SAA - Esta Central - Governador Valadares - STM	Ámbar de Vidro - Refrigerar a 4°C - 100 mL	Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOC) - Líquidos (SBC)
82386 - Água Tratada	SAA - Esta Central - Governador Valadares - STM	Ámbar de Vidro - Analisar assim que possível, refrigerar a 4°C - 250 mL	Óxido e Olor
82386 - Água Tratada	SAA - Esta Central - Governador Valadares - STM	Frasco esterilizado ou balão plástico esteril (pre-enchido) - Transferido de vidro / Refrigerar a 10°C - 100 mL	Coliformes Qualitativo
82386 - Água Tratada	SAA - Esta Central - Governador Valadares - STM	Frasco esterilizado ou balão plástico esteril (pre-enchido) - Transferido de vidro / Refrigerar a 10°C - 100 mL	Coliformes Qualitativo
82386 - Água Tratada	SAA - Esta Central - Governador Valadares - STM	Ámbar de Vidro - 5 mg soro de amêijoas, Refrigerar a 4°C - 250 mL	Atéras Heterotíficas e Delaptes
82386 - Água Tratada	SAA - Esta Central - Governador Valadares - STM	Película - Analisar em campo imediatamente ou refrigerar a 4°C - 250 mL	Turbidez (Colim)
82386 - Água Tratada	SAA - Esta Central - Governador Valadares - STM	Película - Refrigerar a 4°C - 250 mL	Sólidos - Líquidos (SBC)
82386 - Água Tratada	SAA - Esta Central - Governador Valadares - STM	Película - Refrigerar a 4°C - 200 mL	Sólidos Dissolvidos Totais Fina e Filtração (SDF/FV)
82386 - Água Tratada	SAA - Esta Central - Governador Valadares - STM	Película - H2SO4 até pH=2, refrigeração a 4°C - 250 mL	Dureza Total em Água
82386 - Água Tratada	SAA - Esta Central - Governador Valadares - STM	Película - Refrigerar a 4°C - 500 mL	Cloro
82386 - Água Tratada	SAA - Esta Central - Governador Valadares - STM	Película - H2SO4 1:1 até pH=2, refrigerar a 4°C - 250 mL	Nitrogênio Amônio
82386 - Água Tratada	SAA - Esta Central - Governador Valadares - STM	Película - HNO3 1:1 pH=2 - 250 mL	Determinação de Metais Totais - Líquidos (SBC)

Observações:
Captação: Rio Doce local de coleta: Santa do Testamento - Torneira da pia do laboratório

Ficha de Coleta: CA1334/2025
Proposta Comercial: PC93/2025.6

[Redacted]

Profissional
(Coletor)

[Redacted]

Assinatura

Responsável Pela Acompanhamento: [Redacted]

Figura 5-3 - Modelo de checklist de recebimento das amostras utilizado pelo laboratório SGS.

FOR 7.4-1 F5 - Rev.00 – 17/02/2025 ref. PS 7.4-1
Página 1 de 1

INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO

INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO		SIM	NÃO
Amostras recebidas em caixa térmica:		X	
A embalagem estava lacrada?		X	
A preservação estava correta?		X	
Amostras estavam intactas?		X	
A quantidade era suficiente?		X	
Frascos p/ VOC sem bolhas?		X	
Possuem informações de data e hora de coleta?		X	
Possuem os parâmetros a serem analisados?		X	
Amostras fornecidas dentro do prazo de análise?		X	
Rótulos íntegros e legíveis?		X	
Nº de amostras e descrições conferem com a COC?		X	
Os frascos utilizados para as análises são corretos?		X	
Nome do cliente:			
Nº de amostras:			
Responsável pela Inspeção:	[REDACTED]		
Assinatura do responsável:			
Data de recebimento:	04/06/2025		
Hora de recebimento:	10:00		
Termômetro:	EQ2072/24		
Temperatura (°C):	0,9		
Tipo de Embalagem:			
Responsável pelo Registro:			
Assinatura do responsável:			
OBSERVAÇÃO:			
SAA - Eta Central - Governador Valadares - STM			

5.5.4 Limites de detecção e quantificação dos métodos

No período de julho/2024 a julho/2025, foram avaliados os parâmetros indicados no quadro 5-2, de acordo com as respectivas normativas legais. Os anexos da Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelecem os padrões para a potabilidade determinando os valores máximos permitidos para cada parâmetro, enquanto as Resoluções CONAMA nº 357/2005 e 396/2008 apresentam valores máximos para parâmetros de acordo com o enquadramento das águas

superficiais e subterrâneas, respectivamente. O **Quadro 5-4** apresenta os parâmetros químicos avaliados em campo e em laboratório com os respectivos métodos utilizados para a realização das análises, assim como as unidades de medida, limite de detecção (LD) e limite de quantificação (LQ) utilizados pela SGS, laboratório atualmente contratado. No Anexo 4 encontra-se as informações dos dois outros laboratórios que também foram responsáveis pelas amostragens no último ano (julho/2024 a julho/2025).

Quadro 5-4 - Parâmetros químicos monitorados, unidades e medida, limite de detecção (LD) e limite de quantificação (LQ) do método e a metodologia de análise empregadas pelo laboratório SGS, atualmente responsável pelo monitoramento.

Parâmetro	Tipo abastecimento	Unidade	VMP	Normativa	SGS		
					LD	LQ	Metodologia
Ácidos Haloacéticos	Saída - com tratamento	mg/L	0,08	P. GM/MS 888/2021	0,0037	0,011	USEPA 552.3: 2003
Alumínio Total	Captação - subterrânea	µg/L	200	CONAMA 396/2008	1,667	5	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - com tratamento	mg/L	0,2	P. GM/MS 888/2021	0,001667	0,005	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,2	P. GM/MS 888/2021	0,001667	0,005	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
Alumínio dissolvido	Captação - superficial	mg/L	0,1	CONAMA 357/2005	0,0017	0,005	EPA 6020B (2014)
Ametrina	Saída - com e sem tratamento	µg/l	60	P. GM/MS 888/2021	-	5	PO-MA-037
Amônia (como NH ₃)	Captação - subterrânea e superficial	mg/L	-	CONAMA 396/2008 /	0,02	0,06	EPA 350.2 - Nitrogen, Ammonia
				CONAMA 357/2005			
Amônia (como N)	Saída - com e sem tratamento	mg/L	1,2	P. GM/MS 888/2021	0,02	0,06	EPA 350.2 - Nitrogen, Ammonia
Antimônio Total	Captação - superficial	mg/L	0,005	CONAMA 357/2005	0,000333	0,001	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Captação - subterrânea	µg/l	5	CONAMA 396/2008	0,000333	0,001	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - com tratamento	mg/L	0,006	P. GM/MS 888/2021	0,000333	0,001	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,006	P. GM/MS 888/2021	0,000333	0,001	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
Arsênio Total	Captação - superficial	mg/L	0,01	CONAMA 357/2005	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Captação - subterrânea	µg/l	10	CONAMA 396/2008	0,067	0,2	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - com tratamento	mg/L	0,01	P. GM/MS 888/2021	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)

Parâmetro	Tipo abastecimento	Unidade	VMP	Normativa	SGS		
					LD	LQ	Metodologia
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,01	P. GM/MS 888/2021	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
Atrazina + S-Clorotriazinas (DEA, DIA, DACT)	Saída - com e sem tratamento	µg/l	2	P. GM/MS 888/2021	-	2	PO-MA-037
Bário Total	Captação - superficial	mg/L	0,7	CONAMA 357/2005	0,000333	0,001	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Captação - subterrânea	µg/l	700	CONAMA 396/2008	0,333	1	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - com tratamento	mg/L	0,7	P. GM/MS 888/2021	0,000333	0,001	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,7	P. GM/MS 888/2021	0,000333	0,001	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
Cádmio Total	Captação - superficial	mg/L	0,001	CONAMA 357/2005	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Captação - subterrânea	µg/l	5	CONAMA 396/2008	0,067	0,2	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - com tratamento	mg/L	0,003	P. GM/MS 888/2021	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,003	P. GM/MS 888/2021	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
Chumbo Total	Captação - superficial	mg/L	0,01	CONAMA 357/2005	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Captação - subterrânea	µg/l	10	CONAMA 396/2008	0,067	0,2	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - com tratamento	mg/L	0,01	P. GM/MS 888/2021	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,01	P. GM/MS 888/2021	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
Ciproconazol	Saída - com e sem tratamento	µg/l	30	P. GM/MS 888/2021	-	5	PO-MA-037
Cianobactérias	Captação - superficial	cel/mL	10.000	CONAMA 357/2005	0,08	1	Cianobactérias: SM 10200 F
Cloreto	Captação - superficial	mg/L	250	CONAMA 357/2005	0,083	0,25	NBR 13797/1997 - Determinação de Cloretos - Método Titulométrico do Nitrato Mercúrico
	Captação - subterrânea	µg/l	250000	CONAMA 396/2008	83	250	NBR 13797/1997 - Determinação de Cloretos - Método Titulométrico do Nitrato Mercúrico
	Saída - com e sem tratamento	mg/L	250	P. GM/MS 888/2021	0,083	0,25	NBR 13797/1997 - Determinação de

Parâmetro	Tipo abastecimento	Unidade	VMP	Normativa	SGS		
					LD	LQ	Metodologia
							Cloretos - Método Titulométrico do Nitrato Mercúrico
Cloro Residual Livre (Campo)	Saída - com tratamento	mg/L	De 0,2 à 5,0	P. GM/MS 888/2021	0,03	0,1	SMWW 23ª Edição, método 4500-CI G
Clorotalonil	Saída - com e sem tratamento	µg/l	45	P. GM/MS 888/2021	0,01	0,03	EPA Method 8270D (2007)
Cobre Total	Captação - subterrânea	µg/L	2.000	CONAMA 396/2008	0,333	1	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - com tratamento	mg/L	2	P. GM/MS 888/2021	0,000333	0,001	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - sem tratamento	mg/L	2	P. GM/MS 888/2021	0,000333	0,001	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
Cobre Dissolvido	Captação - superficial	mg/L	0,009	CONAMA 357/2005	0,0003	0,001	EPA 6020B (2014)
Coliformes Totais	Saída - com e sem tratamento	Ausência	Ausência em 100mL	P. GM/MS 888/2021	-	-	SMWW, 24ª Edição, Método 9221 D
Coliformes Termotolerantes	Captação - superficial	NMP/100mL	1.000	CONAMA 357/2005	-	1,8	SMWW, 24ª edição, método 9221 E2
	Captação - subterrânea	Ausência	Ausentes em 100mL	CONAMA 396/2008	-	-	SMWW, 24ª edição, método 9221 E2
Cor Aparente	Captação - superficial	CU	-	CONAMA 357/2005	1,67	5	PA 7.2-20 Determinação de Cor Aparente e Cor Verdadeira
	Captação - subterrânea	CU	-	CONAMA 396/2008	1,67	5	PA 7.2-20 Determinação de Cor Aparente e Cor Verdadeira
	Saída - com e sem tratamento	uH	15	P. GM/MS 888/2021	1,67	5	PA 7.2-20 Determinação de Cor Aparente e Cor Verdadeira
Cromo Total	Captação - superficial	mg/L	0,05	CONAMA 357/2005	0,000167	0,0005	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Captação - subterrânea	µg/l	50	CONAMA 396/2008	0,167	0,5	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - com tratamento	mg/L	0,05	P. GM/MS 888/2021	0,000167	0,0005	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,05	P. GM/MS 888/2021	0,000167	0,0005	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
<i>Cryptosporidium spp.</i> ⁽²⁾	Captação - superficial	Oocistos/L	-	CONAMA 357/2005	-	0,1	EPA 816-R-12-001 - 1623.1 - 2012
Difenoconazol	Saída - com e sem tratamento	µg/l	30	P. GM/MS 888/2021	-	5	PO-MA-037

Parâmetro	Tipo abastecimento	Unidade	VMP	Normativa	SGS		
					LD	LQ	Metodologia
Dimetoato + ometoato	Saída - com e sem tratamento	µg/l	1,2	P. GM/MS 888/2021	-	1	PO-MA-037
Dureza Total	Captação - superficial	mg/L	-	CONAMA 357/2005	0,33	1	SMWW, 24ª edição, método 2340C - NBR 12621/1992 Determinação da DurezaTotal pelo Método Titulométrico por EDTA
	Captação - subterrânea	mg/L	-	CONAMA 396/2008	0,33	1	SMWW, 24ª edição, método 2340C - NBR 12621/1992 Determinação da DurezaTotal pelo Método Titulométrico por EDTA
	Saída - com e sem tratamento	mg/L	300	P. GM/MS 888/2021	0,33	1	SMWW, 24ª edição, método 2340C - NBR 12621/1992 Determinação da DurezaTotal pelo Método Titulométrico por EDTA
Epoxiconazol	Saída - com e sem tratamento	µg/l	60	P. GM/MS 888/2021	-	5	PO-MA-037
<i>Escherichia coli</i> ⁽¹⁾	Captação - superficial	NMP/100mL	1.000	CONAMA 357/2005	-	1,8	SMWW, 24ª Edição, Método 9223 B
	Captação - subterrânea	Ausência	Ausentes em 100mL	CONAMA 396/2008	-	-	SMWW, 24ª Edição, Método 9223 B
	Saída - com e sem tratamento	Ausência	Ausentes em 100mL	P. GM/MS 888/2021	-	-	SMWW, 24ª Edição, Método 9223 B
Ferro Total	Captação - subterrânea	µg/L	300	CONAMA 396/2008	3,333	10	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - com tratamento	mg/L	0,3	P. GM/MS 888/2021	0,003333	0,01	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,3	P. GM/MS 888/2021	0,003333	0,01	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
Ferro Dissolvido	Captação - superficial	mg/L	0,3	CONAMA 357/2005	0,0033	0,01	EPA 6020B (2014)
Fipronil	Saída - com e sem tratamento	µg/l	1,2	P. GM/MS 888/2021	-	1	PO-MA-037
Flutriafol	Saída - com e sem tratamento	µg/l	30	P. GM/MS 888/2021	-	5	PO-MA-037
<i>Giardia spp.</i> ⁽²⁾	Captação - superficial	cisto/L	-	CONAMA 357/2005	-	0,1	EPA 816-R-12-001 - 1623.1 - 2012

Parâmetro	Tipo abastecimento	Unidade	VMP	Normativa	SGS		
					LD	LQ	Metodologia
Gosto e Odor	Saída - com e sem tratamento	Intensidade	Máx. 6	P. GM/MS 888/2021	-	-	SMEWW 2170B
Hidroxi-Atrazina	Saída - com e sem tratamento	µg/l	120	P. GM/MS 888/2021	-	5	PO-MA-037
Malationa	Saída - com e sem tratamento	µg/l	60	P. GM/MS 888/2021	0,01	0,03	EPA Method 8270D (2007)
Mancozebe + ETU	Saída - com e sem tratamento	µg/l	8	P. GM/MS 888/2021	-	5	PO-MA-037
Manganês Total	Captação - superficial	mg/L	0,1	CONAMA 357/2005	0,000333	0,001	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Captação - subterrânea	µg/l	100	CONAMA 396/2008	0,333	1	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - com tratamento	mg/L	0,1	P. GM/MS 888/2021	0,000333	0,001	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,1	P. GM/MS 888/2021	0,000333	0,001	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
Mercúrio Total	Captação - superficial	mg/L	0,0002	CONAMA 357/2005	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Captação - subterrânea	µg/l	1	CONAMA 396/2008	0,067	0,2	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - com tratamento	mg/L	0,001	P. GM/MS 888/2021	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,001	P. GM/MS 888/2021	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
Metamidofós + Acefato	Saída - com e sem tratamento	µg/l	7	P. GM/MS 888/2021	-	6	PO-MA-037
Metribuzim	Saída - com e sem tratamento	µg/l	25	P. GM/MS 888/2021	-	5	PO-MA-037
Níquel Total	Captação - superficial	mg/L	0,025	CONAMA 357/2005	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Captação - subterrânea	µg/l	20	CONAMA 396/2008	0,067	0,2	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - com tratamento	mg/L	0,07	P. GM/MS 888/2021	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,07	P. GM/MS 888/2021	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
Nitrato	Captação - superficial	mg/L	10	CONAMA 357/2005	0,07	0,2	SMWW, 24ª edição, método 4500NO3 F
	Captação - subterrânea	µg/L	10.000	CONAMA 396/2008	67	200	SMWW, 24ª edição, método 4500NO3 F
	Saída - com e sem tratamento	mg/L	10	P. GM/MS 888/2021	0,07	0,2	SMWW, 24ª edição, método 4500NO3 F
Nitrito	Captação - superficial	mg/L	1	CONAMA 357/2005	-	0,002	SMEWW, 23ª Ed. 4500-NO2- B

Parâmetro	Tipo abastecimento	Unidade	VMP	Normativa	SGS		
					LD	LQ	Metodologia
	Captação - subterrânea	µg/L	1.000	CONAMA 396/2008	-	2	SMEWW, 23ª Ed. 4500-NO2- B
	Saída - com e sem tratamento	mg/L	1	P. GM/MS 888/2021	-	0,002	SMEWW, 23ª Ed. 4500-NO2- B
Paraquate	Saída - com e sem tratamento	µg/l	13	P. GM/MS 888/2021	-	5	PO-MA-037
pH	Captação - superficial	-	De 6,0 a 9,0	CONAMA 357/2005	-	-	SMWW, 24ª edição, método 4500H+ B
	Captação - subterrânea	-	-	CONAMA 396/2008	-	-	SMWW, 24ª edição, método 4500H+ B
	Saída - com e sem tratamento	-	-	P. GM/MS 888/2021	-	-	SMWW, 24ª edição, método 4500H+ B
Picloram	Saída - com e sem tratamento	µg/l	60	P. GM/MS 888/2021	-	5	PO-MA-037
Profenofós	Saída - com e sem tratamento	µg/l	0,3	P. GM/MS 888/2021	-	0,3	PO-MA-037
Propargito	Saída - com e sem tratamento	µg/l	30	P. GM/MS 888/2021	-	5	PO-MA-037
Protioconazol + ProticonazolDestio	Saída - com e sem tratamento	µg/l	3	P. GM/MS 888/2021	-	2	PO-MA-037
Selênio Total	Captação - superficial	mg/L	0,01	CONAMA 357/2005	0,000333	0,001	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Captação - subterrânea	µg/l	10	CONAMA 396/2008	0,333	1	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - com tratamento	mg/L	0,04	P. GM/MS 888/2021	0,000333	0,001	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,04	P. GM/MS 888/2021	0,000333	0,001	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
Sódio Total	Captação - superficial	mg/L	-	CONAMA 357/2005	0,01667	0,05	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Captação - subterrânea	µg/l	200.000	CONAMA 396/2008	16,67	50	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - com tratamento	mg/L	200	P. GM/MS 888/2021	0,01667	0,05	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - sem tratamento	mg/L	200	P. GM/MS 888/2021	0,01667	0,05	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
Sólidos Dissolvidos Totais	Captação - superficial	mg/L	500	CONAMA 357/2005	3,3	10	SMWW 24ª edição, método 2540C
	Captação - subterrânea	µg/L	1.000.000	CONAMA 396/2008	3300	10000	SMWW 24ª edição, método 2540C
	Saída - com e sem tratamento	mg/L	500	P. GM/MS 888/2021	3,3	10	SMWW 24ª edição, método 2540C
Sulfato	Captação - superficial	mg/L	250	CONAMA 357/2005	-	0,8333	SMWW, 24ª edição, método 4500 SO4 E

Parâmetro	Tipo abastecimento	Unidade	VMP	Normativa	SGS		
					LD	LQ	Metodologia
	Captação - subterrânea	µg/L	250.000	CONAMA 396/2008	-	833,33	SMWW, 24ª edição, método 4500 SO4 E
	Saída - com e sem tratamento	mg/L	250	P. GM/MS 888/2021	-	0,8333	SMWW, 24ª edição, método 4500 SO4 E
Tiametoxam	Saída - com e sem tratamento	µg/l	36	P. GM/MS 888/2021	-	5	PO-MA-037
Tiodicarbe	Saída - com e sem tratamento	µg/l	90	P. GM/MS 888/2021	-	5	PO-MA-037
Tiram	Saída - com e sem tratamento	µg/l	6	P. GM/MS 888/2021	-	1	PO-MA-037
Trihalometanos	Saída - com tratamento	mg/L	0,1	P. GM/MS 888/2021	0,0037	0,011	EPA Method 552.3 (2003)
Turbidez	Captação - superficial	NTU	100	CONAMA 357/2005	0,167	0,5	SMWW, 24ª Edição, Método 2130B
	Captação - subterrânea	NTU	-	CONAMA 396/2008	0,167	0,5	SMWW, 24ª Edição, Método 2130B
	Saída - com e sem tratamento	uT	5	P. GM/MS 888/2021	0,167	0,5	SMWW, 24ª Edição, Método 2130B
Urânio Total	Captação - superficial	mg/L	0,02	CONAMA 357/2005	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Captação - subterrânea	µg/l	15	CONAMA 396/2008	0,067	0,2	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - com tratamento	mg/L	0,03	P. GM/MS 888/2021	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,03	P. GM/MS 888/2021	0,000067	0,0002	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
Zinco Total	Captação - superficial	mg/L	0,18	CONAMA 357/2005	0,001667	0,005	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Captação - subterrânea	µg/l	5.000	CONAMA 396/2008	1,667	5	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - com tratamento	mg/L	5	P. GM/MS 888/2021	0,001667	0,005	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)
	Saída - sem tratamento	mg/L	5	P. GM/MS 888/2021	0,001667	0,005	EPA 200.8 (1994) / EPA 3010A (1992)

(1) O parâmetro *Escherichia coli* será analisado de forma quantitativa (NMP/100 mL) apenas nos pontos com captação superficial. Nos demais pontos será analisado por ausência e presença.

(2) Serão analisados quando for identificada média geométrica anual maior ou igual a 1.000 *Escherichia coli*/100ml.

5.5.5 Laudos analíticos

A **Figura 5-3** representa o modelo de um laudo analítico emitido pela SGS, laboratório atualmente responsável pelas amostragens e análises do PMQACH. No laudo constam informações como a identificação do cliente, nome e endereço do solicitante, localização do

ponto, identificação da amostra, matriz, unidade de medida coerente com a matriz, método de análise dos parâmetros e seus respectivos limites de quantificação quando pertinente. Além disso, ao final de cada laudo, também é apresentado uma declaração de conformidade o qual resume quais parâmetros estiveram acima do limite estipulado pela legislação referente à amostra coletada.

Figura 5-4 - Modelo de laudo analítico utilizado pelo laboratório SGS.

Relatório de Análises 30569/2025.1.A
Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 30569/2025.0
 Proposta Comercial: PC93/2025.14
 Coleta de Amostras: CA1590/2025

Identificação do cliente e endereço

Data de Publicação: 31/10/2025 16:47

Identificação Conta	
Cliente: FUNDAÇÃO RENNOVA EM LIQUIDAÇÃO	CNPJ/CPF: 25.135.507/0001-83
Contato: ██████████	Telefone: -
Endereço: AV GETULIO VARGAS, 671 ANDAR TERREO - SAVASSI - Belo Horizonte - Minas Gerais - CEP: 30.112-021 - Brasil	

Identificação da amostra, data, matriz, códigos e informações da coleta

Nº Amostra: 30569-1/2025.1 - SAA - ETA Sede - Baixo Guandu - STM	
Tipo de Amostra: Água Tratada	Data Recebimento: 01/07/2025 09:20
Data Coleta: 30/06/2025 14:39	Condições Climáticas na Coleta: Céu Claro
Condições Climáticas na Coleta: Céu Claro	Nome do Manancial de Captação: Rio Doce
Aspecto: Limpida	Localidade: Tomreira ligada ao reservatório
Odor da Amostra: Característicos	Latitude: -19.5097
Condições Climáticas nas últimas 24h: Céu Claro	Longitude: -41.0118
Condições Climáticas nas últimas 48h: Céu Claro	

Resultados

Resultados Analíticos							
Amostragem - Ambiental							
Análise	Resultado	Portaria GMMS 888	LQ	LD	Incerteza	Referência	Data Análise
Cloro Residual Livre	1,20 mg/L	Min. 0,2 e Max. 5,0 mg/L	0,10	0,03	-	SMWW 23ª Edição, método 4500-Cl G	30/06/2025
pH	6,83	-	-	-	-	SMWW 24ª edição, método 4500-H B	30/06/2025
Turbidez	1,47000 NTU	Max. 5 NTU	0,50000	0,16700	-	SMWW 24ª Edição, Método 2130B	30/06/2025

Cromatografia Gasosa - Meio-Ambiente							
Análise	Resultado	Portaria GMMS 888	LQ	LD	Incerteza	Referência	Data Análise
Ácidos Halocarbônicos Total	< 0,0037 mg/L	Max. 0,08 mg/L	0,0110	0,0037	-	EPA Method 552.3 (2003)	06/07/2025
Clorotalonil	< 0,030 µg/L	Max. 45,0 µg/L	0,030	0,010	12,63	EPA Method 8270D (2007)	04/07/2025
Malatión	< 0,030 µg/L	Max. 60,0 µg/L	0,030	0,010	11,73	EPA Method 8270D (2007)	04/07/2025
Trialometanos	< 0,0005 mg/L	Max. 0,1 mg/L	0,0005	0,0003	0,0652	EPA Method 8200C (2006), EPA Method 5021A (2003)	04/07/2025

Com as análises finalizadas, os laudos oficiais contendo os resultados são remetidos à Samarco, passando pelos procedimentos de triagem e enviados para o sistema de banco de dados denominado MP5 (MonitorPro 5). Os resultados do monitoramento são disponibilizados por meio de uma plataforma virtual e encaminhados para a Governança estabelecida no Acordo Judicial para Reparação Integral e Definitiva relativa ao rompimento da barragem de Fundão.

5.6 AVALIAÇÃO DA CONSISTÊNCIA DOS DADOS

Para a avaliação geral da consistência dos dados, foram verificadas as técnicas e procedimentos empregados desde a coleta da água até a análise e divulgação dos resultados, visando a garantia e a confiança do processo analítico.

Em relação as amostragens, os colaboradores responsáveis pelos procedimentos de campo foram devidamente capacitados e treinados conforme requisitos do laboratório e as coletas ocorreram com o acompanhamento de representante da secretaria municipal de saúde designada por cada município.

Além dos controles de qualidade indicados ao longo do texto, outro importante indicador de qualidade dos dados gerados diz respeito ao cumprimento das campanhas e das análises de todos os parâmetros previstos no âmbito do PMQACH. A tabela do Anexo 5 sintetiza as principais inconformidades registradas no último ciclo de monitoramento. Após todas as etapas de campo e analítica, os resultados foram consolidados em um banco de dados (BD). Nos laudos analíticos, foi conferido o cumprimento dos requisitos da norma ABNT NBR-ISO/IEC 17025, como por exemplo, identificação do cliente, nome e endereço do solicitante, localização do ponto, identificação da amostra, matriz, unidade de medida coerente com a matriz, método de análise dos parâmetros e seus respectivos limites de quantificação, quando pertinente. Importante destacar que os laudos apresentam as etapas de controle de qualidade laboratorial visando assegurar a validade dos métodos utilizados.

Adicionalmente, foi feita uma avaliação geral no BD a fim de se observar resultados inconsistentes ou não encontrados na natureza, além da verificação de resultados transcritos de maneira incorreta, como por exemplo troca de ponto por vírgula. Foram verificados, também, se os limites de quantificação (LQ) utilizados pelos laboratórios foram iguais ou inferiores aos limites preconizados nas legislações pertinentes (Portaria n° 888/2021, CONAMA n° 357/2005 e CONAMA n° 396/2008), informação necessária para o enquadramento dos resultados. A avaliação demonstrou que, para o período avaliado no relatório, os limites de quantificação praticados pelo laboratório estiveram iguais ou abaixo do preconizado na legislação pertinente.

Vale ressaltar que no início do PMQACH todos os resultados eram comparados com a PRC n° 05/2017, motivo pelo qual os LQs não atendem ao estipulado, principalmente para as Resoluções CONAMA. Somente em 2019 foi solicitado pela extinta CT Saúde que os resultados dos pontos de captação fossem comparados com as Resoluções CONAMA, mas não houve adequação dos parâmetros analisados. A partir de janeiro/2022, com a primeira revisão bianual do PMQACH, os parâmetros foram adequados conforme indicado no **Quadro 5-2**.

5.7 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Relatórios técnicos, tal como o presente documento, estão previstos para serem emitidos ao término da última campanha, contemplando o período de um ano de monitoramento.

A apresentação dos resultados foi feita buscando atender as diretrizes estabelecidas, no que diz respeito a: 1) apresentação gráfica, por município, considerando-se pontos com e sem tratamento, dos parâmetros cujos valores superaram o VMP da legislação aplicável e 2) análises para subsidiar interpretações das concentrações dos parâmetros ao longo do tempo e em função da sazonalidade.

Dessa forma, para atender ao item (1) primeiramente a estrutura dos resultados foi dividida em pontos com tratamento e pontos sem tratamento. Para ambos, foram elaborados gráficos de barra considerando os parâmetros que apresentaram no mínimo uma violação no período de setembro/2018 a julho/2025. Na primeira parte dos resultados é apresentado um gráfico de barras separado pelo período seco e chuvoso, cujo objetivo é avaliar, de modo geral, a influência da sazonalidade nos percentuais de violação. Na sequência são apresentados gráficos de barras para cada ponto de monitoramento, identificando os percentuais de violação na captação e saída do ponto e a forma de captação (SAI, SAC ou SAA). Nestes gráficos é apresentado o *n* total de amostras consideradas, o *n* de violações e o percentual desta relação para cada ciclo do monitoramento pelo PMQACH (2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022, 2022/2023, 2023/2024 e 2024/2025), com enfoque sempre no último ano de monitoramento (2024/2025). Os ciclos anuais foram definidos conforme o cronograma de amostragem:

Ciclo	Período de amostragem
2018/2019	início do PMQACH 17/09/2018 a 16/09/2019
2019/2020	17/09/2019 a março/2020 (paralisação em função da pandemia)
2020/2021	29/06/2020 a 16/07/2021
2021/2022	17/07/2021 a 16/07/2022
2022/2023	17/07/2022 a 16/07/2023
2023/2024	17/07/2023 a 16/07/2024
2024/2025	17/07/2024 a 16/07/2025

No item (2), para avaliação da temporalidade e sazonalidade dos parâmetros qualitativos *E. coli* e coliformes totais foram apresentados gráficos contendo a série histórica dos resultados qualitativos da presença destes contaminantes no universo amostral, considerando cada mês de amostragem. Adicionalmente é informado o percentual de violação no rótulo do gráfico. Foram considerados todos os resultados, dividindo apenas pelo tipo de captação (superficial

ou subterrânea). Para os demais parâmetros, para avaliar as variações temporais e sazonais (período chuvoso e seco) ao longo do monitoramento de setembro/2018 a julho/2025, foram realizadas análises estatísticas considerando os ciclos avaliados (2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022, 2022/2023, 2023/2024 e 2024/2025) e período sazonal, chuvoso e seco. A referência para o período chuvoso seguiu o estabelecido no Termo de Referência do Plano de Ações para Período Chuvoso, de competência do Grupo de Acompanhamento Técnico do extinto CIF, tendo sido realizadas entre 01 de outubro e 01 de abril de cada ciclo chuvoso.

As análises estatísticas foram desenvolvidas por parâmetros utilizando os testes Kruskal-Wallis e Wilcoxon com nível de significância de 5%. Os parâmetros considerados para os testes foram aqueles que apresentaram maiores percentuais de frequência de quantificação (pelo menos 40% de dados quantificados). Os registros abaixo do LQ foram considerados como os próprios valores de LQ sem o sinal “<”. Os resultados foram interpretados criticamente ponderando a frequência de dados abaixo do LQ ou as próprias variações no LQ ao longo do monitoramento. Portanto, somente resultados claros de aumento ou redução ao longo dos anos ou períodos sazonais foram levados em consideração. Os resultados das análises estatísticas foram representados em tabelas contendo sinais em cores que indicam se os valores de determinado parâmetro no último período avaliado (2024/2025) foram maiores, menores ou não claros em relação aos anos anteriores. A avaliação sazonal (i.e., comparação entre período chuvoso e seco) foi realizada considerando todos os dados coletados durante o período chuvoso comparados a todos os dados coletados durante o período seco. A representação, neste caso, foi realizada em tabelas contendo círculos azuis que significam que os dados de determinado parâmetro, em determinado ponto, foram mais elevados durante o período chuvoso e círculos amarelos que significam que os dados foram mais elevados durante o período seco.

Embora os resultados apresentados no relatório contemplem todo o histórico do PMQACH, as discussões foram voltadas para o período anual avaliado neste relatório que vai de julho/2024 a julho/2025.

6 RESULTADOS

No presente item são apresentados os resultados obtidos no âmbito do monitoramento do PMQACH, período de setembro de 2018 a julho de 2025. Foi dado enfoque no último ano do monitoramento, período avaliado neste relatório, que compreendeu os meses de julho de 2024 a julho de 2025. O banco de dados completo avaliado encontra-se no Anexo 1.

O item encontra-se dividido por município, considerando-se pontos amostrais com e sem tratamento de água. Em cada item foi abordado: 1) Ocorrência de violações das legislações vigentes; e 2) Avaliação temporal e sazonal.

Para avaliação das violações, foram considerados nos gráficos todos os parâmetros que apresentaram ao menos uma violação ao longo de todo o período monitorado. Primeiramente, é apresentado um gráfico com os resultados gerais das violações, considerando todos os pontos, divididos pelo período chuvoso e seco. Na sequência são apresentados gráficos detalhados por ponto, captação e saída e tipo de sistema ou solução de abastecimento (SAI, SAC ou SAA) divididos pelos ciclos de monitoramento (2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022, 2022/2023, 2023/2024 e 2024/2025), contendo informações do número total de amostras do período, número de amostras que superaram o limite da legislação e rótulo do gráfico, contendo informação do percentual de violação. A tabela completa de violações apresentadas neste item pode ser consultada no Anexo 2.

Para avaliação da temporalidade e sazonalidade os parâmetros *E. coli* e coliformes totais foram apresentados através de gráficos contendo a série histórica dos resultados qualitativos da presença destes elementos no universo amostral, considerando cada mês de amostragem. Adicionalmente é informado o percentual de violação no rótulo do gráfico. Foram considerados todos os resultados, dividindo apenas pelo tipo de captação (superficial ou subterrânea). Para os demais parâmetros foram feitas análises estatísticas com aqueles que apresentaram pelo menos 40% de dados quantificados (ou seja, maiores do que o LQ), além de ter sido considerado também parâmetros relevantes no contexto da bacia. Os resultados das análises estatísticas foram representados em tabelas contendo sinais em cores que indicam se os valores de determinado parâmetro no último período avaliado (2024/2025) foram maiores (seta vermelha para cima), menores (seta verde para baixo) ou não claros (i.e., inconsistentes; traço amarelo) em relação aos anos anteriores (**Figura 6-1**). Portanto, o símbolo indicado na tabela significa que um padrão de aumento, redução ou inconsistência foi observado para determinado parâmetro em determinado ponto no último ciclo avaliado em comparação aos anos anteriores. A avaliação sazonal (i.e., comparação entre período chuvoso e seco) foi

realizada comparando os dados coletados no período chuvoso com os dados coletados durante o período seco, considerando todo o período de monitoramento. A representação, neste caso, foi realizada em tabelas contendo círculos azuis que significam que os dados de determinado parâmetro, em determinado ponto, foram mais elevados durante o período chuvoso e círculos amarelos que significam que os dados foram mais elevados durante o período seco (**Figura 6-1**).

Figura 6-1 - Exemplo genérico das figuras utilizadas para representação gráfica das avaliações estatísticas.

	Parâmetro 1	Parâmetro 2	Parâmetro 3	Parâmetro 4	Parâmetro 5
PMQACH XX	↓	↑		↑	↑
PMQACH XY		↓	↓		

	Parâmetro 1	Parâmetro 2	Parâmetro 3	Parâmetro 4
PMQACH XX	●	●	●	
PMQACH XY		●		●

Alguns parâmetros avaliados permaneceram abaixo do limite de quantificação dos respectivos métodos ao longo de todo o monitoramento, ou apresentaram apenas quantificações pontuais (no máximo três ocorrências durante o período). Isso foi observado especialmente para agrotóxicos e orgânicos, com exceção dos ácidos haloacéticos, trihalometanos totais, cloramina total e atrazina. Além desses, os parâmetros cádmio dissolvido, mercúrio dissolvido, selênio dissolvido, sulfetos (como H₂S não dissociado) e as cianotoxinas investigadas (microcistinas e saxitoxinas) também permaneceram abaixo do limite de quantificação em todos os municípios. Embora não tenham apresentado todos os resultados abaixo do limite de quantificação, os parâmetros antimônio (total e dissolvido), arsênio dissolvido, cádmio total, chumbo (total e dissolvido), clorofila, cromo (total e dissolvido), mercúrio total, níquel (total e dissolvido), selênio total, sulfeto, surfactantes, urânio (total e dissolvido) e os parâmetros biológicos *Giardia spp.* e *Cryptosporidium spp.* apresentaram mais de 90% dos resultados abaixo do LQ.

Os parâmetros cianeto, cobre total e fenóis totais, apesar de quantificados, não apresentaram resultados acima de seus respectivos limites das legislações aplicáveis. Vale destacar que, na saída e ou/captação, os parâmetros bromato, aldrin + dieldrin, DDT + DDD + DDE e endrin apresentaram alguns valores de LQ superiores ao limite da legislação aplicável e, portanto, não foram considerados como violação. Isso aconteceu pois no início do PMQACH todos os resultados eram comparados com a PRC n° 05/2017, motivo pelo qual os LQs não atendem

ao estipulado na Resolução CONAMA. Somente em 2019 foi solicitado que os resultados dos pontos de captação fossem comparados com as Resoluções CONAMA, mas não houve adequação dos parâmetros analisados. A partir de janeiro/2022, com a primeira revisão bianual do PMQACH, os parâmetros foram adequados.

Considerando todos os dados de captação superficial, os parâmetros que apresentaram maiores percentuais de violação foram coliformes termotolerantes, *E. coli*, alumínio dissolvido, ferro dissolvido, manganês total e turbidez (**Figura 6-2**). Os demais parâmetros apresentaram percentuais totais inferiores ou iguais a 5% (**Figura 6-2**). Os dados de captação subterrânea, apresentaram maiores percentuais de violação para os parâmetros ferro total, manganês total, bário total, coliformes termotolerantes e alumínio total. Os demais parâmetros apresentaram percentuais totais inferiores ou iguais a 8% (**Figura 6-3**).

Figura 6-2 - Percentual total de violação dos parâmetros avaliados na captação superficial dos pontos amostrais do PMQACH no período de setembro/2018 a julho/2025.

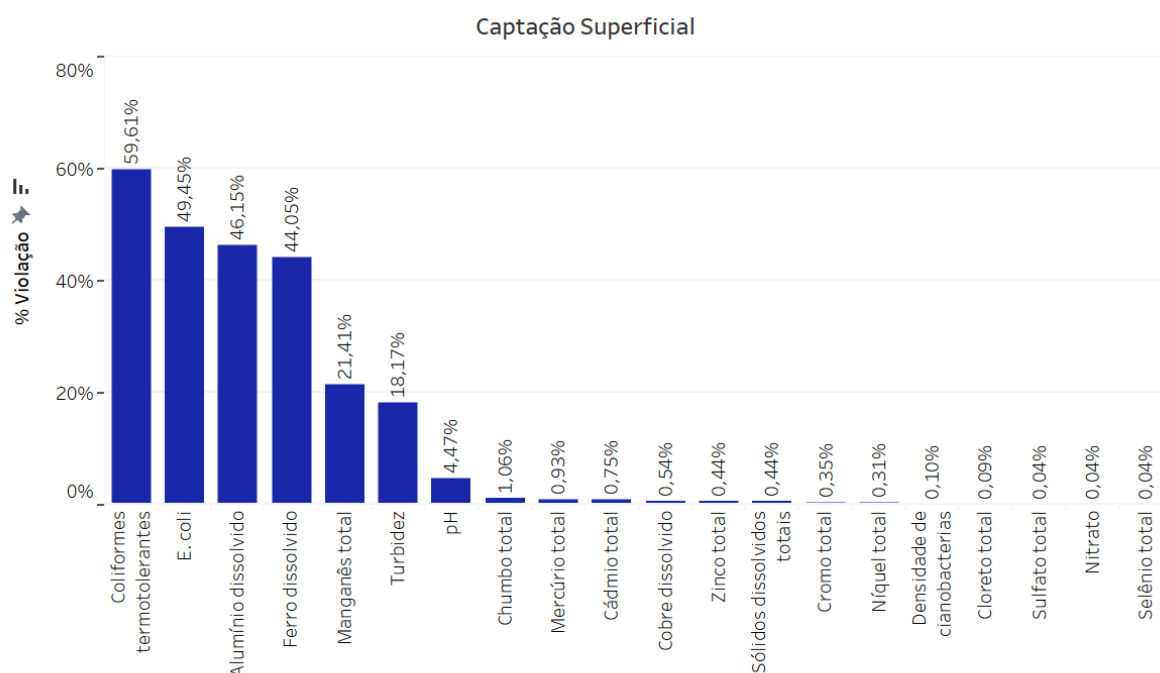
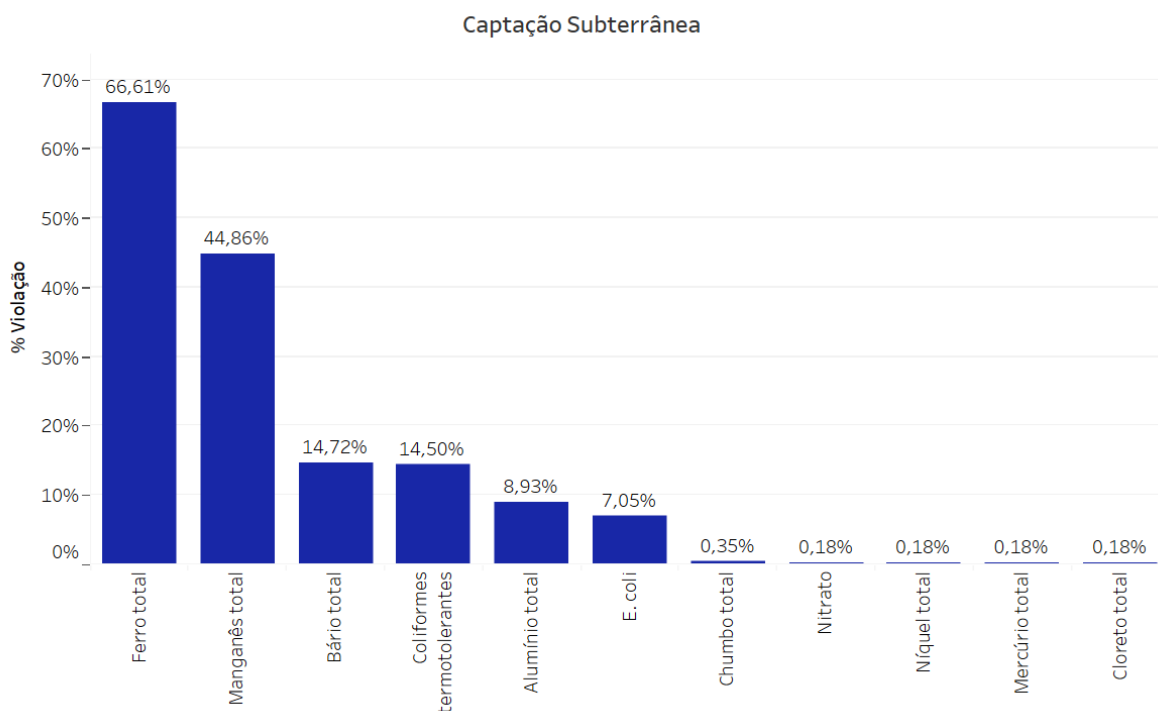


Figura 6-3 - Percentual total de violação dos parâmetros avaliados na captação subterrânea dos pontos amostrais do PMQACH no período de setembro/2018 a julho/2025.



Considerando os dados de saída, é possível observar padrões diferentes em termos de percentuais totais de violação quando se trata de pontos com ou sem tratamento de água. Os dados de saída sem tratamento apresentaram como parâmetros mais importantes: cloro residual livre, coliformes totais, ferro total, cor aparente, *E. coli*, pH, turbidez, gosto e odor, alumínio total, manganês total, e bactérias heterotróficas. Os demais parâmetros apresentaram percentuais totais $\leq 6\%$ (**Figura 6-4**). Já considerando os dados com tratamento de água, os parâmetros mais importantes foram, cloro residual livre, coliformes totais, alumínio total, trihalometanos totais, pH e manganês total, sendo os demais com percentuais totais $\leq 5\%$ (**Figura 6-5**). Vale destacar os parâmetros cloro residual livre e coliformes totais apresentaram violações em ambos os casos, porém os percentuais totais de violação foram mais elevados considerando os dados sem tratamento. No caso de cloro residual livre, o percentual foi de 12,33% para pontos com tratamento e 91,18% para pontos sem tratamento (**Figura 6-4**, **Figura 6-5**). No caso de pontos sem tratamento, as violações ocorreram especialmente por concentrações inferiores a faixa do limite legal. Reforça-se, no entanto, que com a primeira revisão bianual do PMQACH, a partir de janeiro de 2022 o cloro residual livre deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento. Os elevados percentuais de violação observados referem-se ao período pretérito à esta revisão. Em pontos com tratamento,

também houve ocasiões em que o limite superior foi ultrapassado. Em relação ao parâmetro coliformes totais, o percentual de violação total foi de 8,98% para pontos com tratamento e de 74,18% para pontos sem tratamento (**Figura 6-4, Figura 6-5**). Esses dados gerais demonstram a importância do tratamento para a melhora da qualidade da água, especialmente em relação à contaminação microbiológica, percentual de sólidos representados pela turbidez e cor aparente. No entanto, os percentuais de violação de cloro residual livre, coliformes totais e *E. coli* em pontos com tratamento demonstram a necessidade de revisão da operação para ajustes da concentração de cloro aplicada para desinfecção. O parâmetro alumínio total não apresentou diferença entre os pontos sem e com tratamento, permanecendo em percentuais relativamente próximos, 12,99% e 8,22%, respectivamente. Apesar de apresentar percentual de violação inferior ao de pontos sem tratamento, os pontos com água tratada podem apresentar concentrações residuais de alumínio devido ao uso de coagulantes à base de sais de alumínio durante o processo de tratamento (ROSALINO, 2011). Além disso, também é possível notar maiores percentuais de violação nos dados com tratamento para os parâmetros ácidos haloacéticos, trihalometanos totais e fluoreto (**Figura 6-5**). O tratamento da água pode resultar em subprodutos que são formados pela reação entre matéria orgânica e cloro, como os ácidos haloacéticos e trihalometanos (FERREIRA FILHO & SAKAGUTI, 2008; LIMA, 2014; SILVA & MELO, 2015), como também resultar em concentrações residuais do íon fluoreto oriundo do processo de fluoretação (FRAZÃO, PERES & CURY, 2011). Portanto, a instalação, manutenção e operação adequada dos processos de tratamento podem auxiliar ao atendimento integral dos limites legais de potabilidade.

Figura 6-4 - Percentual total de violação dos parâmetros avaliados na saída dos pontos amostrais sem tratamento do PMQACH no período de setembro/2018 a julho/2025.

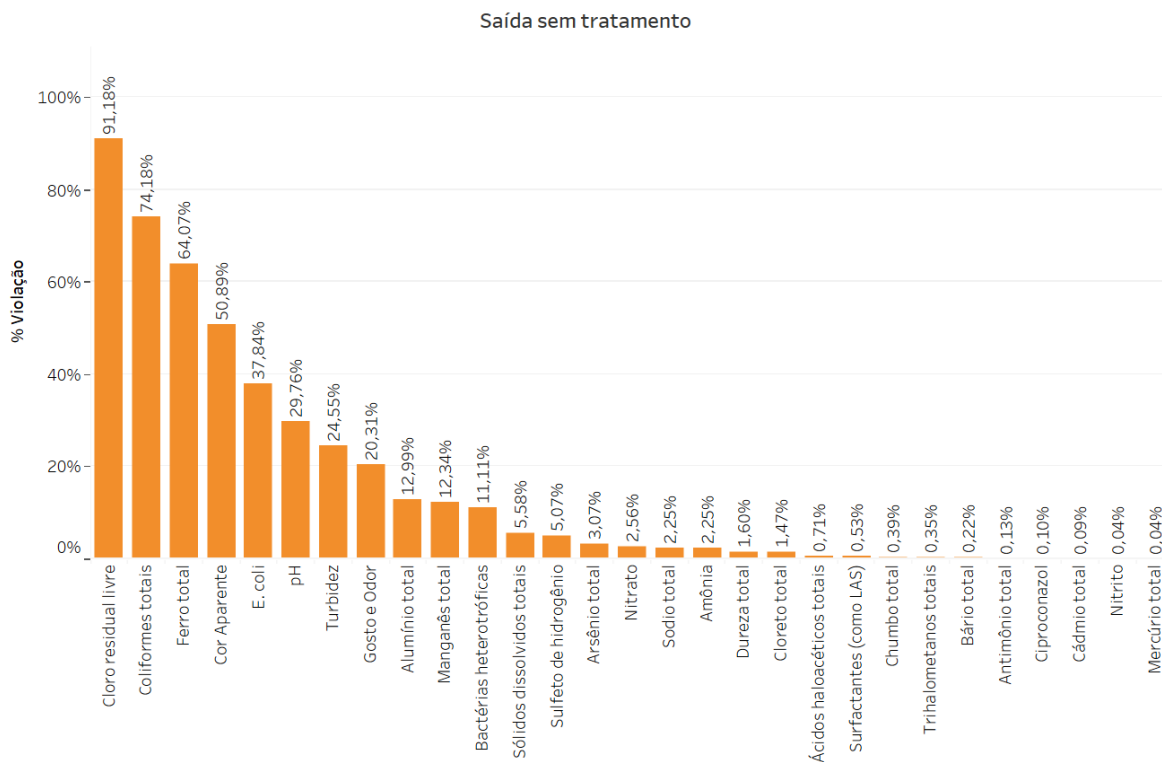
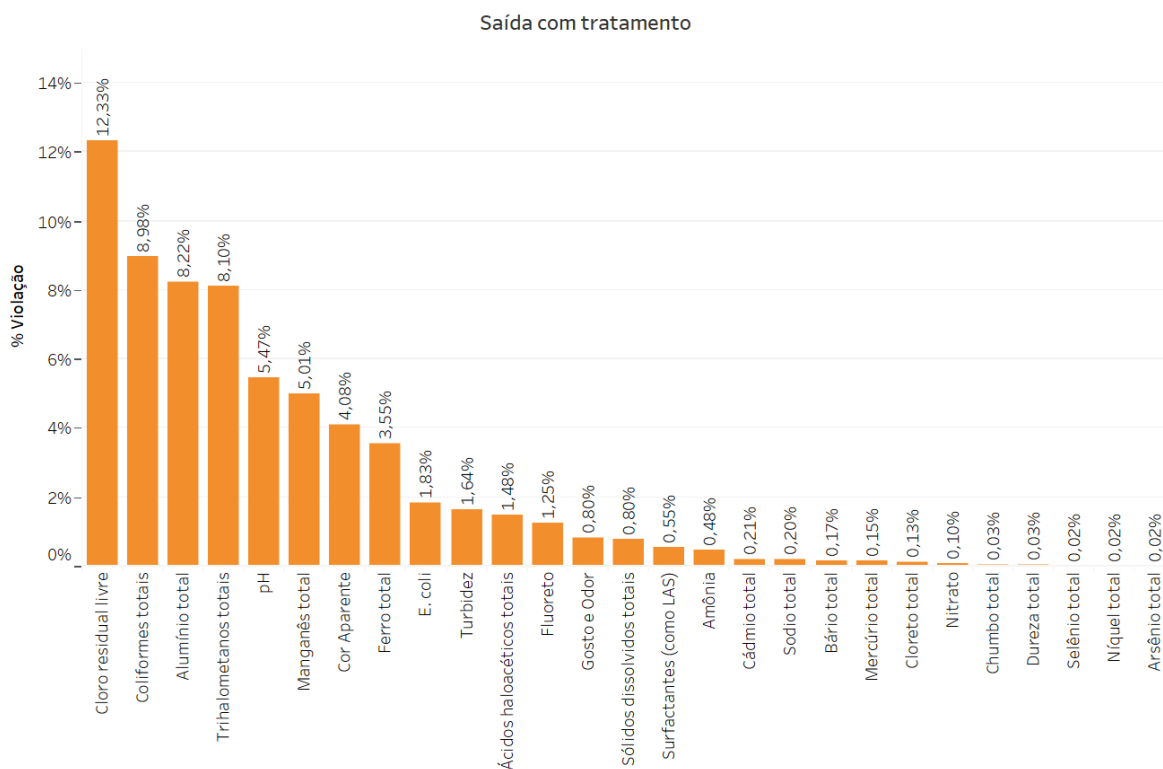


Figura 6-5 - Percentual total de violação dos parâmetros avaliados na saída dos pontos amostrais com tratamento do PMQACH no período de setembro/2018 a julho/2025.



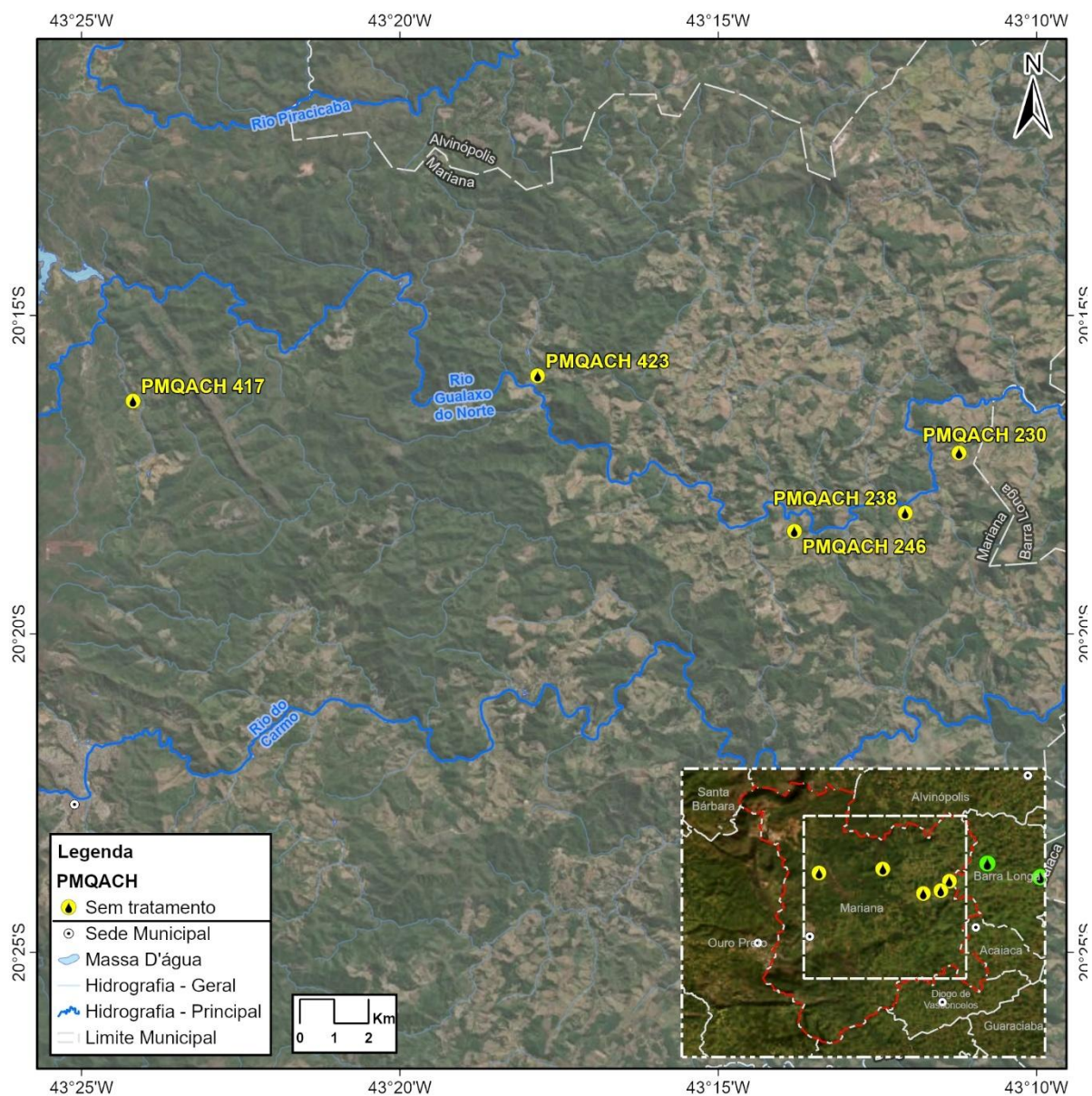
6.1 MARIANA

No município de Mariana-MG, foram considerados os 05 (cinco) pontos de monitoramento, sendo 04 (quatro) do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e 01 (um) do tipo Solução Alternativa Coletiva (SAC) (**Figura 6-6** e **Quadro 6-1**). Estes pontos não apresentam tratamento de água.

Quadro 6-1 - Características dos pontos do município de Mariana considerados no presente relatório.

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 230	Superficial	SAA	Não	Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 238	Superficial	SAA	Não	Saída		Ativo
PMQACH 246	Superficial	SAA	Não	Saída		Ativo
PMQACH 417	Superficial	SAA	Não	Saída		Ativo
PMQACH 423	Subterrânea	SAC	Não	Saída		Ativo

Figura 6-6 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Mariana-MG.



6.1.1 Pontos sem tratamento

6.1.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

No município de Mariana, considerando todos os sistemas de abastecimento, os parâmetros que registraram maiores percentuais de violação aos limites aplicáveis foram cloro residual livre, coliformes, ferro total, cor aparente e *Escherichia coli*, sendo que os percentuais destes parâmetros tiveram pequena variação entre o período chuvoso e seco (**Figura 6-7**). As violações observadas para o cloro residual livre foram, no geral, com resultados abaixo da faixa do limite estabelecido na legislação, o que era esperado visto que os pontos de monitoramento do município não apresentam tratamento de água. Reforça-se, no entanto, que a partir de janeiro/2022 com a primeira revisão bianual do PMQACH, o parâmetro cloro residual livre deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento. Os elevados percentuais observados referem-se ao período pretérito a esta revisão.

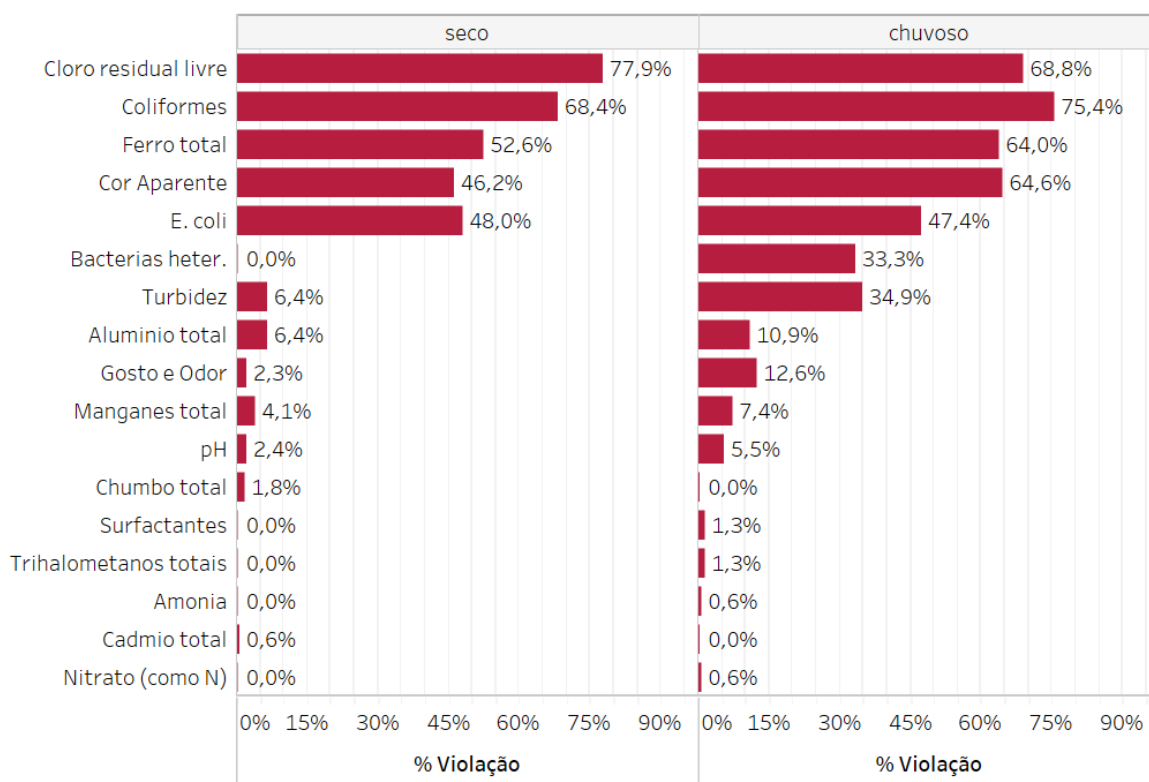
Os metais como ferro, alumínio e manganês, presentes na composição dos rejeitos da barragem, também possuem ocorrência natural na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Ferro total apresentou 52,6% de violação no período seco e 64% no período chuvoso. Alumínio e manganês apresentaram violações pontuais entre os pontos monitorados: o alumínio total teve percentual total de violação de 6,4% na estação seca e 10,9% na estação chuvosa, enquanto o manganês apresentou 4,1% no período seco e 7,4% no período chuvoso. Os maiores percentuais de violação da turbidez foram observados no período chuvoso (34,9%) em relação ao período de seca (6,4%) (**Figura 6-7**). Maiores concentrações desses parâmetros estão relacionadas com o aumento da pluviosidade, especialmente em corpos hídricos superficiais, refletindo tanto o maior aporte de partículas carregadas pela água da chuva, como a possível ressuspensão de material sedimentado.

De maneira geral, verificou-se a presença de coliformes totais e *E. coli* em todo período monitorado. A presença *E. coli* nas amostras indica relação com contaminação fecal da água provenientes de esgoto doméstico ou criação de animais. Embora contemple um grande grupo de bactérias de vida livre que podem ocorrer naturalmente no solo, na água e em plantas, a presença de coliformes também é em alerta para possível exposição da fonte a focos de poluição ou contaminação. O Plano Integrado da Bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021), apontou coliformes como parâmetro prioritário para busca de soluções. A ausência de tratamento do esgoto doméstico gerado pelos municípios da bacia do rio Doce (aproximadamente 68% do esgoto é lançado diretamente nos cursos d'água) é um problema histórico na bacia (PIRH Doce, 2021). O município de Mariana, segundo os dados do IBGE (2022), apresenta cerca de 78% de esgotamento sanitário adequado. No entanto, a taxa de

esgotamento sanitário não reflete sua eficiência, ou seja, caso o tratamento seja ineficiente, o efluente ainda terá a presença de matéria orgânica e patógenos, tendo como consequência o lançamento deles nos recursos hídricos. Em áreas rurais, a contaminação fecal pode estar associada à criação de animais, pontos de captação em áreas inapropriadas ou proximidade a fossas. Nesse contexto de contaminação microbiológica, é importante que as águas destinadas ao consumo humano possuam a adição de cloro, com o objetivo de reduzir os riscos desses patógenos à saúde humana (CETESB, 2017).

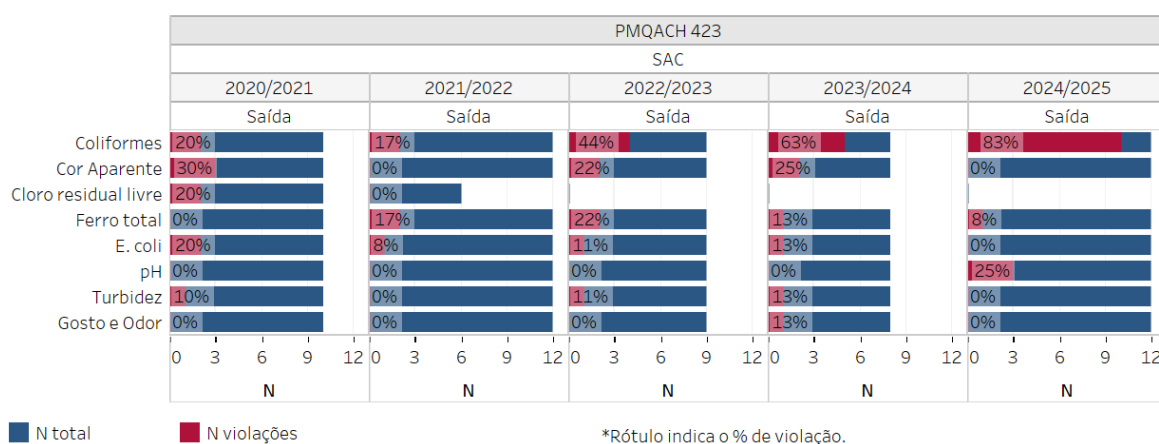
Os parâmetros chumbo total, surfactantes, trihalometanos, amônia, cádmio total e nitrato apresentaram baixos percentuais de violação (≤ 2) (Figura 6-7).

Figura 6-7 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Mariana no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



O ponto PMQACH 423 é do tipo SAC e com captação subterrânea. Neste ponto o parâmetro coliformes vem apresentando, desde o início do monitoramento, aumento no percentual de violação nas amostras, com registro de 83% no último ciclo (10 de 12 amostras) (**Figura 6-8**). Ferro total apresentou violação pontual de 8% em 2024/2025 (1 de 12 amostras) e pH registrou desconformidade pela primeira vez no monitoramento com violação em 25% das amostras do último ciclo (3 de 12 amostras) (**Figura 6-8**).

Figura 6-8 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 423, localizado no município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

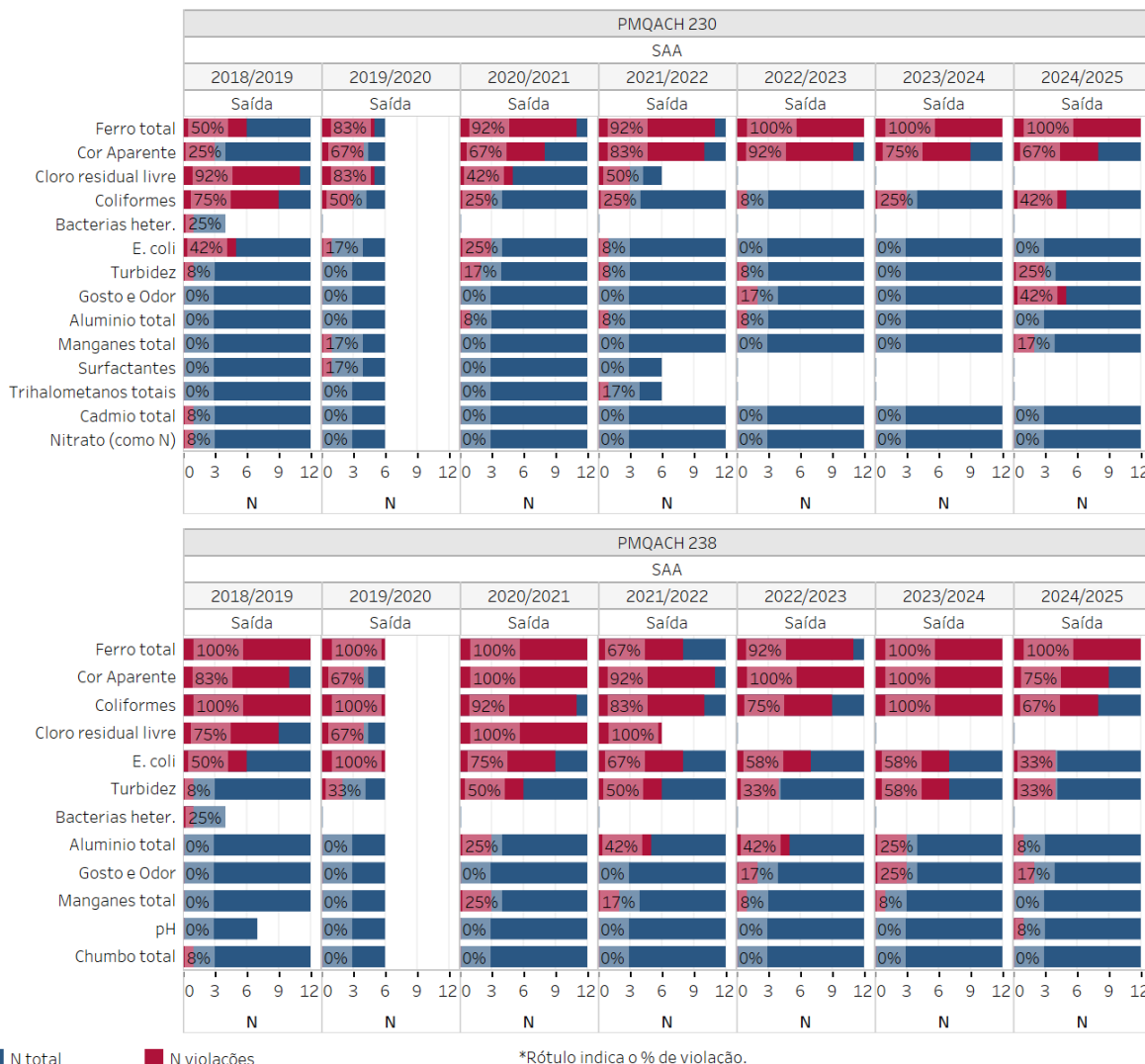
Os pontos PMQACH 230 e PMQACH 238 possuem captação superficial e são do tipo SAA.

No ponto PMQACH 230, ferro total apresentou 100% das amostras do último ciclo com concentrações acima da legislação aplicável (12 amostras), mantendo o padrão observado nos dois ciclos anteriores (**Figura 6-9**). Cor aparente apresentou pequena redução no percentual de violação de 2024/2025 (67%, 8 de 12 amostras) em relação ao ciclo anterior. Por outro lado, coliformes apresentou aumento no percentual de violação, com 42% de amostras acima do limite legal (5 de 12 amostras) (**Figura 6-9**). Destacam-se ainda parâmetros que não apresentaram violação em 2023/2024, mas que registraram amostras em desconformidade com a legislação no último ciclo, sendo eles turbidez (25%, 3 de 12 amostras), gosto e odor (42%, 5 de 12 amostras) e manganês total (17%, 2 de 12 amostras) (**Figura 6-9**).

Em PMQACH 238, ferro total apresentou 100% de violação no ciclo 2024/2025 (todas as 12 amostras), similar ao histórico de períodos anteriores (**Figura 6-9**).

Em 2024/2025 o parâmetro cor aparente registrou 75% de violação nas amostras do período (9 de 12 amostras), coliformes 67% (8 de 12 amostras), *E. coli* e turbidez 33% (4 de 12 amostras), alumínio total 8% (1 de 12 amostras) e gosto e odor 17% (2 de 12 amostras). Estes resultados representaram uma redução no percentual de violação de 2024/2025 em relação ao ciclo anterior. O parâmetro pH registrou desconformidade pela primeira vez no monitoramento com violação em 8% das amostras do último ciclo (1 de 12 amostras) (**Figura 6-9**).

Figura 6-9 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 230 e PMQACH 238, localizados município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos PMQACH 246 e PMQACH 417 também possuem captação superficial e abastecimento tipo SAA (**Figura 6-10**).

Em PMQACH 246 no período de 2024/2025, embora tenha sido registrada discreta redução no percentual de violação para o parâmetro coliformes (92%, 11 de 12 amostras), o resultado é tão elevado quanto aqueles observados em ciclos anteriores (**Figura 6-10**). Houve redução no percentual de violação de 2024/2025 também para cor aparente (58%, 7 de 12 amostras), sendo o menor percentual observado em todo período de monitoramento (**Figura 6-10**). *E. coli* manteve, em 2024/2025, mesmo percentual de violação do período anterior (83%, 10 de 12 amostras) (**Figura 6-10**). Foi registrado aumento no percentual de violação de 2024/2025 para os parâmetros ferro total (75%, 9 de 12 amostras), turbidez (50%, 6 de 12 amostras), manganês total (25%, 3 de 12 amostras), alumínio total (17%, 2 de 12 amostras) e gosto e odor (33%, 4 de 12 amostras). O parâmetro pH registrou desconformidade pela primeira vez no monitoramento com violação em 8% das amostras do último ciclo (1 de 12 amostras) (**Figura 6-10**).

Em PMQACH 417, em 2024/2025, coliformes registrou 100% das amostras do período acima do limite legal (12 amostras), padrão similar ao de períodos anteriores (**Figura 6-10**). *E. coli* registrou aumento no percentual de violação do último ciclo (75%, 9 de 12 amostras), em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-10**). O parâmetro pH manteve o mesmo percentual de violação nos últimos dois ciclos (17%, 2 de 12 amostras) assim com gosto e odor (8% nos últimos dois ciclos, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-10**).

Figura 6-10 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 246 e PMQACH 417 localizados no município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.



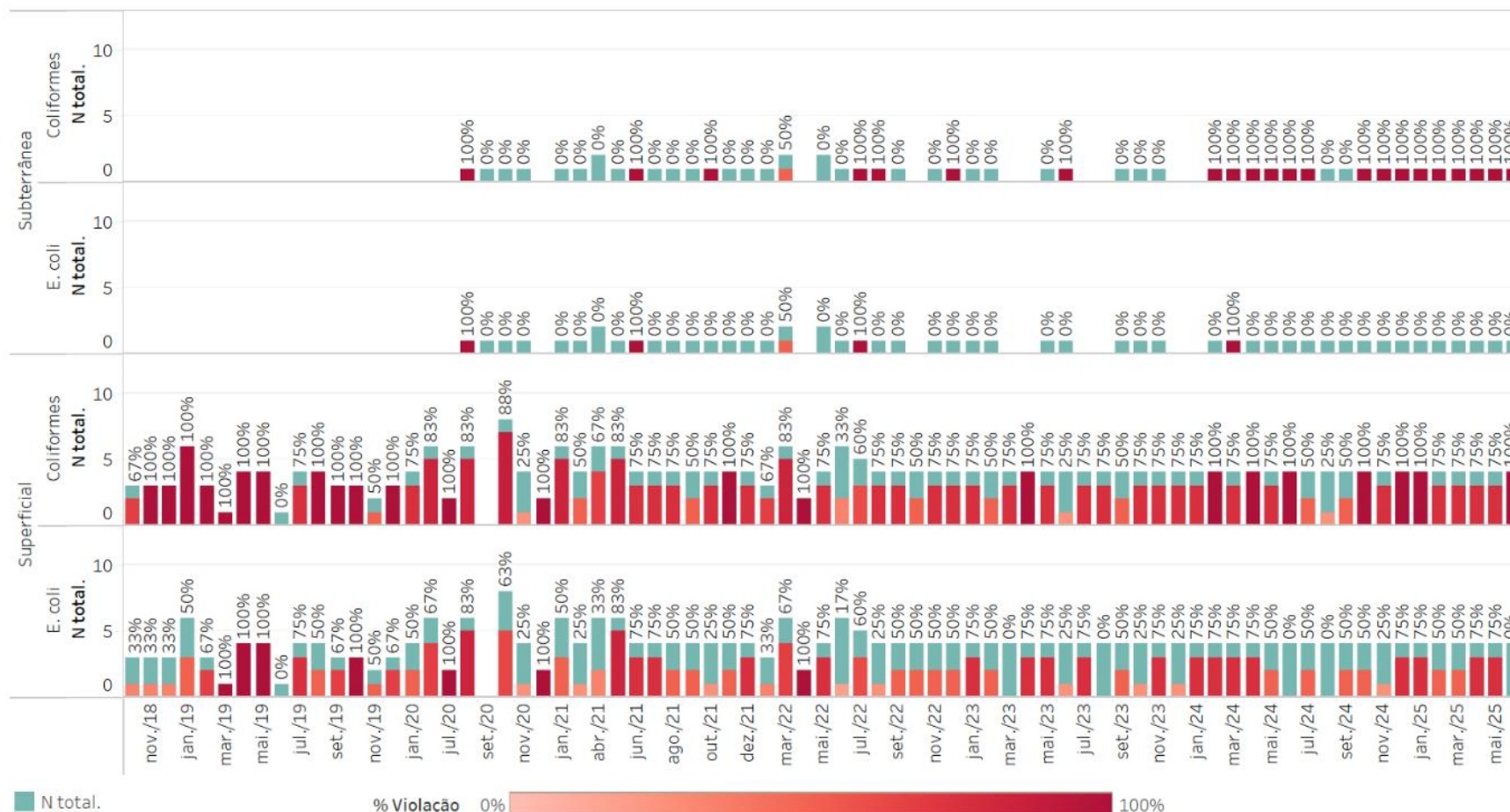
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.1.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Em águas subterrâneas, quando avaliado o último ciclo de monitoramento, julho/2024 a julho/2025, observa-se a presença de coliformes em 10 das 12 campanhas de monitoramento, enquanto para *E. coli*, no mesmo período, não houve registro.

De modo geral, em águas superficiais, foi observada a presença de contaminante microbiológico, *E. coli* e coliformes totais, ao longo de todo o período monitorado. No último ciclo de monitoramento, julho/2024 a julho/2025, somente no mês de agosto/2024 e junho/2025 não foi detectada a presença de *E. coli* (**Figura 6-11**). Não foi possível observar padrões sazonais (período chuvoso e seco) ou tendências temporais de aumento ou redução dessas ocorrências em águas subterrâneas ou superficiais (**Figura 6-11**).

Figura 6-11 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Mariana.



A análise temporal dos pontos localizados no município de Mariana evidenciou diferenças significativas ($p < 0,05$) no ciclo atual (2024/2025) em relação aos ciclos anteriores. No ponto PMQACH 230, os únicos parâmetros que apresentaram um padrão temporal claro foram pH e zinco, com tendência de queda ao longo do tempo, e sólidos dissolvidos totais, com padrão temporal de aumento (**Figura 6-12**).

Para o ponto PMQACH 238 os parâmetros que apresentaram padrão de diminuição ao longo do tempo foram a dureza total, o pH e zinco total. O parâmetro sólidos dissolvidos totais apresentou padrão temporal de aumento ao longo do tempo para esse ponto (**Figura 6-12**).

Já o ponto PMQACH 246 apresentou uma tendência de aumento para alumínio total e sólidos dissolvidos totais. Já o zinco total apresentou tendência de queda ao longo do tempo para esse ponto (**Figura 6-12**).

Os parâmetros que apresentaram uma tendência de aumento ao longo do tempo para o ponto PMQACH 417 foram alumínio total e sódio total. Zinco total demonstrou um padrão de diminuição temporal para o PMQACH 417 (**Figura 6-12**).

Por fim, o ponto PMQACH 423 apresentou um padrão de aumento temporal para alumínio total, nitrato, sólidos dissolvidos totais e sódio total. Para esse ponto, o pH foi o único parâmetro que apresentou uma tendência de queda ao longo dos ciclos temporais monitorados (**Figura 6-12**).

Figura 6-12 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

	Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Dureza Total	Ferro Total	Gosto e Odor	Manganês Total	Nitrato	pH	SDT	Sódio Total	Zinco Total
PMQACH 230	—	—		—	—	—		—	↓	↑		↓
PMQACH 238	—			↓		—			↓	↑		↓
PMQACH 246	↑			—			—		—	↑		↓
PMQACH 417	↑				—		—				↑	↓
PMQACH 423	↑		—	—	—			↑	↓	↑	↑	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;
 ↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

A análise sazonal, comparando-se os períodos de seca e chuva, evidenciou que houve diferença significativa entre os períodos sazonais ($p < 0,05$) para alguns parâmetros. Para o ponto PMQACH 230, o parâmetro sódio total foi significativamente diferente entre os dois períodos, apresentando valores superiores durante o período chuvoso (**Figura 6-13**).

No PMQACH 238, todos os parâmetros que passaram nos testes de significância ($p < 0,05$) apresentaram valores maiores no período chuvoso. Estes parâmetros foram o bário total, ferro total e sódio total (**Figura 6-13**).

Já para o ponto PMQACH 246, os parâmetros que apresentaram diferença sazonal significativa, com valores superiores no período chuvoso foram bário total, dureza total, ferro total, gosto e odor e manganês total. Já os parâmetros com valores superiores no período seco foram o pH e sódio total (**Figura 6-13**).

No ponto PMQACH 417, os parâmetros com diferença sazonal significativa foram ferro total e manganês total, com valores superiores no período chuvoso, e bário total, com valores superiores no período seco (**Figura 6-13**).

Nenhum dos parâmetros selecionados para o ponto PMQACH 423 apresentaram diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso.

Figura 6-13 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

	Bário Total	Dureza Total	Ferro Total	Gosto e Odor	Manganês Total	pH	Sódio Total
PMQACH 230							●
PMQACH 238	●		●				●
PMQACH 246	●	●	●	●	●	●	●
PMQACH 417	●		●		●		

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

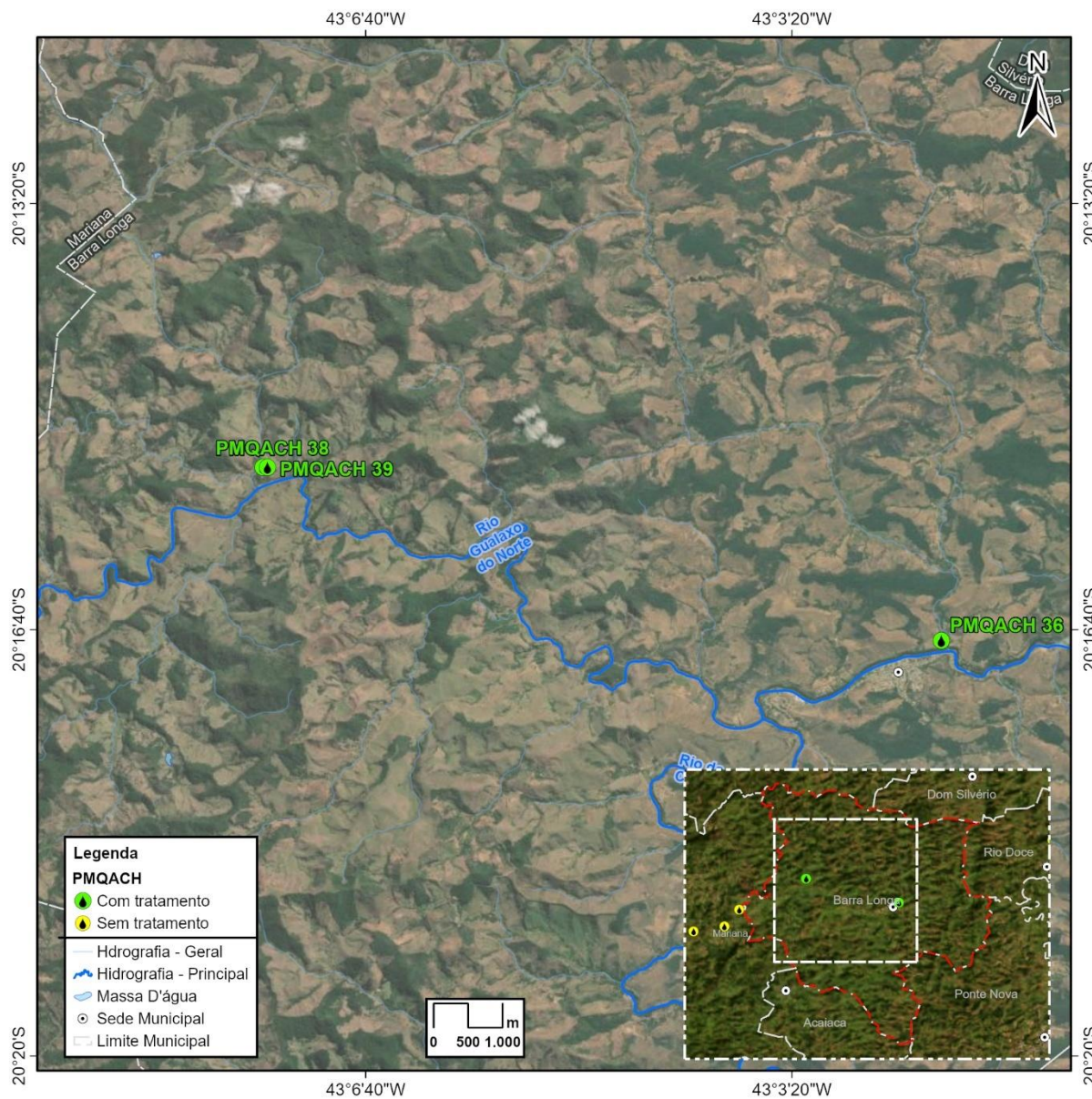
6.2 BARRA LONGA

No município de Barra Longa-MG, foram considerados 03 (três) pontos de monitoramento, sendo eles com tratamento e do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA). Os pontos PMQACH 38 (captação) e PMQACH 39 (saída) - pertencem ao mesmo sistema. (**Figura 6-14** e **Quadro 6-2**).

Quadro 6-2 - Características dos pontos do município de Barra Longa considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 36	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 37	Subterrânea	SAA	Sim	Captação	CONAMA n° 396/2008	Novembro/2023
PMQACH 38	Subterrânea	SAA	Sim	Captação	CONAMA n° 396/2008	Ativo
PMQACH 39	Subterrânea	SAA	Sim	Pós-filtração e Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-14 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Barra Longa-MG.



6.2.1 Pontos com tratamento

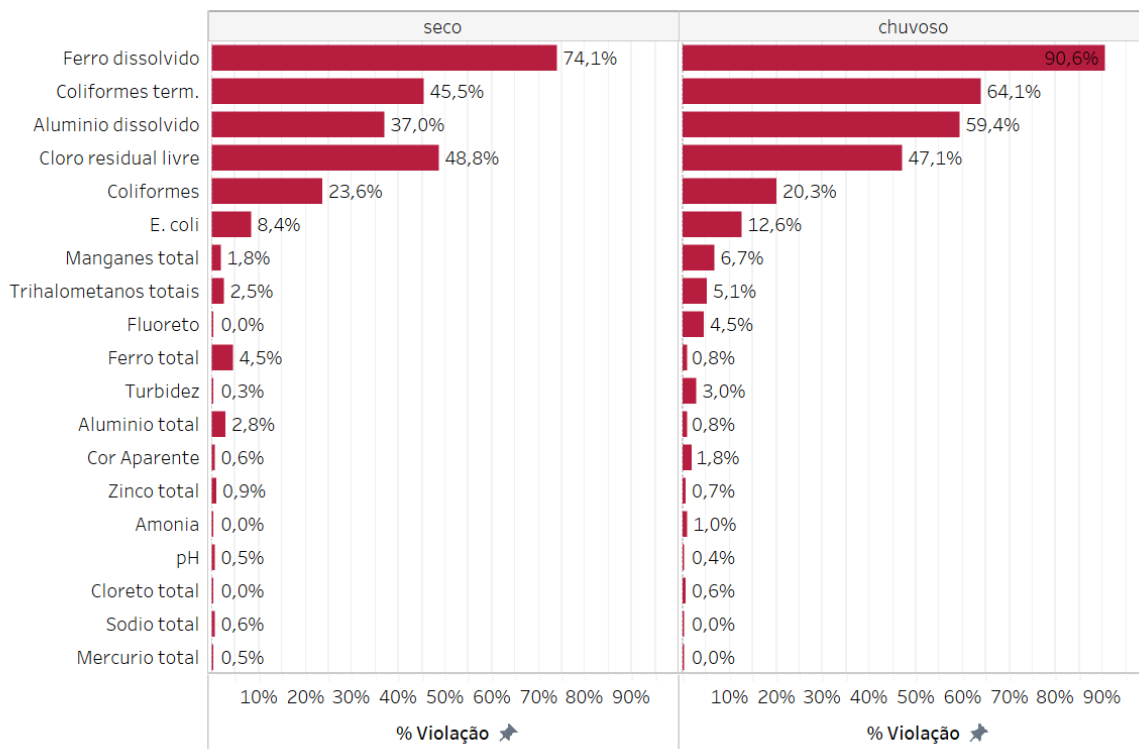
6.2.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

No município de Barra Longa-MG, os parâmetros mais relevantes em termos de percentuais de violação à legislação foram: ferro dissolvido (74,1% no período seco e 90,6% no período chuvoso), coliformes termotolerantes (45,5% no período seco e 64,1% no período chuvoso) e alumínio dissolvido (37% no período seco e 59,4% no período chuvoso) (**Figura 6-15**). As concentrações de cloro residual livre, de maneira geral, violaram o limite inferior legal, o que é causado pela baixa concentração de cloro na água.

O ferro dissolvido apresentou mais de 70% de violação do limite legal para ambos os períodos analisados (**Figura 6-15**). Apesar da elevada concentração desse parâmetro na água, é importante destacar que parte dessa concentração de ferro dissolvido, assim como de alumínio dissolvido, pode ser explicada pela origem natural destes elementos, que ocorre nas rochas e solos da bacia do rio Doce e contribuem com o elevado teor destes metais nas águas (PIRH Doce, 2021).

Demais parâmetros apresentaram percentual de violação inferior a 25%, sendo que 11 dos 19 parâmetros que violaram os limites legais aplicáveis não ultrapassam 5%. De modo geral, os parâmetros monitorados não apresentaram um padrão sazonal de violação claro (**Figura 6-15**).

Figura 6-15 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos com tratamento no município de Barra Longa-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



O ponto PMQACH 36 possui tratamento de água, captação superficial e abastecimento tipo SAA.

No ciclo de 2024/2025, na captação, este ponto apresentou 50% de violação para ferro dissolvido (6 de 12 amostras) e 25% (3 de 12 amostras) para alumínio dissolvido (**Figura 6-16**). Estes resultados representaram uma redução no percentual de violação em relação ao ciclo anterior. Coliformes termotolerante apresentou aumento no percentual de violação em relação ao ciclo anterior, com 75% das amostras de 2024/2025 em desconformidade (9 de 12 amostras) (**Figura 6-16**).

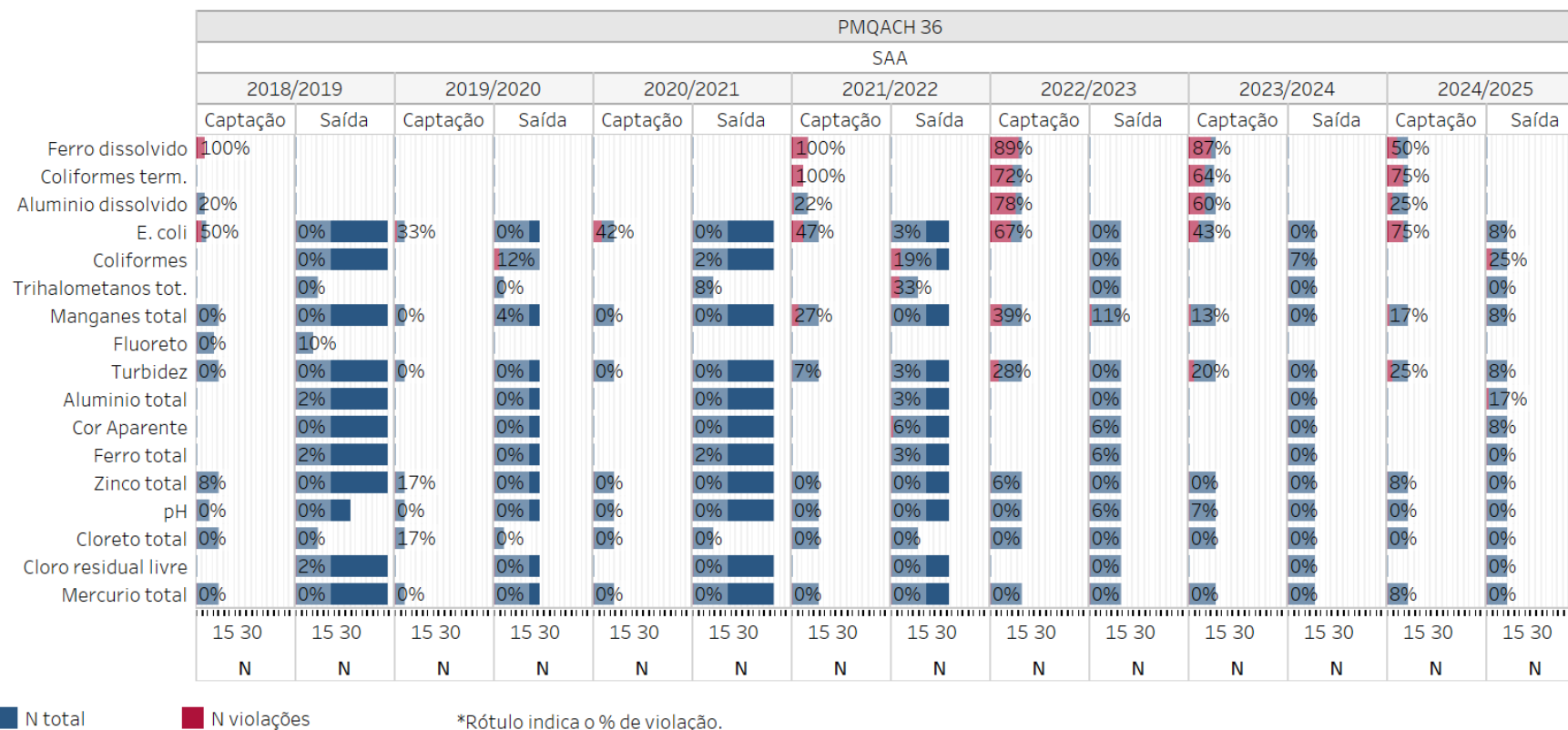
E. coli, em 2024/2025, registrou 75% de violação nas amostras do período (9 de 12 amostras), manganês total 17% (2 de 12 amostras) e turbidez 25% (3 de 12 amostras), sendo estes percentuais superiores àqueles observados também na captação no ciclo anterior (**Figura 6-16**). Quando avaliados na saída do sistema de tratamento, estes três parâmetros apresentaram violação pontual de 8% (1 de 12 amostras). Zinco total apresentou violação

pontual na captação, com 8% (1 de 12 amostras), porém conformidade na saída do tratamento (**Figura 6-16**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, foram registradas violações, em 2024/2025, para os parâmetros coliformes (25%, 3 de 12 amostras), alumínio total (17%, 2 de 12 amostras), e cor aparente (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-16**).

Destaca-se ainda o parâmetro mercúrio total que registrou, pela primeira vez no monitoramento, concentração acima do limite legal, em 2024/2025 na captação (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-16**).

Figura 6-16 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 36 localizado no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.



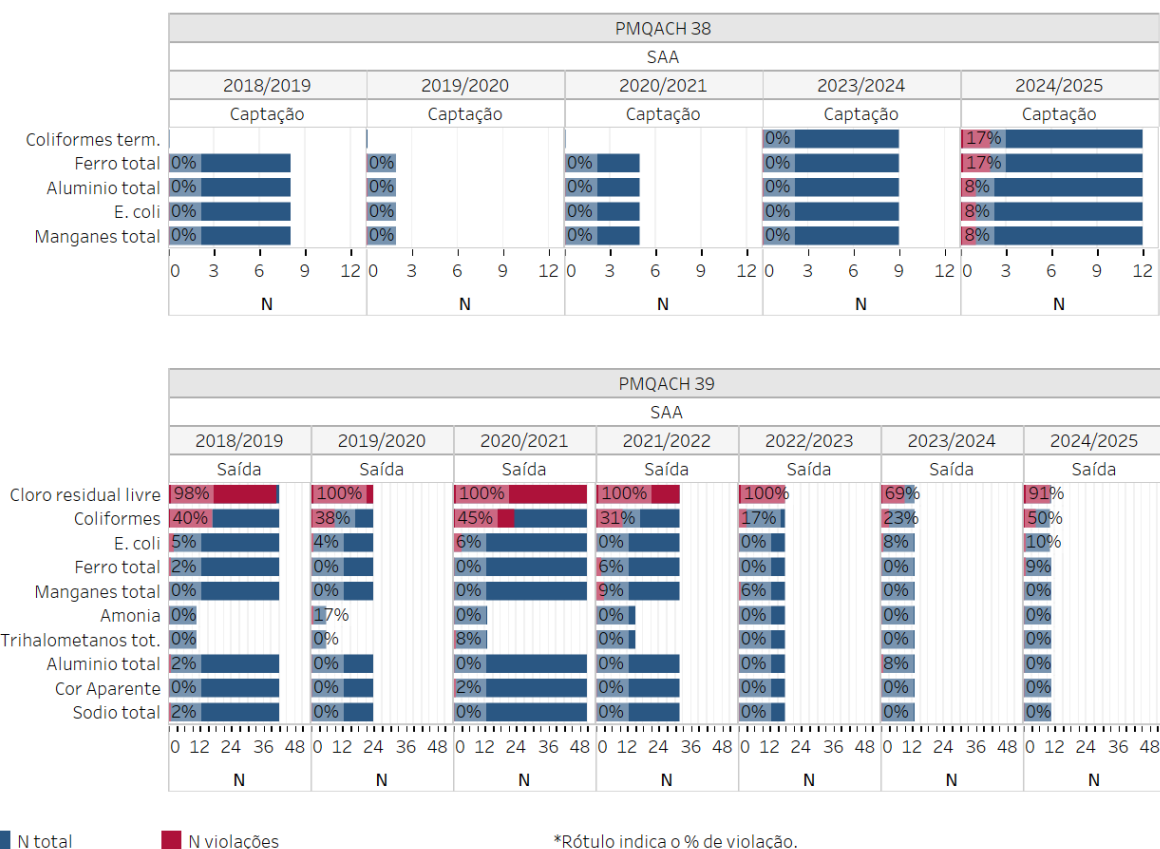
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos PMQACH 38 e PMQACH 39 compõem o mesmo SAA, sendo que o PMQACH 38 é a captação subterrânea e o PMQACH 39 é a saída.

Na captação (ponto PMQACH 38), em 2024/2025, foram registradas violações aos respectivos limites legais para os parâmetros coliformes termotolerantes e ferro total (17%, 2 de 12 amostras) e alumínio total, *E. coli* e manganês total com 8% (1 de 12 amostras) (Figura 6-17). Destes parâmetros, ferro total que também é monitorado na saída do tratamento (ponto PMQACH 39) apresentou 9% de violação (1 de 11 amostras) e *E. coli* 10% (1 de 10 amostras) (Figura 6-17).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento (PMQACH 39), cloro residual apresentou 91% de violação em 2024/2025 (10 de 11 amostras) e coliformes 50% (5 de 10 amostras) (Figura 6-17).

Figura 6-17 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos 38 e PMQACH 39 localizados no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/25 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.2.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto de captação subterrânea, PMQACH 39, a presença de coliformes foi registrada principalmente entre os meses de novembro/2018 e janeiro/2022 (**Figura 6-18**). O elevado percentual de coliformes neste ponto chama atenção por se tratar de um ponto com tratamento de água. A partir de fevereiro/2022, as desconformidades para este parâmetro foram pontuais. No último ciclo de monitoramento (julho/2024 a julho/2025) a presença de coliformes foi registrada nos meses de novembro/2024 e janeiro, fevereiro, maio e julho/2025. A presença de *E. coli* foi mais pontual ao longo do monitoramento, sendo registrada em apenas 8 das 76 campanhas de monitorados (**Figura 6-18**). No último ciclo de monitoramento (julho/2024 a julho/2025) a presença de *E. coli* foi registrada apenas em fevereiro/2025.

Na saída do ponto de captação superficial, PMQACH 36, a presença de coliformes e *E. coli* foi pontual. Coliformes foram registrados em apenas 12 das 80 campanhas de monitoramento, sendo que no último ciclo apenas em dezembro/2024 e fevereiro e abril/2025. *E. coli* foi registrada apenas na campanha de fevereiro/2022 e fevereiro/2025 (**Figura 6-18**).

Não foi possível identificar um padrão temporal para os percentuais de violação desses dois parâmetros em águas superficiais ou subterrâneas (**Figura 6-18**).

A análise temporal dos pontos localizados no município de Barra Longa evidenciou diferenças significativas ($p < 0,05$) no ciclo atual (2024/2025) em relação aos ciclos anteriores.

No ponto PMQACH 36 (captação), observou-se redução nas concentrações ao longo do tempo para cor aparente, densidade de cianobactérias e zinco total, enquanto nitrato e sólidos dissolvidos totais apresentaram aumento; no ponto PMQACH 36 (saída), não foram identificados parâmetros com um padrão claro de aumento ou redução, exceto para zinco total, que apresentou um padrão de diminuição. No ponto PMQACH 39 (saída), houve aumento para pH enquanto para o bário e zinco total foi observada uma tendência de redução. No ponto PMQACH 38 não foram identificados padrões temporais significativos para os parâmetros monitorados (**Figura 6-19**).

Figura 6-19 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Cor Aparente	Densidade de Cianobactérias	Dureza Total	Ferro Total	Manganês Total	Nitrato	SDT	Sulfato	Sódio Total	pH	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 36	Captação			—	↓	↓	—		—	↑	↑	—			—	↓
	Saída	—						—	—				—	—		↓
PMQACH 39	Saída	—	↓										—	↑		↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;

↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

A análise sazonal revelou diferenças significativas nos parâmetros avaliados ($p < 0,05$) para alumínio total, bário total, cloreto total, cor aparente, *E. coli*, manganês total, sódio total, pH, turbidez e zinco total (**Figura 6-20**).

No ponto PMQACH 36 (captação), os parâmetros bário total, cor aparente, *Escherichia coli*, manganês total e turbidez apresentaram valores superiores durante o período chuvoso, enquanto o pH apresentou valores mais elevados na seca. Na saída do mesmo ponto, bário total e manganês total apresentaram concentrações mais elevadas no período chuvoso, enquanto sódio total e pH foram superiores no período seco (**Figura 6-20**).

Para o ponto PMQACH 38 (captação), apenas turbidez apresentou diferença significativa, com valores maiores no período seco (**Figura 6-20**). Por fim, no ponto PMQACH 39 (saída), alumínio total, bário total e zinco total apresentaram valores mais elevados no período seco (**Figura 6-20**).

Figura 6-20 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cor Aparente	<i>Escherichia coli</i>	Manganês Total	Sódio Total	pH	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 36	Captação		●	●	●	●		●	●	
	Saída		●			●	●	●		
PMQACH 38	Captação								●	
PMQACH 39	Saída	●	●							●

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

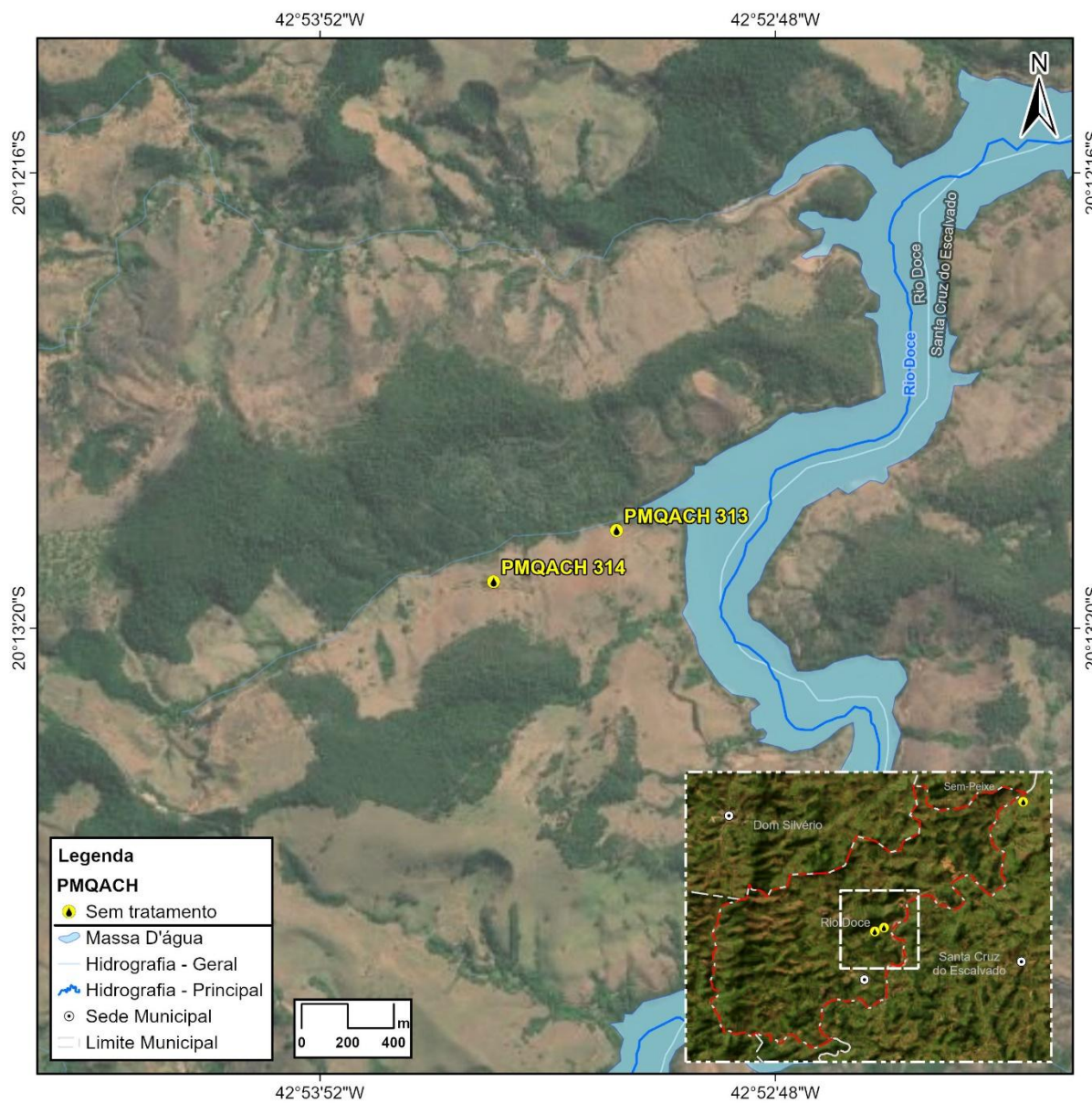
6.3 RIO DOCE

No município de Rio Doce - MG, foram considerados os 02 (dois) pontos de monitoramento, sem tratamento de água, do tipo Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) (**Figura 6-21 e Quadro 6-3**).

Quadro 6-3 - Características dos pontos do município de Rio Doce considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 313	Subterrânea	SAA	Não	Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 314	Subterrânea	SAA	Não	Saída		Ativo

Figura 6-21 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Rio Doce - MG.



6.3.1 Pontos sem tratamento

6.3.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

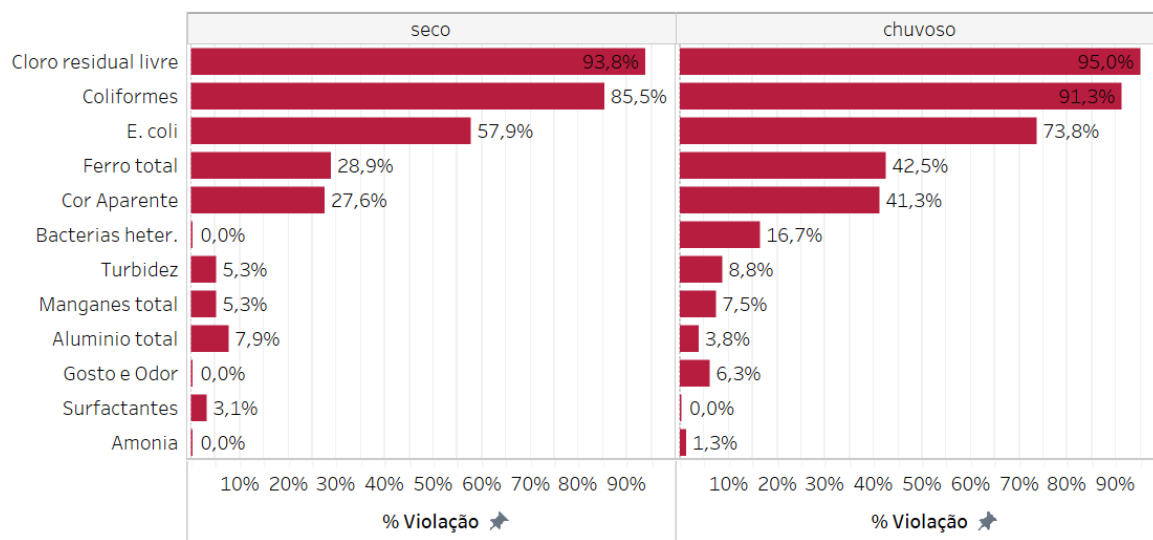
Para o município de Rio Doce - MG, os parâmetros com maiores percentuais de violação foram cloro residual livre e coliformes (ambos acima de 85% nos dois períodos sazonais), *E. coli*, cor aparente e ferro total (**Figura 6-22**). Cloro residual livre violou o limite legal em 93,8% no período seco e 95% no período chuvoso. Reforça-se, no entanto, que com a primeira revisão bianual do PMQACH, a partir de janeiro de 2022, o cloro residual livre deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento. Os elevados percentuais de violação observados referem-se ao período pretérito à esta revisão.

O cloro residual livre violou, na maioria dos casos, o limite inferior legal devido à baixa concentração observada para este parâmetro na água, o que era esperado por se tratar de pontos sem tratamento. O cloro é um dos principais componentes utilizados no tratamento de água, sendo eficiente na remoção de microrganismos da água. A baixa concentração ou inexistência de cloro em pontos sem tratamento de água, pode explicar os elevados percentuais de violação para coliformes (85,5% no período seco e 91,3% no período chuvoso) e *E. coli* (57,9% no período seco e 73,8% no período chuvoso) (**Figura 6-22**). Devido à relação direta com qualidade de água, estes dois parâmetros são indicados como prioritários para gestão na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Cerca de 82,29% do município de Rio Doce possui esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2022). Comparando-o com os municípios de Minas Gerais (um total de 853 municípios), Rio Doce ocupa a 203ª posição entre os municípios com maior taxa de esgotamento sanitário, sendo que a 1ª posição corresponde ao município com a maior taxa de esgotamento sanitário. Vale destacar que a taxa de esgotamento sanitário não reflete sua eficiência, ou seja, um tratamento ineficiente ainda terá como resultado o lançamento de matéria orgânica e patógenos nos recursos hídricos. Portanto, embora possua um elevado percentual de tratamento esgoto, a baixa eficiência na remoção de patógenos pode ajudar a explicar a contaminação por coliformes.

Durante o período chuvoso, os valores de ferro total (42,5%) e cor aparente (41,3%) foram superiores aos observados no período seco (28,9% e 27,6%, respectivamente) (**Figura 6-22**). Estes resultados indicam uma relação entre o aumento das precipitações e a elevação nos percentuais de violação para estes parâmetros. Em períodos de maior pluviosidade, há maior carreamento de partículas e matéria orgânica para os corpos hídricos em função do escoamento superficial. Além disso, a lixiviação do solo e a mobilização de sedimentos contribuem para o incremento da turbidez e da concentração de metais, como o ferro, alterando também a percepção visual da água (cor aparente).

Demais parâmetros apresentaram percentuais de violação inferiores a 20% (**Figura 6-22**).

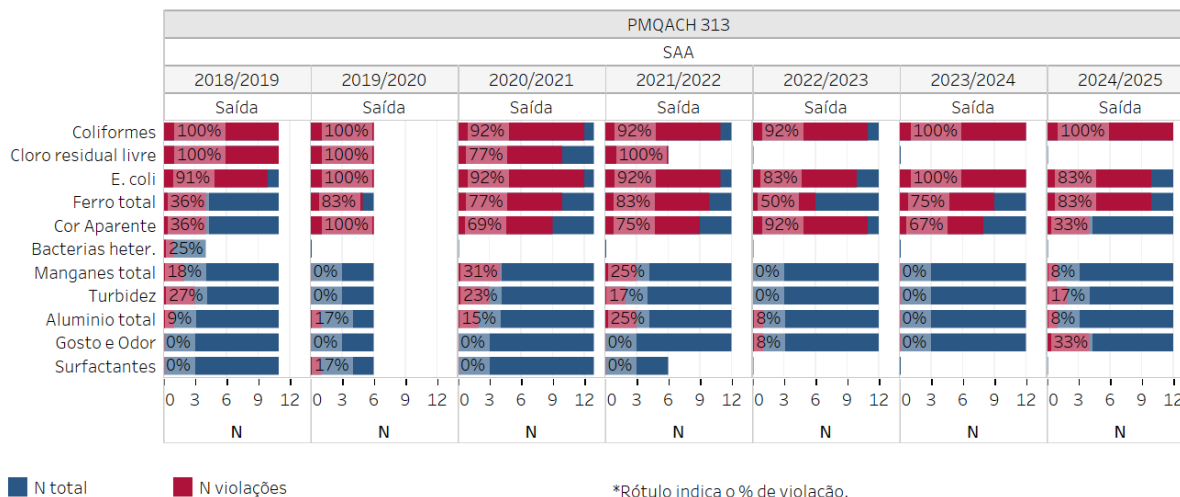
Figura 6-22 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento no município de Rio Doce - MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Os pontos PMQACH 313 e PMQACH 314 possuem captação subterrânea e abastecimento tipo SAA.

Em 2024/2025, o ponto PMQACH 313 apresentou 100% de violação (todas as 12 amostras do período) para coliformes, mesmo percentual de ciclos anteriores. *E. coli* apresentou redução no percentual desconforme de 2024/2025 (83%, 10 de 12 amostras), quando comparado ao ciclo anterior (**Figura 6-23**). Cor aparente também registrou redução no percentual de violação no último ciclo (33%, 4 de 12 amostras). Ferro total, por outro lado, apresentou 83% das amostras do último ciclo acima do valor máximo permitido (10 de 12 amostras), resultado que representou um aumento em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-23**). Por fim, violações observadas em 2024/2025 para manganês e alumínio total (8%, 1 de 12 amostras), turbidez (17%, 2 de 12 amostras) e gosto e odor (33%, 4 de 12 amostras), não haviam apresentado desconformidade no ciclo anterior (**Figura 6-23**).

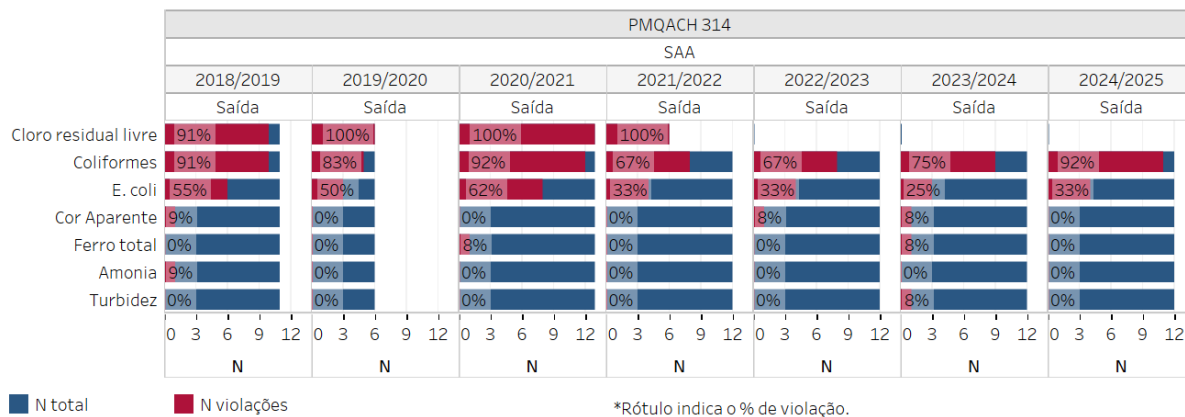
Figura 6-23 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 313 localizado no município de Rio Doce - MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

No ponto PMQACH 314, em 2024/2025, somente foram observadas concentrações acima do limite legal para coliformes, com 92% (11 de 12 amostras), e *E. coli*, com 33% (4 de 12 amostras). Ambos os resultados representaram um aumento em relação ao ciclo anterior (Figura 6-23).

Figura 6-24 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 314 localizado no município de Rio Doce - MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.3.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Os pontos sem tratamento com captação subterrânea tiveram a presença de coliformes e *E. coli* durante todo o período de monitoramento (**Figura 6-25**). Somente novembro/2021 e fevereiro/2023 não registraram a presença de coliformes. Para *E. coli*, apenas os meses de novembro/2018, novembro/2021, fevereiro/2023, junho/2023, abril/2025 e junho/2025 não registraram a presença do microrganismo (**Figura 6-25**). Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para coliformes ou *E. coli* (**Figura 6-25**).

Figura 6-25 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Rio Doce – MG.



A análise temporal dos pontos localizados no município do Rio Doce evidenciou diferenças significativas ($p < 0,05$) no ciclo atual (2024/2025) em relação aos ciclos anteriores. No ponto PMQACH 313, os parâmetros gosto e odor e sólidos dissolvidos totais apresentaram tendência de aumento ao longo do tempo, enquanto cloreto total e zinco total mostraram tendência de redução. Para o ponto PMQACH 314, observou-se aumento nos valores de cobre total, nitrato e sólidos dissolvidos totais, enquanto cloreto total e zinco total apresentaram tendência de diminuição (**Figura 6-26**).

Figura 6-26 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

	Bário Total	Cloreto Total	Cobre Total	Dureza Total	Ferro Total	Gosto e Odor	Manganês Total	Nitrato	pH	Sódio Total	SDT	Sulfato	Zinco Total
PMQACH 313	—	↓		—	—	↑	—		—		↑	—	↓
PMQACH 314		↓	↑	—		—		↑		—	↑		↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;

↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

A análise sazonal indicou que, no ponto PMQACH 313, os parâmetros com diferenças significativas entre os períodos de seca e chuva foram ferro total, gosto e odor e manganês, com valores mais elevados durante a chuva, e sódio total, com valores superiores na seca. No ponto PMQACH 314, nenhum dos parâmetros selecionados apresentou diferença significativa entre os períodos sazonais (**Figura 6-27**).

Figura 6-27 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

	Ferro Total	Gosto e Odor	Manganês	Sódio Total
PMQACH 313	●	●	●	●

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

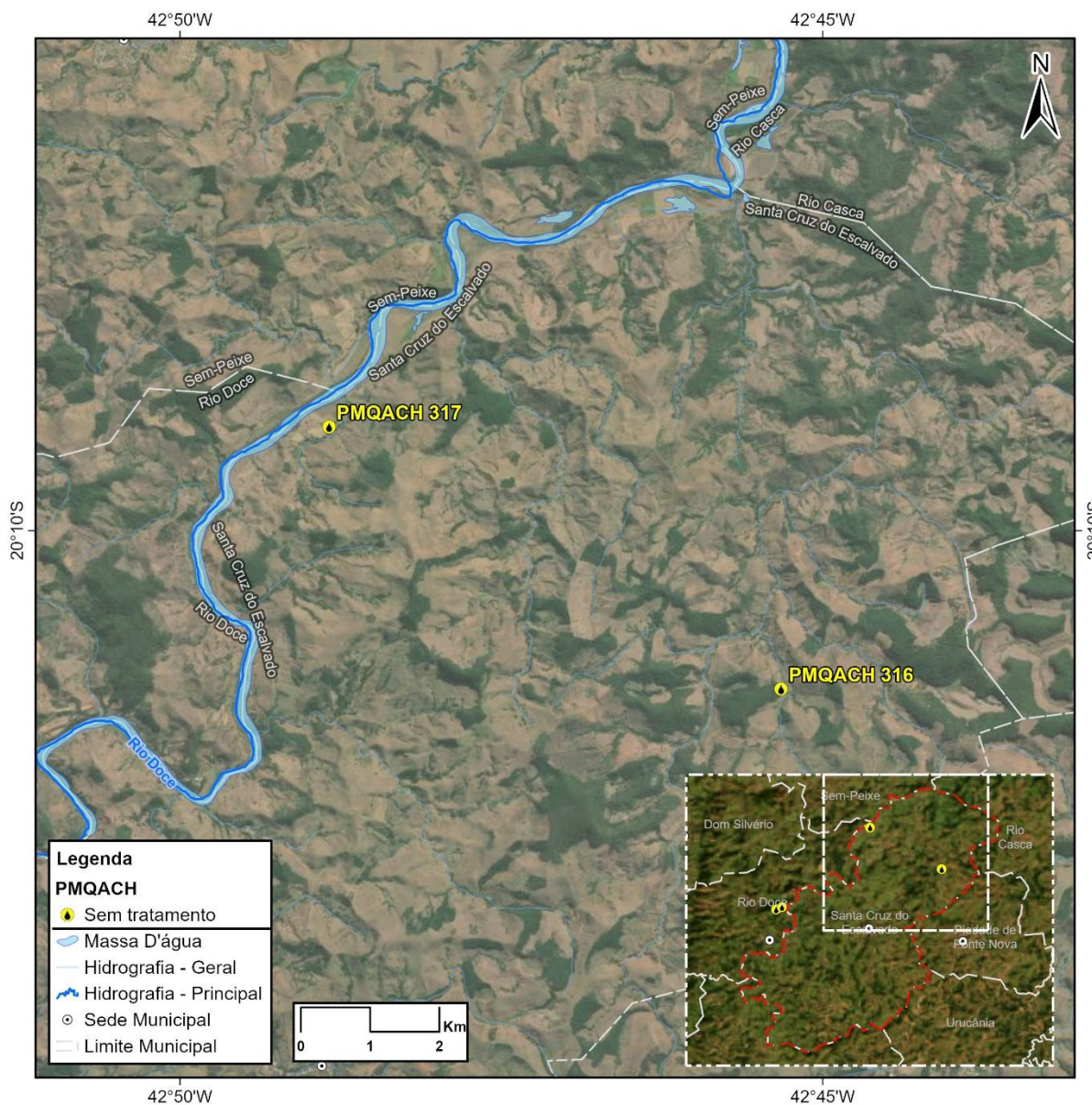
6.4 SANTA CRUZ DO ESCALVADO

No município de Santa Cruz do Escalvado-MG, foram considerados 02 (dois) pontos de monitoramento, ambos sem tratamento de água e do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) (Figura 6-28 e Quadro 6-4).

Quadro 6-4 - Características dos pontos do município de Santa Cruz do Escalvado considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 316	Subterrânea	SAA	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 317	Subterrânea	SAA	Não	Saída		Ativo

Figura 6-28 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Santa Cruz do Escalvado-MG.



6.4.1 Pontos sem tratamento

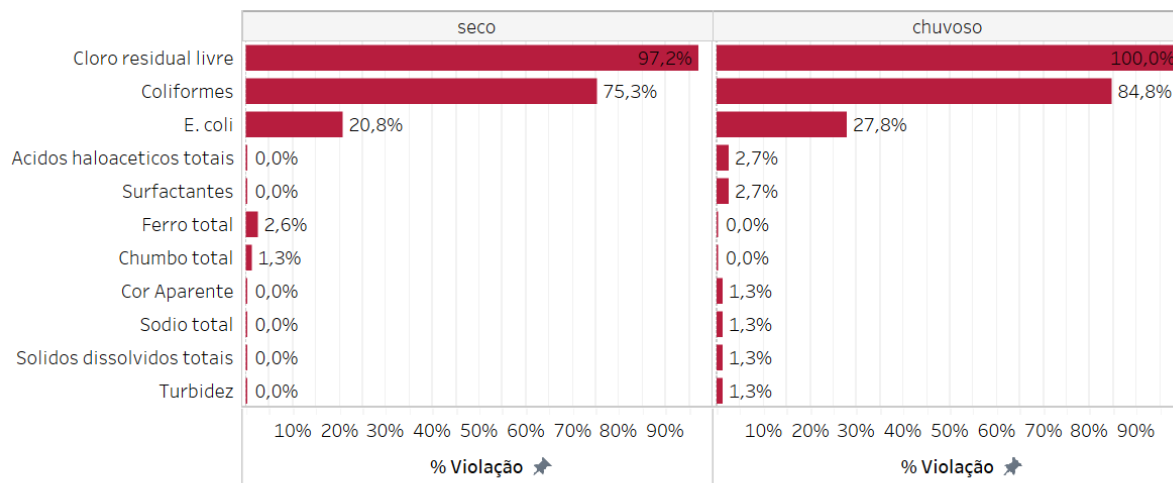
6.4.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Santa Cruz do Escalvado-MG, os principais parâmetros que apresentaram desconformidade com a legislação foram cloro residual livre (97,2% no período seco e 100% no período chuvoso), coliformes (75,3% no período seco e 84,8% no período chuvoso) e *E. coli* (20,8% no período seco e 27,8% no período chuvoso) (**Figura 6-29**). Os demais parâmetros apresentaram baixos percentuais de violação (inferiores a 3%).

Em relação às violações observadas para cloro livre reforça-se que a partir de janeiro/2022, com a primeira revisão bianual do PMQACH, este parâmetro deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento. Os elevados percentuais de violação referem-se à períodos pretéritos à esta revisão. As concentrações de cloro residual livre foram baixas ou inexistentes, violando o limite inferior legal, o que era esperado por se tratar de pontos sem tratamento. A ausência de adição de cloro na água e, conseqüentemente, sua baixa concentração, pode contribuir para o aumento da proliferação dos microrganismos provenientes de contaminação fecal por esgoto não tratado.

Isso ajuda a explicar os elevados percentuais de violação observados para coliformes e *E. coli* (**Figura 6-29**). No município de Santa Cruz do Escalvado, o percentual de esgotamento sanitário é de 40,3% (IBGE, 2022). Comparando-o com os municípios de Minas Gerais (um total de 853 municípios), Santa Cruz do Escalvado ocupa a 689ª posição entre os municípios com maior taxa de esgotamento sanitário, sendo que a 1ª posição corresponde ao município com a maior taxa de esgotamento sanitário (IBGE, 2022). A ausência de tratamento adequado do esgoto sanitário em mais da metade do município ajuda a explicar a contaminação por coliformes e *E. coli*, parâmetros que foram indicados como prioritários para gestão na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021).

Figura 6-29 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento no município de Santa Cruz do Escalvado-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.

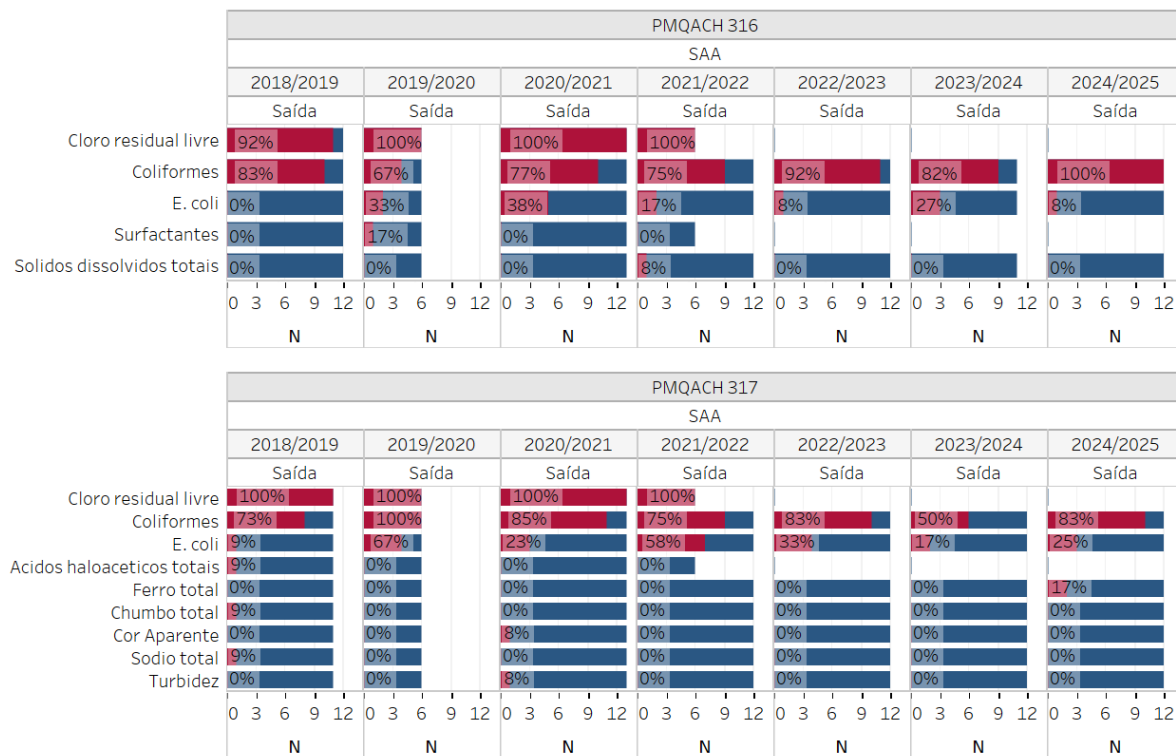


Dois pontos sem tratamento de água e com captação subterrânea foram analisados (PMQACH 316 e PMQACH 317) (**Figura 6-30**).

No ponto PMQACH 316, coliformes apresentou violação em 100% das amostras (12 amostras) em 2024/2025, resultado que representa um aumento no percentual desconforme para este parâmetro em comparação aos ciclos anteriores. *E. coli*, por sua vez, apresentou redução no percentual de violação em 2024/2025, com apenas 1 amostra deste período em desconformidade (8%) (**Figura 6-30**).

No ponto PMQACH 317, em 2024/2025, coliformes apresentou violação de 83% (10 de 12 amostras), resultado que representou um aumento no percentual desconforme em relação ao ciclo anterior. O resultado, no entanto, é coerente com o histórico deste ponto nos demais períodos monitorados. *E. coli* também apresentou aumento no percentual de violação, com 3 de 12 amostras do ciclo de 2024/2025, acima do limite legal (25%). Ferro total, registrou pela primeira vez no monitoramento desconformidade, com 17% de violação no último ciclo (2 de 12 amostras).

Figura 6-30 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 316 e PMQACH 317 no município de Santa Cruz do Escalvado-MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

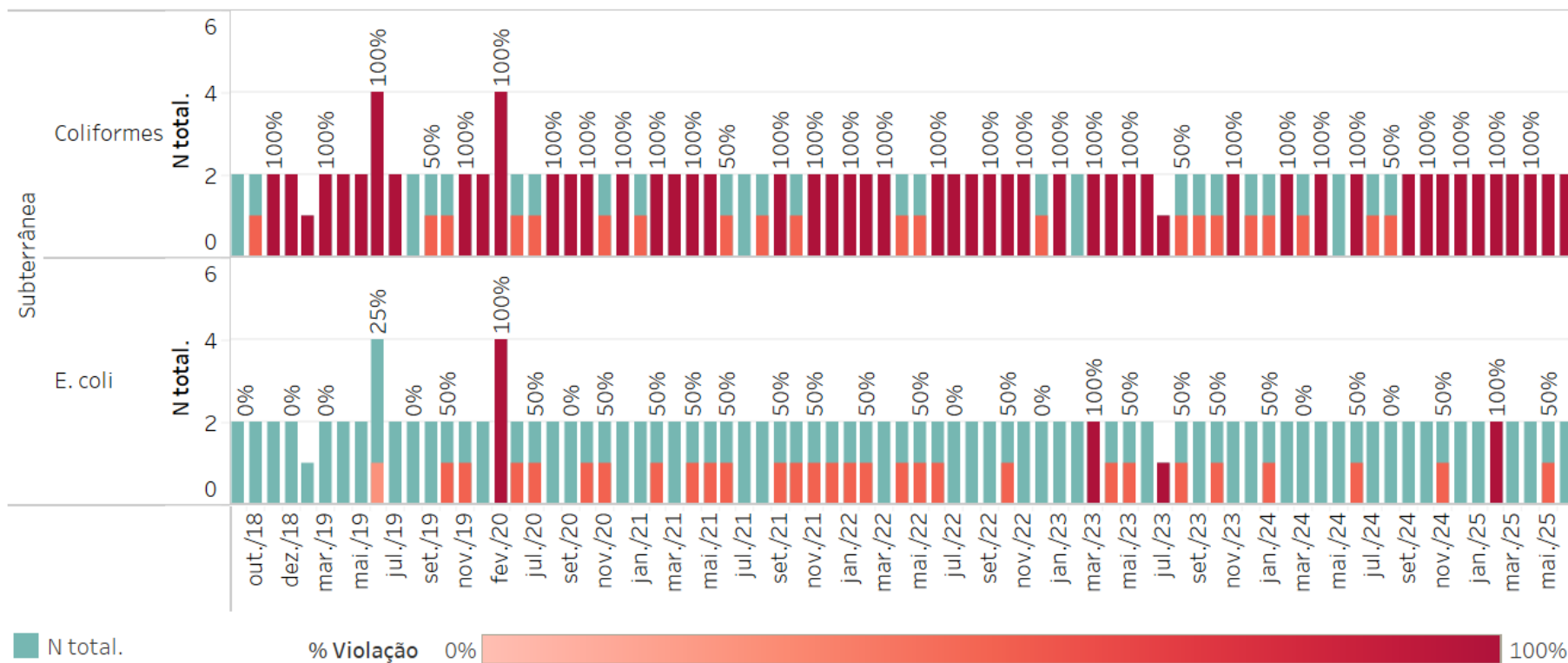
*Rótulo indica o % de violação.

Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.4.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos sem tratamento, a presença de coliformes foi registrada em todo o monitoramento, com exceção dos meses setembro/2018, agosto/2019, julho/2021, fevereiro/2023 e maio/2024 (**Figura 6-31**). *E. coli* esteve presente em 33 dos 77 meses monitorados, com percentuais predominantemente de 50%. Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para coliformes ou *E. coli* no período analisado, sendo estes organismos presentes em praticamente todo o período monitorado (**Figura 6-31**).

Figura 6-31 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Santa Cruz do Escalvado-MG.



A análise temporal dos pontos localizados no município de Santa Cruz do Escalvado indicou um padrão de aumento no ciclo atual (2024/2025) em comparação aos ciclos anteriores ($p < 0,05$) para nitrato, no ponto PMQACH 316, e alumínio total, no ponto PMQACH 317. Os parâmetros que apresentaram diminuição foram o pH, no ponto PMQACH 316 e cloreto total, no ponto PMQACH 317. Zinco total apresentou tendência de diminuição em ambos os pontos (PMQACH 316 e PMQACH 317) (**Figura 6-32**).

Figura 6-32 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

	Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Gosto e Odor	Nitrato	pH	Sódio Total	SDT	Zinco Total
PMQACH 316		—	—	—	↑	↓	—	—	↓
PMQACH 317	↑		↓	—	—		—	—	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;

↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

Em relação a variação sazonal, não foram observadas diferenças significativas entre o período seco e chuvoso ($p > 0,05$) para nenhum dos parâmetros analisados nos pontos monitorados no município de Santa Cruz do Escalvado.

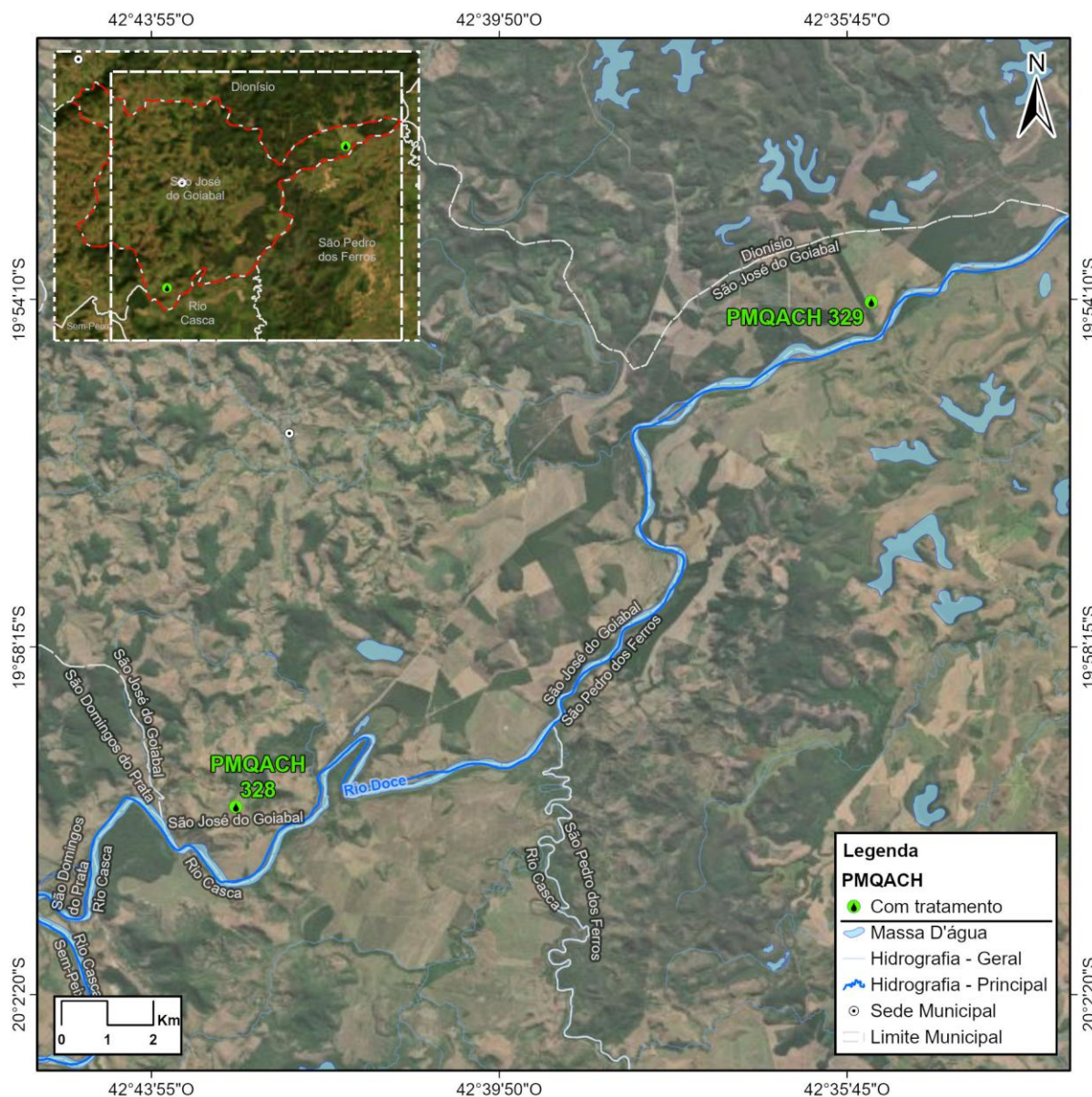
6.5 SÃO JOSÉ DO GOIABAL

No município de São José do Goiabal-MG, foram considerados 02 (dois) pontos de monitoramento com tratamento, ambos do tipo Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) (**Figura 6-33** e **Quadro 6-5**). Até janeiro/2024 estes pontos não possuíam sistema de tratamento.

Quadro 6-5 - Características dos pontos do município de São José do Goiabal considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 328	Subterrânea	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 396/2008 Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 329	Subterrânea	SAA	Sim	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-33 - Localização geográfica dos pontos monitorados em São José do Goiabal-MG.



6.5.1 Pontos com tratamento

6.5.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

No município de São José do Goiabal-MG, os pontos monitorados, antes sem tratamento, passaram a possuir tratamento a partir de janeiro/2024. De modo geral, a **Figura 6-34** apresenta os percentuais de violação do período seco e chuvoso do monitoramento completo, que entre setembro/2018 e janeiro/2024 foi monitorado apenas na saída (sem tratamento), e, a partir de então, na captação e na saída do tratamento (com tratamento).

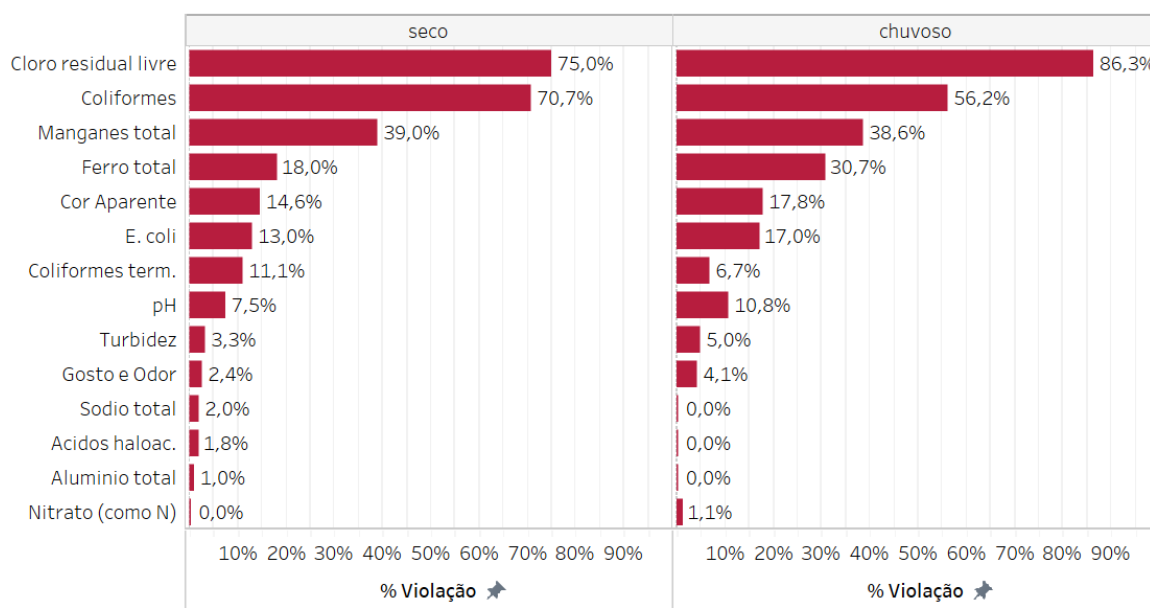
Cloro residual livre apresentou percentuais de violação acima de 75% nos dois períodos sazonais (**Figura 6-34**). De maneira geral, o cloro residual livre violou o limite inferior legal, devido às baixas concentrações, especialmente no período em que o ponto não apresentava tratamento, o que era esperado. Reforça-se, no entanto, que após a primeira revisão bianual do PMQACH, em janeiro de 2022, o parâmetro cloro residual deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento. Por ser empregado nos processos de tratamento de água e eficiente na eliminação de microrganismos (DANIEL, 2001; YAMAGUCHI *et al.*, 2013), a ausência de adição de cloro explica os elevados percentuais de violação de coliformes e *E. coli*. A partir de janeiro/2024, o parâmetro cloro residual voltou a ser monitorado na saída do sistema de tratamento.

Coliformes foi o segundo parâmetro com o maior percentual de violação – 70,7 % no período seco e 56,2% no período chuvoso (**Figura 6-34**). Embora contemple um grande grupo de bactérias de vida livre que podem ocorrer naturalmente no solo, na água e em plantas, a presença de coliformes também é em alerta para possível exposição da fonte a focos de poluição ou contaminação. No município de São José do Goiabal, o percentual de esgotamento sanitário adequado é de 71,12% (IBGE, 2010). Comparando-o com os municípios do estado de Minas Gerais (total de 853 municípios), São José do Goiabal ocupa a 372ª posição na ordem de municípios com maior taxa de esgotamento sanitário adequado (sendo que a 1ª posição corresponde ao município com a maior taxa de esgotamento sanitário adequado) (IBGE, 2010). No entanto, é importante ressaltar que o tratamento pode não estar sendo suficiente para remoção de matéria orgânica e patógenos, o que ajuda a explicar a contaminação por coliformes e por *E. coli*, parâmetros monitorado na saída do tratamento (**Figura 6-34**). De acordo com plano integrado da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021), estes parâmetros são indicados como prioritários para gestão da qualidade da água. Ademais, espera-se que, com a implementação do tratamento da água realizado nos pontos monitorados no município de São José do Goiabal, os percentuais de violação para estes parâmetros reduzam, especialmente na saída do tratamento.

Destacam-se ainda violações para manganês total (aproximadamente 40% em ambos os períodos sazonais), ferro total (18% no período seco e 30,7% no período chuvoso) e cor aparente (14,6% no período seco e 17,8% no período chuvoso). Estes resultados refletem a ocorrência natural desses elementos na bacia do Rio Doce, onde solos ricos em minerais metálicos e processos de intemperismo contribuem para concentrações elevadas, especialmente intensificadas por lixiviação durante o período chuvoso (PIRH Doce, 2021).

Os demais parâmetros apresentaram percentuais de violação abaixo de 20%, sem claras distinções entre os períodos sazonais.

Figura 6-34 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de São José do Goiabal- MG no período chuvoso e seco com base nos limites aplicáveis no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis. *O ponto passou a receber tratamento em janeiro/2024.

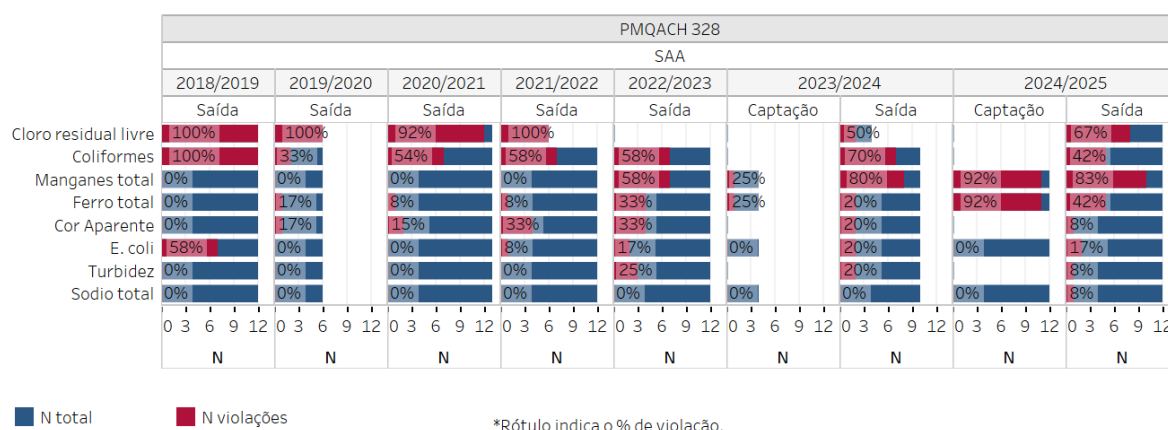


Dois pontos foram monitorados no município de São José do Goiabal, ambos com captação subterrânea e do tipo SAA (PMQACH 328 e PMQACH 329).

No ponto PMQACH 328, no ciclo de 2024/2025, houve aumento no percentual de violação na saída do tratamento para cloro residual (67%, 8 de 12 amostras) em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-35**). Por outro lado, também na saída do tratamento, foi registrada redução no percentual de violação para coliformes (42%, 5 de 12 amostras), cor aparente e turbidez (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-35**).

Ferro e manganês total apresentaram 92% de violação na captação no último ciclo de 2024/2025. Este resultado representou um aumento em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-35**). Quando avaliados na saída do tratamento, manganês total registrou 83% de amostras em desconformidade (10 de 12 amostras) e ferro total 42% (5 de 12 amostras) (**Figura 6-35**). *E. coli* e sódio total, que apresentaram conformidade na captação do sistema, registraram, respectivamente violações de 17% (2 de 12 amostras) e 8% (1 de 12 amostras) na saída do tratamento (**Figura 6-35**).

Figura 6-35 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 328, localizado no município de São José do Goiabal-MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis. *O ponto passou a receber tratamento em janeiro/2024.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

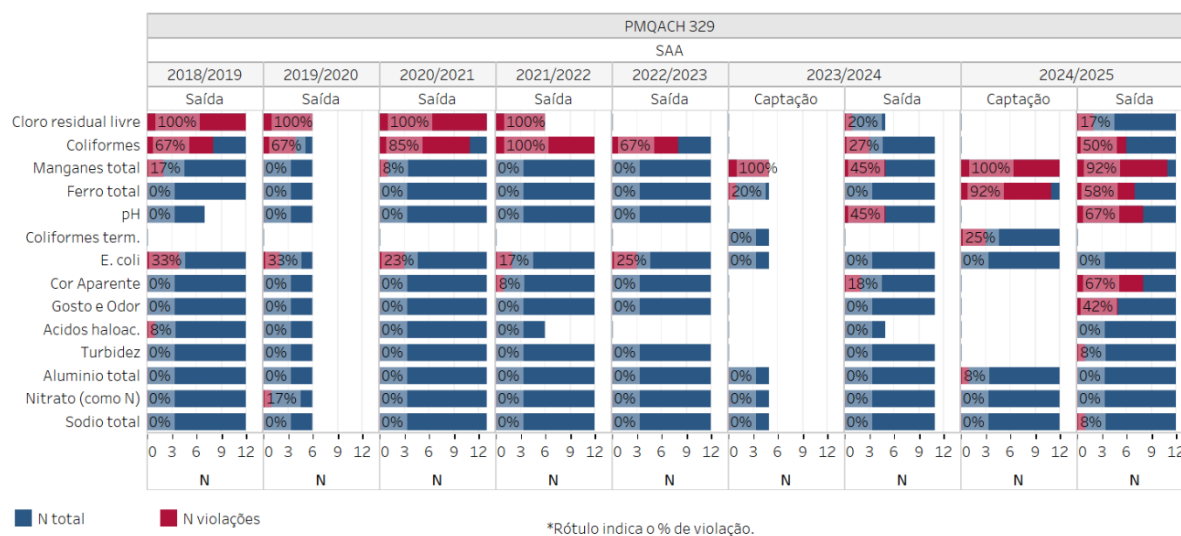
No ponto PMQACH 329, o parâmetro coliformes termotolerantes, monitorado exclusivamente na captação do sistema, apresentou 25% das amostras do ciclo de 2024/2025 em desconformidade com a legislação (3 de 12 amostras), sendo este o primeiro registro de violação para o parâmetro (**Figura 6-36**).

Manganês total registrou, em 2024/2025, mesmo percentual de violação na captação do ciclo anterior (100%, 12 amostras) (**Figura 6-36**). Quando avaliado na saída do tratamento, 92% das amostras apresentaram concentrações acima do valor máximo permitido (11 de 12

amostras). Ferro total registrou não conformidade em 92% das amostras avaliadas na captação em 2024/2025 (11 de 12 amostras), resultado que representou um aumento em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-36**). Na saída do tratamento, 58% das amostras apresentaram concentrações acima do limite da legislação. Alumínio total registrou violação pontual na captação do sistema de tratamento (8%, 1 de 12 amostras), mas conformidade na saída. Sódio total apresentou conformidade na captação e violação pontual na saída do tratamento (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-36**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento foi observado aumento no percentual de violação em 2024/2025 para os parâmetros coliformes (50%, 6 de 12 amostras), pH (67%, 8 de 12 amostras) e cor aparente (67%, 8 de 12 amostras) (**Figura 6-36**). Cloro residual livre apresentou em 2024/2025 percentual de violação semelhante ao do ciclo anterior (17%, 2 de 12 amostras). Pela primeira vez no monitoramento da saída do tratamento houve registro de violação para gosto e odor (42%, 5 de 12 amostras) e turbidez (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-36**).

Figura 6-36 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 329 localizado no município de São José do Goiabal-MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis. *O ponto passou a receber tratamento em janeiro/2024.



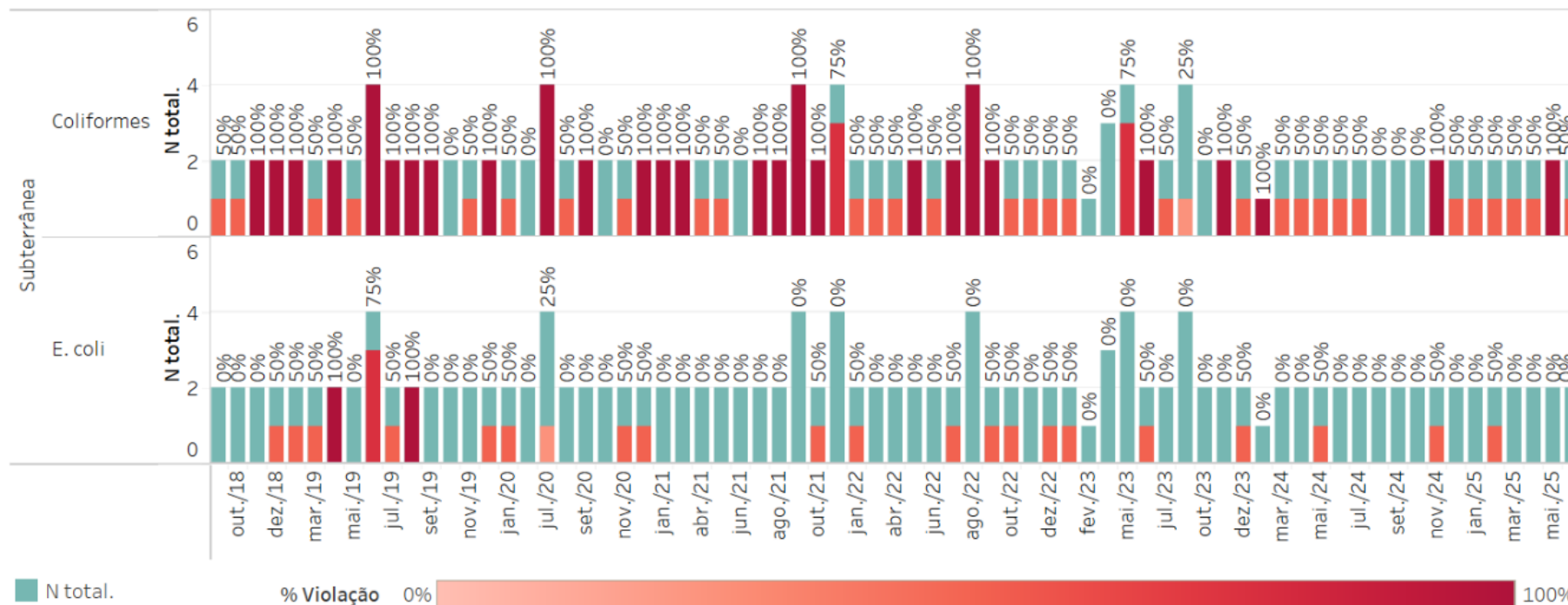
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.5.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos com tratamento monitorados no município de São José do Goiabal, a presença de coliformes foi identificada ao longo de todo o monitoramento (**Figura 6-37**). No último ciclo de monitoramento, julho/2024 a julho/2025, não foi registrada apenas nos meses de agosto, setembro e outubro/2024.

E. coli teve sua presença registrada em menor frequência, sendo que no último ciclo de monitoramento somente nos meses de novembro/2024 e fevereiro/2025. Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para coliformes e *E. coli* no período analisado (**Figura 6-37**). Importante destacar que, a partir de janeiro/2024, o ponto passou a contar com tratamento de água, embora ainda não tenha sido possível observar significativa melhora na qualidade da água na saída do tratamento, avaliada através da presença destes contaminantes.

Figura 6-37 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de São José do Goiabal.



Conforme mencionado, os pontos do município de São José do Goiabal passaram a contar com tratamento de água a partir de janeiro/2024.

Não houve análise de tendência temporal para a captação dos pontos com tratamento do município de São José do Goiabal, uma vez que há poucos ciclos anuais para a realização da análise (2023/2024, 2024/2025). Contudo, houve dados o suficiente para a realização da análise temporal dos pontos de saída.

No ponto de saída do PMQACH 328 os parâmetros que apresentaram um padrão evidente de diminuição ao longo do tempo foram bário total, pH e zinco total. Já os parâmetros que apresentaram um padrão de aumento foram manganês total, sódio total, sólidos dissolvidos totais e sulfato.

Na saída de tratamento do PMQACH 329, os parâmetros que apresentaram um padrão temporal de queda foram bário total, dureza total e zinco total. Já os parâmetros que apresentaram um padrão de aumento ao longo do tempo foram ferro total, gosto e odor, manganês total e sólidos dissolvidos totais (**Figura 6-38**).

Figura 6-38 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Bário Total	Cloreto Total	Dureza Total	Ferro Total	Gosto e Odor	Manganês Total	Nitrato	pH	Sódio Total	SDT	Sulfato	Zinco Total
PMQACH 328	Saída	↓		—			↑		↓	↑	↑	↑	↓
PMQACH 329	Saída	↓	—	↓	↑	↑	↑	—	—	—	↑	—	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;
 ↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

A análise sazonal dos pontos com tratamento do município de São José do Goiabal evidenciou que houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os parâmetros entre os períodos seco e chuvoso.

Na saída do ponto PMQACH 328, apenas ferro total apresentou diferença significativa entre os dois períodos sazonais, com concentrações superiores na no período chuvoso. Na saída

do ponto PMQACH 329, somente cloreto total apresentou diferença significativa, com concentrações mais elevadas também no período chuvoso.

Nenhum dos parâmetros selecionados para a captação dos pontos PMQACH 328 e PMQACH 329 apresentaram diferença significativa entre os períodos de seca e chuva (**Figura 6-39**).

Figura 6-39 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Cloreto Total	Ferro Total
PMQACH 328	Saída		●
PMQACH 329	saída	●	

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

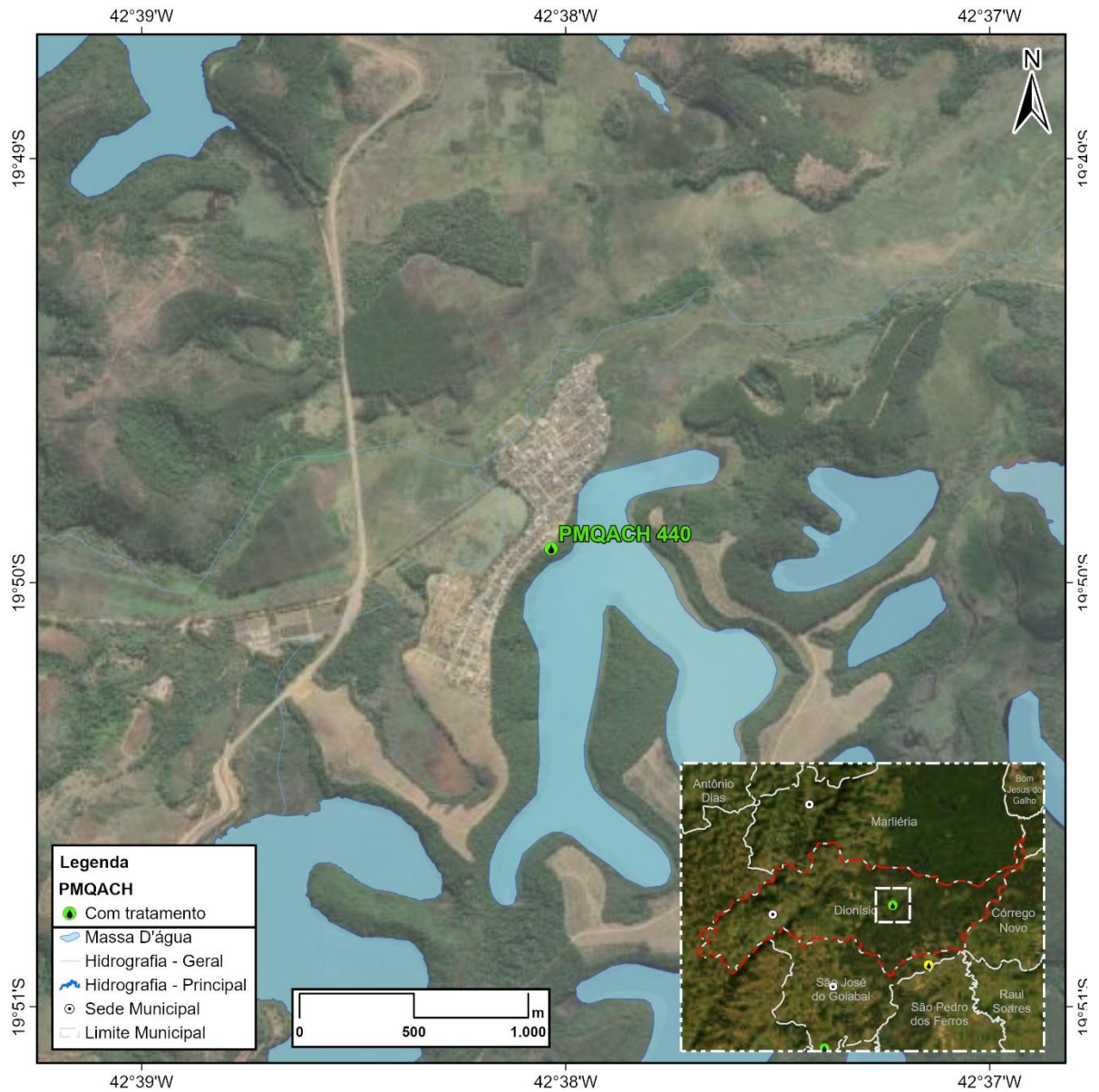
6.6 DIONÍSIO

No município Dionísio-MG, foi considerado 01 (um) ponto de monitoramento, que possui tratamento e é do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) (**Figura 6-40** e **Quadro 6-6**).

Quadro 6-6 - Características do ponto do município de Dionísio considerado no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 440	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-40 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Dionísio - MG.



6.6.1 Pontos com tratamento

6.6.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o ponto com tratamento do município de Dionísio-MG, os principais parâmetros que apresentaram desconformidade com a legislação foram coliformes, coliformes termotolerantes e cloro residual livre, sem diferenças entre o período seco e chuvoso (**Figura 6-41**).

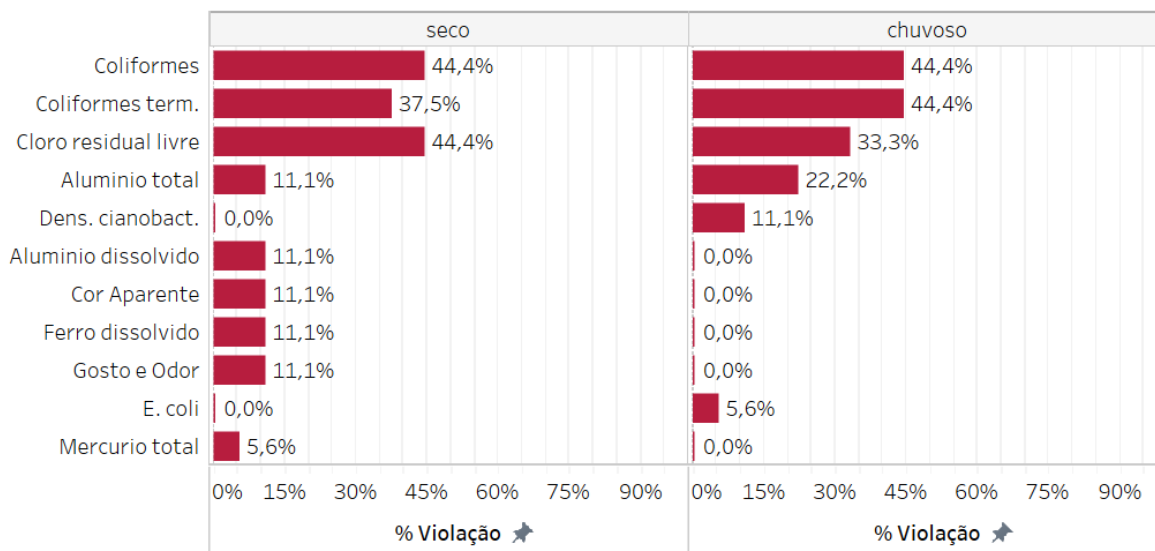
Coliformes apresentou 44,4% de violação no período seco e chuvoso e cloro residual livre apresentou 44,4% de violação no período seco e 33,3% no período chuvoso, ambos parâmetros monitorados na saída do sistema de tratamento (**Figura 6-41**). Apesar do ponto de monitoramento receber tratamento de água, com o cloro como um dos principais agentes utilizados, a concentração de cloro residual livre esteve abaixo do limite legal inferior, o que ajuda a explicar a presença de coliformes.

Alumínio total apresentou desconformidade tanto no período de seca (11,1%) quanto no período chuvoso (22,2%) (**Figura 6-41**). A água tratada, além de apresentar alumínio de origem natural em sua composição, advindo de características geológicas da bacia, pode também apresentar concentrações residuais desse elemento devido ao processo de tratamento de água com o uso de coagulantes à base de sais de alumínio (ROSALINO, 2011).

A densidade de cianobactérias, parâmetro monitorado na captação do sistema, é influenciada pela eutrofização, causada pelo excesso de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, geralmente provenientes de atividades agrícolas e do lançamento de efluentes (FERNANDES, 2023), podendo ter concentrações mais elevadas no período chuvoso, o que explica o percentual de violação observado apenas nesse período (11,1%) (**Figura 6-41**).

E. coli apresentou baixo percentual de violação e apenas no período chuvoso (5,6%). Alumínio dissolvido, cor aparente e ferro dissolvido (11,1%) e gosto e odor (5,6%) apresentaram violações apenas no período seco. Ressalta-se, no entanto, que o monitoramento desse ponto foi iniciado apenas em fevereiro de 2024, com a segunda revisão do PMQACH, resultando em uma base de dados limitada, não sendo possível identificar padrões sazonais claros (**Figura 6-41**).

Figura 6-41 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto com tratamento do município de Dionísio-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre fevereiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.

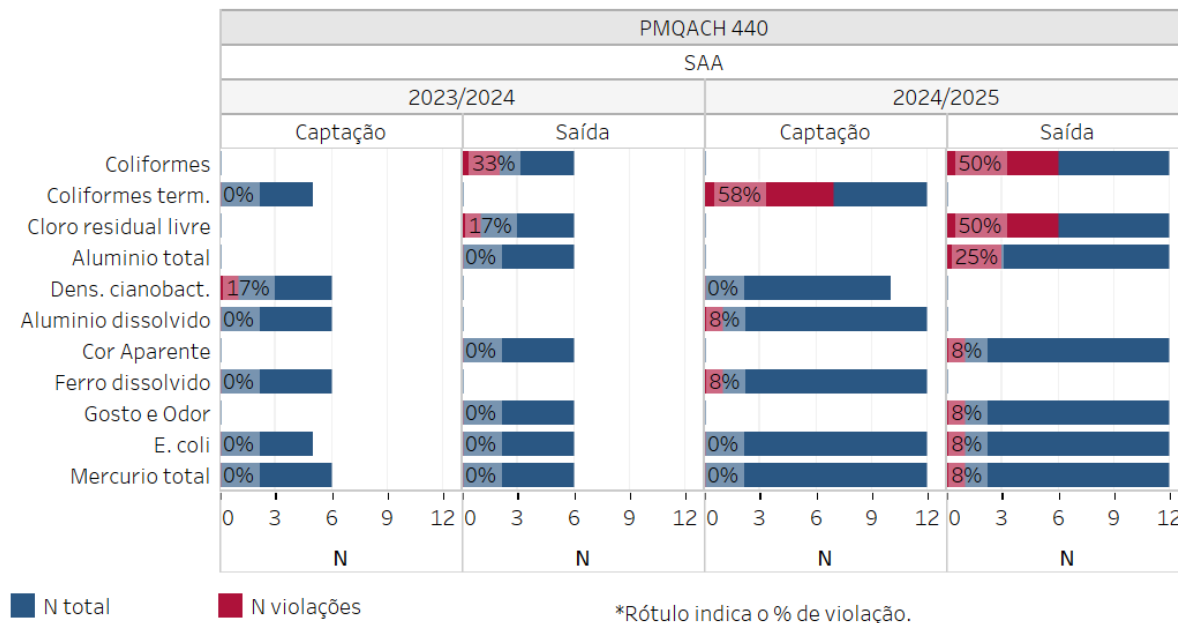


Foi monitorado um ponto com tratamento e captação superficial no município de Dionísio – PMQACH 440. A amostragem neste ponto teve início em fevereiro/2024 com a 2ª revisão bianual do programa.

No último ciclo de monitoramento, 2024/2025, foram registradas, na captação, violações para coliformes termotolerantes (58%, 7 de 12 amostras) e pontualmente para alumínio e ferro dissolvidos (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-42**). Estes parâmetros não haviam apresentado não conformidades no ciclo de 2023/2024 (**Figura 6-42**).

Na saída do tratamento houve aumento no percentual de violação para coliformes e cloro residual em 2024/2025 (50%, 6 de 12 amostras), quando comparados ao ciclo anterior (**Figura 6-42**). Além disso, foram registradas não conformidades na saída do sistema de tratamento pela primeira vez no monitoramento, em 2024/2025, para os parâmetros alumínio total (25%, 3 de 12 amostras) e pontualmente para cor aparente, gosto e odor, *E. coli* e mercúrio total (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-42**). Para os dois últimos parâmetros, *E. coli* e mercúrio total, a violação ocorreu somente na saída do tratamento, não tendo sido observadas não conformidades na captação (**Figura 6-42**).

Figura 6-42 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 440 localizado no município de Dionísio-MG, entre fevereiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.

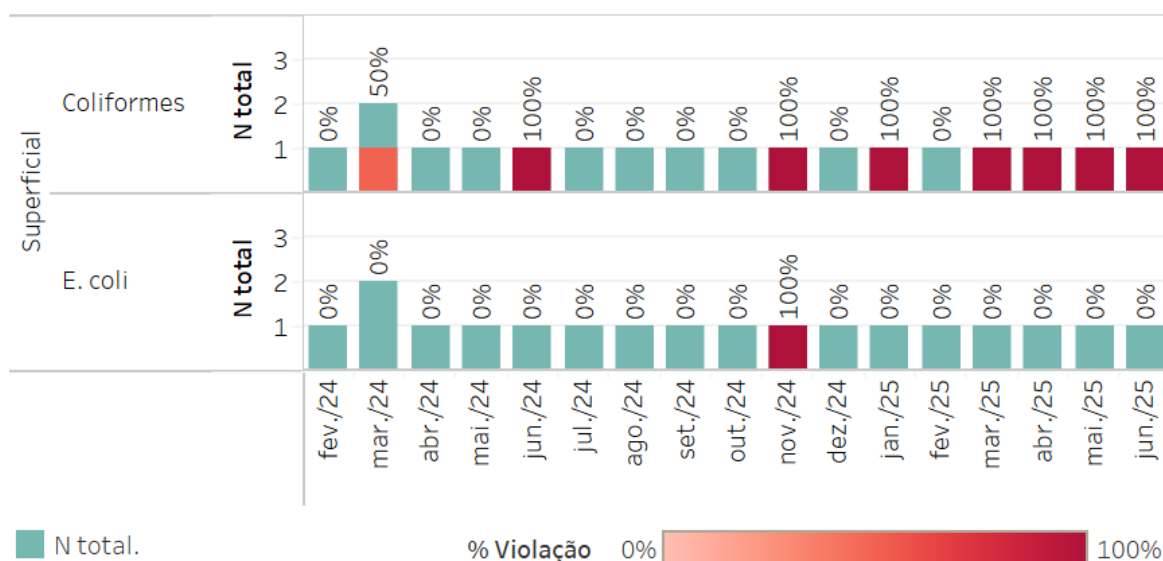


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.6.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto com tratamento de água monitorado no município de Dionísio, foi registrada a presença de coliformes especialmente nos últimos meses de monitoramento. *E. coli* foi identificada apenas no mês de novembro/2024. Não foi identificado padrões sazonais para a presença de coliformes e *E. coli* no período analisado (**Figura 6-43**).

Figura 6-43 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Dionísio-MG.



A coleta de água dos pontos de captação e saída de PMQACH 440 foi iniciada no ciclo de 2023/2024, não possuindo dados dos ciclos anteriores. Desta forma, não foi possível a realização da análise temporal para esse município.

Apesar da inviabilidade da condução da análise temporal, houve número suficiente de coletas para a realização da análise sazonal, a qual apontou que apenas o nitrato apresentou diferença significativa entre os períodos chuvoso e seco ($p < 0,05$). Esse parâmetro apresentou valores superiores durante o período chuvoso na captação do PMQACH 440 (**Figura 6-44**). Nenhum parâmetro apresentou diferença significativa entre o período seco e chuvoso para a saída do ponto PMQACH 440 (**Figura 6-44**).

Figura 6-44 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de fevereiro/2024 a julho/2025.

		Nitrato
PMQACH 440	Captação	●

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

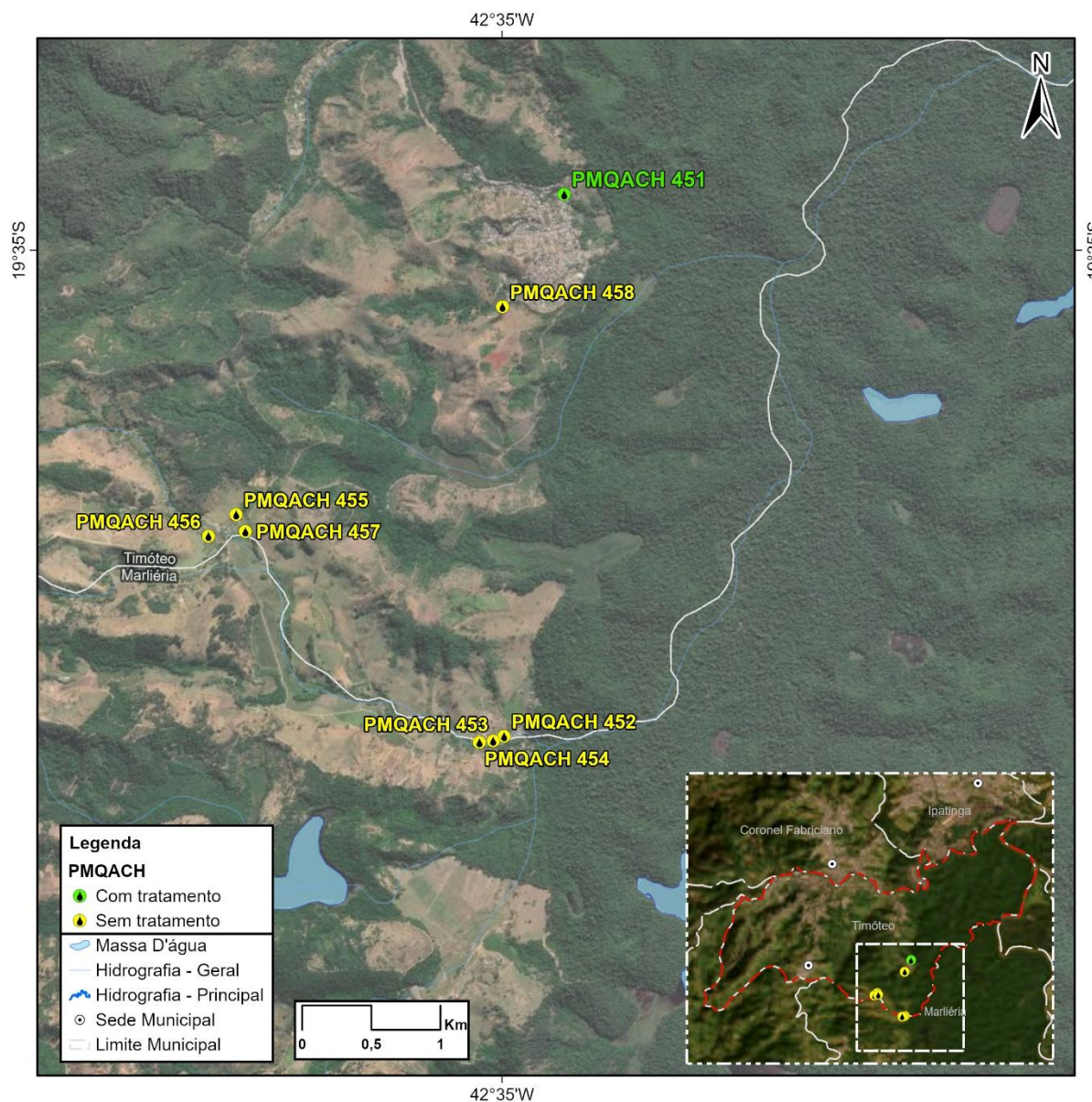
6.7 TIMÓTEO

No município de Timóteo-MG foram considerados 8 (oito) pontos de monitoramento. Destes, um possui tratamento de água e é do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA). Os demais não possuem tratamento de água e são do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) (Figura 6-45 e Quadro 6-7).

Quadro 6-7 - Características dos pontos do município de Timóteo considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 451	Subterrânea	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA n° 396/2008 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 452	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 453	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 454	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 455	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 456	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 457	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 458	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo

Figura 6-45 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Timóteo-MG.



6.7.1 Pontos sem tratamento

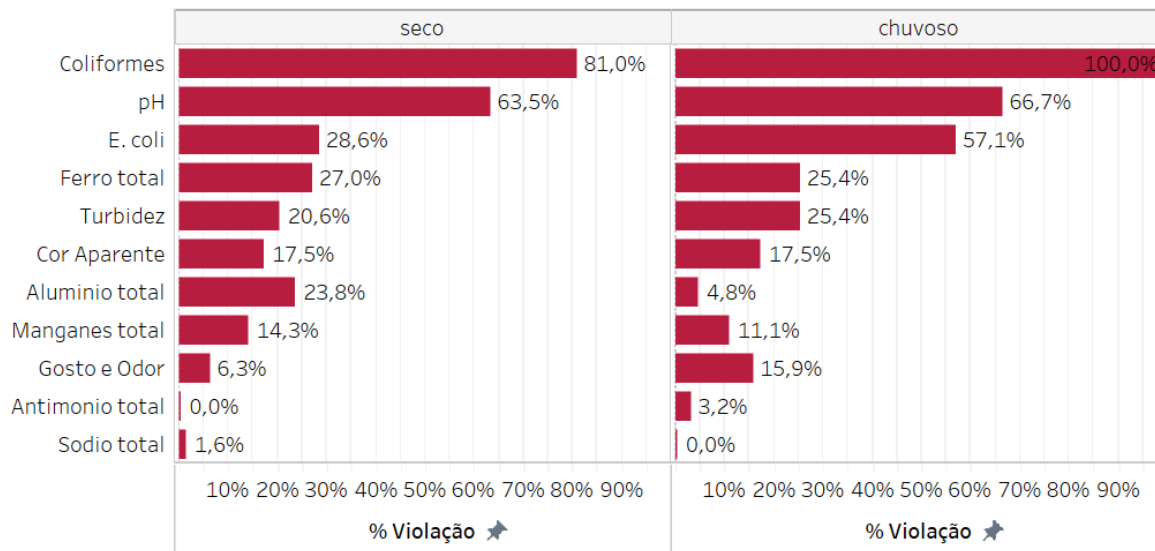
6.7.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Timóteo-MG, os parâmetros com maiores percentuais de violação foram coliformes totais, pH e *E. coli* (**Figura 6-46**).

A ausência de tratamento na água ajuda a explicar os elevados percentuais de violação para o parâmetro coliformes (81% de violação no período seco e 100% no período chuvoso) e *E. coli* (28,6% de violação no período seco e 57,1% no período chuvoso) (**Figura 6-46**). A presença de *E. coli* nas amostras indica relação com contaminação fecal da água proveniente de esgoto doméstico ou criação de animais. Embora contemple um grande grupo de bactérias de vida livre que podem ocorrer naturalmente no solo, na água e em plantas, a presença de coliformes serve como alerta para possível exposição da fonte a focos de poluição ou contaminação. De acordo com o IBGE (2022), 94,3% do município de Timóteo-MG possui esgotamento sanitário adequado. Comparando-o com os municípios de Minas Gerais (total de 853 municípios), Timóteo ocupa a 28ª posição entre os municípios com maior taxa de esgotamento sanitário adequado, sendo que a 1ª posição corresponde ao município com maior taxa. Vale destacar que a taxa de esgotamento sanitário não reflete sua eficiência, ou seja, um tratamento ineficiente ainda terá como resultado o lançamento de matéria orgânica e patógenos nos recursos hídricos. Portanto, embora possua um elevado percentual de tratamento de água, a baixa eficiência na remoção de patógenos pode ajudar a explicar a contaminação por coliformes, parâmetro indicado como prioritário para gestão na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021).

O pH apresentou percentual de violação acima de 60% no período seco e chuvoso. Este parâmetro, no geral, violou o limite legal inferior, apresentando resultados abaixo do preconizado pela legislação. Os demais parâmetros tiveram percentual de violação < 30% para os períodos chuvoso e seco (**Figura 6-46**).

Figura 6-46 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Timóteo-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre fevereiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Foram monitorados sete pontos sem tratamento, todos eles com captação subterrânea e abastecimento tipo SAI. As amostragens tiveram início em fevereiro/2024 com a 2ª revisão bianual do programa.

No ponto PMQACH 452, as violações observadas em 2024/2025 para coliformes (83%, 10 de 12 amostras), pH (17%, 1 de 12 amostras), cor aparente e ferro total (100%, 12 amostras), foram exatamente as mesmas do ciclo anterior. Houve aumento no percentual desconforme para manganês total (75%, 9 de 12 amostras) e gosto e odor (50%, 6 de 12 amostras). Por outro lado, foi observada redução no percentual de violação em 2024/2025 para os parâmetros turbidez (92%, 11 de 12 amostras), *E. coli* (25%, 3 de 12 amostras), e alumínio total (33%, 4 de 12 amostras) em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-47**).

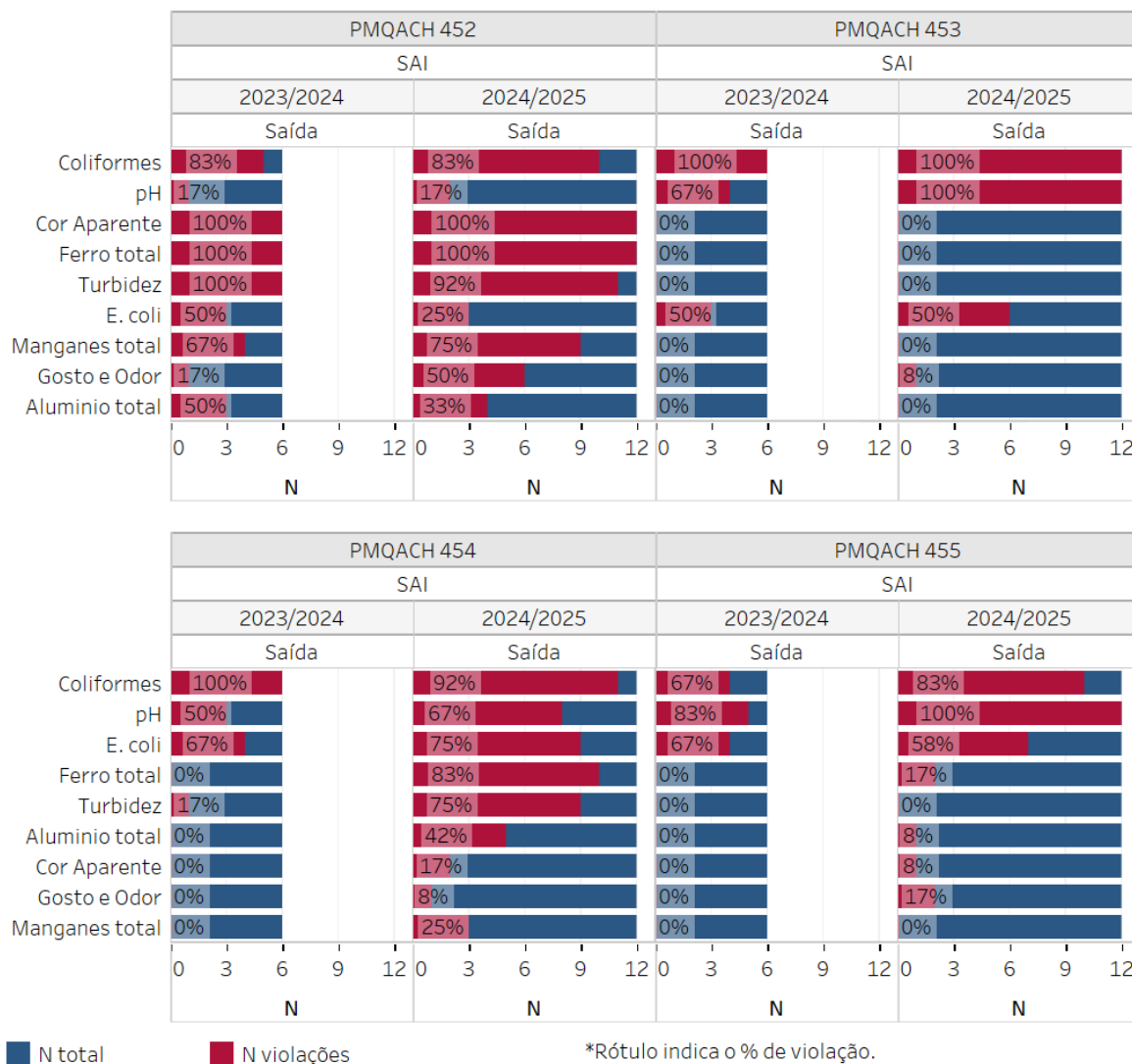
No ponto PMQACH 453, em 2024/2025, coliformes e pH apresentaram violação em todas as amostras do período (100%, 12 amostras). Para coliformes, o resultado foi o mesmo do ciclo anterior, enquanto para pH, o resultado representou um aumento. *E. coli* também manteve, em 2024/2025, o mesmo resultado do ciclo anterior, com 50% das amostras do período acima do preconizado pela legislação (6 de 12 amostras). Gosto e odor apresentou violação pontual em 1 das 12 amostras do ciclo de 2024/2025 (8%) (**Figura 6-47**).

No ponto PMQACH 454, em 2024/2025, coliformes foi o parâmetro com maior percentual de amostras que violaram o respectivo limite legal ponto (92%, 11 de 12 amostras), mantendo o padrão observado no ciclo anterior. Apresentaram aumento no percentual desconforme os

parâmetros pH (67%, 8 de 12 amostras) e *E. coli* e turbidez (ambos com 75%, 9 de 12 amostras). Demais parâmetros apresentaram, em 2024/2025, desconformidade no monitoramento pela primeira vez, sendo eles ferro total com 83% de amostras acima da legislação (10 de 12 amostras), alumínio total com 42% (5 de 12 amostras), manganês total com 25% (3 de 12 amostras), cor aparente com 17% (2 de 12 amostras) e gosto e odor com 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-47**).

No último ciclo, o ponto PMQACH 455 apresentou aumento no percentual de violação para coliformes (83%, 10 de 12 amostras) e pH (100%, 12 amostras). *E. coli*, por sua vez apresentou discreta redução no percentual desconforme (58%, 7 de 12 amostras). Registraram violação pela primeira vez no monitoramento os parâmetros ferro total e gosto e odor com 17% (2 de 12 amostras) e alumínio total e cor aparente com 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-47**).

Figura 6-47 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 452, PMQACH 453, PMQACH 454 e PMQACH 455, localizado no município de Timóteo-MG, entre fevereiro/2024 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.



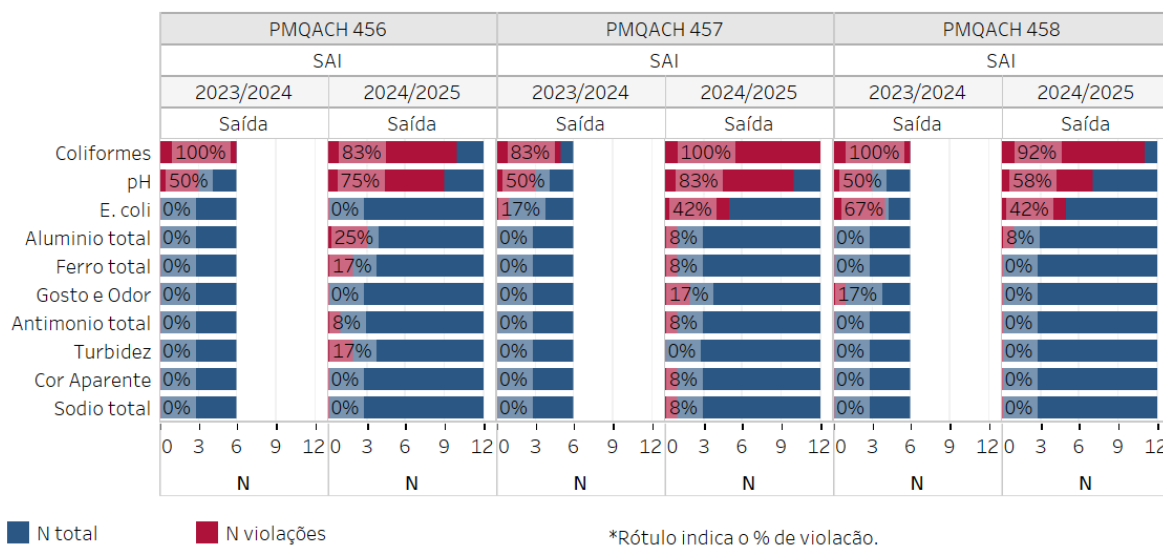
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

No ponto PMQACH 456, em 2024/2025, foi registrado percentual de violação de 83% para coliformes (10 de 12 amostras) (**Figura 6-48**). Embora elevado, o resultado representou uma redução no percentual desconforme em relação ao ciclo anterior. Por outro lado, pH apresentou aumento no percentual de amostras em desconformidade com a legislação com 75% (9 de 12 amostras) (**Figura 6-48**). Em menores percentuais, alumínio total registrou, em 2024/2025, 25% de amostras acima do limite legal (3 de 12 amostras), ferro total e turbidez 17% (2 de 12 amostras) e antimônio total 8% (1 de 12 amostras). Estes parâmetros apresentaram conformidade no ciclo anterior de 2023/2024 (**Figura 6-48**).

O ponto PMQACH 457 registrou, em 2024/2025, 100% de violação para as amostras de coliformes (12 amostras), 83% para pH (10 de 12 amostras), 42% para *E. coli* (5 de 12 amostras). Estes resultados representaram um aumento no percentual de violação de 2024/2025 em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-48**). Além disso, pela primeira vez no monitoramento foi observada violação para gosto e odor (17%, 2 de 12 amostras) e alumínio total, ferro total, antimônio total, cor aparente e sódio total (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-48**).

No ponto PMQACH 458 violações observadas em 2024/2025 para coliformes (92%, 11 de 12 amostras) e pH (58%, 7 de 12 amostras) foram próximas às observadas no ciclo anterior (**Figura 6-48**). *E. coli* registrou redução no percentual desconforme do último ciclo (42%, 5 de 12 amostras) em relação ao anterior. Alumínio total apresentou no último ciclo violação pontual em 1 das 12 amostras do período (8%) (**Figura 6-48**).

Figura 6-48 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 456, PMQACH 457 e PMQACH 458, localizado no município de Timóteo-MG, entre fevereiro/2024 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.

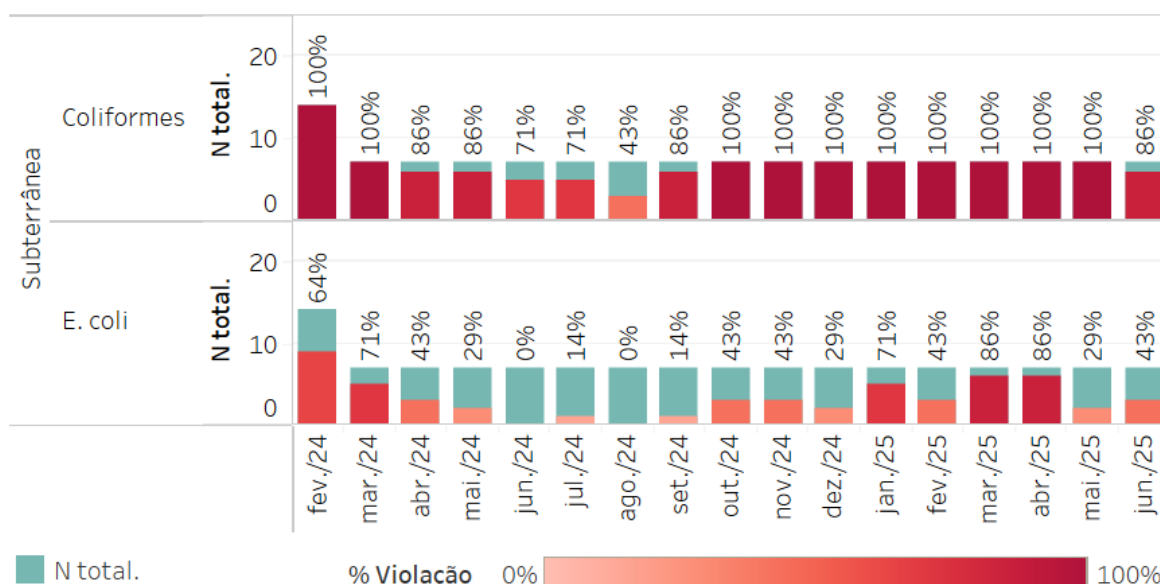


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.7.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Os pontos sem tratamento de água monitorados no município de Timóteo registraram a presença de coliformes em todos os meses monitorados (entre fevereiro/24 e junho/2025). Em menores percentuais, *E. coli* também foi detectada em todas as campanhas de monitoramento (exceto em junho e agosto/2024). Para nenhum dos dois parâmetros foi possível observar um padrão temporal ou sazonal da presença destes contaminantes microbiológicos (**Figura 6-49**).

Figura 6-49 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, no município de Timóteo.



Não houve análise de tendência temporal para os pontos sem tratamento do município de Timóteo, uma vez que há poucos ciclos anuais para a realização da análise (2023/2024, 2024/2025).

A análise sazonal dos pontos sem tratamento do município de Timóteo evidenciou que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os períodos de seca e chuva para os pontos PMQACH 452, PMQACH 453, PMQACH 454, PMQACH 456 e PMQACH 457 para os seguintes parâmetros: cloreto total, dureza total, gosto e odor, manganês total e sódio total (**Figura 6-50**).

No ponto PMQACH 452 foi observado que cloreto total apresentou valores mais elevados no período chuvoso, enquanto dureza total e sódio total foram mais elevados no período seco

(Figura 6-50). No PMQACH 453, o parâmetro gosto e odor apresentou valores mais elevados no período chuvoso, enquanto manganês total apresentou maiores concentrações no período seco (Figura 6-50). No ponto PMQACH 454, tanto cloreto total quanto dureza total apresentaram valores maiores no período chuvoso (Figura 6-50). O único parâmetro que apresentou diferença sazonal significativa no ponto PMQACH 456 foi sódio total, onde foi observado valores superiores no período seco. Em PMQACH 457 o parâmetro manganês foi o único parâmetro que apresentou diferença significativa entre seca e chuva, com valores superiores observados no período chuvoso (Figura 6-50).

Figura 6-50 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de fevereiro/2024 a julho/2025.

	Cloreto Total	Dureza Total	Gosto e Odor	Manganês Total	Sódio Total
PMQACH 452	●	●			●
PMQACH 453			●	●	
PMQACH 454	●	●			
PMQACH 456					●
PMQACH 457				●	

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

6.7.2 Pontos com tratamento

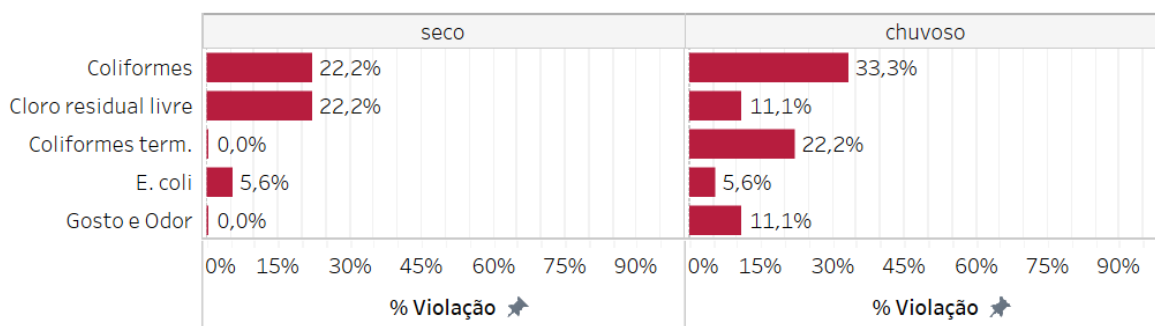
6.7.2.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

No município de Timóteo-MG, cinco parâmetros apresentaram resultados em desconformidade com os limites preconizados pelas legislações aplicáveis.

Violações observadas para cloro residual livre (22,2% no período seco e 11,1% no período chuvoso) geralmente ocorreram em função de concentrações abaixo do limite inferior permitido. Este resultado ajuda a explicar as violações observadas para coliformes (22,2% no período seco e 33,3% no período chuvoso), parâmetro monitorado na saída do tratamento (**Figura 6-51**).

Apresentaram violações apenas no período chuvoso os parâmetros coliformes termotolerantes (22,2%) e gosto e odor (11,1%). *E. coli* apresentou mesmo padrão de violação no período seco e chuvoso (5,6%) (**Figura 6-51**).

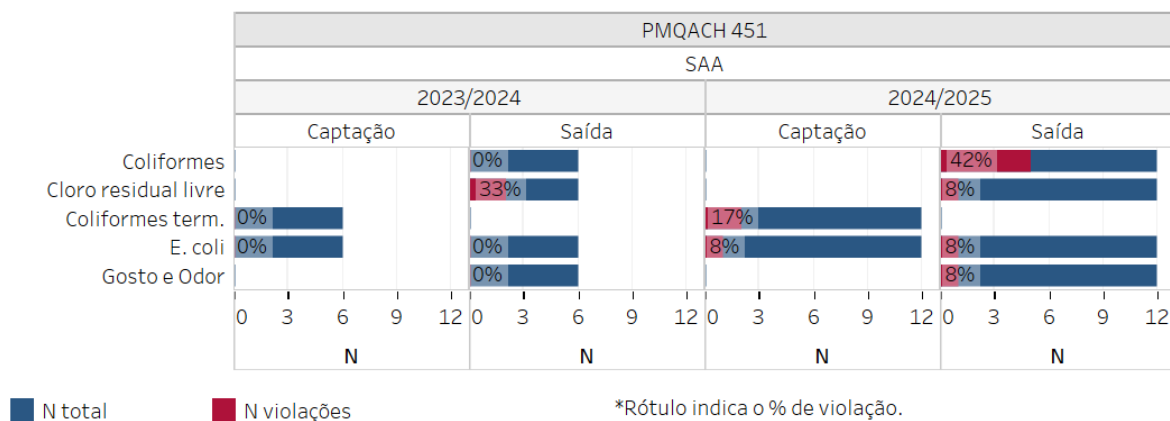
Figura 6-51 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Timóteo-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre fevereiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Foi monitorado um ponto com tratamento e captação subterrânea no município de Timóteo – PMQACH 451. A amostragem neste ponto teve início em fevereiro/2024 com a 2ª revisão bianual do plano de monitoramento. No último ciclo de monitoramento, 2024/2025, o parâmetro coliformes termotolerantes, monitorado exclusivamente na captação do sistema de tratamento, apresentou 17% de violação (2 de 12 amostras) (**Figura 6-52**). *E. coli* apresentou na captação e na saída do tratamento violação pontual em 1 das 12 amostras do período (8%) (**Figura 6-52**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, foram observadas, em 2024/2025, violações para coliformes (42%, 5 de 12 amostras), cloro residual livre e gosto e odor (8%, 1 de 12 amostras (**Figura 6-52**).

Figura 6-52 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 451, localizado no município de Timóteo-MG, entre fevereiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.

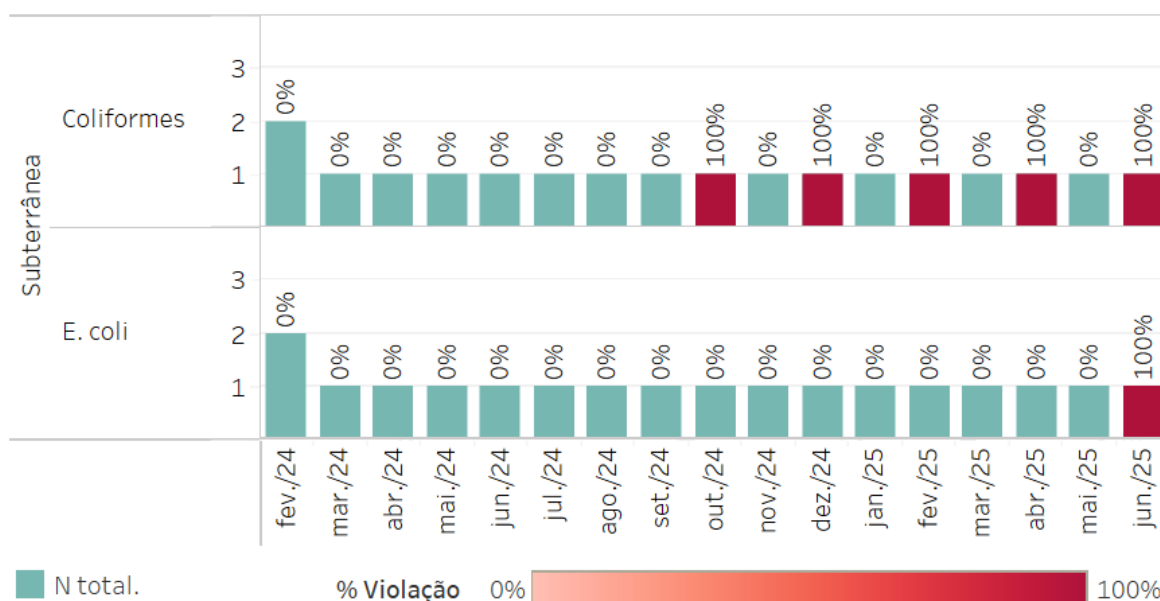


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.7.2.2 Avaliação temporal e sazonal

A presença de coliformes ocorreu especialmente nas campanhas do último ciclo de monitoramento (julho/2024 a julho/2025), nos meses de outubro e dezembro/2024 e fevereiro, abril e junho/2025. A presença de *E. coli* foi registrada apenas no mês de junho/2025 (**Figura 6-53**).

Figura 6-53 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento, no município de Timóteo.



Assim como os pontos sem tratamento, as coletas nos pontos amostrais que possuem tratamento neste município foram iniciadas em janeiro/2024, com a segunda revisão bianual, não havendo dados disponíveis dos ciclos anteriores. Por esse motivo, não foi possível realizar a análise temporal.

Em relação às análises de tendência sazonal, nenhum parâmetro analisado apresentou diferença significativa entre os períodos de seca e chuva, tanto na captação quanto na saída de tratamento.

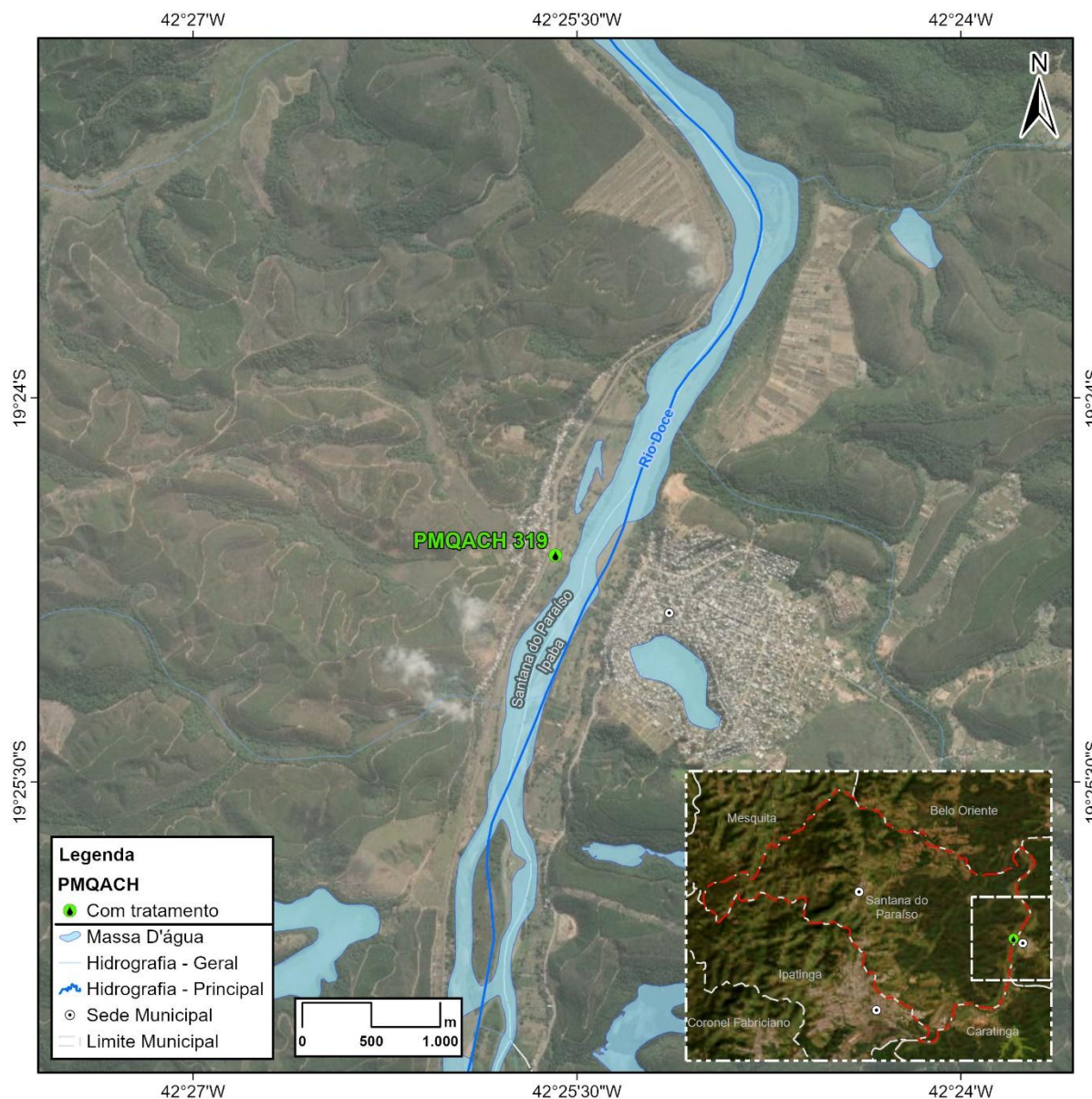
6.8 SANTANA DO PARAÍSO

No município de Santana do Paraíso-MG, foi considerado um ponto de monitoramento do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e com tratamento (**Figura 6-54 e Quadro 6-8**).

Quadro 6-8 - Características do ponto do município de Santana do Paraíso considerado no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 319	Subterrânea	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA n° 396/2008 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-54 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Santana do Paraíso-MG.



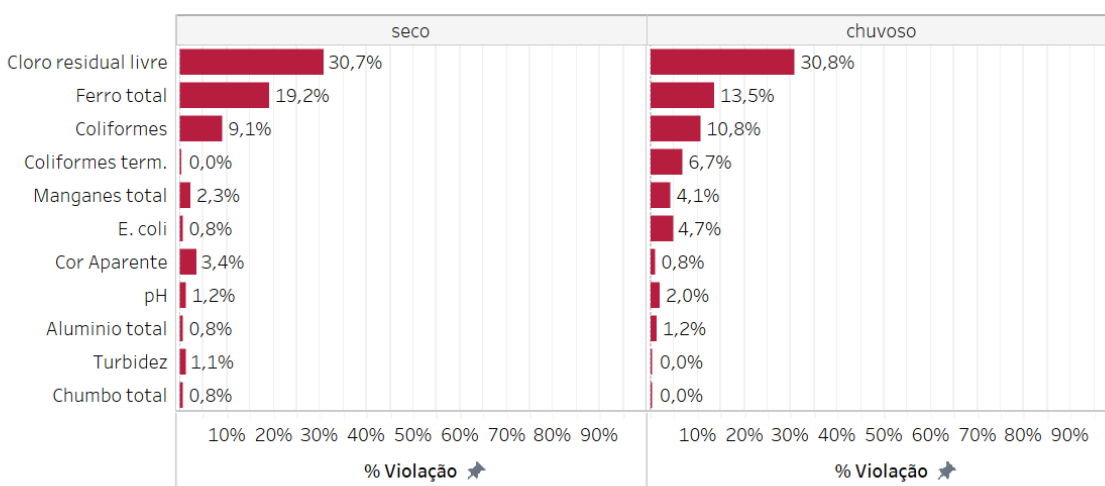
6.8.1 Pontos com tratamento

6.8.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o ponto com tratamento do município de Santana do Paraíso, foram observados, no geral, baixos percentuais de violação não ultrapassando 31% para os dois períodos (chuvoso e seco) (**Figura 6-55**).

Cloro residual livre se destaca por apresentar os maiores percentuais de violação entre os parâmetros monitorados nos dois períodos sazonais (aproximadamente 30% em ambos os períodos sazonais). Apesar do ponto receber tratamento de água, onde o cloro é um dos principais produtos utilizados, as concentrações do cloro residual livre foram, no geral, abaixo do limite legal inferior. Isto ajuda a explicar o fato de coliformes apresentar violação para os dois períodos (9,1% no período seco e 10,8% no período chuvoso) assim como *E. coli* (0,8% no período seco e 4,7 % no período chuvoso) (**Figura 6-55**). Com relação aos demais parâmetros, destacam-se coliformes termotolerantes (6,7%) por violar o limite legal somente no período chuvoso, e chumbo total e turbidez (0,8% e 1,1% de violação, respectivamente) por apresentar violação apenas no período seco (**Figura 6-55**).

Figura 6-55 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos com tratamento no município de Santana do Paraíso-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



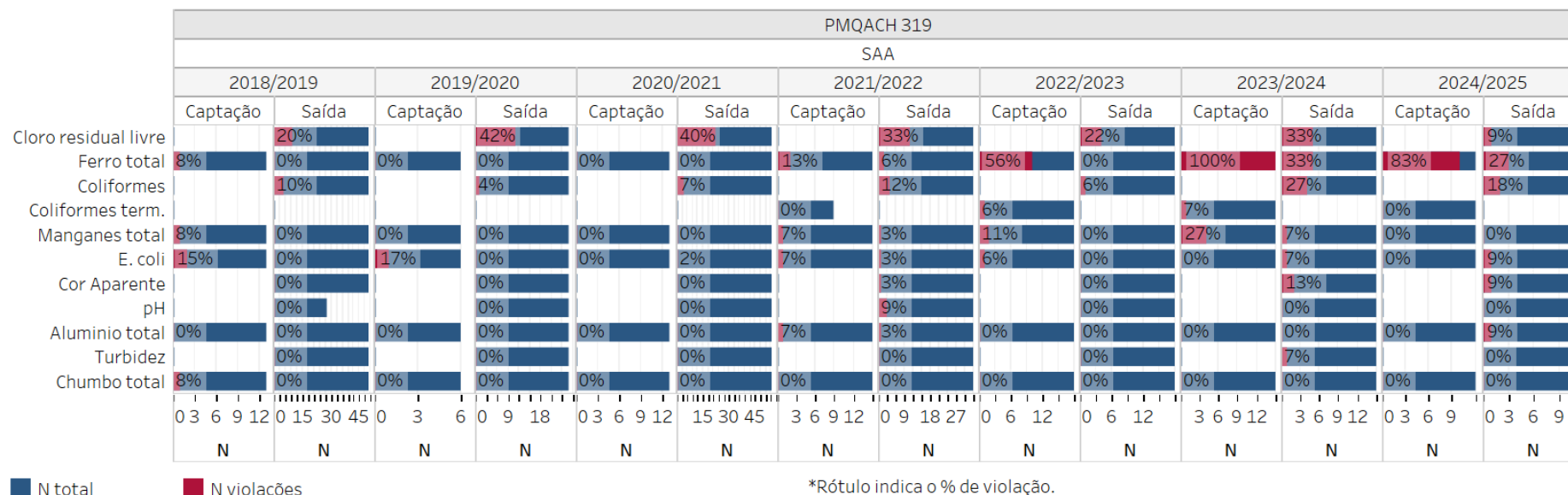
O ponto PMQACH 319, possui tratamento de água, captação subterrânea e abastecimento tipo SAA.

Ferro total foi o único parâmetro que apresentou não conformidade na captação do sistema de tratamento, em 2024/2025, com 83% das amostras do período acima do limite legal (10 de 12 amostras), percentual este tão elevado quanto o do ciclo anterior. Quando avaliado na saída do tratamento o parâmetro registrou 27% das amostras em desconformidade (3 de 11 amostras).

E. coli e alumínio total que apresentaram conformidade na captação do sistema registraram violações pontuais na saída do tratamento, em 2024/2025 (9%, 1 de 11 amostras).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento foram registradas violações para cloro residual e cor aparente (9%, 1 de 11 amostras) e coliformes (18%, 2 de 11 amostras) (**Figura 6-56**).

Figura 6-56 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 319 localizado no município de Santana do Paraíso-MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.

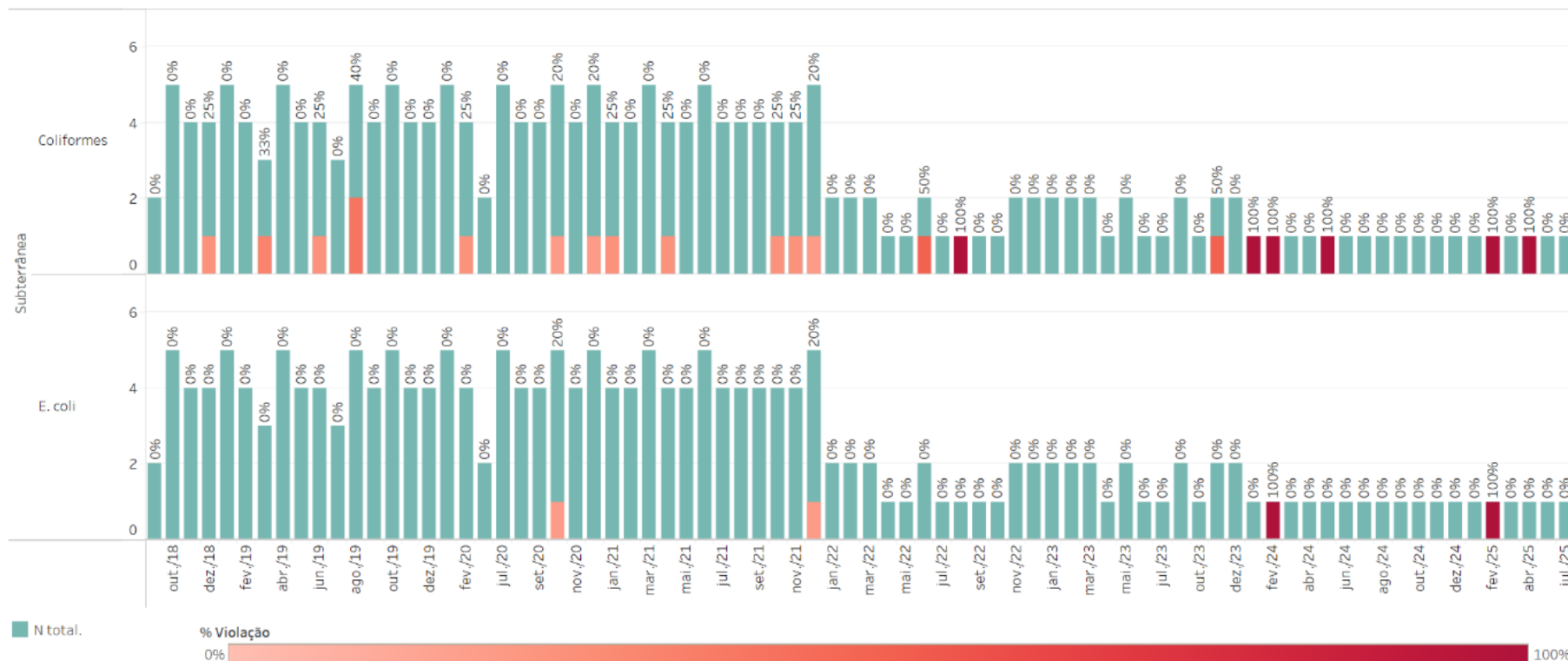


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.8.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto com tratamento do município de Santana do Paraíso, coliformes e *E. coli* não foram detectados na maioria dos meses monitorados. No último ciclo de monitoramento, entre os meses de julho/2024 e julho/2025, a presença de coliformes foi registrada apenas nos meses de fevereiro e abril/2025. A presença de *E. coli* ocorreu apenas em 4 dos 74 meses amostrados. No último ciclo, foi registrada apenas no mês de fevereiro/2025. No geral, não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para presença de coliformes ou *E. coli* no período analisado (**Figura 6-57**).

Figura 6-57 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Santana do Paraíso-MG.



A análise temporal do PMQACH 319 revelou que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os parâmetros no ciclo atual (2024/2025) e os demais ciclos. Na captação desse ponto, apenas a turbidez apresentou um padrão temporal evidente, demonstrando queda em seus valores ao longo do tempo. Já em seu ponto de saída, os padrões de queda foram observados para bário total, pH e zinco total, enquanto o padrão de aumento foi observado para sódio total (Figura 6-58).

Figura 6-58 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloro Residual Livre	Dureza Total	pH	Sódio Total	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 319	Captação				—	—		↓	
	Saída	—	↓	—		↓	↑		↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;

↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

A análise sazonal do PMQACH 319 (saída), único ponto monitorado do município de Santana do Paraíso, revelou que apenas o pH apresentou diferença significativa entre os períodos de seca e chuva, com valores mais elevados na época seca. Nenhum dos parâmetros selecionados apresentou diferença sazonal significativa para a captação desse ponto (Figura 6-59).

Figura 6-59 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		H D
PMQACH 319	saída	●

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

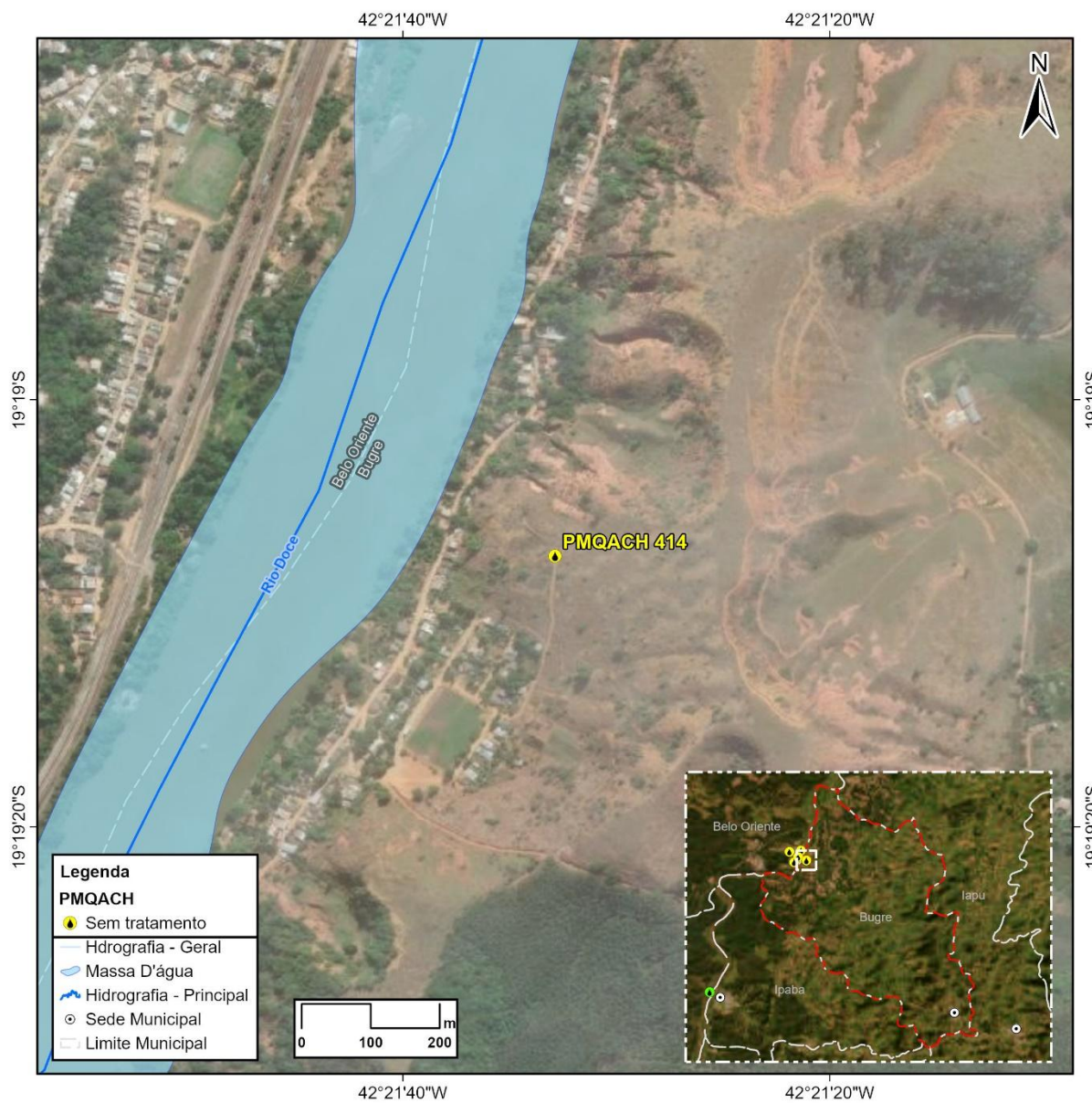
6.9 BUGRE

No município de Bugre-MG, foi considerado 01 (um) ponto de monitoramento, sem tratamento de água e do tipo Soluções Alternativas Coletivas (SAC) (**Figura 6-60 e Quadro 6-9**).

Quadro 6-9 - Características do ponto do município de Bugre considerado no presente relatório.

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 414	Subterrânea	SAC	Não	Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-60 - Localização geográfica do ponto monitorados em Bugre-MG.



6.9.1 Pontos sem tratamento

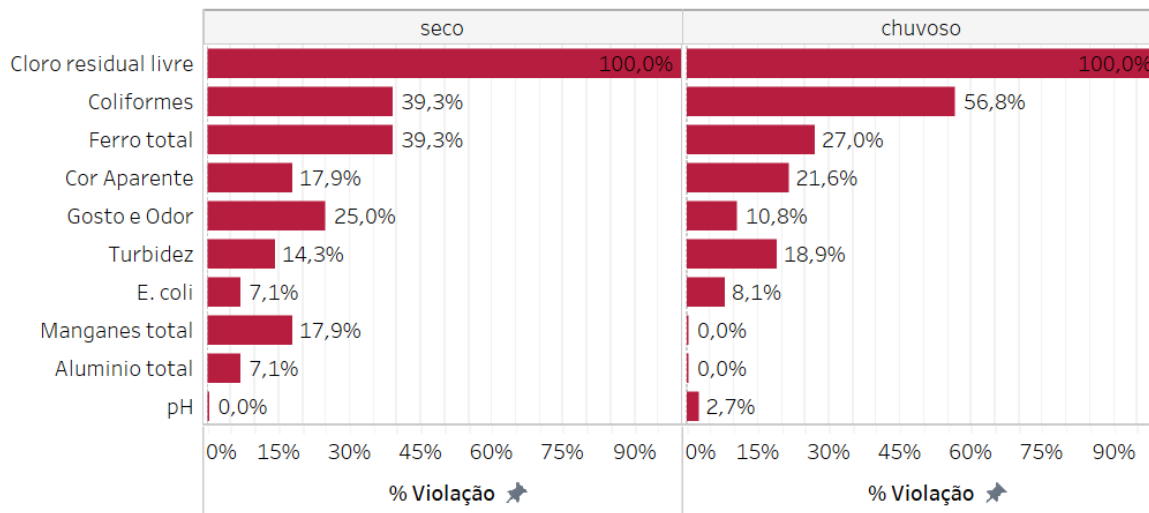
6.9.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Bugre-MG, os parâmetros com maiores percentuais de violação foram cloro residual livre e coliformes totais, sendo que o cloro apresentou 100% de violação no período seco e no período chuvoso (**Figura 6-61**). As violações observadas para o cloro residual livre foram, no geral, com resultados abaixo da faixa do limite estabelecido na legislação, o que era esperado visto que o ponto de monitoramento do município não apresenta tratamento de água. Reforça-se, no entanto, que a partir de janeiro/2022, com a primeira revisão bianual do PMQACH, o parâmetro cloro residual livre deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento. Os elevados percentuais observados referem-se ao período pretérito a esta revisão.

O parâmetro coliformes apresentou percentual de violação mais elevado no período chuvoso (56,8%) em relação ao período seco (39,3%). *E. coli*, apresentou percentuais de violação de 7,1% no período seco e 8,1% no período chuvoso (**Figura 6-61**). A contaminação microbiológica, observada, portanto, pode estar relacionada a não adição de cloro nas águas.

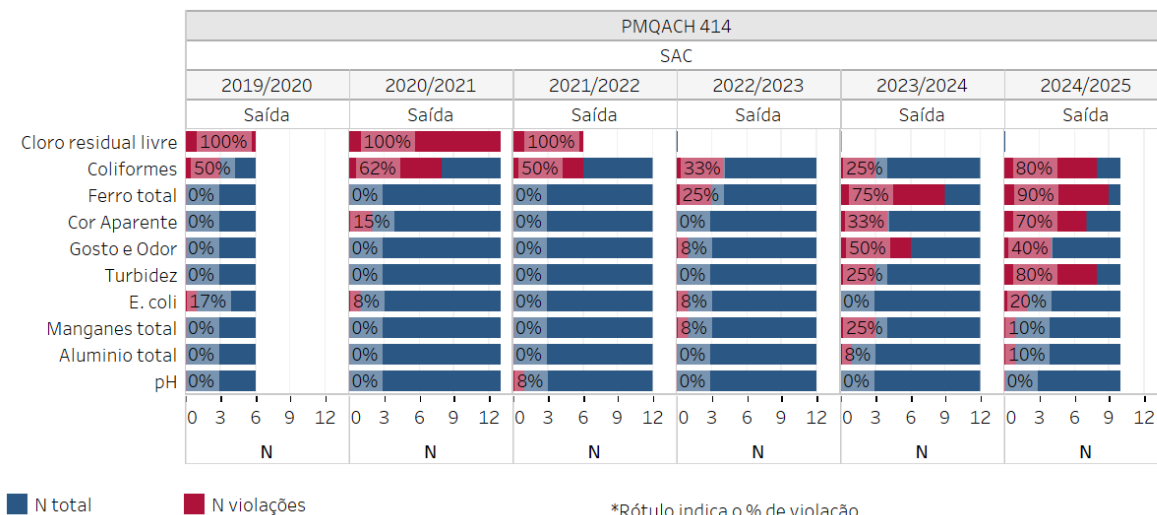
A falta de tratamento dos efluentes domésticos ou da criação de animais pode ser a causa da contaminação da água por coliformes totais e *E. coli*. O município de Bugre-MG apresenta um reduzido percentual de esgotamento sanitário adequado (58,37%; IBGE, 2010), onde um tratamento simples de desinfecção por cloração é empregado. Comparado a outros municípios do estado de Minas Gerais, Bugre ocupa a 519ª posição de 853 municípios em taxa de esgotamento sanitário adequado (considera-se a 1ª posição como a que contém esgotamento sanitário mais adequado). O percentual de tratamento adequado do esgoto ausente em quase 40% do município, ajuda a explicar a contaminação por coliformes e *E. coli*, dois parâmetros indicados como prioritários para gestão na bacia do rio Doce (PIRH, 2021) (**Figura 6-61**).

Figura 6-61 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Bugre-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



No ponto PMQACH 414, que possui abastecimento tipo SAC e captação subterrânea, foi observada, em 2024/2025, diminuição no percentual de violação para gosto e odor (40%, 4 de 10 amostras) e manganês total (10%, 1 de 10 amostras) (**Figura 6-62**). Por outro lado, a maior parte dos parâmetros registrou aumento no percentual desconforme, sendo eles: coliformes com 80% de violação (8 de 10 amostras), ferro total com 90% (9 de 10 amostras), cor aparente com 70% (7 de 10 amostras), turbidez com 80% (8 de 10 amostras), *E. coli* com 20% (2 de 10 amostras) e alumínio total com 10% (1 de 10 amostras) (**Figura 6-62**).

Figura 6-62 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 414, localizado no município de Bugre-MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.9.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto sem tratamento do município de Bugre, a presença de coliformes foi detectada ao longo de todo monitoramento sem um padrão claro. No período avaliado neste relatório, julho/2024 a julho/2025, a presença de coliformes somente não foi identificada nos meses de julho e dezembro/2024. *E. coli* por sua vez, foi registrada com menos frequência, sendo que no ciclo deste relatório, apenas nos meses de agosto e outubro/2024 (Figura 6-63).

A análise temporal evidenciou diferenças significativas ($p < 0,05$) no ciclo atual (2024/2025) em relação aos ciclos anteriores (**Figura 6-64**). Para o PMQACH 414, único ponto monitorado no município de Bugre, foi observado o aumento nas concentrações nos parâmetros alumínio total, bário total, ferro total, manganês total, nitrato e sólidos dissolvidos totais. Houve redução nos valores de pH e zinco total. Para dureza total, gosto e odor, e sódio total, não foi identificado padrão consistente entre os anos (**Figura 6-64**).

Figura 6-64 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de outubro/2019 a julho/2025.

	Alumínio Total	Bário Total	Dureza Total	Ferro Total	Gosto e Odor	Manganês Total	Nitrato	pH	Sódio Total	SDT	Zinco Total
PMQACH 414	↑	↑	—	↑	—	↑	↑	↓	—	↑	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;
 ↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

Em relação à variação sazonal, os parâmetros que apresentaram diferenças significativas entre os períodos seco e chuvoso ($p < 0,05$) foram pH e sulfato (**Figura 6-65**). No ponto PMQACH 414, o parâmetro pH apresentou valores superiores durante o período seco, enquanto sulfato apresentou valores mais elevados no período chuvoso (**Figura 6-65**).

Figura 6-65 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de outubro/2019 a julho/2025.

	pH	Sulfato
PMQACH 414	●	●

● valores significativamente superiores no período chuvoso;
 ● valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

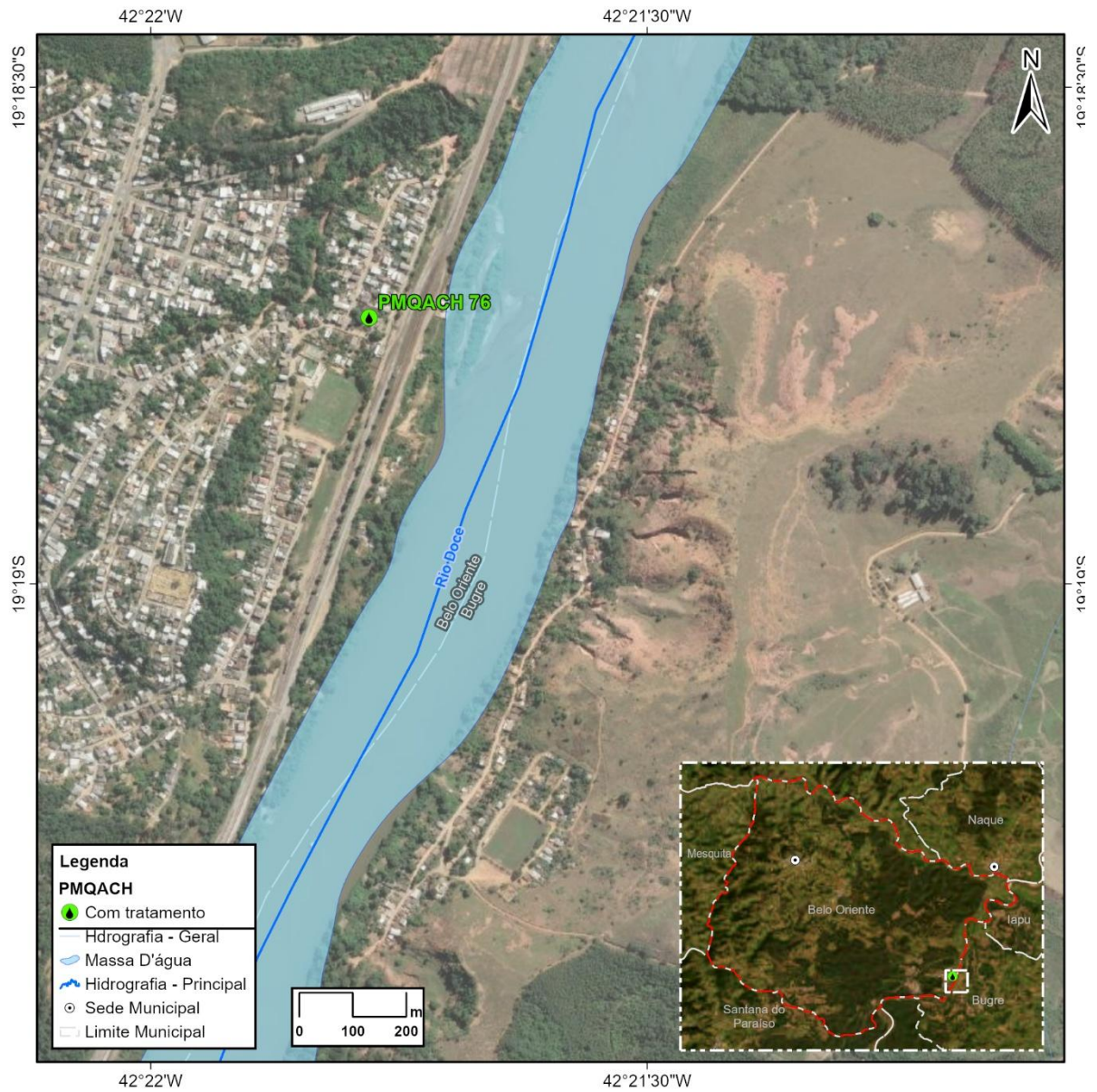
6.10 BELO ORIENTE

No município de Belo Oriente - MG, um ponto de monitoramento com tratamento de água e do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) (**Figura 6-66 e Quadro 6-10**).

Quadro 6-10 - Características do ponto do município de Belo Oriente considerado no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 76	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-66 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Belo Oriente - MG.

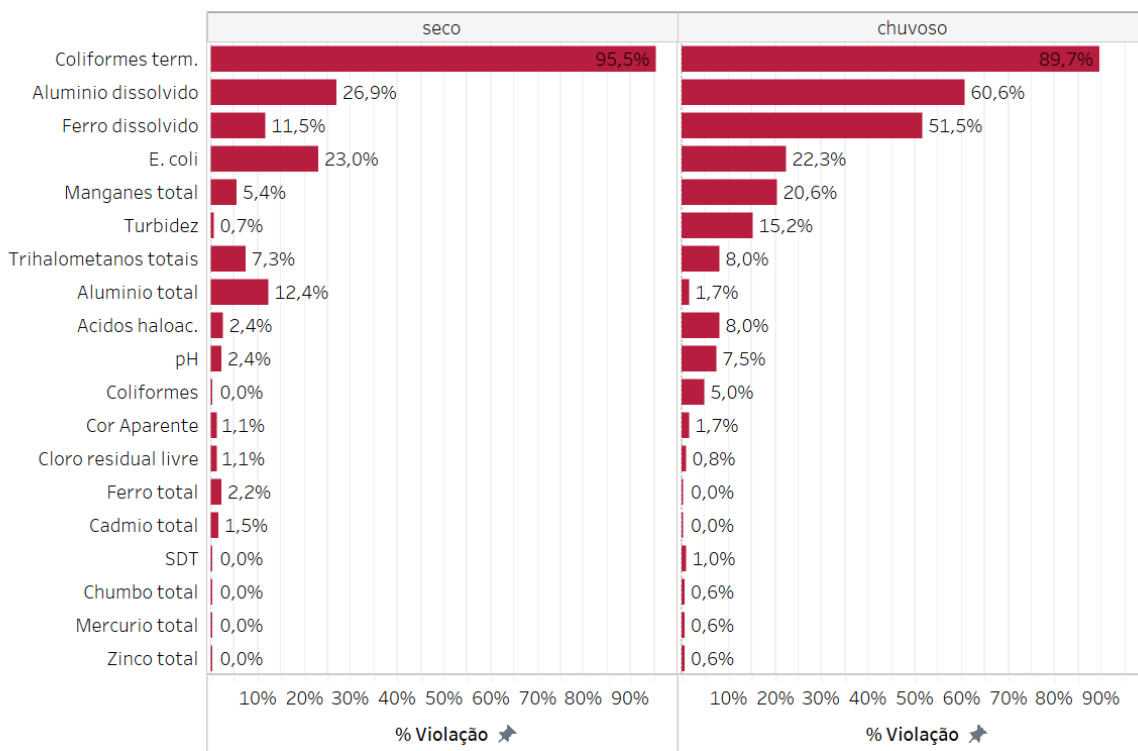


6.10.1 Pontos com tratamento

6.10.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o ponto com tratamento do município de Belo Oriente - MG, coliformes termotolerantes apresentou 95,5% de violação no período seco e 89,7% no período chuvoso. Alumínio dissolvido e ferro dissolvido apresentaram violações marcadas pela sazonalidade. O primeiro registrou 26,9% de violação no período seco e 60,6% no período chuvoso, enquanto o segundo registrou 11,5% no período seco e 51,5% no período chuvoso (**Figura 6-67**). Ressalta-se, no entanto, que estes parâmetros passaram a ser monitorados após a primeira revisão bianual do PMQACH, a partir de janeiro de 2022. O elevado percentual de violação para ferro dissolvido e alumínio dissolvido no período chuvoso pode estar associado à maior lixiviação durante as chuvas, o que leva partículas destes metais provenientes de forma natural nas rochas e solos da bacia a elevarem a concentração deste parâmetro nas águas da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Os demais parâmetros apresentaram menores percentuais de violação (abaixo de 25%) (**Figura 6-67**).

Figura 6-67 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados município de Belo Oriente- MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



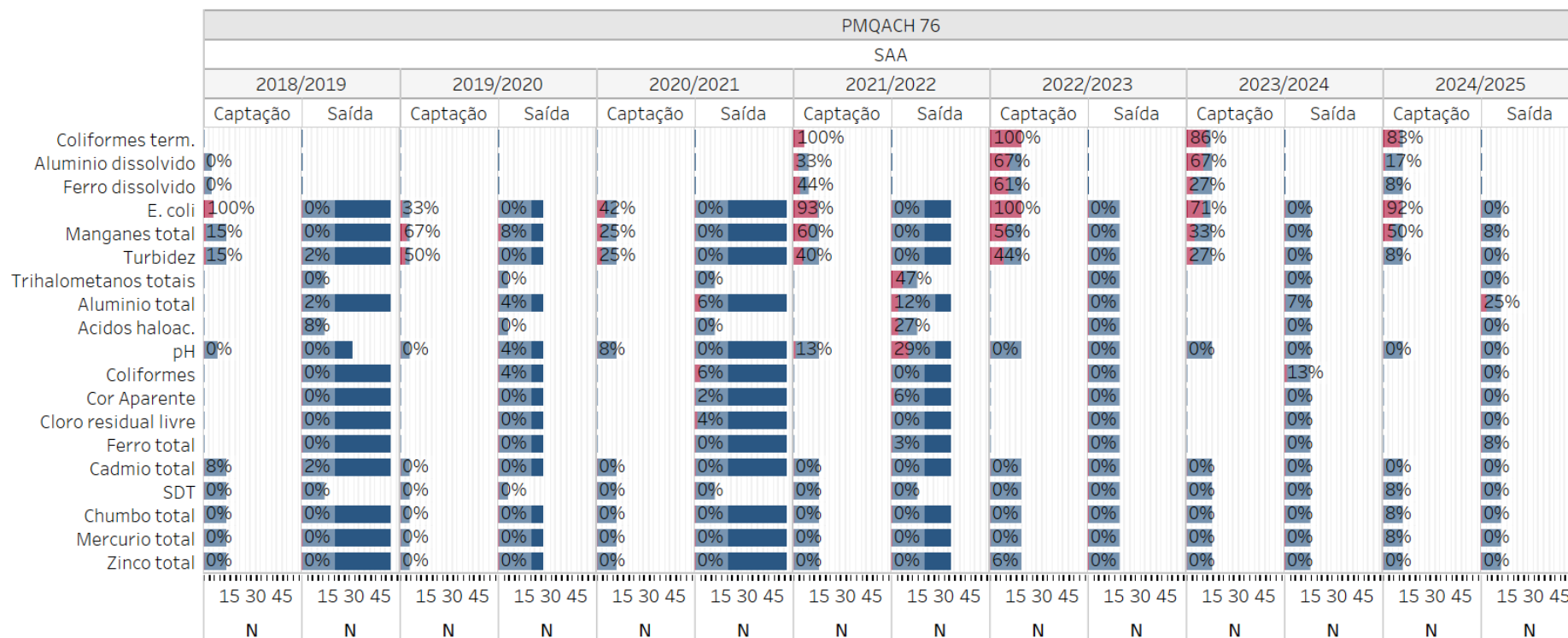
O ponto PMQACH 76 apresenta captação superficial e abastecimento do tipo SAA.

Entre os parâmetros monitorados exclusivamente na captação do sistema tratamento, foi observado, em 2024/2025, redução no percentual desconforme para alumínio dissolvido (17%, 2 de 12 amostras) e ferro dissolvido (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-68**). Coliformes, com 83% de violação na captação em 2024/2025, manteve percentual semelhante ao do ciclo anterior (**Figura 6-68**).

Ainda na captação, *E. coli* apresentou 92% de violação no último ciclo (11 de 12 amostras), manganês total 50% (6 de 12 amostras) e turbidez 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-68**). O resultado observado para os dois primeiros representou um aumento no percentual desconforme de 2024/2025 em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-68**). Quando avaliados na saída do tratamento, manganês total apresentou violação pontual em 1 das 12 amostras do período (8%) (**Figura 6-68**). Destacam-se ainda as violações para chumbo total, mercúrio total e sólidos totais dissolvidos, que embora pontuais e apenas na captação (8%, 1 de 12 amostras), tiveram seu primeiro registro no monitoramento neste último ciclo (**Figura 6-68**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, alumínio total apresentou violação em 25% das amostras do ciclo de 2024/2025 (3 de 12 amostras) e ferro total 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-68**).

Figura 6-68 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 76 localizado no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.



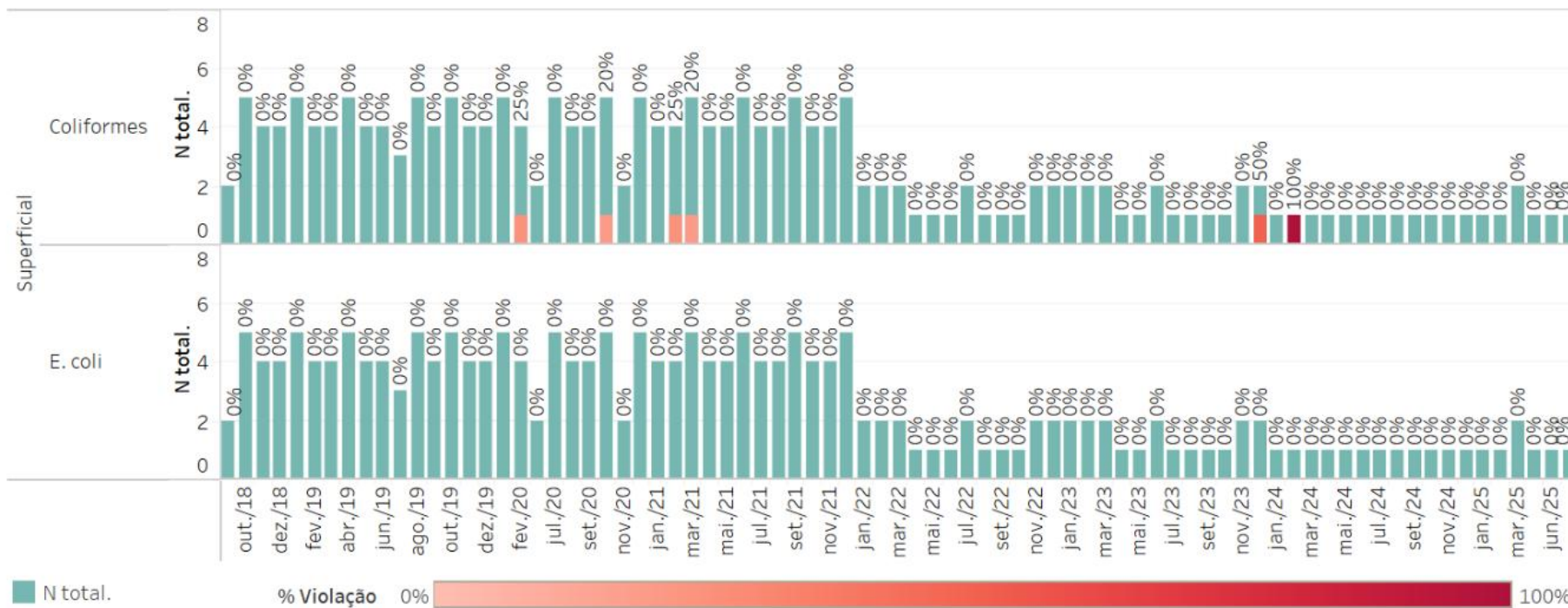
■ N total ■ N violações *Rótulo indica o % de violação.

Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.10.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto PMQACH 76, a presença de coliformes foi registrada em apenas 6 meses do monitoramento, sendo que no último ciclo (entre julho/2024 e julho/2025) não foi registrada presença de coliformes (Figura 6-69). Não foi detectada a presença de *E. coli* durante o monitoramento neste ponto. No geral, não foi encontrado nenhum padrão temporal ou sazonal evidente para coliformes e *E. coli* no período monitorado.

Figura 6-69 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento localizados no município de Belo Oriente - MG.



A análise temporal dos pontos localizados no município de Belo Oriente evidenciou diferenças significativas ($p < 0,05$) no ciclo atual (2024/2025) em relação aos ciclos anteriores (**Figura 6-70**). Para a captação do ponto PMQACH 76, observou-se aumento de sólidos dissolvidos totais ao longo do tempo. Houve redução nos valores de cor aparente e zinco total. Para os parâmetros cloreto total, densidade de cianobactérias, dureza total, *E. coli*, nitrato, sódio total e sulfato não foi identificado padrão consistente entre os anos (**Figura 6-70**).

Para a saída do ponto PMQACH 76, os resultados indicaram aumento nas concentrações de ferro total ao longo do tempo. Houve redução nas concentrações de cloro residual livre e zinco total. Para alumínio total, bário total, pH e sódio total não foi identificado um padrão consistente entre os anos (**Figura 6-70**).

Figura 6-70 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloro Residual Livre	Cloreto Total	Cor Aparente	Densidade de Cianobactérias	Dureza Total	<i>Escherichia coli</i>	Ferro Total	Nitrato	pH	Sódio Total	SDT	Sulfato	Zinco Total
PMQACH 76	Captação				—	↓	—	—	—		—		—	↑	—	↓
	Saída	—	—	↓						↑		—	—			↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;

↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

Em relação à variação sazonal, alguns parâmetros apresentaram diferenças significativas entre os períodos seco e chuvoso ($p < 0,05$). Na captação do ponto PMQACH 76, bário total, cor aparente, manganês total e turbidez apresentaram valores superiores no período chuvoso, enquanto cloreto total, nitrato, sódio total, sólidos dissolvidos totais e sulfato foram maiores no período seco (**Figura 6-71**). Na saída do ponto PMQACH 76, bário total apresentou valores mais elevados no período chuvoso, enquanto alumínio total, pH e sódio total foram superiores no período seco (**Figura 6-71**).

Figura 6-71 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Cor Aparente	Manganês Total	Nitrato	pH	Sódio Total	SDT	Sulfato	Turbidez
PMQACH 76	Captação		●	●	●	●	●		●	●	●	●
	Saída	●	●					●	●			

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

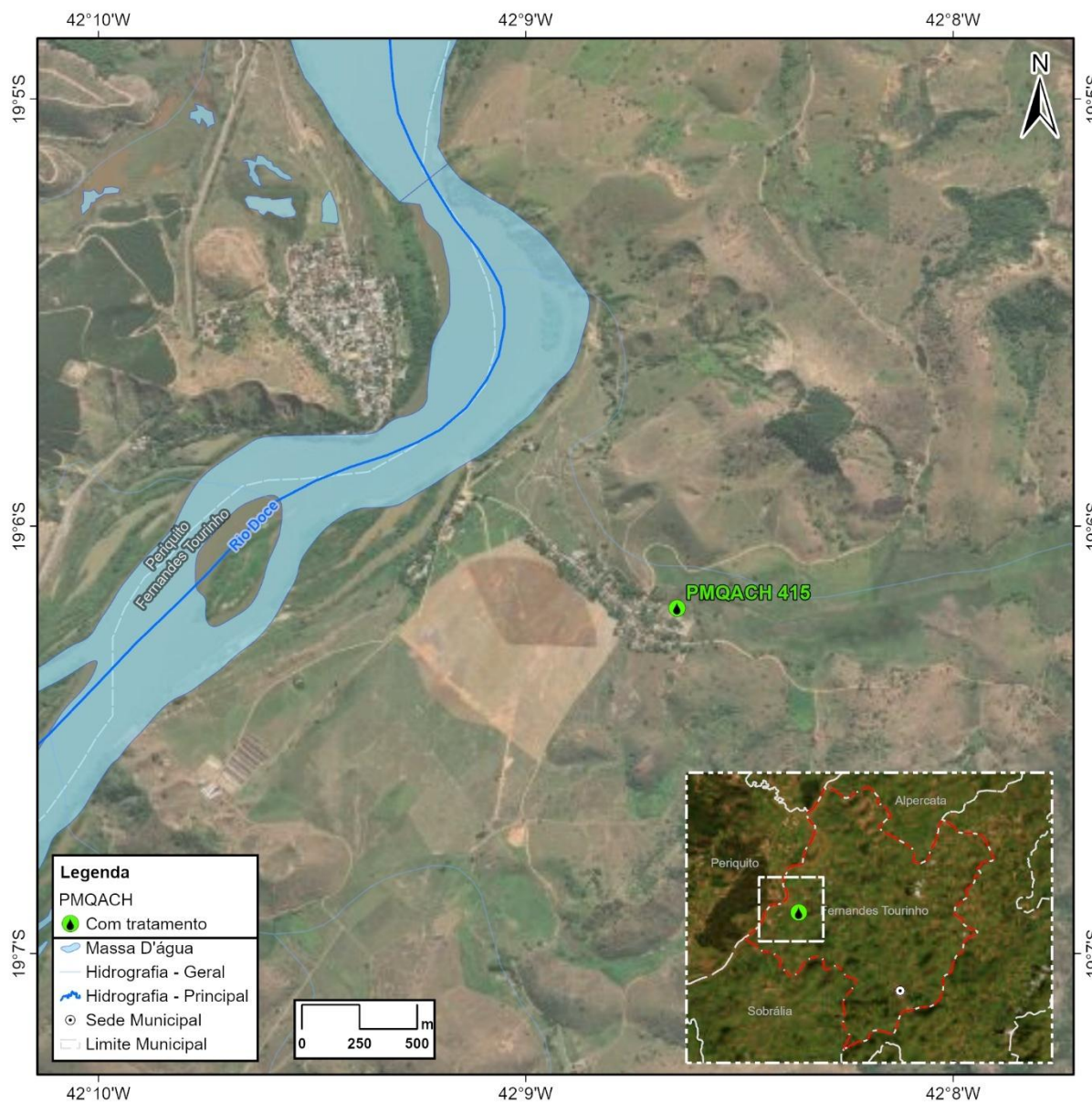
6.11 FERNANDES TOURINHO

No município de Fernandes Tourinho-MG, foi avaliado um ponto de monitoramento, com tratamento de água, do tipo Solução Alternativa Coletiva (SAC) (**Figura 6-72 e Quadro 6-11**). O ponto somente passou a apresentar tratamento de água a partir de junho/2025.

Quadro 6-11 - Características dos pontos do município de Fernandes Tourinho considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 415	Subterrânea	SAC	Sim	Captação e Saída	CONAMA n° 396/2008 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-72 - Localização geográfica do ponto monitorado em Fernandes Tourinho-MG.



6.11.1 Pontos com tratamento

6.11.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

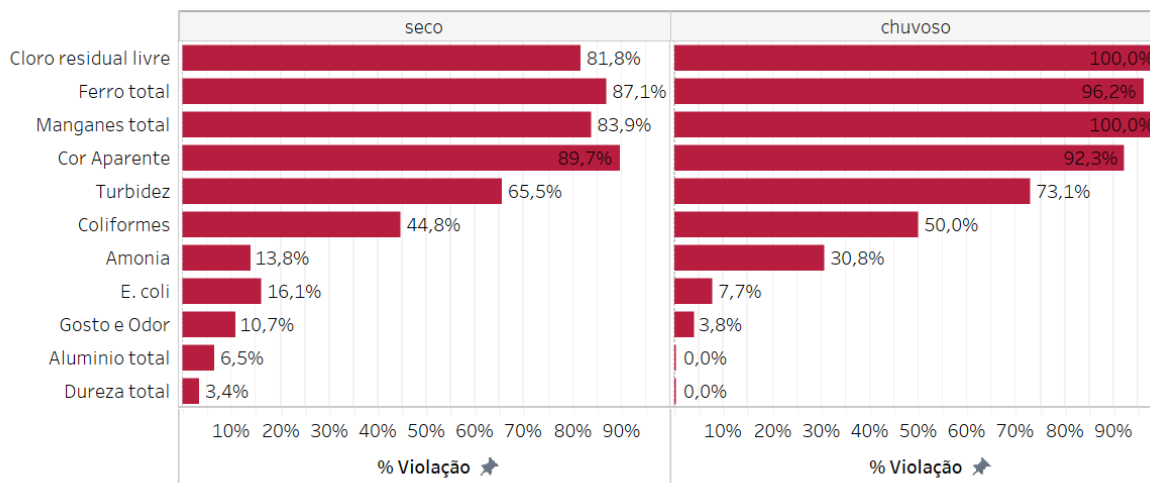
O ponto de monitoramento do município de Fernandes Tourinho passou a receber tratamento a partir junho/2025. Considerando todo o período de monitoramento, os seguintes parâmetros se destacaram por apresentarem elevados percentuais de violação (acima de 80% em ambos os períodos sazonais): cloro residual livre, ferro total, manganês total e cor aparente (**Figura 6-73**).

Cloro residual livre apresentou 81,8% de violação do limite legal no período seco e 100% no período chuvoso. Para esse parâmetro, a violação ocorreu em função de concentrações abaixo da faixa do limite da legislação. Isso era esperado visto que apenas em junho/2025 o ponto passou a apresentar tratamento de água. Com a primeira revisão bianual do PMQACH, em janeiro de 2022, o cloro residual livre deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento, e os elevados percentuais de violação são principalmente correspondentes ao período anterior à essa revisão. Apenas em junho/2025 o parâmetro voltou a ser monitorado em função da reclassificação do ponto como “com tratamento”.

Coliformes apresentou violação de 44,8% no período seco e 50% no período chuvoso enquanto *E. coli*, apresentou violação de 16,1% no período seco e 7,7% no período chuvoso. A contaminação microbiológica observada no ponto desse município pode estar relacionada ao período em que o ponto não apresentava tratamento, e portanto, à não adição de cloro e/ou à sua baixa concentração na água (**Figura 6-73**).

Ferro e manganês total apresentaram percentuais de violação acima de 80% em ambos os períodos sazonais. Estes metais estão presentes na composição de solos e rochas da região, possuindo ocorrência natural na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Turbidez também apresentou elevados percentuais de violação, também sem distinção de padrão entre os períodos sazonais (65,5% no período seco e 73,1% no período chuvoso). Em menores percentuais, amônia apresentou maior desconformidade no período chuvoso, enquanto gosto e odor no período seco (**Figura 6-73**). Alumínio total e dureza total apresentaram violações apenas no período seco (6,5% e 3,4%, respectivamente) (**Figura 6-73**).

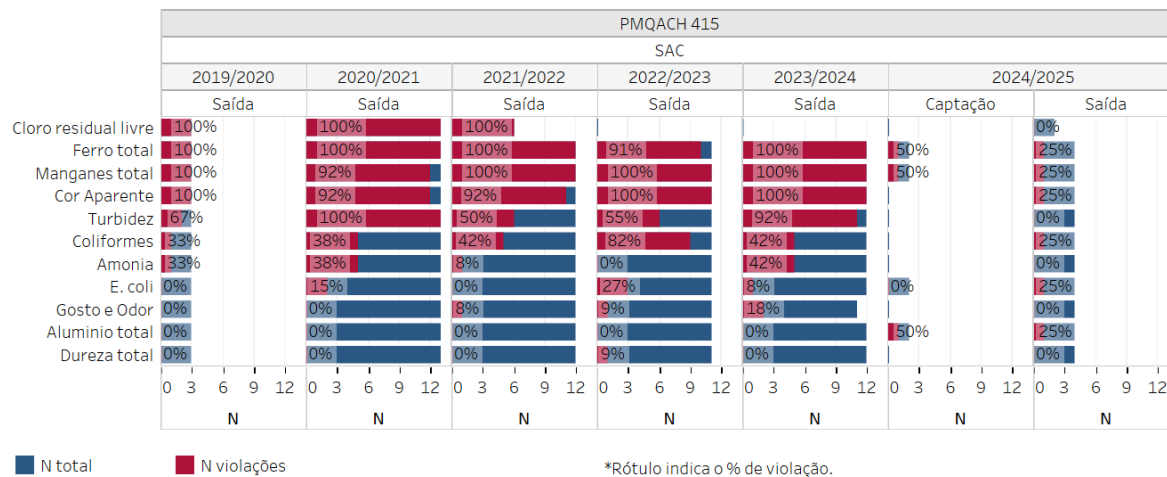
Figura 6-73 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Fernandes Tourinho - MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre dezembro/2019 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis. *A partir de junho/2025 o ponto passou a receber tratamento.



A partir de junho/2025 o ponto de monitoramento do tipo SAC do município de Fernandes Tourinho, PMQACH 415, passou a receber tratamento, sendo, portanto, monitorado na captação e na saída do sistema.

Na captação deste ponto, ferro total, manganês total e alumínio total, apresentaram concentrações acima dos respectivos limites legais em metade das amostras do período, com 50% de violação (1 de 2 amostras) (**Figura 6-74**). Na saída do tratamento, ferro total, manganês total, cor aparente, coliformes, *E. coli* e alumínio total apresentaram violação em 25% das amostras do período (1 de 4 amostras) (**Figura 6-74**).

Figura 6-74 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 415 localizado no município de Fernandes Tourinho-MG, entre dezembro/2019 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.

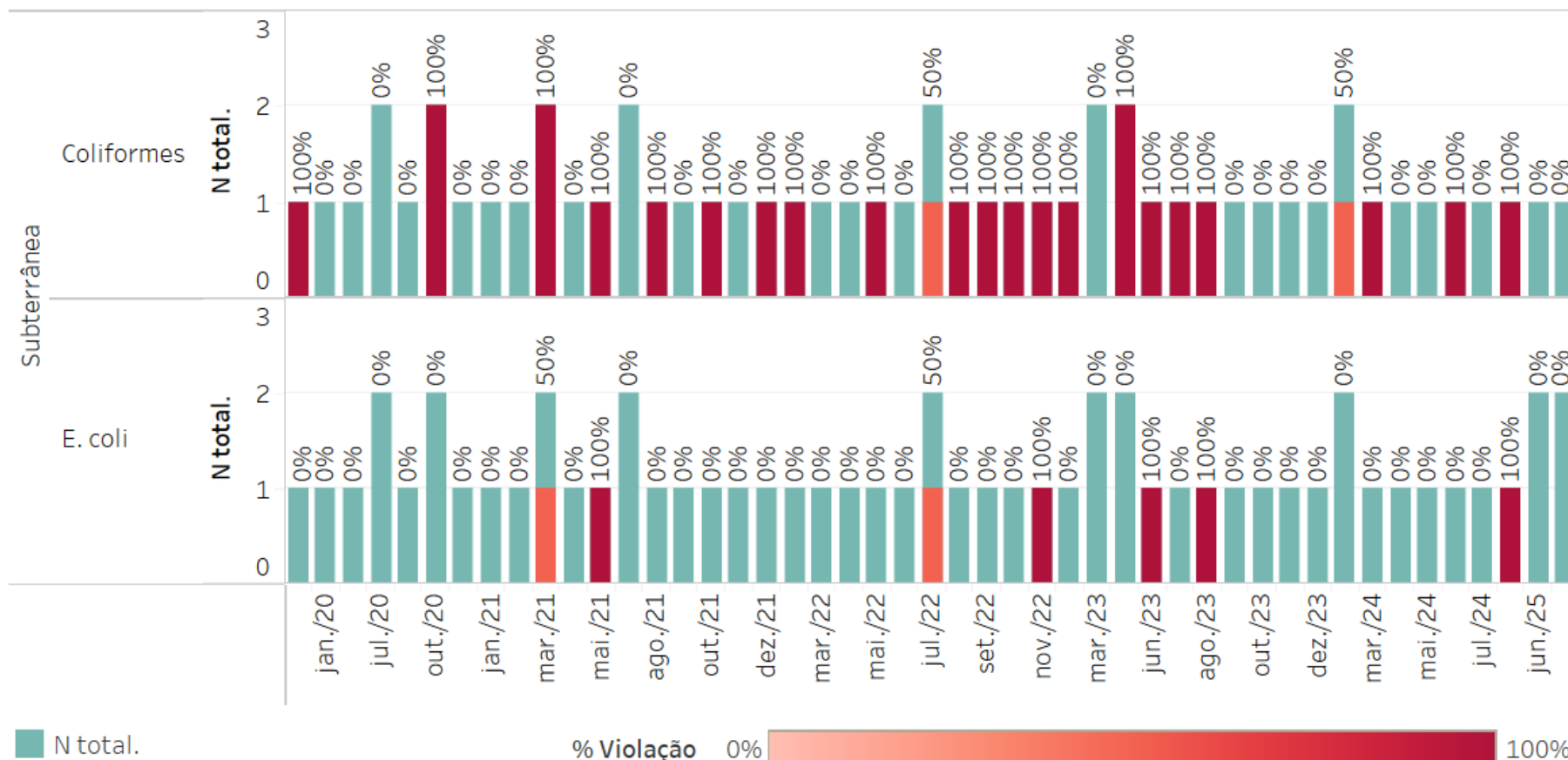


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.11.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Para o ponto monitorado no município de Fernandes Tourinho, não foi possível identificar um padrão temporal para as desconformidades dos parâmetros coliformes e *E. coli*. Coliformes esteve presente em 23 dos 47 meses em que houve monitoramento. *E. coli*, por outro lado, apresentou ocorrência mais esporádica ao longo de todo o monitoramento (apenas 7 registros) (Figura 6-75).

Figura 6-75 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Fernandes Tourinho-MG. *O ponto passou a receber tratamento em junho/2025.



Para o ponto PMQACH 415 (saída), único ponto monitorado no município de Fernandes Tourinho, nenhum dos parâmetros apresentou tendência temporal evidente de aumento ou diminuição nos seus valores entre o ciclo atual (2024/2025) e os ciclos anteriores (**Figura 6-76**). Não há dados suficientes para avaliação temporal da captação.

Figura 6-76 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de dezembro/2019 a julho/2025.

		Dureza Total	Nitrato	pH	Sódio Total	Sulfato
PMQACH 415	Saída	—	—	—	—	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;

↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

A análise da série sazonal, isto é, considerando a variação entre o período seco e chuvoso, não indicou diferença estatística para nenhum parâmetro entre esses dois períodos. Esse mesmo padrão foi observado no relatório anual anterior para o ponto PMQACH 415.

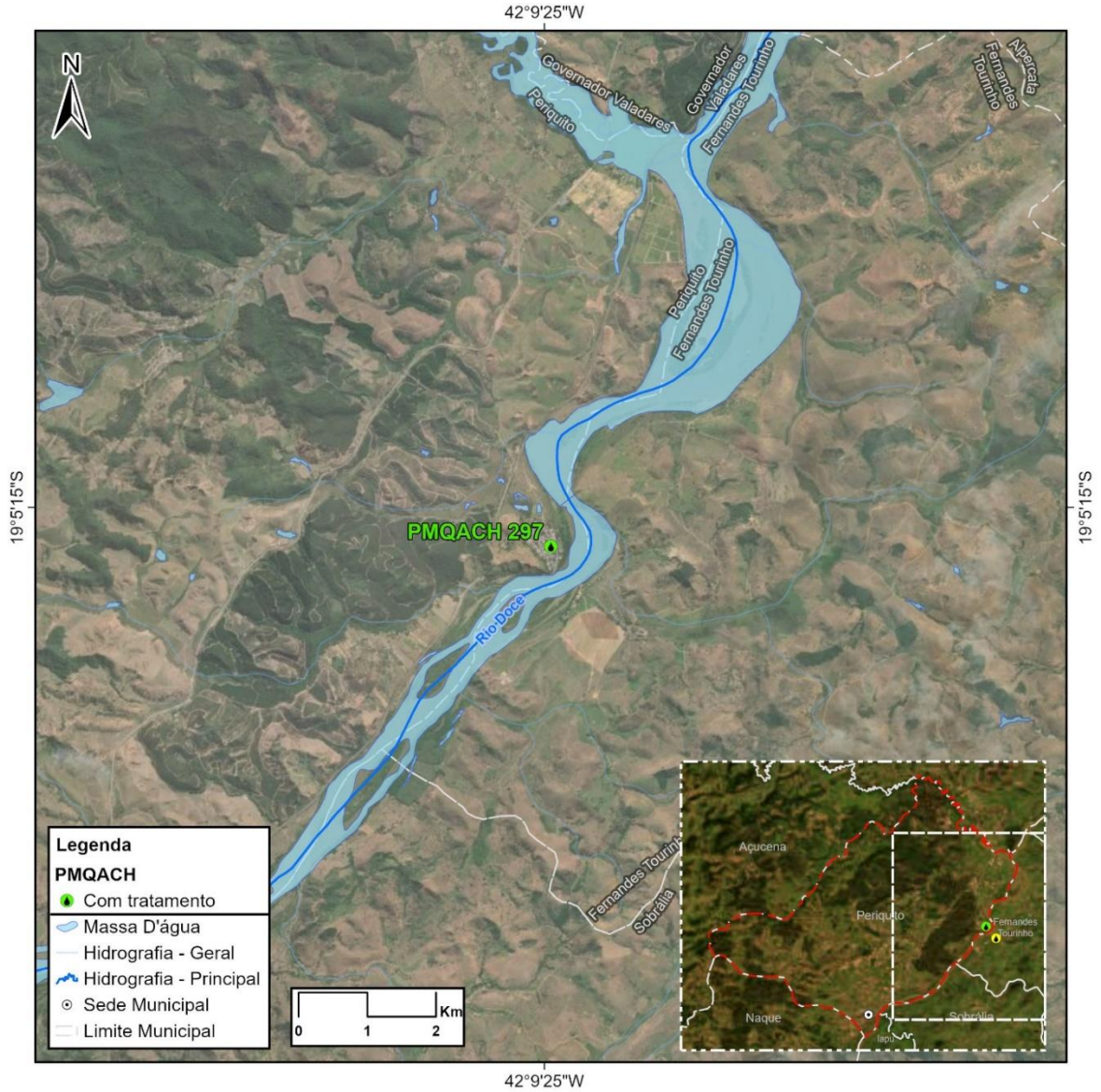
6.12 PERIQUITO

No município de Periquito-MG, foi considerado um ponto com tratamento de água, do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) (**Figura 6-77** e **Quadro 6-12**). A partir de janeiro/2022, após a 1ª Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtração, mas as análises retornaram na segunda revisão. A captação do ponto atualmente é subterrânea, sendo que no passado se fazia necessário confirmar a origem da água (se proveniente do rio Doce ou do poço subterrâneo).

Quadro 6-12 - Características do ponto do município de Periquito considerado no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 297	Subterrânea e Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e CONAMA n° 396/2008 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-77 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Periquito-MG.



6.12.1 Pontos com tratamento

6.12.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o ponto com tratamento do município de Periquito-MG, destacam-se coliformes termotolerantes, alumínio dissolvido, ferro dissolvido e cloro residual livre por apresentarem percentuais de violação acima de 38% em pelo menos um dos períodos sazonais analisados (**Figura 6-78**).

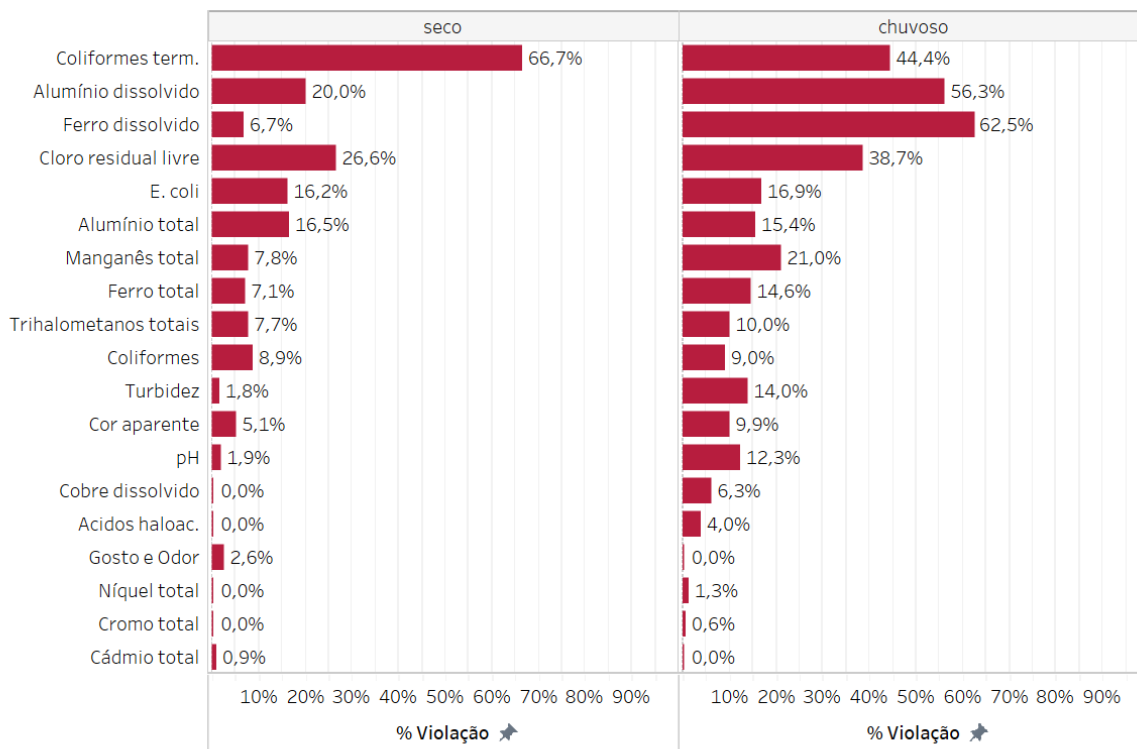
Cloro residual livre violou 26,6% do limite legal no período seco e 38,7% no período chuvoso (**Figura 6-78**). No geral, as concentrações de cloro residual livre foram baixas, violando o limite legal inferior. Apesar do ponto avaliado possuir tratamento, a quantidade de cloro adicionado pode ter sido insuficiente para desinfecção total. Isto ajuda a explicar o percentual de violação para coliformes (parâmetro monitorado na saída do tratamento), com aproximadamente 10% de violação em ambos os períodos sazonais e *E. coli*, com aproximadamente 16% também nos dois períodos sazonais (**Figura 6-78**).

Apresentaram percentuais elevados no período chuvoso em relação ao período seco os parâmetros ferro dissolvido (62,5% de violação no período chuvoso e 6,7% no período seco) e alumínio dissolvido (56,3% de violação no período chuvoso e 20% no período seco) (**Figura 6-78**). O aumento da lixiviação e carreamento de partículas no período chuvoso favorece o aumento da concentração de metais, como o alumínio e ferro, nos corpos hídricos, parâmetros que são encontrados de forma natural em rochas e no solo da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). No entanto destaca-se que estes parâmetros passaram a ser monitorados após a primeira revisão bianual, em janeiro de 2022.

Coliformes termotolerantes, parâmetro monitorado exclusivamente na captação do sistema de tratamento, apresentou 66,7% de violação no período seco e 44,4% no período chuvoso.

Foram observados maiores percentuais desconformes com a legislação no período chuvoso em relação ao período seco manganês total, ferro total, turbidez, cor aparente e pH, em pelo menos o dobro do percentual (**Figura 6-78**). Cobre dissolvido, ácidos haloacéticos, níquel total e cromo total apresentaram violações apenas no período chuvoso. Gosto e odor e cádmio apenas no período seco (**Figura 6-78**).

Figura 6-78 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto com tratamento de água no município de Periquito-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



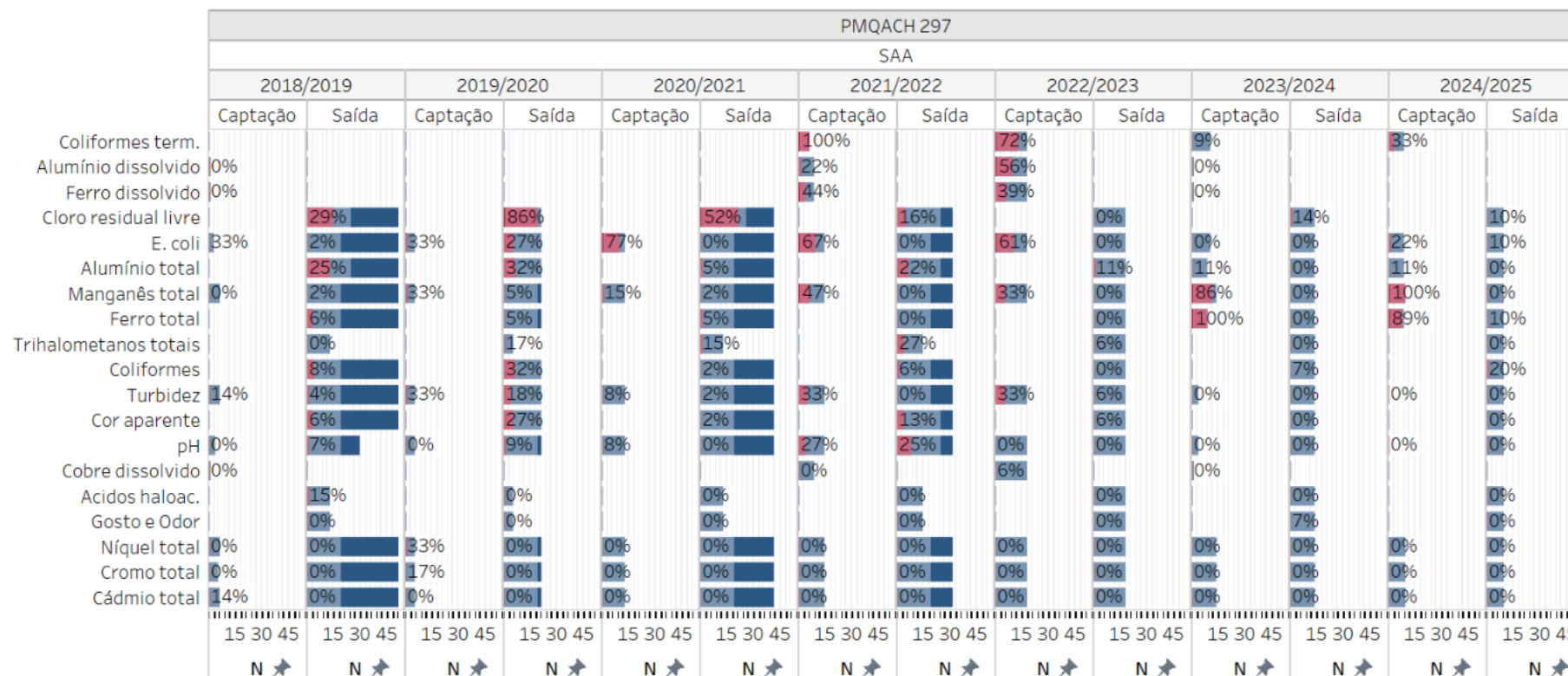
No município de Periquito, um ponto com tratamento e captação mista, do tipo SAA, PMQACH 297, foi analisado. A captação deste ponto varia entre superficial e subterrânea de acordo com a origem da água no momento da coleta, podendo ser diretamente do rio Doce ou de poço subterrâneo.

Na captação deste ponto, em 2024/2025, foi registrada violação em 33% das amostras do período para o parâmetro coliformes termotolerantes (3 de 9 amostras) (**Figura 6-79**). Este resultado representou um aumento em relação ao observado no ciclo anterior (**Figura 6-79**).

E. coli registrou, em 2024/2025, 22% de violação na captação (2 de 9 amostras) e ferro total 89% (8 de 9 amostras). Quando avaliados na saída do tratamento, ambos apresentaram violação de 10% (1 de 10 amostras) (**Figura 6-79**). Alumínio total registrou violação em 11% das amostras da captação (1 de 9 amostras) e manganês total em 100% (10 amostras) (**Figura 6-79**). Após o tratamento, na saída do sistema, não foram observadas não conformidades para estes parâmetros (**Figura 6-79**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, foi observado, em 2024/2025, violação de 10% para cloro residual (1 de 10 amostras) e 20% para coliformes (2 de 10 amostras) (**Figura 6-79**).

Figura 6-79 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 297 localizado no município de Periquito-MG entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



■ N total ■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

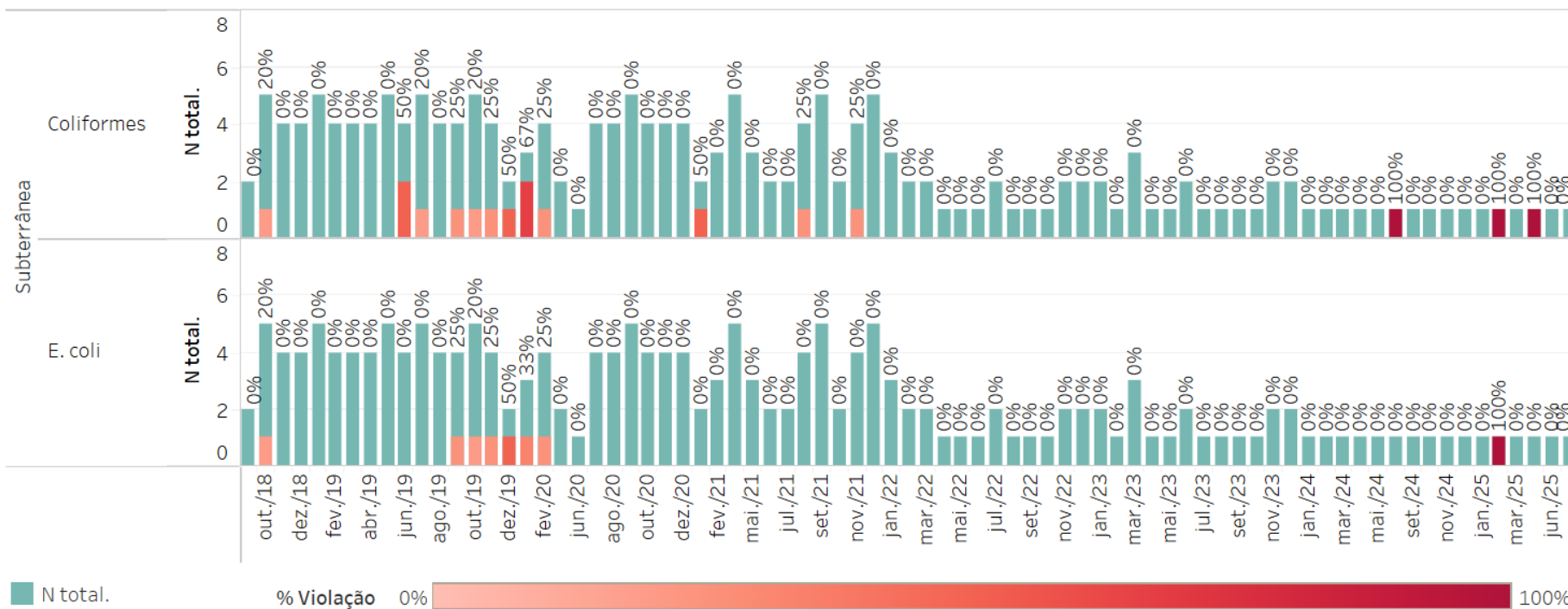
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.12.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto PMQACH 297, a presença de coliformes e *E. coli* aconteceu em apenas algumas amostragens ao longo dos meses monitorados, especialmente entre junho/2019 e fevereiro/2020 (**Figura 6-80**).

No último ciclo de monitoramento, entre julho/2024 e julho/2025, coliformes foi registrado em julho/2024, fevereiro/2025 e abril/2025 (Figura 6-80). Neste mesmo período, *E. coli* foi registrada apenas no mês de fevereiro/2025. Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para a presença de coliformes e *E. coli* no período analisado (**Figura 6-80**).

Figura 6-80 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento localizados no município de Periquito- MG.



Para o município de Periquito, a análise temporal evidenciou que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre o ciclo atual (2024/2025) e os ciclos anteriores. Na captação do PMQACH 297, único ponto monitorado desse município, os parâmetros que apresentaram um padrão temporal claro de diminuição ao longo do tempo foram cor aparente, pH e turbidez. Dureza total foi o único parâmetro que apresentou um padrão de aumento. Na saída de tratamento desse ponto, os parâmetros que apresentaram um padrão claro de queda foram o pH e zinco total, enquanto os que apresentaram um padrão de aumento foram bário total e sódio total (Figura 6-81).

Figura 6-81 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloro Residual Livre	Cor Aparente	Dureza Total	Ferro Total	pH	Sódio Total	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 297	Captação				↓	↑		↓		↓	
	Saída	—	↑	—			—	↓	↑		↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;
 ↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

A análise sazonal para a captação do PMQACH 297 evidenciou que os parâmetros que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os ciclos sazonais foram cor aparente e turbidez, com valores superiores na estação chuvosa. Na saída do tratamento desse ponto, os parâmetros que apresentaram valores significativamente superiores na estação chuvosa foram bário total e ferro total, enquanto os que apresentaram valores significativamente superiores na época seca foram cloro residual livre e sódio total. (Figura 6-82).

Figura 6-82 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Bário Total	Cloro Residual Livre	Cor Aparente	Ferro Total	Sódio Total	Turbidez
PMQACH 297	Captação			●			●
	Saída	●	●		●	●	

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

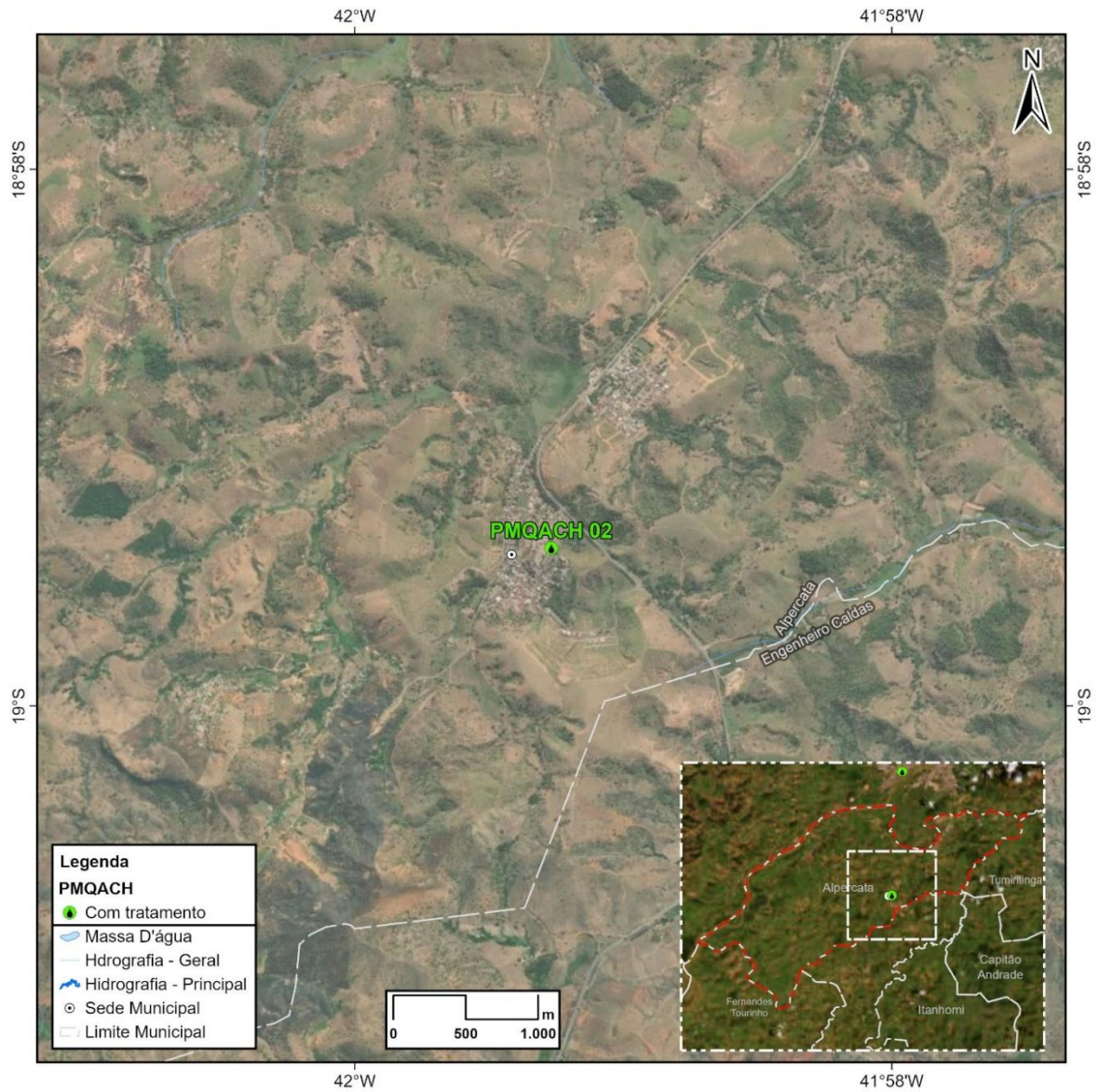
6.13 ALPERCATA

No município de Alpercata, foi considerado um (01) ponto ativo, que possui sistema de abastecimento do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e tratamento de água (Figura 6-83 e Quadro 6-13).

Quadro 6-13 - Características do ponto do município de Alpercata considerado no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 02	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-83 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Alpercata-MG.



6.13.1 Pontos com tratamento

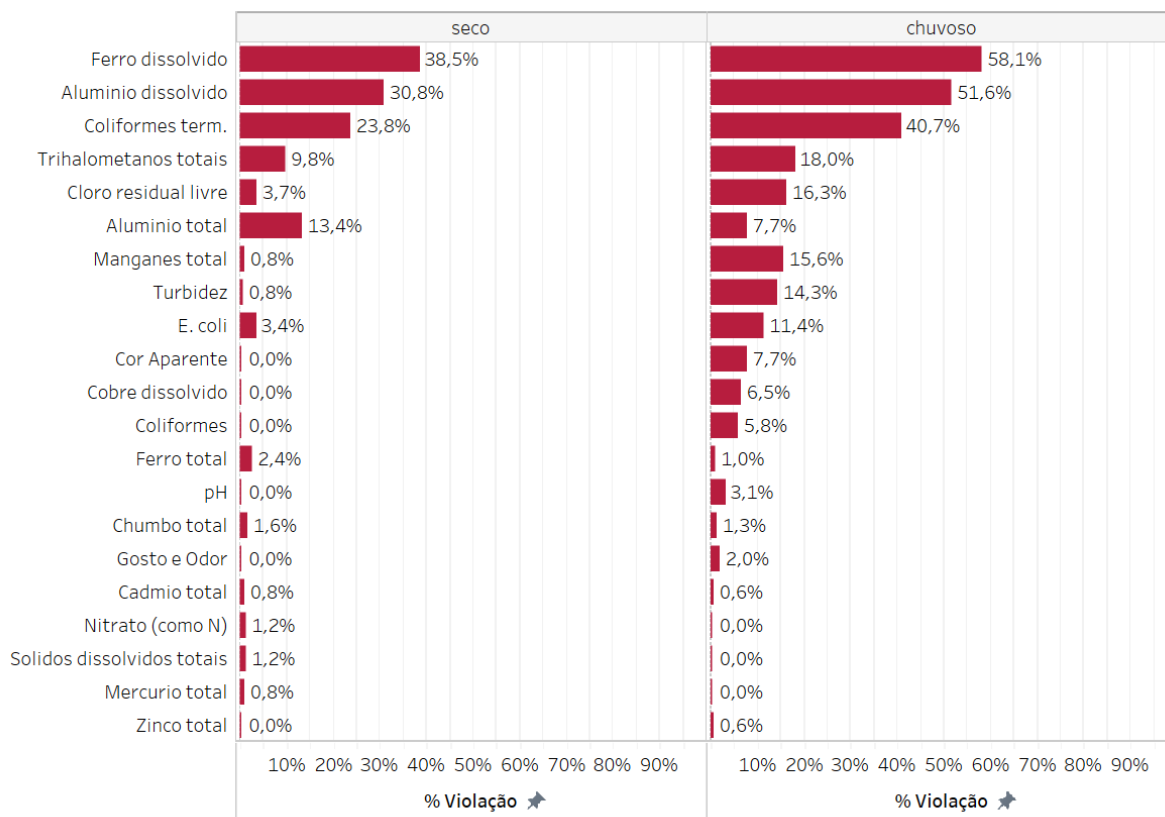
6.13.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

No município de Alpercata-MG, os parâmetros que se destacam com os maiores percentuais de violação foram ferro dissolvido, alumínio dissolvido e coliformes termotolerantes, especialmente no período chuvoso (58,1%, 51,6% e 40,7%, respectivamente), em que os percentuais foram superiores aos observados no período de seca (38,5%, 30,8% e 23,8%, respectivamente) (**Figura 6-84**).

Além de alumínio dissolvido, alumínio total também apresentou desconformidade tanto no período de seca (13,4%) quanto no período chuvoso (7,7%) (**Figura 6-84**). A água tratada, além de apresentar alumínio de origem natural em sua composição, advindo de características geológicas da bacia, pode também apresentar concentrações residuais desse elemento devido ao processo de tratamento de água com o uso de coagulantes à base de sais de alumínio (ROSALINO, 2011). O mesmo ocorre com o parâmetro trihalometanos cujos percentuais de violação foram de 9,8% no período de seca e 18% no período chuvoso (**Figura 6-84**). A presença deste elemento, está relacionada a própria aplicação de cloro no tratamento de água que, na presença de matéria orgânica, pode promover a formação de subprodutos indesejados (SILVA & MELO, 2015).

No período chuvoso, outros parâmetros também apresentaram desconformidade relevante, como manganês total (15,6%), turbidez (14,3%), *E. coli* (11,4%), cor aparente (7,7%), cobre dissolvido (6,5%) e coliformes (5,8%), especialmente quando comparados ao período seco. Isso pode indicar maior vulnerabilidade à contaminação físico-química e microbiológica durante a estação chuvosa. Parâmetros como ferro total, pH, chumbo total, gosto e odor, cádmio total, nitrato, sólidos dissolvidos totais, mercúrio total e zinco total apresentaram violações pontuais em ambos os períodos, não ultrapassando 3,1% de violação (**Figura 6-84**).

Figura 6-84 - Percentual total de violação no município de Alpercata-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



O ponto com tratamento PMQACH 02, possui abastecimento tipo SAA e captação superficial.

No último ciclo de monitoramento, 2024/2025, na captação, observou-se diminuição no percentual desconforme para ferro dissolvido (27%,3 de 11 amostras) e alumínio dissolvido (18%, 2 de 11 amostras), em relação aos últimos ciclos de monitoramento (**Figura 6-85**). No entanto, no geral, o que se observou neste sistema de tratamento foi o aumento no percentual desconforme na captação no último ciclo, além de registros, embora pontuais, de violações a legislação para elementos que não vinham apresentando desconformidade tanto na captação quanto na saída.

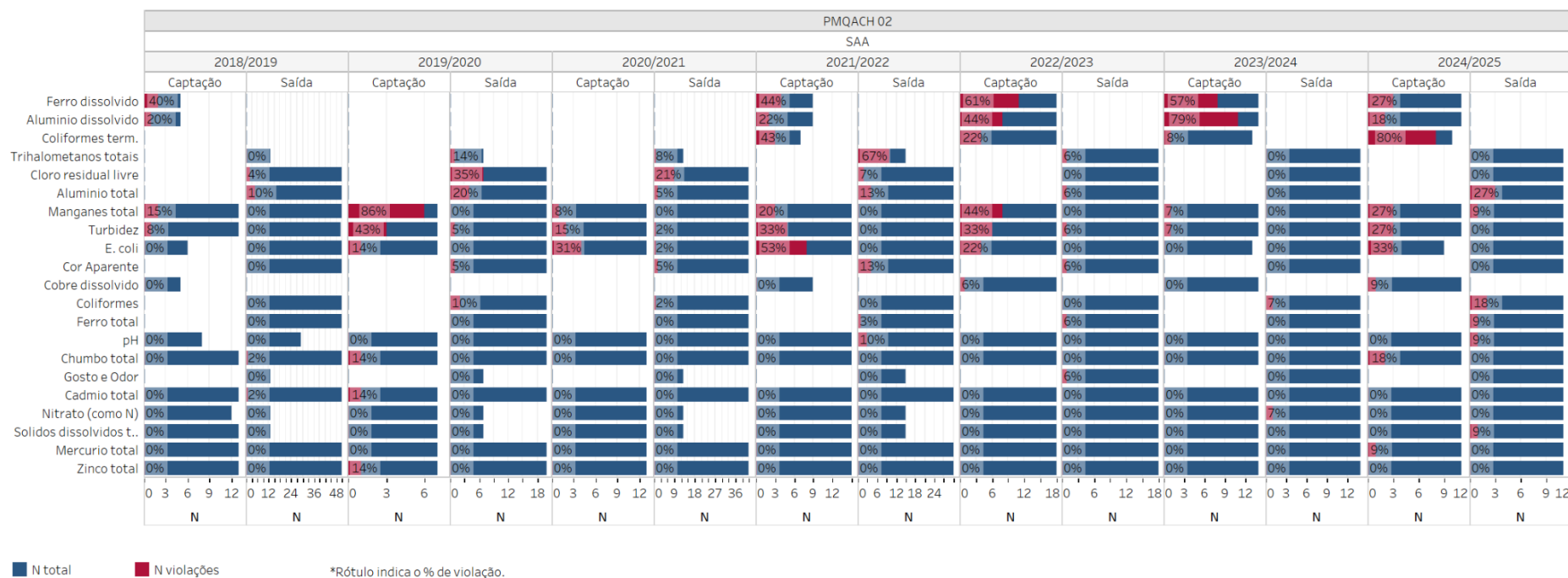
Coliformes termotolerantes apresentou 80% das amostras do último ciclo em desconformidade (8 de 10 amostras) um resultado que representa um aumento em relação ao observado no ciclo anterior (8%) (**Figura 6-85**).

Ainda na captação, foi observado aumento no percentual de violação para manganês total (27%, 3 de 11 amostras), turbidez (27%, 3 de 11 amostras) e *E. coli* (33%, 3 de 9 amostras),

em relação ao ciclo anterior. Quando avaliados estes mesmos parâmetros na saída do tratamento, apenas o primeiro apresentou desconformidade em 1 das 11 amostras do período (9%) (**Figura 6-85**).

Foram observadas violações pontuais na captação para cobre dissolvido (9%, 1 de 11 amostras), chumbo total (18%, 2 de 11 amostras) e mercúrio total (9%, 1 de 11 amostras). E na saída do tratamento registros de amostras em desconformidade com a legislação ferro total, pH e sólidos dissolvidos totais (9%, 1 de 11 amostras), o que pode indicar problemas na eficiência do sistema de tratamento (**Figura 6-85**).

Figura 6-85 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 02 localizado no município de Alpercata-MG, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.

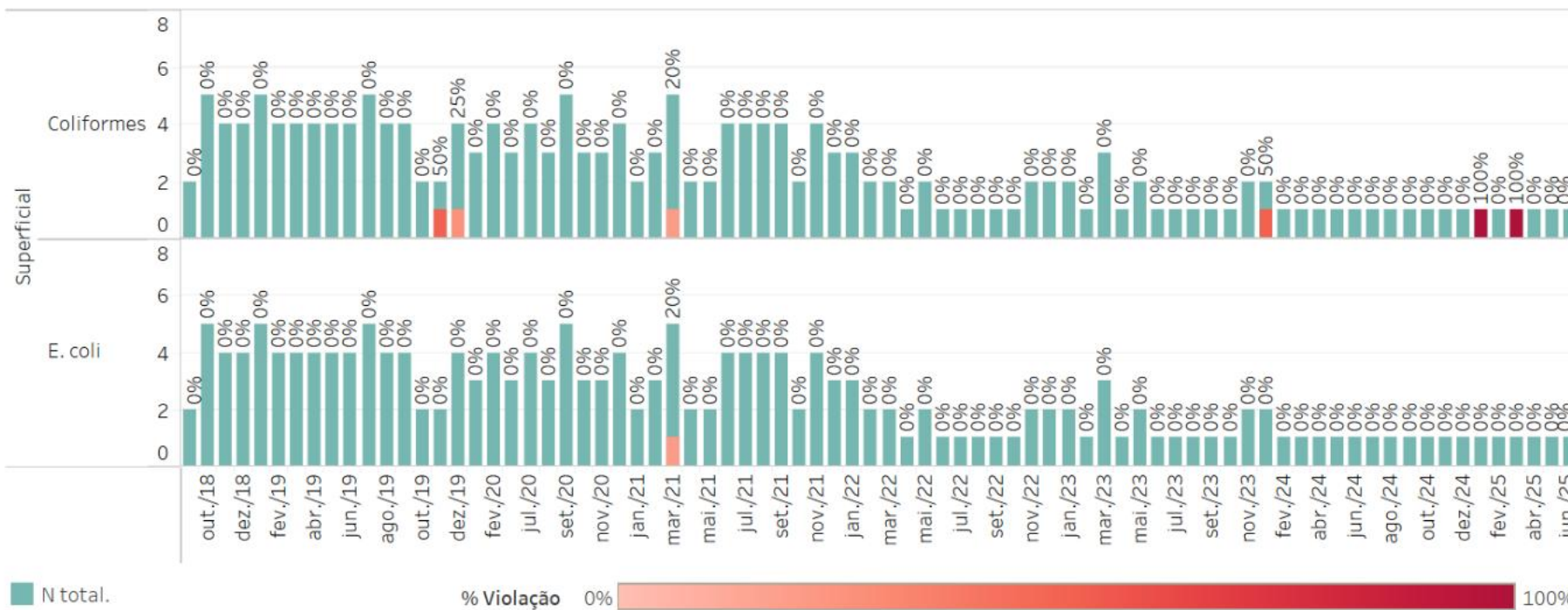


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.13.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto PMQACH 02, *E. coli* e coliformes totais apresentaram os resultados predominantemente “ausentes” ao longo de todo monitoramento, resultado esperado para um ponto com tratamento de água. Quando presentes, as ocorrências aconteceram exclusivamente durante meses chuvosos (Figura 6-86). No último de ciclo de monitoramento foi registrada a presença de coliformes em janeiro e março/2025.

Figura 6-86 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* e percentuais de violação na saída do ponto com tratamento, PMQACH 02, localizado no município de Alpercata.



Observou-se, em Alpercata, variações nos dados temporais do ciclo de 2024/2025 em relação aos períodos anteriores, com significância estatística ($p < 0,05$). Na captação do ponto PMQACH 02 houve aumento significativo nas concentrações de sólidos dissolvidos totais. Cor aparente e densidade de cianobactérias apresentaram tendência de redução. Cloreto total, dureza total, manganês total, pH, sulfato e zinco total não mostraram padrão claro. Na saída do sistema de tratamento do ponto, verificou-se tendência temporal de redução apenas para zinco total. Os demais parâmetros não evidenciaram padrão consistente (**Figura 6-87**).

Figura 6-87 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Bário Total	Cloro Residual Livre	Cloreto Total	Cor Aparente	Densidade de Cianobactérias	Dureza Total	Manganês Total	pH	SDT	Sódio Total	Sulfato	Zinco Total
PMQACH 02	Captação			—	↓	↓	—	—	—	↑		—	—
	Saída	—	—						—		—		↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;

↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

Em relação à variação sazonal, no ponto PMQACH 02 (captação), os parâmetros bário total, cor aparente, *E. coli*, manganês total e turbidez, todos apresentaram valores superiores no período chuvoso. Por outro lado, cloreto total, nitrato, pH, sólidos dissolvidos totais, sódio total e sulfato apresentaram valores mais elevados no período seco (**Figura 6-88**).

Na saída do ponto PMQACH 02, apenas o parâmetro bário total apresentou concentrações significativamente maiores no período chuvoso, enquanto cloro residual livre, pH, e sódio total foram superiores no período seco (**Figura 6-88**).

Figura 6-88 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Bário Total	Cloro Residual Livre	Cloreto Total	Cor Aparente	<i>Escherichia coli</i>	Manganês Total	Nitrato	pH	SDT	Sódio Total	Sulfato	Turbidez
PMQACH 02	Captação	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Saída	●	●						●		●		

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

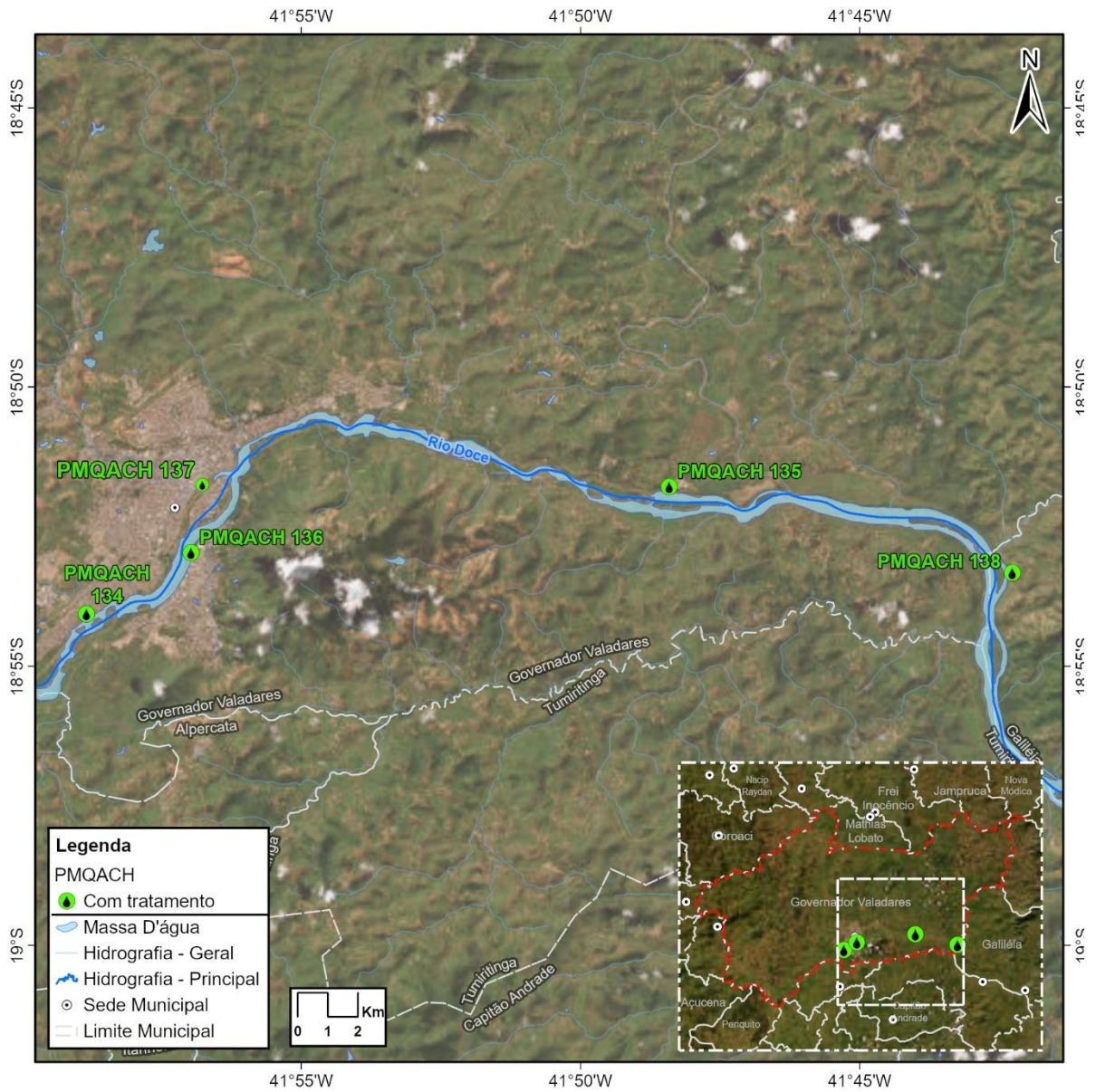
6.14 GOVERNADOR VALADARES

No município de Governador Valadares-MG, foram considerados 5 (cinco) pontos de monitoramento. Todos eles possuem tratamento de água e são do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) (**Figura 6-89 e Quadro 6-14**).

Quadro 6-14 - Características dos pontos do município de Governador Valadares considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 134	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 135	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		Ativo
PMQACH 136	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		Ativo
PMQACH 137	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		Ativo
PMQACH 138	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		Ativo

Figura 6-89 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Governador Valadares-MG.



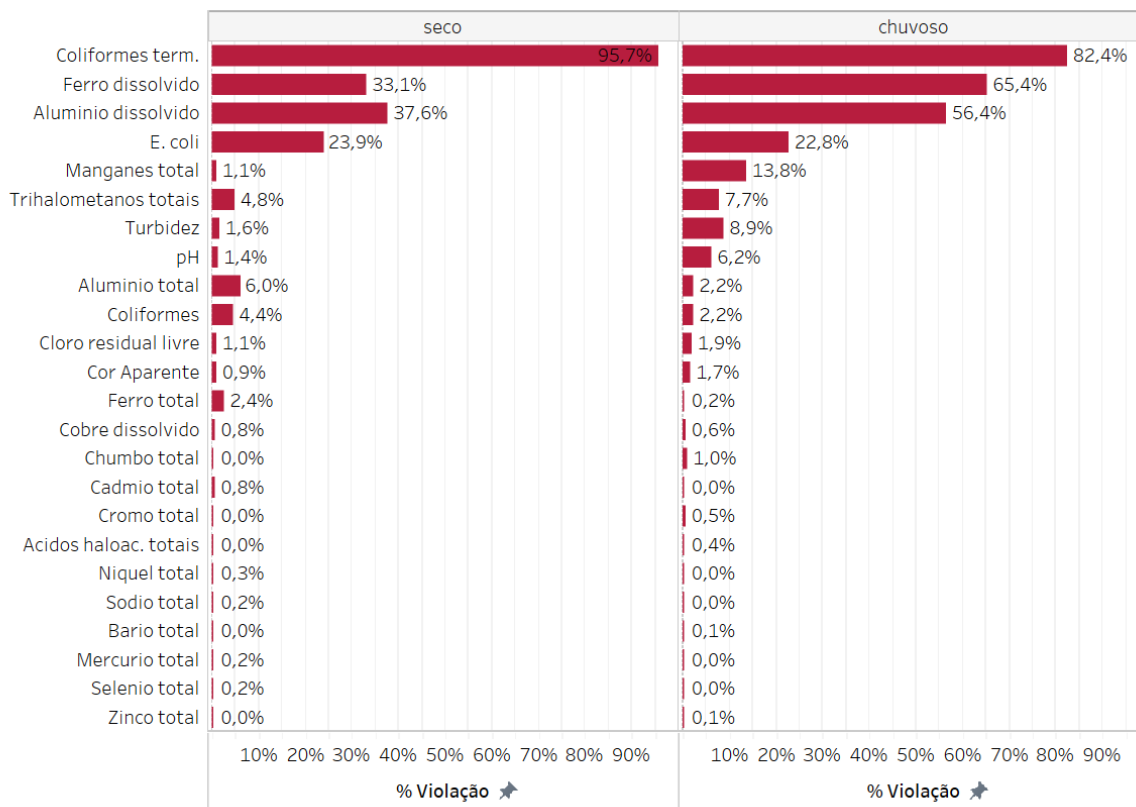
6.14.1 Pontos com tratamento

6.14.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para os pontos com tratamento no município de Governador Valadares, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido e alumínio dissolvido foram os parâmetros com os maiores percentuais desconformes, superando 50% de violação da legislação em pelo menos um dos períodos sazonais (seco ou chuvoso) (**Figura 6-90**). Ferro dissolvido e alumínio dissolvido, apresentaram maiores percentuais de violação no período chuvoso (65,4% e 56,4%, respectivamente) (**Figura 6-90**). De acordo com o plano integrado da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021), o ferro e o alumínio são encontrados de forma natural em rochas e no solo da bacia do rio Doce. Com a lixiviação, que ocorre em maior volume durante o período chuvoso, estes metais são depositados nos corpos d'água, aumentando assim sua concentração, o que explica o maior percentual de violação neste período. O parâmetro coliformes termotolerantes, monitorado na captação dos corpos hídricos, também apresentou elevados percentuais de violação tanto no período seco (95,7%) quanto no período chuvoso (82,4%). Em menores percentuais (aproximadamente 20% nos dois períodos sazonais), *E. coli* também registrou desconformidade ao longo do monitoramento. Apesar do elevado percentual de esgotamento sanitário no município de Governador Valadares (94,4%; IBGE, 2022), isto não necessariamente reflete sua eficácia, que quando baixa, pode levar à contaminação por patógenos na água.

Os demais parâmetros apresentaram percentuais de violação abaixo de 14% para ambos os períodos, sem diferenças relevantes entre o período seco e chuvoso (**Figura 6-90**).

Figura 6-90 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos com tratamento no município de Governador Valadares-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



No município de Governador Valadares-MG, 5 pontos foram monitorados, todos eles com captação superficial e tipo SAA.

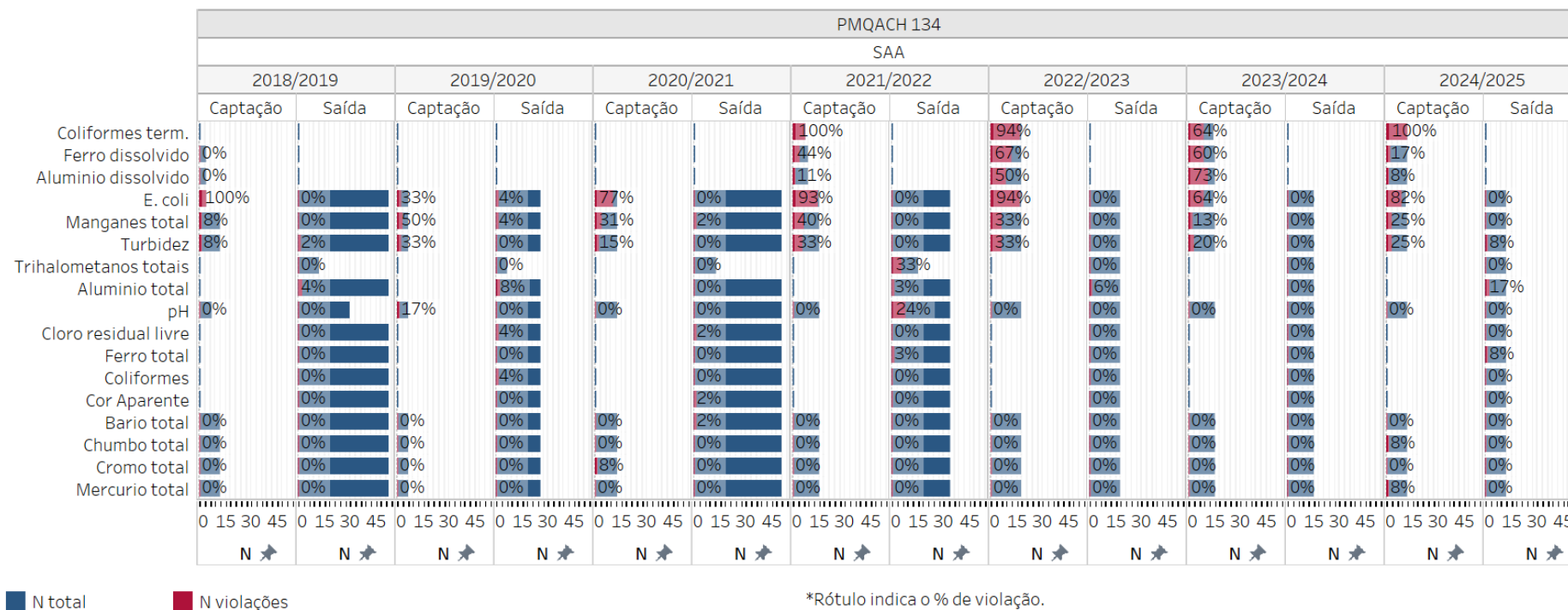
O ponto PMQACH 134, no último ciclo, apresentou redução no percentual de violação na captação do tratamento para os parâmetros ferro dissolvido (17%, 2 de 12 amostras) e alumínio dissolvidos (8%, 1 de 12 amostras), quando comparados ao ciclo anterior (**Figura 6-91**). Coliformes termotolerantes, por outro lado, violou todas as amostras de 2024/2025 na captação (100%, 12 amostras) (**Figura 6-91**).

Foram identificadas ainda violações em 82% das amostras de *E. coli* (8 de 11 amostras) e 25% das amostras de manganês total e turbidez (3 de 12 amostras) em 2024/2025. Estes resultados representaram um aumento em relação aos resultados do ciclo anterior (**Figura 6-91**). Quando avaliados na saída do tratamento apenas turbidez, entre esses parâmetros, apresentou violação em 8% das amostras no último ciclo (1 de 12 amostras) (**Figura 6-91**). Chumbo total e mercúrio total apresentaram violação pontual em apenas 1 das 12 amostras

do ciclo de 2024/2025 (8%). Na saída do tratamento, no entanto, apresentaram conformidade. Destaca-se que este foi o primeiro registro de não conformidade para estes elementos (**Figura 6-91**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento alumínio total apresentou violação de 17% (2 de 12 amostras) e ferro total de 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-91**).

Figura 6-91 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 134, localizado no município de Governador Valadares-MG, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



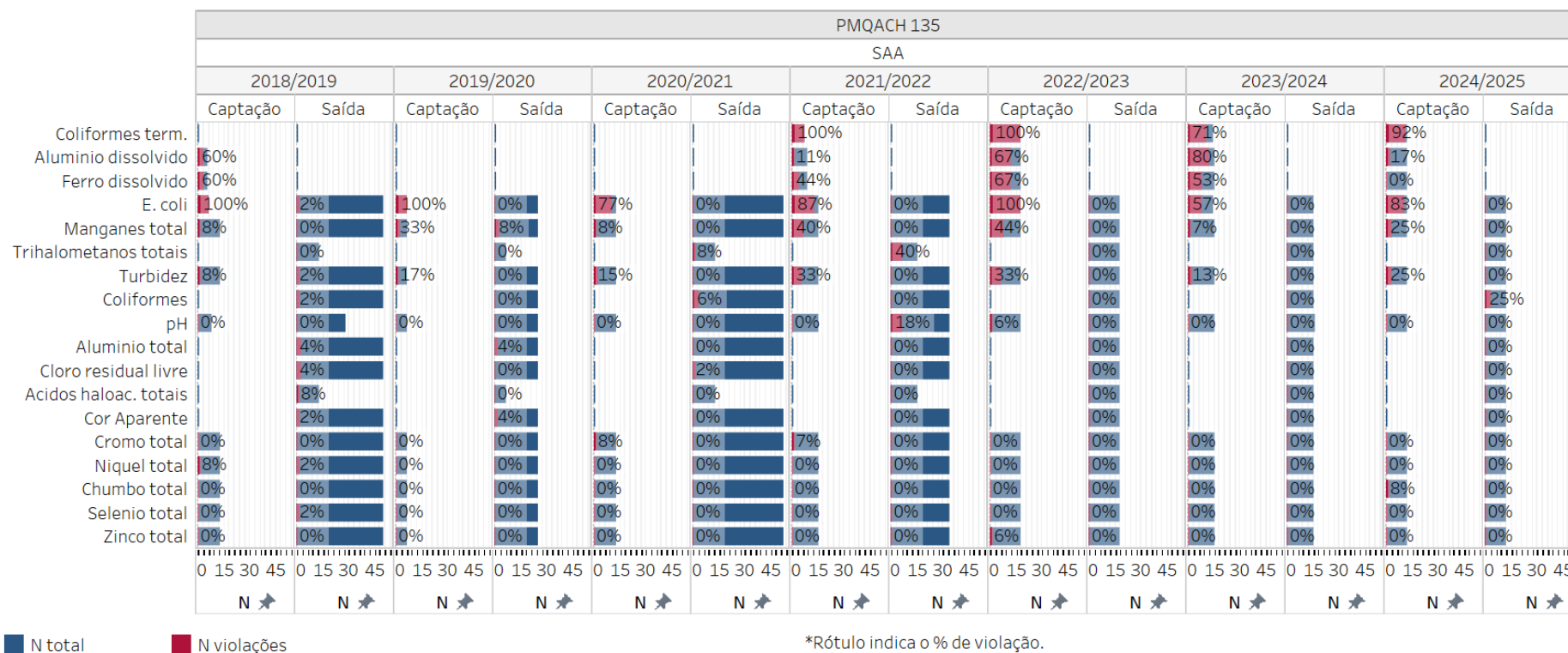
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Na captação do ponto PMQACH 135, foi observada redução no percentual de violação para alumínio dissolvido, com apenas 17% das amostras de 2024/2025 em desacordo com a legislação (2 de 12 amostras) (**Figura 6-92**). Coliformes termotolerantes, por outro lado, permanece sendo o parâmetro com os maiores percentuais de violação à legislação, com 92% das amostras do último ciclo acima do limite legal (11 de 12 amostras) (**Figura 6-92**).

Também na captação, em 2024/2025, *E. coli* registrou 83% de violação (10 de 12 amostras) e manganês total e turbidez, 25% (3 de 12 amostras) (**Figura 6-92**). Na saída do tratamento, no entanto, estes parâmetros não registraram desconformidade (**Figura 6-92**).

Monitorado exclusivamente na saída do tratamento, coliformes apresentou 25% das amostras do último ciclo com concentrações acima do valor máximo permitido (3 de 12 amostras), sendo este o único parâmetro que apresentou não conformidade na saída do tratamento (**Figura 6-92**).

Figura 6-92 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 135 localizado no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



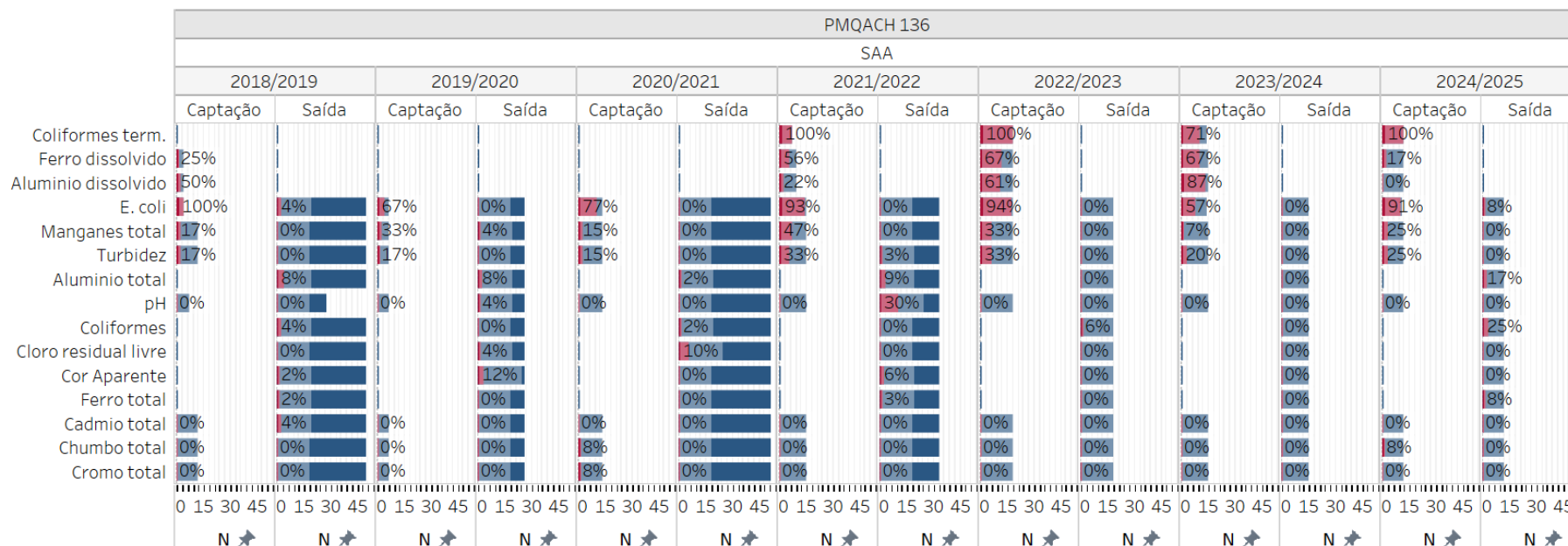
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

A avaliação das violações na captação do ponto PMQACH 136 indicou aumento no percentual desconforme para coliformes termotolerantes, com 100% de amostras de 2024/2025 acima do limite da legislação (12 amostras). Para ferro dissolvido, apenas 2 das 12 amostras do último ciclo apresentaram concentrações acima do limite legal (17%), resultado que representa uma redução no percentual de violação em relação ao ciclo anterior.

Ainda na captação, 91% das amostras de *E. coli* (10 de 11 amostras), 25% das amostras de manganês total e turbidez (3 de 12 amostras) e 8% das amostras de chumbo total (1 de 12 amostras) violaram os respectivos limites legais. Avaliados também na saída do tratamento, apenas *E. coli*, entre esses parâmetros, registrou violação pontual em 1 das 12 amostras do último ciclo (8%).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, foram registradas violações nas concentrações dos parâmetros alumínio total com 17% (2 de 12 amostras), coliformes com 25% (3 de 12 amostras) e ferro total com 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-93**).

Figura 6-93 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 136, localizado no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



■ N total ■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

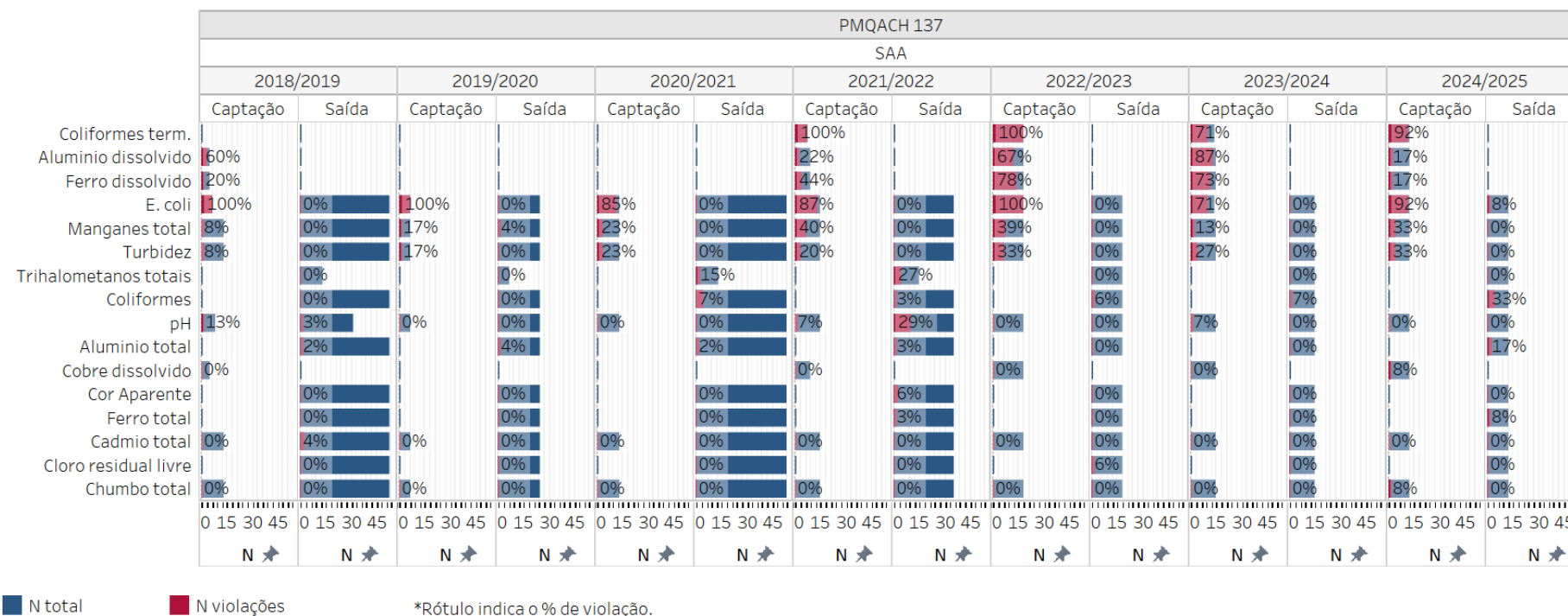
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Na captação do ponto PMQACH 137, foram observadas reduções nos percentuais de violações para os parâmetros alumínio e ferro dissolvidos, ambos com 17% das amostras do último ciclo acima do limite legal (2 de 12 amostras) (**Figura 6-94**). Coliformes termotolerantes, por outro lado, apresentou aumento no percentual de violação, com 92% das amostras em desconformidade (11 de 12 amostras) (**Figura 6-94**). Cobre dissolvido apresentou desconformidade pela primeira vez no monitoramento, com 8% de violação entre as amostras da captação (1 de 12 amostras) (**Figura 6-94**).

Ainda na captação, em 2024/2025, 92% das amostras de *E. coli* (11 de 12 amostras), 33% das amostras de manganês total e turbidez (4 de 12 amostras) e 8% das amostras de chumbo total (1 de 12 amostras), também violaram o limite da legislação (**Figura 6-94**). Na saída do tratamento, apenas *E. coli*, entre esses parâmetros, registrou violação pontual de 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-94**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, em 2024/2025, foram registradas violações nas concentrações dos parâmetros coliformes com 33% (4 de 12 amostras), alumínio total com 17% (2 de 12 amostras) e ferro total com 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-94**).

Figura 6-94 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 137, localizado no município de Governador Valadares-MG, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



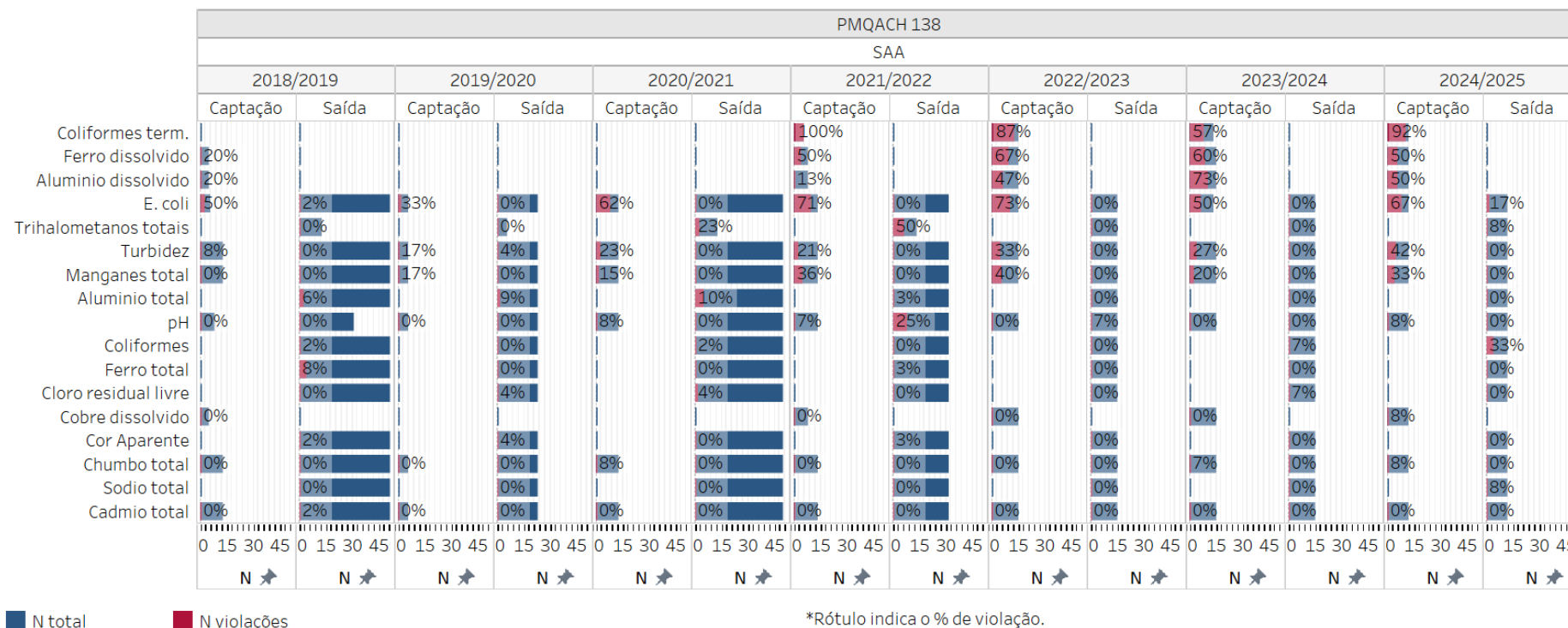
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

A avaliação das violações na captação do ponto PMQACH 138 indicou aumento no percentual desconforme para coliformes termotolerantes, com 92% das amostras de 2024/2025 acima do limite legal (11 de 12 amostras) (**Figura 6-95**). Por outro lado, ferro e alumínio dissolvido, com 50% de violação nas amostras de 2024/2025 na captação (6 de 12 amostras), apresentaram redução no percentual desconforme em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-95**). Cobre dissolvido apresentou desconformidade pela primeira vez no monitoramento, com 8% de violação entre as amostras da captação (1 de 12 amostras) (**Figura 6-95**).

Ainda na captação, em 2024/2025, *E. coli* registrou 67% de violação (8 de 12 amostras), turbidez 42% (5 de 12 amostras), manganês total 33% (4 de 12 amostras) e pH e chumbo total 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-95**). Avaliados também na saída do tratamento, apenas *E. coli*, entre esses parâmetros, registrou desconformidade, com 17% das amostras acima do valor máximo permitido (2 de 12 amostras) (**Figura 6-95**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, foram observadas violações para os parâmetros trihalometanos totais e sódio total, com 8% (1 de 12 amostras) e coliformes, com 33% (4 de 12 amostras) (**Figura 6-95**).

Figura 6-95 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 138 localizado no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.

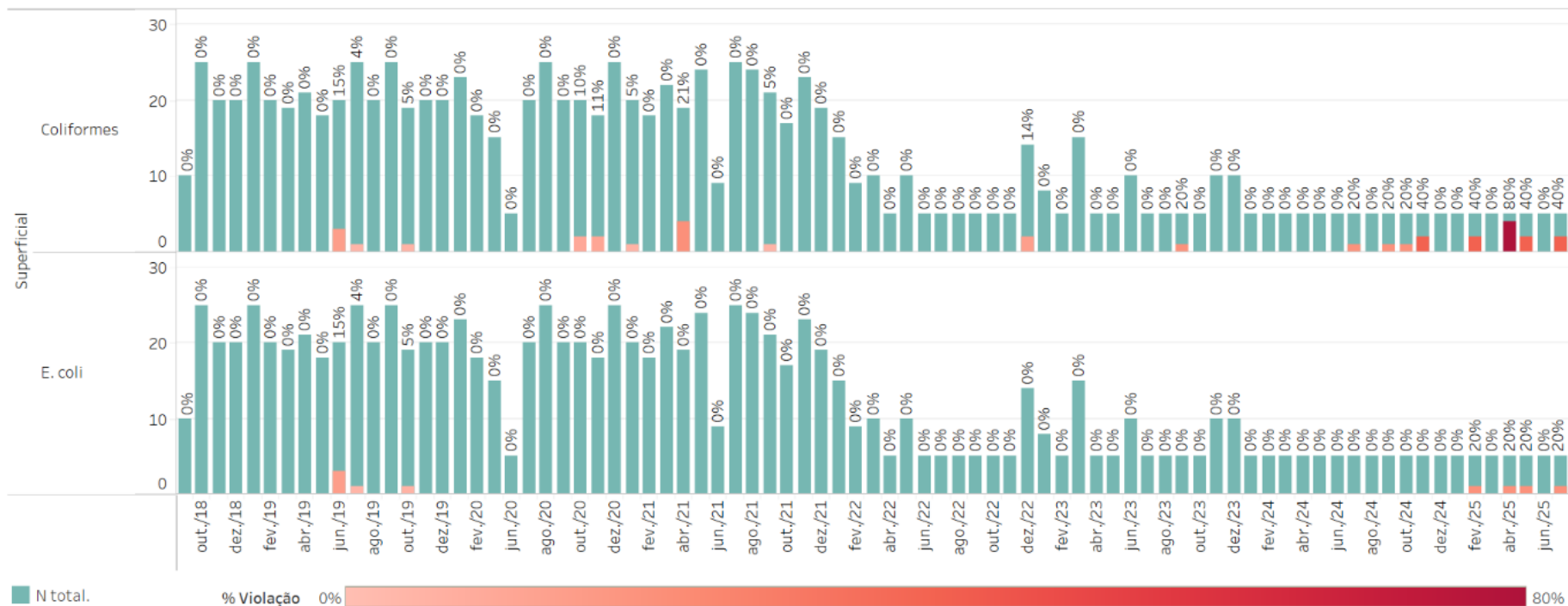


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.14.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos com tratamento e captação superficial, coliformes e *E. coli* estiveram ausentes na maioria nos meses monitorados. No último ciclo, no entanto, entre julho/2024 e julho/2025, houve aumento nos registros destes indicadores biológicos. Neste período, o parâmetro coliformes somente não foi registrado nos meses de agosto e dezembro/2024 e janeiro, março e junho/2025. A presença de *E. coli*, foi esporádica, com registros apenas nos meses de fevereiro, abril, maio e julho/2025 (Figura 6-96). Não há um padrão sazonal evidente para a presença destes microrganismos.

Figura 6-96 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento localizados no município de Governador Valadares- MG.



No município de Governador Valadares, os dados do ciclo 2024/2025 apresentaram variações significativas ($p < 0,05$) em comparação com os ciclos anteriores. No ponto PMQACH 134 (captação), observou-se aumento ao longo do tempo apenas nas concentrações do parâmetro sólidos dissolvidos totais. As tendências de redução foram observadas para cor aparente, pH e zinco total. No ponto PMQACH 134 (saída), houve redução nos teores de zinco total e cloro residual livre. Os demais parâmetros não apresentaram padrão consistente ao longo do tempo.

No ponto PMQACH 135 (captação), verificou-se aumento apenas para sólidos dissolvidos totais. O padrão de redução foi observado para densidade de cianobactérias, *Escherichia coli* e zinco total. No ponto PMQACH 135 (saída), observou-se aumento nos teores de alumínio total, e redução nos de cloro residual livre e zinco total.

No ponto PMQACH 136 (captação), houve aumento apenas para sólidos dissolvidos totais. A redução para a captação desse ponto ocorreu para dureza total, pH e zinco total. No ponto PMQACH 136 (saída), observou-se redução nos seguintes parâmetros: cloro residual, pH e zinco total.

No ponto PMQACH 137 (captação), registrou-se redução nas concentrações de zinco total. Na saída do PMQACH 137, houve aumento nos níveis de alumínio total e ferro total, enquanto zinco total apresentou um padrão de redução ao longo do tempo.

Por fim, no ponto PMQACH 138 (captação), observou-se redução nos valores de densidade de cianobactérias e zinco total, enquanto sólidos dissolvidos totais apresentou aumento. No ponto PMQACH 138 (saída), verificou-se aumento nos teores de sódio total, apenas. Zinco total apresentou um padrão de redução ao longo do tempo (**Figura 6-97**).

Figura 6-97 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Cloro Residual Livre	Cor Aparente	Densidade de Cianobactérias	Dureza Total	Escherichia coli	Ferro Total	Manganês Total	Nitrato	pH	SDT	Sódio Total	Sulfato	Zinco Total
PMQACH 134	Captação			—		↓		—	—			—	↓	↑		—	↓
	Saída		—		↓								—				↓
PMQACH 135	Captação			—		—	↓	—	↓		—		—	↑		—	↓
	Saída	↑	—		↓								—		—		↓
PMQACH 136	Captação			—		—		↓					↓	↑			↓
	Saída		—		↓								↓				↓
PMQACH 137	Captação			—		—	—	—					—	—	—	—	↓
	Saída	↑	—		—					↑	—		—				↓
PMQACH 138	Captação		—			—	↓	—						↑			↓
	Saída	—	—	—							—		—		↑		↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;

↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

Em relação à variação sazonal, os parâmetros que apresentaram diferenças significativas entre os períodos seco e chuvoso ($p < 0,05$) foram: alumínio total, bário total, cloreto total, cor aparente, ferro total, manganês total, nitrato, pH, sólidos dissolvidos totais (SDT), sódio total, sulfato e turbidez (**Figura 6-98**).

No ponto PMQACH 134, na captação, os parâmetros bário total, cor aparente, manganês total e turbidez apresentaram valores mais elevados no período chuvoso, enquanto cloreto total, nitrato, SDT, sulfato e sódio total foram superiores no período seco. Na saída, os teores de alumínio total, pH e sódio total foram mais altos no período seco, ao passo que o bário total apresentou maior concentração no período chuvoso (**Figura 6-98**).

No ponto PMQACH 135, na captação, os valores de bário total, cor aparente, manganês total e turbidez foram superiores no período chuvoso, enquanto cloreto total, nitrato, SDT, sódio

total e sulfato apresentaram maiores concentrações no período seco. Na saída, os teores de bário total e ferro total foram mais elevados no período chuvoso (**Figura 6-98**).

No ponto PMQACH 136, na captação, os parâmetros bário total, cor aparente, manganês total e turbidez apresentaram valores superiores no período chuvoso, enquanto cloreto total, pH, SDT, sódio total e sulfato foram mais elevados no período seco. Na saída, os teores de alumínio total e sódio total foram maiores no período seco, enquanto o bário total apresentou valores superiores no período chuvoso (**Figura 6-98**).

No ponto PMQACH 137, na captação, os parâmetros bário total, cor aparente, manganês total e turbidez apresentaram valores mais altos no período chuvoso, enquanto cloreto total, nitrato, pH, sódio total, SDT e sulfato foram superiores no período seco. Na saída, bário total apresentou maior concentração no período chuvoso, enquanto os teores de alumínio total, pH e sódio total foram mais elevados no período seco (**Figura 6-98**).

Por fim, no ponto PMQACH 138, na captação, os valores de bário total, cor aparente, manganês total e turbidez foram superiores no período chuvoso, enquanto pH e sódio total apresentaram maiores concentrações no período seco. Na saída, o bário total apresentou valores mais elevados no período chuvoso, enquanto os teores de alumínio total, pH e sódio total foram superiores no período seco (**Figura 6-98**).

Figura 6-98 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Cor Aparente	Ferro Total	Manganês Total	Nitrato	pH	SDT	Sódio Total	Sulfato	Turbidez
PMQACH 134	Captação		●	●	●		●	●		●	●	●	●
	Saída	●	●						●		●		
PMQACH 135	Captação		●	●	●		●	●		●	●	●	●
	Saída		●			●							
PMQACH 136	Captação		●	●	●		●		●	●	●	●	●
	Saída	●	●								●		
PMQACH 137	Captação		●	●	●		●	●	●	●	●	●	●
	Saída	●	●						●		●		
PMQACH 138	Captação		●		●		●		●		●		●
	Saída	●	●						●		●		

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

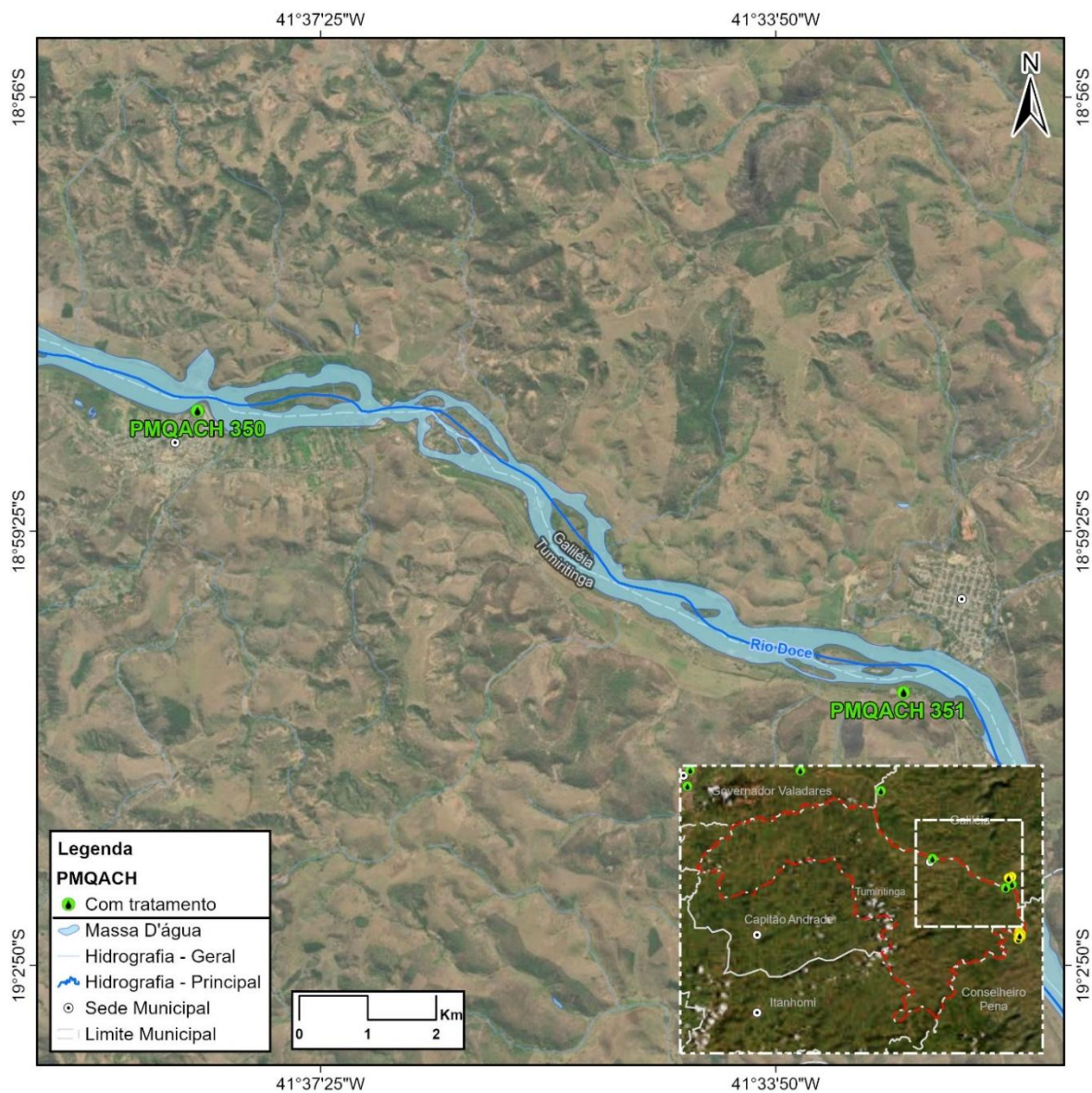
6.15 TUMIRITINGA

No município de Tumiritinga-MG, foram considerados 02 (dois) pontos com tratamento e do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) (**Figura 6-99 e Quadro 6-15**).

Quadro 6-15 – Características dos pontos do município de Tumiritinga considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 350	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 351	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída		Ativo

Figura 6-99 – Localização geográfica dos pontos monitorados em Tumiritinga-MG.



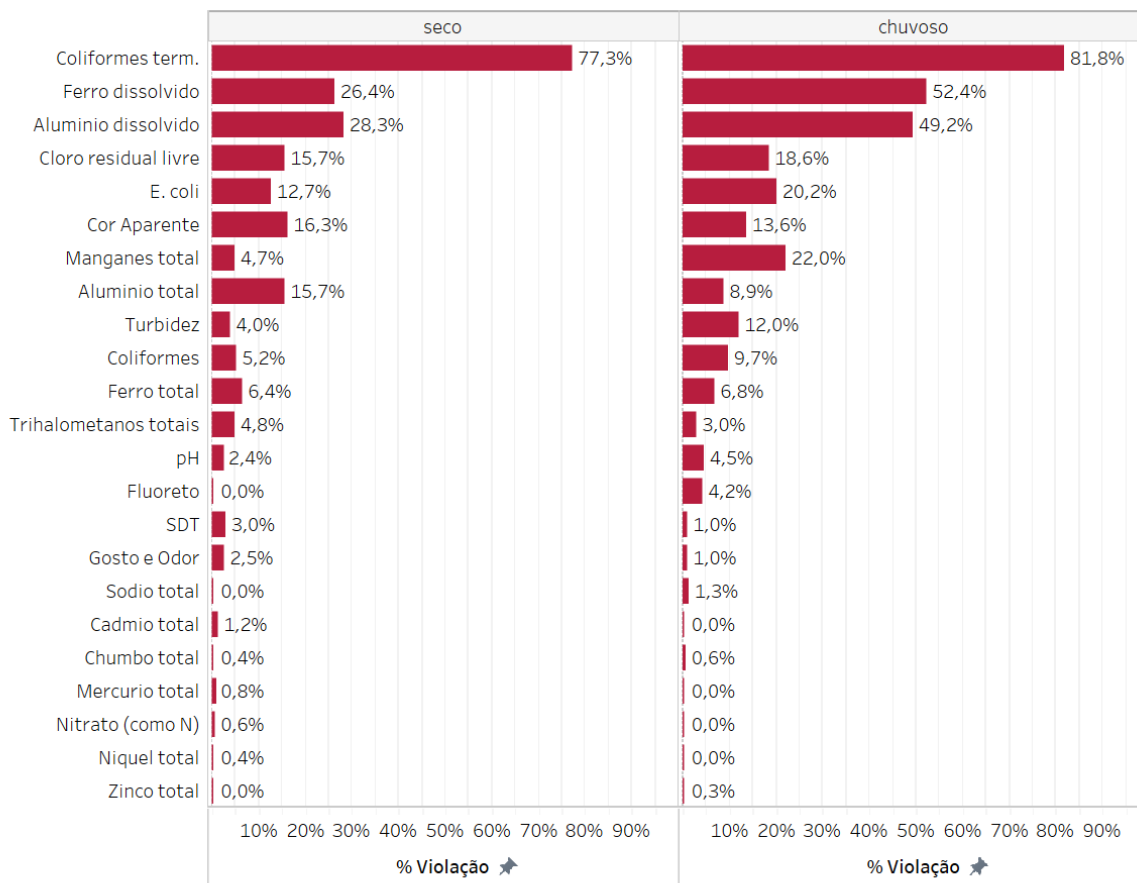
6.15.1 Pontos com tratamento

6.15.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Os pontos com tratamento do município de Tumiritinga apresentaram, no geral, percentuais de violação mais reduzidos (inferiores a 22%) para a maioria dos parâmetros. As exceções foram coliformes termotolerantes com 77,3% de violação no período seco e 81,8% no período chuvoso, ferro dissolvido com 26,4% de violação no período seco e 52,4% no período chuvoso e alumínio dissolvido com 28,3% no período seco e 49,2% no período chuvoso (**Figura 6-100**). Para estes dois últimos parâmetros, constituintes naturais das rochas e solos da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021), nota-se um efeito da sazonalidade nos percentuais de violação. Maiores concentrações desses parâmetros podem estar associadas ao aumento da pluviosidade, especialmente em corpos hídricos superficiais, refletindo tanto o maior aporte de partículas carregadas pela água da chuva, como a possível ressuspensão de material sedimentado.

Destacam-se ainda, por terem apresentado violação somente no período chuvoso, o fluoreto (4,2%), sódio total (1,3%) e o zinco total (0,3%). Apresentaram desconformidade apenas no período seco, o cádmio total (1,2% de violação), nitrato (0,6%), níquel total (0,4% de violação) e mercúrio (0,8%) (**Figura 6-100**), porém com percentuais baixos e sem evidências de variações sazonais.

Figura 6-100 – Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos com tratamento no município de Tumiritinga-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Dois pontos com tratamento de água foram monitorados, ambos com captação superficial e abastecimento tipo SAA.

No ponto PMQACH 350, na captação, coliformes termotolerantes foi o principal parâmetro em termos de não atendimento à legislação, com 91% de violação no último ciclo de 2024/2025 (10 de 11 amostras), resultado que supera o observado no ciclo anterior (**Figura 6-101**). Alumínio e ferro dissolvido, por outra lado, registraram redução no percentual de violação na captação com apenas 18% das amostras do período com concentrações acima do limite legal (2 de 11 amostras) (**Figura 6-101**).

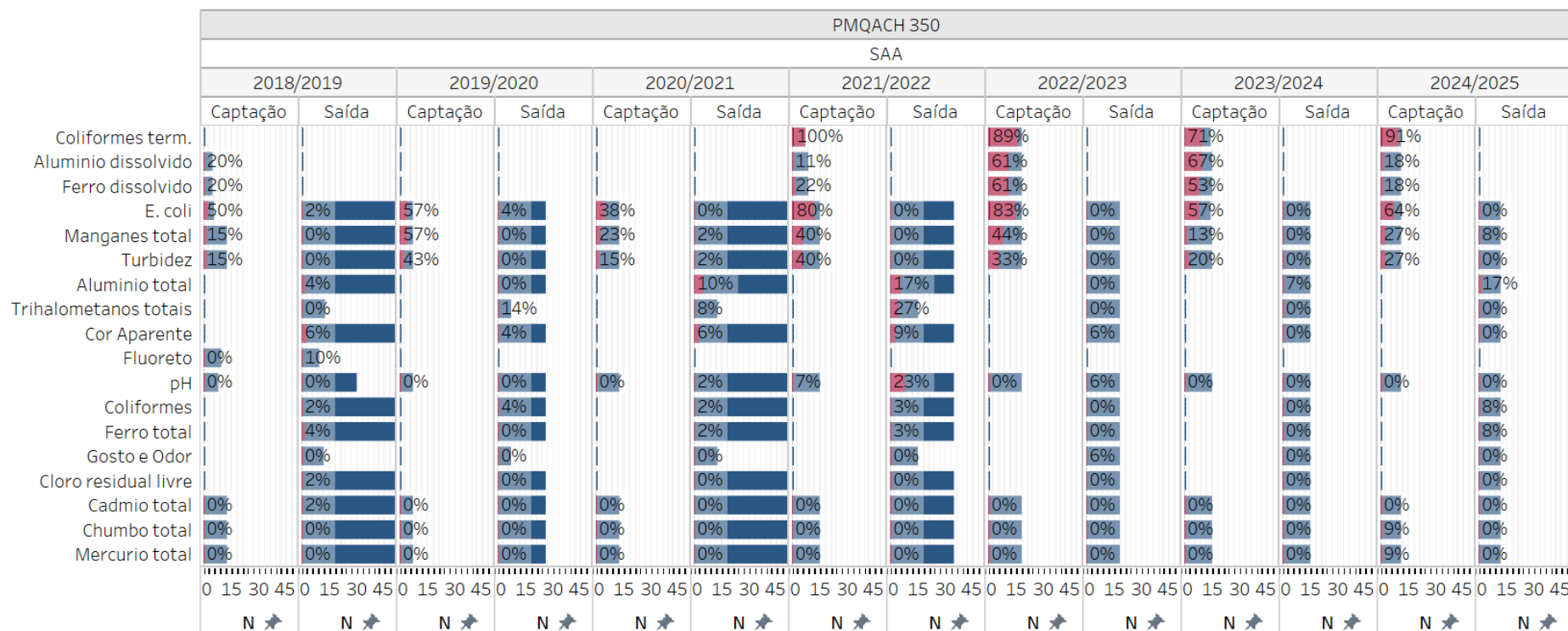
O parâmetro *E. coli* registrou aumento no percentual desconforme na captação (64%, 7 de 11 amostras) (**Figura 6-101**). Na saída do tratamento, no entanto, o parâmetro apresentou conformidade. Manganês total e turbidez registraram 27% de violação na captação em

2024/2025 (3 de 11 amostras) (**Figura 6-101**). Na saída do tratamento, manganês registrou violação pontual de 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-101**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, foram registradas violações em baixos percentuais para alumínio total (17%, 2 de 12 amostras) e coliformes e ferro total (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-101**).

Cabe destacar ainda, violações pontuais na captação para chumbo total e mercúrio total, pela primeira vez no monitoramento, em 2024/2025 (9%, 1 de 11 amostras) (**Figura 6-101**).

Figura 6-101 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 350, localizado no município de Tumiritinga-MG entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



■ N total ■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

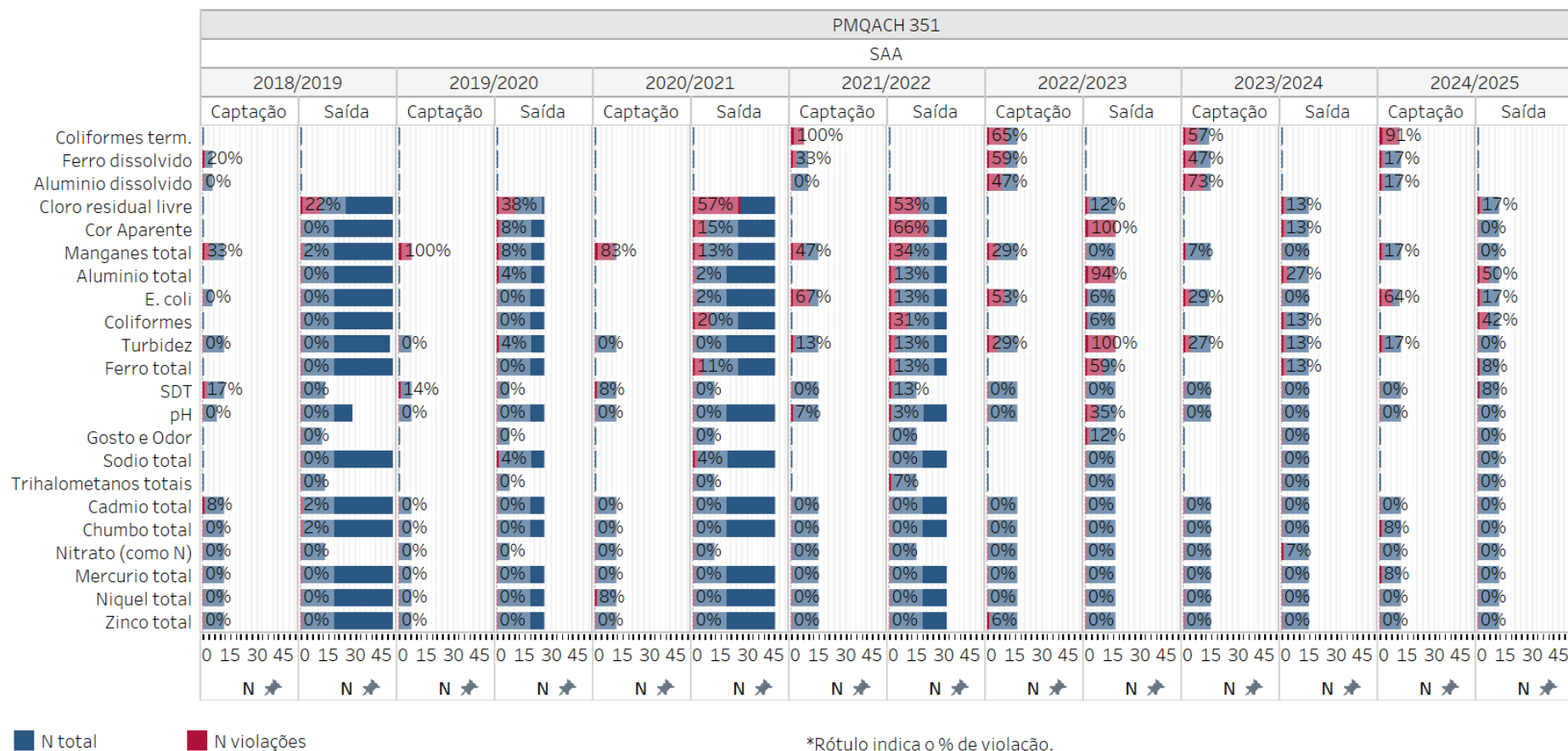
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

O ponto PMQACH 351 apresentou em 2024/2025, na captação, aumento no percentual desconforme para coliformes termotolerantes com 91% das amostras do período em desconformidade (10 de 11 amostras) (**Figura 6-102**). Por outro lado, também na captação, houve redução no percentual de violação para ferro e alumínio dissolvido, ambos com 17% das amostras do período acima do limite legal (2 de 12 amostras) (**Figura 6-102**).

Também com 17% de violação nas amostras do último ciclo (2 de 12 amostras), manganês total e turbidez apresentaram desconformidade com a legislação na captação, porém conformidade na saída do tratamento (**Figura 6-102**). *E. coli* apresentou aumento no percentual de violação em 2024/2025, tanto na captação (64%, 7 de 11 amostras), quanto na saída (17%, 2 de 12 amostras) (**Figura 6-102**). O parâmetro sólidos dissolvidos totais registrou conformidade na captação e violação pontual na saída do tratamento (8%, 1 de 12 amostras) em 2024/2025. Os parâmetros chumbo e mercúrio total apresentaram violação de 8% na captação do sistema de tratamento (1 de 12 amostras), porém conformidade na saída (**Figura 6-102**). Importante destacar que este foi o primeiro registro observado para mercúrio total em todo monitoramento.

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, foi registrado aumento no percentual de violação em 2024/2025 para alumínio total (50% 6 de 12 amostras) e coliformes (42%, 5 de 12 amostras) em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-102**). Cloro residual livre apresentou 17% de violação no último ciclo (2 de 12 amostras) e ferro total com 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-102**).

Figura 6-102 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 351, localizado no município de Tumiritinga-MG entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



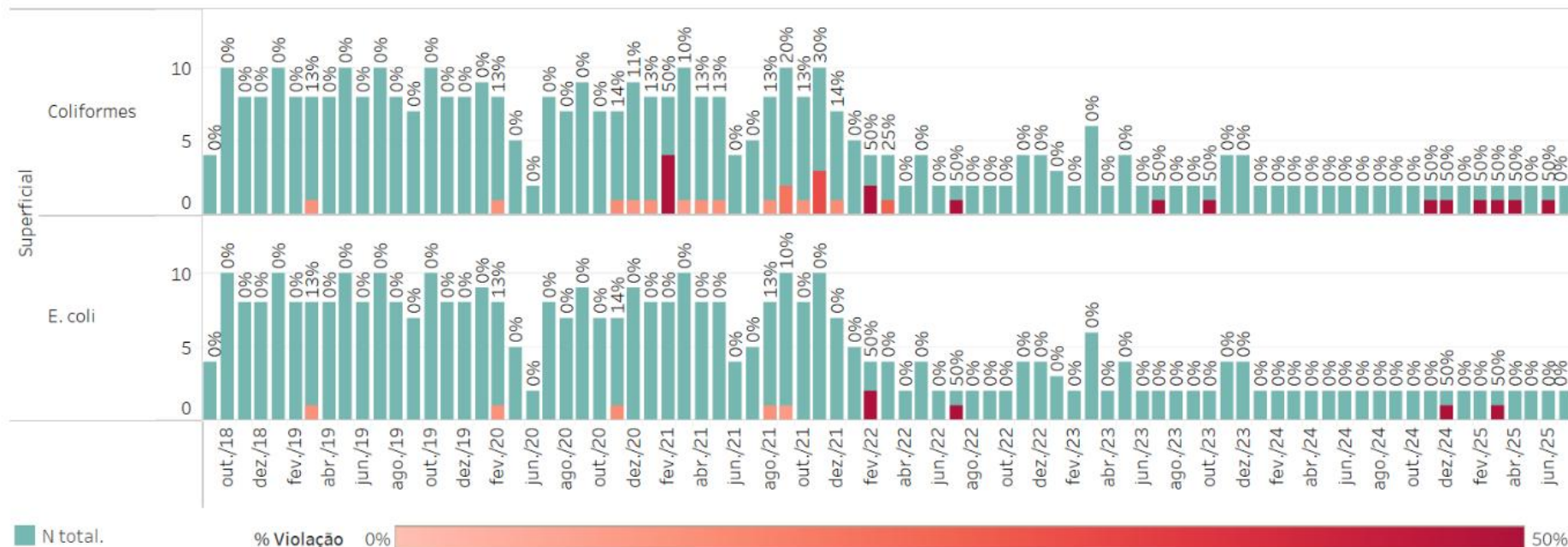
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.15.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída dos pontos com tratamento de água, coliformes e *E. coli* apresentaram resultados predominantemente "ausentes" ao longo do monitoramento. No período avaliado neste relatório (julho/2024 a julho/2025) a presença de coliformes foi registrada nos meses de novembro/2024, dezembro/2024, fevereiro/2025, março/2025, abril/2025 e junho/2025 (Figura 6-103).

Neste mesmo período, *E. coli* foi registrada apenas nos meses de dezembro/2024 e março/2025 (Figura 6-103).

Figura 6-103 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento localizados no município de Tumiritinga- MG.



A análise temporal revelou que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre o ciclo atual (2024/2025) e os ciclos anteriores para alguns parâmetros nos pontos com tratamento do município de Tumiritinga. Na captação do PMQACH 350, cor aparente e zinco total apresentaram um padrão de diminuição ao longo do tempo. Já o parâmetro sólidos dissolvidos totais apresentou um padrão de aumento. Na saída do PMQACH 350, apenas zinco total apresentou um padrão temporal evidente, com diminuição de suas concentrações ao longo do tempo (**Figura 6-104**).

Para o PMQACH 351, todos os parâmetros que apresentaram um padrão temporal evidente, demonstraram uma tendência de queda de seus valores no decorrer do tempo. Na captação, esses parâmetros foram dureza total e zinco total. Já na saída do PMQACH 351, os parâmetros que apresentaram esse comportamento foram manganês total, sódio total e zinco total (**Figura 6-104**).

Figura 6-104 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Cloro Residual Livre	Cobre Total	Cor Aparente	Densidade de Cianobactérias	Dureza Total	Ferro Total	Manganês Total	Nitrato	pH	Sódio Total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 350	Captação			—			↓	—	—			—			↑	—		↓
	Saída	—	—		—	—				—			—	—				↓
PMQACH 351	Captação		—	—			—		↓		—	—		—	—	—	—	↓
	Saída	—	—		—					—	↓		—	↓				↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;

↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

A análise sazonal evidenciou que houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os parâmetros monitorados entre os períodos seco e chuvoso para os pontos com tratamento do município de Tumiritinga.

Na captação do PMQACH 350, a diferença sazonal significativa se deu para bário total, cor aparente, *Escherichia coli*, manganês total e turbidez. Todos esses parâmetros apresentaram valores significativamente maiores durante o período chuvoso em comparação com a seca.

Já os parâmetros cloreto total, nitrato, sódio total, sólidos dissolvidos totais e sulfato, apresentaram valores superiores no período seco. Na saída do PMQACH 350, apenas alumínio total e sódio total apresentaram diferença sazonal significativa, ambos com concentrações mais elevadas no período seco (**Figura 6-105**).

Na captação do PMQACH 351, cor aparente, manganês total e turbidez apresentaram diferença significativa entre as duas estações, com valores mais elevados no período chuvoso. Na saída desse ponto, alumínio total e o pH apresentaram valores significativamente maiores no período seco, enquanto manganês total apresentou valores maiores no período chuvoso (**Figura 6-105**).

Figura 6-105 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Cor Aparente	<i>Escherichia coli</i>	Manganês Total	Nitrato	pH	Sódio Total	SDT	Sulfato	Turbidez
PMQACH 350	Captação		●	●	●	●	●	●		●	●	●	●
	Saída	●								●			
PMQACH 351	Captação				●		●						●
	Saída	●					●		●				

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

6.16 GALILEIA

No município de Galileia-MG, foi considerado 1 (um) ponto de monitoramento com tratamento de água e do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) (**Figura 6-106** e **Quadro 6-16**).

Quadro 6-16 - Características do ponto do município de Galileia considerado no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 121	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-106 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Galileia-MG.



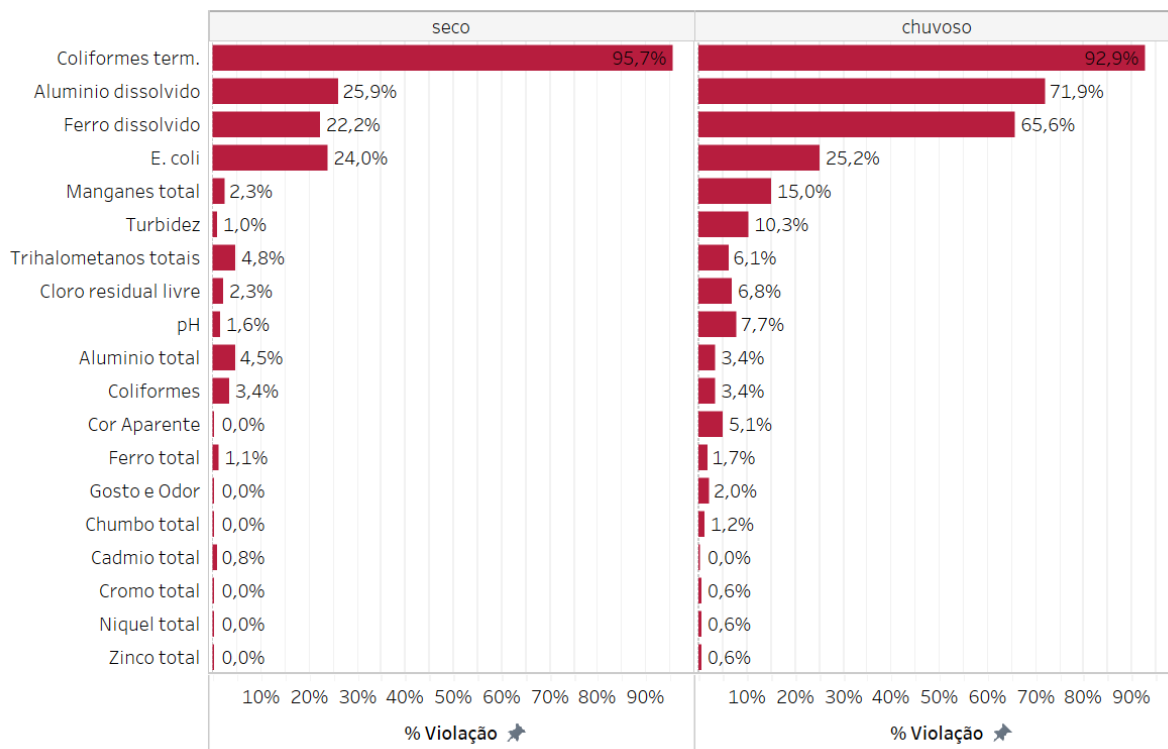
6.16.1 Pontos com tratamento

6.16.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o ponto com tratamento de água do município de Galileia-MG, coliformes termotolerantes, alumínio dissolvido e ferro dissolvido foram os parâmetros com maiores percentuais de violação (acima de 65% em pelo menos um dos períodos seco ou chuvoso). Importante ressaltar que estes parâmetros passaram a ser monitorados somente com a primeira revisão do PMQACH, em janeiro de 2022.

Destacam-se coliformes termotolerantes por apresentar 95,7% de violação no período seco e 92,9% no período chuvoso e alumínio dissolvido e ferro dissolvido por apresentarem percentual de violação mais elevado no período chuvoso (71,9% e 65,6%, respectivamente) (**Figura 6-107**). Tanto o alumínio quanto o ferro são minerais naturalmente encontrados em rochas e no solo da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Com o aumento da lixiviação no período chuvoso, uma maior quantidade destes minerais é carregada para os corpos d'água, o que pode contribuir para o incremento da concentração destes elementos e conseqüentemente aumento no percentual de violação (**Figura 6-107**). De modo similar, mas em menores percentuais os parâmetros turbidez, manganês total, pH, cloro residual e cor aparente também registraram maiores percentuais desconformes no período chuvoso (em pelo menos 3 vezes a diferença entre os períodos) (**Figura 6-107**). Demais metais e gosto e odor tiveram percentual de violação reduzido (inferior a 5%) em ambos os períodos sazonais (**Figura 6-107**).

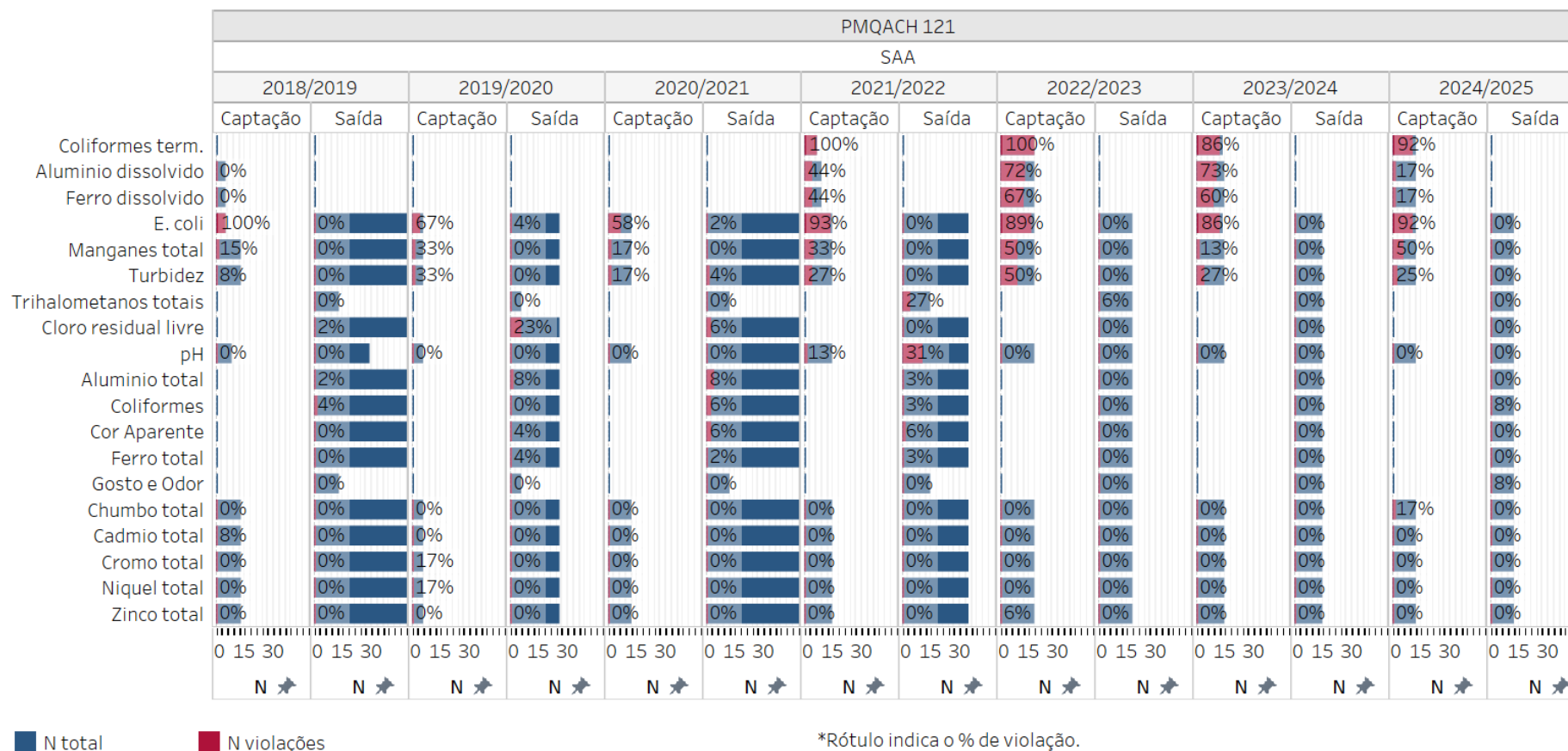
Figura 6-107 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto com tratamento do município de Galileia-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



O ponto com tratamento PMQACH 121 apresenta captação superficial e abastecimento tipo SAA.

Na captação do ponto, em 2024/2025, foi observado aumento no percentual de violação para coliformes termotolerantes e *E. coli*, ambos com 92% das amostras do período em desconformidade (11 de 12 amostras) (**Figura 6-108**). Também foi registrado aumento no percentual de violação na captação no último ciclo para manganês total (50%, 6 de 12 amostras) (**Figura 6-108**). Turbidez apresentou percentual de violação no último ciclo (25%, 3 de 12 amostras) similar ao observado no ciclo anterior. Alumínio e ferro dissolvidos apresentaram 17% de violação na captação em 2024/2025, resultado que representa uma redução no percentual desconforme quando comparado ao do ciclo anterior (**Figura 6-108**).

Figura 6-108 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 121, localizado no município de Galileia-MG, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.

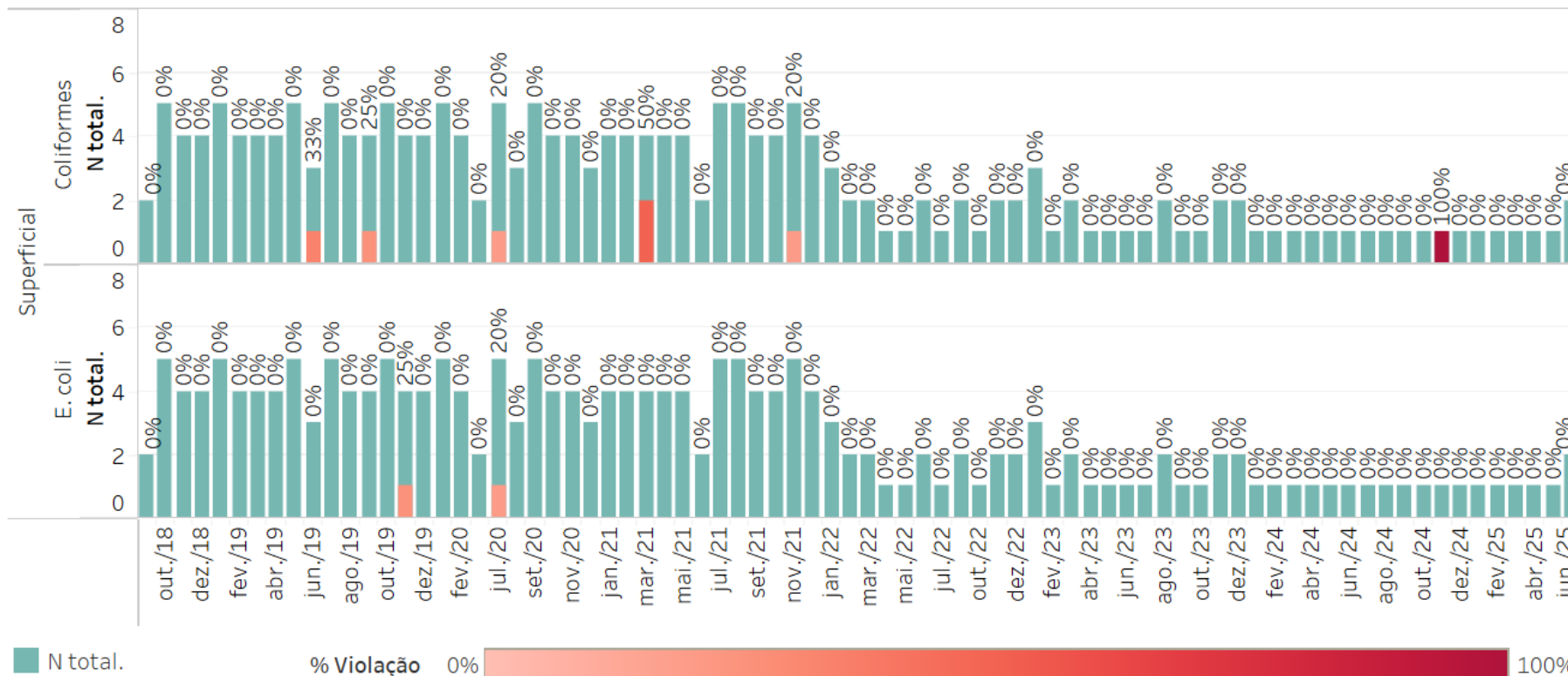


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.16.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto PMQACH 121, a presença de coliformes e *E. coli* nas amostras foi pontual ao longo dos meses monitorados. Coliformes foi registrado somente em 6 meses (junho e setembro/2019, julho/2020, março e novembro/2021) e mais recentemente, no último ciclo (julho/2024 a julho/2025), em novembro/2024. *E. coli* foi identificada somente nos meses de novembro/2019 e julho/2020. Não foi observado um padrão temporal ou sazonal evidente para estes dois parâmetros durante o monitoramento (Figura 6-109).

Figura 6-109 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Galileia-MG.



A análise temporal dos pontos localizados no município de Galileia evidenciou diferenças significativas ($p < 0,05$) no ciclo atual (2024/2025) em relação aos ciclos anteriores (**Figura 6-110**). Para o ponto PMQACH 121 (Captação), observou-se redução nos parâmetros densidade de cianobactérias e zinco total, enquanto nitrato apresentou tendência de aumento. Os demais parâmetros não apresentaram padrão consistente entre os anos. Para a saída do PMQACH 121, houve redução significativa apenas nas concentrações de zinco total. Os demais parâmetros não apresentaram variação significativa.

Figura 6-110 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cor Aparente	Densidade de Cianobactérias	Dureza Total	Ferro Total	<i>Escherichia coli</i>	Manganês Total	Nitrato	pH	SDT	Sódio Total	Sulfato	Zinco Total
PMQACH 121	Captação			—	↓	—		—		↑	—	—		—	↓
	Saída	—	—				—		—		—		—		↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;
 ↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

Em relação à variação sazonal, no ponto PMQACH 121 (captação), bário total, cor aparente, densidade de cianobactérias, dureza total, manganês total e turbidez apresentaram valores superiores no período chuvoso, enquanto nitrato, pH, sódio total, SDT e sulfato foram maiores no período seco. Na saída do tratamento, alumínio total e pH apresentaram valores mais elevados no período seco, enquanto bário total e manganês total foram superiores no período chuvoso.

Figura 6-111 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cor Aparente	Densidade de Cianobactérias	Dureza Total	Ferro Total	Manganês Total	Nitrato	pH	Sódio Total	SDT	Sulfato	Turbidez
PMQACH 121	Captação		●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●
	Saída	●	●					●		●				

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

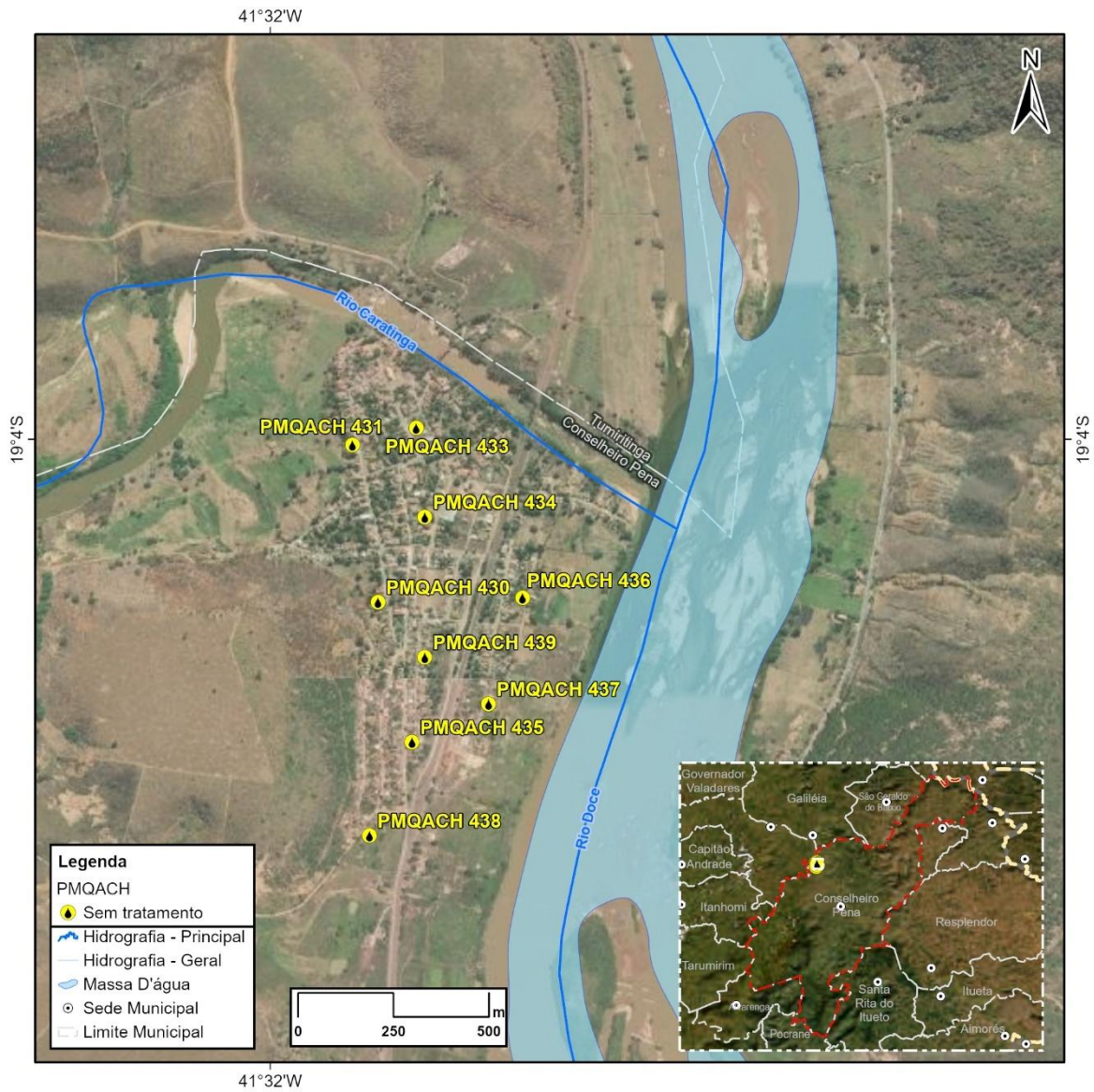
6.17 CONSELHEIRO PENA

No município de Conselheiro Pena - MG, foram considerados 9 (nove) pontos de monitoramento do tipo Solução Alternativa Individual (SAI), sem tratamento de água (**Figura 6-112 e Quadro 6-17**).

Quadro 6-17 - Características dos pontos do município de Resplendor considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 430	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 431	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 433	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 434	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 435	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 436	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 437	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 438	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 439	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo

Figura 6-112 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Conselheiro Pena - MG.



6.17.1 Pontos sem tratamento

6.17.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Conselheiro Pena - MG, coliformes, manganês total, sólidos dissolvidos totais e ferro total foram os parâmetros que apresentaram maiores desconformidades, com pelo menos 40% de violação em um dos períodos sazonais (**Figura 6-113**).

Coliformes apresentou 65,2% de violação no período seco e 88,3% no período chuvoso. Embora englobem um amplo grupo de bactérias de vida livre, com ocorrência natural no solo, na água e em plantas, sua presença em fontes hídricas serve como um indicador de alerta para possíveis focos de poluição ou contaminação. Essa detecção pode sinalizar a exposição da fonte a agentes contaminantes, como esgoto doméstico ou resíduos orgânicos (**Figura 6-113**). No município de Conselheiro Pena - MG, o percentual de esgotamento sanitário adequado é de 79,91% (IBGE, 2010) e, comparativamente com outros municípios do estado de Minas Gerais, ocupa a 235ª posição (de um total de 853 municípios), sendo que a 1ª posição corresponde ao município com maior percentual de esgotamento sanitário (IBGE, 2010). Vale destacar que a taxa de esgotamento sanitário não reflete sua eficiência, ou seja, um tratamento ineficiente ainda terá como resultado o lançamento de matéria orgânica e patógenos nos recursos hídricos. Portanto, a baixa eficiência na remoção de patógenos, ajuda a explicar a contaminação por coliformes, parâmetro indicado como prioritário para gestão na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021).

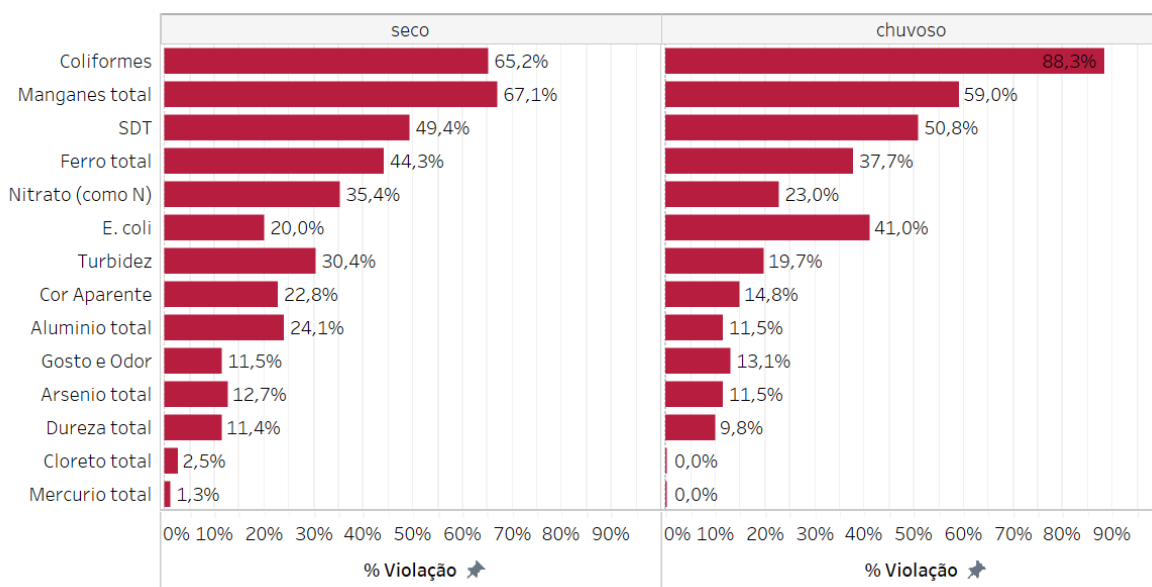
O manganês total apresentou 67,1% de violação no período seco e 59% no período chuvoso. Ferro total apresentou 44,3% de violação no período seco e 37,7% no período chuvoso (**Figura 6-113**). Estes metais possuem ocorrência natural na bacia do rio Doce e estão presentes na composição dos solos e rochas da região (PIRH Doce, 2021).

Os percentuais de violação de sólidos dissolvidos totais foram similares nos períodos seco e chuvoso (aproximadamente 50%) (**Figura 6-113**). Turbidez apresentou percentual de violação na seca (30,4%) superior ao do período chuvoso (19,7%), não indicando relação da pluviosidade com o aumento das violações destes dois parâmetros.

Destaca-se ainda violações do parâmetro nitrato com 35,4% no período seco e 23% no período chuvoso. O aumento de nitrato em águas superficiais está geralmente associado a práticas agrícolas intensivas, uso excessivo de fertilizantes, lançamento de esgoto doméstico e industrial, além de processos naturais como a decomposição de matéria orgânica e erosão do solo (**Figura 6-113**).

Destaca-se ainda *E. coli*, cujo percentual de violação na chuva (41%) foi o dobro do período seco (20%). Padrão inverso foi observado para cor aparente e alumínio total, cujos percentuais de violação do período seco (22,8% e 24,1%, respectivamente) foram quase o dobro do observado no período chuvoso (14,8% e 11,5%, respectivamente). Demais parâmetros não apresentaram diferenças substanciais entre os períodos sazonais (**Figura 6-113**).

Figura 6-113 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento do município de Conselheiro Pena - MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nove pontos sem tratamento foram monitorados, sendo todos eles com captação subterrânea e do tipo SAI. As amostragens tiveram início em janeiro/2024 com a 2ª revisão bianual do plano.

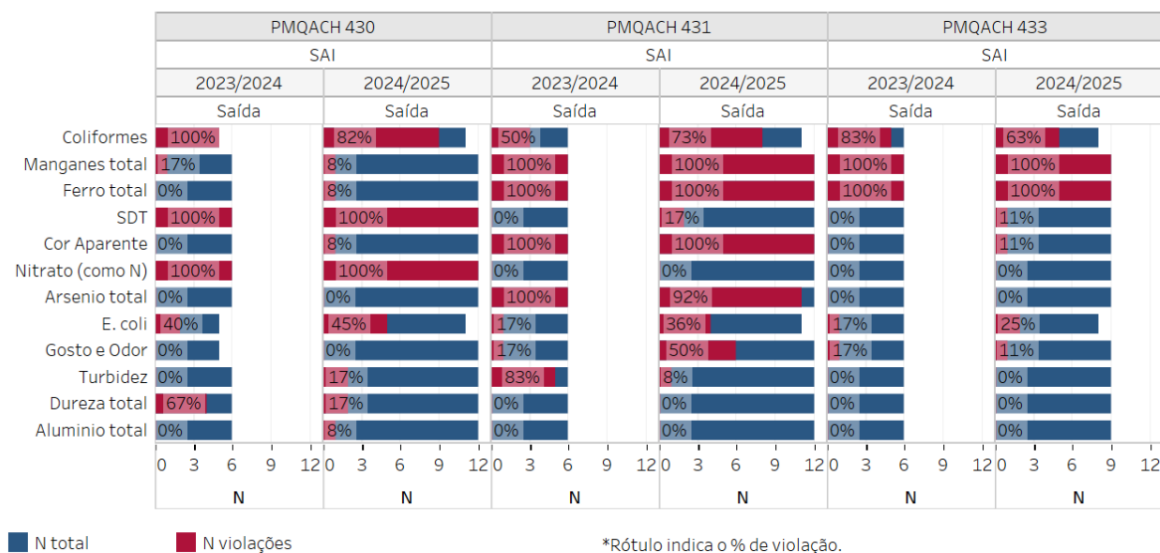
No ponto PMQACH 430, os parâmetros nitrato e sólidos dissolvidos totais apresentaram 100% de violação, com todas as amostras em desacordo com os limites legais previstos, tal como observado no ciclo anterior. Coliformes apresentou redução no percentual de violação no ciclo de 2024/2025 (82%, 9 de 11 amostras) em relação ao ciclo anterior. Também apresentaram redução no percentual de violação os parâmetros manganês total (8%, 1 de 12 amostras) e dureza total (17%, 2 de 12 amostras). *E. coli* registrou, em 2024/2025, violação em 45% das amostras do período, resultado semelhante ao do ciclo anterior. Em baixos percentuais, alguns parâmetros registraram violação pela primeira vez no monitoramento, em 2024/2025,

sendo eles: ferro total, cor aparente e alumínio total com 8% de violação (1 de 12 amostras) e turbidez com 17% (2 de 12 amostras) (**Figura 6-114**).

No ponto PMQACH 431, destacaram-se manganês total, ferro total, arsênio total e cor aparente, todos com 100% de violação (todas as 12 amostras), mesmo percentual do ciclo anterior. Houve aumento no percentual desconforme em 2024/2025 para os parâmetros coliformes (73%, 8 de 11 amostras), *E. coli* (36%, 4 de 11 amostras) e gosto e odor (50%, 6 de 12 amostras) (**Figura 6-114**). Houve redução no percentual desconforme para arsênio (92%, 11 de 12 amostras) e, de modo mais expressivo, para turbidez (8%, 1 de 12 amostras). Sólidos dissolvidos totais apresentou, em 2024/2025, desconformidade no monitoramento pela primeira vez (17%, 2 de 12 amostras) (**Figura 6-114**).

De forma similar, o ponto PMQACH 433 também apresentou 100% de violação nos parâmetros manganês total e ferro total (todas 12 amostras), tal como no ciclo anterior. Houve redução no percentual de violação de coliformes, com 63% das amostras do período de 2024/2025 acima dos limites legais. Observou-se, ainda, violações em 2024/2025 para *E. coli* com 25% (2 de 8 amostras) e gosto e odor, sólidos dissolvidos totais e cor aparente com 11% (1 de 9 amostras) (**Figura 6-114**).

Figura 6-114 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 430, PMQACH 431 e PMQACH 433, localizados no município de Conselheiro Pena - MG, entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

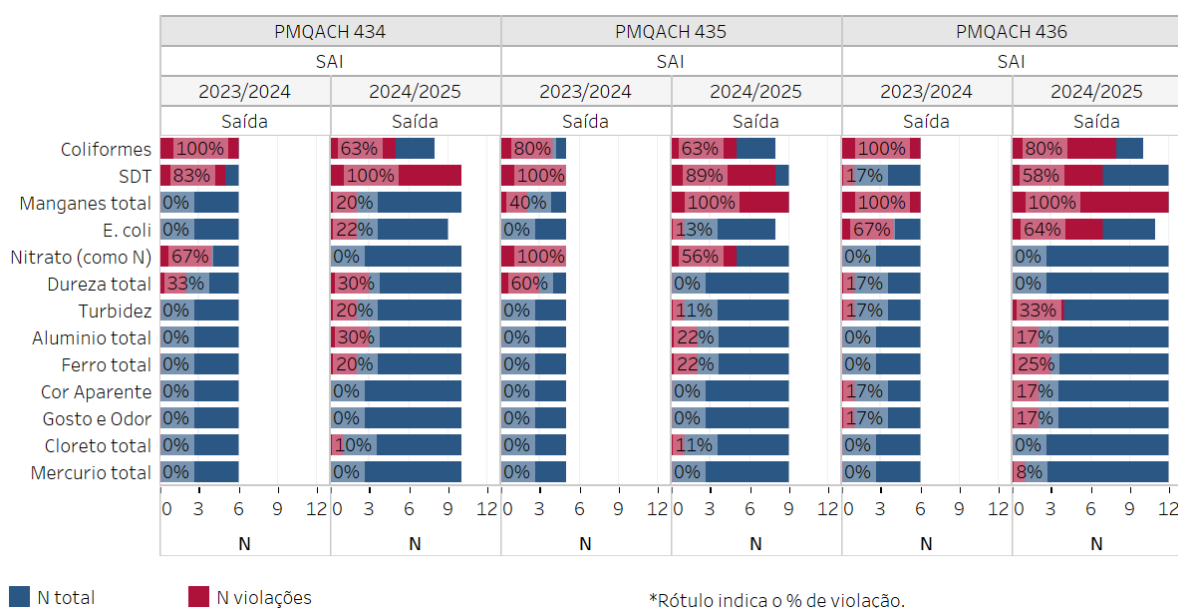
No ponto PMQACH 434, o parâmetro sólidos dissolvidos totais apresentou, em 2024/2025, 100% de violação ao valor máximo permitido (10 amostras), resultado que representou um aumento em relação ao ciclo anterior. Dureza total apresentou no último ciclo percentual similar ao do ciclo anterior (30%, 3 de 10 amostras) (**Figura 6-115**). Neste ponto foi registrada violações para uma série de parâmetros pela primeira vez no ciclo de 2024/2025, sendo eles, manganês total, ferro total e turbidez com 20% de violação (2 de 10 amostras), *E. coli* com 22% (2 de 9 amostras), alumínio total com 30% (3 de 10 amostras) e cloreto total com 10% (1 de 10 amostras) (**Figura 6-115**).

Em PMQACH 435, manganês total registrou 100% das amostras do último ciclo em desconformidade (9 amostras), resultado que representa um aumento em relação ao ciclo anterior. Por outro lado, registraram redução no percentual de violação no último ciclo os parâmetros coliformes (63%, 5 de 8 amostras), sólidos dissolvidos totais (89%, 8 de 9 amostras) e nitrato (56%, 5 de 9 amostras) (**Figura 6-115**). Destacam-se ainda os parâmetros que apresentaram resultados acima do limite legal pela primeira vez no monitoramento, sendo

eles *E. coli* com 13% (1 de 8 amostras), turbidez e cloreto total com 11 % (1 de 9 amostras) e alumínio e ferro total com 22% (2 de 9 amostras) (**Figura 6-115**).

No último ciclo de monitoramento, no ponto PMQACH 436, manganês total também registrou desconformidade em todas as amostras (100%, 12 amostras), mesmo percentual do ciclo anterior. Foi registrado aumento no percentual de violação de 2024/2025 para sólidos dissolvidos totais (58%, 7 de 12 amostras) e turbidez (33%, 4 de 12 amostras) (**Figura 6-115**). Coliformes registrou redução no percentual desconforme (80%, 8 de 10 amostras). Mercúrio total registrou concentrações acima do limite máximo permitido pela primeira vez no monitoramento, com 1 das 12 amostras do período em desconformidade (8%), assim como ocorreu também para alumínio total (17%, 2 de 12 amostras) e ferro total (25%, 3 de 12 amostras) (**Figura 6-115**). Demais parâmetros que apresentaram desconformidade mantiveram em 2024/2025 percentual semelhante ao do ciclo anterior, sendo eles, *E. coli* (64%, 7 de 11 amostras), cor aparente e gosto e odor (17%, 2 de 12 amostras) (**Figura 6-115**).

Figura 6-115 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 434, PMQACH 435 e PMQACH 436, localizados no município de Conselheiro Pena - MG, entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

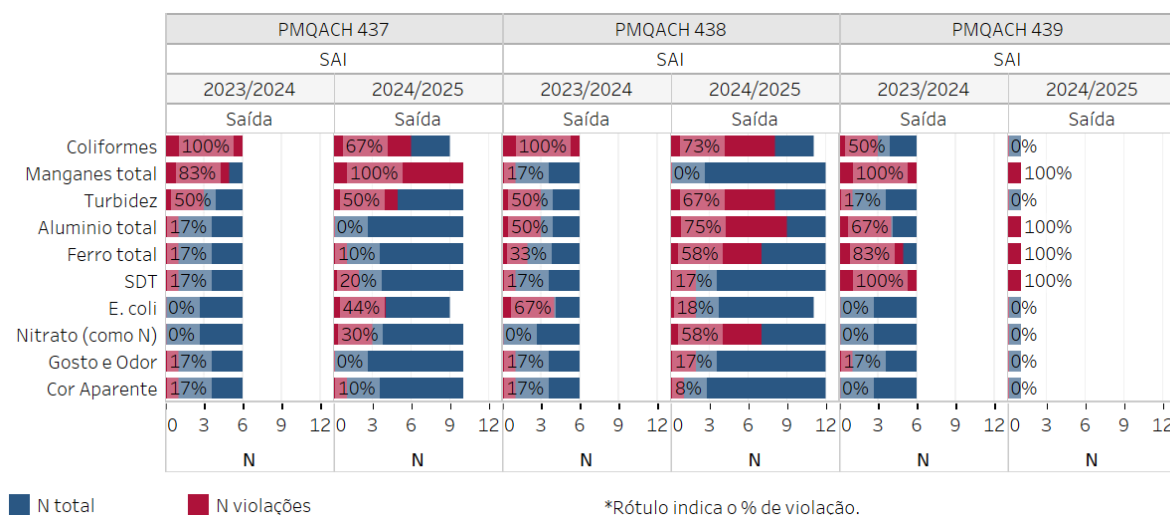
Assim como observado em pontos descritos anteriormente, manganês total violou o valor máximo permitido em todas as amostras do último ciclo no ponto PMQACH 437 (10 amostras), resultado que representou um aumento em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-116**). Turbidez com 50% de violação em 2024/2025 (5 de 10 amostras) e sólidos dissolvidos totais com 20%

(2 de 10 amostras), apresentaram padrão similar ao do ciclo anterior (**Figura 6-116**). Foi registrada redução no percentual de violação para os parâmetros coliformes (67%, 6 de 9 amostras), ferro total e cor aparente (10%, 1 de 10 amostras) (**Figura 6-116**). *E. coli* e nitrato que não haviam registrado desconformidade em 2023/2024, registraram, respectivamente, violações de 44% (4 de 9 amostras) e 30% (3 de 10 amostras) no último ciclo (**Figura 6-116**).

No ponto PMQACH 438, houve redução no percentual de violação em 2024/2025 para coliformes (73%, 8 de 11 amostras), *E. coli* (18%, 2 de 11 amostras) e cor aparente (8%, 1 de 12 amostras). Sólidos dissolvidos totais e gosto e odor repetiram, em 2024/2025, mesmo percentual de violação do ciclo anterior (17%, 2 de 12 amostras) (**Figura 6-116**). Foi observado aumento no percentual de violação no ciclo de 2024/2025 para turbidez (67%, 8 de 12 amostras), alumínio total (75%, 9 de 12 amostras) e ferro total (58%, 7 de 12 amostras) (**Figura 6-116**). Nitrato, que não havia apresentado desconformidade em 2023/2024, registrou no último ciclo 58% de amostras com resultados acima do limite máximo permitido (7 de 12 amostras) (**Figura 6-116**).

Por fim, no ponto PMQACH 439, na única campanha do ciclo de 2024/2025, manganês, alumínio e ferro total e sólidos dissolvidos totais apresentaram concentrações acima dos seus respectivos limites legais (100%, 1 amostra) (**Figura 6-116**).

Figura 6-116 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 437, PMQACH 438 e PMQACH 439, localizados no município de Conselheiro Pena - MG, entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.

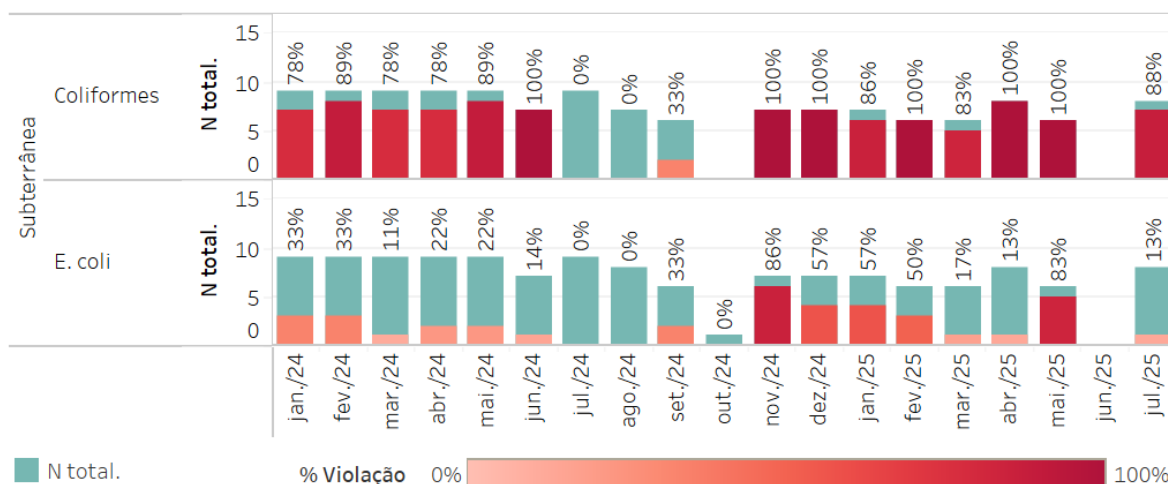


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.17.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída dos pontos sem tratamento, com captação subterrânea, foi registrada a presença de coliformes em 15 dos 17 meses monitorados (entre janeiro/2024 e julho/2025), com percentuais no geral, acima de 70%. *E. coli* também foi detectada nos mesmos meses, porém em menores percentuais. Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para a presença de coliformes ou *E. coli* no período analisado (**Figura 6-117**) em nenhum dos pontos amostrados em Conselheiro Pena - MG.

Figura 6-117 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Conselheiro Pena - MG.



Não houve análise de tendência temporal para os pontos sem tratamento do município de Conselheiro Pena, uma vez que há poucos ciclos anuais para a realização da análise (2023/2024, 2024/2025). Contudo, foram realizadas as coletas mínimas que possibilitaram a execução da análise sazonal dos dados, apontando as tendências dos parâmetros entre os períodos seco e chuvoso.

A análise sazonal revelou que alguns parâmetros apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os períodos seco e chuvoso para pontos distintos do município de Conselheiro Pena. Para o PMQACH 430, cloreto total e sódio total foram significativamente diferentes entre os dois períodos, apresentando valores significativamente superiores na época das chuvas. Para o PMQACH 431, apenas o parâmetro sódio total apresentou valores significativamente superiores no período chuvoso. Para o PMQACH 436, apenas cloreto total foi significativamente superior durante o período chuvoso (**Figura 6-118**).

Para PMQACH 438 os parâmetros que apresentaram diferença sazonal significativa foram nitrato e sulfato, com valores superiores no período seco, e o pH, com valores mais elevados no período chuvoso. No PMQACH 439 os parâmetros que apresentaram diferença sazonal significativa foram o arsênio total e manganês total, com valores superiores no período seco (Figura 6-118).

Não houve diferença significativa entre os períodos de seca e chuva para os pontos PMQACH 433, PMQACH 434, PMQACH 435, PMQACH 437 (Figura 6-118).

Figura 6-118 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período janeiro/2024 a julho/2025.

	Arsênio Total	Cloreto Total	Manganês Total	Nitrato	pH	Sódio Total	Sulfato
PMQACH 430		●				●	
PMQACH 431						●	
PMQACH 436		●					
PMQACH 438				●	●		●
PMQACH 439	●		●				

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

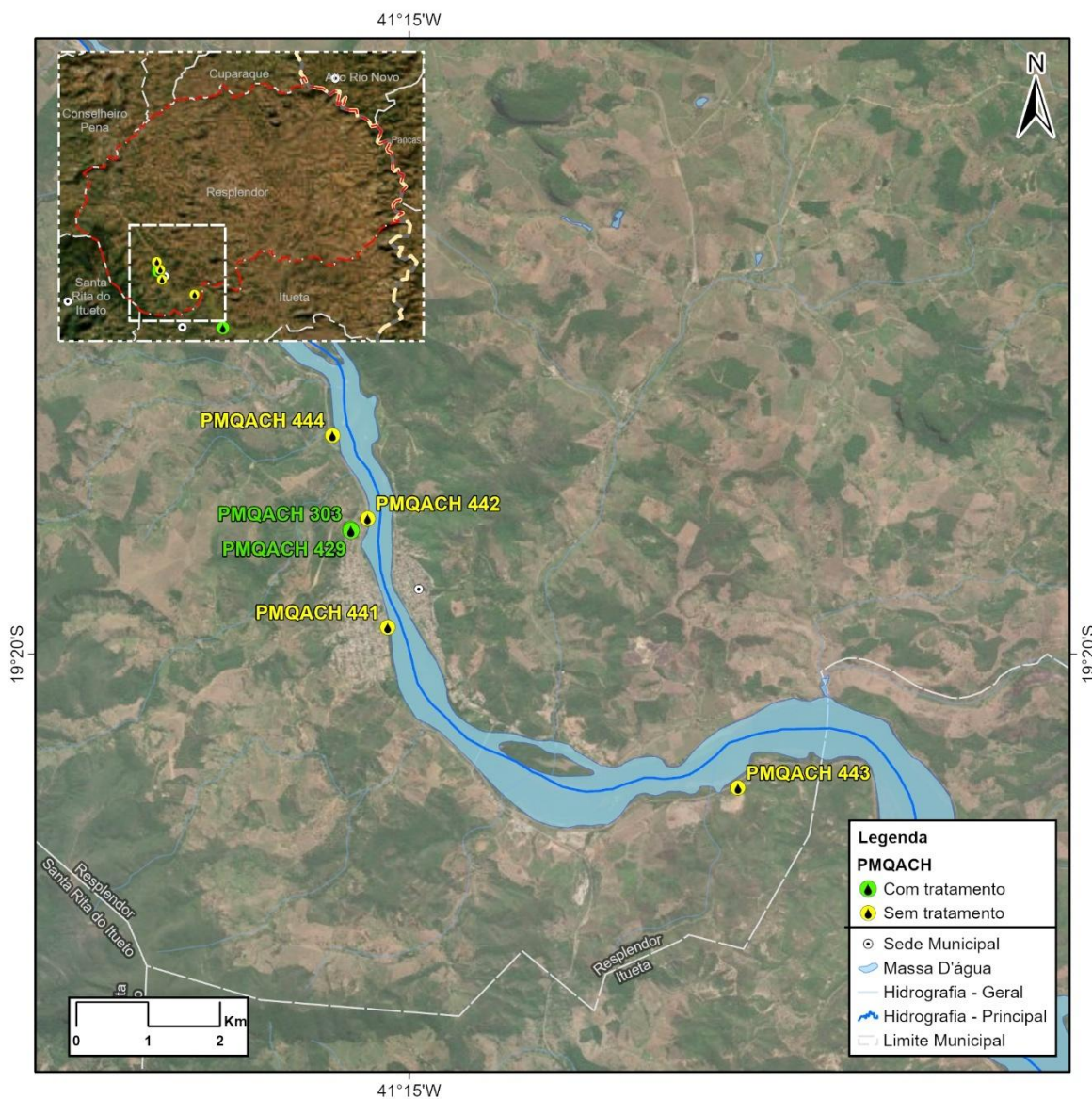
6.18 RESPLENDOR

No município de Resplendor-MG, foram considerados os 02 (dois) pontos de monitoramento do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) com tratamento de água (**Figura 6-119 e Quadro 6-18**). Estes pontos se referem a um mesmo sistema, visto que o ponto PMQACH 429 é uma captação alternativa ao ponto PMQACH 303. Com a 2ª revisão bianual do plano, em janeiro/2024, 04 (quatro) novos pontos sem tratamento foram incluídos e considerados nas análises. Todos esses pontos são de captação subterrânea, sendo dois deles do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e dois do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) (**Figura 6-119 e Quadro 6-18**).

Quadro 6-18 - Características dos pontos do município de Resplendor considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 303	Mista	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 429	Subterrânea	SAA	Sim	Captação	CONAMA n° 396/2008	Ativo
PMQACH 441	Subterrânea	SAA	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 442	Subterrânea	SAA	Não	Saída		Ativo
PMQACH 443	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 444	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo

Figura 6-119 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Resplendor-MG.



6.18.1 Pontos sem tratamento

6.18.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

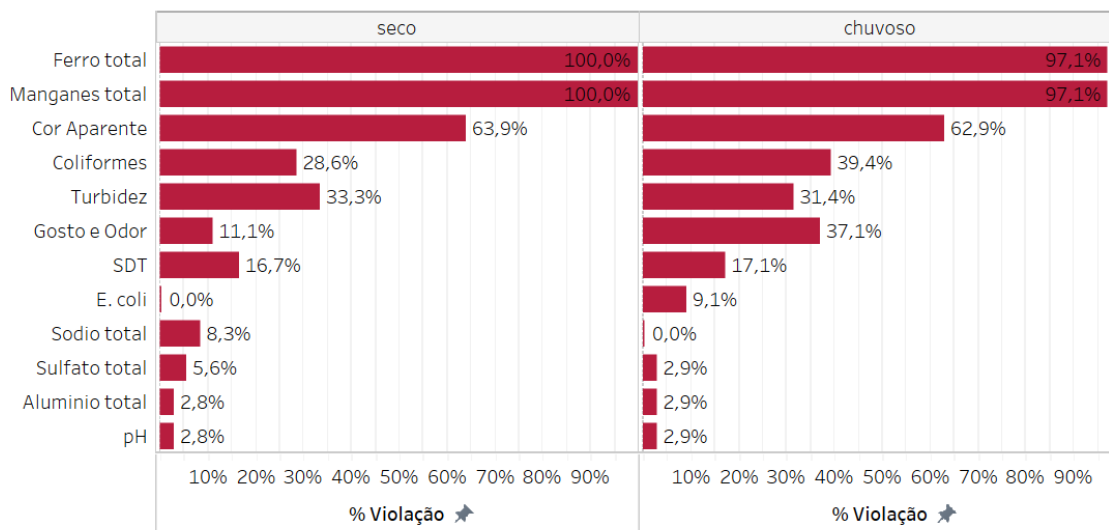
Para o município de Resplendor-MG, ferro total, manganês total e cor aparente foram os parâmetros que apresentaram maiores desconformidades, com pelo menos 60% de violação em um dos períodos sazonais (**Figura 6-120**).

Ferro total e manganês total apresentaram 100% de violação no período seco e 97,1% no período chuvoso. Estes metais estão presentes na composição de solos e rochas da região, possuindo ocorrência natural na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Cor aparente apresentou 63,9% de violação no período seco e 62,9% no período chuvoso (**Figura 6-120**) e é um parâmetro fortemente correlacionado com a presença de ferro e manganês em águas naturais.

Coliformes apresentou 28,6% de violação no período seco e 39,4% no período chuvoso. Embora englobem um amplo grupo de bactérias de vida livre, com ocorrência natural no solo, na água e em plantas, sua presença em fontes hídricas serve como um indicador de alerta para possíveis focos de poluição ou contaminação. Essa detecção pode sinalizar a exposição da fonte a agentes contaminantes, como esgoto doméstico ou resíduos orgânicos (**Figura 6-120**). No município de Resplendor-MG, o percentual de esgotamento sanitário adequado é de 74,9% (IBGE, 2022) e, comparativamente com outros municípios do estado de Minas Gerais, ocupa a 313ª posição (de um total de 853 municípios), sendo que a 1ª posição corresponde ao município com maior percentual de esgotamento sanitário (IBGE, 2022).

Turbidez apresentou 33,3% de violação durante o período seco e 31,4% no período chuvoso. Gosto e odor apresentou 11,1% no período seco e 37,1% no período chuvoso. Os demais parâmetros não excederam 20% de violação nos dois períodos analisados (**Figura 6-120**).

Figura 6-120 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento do município de Resplendor-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre fevereiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



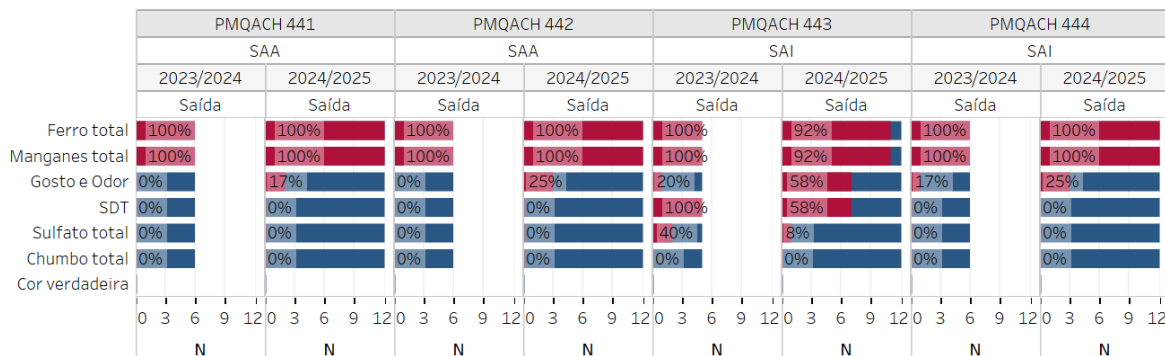
Quatro pontos de captação subterrânea, sem tratamento, foram monitorados, sendo dois do tipo SAA (PMQACH 441 e PMQACH 442) e dois do tipo SAI (PMQACH 443 e PMQACH 444). O monitoramento nestes pontos teve início em fevereiro/2024.

Em todos os pontos, em 2024/2025, ferro e manganês total apresentaram 100% de violação, com todas as amostras do período em desconformidade com a legislação (12 amostras) (**Figura 6-121**), sendo a única exceção o ponto PMQACH 443 que apresentou 92% das amostras destes parâmetros em desconformidade (11 de 12 amostras) (**Figura 6-121**). Estes resultados convergem com àqueles observados no ciclo anterior.

Além de ferro e manganês total, os pontos PMQACH 441, PMQACH 442 e PMQACH 444 registraram violação apenas para gosto e odor no ciclo de 2024/2025 (17%, 25% e 25%, respectivamente) (**Figura 6-121**).

O ponto PMQACH 443, em 2024/2025, registrou aumento no percentual de violação para gosto e odor (58%, 7 de 12 amostras), em relação ao ciclo anterior. Por outro lado, foi identificada redução no percentual desconforme para sólidos dissolvidos totais (58%, 7 de 12 amostras) e sulfato total (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-121**).

Figura 6-121 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 441, PMQACH 442, PMQACH 443 e PMQACH 444, localizados no município de Resplendor-MG, entre fevereiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



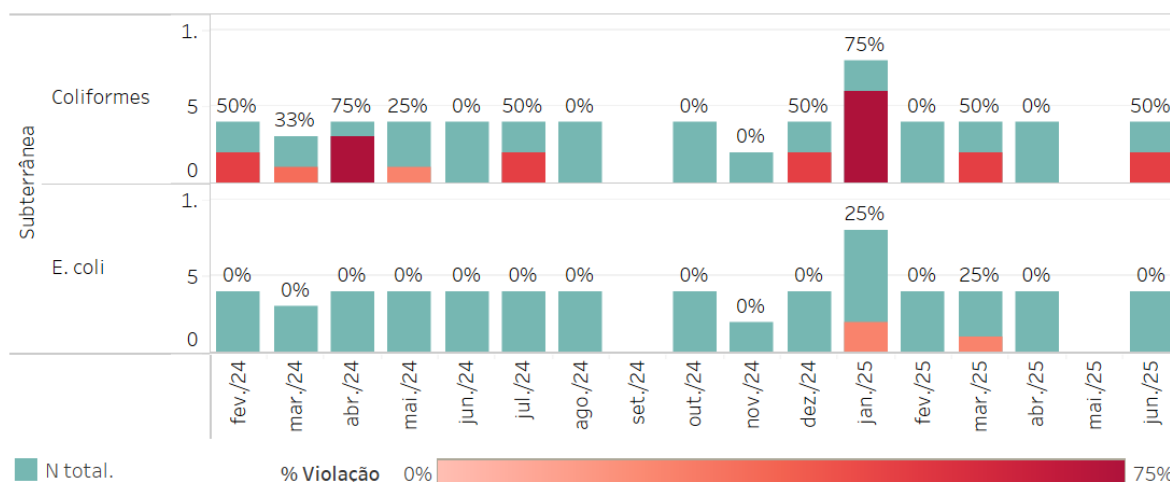
■ N total ■ N violações *Rótulo indica o % de violação.

Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.18.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída dos pontos de captação subterrânea sem tratamento, foi registrada a presença de coliformes nas amostras em 9 das 15 campanhas. A presença de *E. coli* foi detectada apenas em janeiro/2025 e março/2025. Não foi identificado um padrão sazonal ou temporal evidente para a ocorrência de coliformes ou *E. coli* no período avaliado (**Figura 6-122**).

Figura 6-122 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Resplendor-MG.



Não houve análise de tendência temporal para os pontos sem tratamento do município de Resplendor, uma vez que há poucos ciclos anuais para a realização da análise (2023/2024, 2024/2025).

A análise sazonal evidenciou que houve diferença significativa entre os períodos de seca e chuva ($p < 0,05$) para alguns parâmetros selecionados. Bário apresentou valores superiores no período de seca para o ponto PMQACH 444. Dureza total também apresentou valores superiores no período de seca para os pontos PMQACH 441 e PMQACH 443. Gosto e odor foram maiores no período das chuvas para PMQACH 442 e PMQACH 443. Manganês total foi superior apenas para PMQACH 444 durante o período de seca (**Figura 6-123**).

Figura 6-123 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período fevereiro/2024 a julho/2025.

	Bário Total	Dureza Total	Gosto e Odor	Manganês Total
PMQACH 441		●		
PMQACH 442			●	
PMQACH 443		●	●	
PMQACH 444	●			●

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

6.18.2 Pontos com tratamento

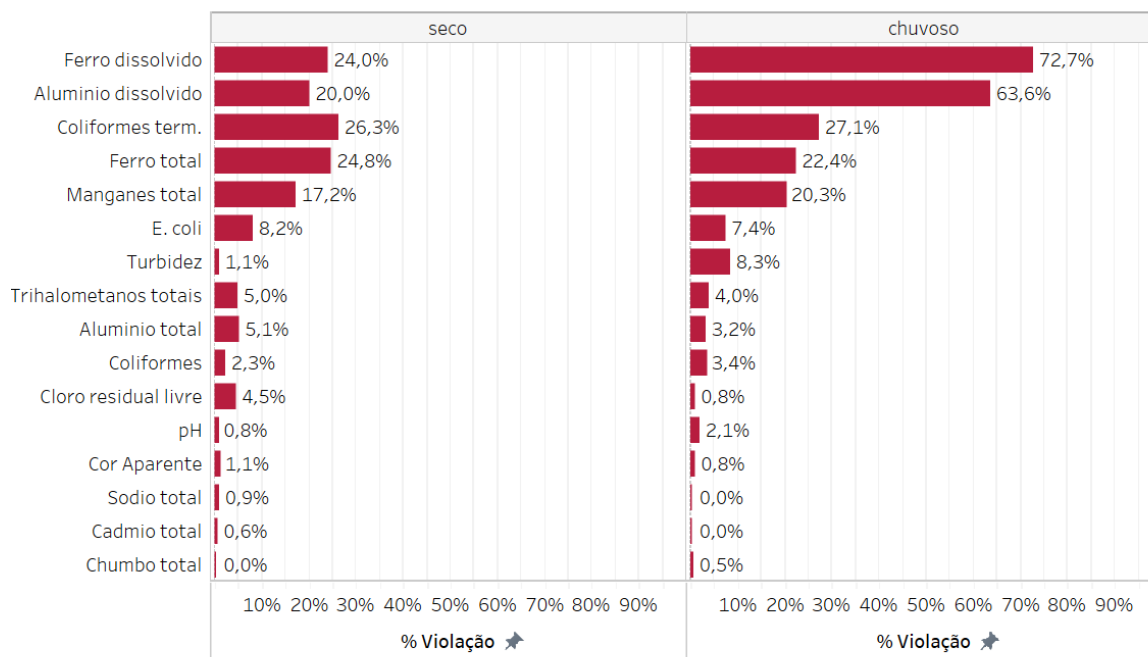
6.18.2.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Resplendor-MG, ferro dissolvido e alumínio dissolvido foram os parâmetros que apresentaram maiores desconformidades nos pontos com tratamento, com pelo menos 60% de violação no período chuvoso (**Figura 6-124**).

O ferro dissolvido apresentou 24% de violação no período seco e 72,7% no período chuvoso. Alumínio dissolvido apresentou 20% de violação no período seco e 63,6% no período chuvoso (**Figura 6-124**). Estes metais estão presentes naturalmente em rochas e nos solos da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021), e o aumento do percentual de violação no período chuvoso pode ser explicado pelo aumento da lixiviação e carreamento de partículas ricas em metais para os corpos hídricos.

Onze dos dezesseis parâmetros que apresentaram desconformidade não ultrapassaram 9% de violação nos dois períodos avaliados (**Figura 6-124**).

Figura 6-124 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto com tratamento do município de Resplendor-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



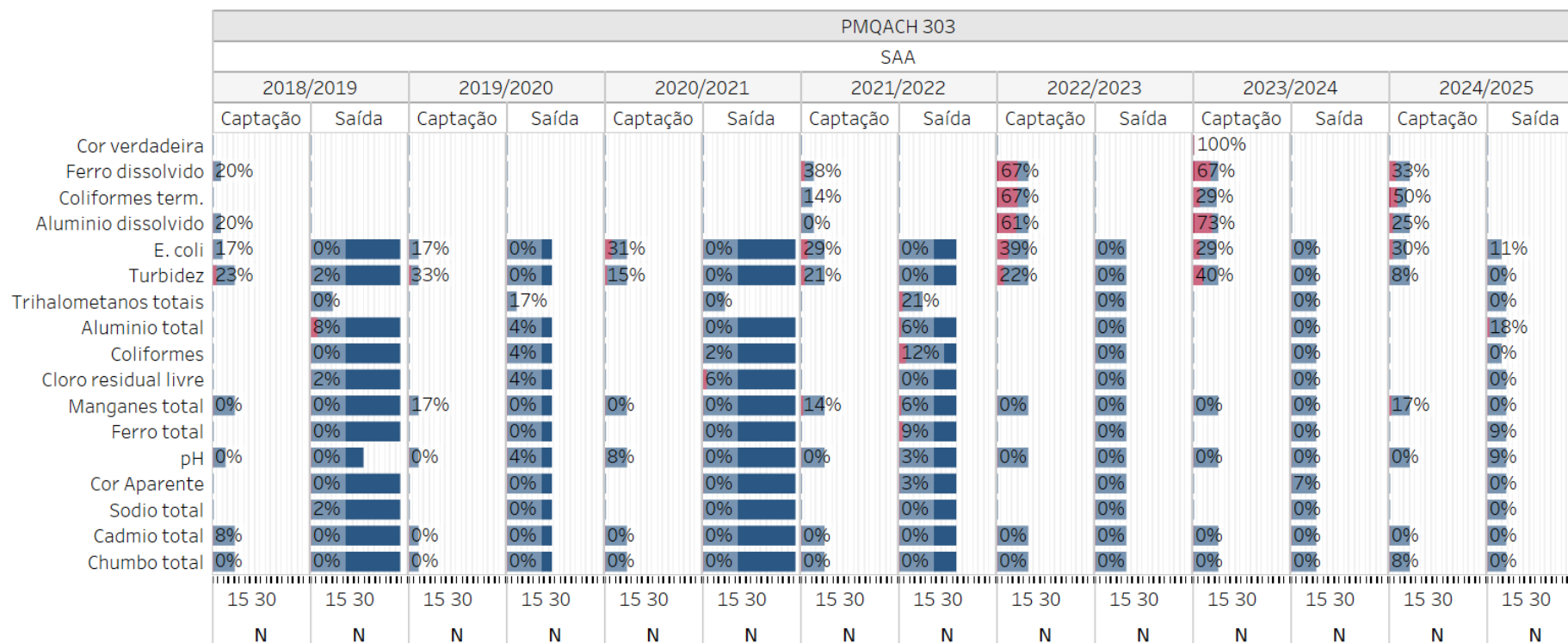
Dois pontos com tratamento foram monitorados, sendo um com captação subterrânea (PMQACH 429) e um com captação mista (PMQACH 303). O ponto PMQACH 429 é uma captação alternativa ao ponto PMQACH 303.

A captação do ponto PMQACH 303, apresentou, em 2024/2025, aumento no percentual de violação em relação ao ciclo anterior para coliformes termotolerantes (50%, 5 de 10 amostras) (**Figura 6-125**). Por outro lado, houve redução nos percentuais de violação para os parâmetros ferro dissolvido (33%, 4 de 12 amostras), alumínio dissolvido (25%, 3 de 12 amostras) e turbidez (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-125**). *E. coli* apresentou, em 2024/2025, na captação, percentual semelhante ao do ciclo anterior (30%, 3 de 10 amostras). Quando avaliado na saída do tratamento foi registrada violação em 11% das amostras do período (1 de 9 amostras) (**Figura 6-125**).

Manganês total e chumbo total registraram violações pontuais em 2024/2025, na captação, de 17% (2 de 12 amostras) e 8% (1 de 12 amostras), respectivamente (**Figura 6-125**). Quando avaliados na saída do tratamento estes parâmetros não apresentaram desconformidade. O parâmetro pH, por outro lado, registrou violação apenas na saída (9%, 1 de 11 amostras), e conformidade na captação (**Figura 6-125**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, foram registradas violações pontuais para alumínio total (18%, 2 de 11 amostras) e ferro total (9%, 1 de 11 amostras) (**Figura 6-125**).

Figura 6-125 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 303, localizado no município de Resplendor-MG, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



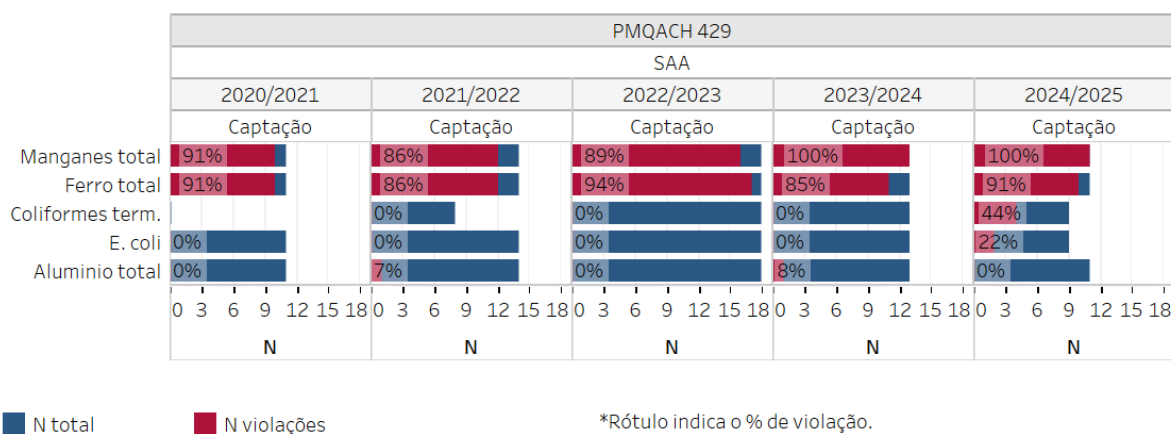
■ N total ■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Na captação alternativa deste sistema, ponto PMQACH 429, foi registrada 100% de violação para manganês total em 2024/2025 (11 amostras), mesmo percentual do ciclo anterior (**Figura 6-126**). Ferro total também apresentou elevado percentual de violação neste ponto, com 91% das amostras do período em desconformidade (10 de 11 amostras), mesmo padrão de ciclos anteriores (**Figura 6-126**). Pela primeira vez no monitoramento foram registradas violações para coliformes termotolerantes (44%, 4 de 9 amostras) e *E. coli* (22%, 2 de 9 amostras) (**Figura 6-126**).

Figura 6-126 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 429, localizado no município de Resplendor-MG, entre agosto/2020 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.

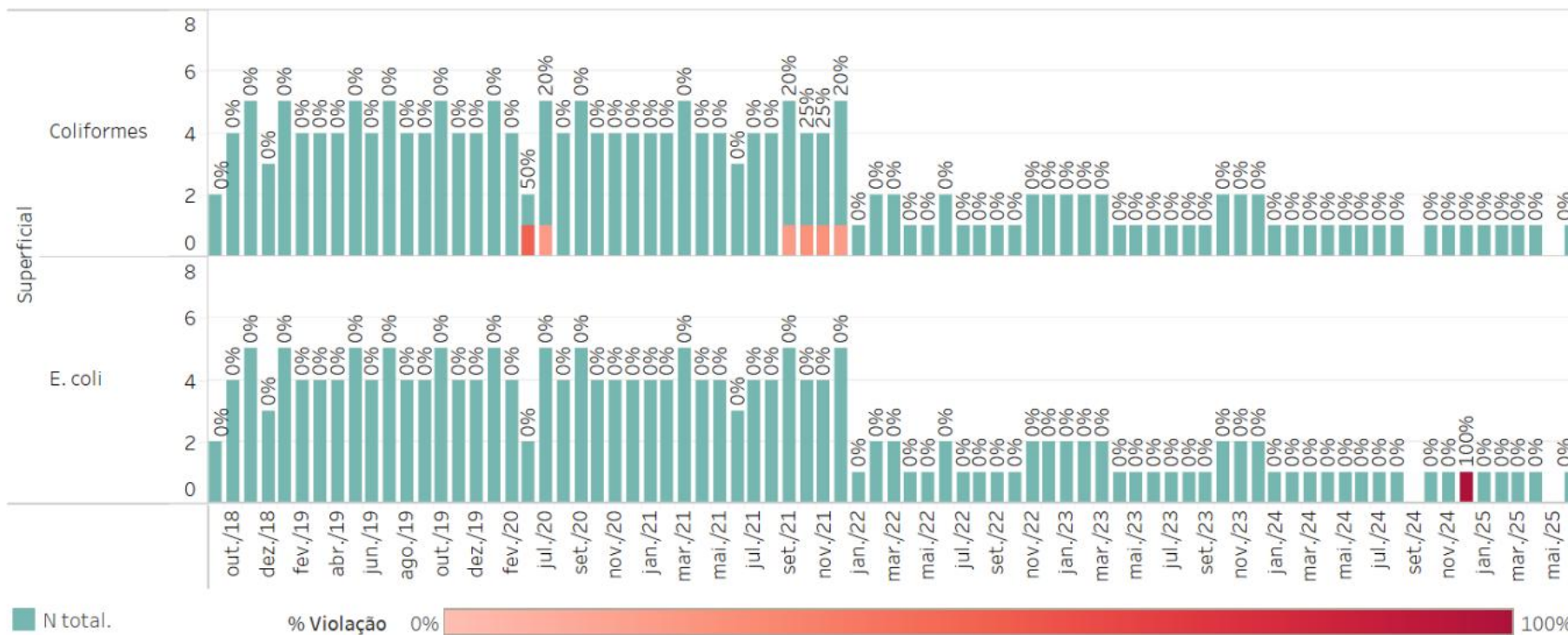


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.18.2.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto PMQACH 303, com captação superficial, foi registrada a presença de coliformes nas amostragens analisadas dos meses de março/2020, julho/2020, setembro/2021, outubro/2021, novembro/2021 e dezembro/2021, não ultrapassando 50% de amostras contaminadas. A presença de *E. coli*, por sua vez, foi detectada apenas no mês de dezembro/2024. Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para a presença de coliformes ou *E. coli* no período analisado (Figura 6-127).

Figura 6-127 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Resplendor-MG.



De acordo com a análise temporal, houve parâmetros que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) no ciclo atual (2024/2025) em comparação com os ciclos anteriores, apresentando um padrão claro de diminuição ou aumento ao longo do tempo.

Para a captação, no ponto PMQACH 303, cloreto total, sólidos dissolvidos totais e sódio total apresentaram um padrão de aumento ao longo do tempo. Já a densidade de cianobactérias e zinco total, apresentaram um padrão temporal de diminuição. Na saída de tratamento observou-se aumento para bário total e diminuição para o zinco total (**Figura 6-128**).

Já para o ponto PMQACH 429 os únicos parâmetros que apresentaram diferença significativa no ciclo atual (2024/2025) em comparação com os ciclos anteriores foram cor aparente e dureza total, ambos parâmetros com tendência de diminuição ao longo do tempo (**Figura 6-128**).

Figura 6-128 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Cloro Residual	Cor Aparente	Densidade de cianobactérias	Dureza Total	Escherichia coli	Ferro Total	Nitrato	pH	SDT	Sódio Total	Sulfato	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 303	Captação		—	↑		—	↓	—	—		—		↑	↑	—		↓
	Saída	—	↑		—					—		—		—			↓
PMQACH 429	Captação					↓		↓									↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados; ↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

A análise sazonal evidenciou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os períodos de seca e chuva para os pontos com tratamento do município de Resplendor. Na captação do ponto PMQACH 303 os parâmetros bário total, cor aparente, dureza total, manganês total e turbidez apresentaram valores mais elevados no período chuvoso. O parâmetro sódio total apresentou valores superiores durante o período seco neste ponto de captação. No ponto de saída do PMQACH 303, o único parâmetro que apresentou diferença significativa entre os períodos de seco e chuvoso foi bário total, apresentando valores mais elevados durante o período

chuvoso. Para o ponto PMQACH 429, apenas o pH se diferenciou sazonalmente, com valores mais elevados durante o período seco (**Figura 6-129**).

Figura 6-129 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Bário Total	Cor Aparente	Dureza Total	Manganês Total	pH	Sódio Total	Turbidez
PMQACH 303	Captação	●	●	●	●		●	●
	Saída	●						
PMQACH 429	Captação					●		

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

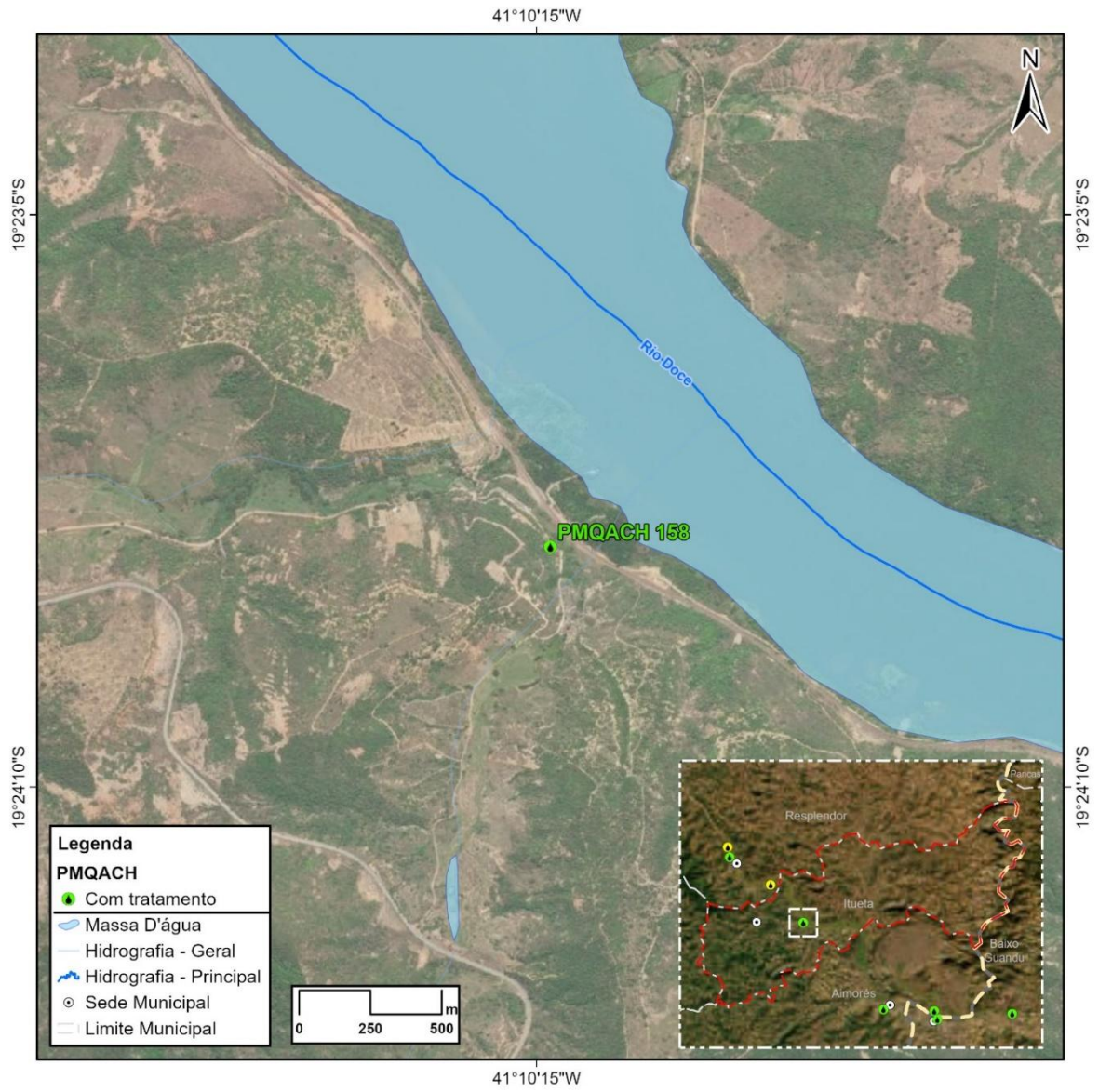
6.19 ITUETA

No município de Itueta-MG, foi considerado um (01) ponto de monitoramento, com tratamento de água, do tipo Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) (**Figura 6-130 e Quadro 6-19**).

Quadro 6-19 - Características do ponto do município de Itueta considerado no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 158	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-130 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Itueta-MG.



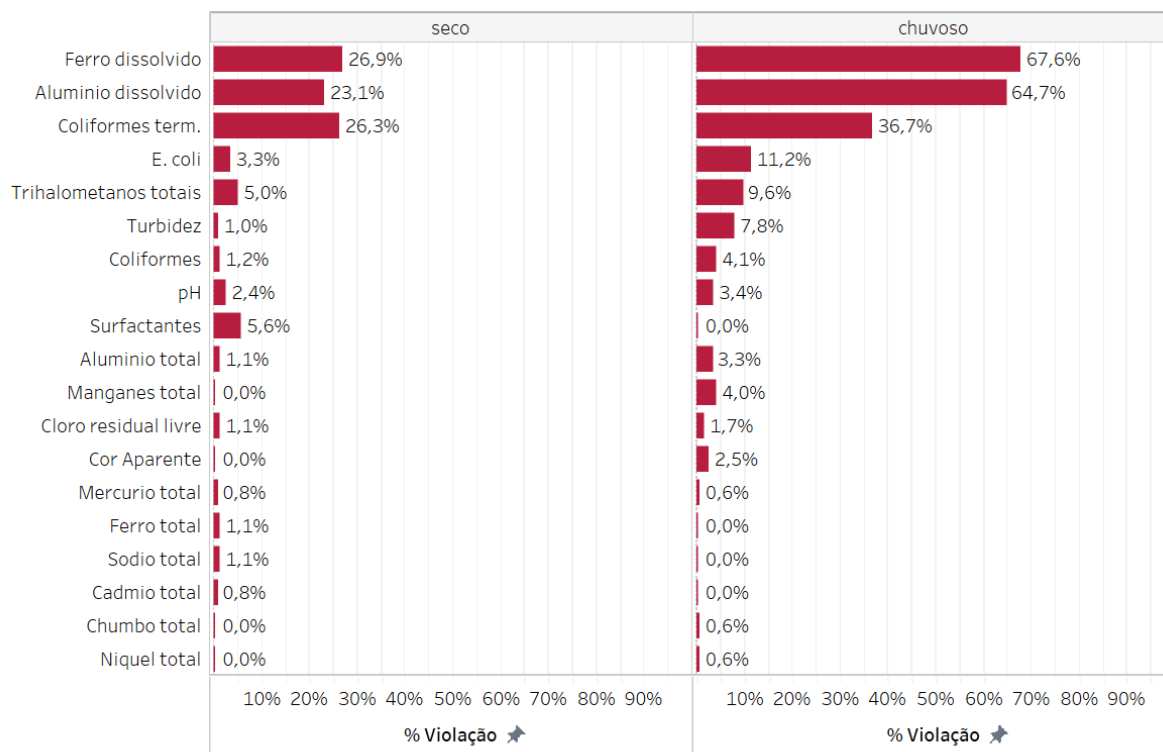
6.19.1 Pontos com tratamento

6.19.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

No ponto com tratamento do município de Itueta destacam-se os parâmetros ferro dissolvido e alumínio dissolvido por apresentarem percentual de violação mais elevado no período chuvoso (67,6% e 64,7%, respectivamente) (**Figura 6-131**). Tanto o alumínio quanto o ferro são minerais naturalmente encontrados em rochas e no solo da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Com o aumento da lixiviação no período chuvoso, uma maior quantidade destes minerais é carregada para os corpos d'água, o que pode contribuir para o incremento da concentração destes elementos e conseqüentemente aumento no percentual de violação.

Coliformes termotolerantes apresentou percentual de violação de 26,3% no período seco e 36,7% no período chuvoso. Em menores percentuais observa-se influência da sazonalidade com maiores percentuais de violação no período chuvoso para os parâmetros *E. coli* (11,2%), trihalometanos totais (9,6%), turbidez (7,8%), manganês total (4%), coliformes (4,1%), alumínio total (3,3%) e pH (3,4%) e cor aparente (2,5%). Foi observado maior percentual de violação no período seco para surfactantes (5,6%) (**Figura 6-131**). Demais parâmetros não ultrapassaram 2% de violação no período chuvoso e seco (**Figura 6-131**)

Figura 6-131 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Itueta-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.

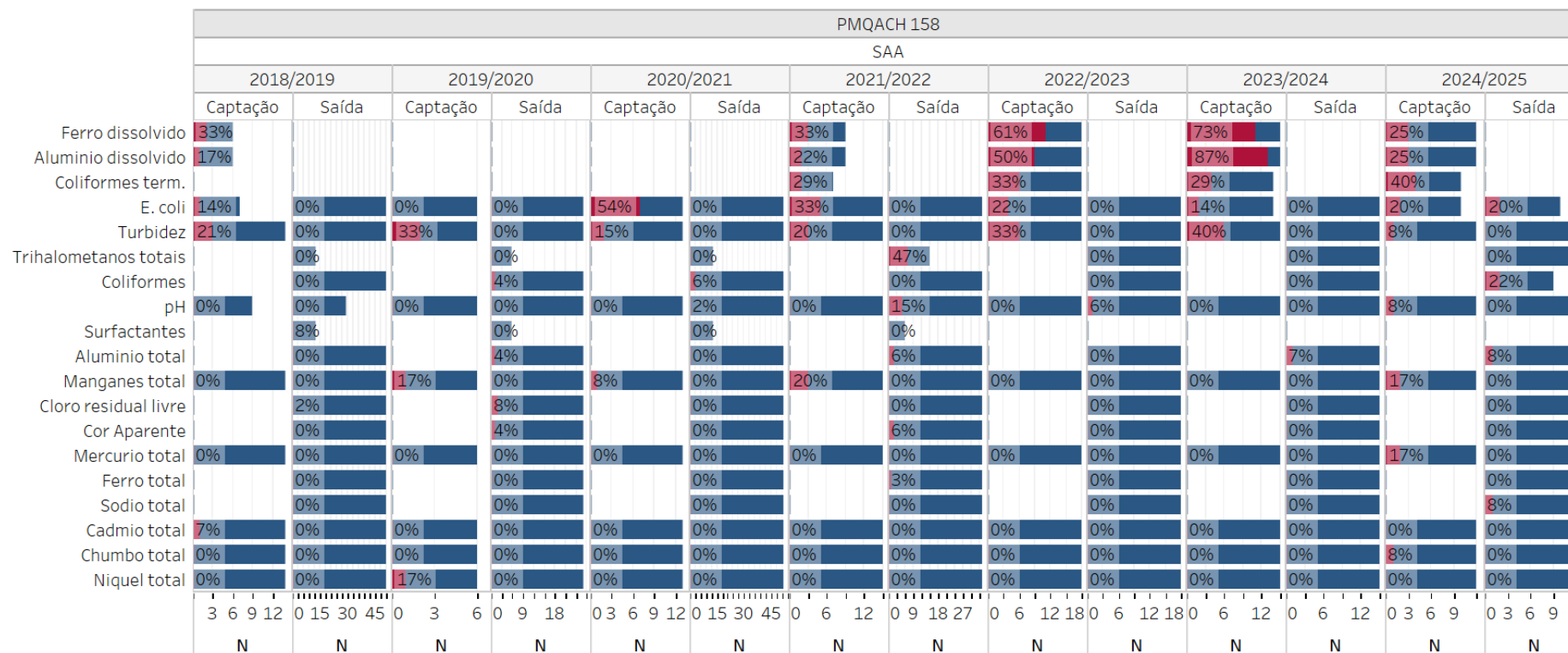


O ponto PMQACH 158 apresenta abastecimento tipo SAA e captação superficial. No ciclo de 2024/2025 houve redução no percentual de violação na captação para os parâmetros ferro e alumínio dissolvido, ambos com 25% das amostras do período acima dos respectivos limites legais (3 de 12 amostras) (**Figura 6-132**). Também na captação, coliformes registrou aumento no percentual de violação do último ciclo (40%, 4 de 10 amostras), em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-132**).

E. coli registrou desconformidade tanto na captação quanto na saída do tratamento, com o 20% das amostras de 2024/2025 acima do limite preconizado pela legislação (2 de 10 amostras) (**Figura 6-132**). Também no último ciclo, turbidez, pH, chumbo total registraram 8% de violação na captação (1 de 12 amostras) e manganês total e mercúrio total 17% (2 de 12 amostras) (**Figura 6-132**). Quando avaliados na saída do tratamento estes parâmetros apresentaram conformidade. Destaca-se que este foi o primeiro registro de não conformidade para chumbo total e mercúrio total (**Figura 6-132**).

Avaliados exclusivamente na saída do tratamento coliformes registrou 22% de violação nas amostras do último ciclo (2 de 10 amostras) e alumínio total e sódio total 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-132**).

Figura 6-132 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 158, localizado no município de Itueta-MG, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

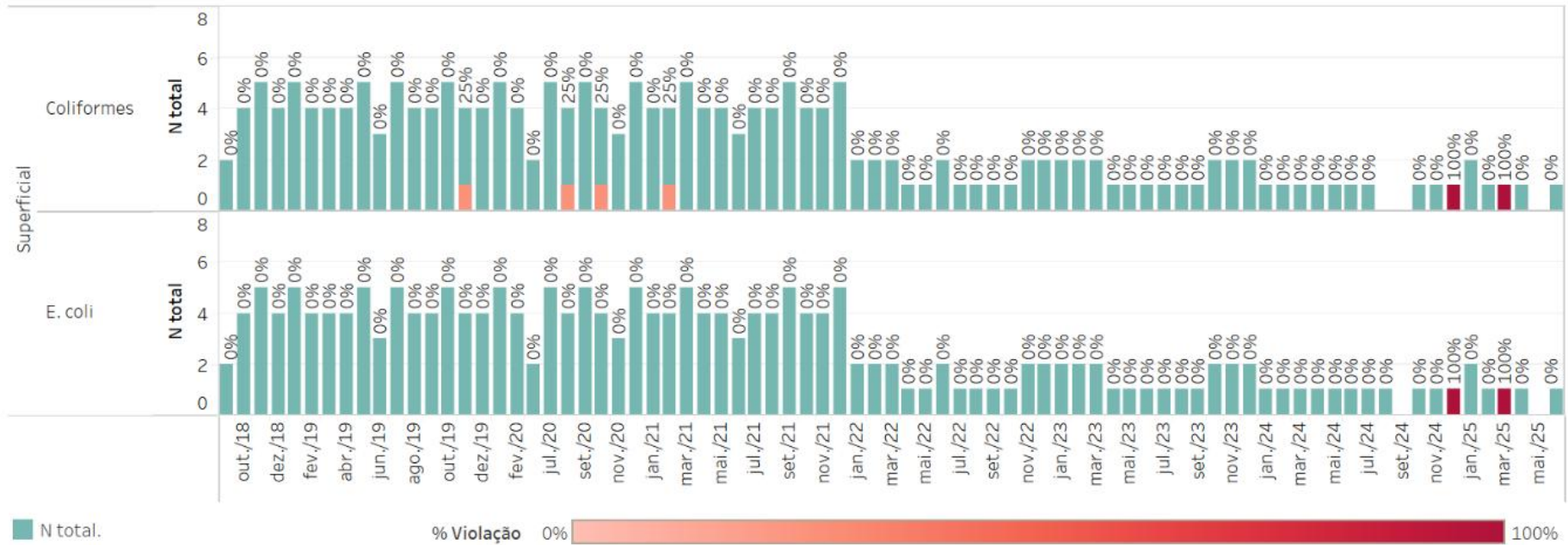
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.19.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto com tratamento PMQACH 158, *E. coli* e coliformes totais apresentaram resultados predominantemente em conformidade com a legislação ao longo de todo monitoramento, havendo violação para coliformes somente nos meses de novembro/2019, agosto/2020, outubro/2020 e fevereiro/2021 e, mais recentemente, no último ciclo, em dezembro/2024 e março/2025.

E. coli apresentou conformidade ao longo de todo monitoramento (Figura 6-133), sendo que no último ciclo de monitoramento também registrou não conformidade nos mesmos meses em que coliformes também registrou (dezembro/2024 e março/2025). Não foi encontrado um padrão temporal ou sazonal evidente ao longo dos meses avaliados (Figura 6-133).

Figura 6-133 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Itueta.



A análise temporal do ponto localizado no município de Itueta evidenciou diferenças significativas ($p < 0,05$) no ciclo atual (2024/2025) em relação aos ciclos anteriores.

Para o ponto PMQACH 158 (Captação), observou-se redução nas concentrações dos parâmetros cor aparente, densidade de cianobactérias, *Escherichia coli* e zinco total, enquanto sólidos dissolvidos totais apresentou tendência de aumento. Os demais parâmetros não apresentaram padrão consistente entre os anos.

Na saída do PMQACH 158, houve tendência de aumento apenas para alumínio total, enquanto zinco total apresentou tendência de redução ao longo dos ciclos anuais. Os demais parâmetros não apresentaram variação significativa (**Figura 6-134**).

Figura 6-134 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Cloro Residual Livre	Cor Aparente	Densidade de Cianobactérias	Dureza Total	<i>Escherichia coli</i>	Ferro Total	Nitrato	pH	Sódio Total	SDT	Sulfato	Zinco Total
PMQACH 158	Captação			↓	↓	—	↓		—			↑		↓
	Saída	↑	—					—		—	—			↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;

↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

Em relação à variação sazonal, na captação do ponto PMQACH 158 (captação), os parâmetros bário total, cor aparente, *E. coli*, manganês total e turbidez apresentaram valores superiores durante o período chuvoso, enquanto sódio total apresentou valores mais elevados no período seco (**Figura 6-135**). Para a saída do ponto, bário total apresentou valores significativamente maiores no período chuvoso, enquanto ferro total foi superior no período seco (**Figura 6-135**).

Figura 6-135 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Bário Total	Cor Aparente	<i>Escherichia coli</i>	Ferro Total	Manganês Total	Sódio Total	Turbidez
PMQACH 158	Captação	●	●	●		●	●	●
	Saída	●			●			

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

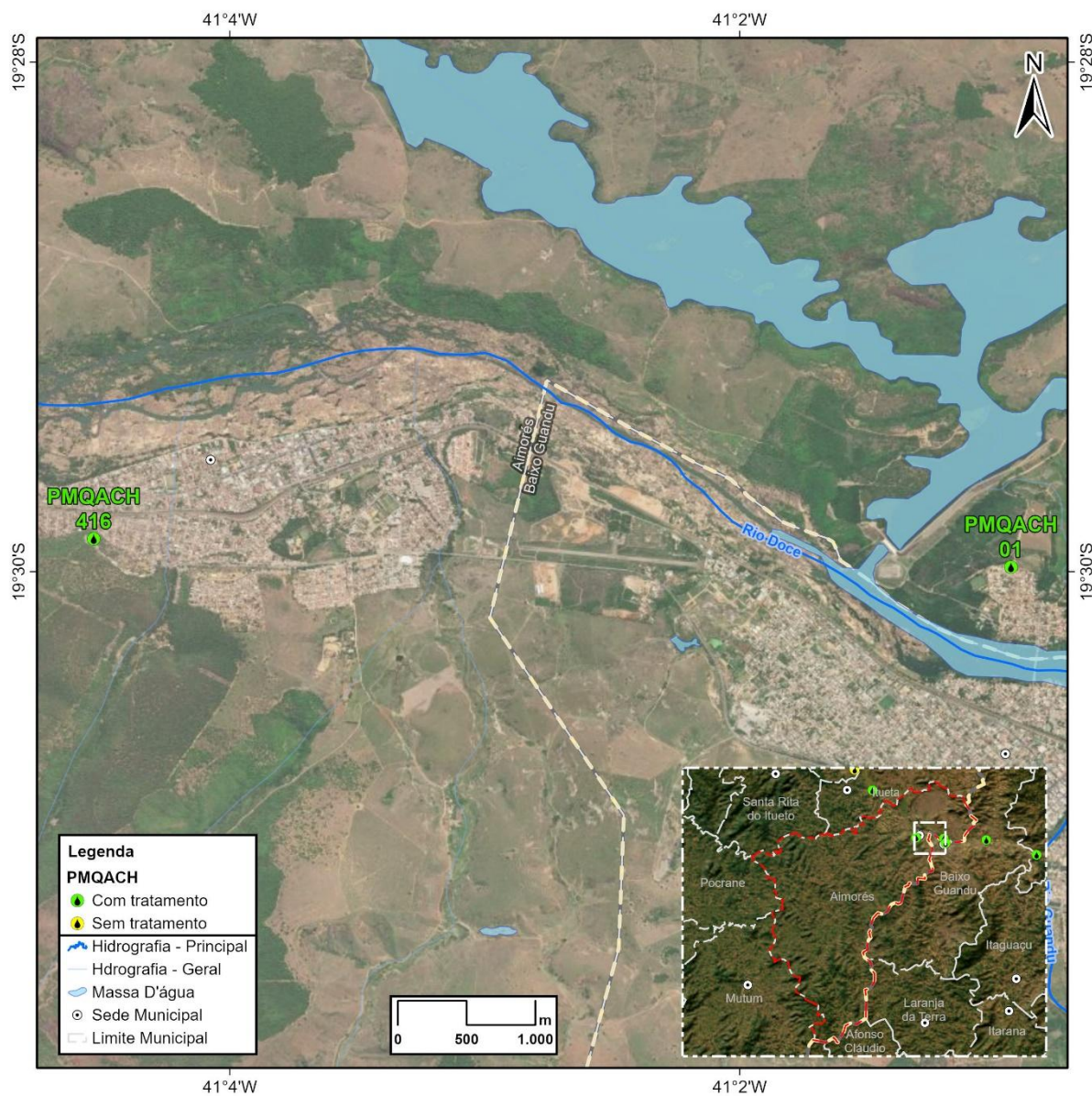
6.20 AIMORÉS

No município de Aimorés-MG, foram considerados dois pontos que possuem tratamento de água e são do tipo Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) (**Figura 6-136 e Quadro 6-20**). Estes pontos representam um sistema único, sendo o ponto PMQACH 416 a captação do ponto PMQACH 01.

Quadro 6-20 - Características dos pontos do município de Aimorés considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 01	Superficial	SAA	Sim	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 416	Superficial	SAA	Sim	Captação	CONAMA n° 357/2005	Ativo

Figura 6-136 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Aimorés-MG.



6.20.1 Pontos com tratamento

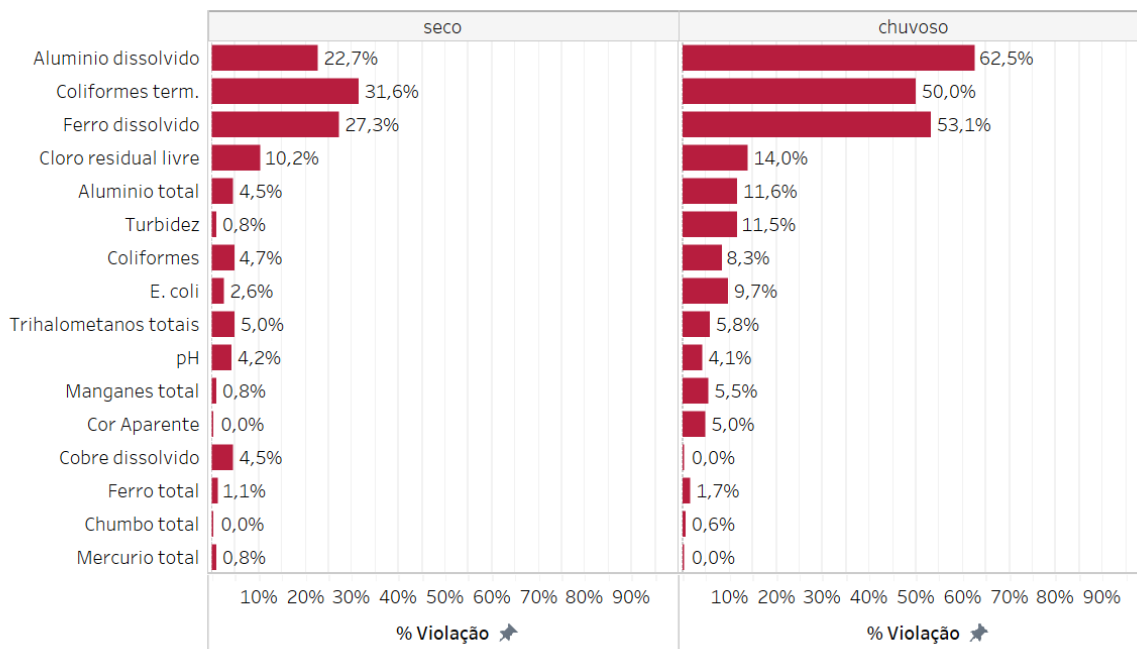
6.20.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Aimorés-MG, os parâmetros mais relevantes foram os metais dissolvidos ferro e alumínio e coliformes termotolerantes, com mais de 50% de violação no período chuvoso (**Figura 6-137**). Ressalta-se que estes parâmetros, no entanto, passaram a ser monitorados após a primeira revisão bianual do PMQACH, em janeiro de 2022.

O ferro e o alumínio são naturalmente encontrados em rochas e nos solos da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Devido ao aumento da lixiviação causada pelo maior volume de chuvas, uma maior quantidade destes elementos é carregada para corpos hídricos. O mesmo pode ocorrer com coliformes, com a inundação de áreas adjacentes em períodos de maior ocorrência de chuva.

No geral, os percentuais desconformes dos demais parâmetros foram baixos, com violações inferiores a 15% para os dois períodos (chuvoso e seco). No entanto observa-se, no período chuvoso, maiores percentuais de violações para os parâmetros alumínio total (4,5% no período seco e 11,6% no chuvoso), turbidez (0,8% no período seco e 11,5 % no chuvoso), *E. coli* (2,6% no período seco e 9,7% no chuvoso), coliformes (4,7% no período seco e 8,3% no chuvoso), manganês total (0,8% no período seco e 5,5% no chuvoso) e cor aparente (5% apenas no período chuvosos) (**Figura 6-137**).

Figura 6-137- Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto com tratamento do município de Aimorés-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Dois pontos que pertencem ao mesmo sistema de abastecimento foram monitorados no município de Aimorés-MG. O sistema possui captação superficial e abastecimento tipo SAA. O ponto PMQACH 416 é o local de captação do ponto PMQACH 01.

Na captação (PMQACH 416), no período de 2024/2025, observou-se aumento no percentual desconforme para coliformes termotolerantes (60%, 6 de 10 amostras) em relação aos ciclos anteriores, mantendo-se como parâmetro crítico. De modo similar, *E. coli* também apresentou aumento no percentual de violação com 30% (3 de 10 amostras) (**Figura 6-138**).

Por outro lado, apresentaram redução no percentual de violação os parâmetros alumínio dissolvido (33%, 4 de 12 amostras), ferro dissolvido (17%, 2 de 12 amostras) e turbidez (8%, 1 de 12 amostras). Foram registradas desconformidades pontuais para manganês total (17%, 1 de 12 amostras) e chumbo total (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-138**).

Na saída do tratamento (PMQACH 01), houve aumento nas violações para coliformes (33%, 3 de 9 amostras) e alumínio total (25%, 3 de 12 amostras), além de registros pontuais para trihalometanos totais (8%, 1 de 12 amostras), *E. coli* (10%, 1 de 10 amostras) e mercúrio total (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-138**). Parâmetros estes que não vinham apresentado desconformidade no monitoramento (**Figura 6-138**).

Figura 6-138 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 416 e PMQACH 01 localizados no município de Aimorés-MG entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.20.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto PMQACH 01, a presença de coliformes foi identificada em alguns meses monitorados ao longo do período avaliado (outubro de 2018 a julho de 2025), enquanto registros da presença de *E. coli* ficaram limitadas a apenas a 2 meses.

Para coliformes, as ocorrências foram registradas em dezembro/2018, março/2019, dezembro/2020, fevereiro/2021, março/2021, abril/2021, maio/2021, outubro/2021 e julho/2024. Em relação ao último ciclo de monitoramento (julho/2024 a julho/2025), houve registros em dezembro/2024, março/25 e junho/25 (Figura 6-139).

Para *E. coli*, a presença foi registrada apenas em dezembro/2018 e, mais recentemente, em dezembro/2024 (Figura 6-139). As maiores ocorrências destes organismos foram em meses em que a pluviosidade é maior (Figura 6-139).

Figura 6-139 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento localizado no município de Aimorés- MG.



No ciclo atual (2024/2025), os dados temporais coletados em Aimorés revelaram variações estatisticamente significativas ($p < 0,05$) quando comparados aos ciclos anteriores.

Em relação ao ponto PMQACH 01 (saída), as análises indicaram diferença significativa para o parâmetro zinco total, com tendência de queda ao longo dos anos no ponto avaliado. Já os parâmetros, alumínio total, cloro residual livre, ferro total, pH e sódio total não apresentaram padrão claro de aumento ou redução. No ponto PMQACH 416 (captação), observou-se novamente uma tendência de redução para zinco total. Para os demais parâmetros não houve um padrão claro ente os anos (**Figura 6-140**).

Figura 6-140 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Cloro Residual Livre	Cloro Total	Cor aparente	Densidade de Cianobactérias	Dureza	Ferro Total	pH	Sódio Total	SDT	Zinco Total
PMQACH 01	Saída	—	—					—	—	—		↓
PMQACH 416	Captação			—	—	—	—		—		—	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;

↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

A análise sazonal indicou que no ponto PMQACH 01 (saída), apenas bário total apresentou valores superiores durante o período chuvoso. No ponto PMQACH 416 (captação), os parâmetros bário total, cor aparente, dureza total, *E. coli*, manganês total e turbidez apresentaram concentrações significativamente maiores no período chuvoso, enquanto sódio total apresentou valores superiores no período seco (**Figura 6-141**).

Figura 6-141 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Bário Total	Cor aparente	Dureza Total	<i>Escherichia coli</i>	Manganês Total	Sódio Total	Turbidez
PMQACH 01	Saída	●						
PMQACH 416	Captação	●	●	●	●	●	●	●

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

6.21 BAIXO GUANDU

No município de Baixo Guandu-ES, foram considerados os 02 (dois) pontos de monitoramento que possuem tratamento de água e são do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) (Figura 6-142 e Quadro 6-21).

Quadro 6-21 - Características dos pontos do município de Baixo Guandu considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 34	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 35	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		Ativo

Figura 6-142 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Baixo Guandu-ES.



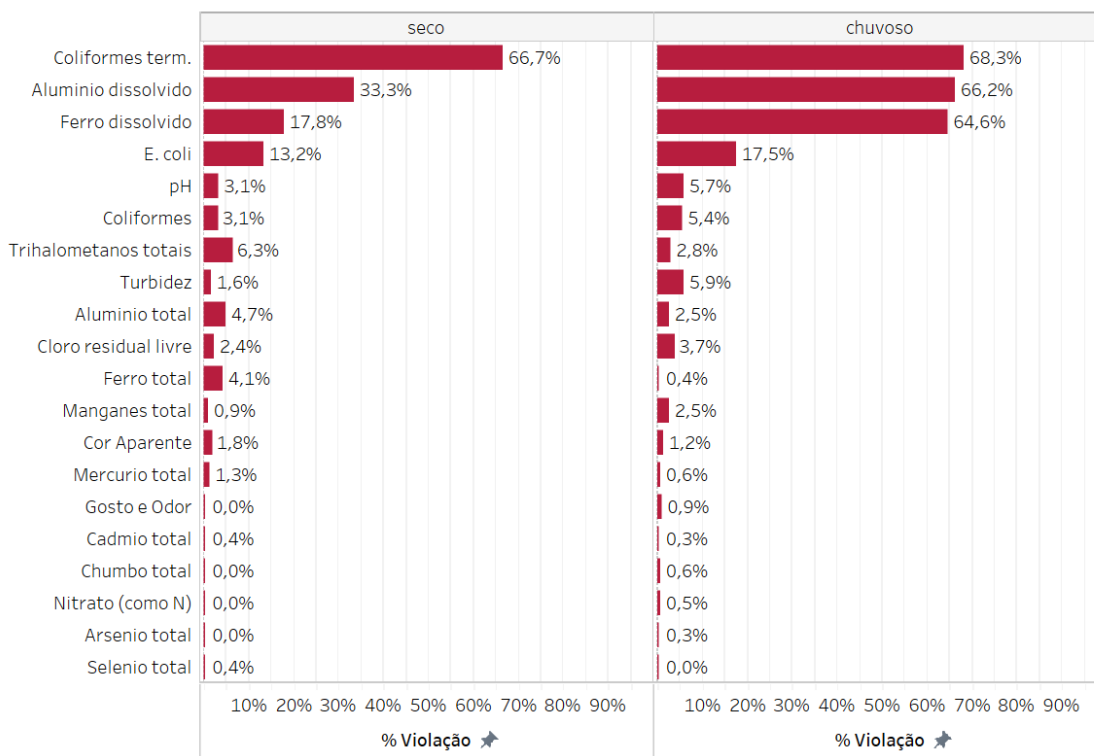
6.21.1 Pontos com tratamento

6.21.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para os pontos com tratamento de água no município de Baixo Guandu-ES, pode-se observar elevados percentuais de violação para coliformes termotolerantes, alumínio dissolvido e ferro dissolvido (**Figura 6-143**). Estes parâmetros passaram a ser monitorados na captação do sistema a partir de janeiro de 2022, após a primeira revisão bianual do PMQACH.

Destacam-se alumínio e ferro dissolvido por apresentarem percentual de violação mais elevado no período chuvoso (66,2% e 64,6%, respectivamente) (**Figura 6-143**). Tanto o alumínio quanto o ferro são minerais naturalmente encontrados em rochas e no solo da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Com o aumento da lixiviação no período chuvoso, uma maior quantidade destes minerais é carregada para os corpos d'água, o que pode contribuir para o incremento da concentração destes elementos e consequentemente aumento no percentual de violação. Os demais parâmetros apresentaram baixos percentuais de violação (<20%) sem diferenças acentuadas entre os dois períodos sazonais (**Figura 6-143**).

Figura 6-143 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos com tratamento do município de Baixo Guandu-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Os pontos com tratamento amostrados no município de Baixo Guandu apresentam abastecimento tipo SAA e captação superficial.

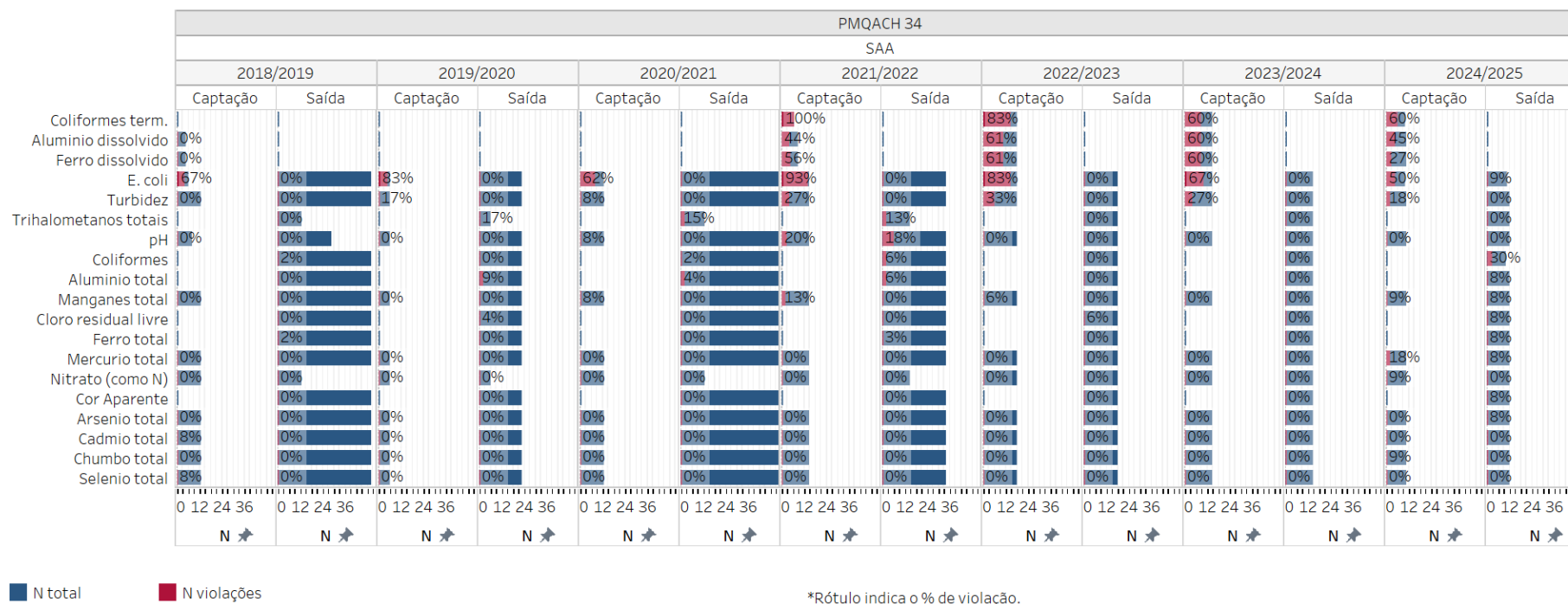
Na captação do ponto PMQACH 34, no período de 2024/2025, coliformes termotolerantes manteve-se com o mesmo percentual de violação do ciclo anterior (60%, 6 de 10 amostras) (**Figura 6-144**). Uma pequena redução no percentual desconforme foi observada para alumínio dissolvido (45%, 5 de 11 amostras) e ferro dissolvido (27%, 3 de 11 amostras) (**Figura 6-144**).

Ainda na captação, o parâmetro *E. coli* apresentou metade das amostras do período acima da legislação (50%, 5 de 10 amostras) e quando avaliado na saída do tratamento o percentual reduz para 9% (1 de 11 amostras). Mercúrio total apresentou violação em 2 das 11 amostras na captação (18%) e em 1 das 11 amostras na saída (8%) (**Figura 6-144**). Manganês total registrou violação pontual na captação (9%, 1 de 11 amostras) e na saída (8%, 1 de 12 amostras). Também em baixos percentuais, turbidez (18%, 2 de 11 amostras), nitrato (9%, 1 de 11 amostras) e chumbo total (9%, 1 de 11 amostras) apresentaram violações na captação,

porém apresentaram conformidade na saída do tratamento. Arsênio, que não registrou desconformidade na captação, registrou violação pontual na saída do tratamento (8%, 1 de 12 amostras).

Monitorado exclusivamente na saída do tratamento, coliformes apresentou 30% das amostras do último ciclo em desconformidade (3 de 10 amostras), enquanto alumínio total, cloro residual, ferro total e cor aparente apresentando violação pontual em apenas 1 das 12 amostras do ciclo (8%) (**Figura 6-144**).

Figura 6-144 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 34, localizado no município de Baixo Guandu-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



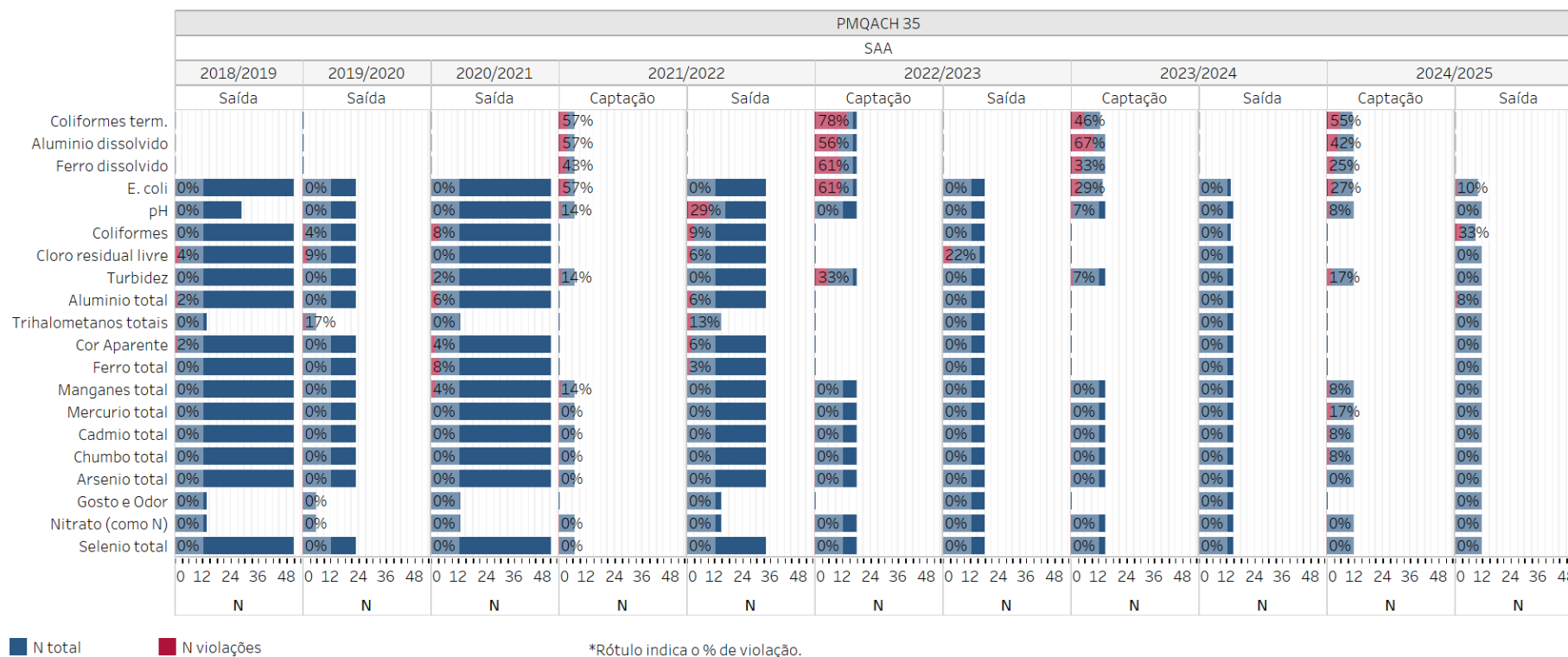
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Na captação do ponto PMQACH 35, o percentual de violação observado em 2024/2025 na captação para coliformes termotolerantes foi de 55% (6 de 11 amostras), resultado que representa um aumento no percentual desconforme em relação ao ciclo anterior. Por outro lado, foi observada redução no percentual de violação para alumínio dissolvido (42%, 5 de 12 amostras) e ferro dissolvido (25%, 3 de 12 amostras) (**Figura 6-145**).

E. coli apresentou violação em 27% das amostras (3 de 11 amostras) na captação, enquanto na saída do sistema o percentual desconforme foi de 10% (1 de 10 amostras). Ainda na captação, foram observadas desconformidades pontuais em 1 das 12 amostras do último ciclo para pH, manganês total, cádmio total e chumbo total (8%) e em 2 das 12 amostras para turbidez e mercúrio total (17%) (**Figura 6-145**). Na saída do tratamento, no entanto, estes parâmetros apresentaram conformidade (**Figura 6-145**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, foi identificada não conformidade no último ciclo para as amostras coliformes (33%, 3 de 9 amostras) e alumínio total (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-145**).

Figura 6-145 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 35, localizado no município de Baixo Guandu-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



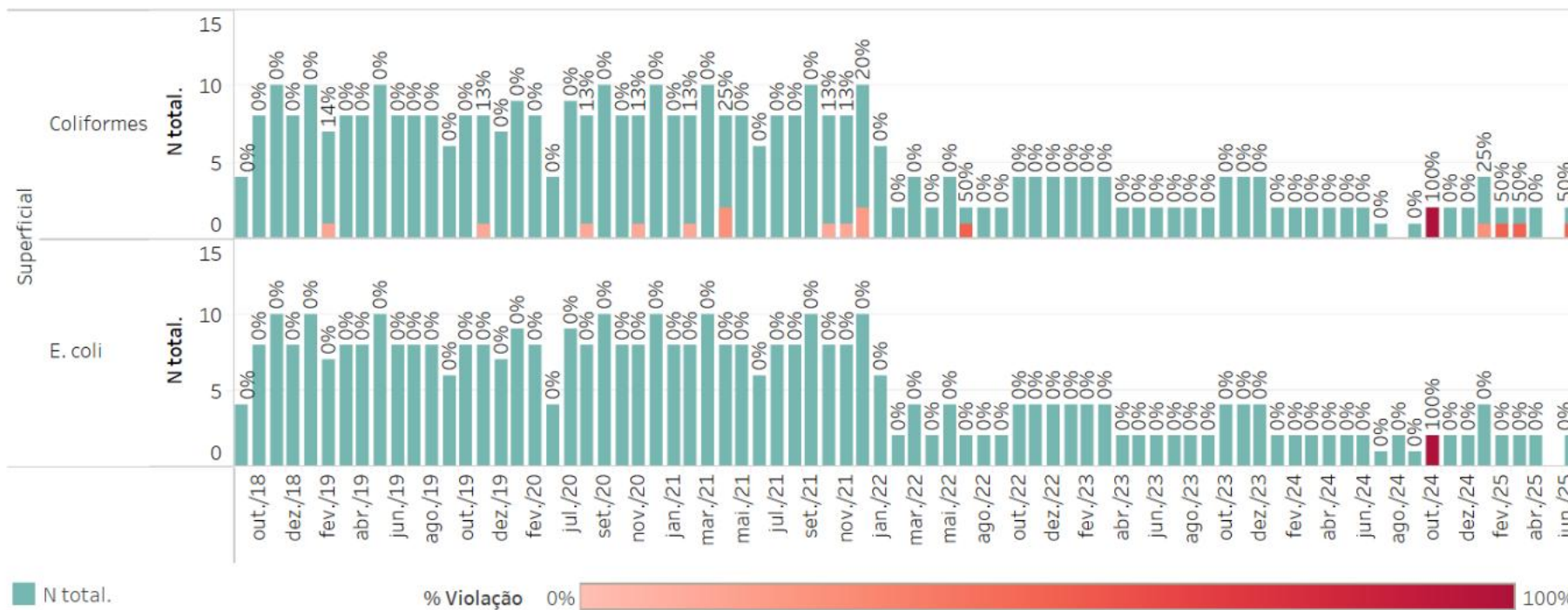
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.21.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída dos pontos com tratamento observa-se presença esporádica de coliformes ao longo dos meses amostrados, apresentando violação do limite legal nos meses de fevereiro e novembro/2019, agosto e novembro/2020, fevereiro, abril, outubro, novembro e dezembro/2021 e julho/2022. No último ciclo de monitoramento (julho/2024 a julho/2025) há registros da presença de coliformes em outubro/24 e janeiro, fevereiro, março e junho/2025

Para *E. coli*, houve apenas uma violação pontual do limite legal no mês de outubro/2024. Não há um padrão temporal ou sazonal evidente para nenhum desses dois parâmetros (**Figura 6-146**).

Figura 6-146 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, PMQACH 34 e PMQACH 35, localizados no município de Baixo Guandu.



A análise temporal dos pontos localizados no município de Baixo Guandu evidenciou diferenças significativas ($p < 0,05$) no ciclo atual (2024/2025) em relação aos ciclos anteriores (**Figura 6-147**).

No ponto PMQACH 34 (captação), observou-se aumento para densidade de cianobactérias e nitrato, enquanto zinco total mostrou uma tendência de redução. Os demais parâmetros não evidenciaram padrão consistente. No ponto PMQACH 34 (saída), houve aumento para alumínio total e pH, com redução para zinco total.

Para o ponto PMQACH 35 (captação), verificou-se redução para coliformes termotolerantes, densidade de cianobactérias, *Escherichia coli* e zinco total, enquanto nitrato e sólidos dissolvidos totais apresentaram aumento; no ponto PMQACH 35 (saída), houve aumento para cloro residual livre e pH, com redução para zinco total. Os demais parâmetros não evidenciaram padrão consistente (**Figura 6-147**).

Figura 6-147 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cor Aparente	Cloro Residual Livre	Coliformes Termotolerantes	Densidade de Cianobactérias	Dureza Total	<i>Escherichia coli</i>	Ferro Total	Nitrato	pH	SDT	Sódio Total	Zinco Total
PMQACH 34	Captação			—			↑	—	—		↑	—			↓
	Saída	↑			—							↑			↓
PMQACH 35	Captação					↓	↓		↓		↑		↑		↓
	Saída	—	—		↑					—		↑		—	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;
 ↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

Em relação à variação sazonal, os parâmetros que apresentaram diferenças significativas entre os períodos seco e chuvoso ($p < 0,05$) foram alumínio total, bário total, cloreto total, cor

aparente, ferro dissolvido, ferro total, manganês total, sódio total, sulfato e turbidez (**Figura 6-148**).

Na captação do ponto PMQACH 34, bário total, cor aparente, manganês total e turbidez apresentaram valores superiores no período chuvoso, enquanto cloreto total e sódio total foram maiores no período seco. Na saída do sistema de tratamento, ferro total apresentou valores mais elevados no período chuvoso, enquanto os valores de bário total e sódio total foram superiores no período seco.

Para a captação do ponto PMQACH 35, alumínio total, bário total, ferro dissolvido, manganês total e turbidez apresentaram valores superiores no período chuvoso, enquanto cloreto total, sódio total e sulfato foram maiores no período seco. Na saída do ponto, bário total apresentou valores mais elevados no período chuvoso, já os valores de sódio total foram superiores no período seco.

Figura 6-148 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Cor Aparente	Ferro Dissolvido	Ferro Total	Manganês Total	Sódio Total	Sulfato	Turbidez
PMQACH 34	Captação		●	●	●			●	●		●
	Saída		●				●		●		
PMQACH 35	Captação	●	●	●		●		●	●	●	●
	Saída		●						●		

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

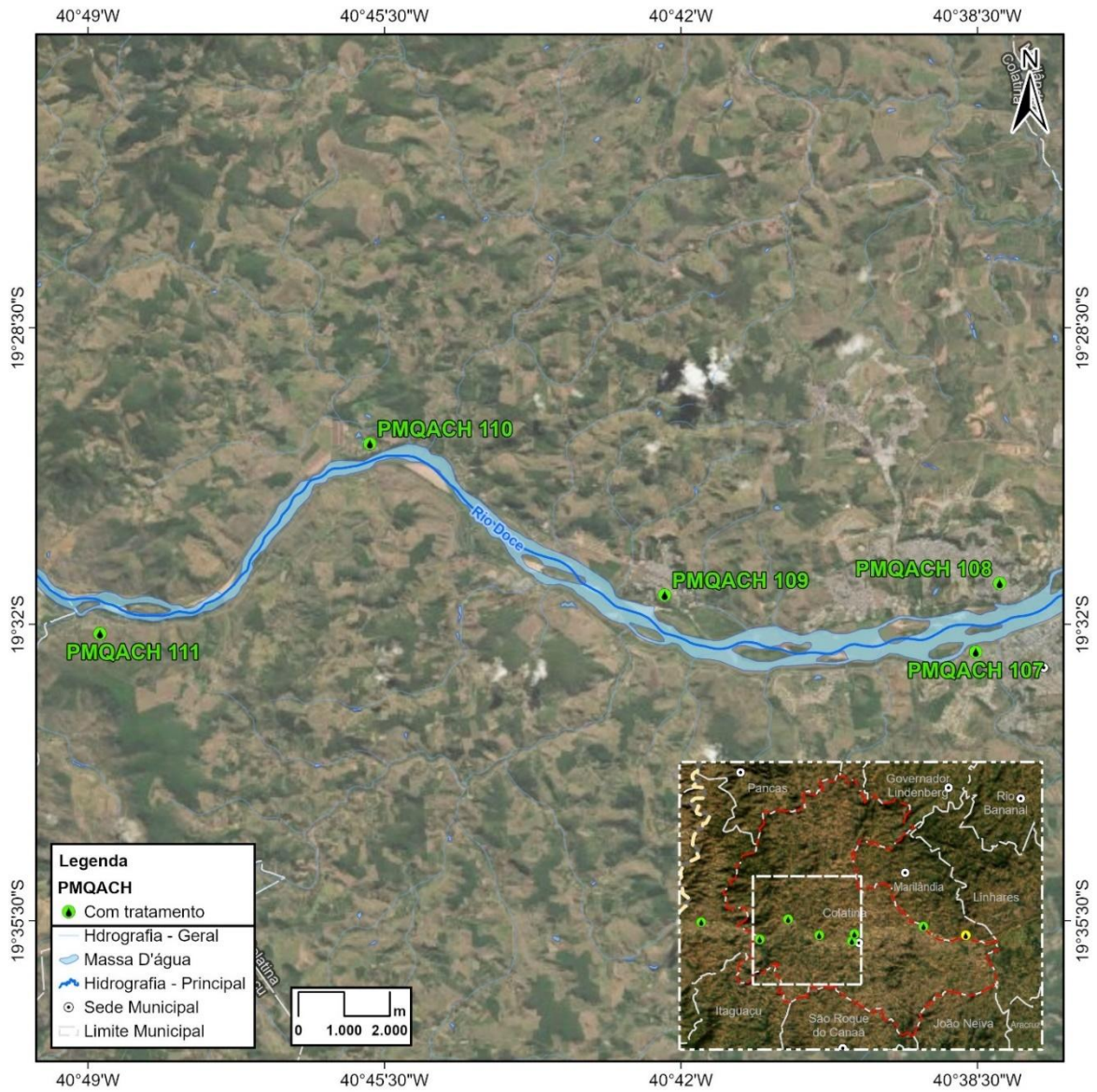
6.22 COLATINA

No município de Colatina-ES, foram considerados os 5 (cinco) pontos de monitoramento, todos eles possuem tratamento de água e são do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) (Figura 6-149 e Quadro 6-22).

Quadro 6-22 - Características dos pontos do município de Colatina considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 107	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 108	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		Ativo
PMQACH 109	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		Ativo
PMQACH 110	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		Ativo
PMQACH 111	Mista	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		Ativo

Figura 6-149 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Colatina-ES.



6.22.1 Pontos com tratamento

6.22.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

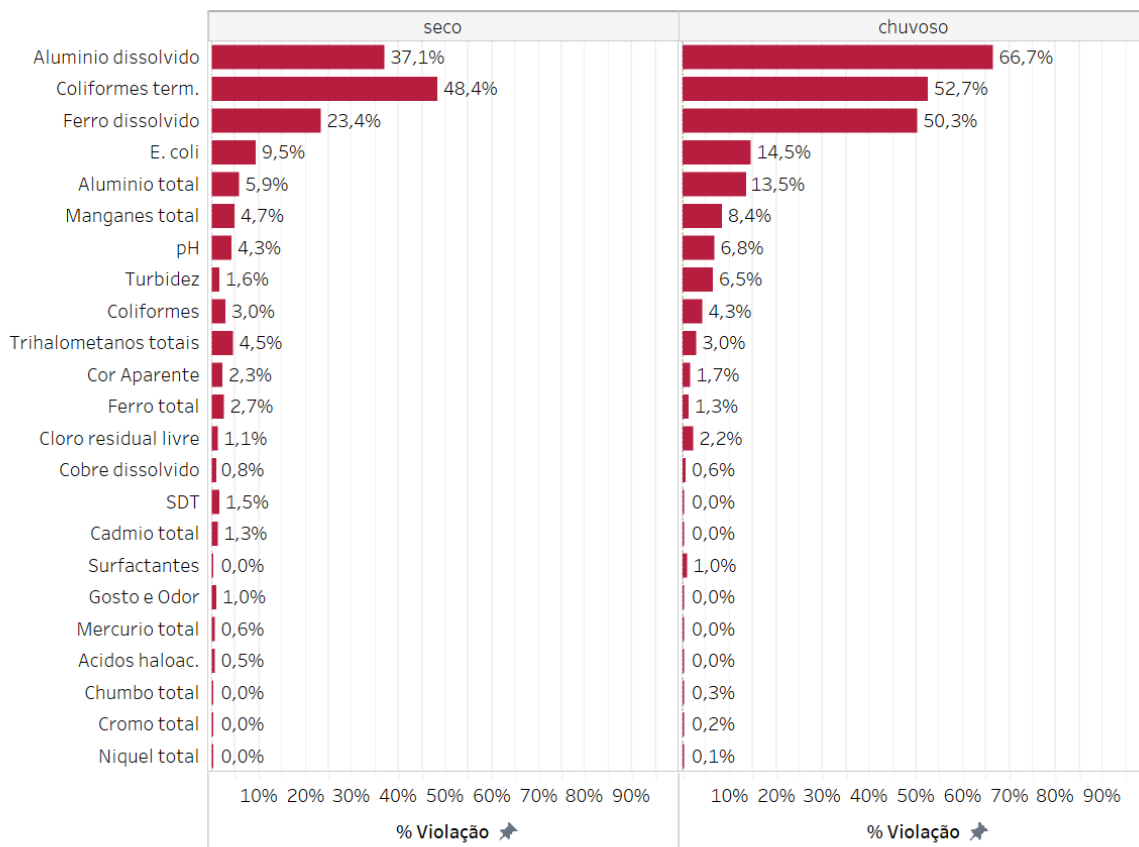
Para os pontos com tratamento do município de Colatina-ES, alumínio dissolvido, coliformes termotolerantes e ferro dissolvido, que passaram a ser monitorados após a primeira revisão bianual do PMQACH, em janeiro de 2022, apresentaram os maiores percentuais de violação (período chuvoso e seco). Estes três parâmetros apresentaram um padrão sazonal com percentuais de violação mais elevados na estação chuvosa (**Figura 6-150**).

Coliformes termotolerantes apresentou 48,4% de violação no período seco e 52,7% no período chuvoso (**Figura 6-150**). Este parâmetro pode ter relação com os aglomerados urbanos, de onde vem uma das principais contribuições para o aumento de sua concentração (esgotos domésticos). De acordo com a mais recente revisão do plano integrado da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021), coliformes termotolerantes é um dos parâmetros que mais contribuem para a deterioração da qualidade em rios que fazem parte da bacia.

O ferro dissolvido é outro parâmetro que também apresentou desconformidade com a legislação (violação de 23,4% no período seco e 50,3% no período chuvoso) (**Figura 6-150**). Elevadas concentrações de ferro dissolvido podem estar relacionadas às características naturais de rochas e do solo da bacia (PIRH Doce, 2021). O mesmo pode ser sugerido para o alumínio dissolvido (violação de 37,1% no período seco e 66,7% no período chuvoso), metal naturalmente presente nos solos além de também estar relacionado às fontes de poluição terrestres que atingem os ambientes aquáticos através do escoamento superficial (VIOLA *et al.*, 2016).

Sazonalmente, foi possível observar um maior percentual de violação dos limites legais para coliformes termotolerantes, ferro dissolvido e alumínio dissolvido e total, *E. coli*, turbidez e manganês total durante o período chuvoso (**Figura 6-150**). Esta relação pode estar associada à lixiviação causada pela maior pluviosidade neste período, que leva ao carreamento de partículas para os corpos d'água. Os demais parâmetros analisados apresentaram percentuais de violação abaixo de 14% e não apresentaram um padrão sazonal evidente (**Figura 6-150**).

Figura 6-150 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos com tratamento do município de Colatina-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.



Cinco pontos com tratamento, captação superficial e do tipo SAA foram monitorados.

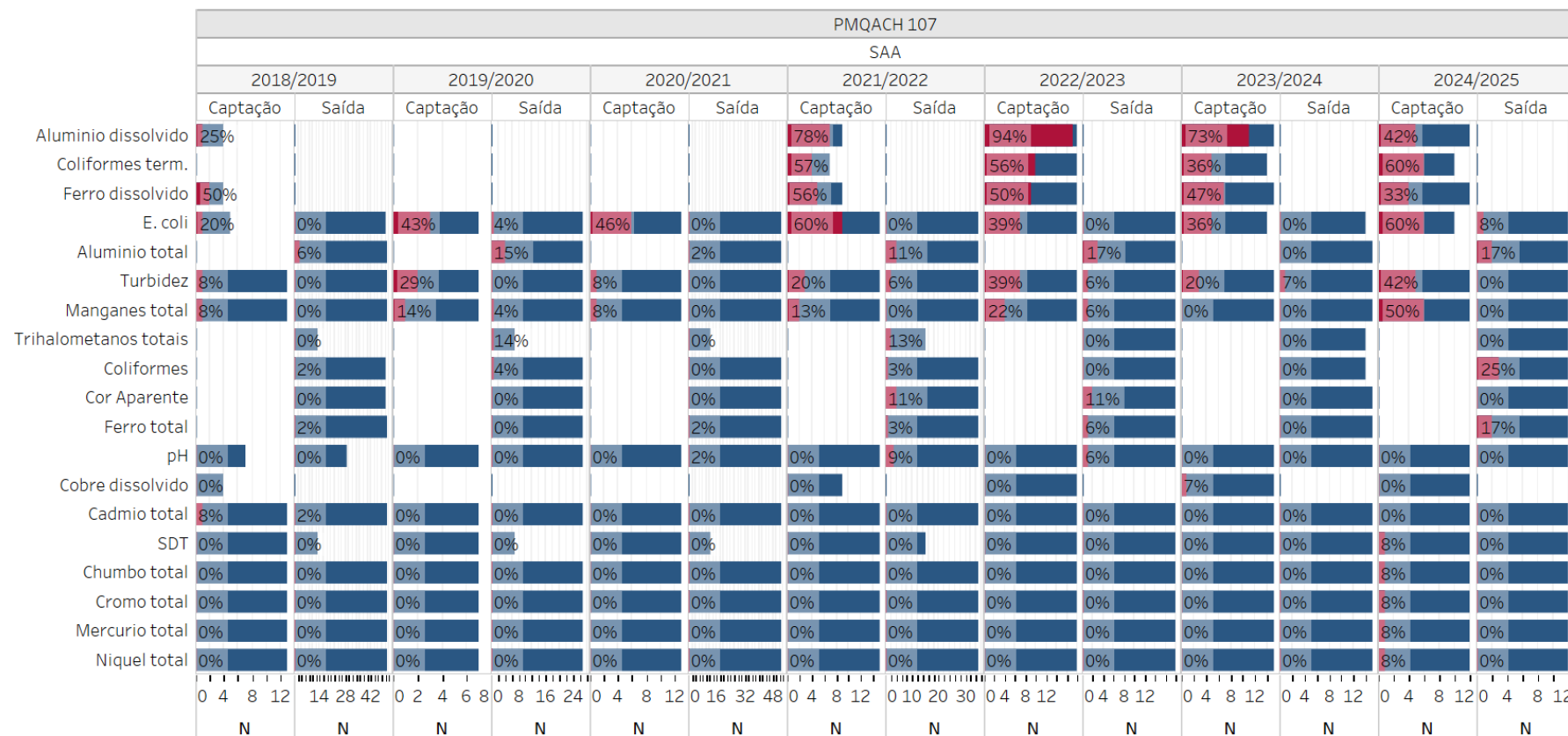
Na captação do ponto PMQACH 107, em 2024/2025, foi observado aumento no percentual de violação na captação para coliformes termotolerante, com 60% das amostras do último ciclo acima do limite legal (6 de 10 amostras) (**Figura 6-151**). Também na captação, em 2024/2025, alumínio dissolvido apresentou 42% de violação (5 de 12 amostras) e ferro dissolvido 33% (4 de 12 amostras). Estes resultados representaram uma redução no percentual desconforme de 2024/2025 quando comparados ao ciclo anterior (**Figura 6-151**).

E. coli registrou no último ciclo, 60% de violação na captação e 8% na saída do tratamento. Resultados que superam aqueles observados no ciclo anterior. Turbidez apresentou 42% de violação na captação (5 de 12 amostras) e manganês total 50% (6 de 12 amostras). Quando avaliados na saída do tratamento, os dois parâmetros registraram conformidade (**Figura 6-151**).

Monitorados exclusivamente na saída do sistema de tratamento alumínio total e ferro total registraram 17% de amostras cujas concentrações ultrapassaram o valor máximo permitido (2 de 12 amostras) e coliformes 25% (3 de 12 amostras). Destaca-se que no ciclo anterior estes parâmetros apresentaram conformidade (**Figura 6-151**).

Importante mencionar ainda parâmetros que, embora tenham registrado violação pontual em apenas 1 de 12 amostras, tiveram seu primeiro registro de não conformidade na captação neste último ciclo, sendo eles: sólidos dissolvidos totais, chumbo total, cromo total, mercúrio total e níquel total (8%). Na saída do tratamento não houve violação (**Figura 6-151**).

Figura 6-151 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 107, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



■ N total ■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

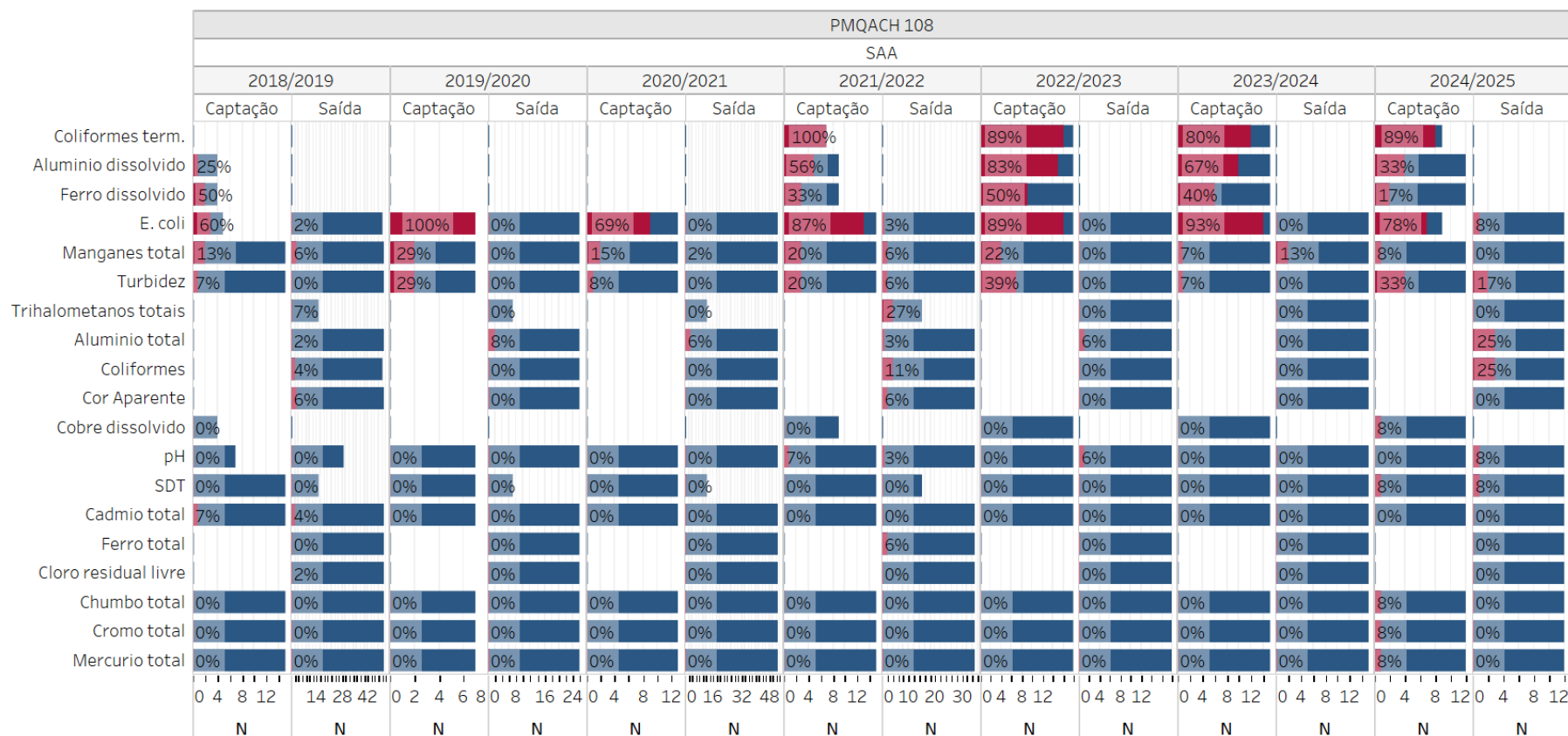
No ponto PMQACH 108, o parâmetro coliformes termotolerantes, monitorado exclusivamente na captação, registrou 89% de violação nas amostras do último ciclo (8 de 9 amostras), percentual tão elevado quanto o do histórico do monitoramento (**Figura 6-152**).

Também na captação, alumínio e ferro dissolvido registraram redução nos percentuais de violação no último ciclo, com 33% (4 de 12 amostras) e 17% (2 de 12 amostras), respectivamente (**Figura 6-152**). Cobre dissolvido, também monitorado exclusivamente na captação, registrou violação pontual em apenas 1 das 12 amostras do último ciclo (8%) (**Figura 6-152**).

E. coli registrou 78% das amostras da captação no último ciclo em desconformidade (7 de 9 amostras) (**Figura 6-152**). Na saída do tratamento, 1 das 12 amostras apresentou desconformidade (8%). Turbidez registrou na captação 33% das amostras em desconformidade (4 de 12 amostras) e, na saída, 17% (2 de 12 amostras). Manganês total registrou violação pontual na captação, com apenas 8% das amostras do último ciclo em desconformidade (**Figura 6-152**). Na saída do tratamento não houve violação para este parâmetro (**Figura 6-152**). Este mesmo padrão (8% de violação na captação e 0% na saída) foi observado para chumbo, cromo e mercúrio total, em 2024/2025 (**Figura 6-152**). Destaca-se que é a primeira ocorrência de violação para esses parâmetros no monitoramento. Sólidos dissolvidos totais registrou violação pontual na captação e na saída do tratamento e pH apenas na saída do tratamento (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-152**).

Por fim, destacam-se parâmetros que são monitorados exclusivamente na saída do tratamento e que apresentaram desconformidade: alumínio total e coliformes, ambos com 25% de amostras cujas concentrações ultrapassaram os respectivos valores máximos permitidos em 2024/2025 (3 de 12 amostras) (**Figura 6-152**).

Figura 6-152 - Percentual de violação dos parâmetros monitorado no ponto PMQACH 108, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



■ N total ■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

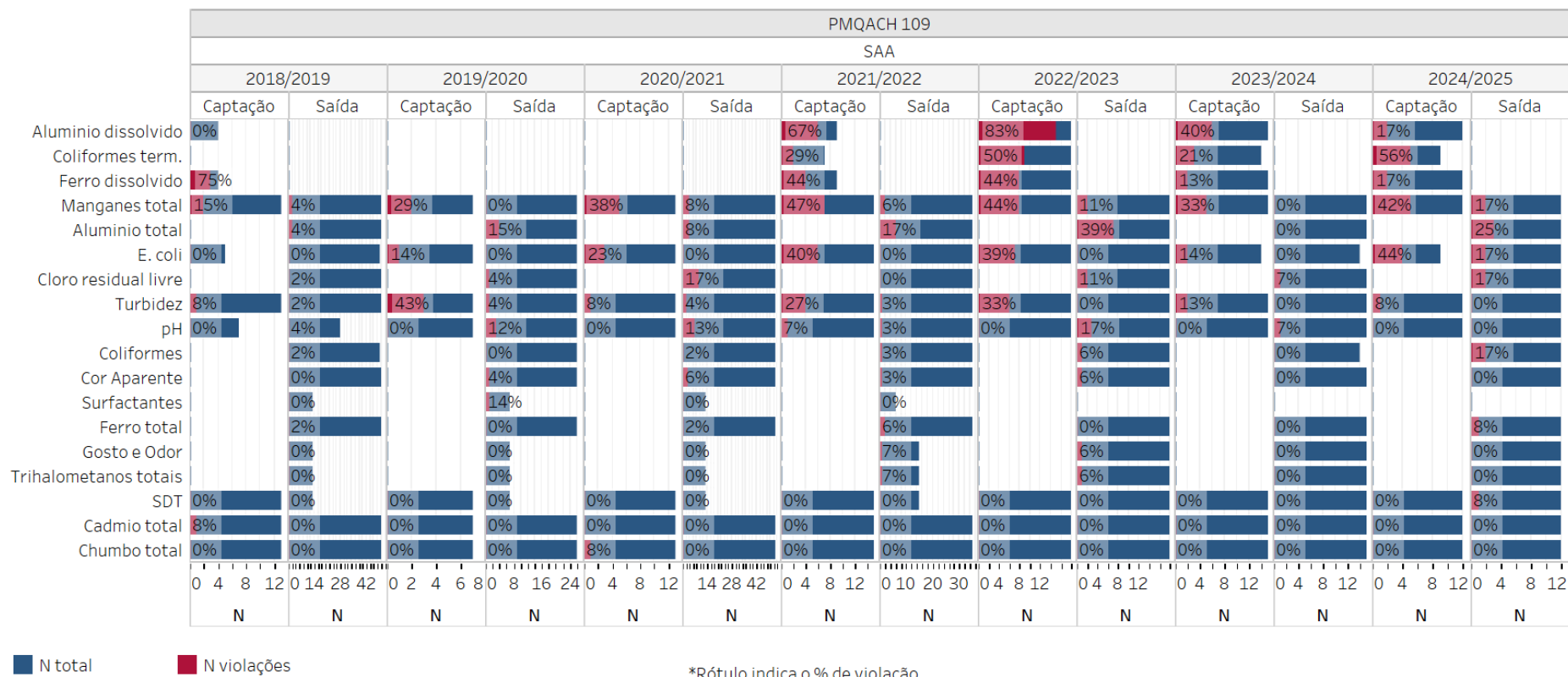
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Na captação do ponto PMQACH 109, no ciclo de 2024/2025, alumínio dissolvido apresentou 17% de violação na captação, resultado que representou uma redução no percentual desconforme em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-153**). Coliformes termotolerantes, por outro lado, apresentou aumento no percentual de violação de 2024/2025 (56%, 5 de 9 amostras). Ferro dissolvido, com 17% das amostras do último ciclo acima do limite legal (2 de 12 amostras), manteve percentuais semelhantes ao do ciclo anterior (**Figura 6-153**).

Manganês apresentou, em 2024/2025, 42% de violação na captação (5 de 12 amostras) e *E. coli* 44% (4 de 9 amostras). Na saída do tratamento ambos os parâmetros registraram 17% de violação (2 de 12 amostras) (**Figura 6-153**). Turbidez apresentou 8% de violação na captação (1 de 12 amostras) e conformidade na saída do tratamento. Sólidos dissolvidos totais apresentou conformidade na captação e violação de 8% na saída do tratamento (1 de 12 amostras) (**Figura 6-153**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento coliformes registrou 17% de violação (2 de 12 amostras) e ferro total 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-153**).

Figura 6-153 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 109, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



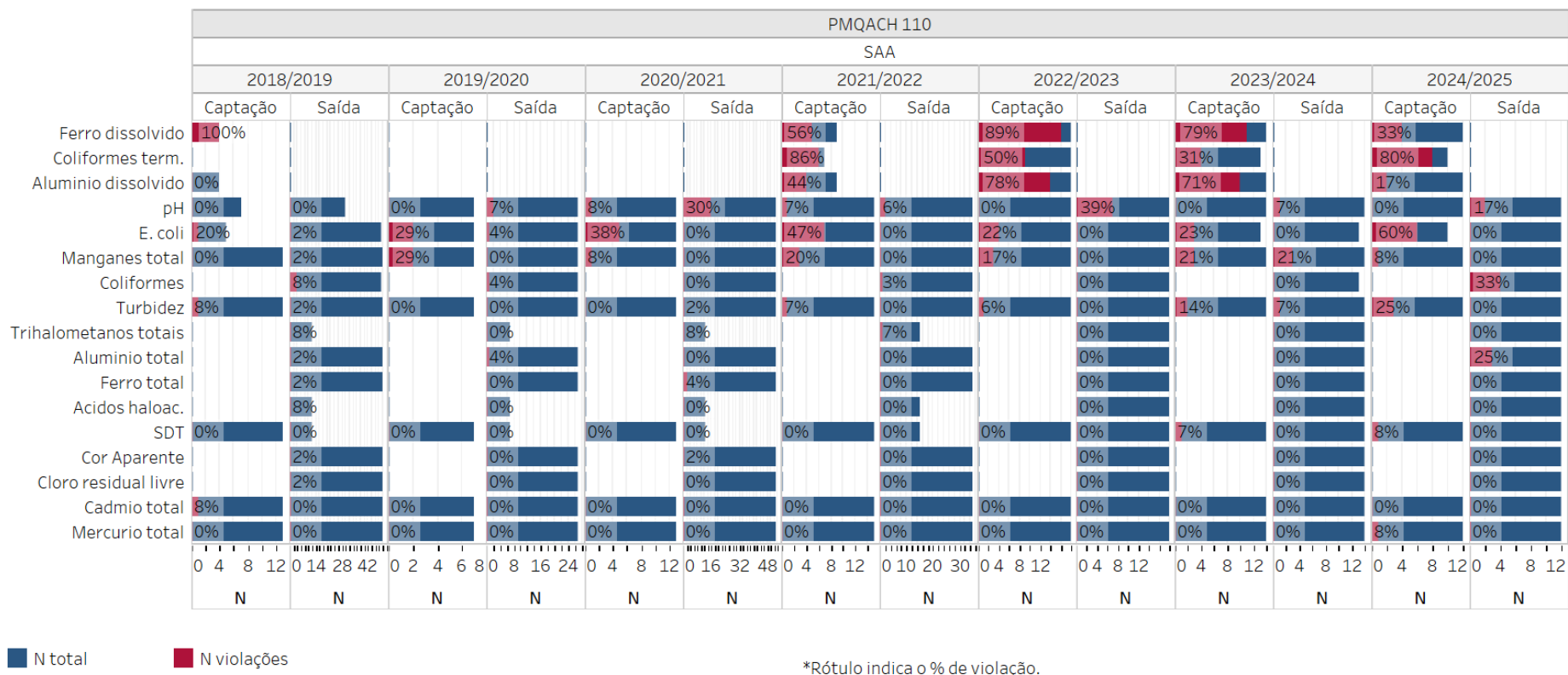
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Na captação do ponto PMQACH 110, em 2024/2025, houve redução no percentual de violação para ferro dissolvido (33%, 4 de 12 amostras) e alumínio dissolvido (17%, 2 de 12 amostras) em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-154**). Coliformes termotolerantes, por outro lado, apresentou aumento no percentual desconforme (80%, 8 de 10 amostras) (**Figura 6-154**).

E. coli registrou 60% das amostras do último ciclo na captação em desconformidade (6 de 10 amostras), turbidez 25% (3 de 12 amostras) e manganês total, sólidos dissolvidos totais e mercúrio total 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-154**). Na saída do tratamento estes parâmetros apresentaram conformidade. Destaca-se que o registro de não conformidade para mercúrio total foi o primeiro em todo monitoramento. No último ciclo, pH registrou conformidade na captação e violação de 17% na saída do tratamento (2 de 12 amostras) (**Figura 6-154**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento coliformes registrou 33% de violação (4 de 12 amostras) e alumínio total 25% (3 de 12 amostras), em 2024/2025. Nos últimos ciclos, estes parâmetros não haviam registrado desconformidade (**Figura 6-154**).

Figura 6-154 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 110, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



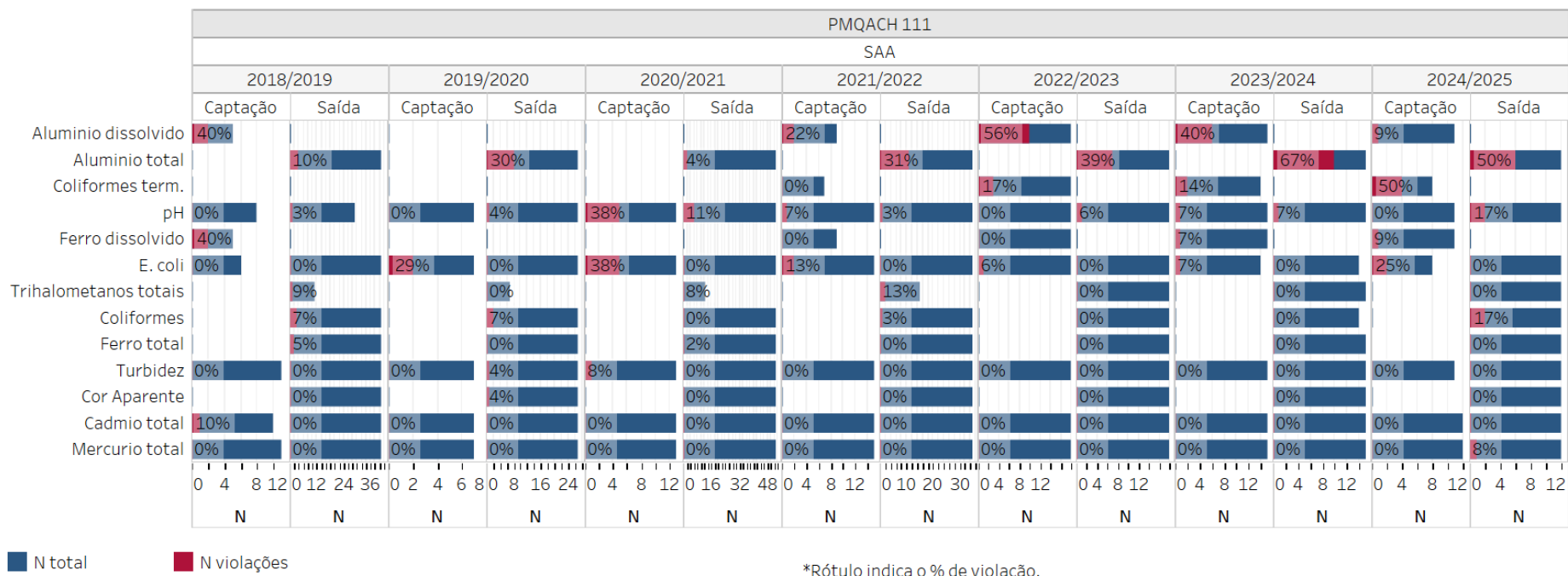
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Na captação do ponto PMQACH 111, em 2024/2025, alumínio dissolvido apresentou em apenas 1 das 9 amostras do período concentrações acima do limite legal (9%). Esse resultado representou uma redução em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-155**). Também com 9% de violação, ferro dissolvido apresentou resultado similar ao do ciclo anterior. Coliformes termotolerante apresentou no último ciclo, metade das amostras em desconformidade (50%, 6 de 12 amostras), o que representou um aumento no percentual de violação em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-155**).

E. coli registrou, em 2024/2025, 25% das amostras em desconformidade na captação (2 de 8 amostras), porém na saída do tratamento o parâmetro apresentou conformidade (**Figura 6-155**). Os parâmetros pH e mercúrio total registraram conformidade na captação (**Figura 6-155**). Quando avaliados na saída do tratamento, estes parâmetros registraram violações de 17% e 8%, respectivamente. Destaca-se que o registro de não conformidade para mercúrio total foi o primeiro em todo monitoramento (**Figura 6-155**).

Monitorados na saída do tratamento, em 2024/2025, alumínio total registrou violação de 50% (6 de 12 amostras) e coliformes de 17% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-155**).

Figura 6-155 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 111, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.22.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Em relação a variação temporal e sazonal dos parâmetros coliformes e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento monitorados é possível apontar para a 'ausência' destes ao longo dos meses de monitoramento (Figura 6-156).

Na captação superficial, para coliformes e *E. coli*, houve, na saída do tratamento, incremento nas ocorrências, especialmente no último ciclo, entre julho/2024 e julho/2025.

No ponto cuja captação é mista, no último ciclo, a presença de coliformes na saída do tratamento foi registrada nos meses de dezembro/2024 e maio/2025. *E. coli* não foi registrada em nenhum mês neste tipo de captação em todo monitoramento (Figura 6-156).

Figura 6-156 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli*, na saída de pontos com tratamento, localizados no município de Colatina.



De acordo com a análise temporal do município de Colatina, alguns parâmetros apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre o ciclo atual (2024/2025) e os ciclos anteriores. Muitos desses parâmetros apresentaram uma tendência temporal evidente de aumento ou queda ao longo do tempo.

Para a captação do PMQACH 107, densidade de cianobactérias e zinco total apresentaram um padrão de diminuição de seus valores ao longo do tempo, enquanto sólidos dissolvidos totais apresentou tendência de aumento. Já para a saída do PMQACH 107, ferro total e zinco total foram os parâmetros que apresentaram uma tendência temporal clara, sendo o primeiro de aumento e o segundo de queda no decorrer do tempo (**Figura 6-157**).

Na captação do PMQACH 108, *Escherichia coli* e zinco total foram os parâmetros que apresentaram um padrão temporal de diminuição de seus valores. Sólidos dissolvidos totais apresentou um padrão temporal de aumento. Na saída de tratamento desse ponto, apenas zinco total apresentou um padrão temporal claro, com tendência de diminuição na sua concentração ao longo dos ciclos anuais (**Figura 6-157**).

Na captação do PMQACH 109, densidade de cianobactérias e zinco total foram os únicos parâmetros que apresentaram uma tendência temporal evidente, ambos com diminuição de seus valores ao longo do tempo. Já na saída do PMQACH 109, o único parâmetro com uma tendência temporal foi zinco total, novamente apresentando um padrão de queda (**Figura 6-157**).

Para a captação do ponto PMQACH 110, houve tendência temporal de diminuição para os parâmetros densidade de cianobactérias e zinco total, e tendência de aumento no decorrer dos ciclos anuais para nitrato e sólidos dissolvidos totais. Na saída de tratamento desse ponto, cloro residual livre apresentou tendência temporal de aumento, enquanto zinco total apresentou um padrão temporal de diminuição em suas concentrações (**Figura 6-157**).

No ponto PMQACH 111, todos os parâmetros com tendência temporal evidente apresentaram um padrão de queda do decorrer dos ciclos anuais. Na captação, esses parâmetros foram cor aparente, densidade de cianobactérias, dureza total e zinco total. Já na saída de tratamento, os parâmetros com essa tendência de queda foram bário total, pH e zinco total (**Figura 6-157**).

Figura 6-157 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Cloro Residual Livre	Cobre Total	Cor Aparente	Densidade de Cianobactérias	Dureza Total	Escherichia coli	Ferro Total	Manganês Total	Nitrato	pH	Sódio Total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 107	Captação		—				—	↓	—			—	—			↑			↓
	Saída	—	—		—						↑			—					↓
PMQACH 108	Captação						—	—	—	↓			—	—		↑			↓
	Saída	—	—		—						—	—			—				↓
PMQACH 109	Captação						—	↓	—					—	—	—	—	—	↓
	Saída	—	—		—						—	—		—					↓
PMQACH 110	Captação			—			—	↓	—				↑	—		↑	—	—	↓
	Saída	—	—		↑	—						—		—	—				↓
PMQACH 111	Captação		—	—			↓	↓	↓				—			—	—		↓
	Saída	—	↓		—						—			↓	—				↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;
 ↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

A análise sazonal revelou que houve diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso ($p < 0,05$) para alguns parâmetros nos pontos de monitoramento do município de Colatina.

Na captação do PMQACH 107, os parâmetros bário total, cor aparente, dureza total, *Escherichia coli*, manganês total e turbidez apresentaram valores significativamente maiores durante o período chuvoso. Os parâmetros que apresentaram valores significativamente superiores no período seco foram nitrato e sódio total. Na saída do PMQACH 107, bário total e cloro residual livre apresentaram valores superiores durante o período chuvoso, enquanto sódio total apresentou concentrações significativamente superiores no período seco (**Figura 6-158**).

Para a captação do PMQACH 108, bário total, cor aparente, manganês total e turbidez apresentaram valores mais elevados no período chuvoso, enquanto sódio total apresentou concentrações superiores no período seco. Para a saída de tratamento desse ponto, apenas bário total e sódio total apresentaram concentrações significativamente diferente entre os dois ciclos sazonais, sendo as concentrações de bário total superiores no período chuvoso e as concentrações de sódio total superiores no período seco (**Figura 6-158**).

Na captação do ponto PMQACH 109, cor aparente, *Escherichia coli*, manganês total, turbidez e zinco total apresentaram valores significativamente superiores no período chuvoso. Sódio total apresentou concentrações significativamente superiores no período seco para a captação desse ponto. Já na saída de tratamento do PMQACH 109, novamente bário total e sódio total foram os parâmetros que apresentaram diferença sazonal significativa. Bário total apresentando concentrações mais elevadas no período chuvoso e sódio total com concentrações mais elevadas no período seco (**Figura 6-158**).

Na captação do PMQACH 110, todos os parâmetros que apresentaram diferença significativa entre os períodos de seca e chuva tiveram seus valores mais elevados na época chuvosa. Esses parâmetros foram: bário total, cor aparente, dureza total, manganês total, turbidez e zinco total. Na saída de tratamento do PMQACH 110, bário total e manganês total foram os parâmetros que apresentaram valores mais elevados na época das chuvas, enquanto pH e sódio total apresentaram valores mais elevados na época seca (**Figura 6-158**).

Por fim, na captação do ponto PMQACH 111, os parâmetros cloreto total, cor aparente e turbidez apresentaram valores significativamente superiores no período chuvoso. Na saída do tratamento desse ponto, alumínio total e bário total apresentaram concentrações significativamente mais elevadas durante o período chuvoso, enquanto sódio total apresentou concentrações significativamente mais elevadas durante o período seco (**Figura 6-158**).

Figura 6-158 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Cloro Residual Livre	Cor Aparente	Dureza Total	<i>Escherichia coli</i>	Manganês Total	Nitrato	pH	Sódio Total	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 107	Captação		●			●	●	●	●	●		●	●	
	Saída		●		●							●		
PMQACH 108	Captação		●			●			●			●	●	
	Saída		●									●		
PMQACH 109	Captação					●		●	●			●	●	●
	Saída		●									●		
PMQACH 110	Captação		●			●	●		●				●	●
	Saída		●						●		●	●		
PMQACH 111	Captação			●		●							●	
	Saída	●	●									●		

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

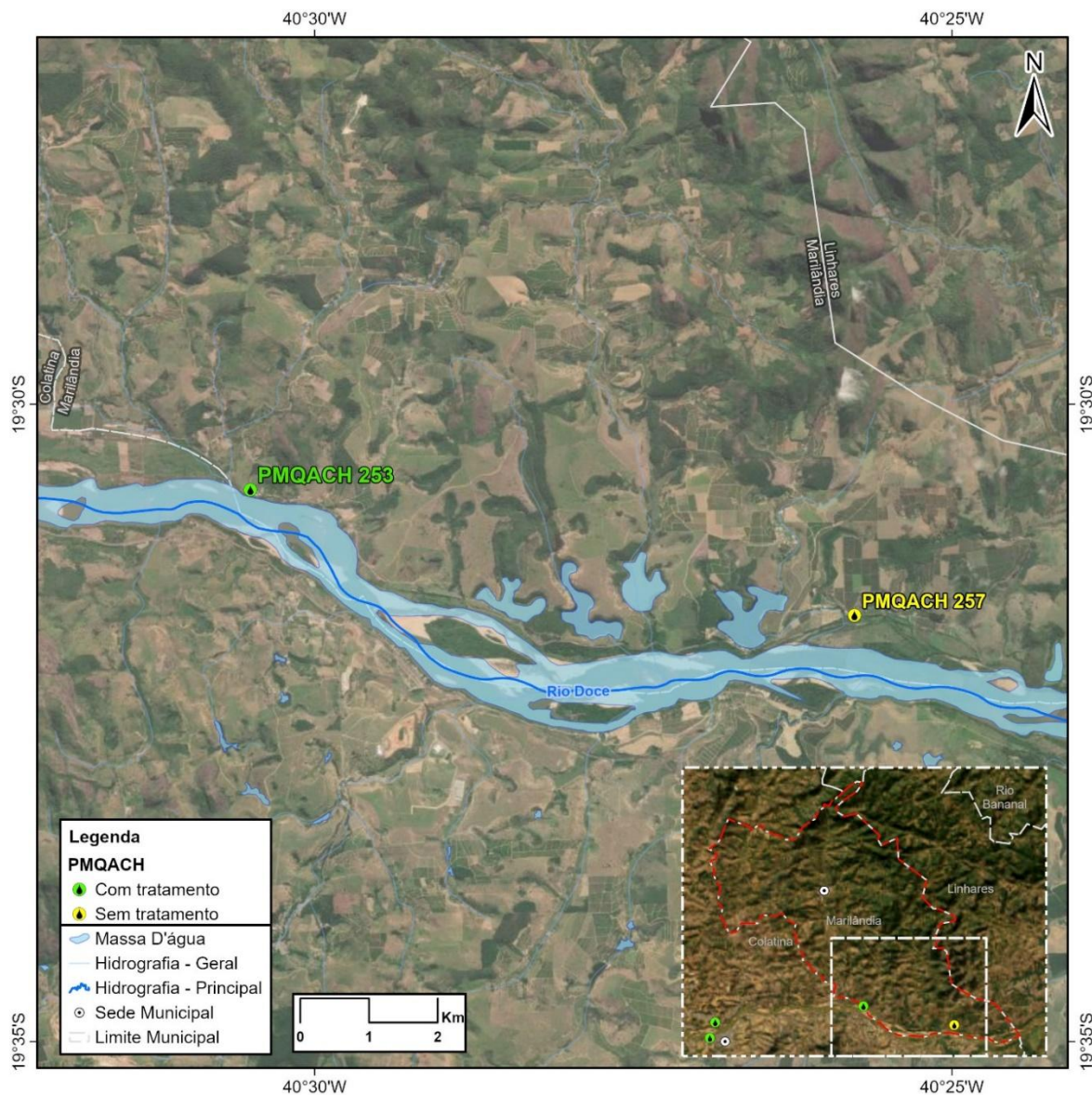
6.23 MARILÂNDIA

No município de Marilândia-ES, foram considerados 02 (dois) pontos de monitoramento. Um ponto é do tipo Solução Alternativa Coletiva (SAC), sem tratamento de água e um ponto possui tratamento de água, sendo também do tipo SAC (**Figura 6-159** e **Quadro 6-23**).

Quadro 6-23 - Características dos pontos do município de Marilândia considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 253	Superficial	SAC	Sim	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 257	Subterrânea	SAC	Não	Saída		Ativo

Figura 6-159 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Marilândia-ES.



6.23.1 Pontos sem tratamento

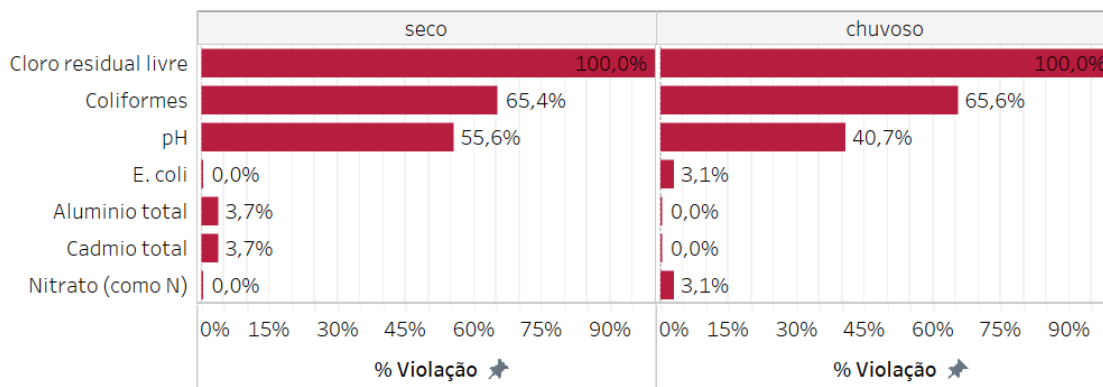
6.23.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Marilândia-ES, no ponto sem tratamento, destacam-se três parâmetros, por apresentarem percentual de violação superior à 40% em ambos os períodos sazonais: cloro residual livre (100% no período seco e chuvoso), coliformes (cerca de 65% no período seco e chuvoso) e pH (55,6% no período seco e 40,7% no período chuvoso) (**Figura 6-160**). Em relação às violações observadas para cloro residual livre, reforça-se que a partir de janeiro de 2022, com a primeira revisão bianual do PMQACH, o parâmetro deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento. Os elevados percentuais observados referem-se ao período anterior à esta revisão.

O cloro residual livre apresentou, no geral, uma concentração abaixo do limite inferior legal. A baixa concentração ou ausência de cloro na água pode resultar em contaminação microbiológica, o que, de fato, foi observado com os elevados percentuais de violação para coliformes (cerca de 65% no período seco e chuvoso) (**Figura 6-160**). Embora contemple um grande grupo de bactérias de vida livre que podem ocorrer naturalmente no solo, na água e em plantas, a presença de coliformes também é em alerta para possível exposição da fonte a focos de poluição ou contaminação. O município de Marilândia possui 61,62% do esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2022) e, comparativamente com outros municípios do estado do Espírito Santo, ocupa a 28ª posição (de um total de 78 municípios), sendo que a 1ª posição corresponde ao município com maior percentual de esgotamento sanitário (IBGE, 2022). A ausência de tratamento do esgoto sanitário em boa parte do município é um dos fatores que pode explicar a contaminação por coliformes. Cabe ressaltar ainda, que este parâmetro foi indicado como prioritário para gestão na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021).

Os demais parâmetros apresentaram percentuais de violação abaixo 4% para ambos os períodos (**Figura 6-160**).

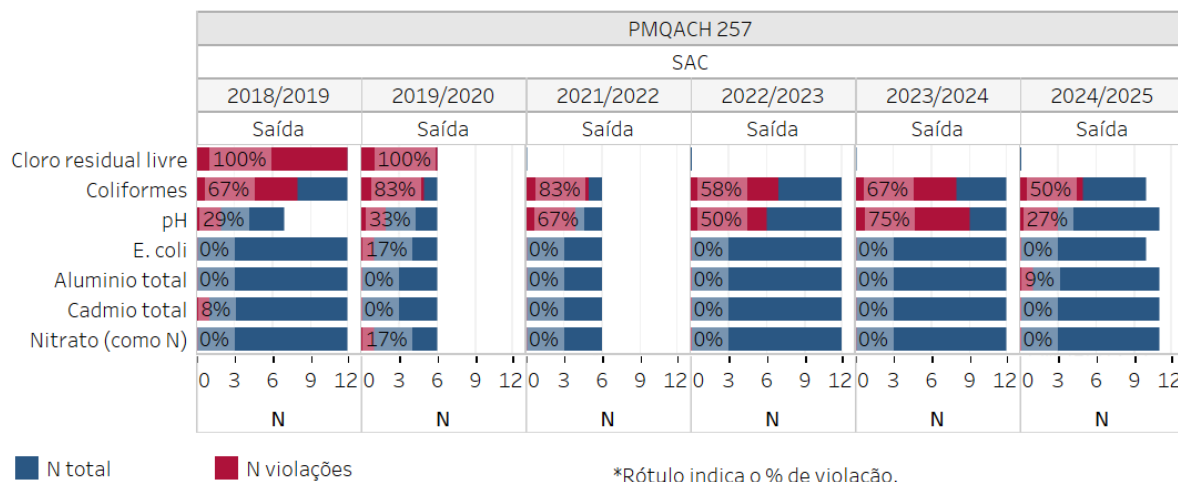
Figura 6-160 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto sem tratamento do município de Marilândia-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



No município de Marilândia, no último ciclo de monitoramento, apenas um ponto sem tratamento foi monitorado, PMQACH 257, sendo ele do tipo SAC com captação subterrânea.

No período de 2024/2025, foi observada violações para os parâmetros coliformes (50%, 5 de 10 amostras) e pH (27%, 3 de 11 amostras), resultados que representaram uma redução no percentual desconforme quando comparado ao ciclo anterior (Figura 6-161). Alumínio total apresentou violação pela primeira vez no monitoramento, com 1 das 11 amostras do último ciclo em desconformidade com a legislação (9%) Figura 6-161).

Figura 6-161 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 257 localizado no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.23.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Temporalmente, no ponto sem tratamento e de captação subterrânea no município de Marilândia foi registrada a presença de coliformes ao longo de todo o monitoramento, com exceções pontuais (Figura 6-162). *E. coli*, por outro lado, foi registrada apenas no mês de janeiro/2020 (Figura 6-162). Não foi possível observar padrões sazonais de variação destes dois parâmetros no ponto.

A análise temporal revelou que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre o ciclo anual atual (2024/2025) em comparação com os anos anteriores para alguns parâmetros. No ponto PMQACH 257, único ponto sem tratamento do município de Marilândia, observou-se um padrão temporal evidente de aumento para alumínio total e sólidos dissolvidos totais. A tendência de diminuição ao longo do tempo foi observada para bário total e zinco total (**Figura 6-163**).

Figura 6-163 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

	Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Cobre Total	Dureza Total	Manganês Total	Nitrato	SDT	Sulfato	Zinco Total
PMQACH 257	↑	↓	—	—	—	—	—	↑	—	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;
 ↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

Em relação à análise sazonal não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as estações secas e chuvosas para nenhum dos parâmetros analisados no ponto sem tratamento do município de Marilândia.

6.23.2 Pontos com tratamento

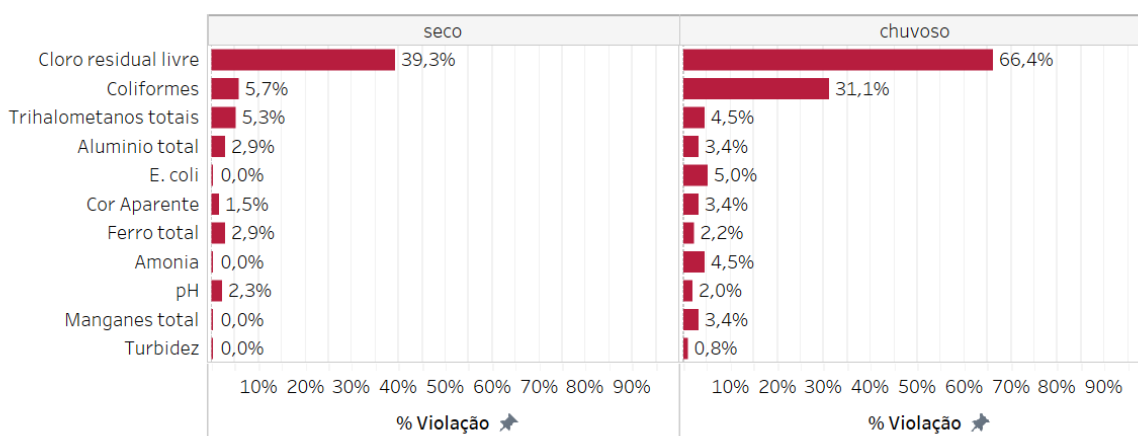
6.23.2.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Marilândia-ES, no ponto com tratamento, destacam-se o cloro residual livre e coliformes, por apresentarem elevados percentuais de violação para pelo menos um dos períodos (seco ou chuvoso) analisados. O cloro residual livre violou, no geral, o limite inferior legal estabelecido na legislação para o parâmetro. A baixa concentração de cloro residual livre na água pode levar à contaminação por microrganismos, como foi observado com o elevado percentual de violação para coliformes, principalmente no período chuvoso (31,1% no período chuvoso e 5,7% no período seco) (**Figura 6-164**). Importante ressaltar que o ponto é monitorado apenas na saída do tratamento, e, portanto, os resultados observados para coliformes e cloro residual livre, indicam que o tratamento pode não estar sendo eficiente.

Ainda que em baixos percentuais, *E. coli*, amônia, manganês total e turbidez, violaram os limites legais somente no período chuvoso (**Figura 6-164**). Com exceção do cloro residual livre e coliformes, os demais parâmetros apresentaram violação abaixo de 6% (**Figura 6-164**).

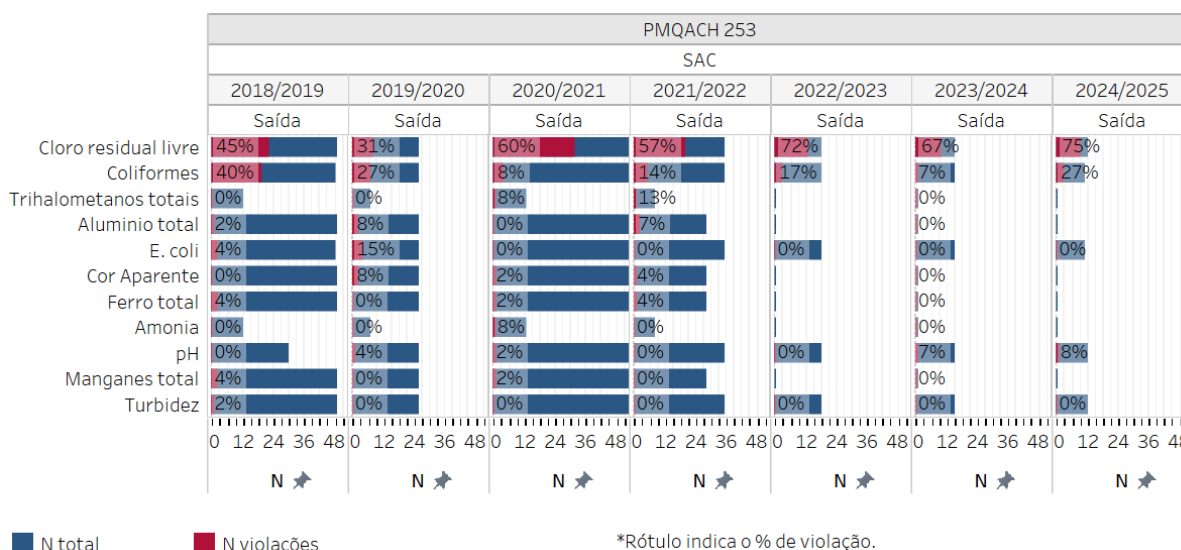
Para o ponto com tratamento do município de Marilândia, cabe destacar que, por se tratar de um reservatório, de acordo com a Portaria GM/MS nº 888, é necessário o monitoramento dos parâmetros *E. Coli*, coliformes, cloro, pH e turbidez.

Figura 6-164 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto com tratamento do município de Marilândia-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



O ponto PMQACH 253, apresenta abastecimento tipo SAC, captação superficial e monitoramento somente na saída do tratamento, pois trata-se de um reservatório. No último ciclo, 2024/2025, cloro residual livre violou a legislação em 75% das amostras do período (9 de 12 amostras) e coliformes em 27% (3 de 11 amostras), resultados que representaram um aumento no percentual desconforme em relação ao ciclo anterior. Pontualmente, pH apresentou violação em 1 das 12 amostras do ciclo de 2024/2025 (8%), resultado similar ao do ciclo anterior (**Figura 6-165**).

Figura 6-165 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 253 localizado no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.

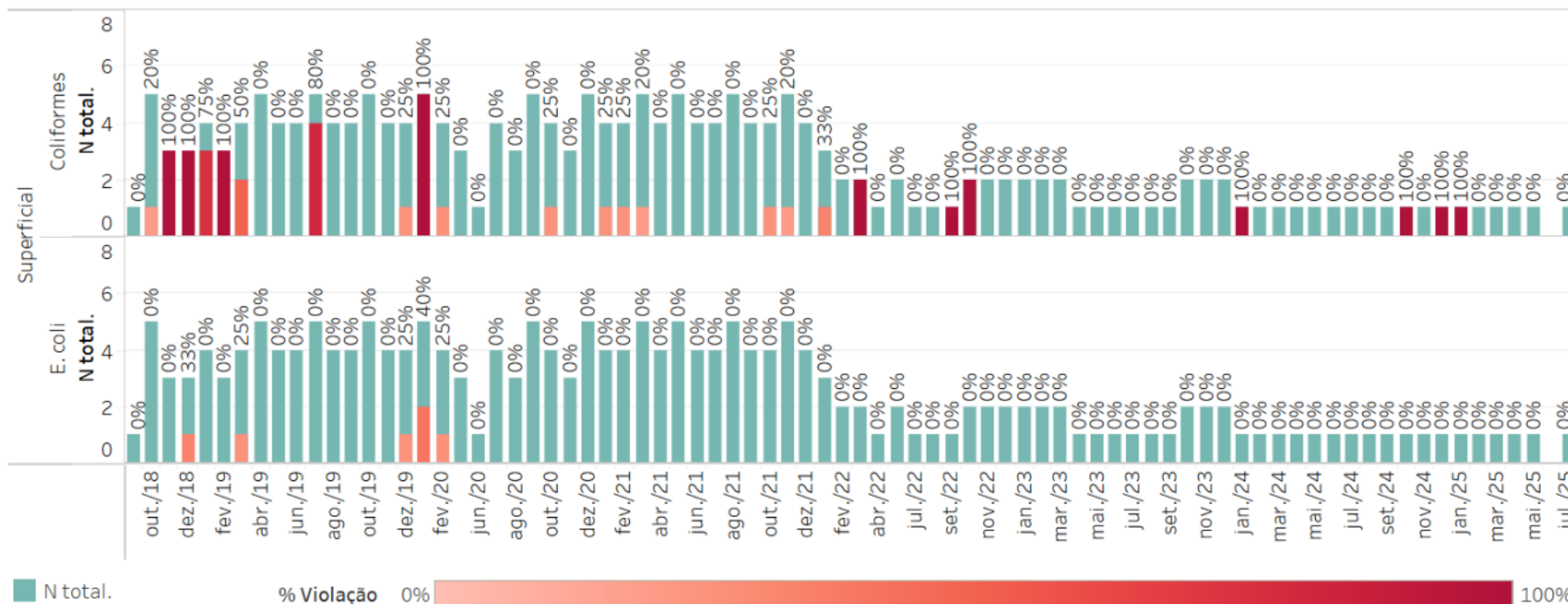


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.23.2.2 Avaliação temporal e sazonal

No ponto PMQACH 253 a presença de coliformes foi mais significativa especialmente no início do monitoramento, entre outubro/2018 e março/2019. Após este período os registros da presença de coliformes foram pontuais. No último ciclo de monitoramento (julho/2024 a julho/2025), o contaminante foi identificado apenas nos meses de outubro e dezembro/2024 e janeiro/2025. A presença de *E. coli*, por sua vez ocorreu em 5 meses. Desde março/2020 não há registro da presença de *E. coli*. Não foi observado um padrão sazonal nítido para *E. coli*. Por outro lado, foi possível observar um efeito da sazonalidade na variação dos coliformes, com maiores percentuais de violação ocorrendo em meses com maior incidência de chuva (Figura 6-166).

Figura 6-166 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Marilândia-ES.



De acordo com a análise temporal do ponto de saída do PMQACH 253, o único parâmetro que apresentou diferença significativa entre o ciclo atual (2024/2025) e os ciclos anteriores foi o pH. Contudo não foi identificado um padrão claro de aumento ou diminuição ao longo do tempo (**Figura 6-167**).

Figura 6-167 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		pH
PMQACH 253	Saída	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;
↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

A análise sazonal evidenciou que apenas cloro residual livre apresentou diferença significativa entre as estações seca e chuvosa ($p < 0,05$) no ponto de saída do PMQACH 253, único ponto com tratamento monitorado no município de Marilândia. Os valores mais elevados para o cloro residual livre foram observados durante o período seco (**Figura 6-168**).

Figura 6-168 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Cloro Residual Livre
PMQACH 253	Saída	●

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

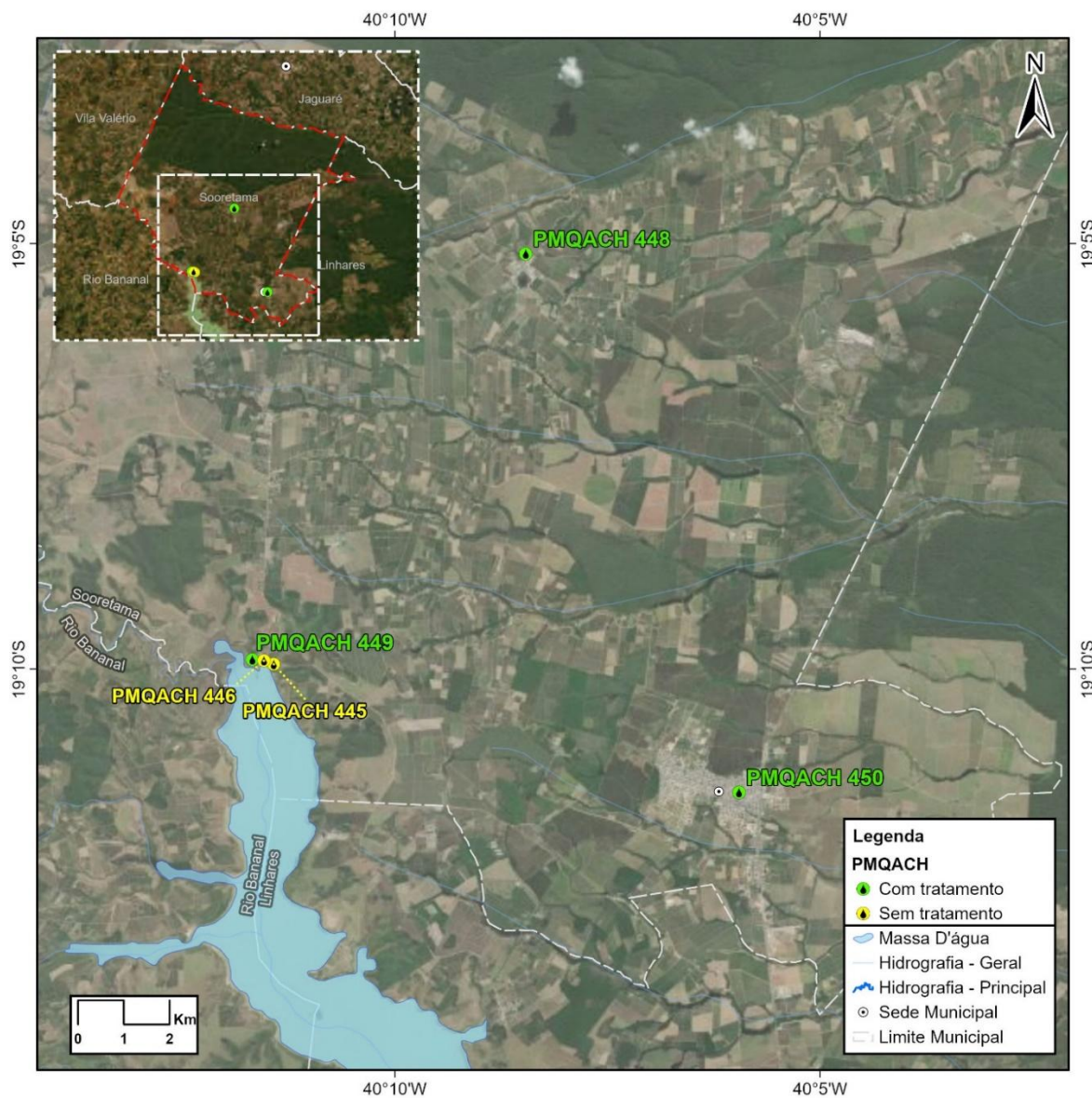
6.24 SOORETAMA

No município de Sooretama-ES, foram considerados 05 (cinco) pontos de monitoramento. Destes, 3 (três) possuem tratamento e são do tipo Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e 2 (dois) não possuem tratamento e são do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) (Figura 6-169 e Quadro 6-24).

Quadro 6-24 - Características dos pontos do município de Sooretama considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 445	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 446	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 448	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA nº 357/2005 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 449	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		Ativo
PMQACH 450	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		Ativo

Figura 6-169 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Sooretama-ES.



6.24.1 Pontos sem tratamento

6.24.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

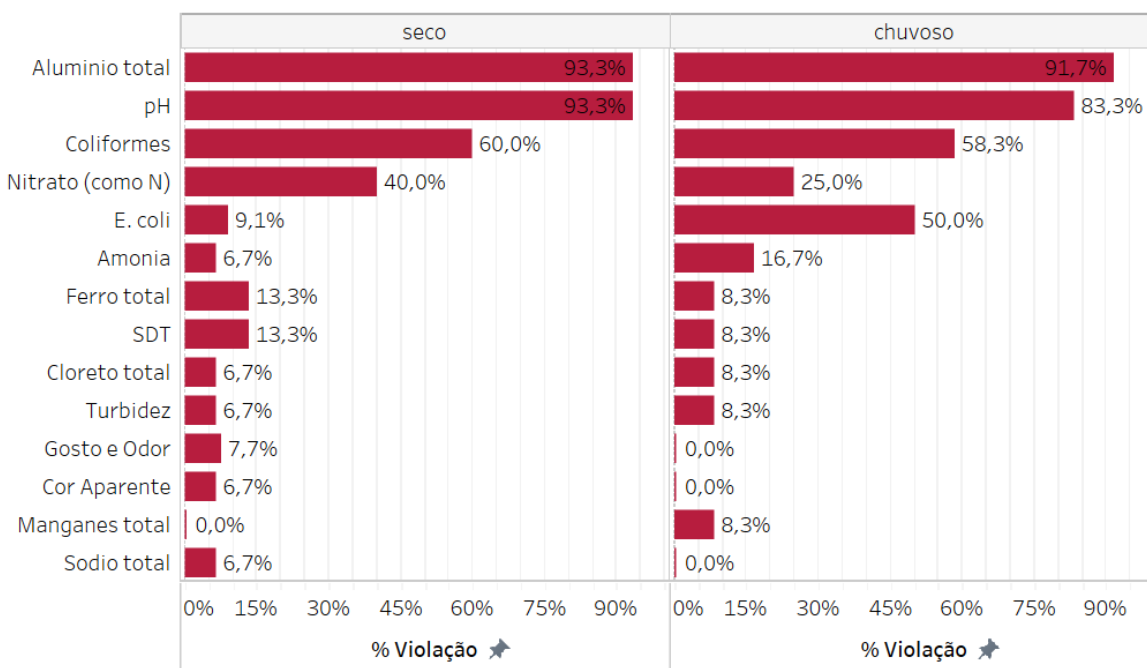
Para o município de Sooretama-ES, destacam-se os parâmetros alumínio total e pH com percentuais de violação acima de 90% em pelo menos um dos períodos sazonais e coliformes, nitrato e *E. coli* com pelo menos 40% de violação em um dos períodos sazonais (**Figura 6-170**).

Alumínio total possui ocorrência natural na bacia do rio Doce, presente na composição de solos e rochas da região (PIRH Doce, 2021). Já em relação aos resultados de pH, todos foram inferiores ao limite mínimo legal, indicando característica ácida da água.

Coliformes apresentou aproximadamente 60% de violação tanto no período seco quanto no período chuvoso, enquanto *E. coli* apresentou 9,1% de violação no período seco e 50% de violação durante o período chuvoso (**Figura 6-170**). A presença *E. coli* nas amostras indica relação com contaminação fecal da água provenientes de esgoto doméstico ou criação de animais. Embora contemple um grande grupo de bactérias de vida livre que podem ocorrer naturalmente no solo, na água e em plantas, a presença de coliformes também é em alerta para possível exposição da fonte a focos de poluição ou contaminação. No município de Sooretama-ES, o percentual de esgotamento sanitário adequado é de 58,5% (IBGE, 2022) e, comparativamente com outros municípios do estado do Espírito Santo, ocupa a 34ª posição (de um total de 78 municípios), sendo que a 1ª posição corresponde ao município com maior percentual de esgotamento sanitário (IBGE, 2010). A ausência de tratamento adequado de esgoto (em quase metade do município) pode ajudar a explicar a contaminação por coliformes e *E. coli*, parâmetros indicados como prioritários para gestão da qualidade da água na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Destacam-se ainda violações do parâmetro nitrato com 40% de violação no período seco e 25% no período chuvoso. O aumento de nitrato em águas superficiais está geralmente associado às práticas agrícolas intensivas, uso excessivo de fertilizantes, lançamento de esgoto doméstico e industrial, além de processos naturais como a decomposição de matéria orgânica e erosão do solo (**Figura 6-170**).

Demais parâmetros apresentaram percentuais de violação inferiores a 20% em ambos os períodos sazonais (**Figura 6-170**).

Figura 6-170 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento do município de Sooretama-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



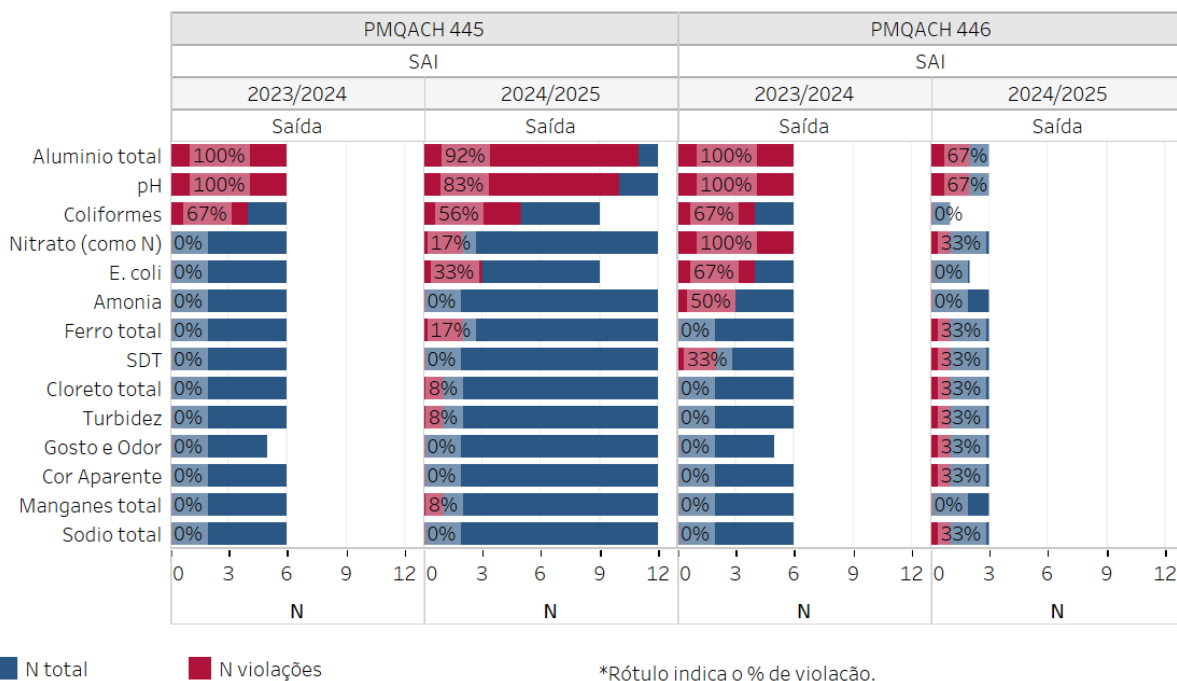
Dois pontos sem tratamento de água foram monitorados, todos com captação subterrânea e do tipo SAI (PMQACH 445 e PMQACH 446). As amostragens tiveram início em janeiro/2024 com a 2ª revisão bianual do PMQACH.

No ponto PMQACH 445, houve redução no percentual de violação em 2024/2025, para alumínio total (92%, 11 de 12 amostras) e pH (83%, 10 de 12 amostras), embora ainda sejam percentuais tão elevados quanto no ciclo anterior (**Figura 6-171**). Coliformes também apresentou discreta redução no percentual desconforme no último ciclo (56%, 5 de 9 amostras) em relação ao anterior. Registraram violação pela primeira vez no monitoramento os parâmetros *E. coli* com 33% (3 de 9 amostras), ferro total e nitrato com 17% (2 de 12 amostras) e cloreto, turbidez e manganês total com violação de 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-171**).

No ponto PMQACH 446 foram realizadas apenas 3 campanhas no ciclo de 2024/2025. Neste período foi registrada violação aos limites legais de 67% para alumínio total e pH (2 de 3 amostras) e 33% para nitrato (1 de 3 amostras) (**Figura 6-171**). Estes resultados representaram uma redução no percentual desconforme de 2024/2025 em relação ao ciclo

anterior. Foi ainda observada violação pontual em 1 das 3 amostras do último ciclo (33%) para ferro total, sólidos dissolvidos totais, cloreto total, turbidez, gosto e odor, cor aparente e sódio total (Figura 6-171).

Figura 6-171 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 445 e PMQACH 446, localizados no município de Sooretama-ES, entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.24.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos sem tratamento e com captação subterrânea, a presença de coliformes somente não foi registrada nos meses de julho, outubro e dezembro/2024 e janeiro/2025 (Figura 6-172). A presença de *E. coli* somente não foi registrada nos meses de maio a outubro/2024, dezembro/2024, janeiro, abril e junho/2025. Não foi identificado um padrão temporal ou sazonal evidente para a presença destes contaminantes.

Figura 6-172 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Sooretama-ES.



A coleta de água dos pontos amostrais sem tratamento do município de Sooretama foi iniciada no ciclo de 2023/2024, não possuindo dados dos ciclos anteriores. Desta forma, não foi possível a realização da análise temporal. Contudo, foram realizadas as coletas mínimas que possibilitaram a execução da análise sazonal dos dados, apontando as tendências dos parâmetros entre os períodos seco e chuvoso.

Com relação a análise sazonal, apenas o ponto PMQACH 445 possuiu parâmetros que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os períodos de seca e chuva. Cloreto total apresentou valores significativamente maiores no período de chuvas, enquanto nitrato apresentou valores maiores no período de seca. (Figura 6-173).

Figura 6-173 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de janeiro/2024 a julho/2025.

	Cloreto Total	Nitrato
PMQACH 445	●	●

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

6.24.2 Pontos com tratamento

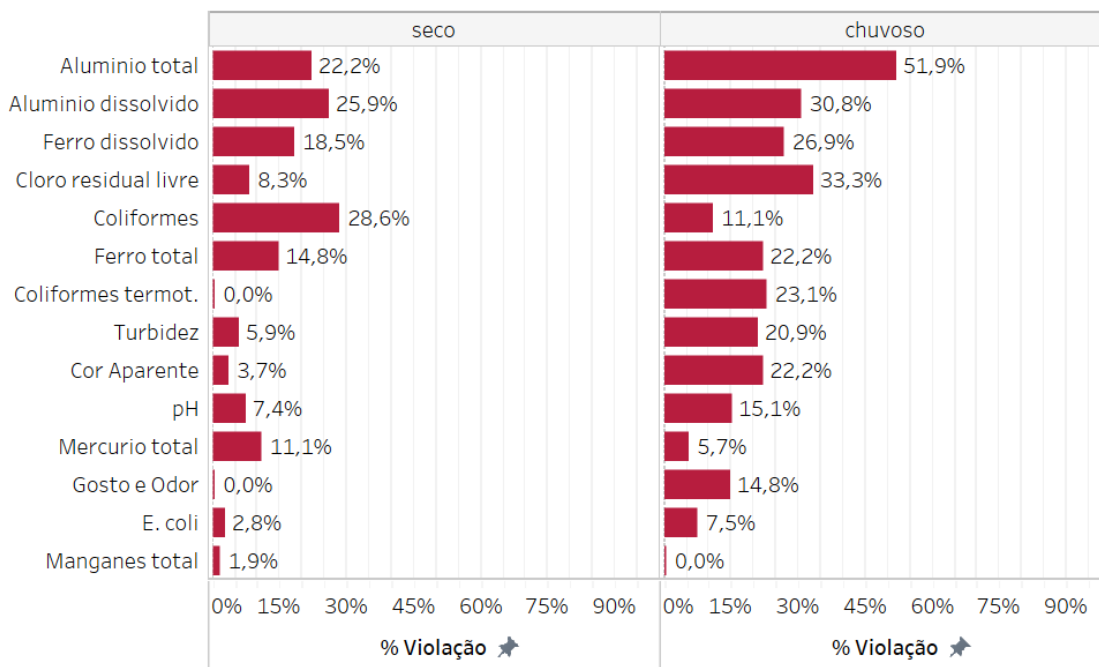
6.24.2.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

No município de Sooretama-ES, nos pontos com tratamento de água, os parâmetros que apresentaram os maiores percentuais de violação à legislação aplicável foram alumínio total (22,2% no período seco e 51,9% no período chuvoso), alumínio dissolvido (25,9% no período seco e 30,8% no período chuvoso), ferro dissolvido (18,5% no período seco e 26,9% no período chuvoso) e cloro residual (8,3% no período seco e 33,3% no período chuvoso). Nestes casos, os maiores percentuais de violação ocorreram no período chuvoso (**Figura 6-174**).

As concentrações de cloro residual livre, de maneira geral, violaram o limite inferior legal, o que é causado pela baixa concentração de cloro na água. Já as elevadas concentrações de ferro dissolvido e alumínio dissolvido, podem ser explicadas pela origem natural destes elementos, que ocorre nas rochas e solos da bacia do rio Doce e contribuem com o elevado teor destes metais nas águas (PIRH Doce, 2021).

Demais parâmetros apresentaram percentual de violação inferior a 30%, sendo eles, no geral, mais elevados no período chuvoso em relação ao período seco. (**Figura 6-174**).

Figura 6-174 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos com tratamento do município de Sooretama-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



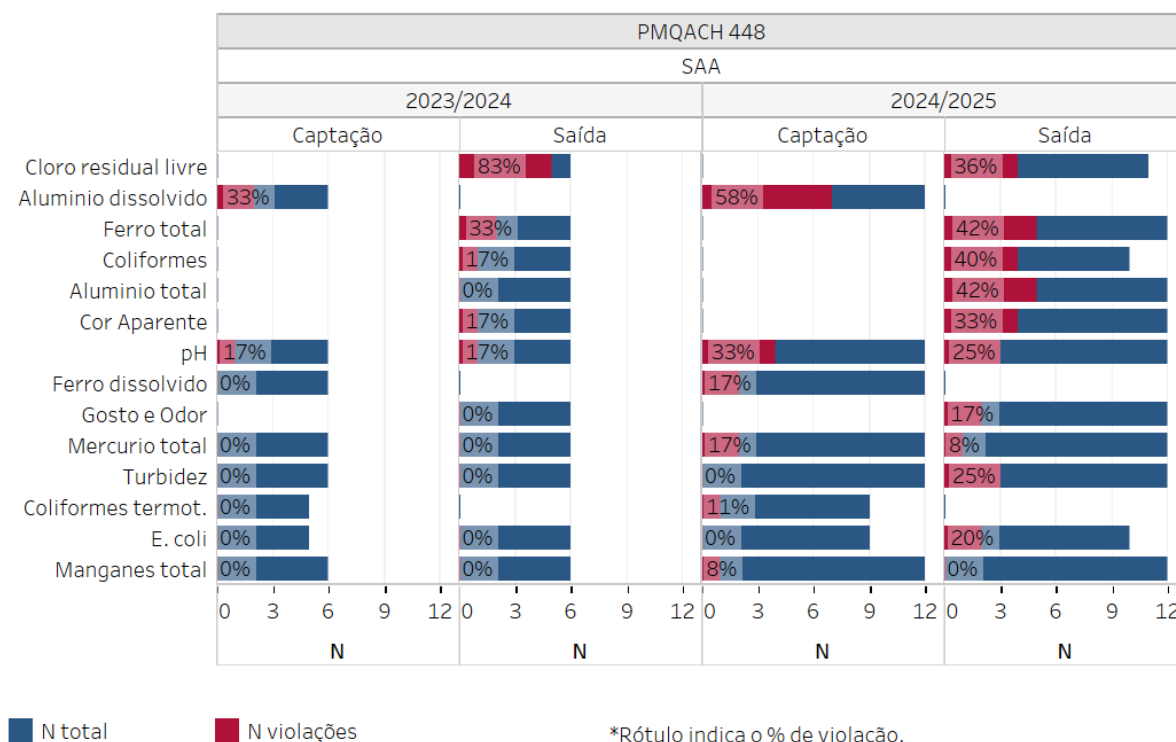
Três pontos com tratamento de água foram monitorados, sendo todos com abastecimento tipo SAA e captação superficial (PMQACH 448, 449 e 450). As amostragens tiveram início em janeiro/2024 com a 2ª revisão bianual do PMQACH.

Na captação do ponto PMQACH 448, alumínio dissolvido apresentou 58% de violação nas amostras do ciclo de 2024/2025 (7 de 12 amostras), resultado que representa um aumento no percentual em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-175**). Ainda na captação foi registrada violação pela primeira vez no monitoramento para os parâmetros ferro dissolvido (17%, 2 de 12 amostras), coliformes termotolerantes (11%, 1 de 9 amostras) e manganês total (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-175**).

O parâmetro pH apresentou, em 2024/2025, 33% de violação aos limites legais na captação, considerando o total de amostras no período. Quando avaliado na saída esse percentual foi de 25% (3 de 12 amostras) (**Figura 6-175**). Mercúrio total apresentou 17% de violação na captação (2 de 12 amostras) e 8% na saída, após o tratamento (1 de 12 amostras). Turbidez e *E. coli* que apresentaram conformidade na captação, registraram, respectivamente, violações de 25% (3 de 12 amostras) e 20% (2 de 10 amostras) das amostras da saída do sistema de tratamento (**Figura 6-175**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento foram registradas violações para os parâmetros cloro residual (36%, 4 de 11 amostras), ferro total (42%, 5 de 12 amostras), coliformes (40%, 4 de 10 amostras), alumínio total (42%, 5 de 12 amostras), cor aparente (33%, 4 de 12 amostras) e gosto e odor (17%, 2 de 12 amostras) (**Figura 6-175**). Com exceção de cloro residual cujo resultado representou uma redução no percentual desconforme, demais parâmetros registram aumento em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-175**).

Figura 6-175 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 448, localizado no município de Sooretama-ES, entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

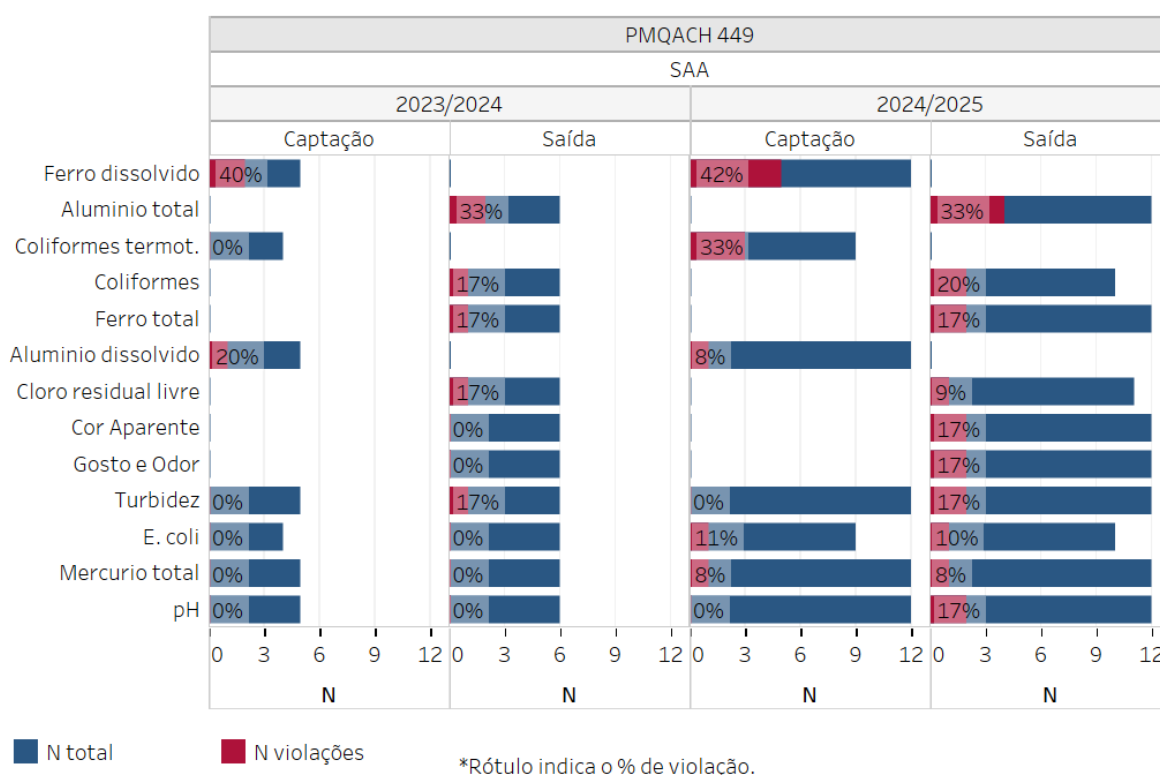
Na captação do ponto PMQACH 449, em 2024/2025, ferro dissolvido apresentou percentual de violação similar ao do ciclo anterior (42%, 5 de 12 amostras), enquanto violações observadas para alumínio dissolvido tiveram redução (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-176**). Ainda na captação, coliformes termotolerantes que não havia apresentado desconformidade em 2023/2024, registrou violações em 3 das 9 amostras do último ciclo (33%) (**Figura 6-176**).

Ainda em 2024/2025, *E. coli* apresentou na captação do sistema de tratamento violação pontual de 11% (1 de 8 amostras), similar ao encontrado na saída (10%, 1 de 10 amostras). Turbidez e pH não apresentaram desconformidade na captação do sistema e, quando

avaliados na saída do tratamento, registraram violação de 17% (2 de 12 amostras) (**Figura 6-176**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, foram observadas violações para alumínio total (33%, 4 de 12 amostras), coliformes (20%, 2 de 10 amostras), ferro total, cor aparente e gosto e odor (17%, 2 de 12 amostras) e cloro residual (9%, 1 de 11 amostras) (**Figura 6-176**).

Figura 6-176 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 449, localizado no município de Sooretama-ES, entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



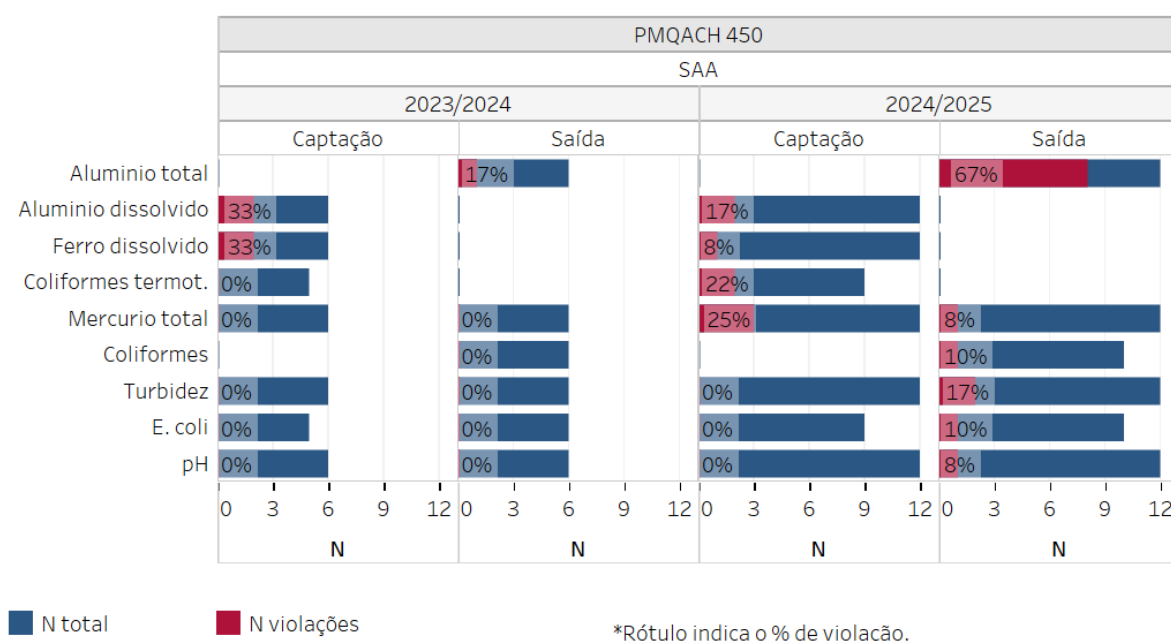
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Na captação do ponto PMQACH 450, em 2024/2025, foram registradas violações entre as amostras de alumínio dissolvido de 17% (2 de 12 amostras) e ferro dissolvido de 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-177**). Estes resultados indicam redução no percentual de violação em relação ao ciclo anterior. Coliformes termotolerante, por outro lado, que não havia registrado desconformidade em 2023/2024, registrou, no último ciclo, 22% de violação na captação (2 de 9 amostras) (**Figura 6-177**). Mercúrio total, que também não havia registrado desconformidade com a legislação em 2023/2024, registrou 25% de violação na captação e

8% na saída do sistema de tratamento. Embora tenham apresentado conformidade na captação do sistema, foram verificadas violações na saída do tratamento para turbidez (17%, 2 de 12 amostras), *E. coli* (10%, 1 de 1 amostras) e pH (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-177**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, foram registradas violações no último ciclo para alumínio total (67%, 8 de 12 amostras) e coliformes (10%, 1 de 10 amostras) (**Figura 6-177**).

Figura 6-177 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 450, localizado no município de Sooretama-ES, entre janeiro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.24.2.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída dos pontos com tratamento de água de captação superficial, houve maior frequência de registros da presença de coliformes e *E. coli* especialmente no último ciclo de monitoramento (julho/2024 a julho/2025). Considerando todo período de monitoramento, a presença de coliformes foi identificada em 5 dos 16 meses monitorados e a presença de *E.*

coli em 3 dos 16 meses (**Figura 6-178**). Não foi identificada sazonalidade ou padrões para a presença dos microrganismos (**Figura 6-178**).

Figura 6-178 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Sooretama-ES.



A coleta dos pontos com tratamento deste município foi iniciada no ciclo de 2023/2024, não possuindo dados dos ciclos anteriores. Desta forma, não foi possível a realização da análise de tendência temporal.

Com relação a análise sazonal dos pontos com tratamento foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) entre os períodos de seca e chuva para alguns parâmetros, tanto na captação quanto na saída de tratamento (**Figura 6-179**).

O ponto PMQACH 448 apresentou maiores valores para nitrato no período da seca, tanto na captação quanto na saída de tratamento. Cloro residual livre e gosto e odor, apresentaram diferença sazonal significativa na saída do tratamento, sendo o cloro maior na seca e gosto e odor na chuva (**Figura 6-179**).

Já o ponto PMQACH 449 apresentou diferença significativa sazonal, sendo observados valores maiores todos no período chuvoso. Esse padrão foi observado para bário total, cor

aparente e manganês na captação e para sólidos dissolvidos totais na saída do tratamento de água (**Figura 6-179**).

O ponto PMQACH 450 apresentou diferença significativa sazonal ($p < 0,05$) com valores maiores na captação para bário total e cor aparente, no período das chuvas, e manganês total, no período seco. Já na saída de tratamento, o único parâmetro que apresentou diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso, foi ferro total, apresentando concentrações superiores no período chuvoso (**Figura 6-179**).

Figura 6-179 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de janeiro/2024 a julho/2025.

		Bário Total	Cloro Residual Livre	Cor Aparente	Ferro Total	Gosto e Odor	Manganês Total	Nitrato	SDT
PMQACH 448	Captação							●	
	Saída		●			●		●	
PMQACH 449	Captação	●		●			●		
	Saída								●
PMQACH 450	Captação	●		●			●		
	Saída				●				

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

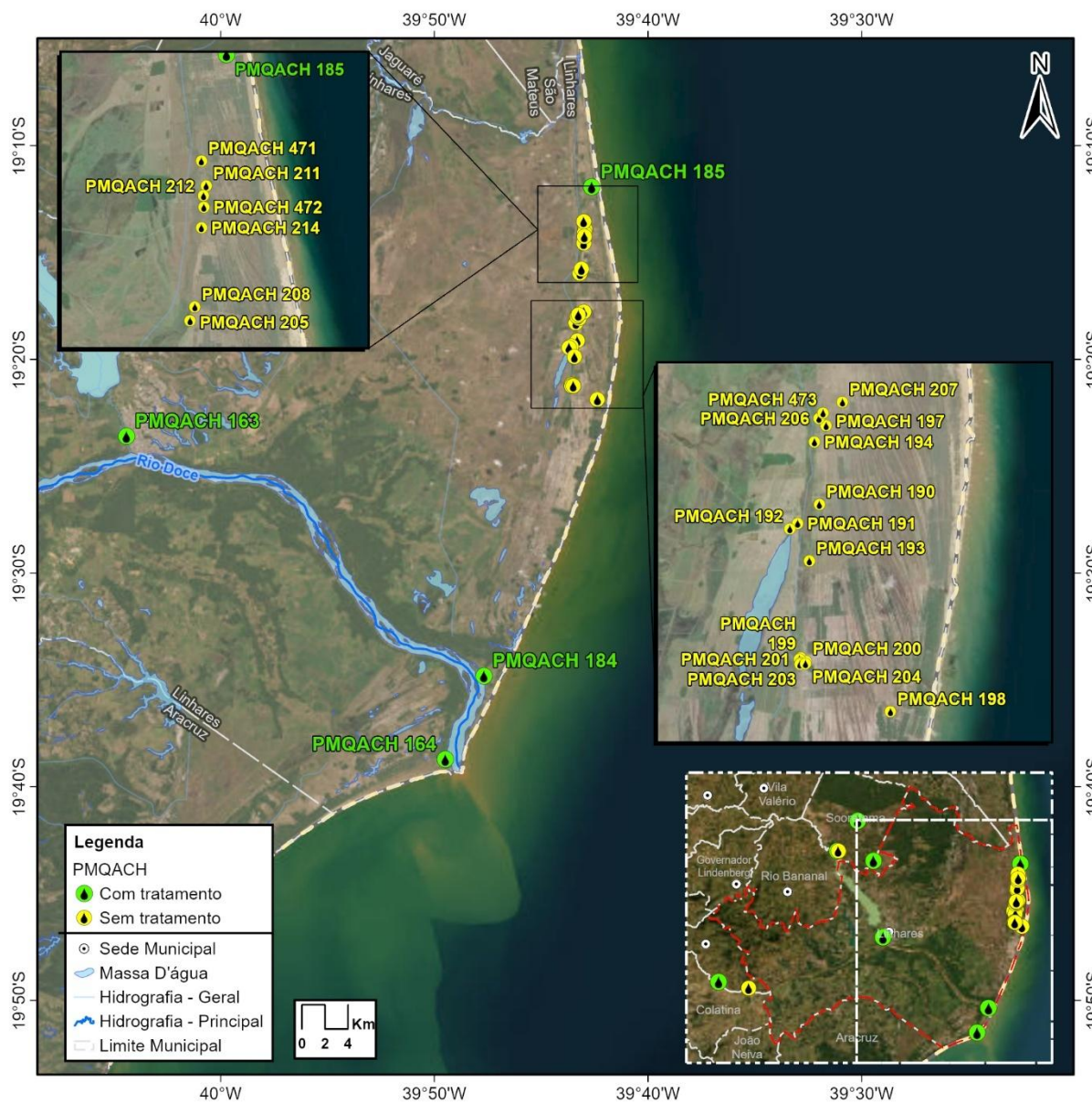
6.25 LINHARES

No município de Linhares-ES, foram considerados 27 (vinte e sete) pontos de monitoramento. Destes, 4 possuem tratamento e são do tipo Sistemas de Abastecimento de Água (SAA). Os demais não possuem tratamento, sendo três do tipo SAC (Solução Alternativa Coletiva) e restante do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) (**Figura 6-180 e Quadro 6-25**).

Quadro 6-25 - Características dos pontos do município de Linhares considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 163	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 164	Subterrânea	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 396/2008 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 184	Subterrânea	SAA	Sim	Captação e Saída		Ativo
PMQACH 185	Subterrânea	SAA	Sim	Captação e Saída		Ativo
PMQACH 190	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 191	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 192	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 193	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 194	Subterrânea	SAC	Não	Saída		Ativo
PMQACH 197	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 198	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 199	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 200	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 201	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 202	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 203	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 204	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 205	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 206	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 207	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 208	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 211	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 212	Subterrânea	SAC	Não	Saída		Ativo
PMQACH 214	Subterrânea	SAC	Não	Saída		Ativo
PMQACH 471	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 472	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Ativo	
PMQACH 473	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Ativo	

Figura 6-180 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Linhares-ES.



6.25.1 Pontos sem tratamento

6.25.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

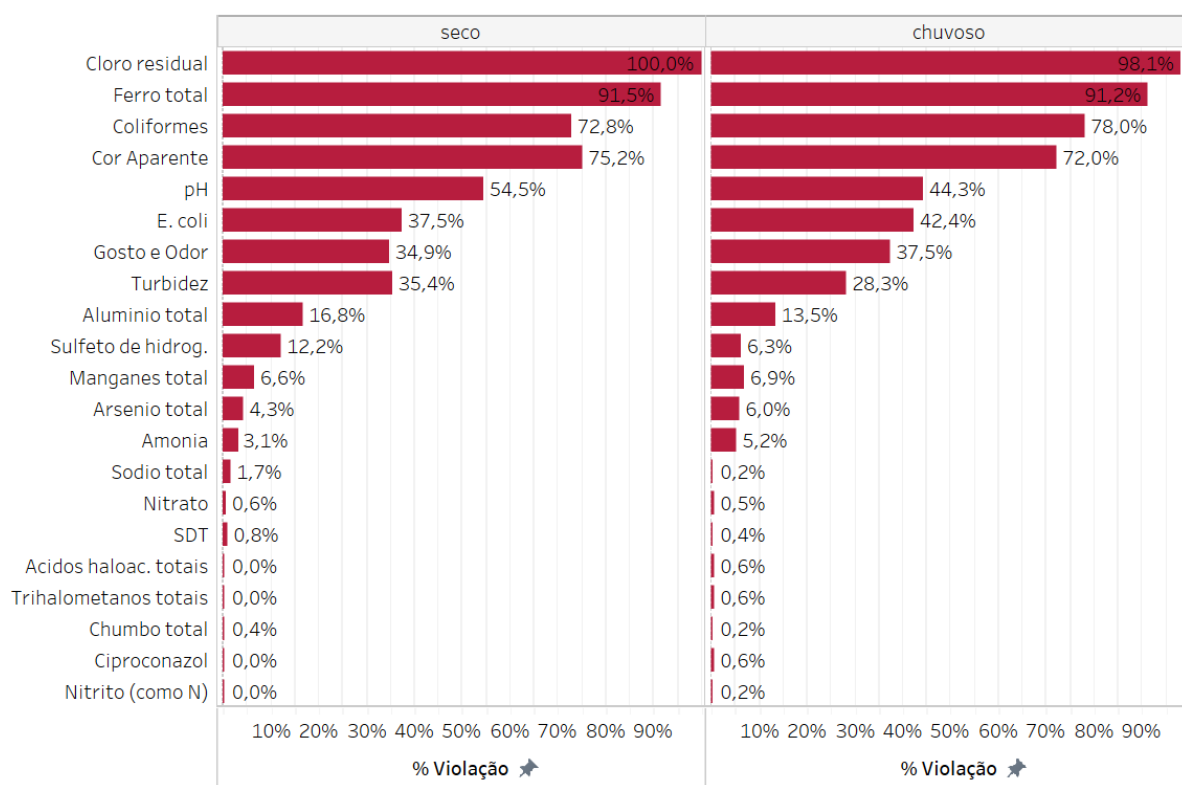
Para o município de Linhares-ES, destacam-se as violações do cloro residual, ferro total, coliformes e cor aparente por apresentarem mais de 70% de violação para os períodos seco e chuvoso (**Figura 6-181**). Cloro residual apresentou 100% de violação no período seco e 98,1% de violação no período chuvoso. Este parâmetro, no geral, violou o limite legal inferior, apresentando concentrações abaixo do preconizado pela legislação, o que era esperado, dado que os pontos não apresentam tratamento de água. Reforça-se, no entanto, que a partir de janeiro de 2022, com a primeira revisão bianual do PMQACH, o cloro residual deixou de ser monitorado. Os elevados percentuais de violação observados referem-se à períodos pretéritos à esta revisão.

A ausência de adição de cloro nos pontos sem tratamento e, conseqüentemente, as concentrações baixas ou inexistência de cloro, ajudam a explicar a contaminação por coliformes (72,8% de violação no período seco e 78% no período chuvoso) e *E. coli* (37,5% de violação no período seco e 42,4% no período chuvoso) (**Figura 6-181**). A presença *E. coli* nas amostras indica relação com contaminação fecal da água provenientes de esgoto doméstico ou criação de animais. Embora contemple um grande grupo de bactérias de vida livre que podem ocorrer naturalmente no solo, na água e em plantas, a presença de coliformes também é em alerta para possível exposição da fonte a focos de poluição ou contaminação. De acordo com o IBGE (2012), 80,17% do município de Linhares possui esgotamento sanitário adequado. Comparando-o com os municípios do Espírito Santo (total de 78 municípios), Linhares ocupa a 11ª posição entre os municípios com maior taxa de esgotamento sanitário adequado, sendo que a 1ª posição corresponde ao município com maior taxa de esgotamento sanitário adequado do estado. Embora o percentual de tratamento adequado de esgoto tenha aumentado (em relação ao censo de 2010, onde o percentual era de 66,7%), a baixa eficiência do sistema pode ajudar a explicar a contaminação por coliformes e *E. coli*, dois parâmetros indicados como prioritários para gestão da qualidade da água na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021).

Ferro total apresentou 91,5% de violação no período seco e 91,2% no período chuvoso. O elevado percentual de concentração de ferro na água pode ser explicado pela presença deste parâmetro de forma natural nas rochas e nos solos da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021) (Figura 6-181).

Não foi observada diferença clara nos percentuais de violação entre os períodos seco e chuvoso. Ademais, 12 dos 21 parâmetros que registraram desconformidade apresentaram percentual de violação inferior a 15% em ambos os períodos (Figura 6-181).

Figura 6-181 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento do município de Linhares-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Vinte e três pontos sem tratamento de água foram monitorados no município de Linhares, todos eles com captação subterrânea. Desses, três são do tipo SAC, enquanto os demais são do tipo SAI.

Os pontos PMQACH 190 e PMQACH 191, destacam-se as violações em 100% das amostras de ferro total ao longo de todo o período monitorado (**Figura 6-182**).

Além disso, no ponto PMQACH 190, houve aumento no percentual de violação para cor aparente em 2024/2025 (83%, 10 de 12 amostras) em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-182**). Em menor percentual, turbidez também apresentou aumento no percentual desconforme em 2024/2025 (17%, 2 de 12 amostras). Gosto e odor apresentou em 2024/2025 mesmo percentual de violação do ciclo anterior em 6 das 12 amostras (50%). Houve redução no percentual desconforme no último ciclo para os parâmetros pH (42%, 5 de 12 amostras) e coliformes (30%, 3 de 10 amostras) (**Figura 6-182**).

No ponto PMQACH 191, em 2024/2025, cor aparente e pH apresentaram desconformidade em 9 das 12 amostras do período (75%), o que representou uma diminuição em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-182**). Ainda em relação ao último ciclo, 2024/2025, violações observadas para gosto e odor (33%, 4 de 12 amostras) e alumínio total (25%, 3 de 12 amostras), foram similares ao ciclo anterior. Manganês total, que até então não havia registrado desconformidade no monitoramento, apresentou, no último ciclo, violação pontual em 2 das 12 amostras do período (17%) (**Figura 6-182**).

Figura 6-182 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 190 e PMQACH 191, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Como característica geral, os pontos PMQACH 192 e PMQACH 193, apresentaram elevados percentuais de violação para ferro em 2024/2025 (100% e 92%, respectivamente). Percentual este semelhante ao de ciclos anteriores (**Figura 6-183**).

Destaca-se ainda, no ponto PMQACH 192, redução no percentual desconforme para cor aparente (83%, 10 de 12 amostras) (**Figura 6-183**). Também apresentaram redução no percentual de violação no último ciclo os parâmetros pH (58%, 7 de 12 amostras), coliformes (70%, 7 de 10 amostras), turbidez (8%, 1 de 12 amostras) e *E. coli* (9%, 1 de 11 amostras). Alumínio total apresentou aumento no percentual de violação em 2024/2025 em relação ao ciclo anterior, com 75% das amostras em desconformidade (9 de 12 amostras) (**Figura 6-183**). Gosto e odor apresentou em 2024/2025 metade das amostras avaliadas em desconformidade (50%, 6 de 12 amostras), mesmo resultado do ciclo anterior. Manganês total e sódio total, que até então não haviam registrado desconformidade no monitoramento, apresentaram violações de 33% (4 de 12 amostras) e 8% (1 de 12 amostras), respectivamente (**Figura 6-183**).

No ponto PMQACH 193, no último ciclo, houve redução no percentual de violação para coliformes (90%, 9 de 10 amostras) (**Figura 6-183**). Também apresentaram redução no percentual de violação os parâmetros cor aparente com 58% (7 de 12 amostras), gosto e odor com 25% (3 de 12 amostras) e pH com 33% (4 de 12 amostras). Turbidez, com 58% de violação em 2024/2025 (7 de 12 amostras), manteve o percentual do ciclo anterior (**Figura 6-183**). Arsenio total, manganês total e nitrato, cujas concentrações até então não haviam superado o limite legal, registraram violação pontual no último ciclo, em 1 das 12 amostras do período (8%) (**Figura 6-183**).

Figura 6-183 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 192 e PMQACH 193, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

O ponto PMQACH 194, no último ciclo de 2024/2025, apresentou pequena redução no percentual de violação para ferro total (91%, 10 de 11 amostras) (**Figura 6-184**). Também registraram redução no percentual de violação os parâmetros coliformes (60%, 6 de 10 amostras), pH (45%, 5 de 11 amostras) e turbidez e *E. coli* (9%, 1 das 11 amostras) (**Figura 6-184**). Apresentaram aumento no percentual desconforme o parâmetro cor aparente com 91% (10 de 11 amostras) e gosto e odor com 45% (5 de 11 amostras). Alumínio total apresentou em 2024/2025, percentual de violação (18%, 2 de 11 amostras) similar ao do ciclo anterior (**Figura 6-184**). O parâmetro sólidos dissolvidos totais que até então não havia registrado desconformidade em suas amostras ao longo do monitoramento, apresentou violação pontual ao limite legal, em 1 das 11 amostras do último ciclo (9%) (**Figura 6-184**).

No ponto PMQACH 197, 90% das amostras de coliformes do ciclo de 2024/2025 estiveram acima do limite legal (9 de 10 amostras), resultado que representa uma redução em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-184**). Cor aparente apresentou violação de 67%, o que também representa uma redução em relação aos últimos ciclos. Por outro lado, ferro total apresentou aumento no percentual de violação com 83% (10 de 12 amostras), assim como *E. coli* com 73% (8 de 11 amostras) e gosto e odor com 33% (4 de 12 amostras) (**Figura 6-184**). Com 50% de violação (6 das 12 amostras) pH manteve o percentual do ciclo anterior. Alumínio total que não havia apresentado desconformidade em 2023/2024, registrou violação pontual em uma das 12 amostras do período (8%). De modo similar, parâmetros que não haviam registrado desconformidade em todo o período de monitoramento registraram violações no último ciclo, como foi o caso de arsênio total (33%, 4 de 12 amostras), manganês total (17%, 2 de 12 amostras) e sódio total e sólidos dissolvidos totais (ambos com 8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-184**).

Figura 6-184 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 194 e PMQACH 197, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Como característica geral, os pontos PMQACH 198 e PMQACH 199, apresentaram 100% de violação para ferro total em 2024/2025 (todas as 12 amostras), repetindo o padrão dos ciclos anteriores.

No ponto PMQACH 198, em 2024/2025, com 83% de amostras acima do limite legal (10 de 12 amostras), os parâmetros turbidez e cor aparente reduziram seus percentuais desconformes em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-185**). Coliformes, com 67% de violação (6 de 9 amostras), gosto e odor com 42% (5 de 12 amostras) e amônia com 8% (1 de 12 amostras), também registraram redução nos percentuais desconformes de suas amostras no último ciclo em relação ao anterior. Por outro lado, foi observado aumento no percentual de violação no ciclo de 2024/2025 para arsênio (75%, 9 de 12 amostras) em relação ao ciclo anterior. *E. coli* apresentou padrão de violação similar no último ciclo em relação ao anterior com 30% das amostras do período em desconformidade (3 de 10 amostras) (**Figura 6-185**). Sódio total e pH, que até então não haviam registrado desconformidade em todo monitoramento, apresentaram violação pontual em 1 das 12 amostras de 2024/2025 (8%) (**Figura 6-185**).

No ponto PMQACH 199, em 2024/2025, houve redução no percentual de violação para os parâmetros cor aparente (42%, 5 de 12 amostras) e pH (58%, 7 de 12 amostras) em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-185**). Para coliformes, no último ciclo, foi registrado aumento no percentual de violação (70%, 7 de 10 amostras), assim como gosto e odor, cuja diferença em relação ao ciclo anterior foi menor, embora ainda assim represente um aumento (50%, 6 de 12 amostras) (**Figura 6-185**). *E. coli*, que em 2023/2024 havia apresentado conformidade, registrou violações em 2 das 11 amostras do último ciclo (18%) (**Figura 6-185**). Turbidez e manganês total que até então não haviam registrado violação em todo período monitorado, registraram, respectivamente, violações em 17% (2 de 12 amostras) e 8% (1 de 12 amostras) das amostras de 2024/2025 (**Figura 6-185**).

Figura 6-185 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 198 e PMQACH 199, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos PMQACH 200 e PMQACH 201 apresentaram violação em todas as 12 amostras de ferro total do ciclo de 2024/2025 (100%), tal como vinha sendo observado nos ciclos anteriores do monitoramento.

O ponto PMQACH 200 apresentou redução no percentual de violação para coliformes no último ciclo (80%, 8 de 10 amostras) em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-186**). Também apresentou redução no percentual desconforme o parâmetro pH (33%, 4 de 12 amostras). Cor aparente apresentou em 2024/2025 mesmo padrão de violação do ciclo anterior, com 50% das amostras em desconformidade (6 de 12 amostras) (**Figura 6-186**). Por outro lado, apresentaram aumento no percentual de violação, no último ciclo de 2024/2025, os parâmetros gosto e odor (33%, 4 de 12 amostras) e *E. coli* (36%, 4 de 11 amostras). Alumínio total que não havia apresentado desconformidade coma legislação em 2023/2024, apresentou violação pontual de 8%, em 1 das 12 amostras do último ciclo (**Figura 6-186**).

No ponto PMQACH 201, além de ferro total, também apresentaram violações em 100% das amostras do último ciclo (12 amostras) os parâmetros coliformes e cor aparente. *E. coli* registrou 80% das amostras do último ciclo em desconformidade com a legislação (8 de 10 amostras), resultado que representa um aumento em relação ao ciclo anterior. Gosto e odor registrou violação em 64% das amostras (7 de 11 amostras), percentual similar ao do ciclo anterior. O parâmetro pH registrou diminuição no percentual desconforme em 2024/2025 (27%, 3 de 11 amostras) em relação ao 2023/2024. Turbidez e manganês que não haviam apresentado desconformidade em 2023/2024, registraram violação pontual em 1 das 11 amostras (9%) (**Figura 6-186**).

Figura 6-186 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 200 e PMQACH 201, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

No ponto PMQACH 202, foi observado aumento no percentual de violação, em 2024/2025, para os parâmetros ferro total (100%, 12 amostras) e turbidez (33%, 4 de 12 amostras) (**Figura 6-187**). Por outro lado, foi registrada diminuição no percentual desconforme para coliformes (70%, 7 de 10 amostras) e pH (42%, 5 de 12 amostras). Mantiveram, em 2024/2025, percentuais iguais ou similares do ciclo anterior os parâmetros cor aparente (92%, 11 de 12 amostras), *E. coli* (36%, 4 de 11 amostras) e gosto e odor (58%, 7 de 12 amostras). Sódio total apresentou, pela primeira vez no monitoramento, violação pontual em 1 das 12 amostras do ciclo de 2024/2025 (8%) (**Figura 6-187**).

No ponto PMQACH 203, violações observadas em 2024/2025 para ferro total (100%, 12 amostras), cor aparente (92% 11 de 12 amostras) e pH (33%, 4 de 12 amostras) foram exatamente as mesmas observadas no ciclo anterior (**Figura 6-187**). Houve redução no percentual desconforme em 2024/2025 para coliformes (64%, 7 de 11 amostras), turbidez (17%, 2 de 12 amostras) e *E. coli* (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-187**). Gosto e odor registrou aumento no percentual desconforme, com 8 das 12 amostras de 2024/2025 em desconformidade (67%). Sódio total apresentou, pela primeira vez no monitoramento, violação pontual em 1 das 12 amostras do ciclo de 2024/2025 (8%) (**Figura 6-187**).

Figura 6-187 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 202 e PMQACH 203, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

No ponto PMQACH 204, ferro total apresentou, em 2024/2025, 100% das amostras em desconformidade (12 amostras), repetindo o padrão que vem sendo observado desde o início do monitoramento (**Figura 6-188**). Houve redução no percentual desconforme para cor aparente (67%, 8 de 12 amostras), pH (42%, 5 de 12 amostras) e gosto e odor (50%, 6 de 12 amostras). Coliformes, em 2024/2025, apresentou aumento no percentual desconforme em 2024/2025 com 70% de violação (7 de 10 amostras). Alumínio manteve em 2024/2025 mesmo percentual de violação do ciclo anterior, com pontual 8% (1 de 12 amostras). *E. coli* e turbidez que não haviam registrado desconformidade em 2023/2024, registraram, respectivamente 18% (2 de 11 amostras) e 8% (1 de 12 amostras) de violação no último ciclo. Sódio total apresentou, pela primeira vez no monitoramento, violação pontual em 1 das 12 amostras do ciclo de 2024/2025 (8%) (**Figura 6-188**).

No ponto PMQACH 205, em 2024/2025, coliformes registrou 70% de violação das amostras do período (7 de 10 amostras), pH 75% (9 de 12 amostras), *E. coli* 55% (6 de 11 amostras) e ferro total 33% (4 de 12 amostras) (**Figura 6-188**). Estes resultaram representaram uma redução no percentual desconforme em relação ao ciclo anterior. Turbidez registrou violação pontual em 1 das 12 amostras do ciclo de 2024/2025 (8%). Gosto e odor, nitrato e sódio total, que até então não haviam registrado desconformidade com a legislação, apresentaram violação pontual em 1 das 12 amostras de 2024/2025 (8%) (**Figura 6-188**).

Figura 6-188 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 204 e PMQACH 205, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

No ponto PMQACH 206, em 2024/2025, foi registrado 70% de violação para coliformes (7 de 10 amostras), 50% para pH, cor aparente e gosto e odor (5 de 10 amostras) e 10% para turbidez (1 de 10 amostras). Estes resultados representaram uma redução no percentual desconforme em relação ao último ciclo. Por outro lado, houve aumento no percentual de violação em 2024/2025 para ferro total (100%, 10 amostras), *E. coli* (70%, 7 de 10 amostras) e alumínio total (20% 2 de 10 amostras). Arsênio total apresentou, pela primeira vez no monitoramento, violação em 1 das 10 amostras do ciclo de 2024/2025 (10%) (**Figura 6-189**).

No ponto PMQACH 207, no último ciclo, cor aparente e ferro total violaram os limites legais em todas as 11 amostras coletadas (100%), repetindo a tendência observada nos ciclos anteriores (**Figura 6-189**). Coliformes apresentou, em 2024/2025, redução no percentual de violação (90%, 9 de 11 amostras) (**Figura 6-189**). O parâmetro pH também registrou redução no percentual desconforme, com 55% de violação (6 de 11 amostras). Por outro lado, os parâmetros que registraram aumento no percentual de violação no último ciclo foram gosto e odor (73%, 8 de 11 amostras), *E. coli* (82%, 9 de 11 amostras), turbidez (55%, 6 de 11 amostras) e alumínio total (64%, 7 de 11 amostras). Amônia e sólidos dissolvidos totais, que até então não haviam registrado desconformidade no monitoramento, violaram pontualmente 1 das 11 amostras do período (9%) (**Figura 6-189**).

Figura 6-189 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 206 e PMQACH 207, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.

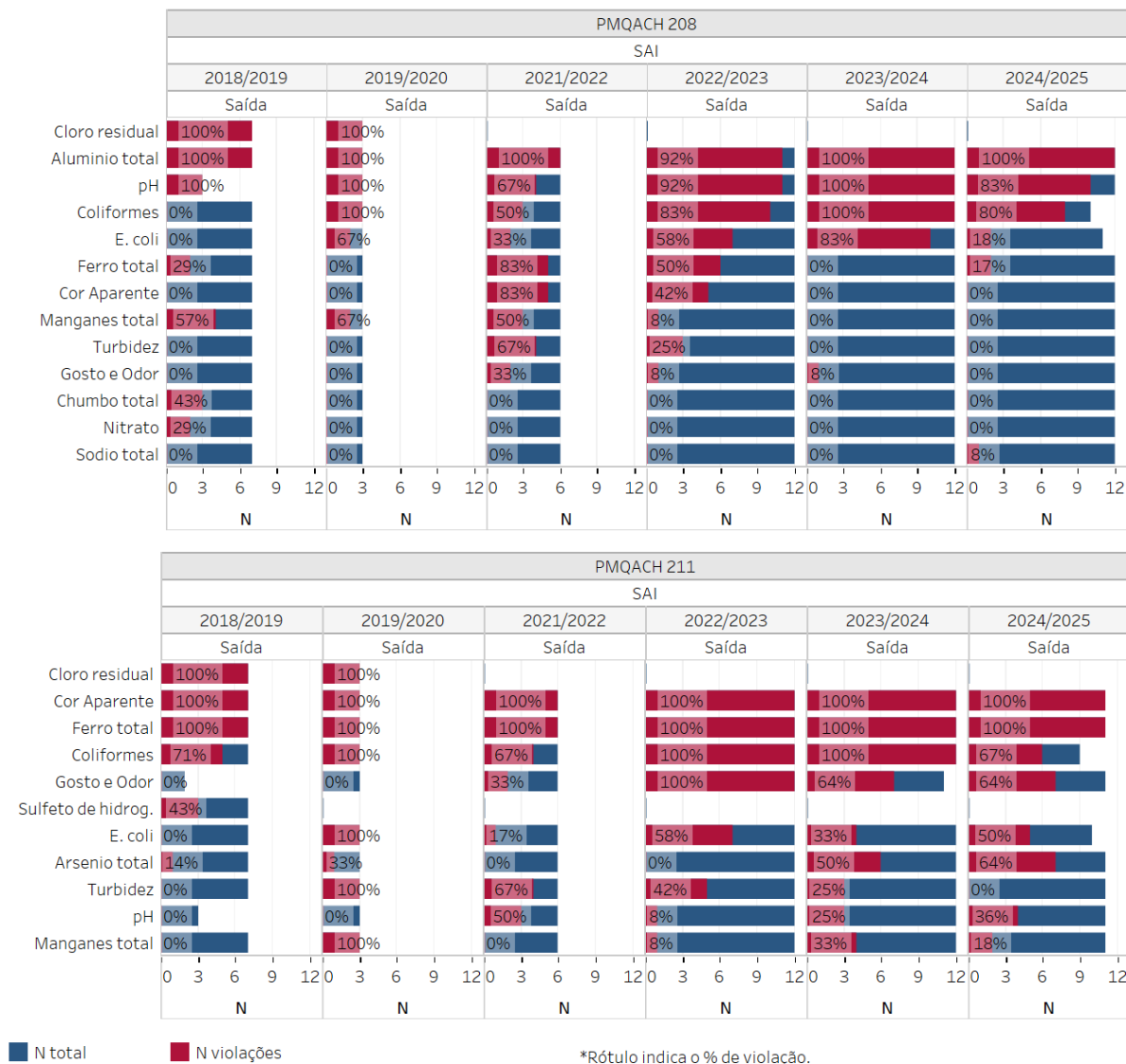


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

No ponto PMQACH 208, no ciclo de 2024/2025, alumínio total violou o respectivo limite legal em todas as amostras do período (100%, 12 amostras), repetindo o elevado percentual de violação observado desde o início do monitoramento (**Figura 6-190**). Ainda 2024/2025, foi registrado 83% de violação para pH (10 de 12 amostras), 80% para coliformes (8 de 10 amostras) e 18% para *E. coli* (2 de 11 amostras). Estes resultados representaram uma redução no percentual de violação do último ciclo em relação ao anterior. Ferro total, que não havia apresentado desconformidade em 2023/2024 registrou, no último ciclo, 17% de violação (**Figura 6-190**). Sódio total apresentou, pela primeira vez no monitoramento, violação pontual em 1 das 12 amostras do ciclo de 2024/2025 (8%) (**Figura 6-190**).

No ponto PMQACH 211, cor aparente e ferro total, violaram todas as amostras do ciclo de 2024/2025, repetindo o padrão observado desde o início do monitoramento, em que estes parâmetros apresentam 100% de violação em todas as campanhas (**Figura 6-190**). Houve aumento no percentual de violação, em 2024/2025, para *E. coli* (50%, 5 de 10 amostras), arsênio total (64%, 7 de 11 amostras) e pH (36%, 4 de 11 amostras) (**Figura 6-190**). Gosto e odor apresentou no último ciclo mesmo percentual de violação do ciclo anterior (64%, 7 de 11 amostras). Coliformes e manganês total, por sua vez, registraram redução no percentual de violação em 2024/2025 com 67% (7 de 11 amostras) e 18% (3 de 11 amostras), respectivamente, em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-190**).

Figura 6-190 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 208 e PMQACH 211, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

No ponto PMQACH 212, em 2024/2025, foi registrado 92% de violação à legislação das amostras do período para ferro total (11 de 12 amostras), 80% para coliformes (8 de 10 amostras), 50% para cor aparente (6 de 12 amostras), e 8% para amônia e gosto e odor (1 de 12 amostras) (**Figura 6-191**). Estes resultados representaram uma redução no percentual desconforme de 2024/2025 em relação ao ciclo anterior. Houve aumento no percentual de violação para *E. coli* (55%, 6 de 11 amostras) e turbidez (92% 11 de 12 amostras) (**Figura 6-191**). Pela primeira vez no monitoramento foi registrada violação para os parâmetros arsênio total (17%, 2 de 12 amostras), alumínio total e sólidos dissolvidos totais (ambos com 8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-191**).

O ponto PMQACH 214, em 2024/2025, registrou 92% de violação para ferro total (11 de 12 amostras), 50% para cor aparente (6 de 12 amostras), 58% para pH (7 de 12 amostras) e 8% para turbidez (1 de 12 amostras) (**Figura 6-191**). Estes resultaram representaram uma redução no percentual desconforme do último ciclo em relação ao anterior. Por outro lado, houve aumento no percentual de violação no último ciclo para coliformes (80%, 8 de 10 amostras), *E. coli* 36% (4 de 11 amostras) e gosto e odor (42%, 5 de 12 amostras) (**Figura 6-191**).

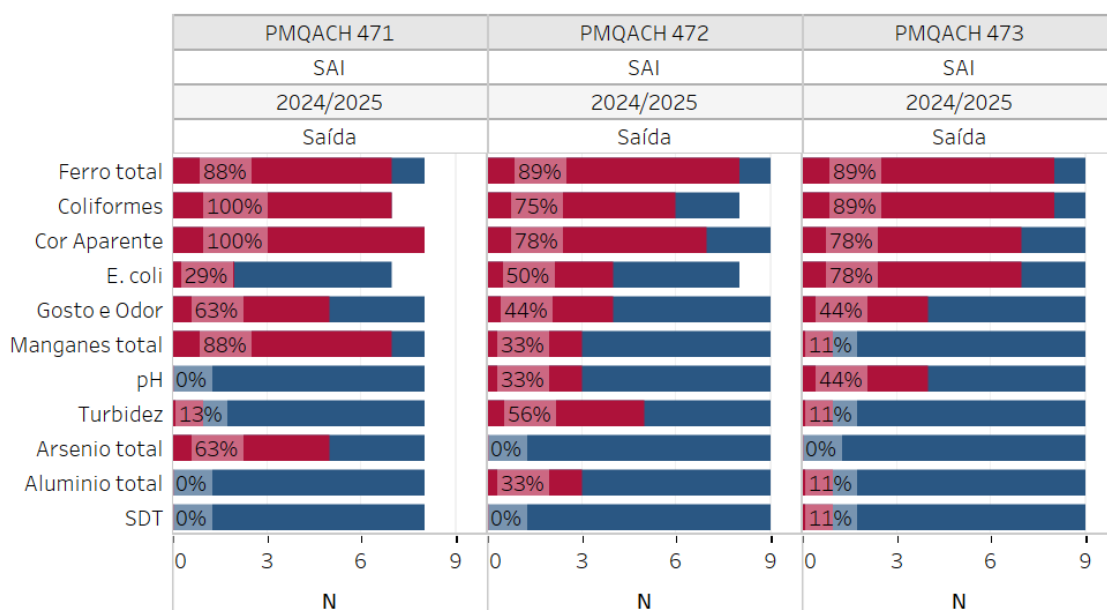
Figura 6-191 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 212 e PMQACH 214, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos PMQACH 471, PMQACH 472 e PMQACH 473 foram monitorados apenas a partir deste último ciclo de 2024/2025. Nestes três pontos destacam-se os maiores percentuais de violação à legislação para os parâmetros ferro total (88 a 89% de violação), coliformes (75% a 100%) e cor aparente (78% a 100%) (Figura 6-192).

Figura 6-192 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 471, PMQACH 472 e PMQACH 473, localizados no município de Linhares-ES, entre outubro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

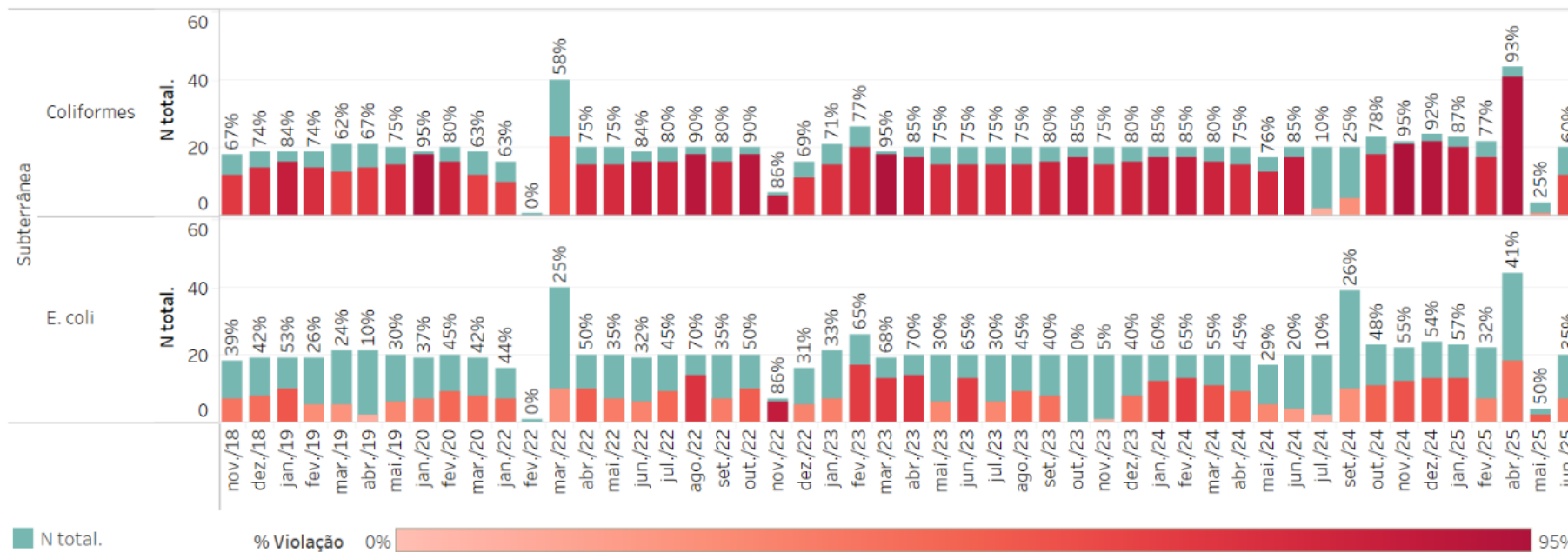
*Rótulo indica o % de violação.

Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.25.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos sem tratamento e com captação subterrânea, a presença de coliformes foi registrada em todos os meses de monitoramento, com percentuais que variaram entre 10% e 93% (Figura 6-193). A presença de *E. coli* não foi registrada somente em fevereiro/2022 e outubro/2023. Não foi identificado um padrão temporal ou sazonal evidente para a presença destes contaminantes (Figura 6-193).

Figura 6-193 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Linhares-ES.



A análise tendência temporal indicou comportamentos distintos entre os parâmetros em cada um dos pontos monitorados. A seguir, serão evidenciados os parâmetros que apresentaram diferença significativa entre o ciclo atual (2024/2025) e os ciclos anteriores que apresentaram um padrão de aumento ou diminuição ao longo do tempo.

Para alumínio total, observaram-se tendências de aumento nos pontos PMQACH 190, PMQACH 197 e PMQACH 214. Em relação ao arsênio total, verificou-se aumento nos pontos PMQACH 190, PMQACH 198, PMQACH 204 e PMQACH 207. Não foram evidenciados nenhum padrão de diminuição, tanto para o alumínio total quanto arsênio total, ao longo do tempo (**Figura 6-194**).

Para bário total, identificou-se aumento em PMQACH 190, PMQACH 192, PMQACH 206 e PMQACH 214, enquanto a diminuição ocorreu nos pontos PMQACH 191, PMQACH 208 e PMQACH 211. Quanto ao cloreto total, foram observadas tendências de diminuição nos pontos PMQACH 191, PMQACH 197, PMQACH 201, PMQACH 203, PMQACH 204 e PMQACH 207, enquanto tendências de aumento para esse parâmetro foram identificadas nos pontos PMQACH 190, PMQACH 192, PMQACH 194, PMQACH 206, PMQACH 212 e PMQACH 214 (**Figura 6-194**).

Cor aparente apresentou diminuição nos pontos PMQACH 190, PMQACH 192, PMQACH 193, PMQACH 194, PMQACH 197, PMQACH 199, PMQACH 200, PMQACH 204, PMQACH 205, PMQACH 207, PMQACH 212, e PMQACH 214. Não foi observado aumento nos valores desse parâmetro ao longo do tempo. Para dureza total, verificou-se queda nos pontos PMQACH 191, PMQACH 198 e PMQACH 203, enquanto apenas o ponto PMQACH 197 apresentou tendência de aumento ao longo do tempo (**Figura 6-194**).

O ferro total apresentou aumento nos pontos PMQACH 190, PMQACH 203, PMQACH 206 e PMQACH 207. Não foram identificadas tendências de diminuição em nenhum dos pontos monitorados. O parâmetro gosto e odor mostrou um padrão de diminuição apenas no ponto PMQACH 193 (**Figura 6-194**).

Para manganês total, observaram-se aumentos nos pontos PMQACH 192, PMQACH 206 e PMQACH 207, enquanto diminuições ocorreram nos pontos PMQACH 203 e PMQACH 205. Em relação ao pH, identificou-se diminuição apenas no ponto PMQACH 203, sem tendências de aumento nos demais. Para sódio total, observou-se diminuição nos pontos PMQACH 201, PMQACH 203, PMQACH 204 e PMQACH 207, enquanto apenas o ponto PMQACH 214 apresentou uma tendência de aumento ao longo do tempo (**Figura 6-194**).

O parâmetro sólidos dissolvidos totais (SDT) apresentou aumento nos pontos PMQACH 190, PMQACH 192, PMQACH 193, PMQACH 194, PMQACH 197, PMQACH 198 e PMQACH 199, enquanto diminuição ocorreu em PMQACH 201 e PMQACH 203. Para sulfato, houve aumento apenas em PMQACH 197, enquanto a tendência de diminuição ocorreu apenas em PMQACH 194. Por fim, zinco total apresentou tendências de diminuição nos pontos PMQACH 190, PMQACH 191, PMQACH 193, PMQACH 194, PMQACH 197, PMQACH 198, PMQACH 199, PMQACH 200, PMQACH 201, PMQACH 202, PMQACH 203, PMQACH 204, PMQACH 205 e PMQACH 206. Não houve ocorrência de aumento para esse parâmetro ao longo do tempo (**Figura 6-194**).

Não foi identificado nenhum padrão claro de aumento ou diminuição ao longo do tempo para nitrato em nenhum dos pontos sem tratamento monitorados no município de Linhares (**Figura 6-194**).

A análise temporal não foi realizada para os pontos PMQACH 471, PMQACH 472 e PMQACH 473 uma vez que esses pontos iniciaram o monitoramento no ciclo atual (2024/2025), não sendo possível a realização da análise temporal (**Figura 6-194**).

Figura 6-194 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

	Alumínio Total	Arsênio Total	Bário Total	Cloreto Total	Cor Aparente	Dureza Total	Ferro Total	Gosto e Odor	Manganês Total	Nitrato	pH	Sódio Total	SDT	Sulfato	Zinco Total
PMQACH 190	↑	↑	↑	↑	↓		↑	—					↑		↓
PMQACH 191	—		↓	↓		↓	—					—	—		↓
PMQACH 192	—		↑	↑	↓		—	—	↑			—	↑	—	—
PMQACH 193			—	—	↓	—		↓	—	—			↑	—	↓
PMQACH 194	—		—	↑	↓		—	—	—			—	↑	↓	↓
PMQACH 197	↑		—	↓	↓	↑	—			—			↑	↑	↓
PMQACH 198	—	↑		—		↓	—		—		—		↑		↓
PMQACH 199	—		—		↓	—			—				↑	—	↓
PMQACH 200	—		—	—	↓	—	—					—	—	—	↓
PMQACH 201	—		—	↓		—	—	—	—			↓	↓	—	↓
PMQACH 202	—		—	—		—	—	—	—			—	—	—	↓
PMQACH 203				↓	—	↓	↑	—	↓		↓	↓	↓	—	↓
PMQACH 204	—	↑	—	↓	↓	—	—	—				↓	—	—	↓
PMQACH 205	—		—	—	↓	—	—		↓	—	—	—	—	—	↓
PMQACH 206			↑	↑	—	—	↑	—	↑	—		—	—	—	↓
PMQACH 207	—	↑	—	↓	↓	—	↑	—	↑		—	↓	—		—
PMQACH 208	—		↓	—		—	—		—	—		—	—		—
PMQACH 211	—		↓			—	—	—	—			—	—	—	—
PMQACH 212				↑	↓			—			—	—	—		—
PMQACH 214	↑		↑	↑	↓	—	—	—				↑	—	—	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;
 ↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

A avaliação sazonal dos parâmetros revelou diferença significativa ($p < 0,05$) entre o período chuvoso e o período seco nos diferentes pontos monitorados. A seguir, os parâmetros nos quais essa diferença foi observada e em qual estação foram observados valores mais elevados.

Para alumínio total, observou-se predominância de valores mais elevados no período seco nos pontos PMQACH 198, PMQACH 207, PMQACH 211, PMQACH 214 e PMQACH 472 (**Figura 6-195**).

Arsênio total apresentou concentrações superiores no período chuvoso apenas para o ponto PMQACH 471. Para bário total, valores mais elevados no período chuvoso ocorreram apenas em PMQACH 193. No caso do cloreto total, foram observados valores superiores no período chuvoso nos pontos PMQACH 208, enquanto PMQACH 471 e PMQACH 472 apresentaram valores mais elevados na estação seca (**Figura 6-195**).

Dureza total foi maior no período chuvoso nos pontos PMQACH 192, PMQACH 205 e PMQACH 208. Quanto ao ferro total, verificaram-se concentrações mais elevadas no período seco apenas no PMQACH 214 (**Figura 6-195**).

Para gosto e odor, valores maiores no período chuvoso foram registrados nos pontos PMQACH 471 e PMQACH 473. Manganês total apresentou valores superiores na estação chuvosa apenas no ponto PMQACH 193, enquanto as concentrações maiores na seca ocorreram nos pontos PMQACH 197 e PMQACH 199 (**Figura 6-195**).

Para o pH, foram observados valores superiores apenas na estação chuvosa. Esses valores foram observados nos pontos PMQACH 203, PMQACH 206, PMQACH 211 e PMQACH 472. Para o parâmetro sódio total, concentrações mais elevadas foram registradas no período chuvoso em PMQACH 193, PMQACH 205, PMQACH 208 e PMQACH 214 (**Figura 6-195**).

Sólidos dissolvidos totais (SDT) apresentou valores maiores no período chuvoso nos pontos PMQACH 203, PMQACH 205 e PMQACH 471. Para sulfato, o único ponto que apresentou valores significativamente maiores durante a época chuvosa foi o PMQACH 204. Por fim, zinco total apresentou concentração superior na seca, ocorrendo diferença significativa apenas no ponto PMQACH 472 (**Figura 6-195**).

Os pontos PMQACH 190, PMQACH 191, PMQACH 194, PMQACH 200, PMQACH 201, PMQACH 202, PMQACH 212 não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) para nenhum parâmetro entre os períodos de seca e chuva.

Figura 6-195 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

	Alumínio Total	Arsênio Total	Bário Total	Cloreto Total	Dureza Total	Ferro Total	Gosto e Odor	Manganês Total	pH	Sódio Total	SDT	Sulfato	Zinco Total
PMQACH 192					●								
PMQACH 193			●					●		●			
PMQACH 197								●					
PMQACH 198	●												
PMQACH 199								●					
PMQACH 203									●		●		
PMQACH 204												●	
PMQACH 205					●					●	●		
PMQACH 206									●				
PMQACH 207	●												
PMQACH 208				●	●					●			
PMQACH 211	●								●				
PMQACH 214	●						●			●			
PMQACH 471		●		●			●				●		
PMQACH 472	●			●					●				●
PMQACH 473							●						

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

6.25.2 Pontos com tratamento

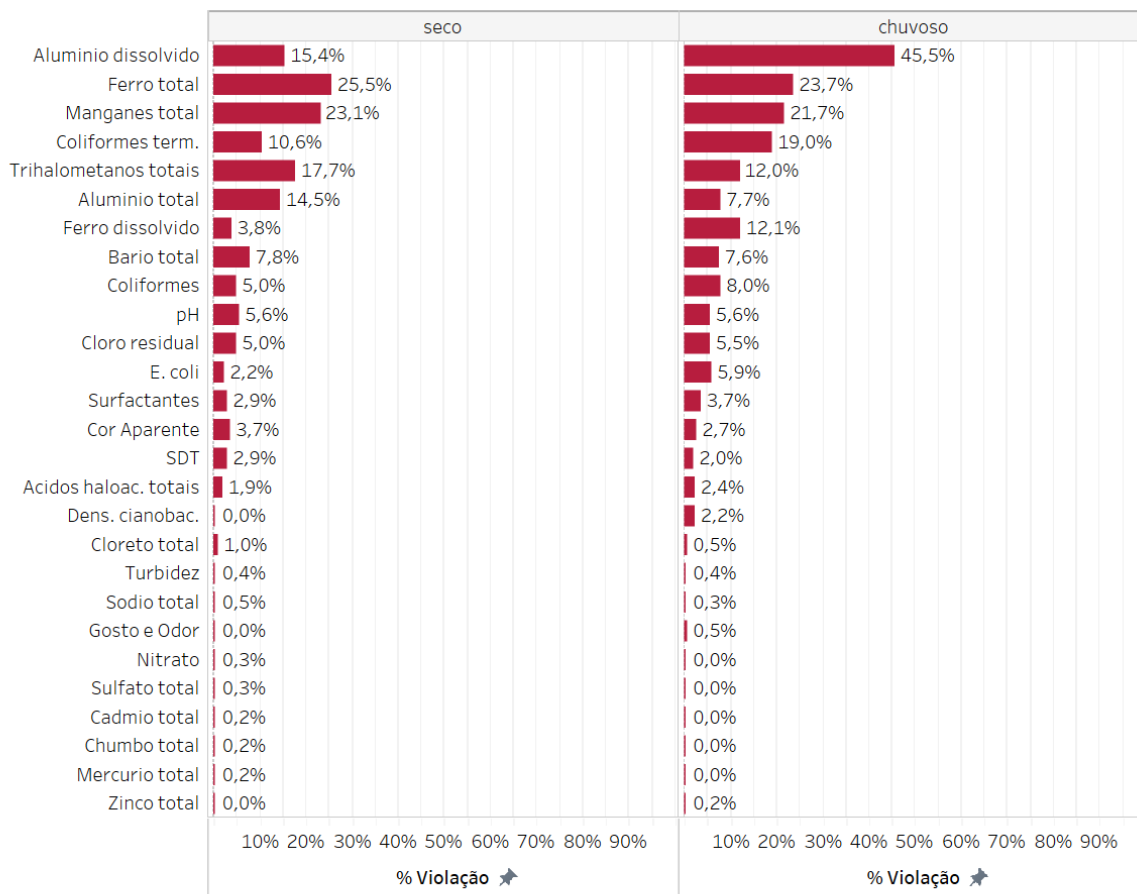
6.25.2.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Linhares-ES, alumínio dissolvido, ferro total e manganês total, foram os parâmetros que apresentaram os maiores percentuais de violação a legislação (acima de 20% em pelo menos um dos períodos sazonais) (**Figura 6-196**).

A presença de metais na captação dos pontos com tratamento, em concentrações acima dos limites legais em ambos os períodos, seco e chuvoso, pode estar relacionada a ocorrência natural destes elementos na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Além destes, percentuais de violação observados para trihalometanos totais (17,7% no período seco e 12% no período chuvoso) (**Figura 6-196**), monitorado na saída do tratamento, estão relacionados a própria aplicação de cloro no tratamento de água que, na presença de matéria orgânica, pode promover a formação de subprodutos, como é o caso deste elemento (SILVA & MELO, 2015).

Em relação a presença de contaminantes biológicos, tanto coliformes (5% no período seco e 8% no período chuvoso) quanto *E. coli* (2,2% no período seco e 5,9% no período chuvoso) apresentaram baixos percentuais de violação (**Figura 6-196**). Para coliformes termotolerantes, os percentuais de violação observados foram de 10,6% no período seco e 19% no período chuvoso, sendo este parâmetro monitorado na captação dos pontos com tratamento. Demais parâmetros apresentaram violações pontuais ao longo do monitoramento, com percentuais de violação inferiores a 15% (**Figura 6-196**).

Figura 6-196 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos com tratamento do município de Linhares-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



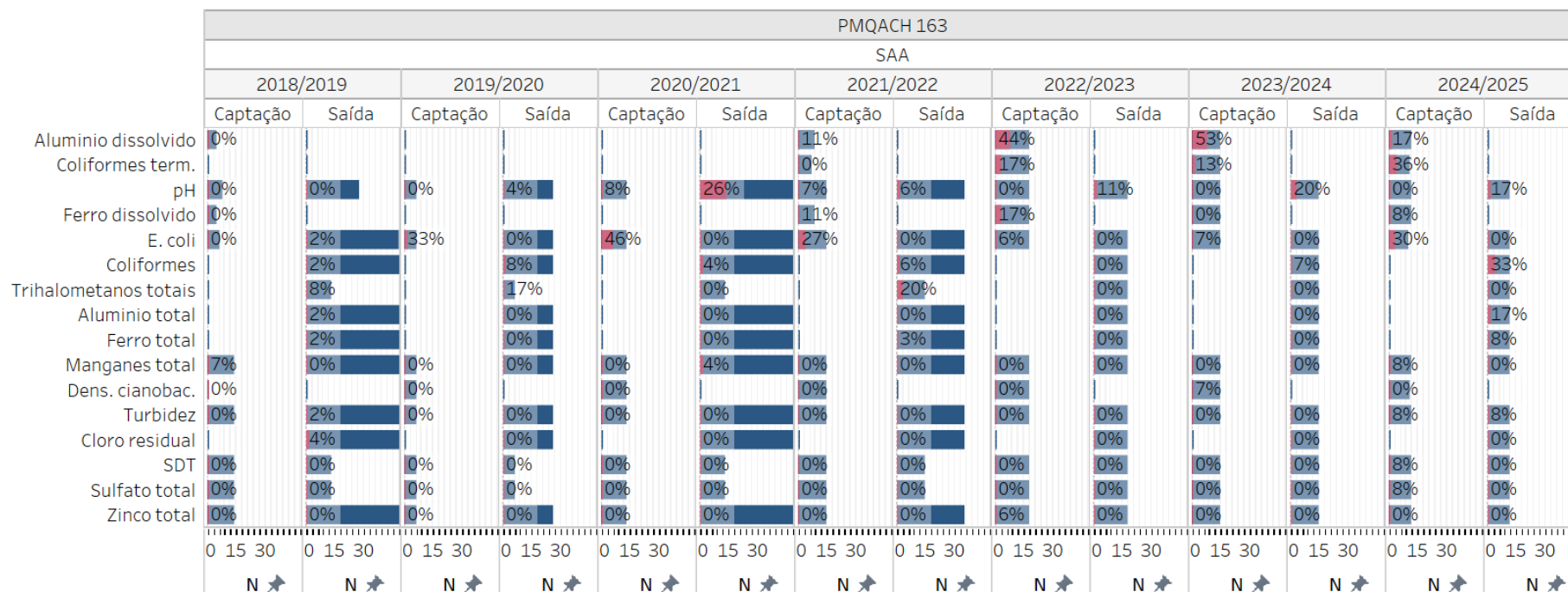
Quatro pontos com tratamento de água do tipo SAA foram monitorados, sendo 3 com captação subterrânea (PMQACH 164, PMQACH 184 e PMQACH 185) e 1 ponto com captação superficial (PMQACH 163).

Na captação do ponto PMQACH 163, em 2024/2025, foi observada redução no percentual de violação para alumínio total (17%, 2 de 12 amostras) em relação ao ciclo anterior. Para coliformes termotolerantes, o percentual de violação de 36% (4 de 11 amostras) observado na captação no último ciclo, representou um aumento em relação ao ciclo anterior. De modo similar, ferro dissolvido, monitorado exclusivamente na captação, apresentou violação pontual de 8% em 2024/2025, sendo que no ciclo anterior havia apresentado conformidade (**Figura 6-197**).

E. coli registrou 30% de violação na captação em 2024/2025 (3 de 10 amostras), resultado que também representou um aumento em relação ao ciclo anterior. No entanto, quando avaliada a saída do tratamento, o parâmetro apresentou conformidade com a legislação. Manganês total apresentou violação pontual na captação em 2024/2025 (8%, 1 de 12 amostras), porém conformidade na saída do tratamento. Turbidez apresentou 8% de violação tanto na captação quanto na saída (1 de 12 amostras). O parâmetro pH que apresentou conformidade na captação, registrou violação de 17% na saída do tratamento (2 de 12 amostras). Sólidos dissolvidos totais e sulfato total que não haviam apresentado, até então, desconformidade no monitoramento, registrara, violação pontual de 8% na captação no ciclo de 2024/2025 (1 de 12 amostras) (**Figura 6-197**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, foi registrada violação para os parâmetros coliformes (33%, 4 de 12 amostras), alumínio total (17%, 2 de 12 amostras) e ferro total (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-197**).

Figura 6-197 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 163, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



■ N total ■ N violações

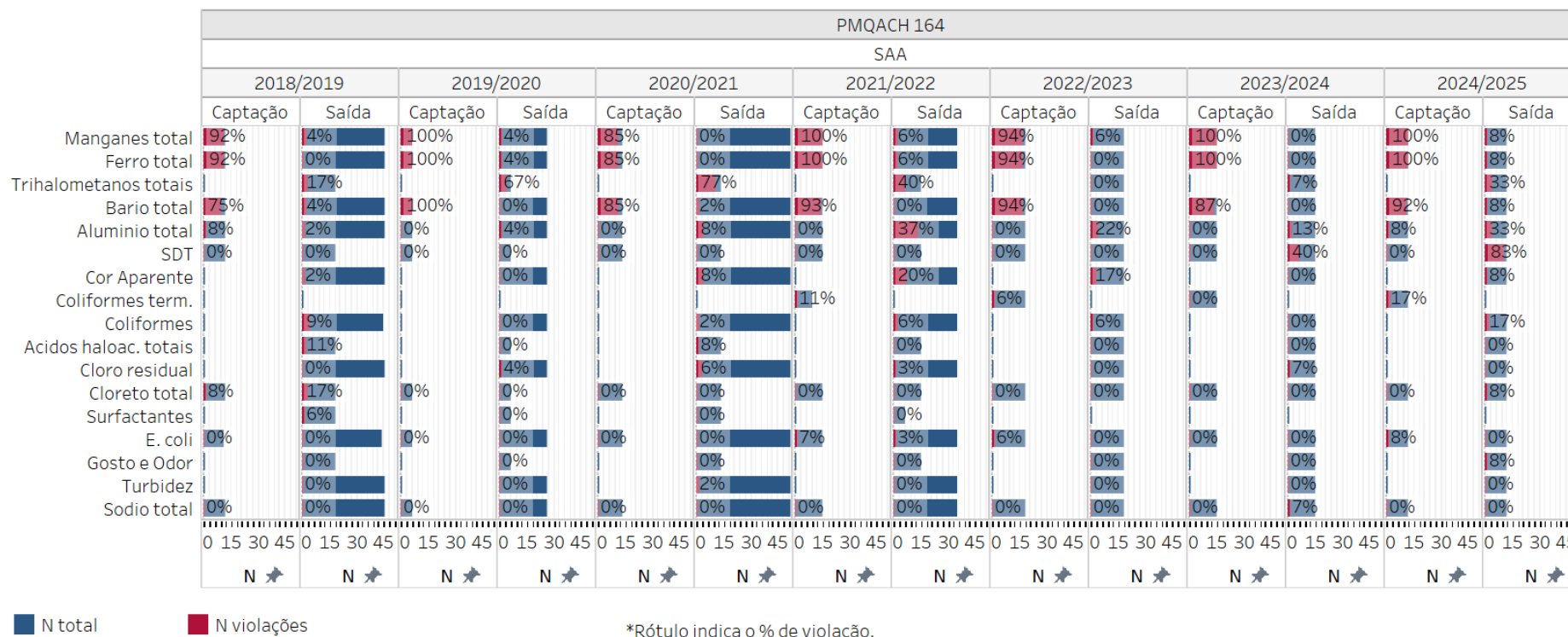
*Rótulo indica o % de violação.

Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Na captação do ponto PMQACH 164, em 2024/2025, manganês total e ferro total apresentaram 100% de violação à legislação nas amostras do período (12 amostras), mesmo resultado do ciclo anterior (**Figura 6-198**). Neste mesmo período e na captação, bário total apresentou aumento no percentual desconforme, com registro de 92% das amostras acima do limite máximo permitido pela legislação (11 de 12 amostras) (**Figura 6-198**). Também monitorados na saída, estes três parâmetros apresentaram violação pontual em 1 das 12 amostras do período (8%) após o tratamento da água (**Figura 6-198**). Alumínio total e *E. coli* apresentaram violação pontual de 8% na captação em 2024/2025 (1 de 12 amostras). Quando avaliados na saída do tratamento, enquanto *E. coli* apresentou conformidade, alumínio total registrou 33% de violação após o tratamento da água (4 de 12 amostras) (**Figura 6-198**). Sólidos dissolvidos totais e cloreto total, que não apresentaram violação na captação, registraram, respectivamente, desconformidade em 83% (10 de 12 amostras) e 8% (1 de 12 amostras), na saída do sistema, após o tratamento da água (**Figura 6-198**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, trihalometanos totais apresentou violação de 33% (4 de 12 amostras), coliformes de 17% (2 de 12 amostras) e cor aparente e gosto e odor de 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-198**). Estes resultados representaram aumento no percentual de violação na saída do tratamento em 2024/2025, em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-198**).

Figura 6-198 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 164, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.

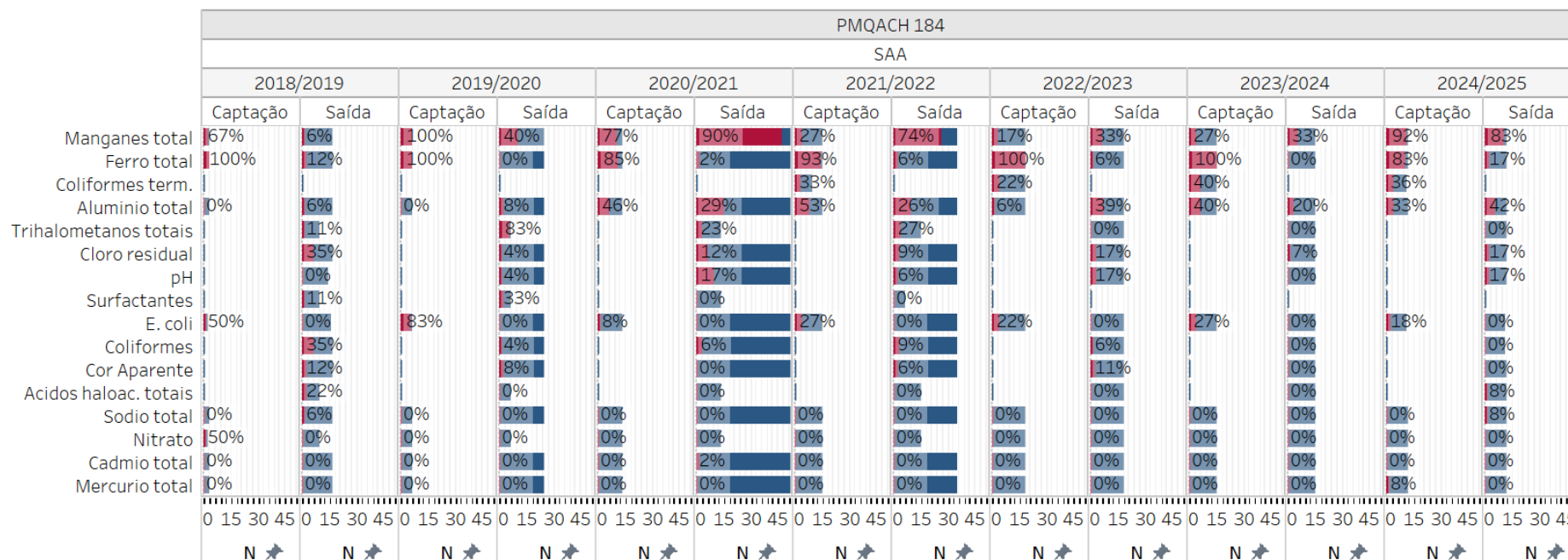


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

No ponto PMQACH 184, coliformes termotolerante, parâmetro monitorado exclusivamente na captação do ponto com tratamento, apresentou, 2024/2025, violação de 36% nas amostras do período (4 de 11 amostras), resultado similar ao observado no ciclo anterior (**Figura 6-199**). Manganês total, apresentou em 2024/2025, na captação, violação em 92% das amostras (11 de 12 amostras), resultado que representa um aumento em relação ao ciclo anterior. Quando avaliado na saída do tratamento, o parâmetro também apresentou aumento no percentual desconforme, com 83% de violação nas amostras avaliadas após o tratamento (**Figura 6-199**). Ferro total apresentou 83% de violação na captação (10 de 12 amostras), o que representa uma pequena redução no percentual desconforme em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-199**). Na saída do tratamento, o parâmetro ainda apresenta desconformidade em 17% das amostras (2 de 12 amostras). Alumínio total registrou, também no último ciclo, 33% de violação nas amostras da captação (4 de 12 amostras) e 42% nas amostras da saída (5 de 12 amostras), após o tratamento (**Figura 6-199**). *E. coli* apresentou 18% de violação na captação, em 2024/2025, mas conformidade na saída do tratamento (2 de 11 amostras). Sódio total que apresentou conformidade na captação, registrou violação pontual na saída do tratamento (8%, 1 de 12 amostras). Mercúrio total registrou pela primeira vez no monitoramento violação pontual na captação em 2024/2025 (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-199**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, foram registradas violações, em 2024/2025, para os parâmetros cloro residual e pH com 17% (2 de 12 amostras) e ácidos haloacéticos totais com 8% (1 de 12 amostras) (**Figura 6-199**).

Figura 6-199 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 184, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



■ N total ■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

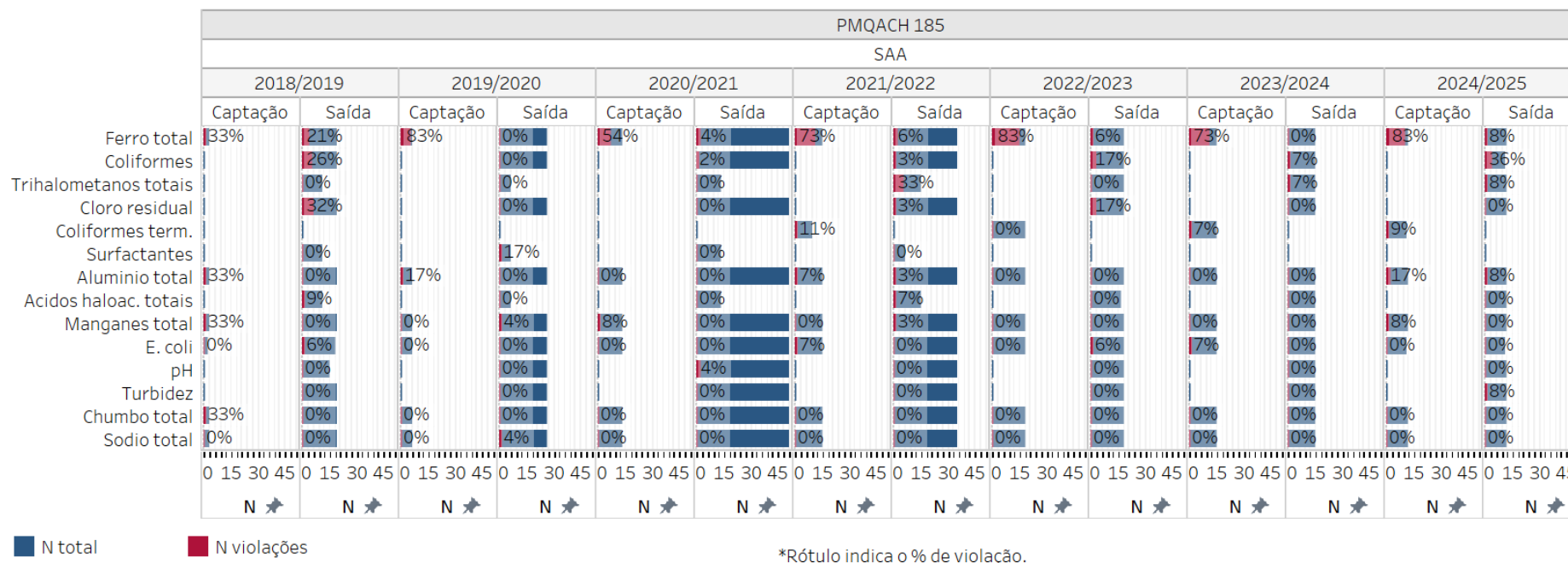
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

No ponto PMQACH 185, em 2024/2025, o parâmetro coliformes termotolerante, monitorado exclusivamente na captação, apresentou violação ao limite máximo permitido em 1 das 11 amostras do período (9%) (**Figura 6-200**).

Ferro total apresentou aumento no percentual de violação quando avaliado na captação do ponto, em 2024/2025, com 83% das amostras em desconformidade (10 de 12 amostras) em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-200**). Alumínio total também registrou aumento no percentual de violação na captação em relação ao ciclo anterior, com 17% de amostras acima do limite legal (2 de 12 amostras) (**Figura 6-200**). Ambos os parâmetros, quando avaliados após o tratamento, apresentaram desconformidade pontual (8%, 1 de 12 amostras) desconformidade pontual. Neste mesmo período, manganês total registrou violação pontual de 8% na captação (1 de 12 amostras), porém conformidade na saída do sistema, após tratamento (**Figura 6-200**).

Monitorados exclusivamente na saída do ponto com tratamento, coliformes apresentou violação de 36% (4 de 11 amostras) e trihalometanos totais e turbidez, violação pontual em apenas 1 das 12 amostras do último ciclo (8%) (**Figura 6-200**).

Figura 6-200 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 185, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



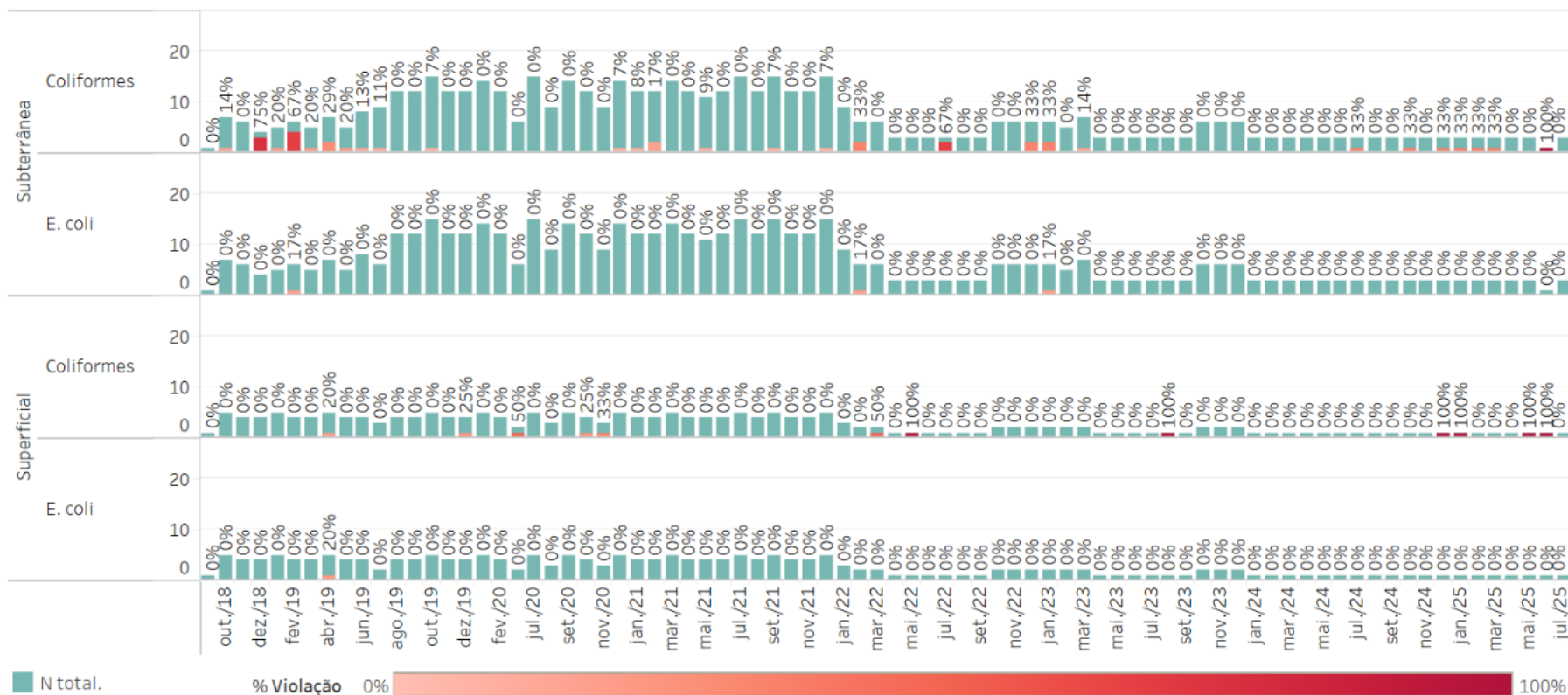
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.25.2.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída dos pontos com tratamento de água, tanto aqueles com captação subterrânea quanto os com captação superficial, os resultados foram predominantemente “ausentes” para coliformes e *E. coli* (Figura 6-201). Nos pontos de captação subterrânea, no último ciclo de monitoramento (julho/2024 a julho/2025), a presença de coliformes foi registrada em julho, outubro e dezembro/2024 e janeiro, fevereiro, março e junho/2025. Nos pontos de captação superficial a presença de coliformes se deu nos meses de dezembro/2024 e janeiro, maio e junho/2025 (Figura 6-201).

Neste período não foi registrada a presença de *E. coli* em pontos de captação subterrânea ou superficial (Figura 6-201). Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para presença de coliformes ou *E. coli* no período analisado (Figura 6-201).

Figura 6-201 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Linhares-ES.



A avaliação temporal dos pontos com tratamento revelou padrões distintos entre parâmetros ao longo do tempo. A seguir, os parâmetros que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre o ciclo atual (2024/2025) e os ciclos anteriores.

No PMQACH 163, observou-se que, na captação, houve tendência de diminuição apenas para cor aparente e zinco total, enquanto os demais parâmetros não apresentaram padrão definido. Na saída do tratamento, verificou-se ausência de tendência para a maioria dos parâmetros, com exceção de sódio total, que apresentou tendência de aumento, e zinco total, que apresentou tendência de diminuição ao longo do tempo (**Figura 6-202**).

Na captação do PMQACH 164, a análise indicou diminuição para cor aparente e turbidez ao longo do tempo. Já na saída de tratamento, observou-se aumento ao longo do tempo para manganês total e pH, enquanto zinco total apresentou tendência de diminuição (**Figura 6-202**).

O ponto PMQACH 184 apresentou, na captação, tendência de diminuição apenas para cor aparente. Na saída, manganês total e sódio total apresentaram tendência de aumento, enquanto zinco total mostrou diminuição ao longo do tempo (**Figura 6-202**).

Na captação do ponto PMQACH 185, a análise temporal revelou tendência de diminuição apenas para cor aparente. Na saída do tratamento, observou-se padrão de diminuição ao longo do tempo para bário total e zinco total. o pH foi o único parâmetro na saída desse ponto que apresentou tendência de aumento ao longo do tempo (**Figura 6-202**).

Figura 6-202 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Cloro Residual Livre	Cobre Total	Cor Aparente	Dureza Total	<i>Escherichia coli</i>	Ferro Total	Manganês Total	pH	Sódio Total	SDT	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 163	Captação			—			↓	—	—			—		—		↓
	Saída	—	—		—	—						—	↑			↓
PMQACH 164	Captação						↓					—			↓	
	Saída	—								—	↑	↑	—			↓
PMQACH 184	Captação						↓								—	
	Saída	—	—							—	↑	—	↑			↓
PMQACH 185	Captação						↓								—	
	Saída	—	↓		—					—		↑				↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;
 ↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

A avaliação sazonal dos parâmetros monitorados evidenciou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os períodos chuvoso e seco nos pontos com tratamento do município de Linhares. Na captação do PMQACH 163, a análise revelou valores mais elevados no período chuvoso para densidade de cianobactérias, *Escherichia coli* e turbidez, enquanto o sódio apresentou concentrações superiores no período seco. Na saída de tratamento desse ponto, apenas alumínio total apresentou valores significativamente mais elevados durante o período seco. No PMQACH 164, na saída do tratamento, foi observada diferença sazonal apenas para o cloro residual livre, que apresentou valores mais elevados no período seco. Na saída do PMQACH 184, também foi registrado valores superiores na estação seca apenas para alumínio total. Por fim, no ponto PMQACH 185, observou-se novamente que apenas o cloro residual livre apresentou diferença significativa, com concentrações maiores no período seco, também na saída de tratamento. Não foram identificadas diferenças significativas entre os períodos chuvoso e seco nas captações dos pontos PMQACH 164, PMQACH 184 e PMQACH 185 (**Figura 6-203**).

Figura 6-203 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Cloro Residual Livre	Densidade de Cianobactérias	<i>Escherichia coli</i>	Sódio Total	Turbidez
PMQACH 163	Captação			●	●	●	●
	Saída	●					
PMQACH 164	Saída		●				
PMQACH 184	Saída	●					
PMQACH 185	Saída		●				

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

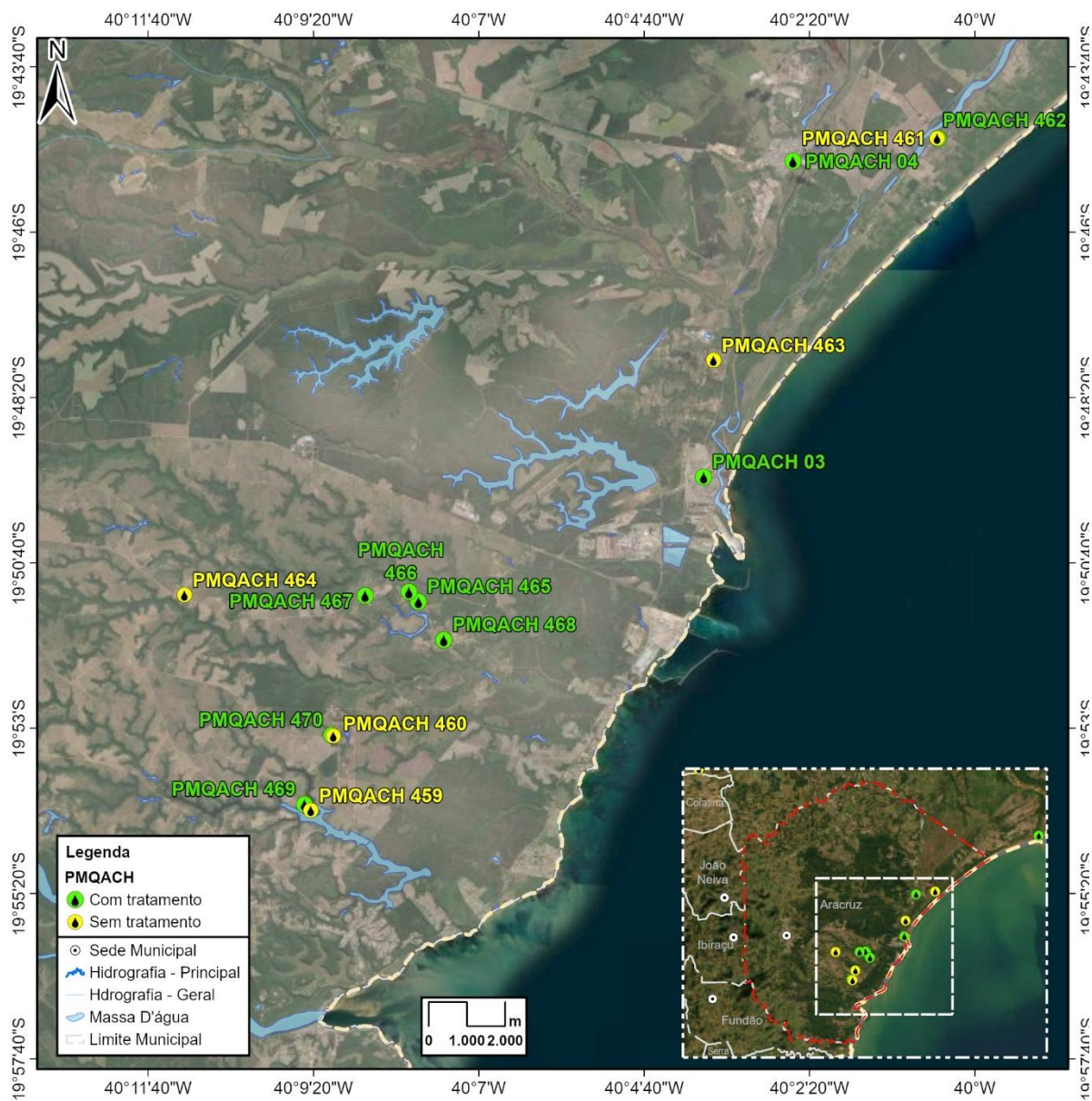
6.26 ARACRUZ

No município de Aracruz-ES, foram considerados 14 (quatorze) pontos de monitoramento. Destes, nove possuem tratamento de água, sendo sete do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e dois do tipo Solução Alternativa Coletiva (SAC). Cinco pontos não possuem tratamento, sendo dois do tipo SAA, dois do tipo SAC e um do tipo Solução Alternativa Individual (SAI) (**Figura 6-204 e Quadro 6-26**).

Quadro 6-26 - Características dos pontos do município de Aracruz considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 03	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 04	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós filtração e Saída		Ativo
PMQACH 462	Subterrânea	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA n° 396/2008 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 465	Subterrânea	SAA	Sim	Captação e Saída		Ativo
PMQACH 466	Subterrânea	SAA	Sim	Captação e Saída		Ativo
PMQACH 467	Subterrânea	SAA	Sim	Captação e Saída		Ativo
PMQACH 468	Subterrânea	SAA	Sim	Saída	Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 469	Superficial	SAC	Sim	Saída		Ativo
PMQACH 470	Superficial	SAC	Sim	Saída		Ativo
PMQACH 459	Superficial	SAC	Não	Saída	Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 460	Superficial	SAC	Não	Saída		Ativo
PMQACH 461	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 463	Subterrânea	SAA	Não	Saída		Ativo
PMQACH 464	Superficial	SAA	Não	Saída		Ativo

Figura 6-204 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Aracruz-ES.



6.26.1 Pontos sem tratamento

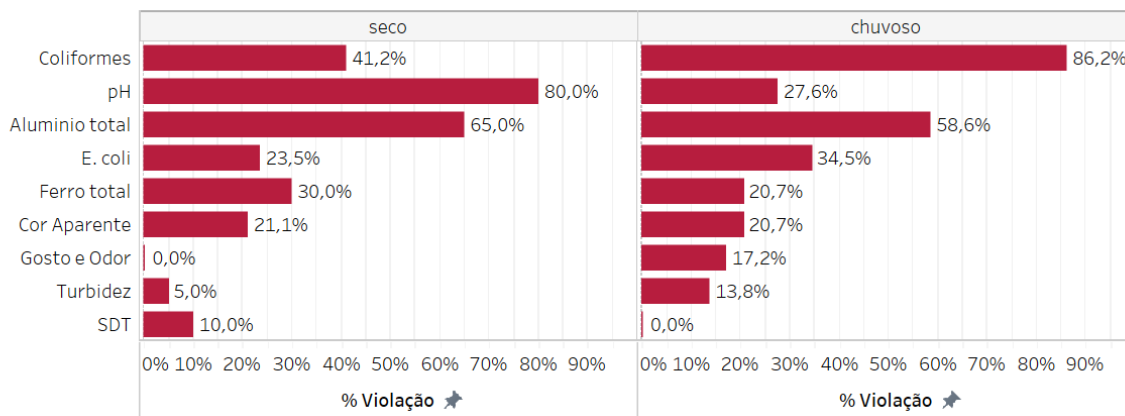
6.26.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

O monitoramento de pontos sem tratamento no município de Aracruz, teve início em outubro/2024. Desde então, os parâmetros mais relevantes quanto ao não atendimento à legislação foram coliformes, pH e alumínio total. Todos eles, em pelo menos um dos períodos sazonais registraram violação à legislação acima de 65% (**Figura 6-205**).

Coliformes foi o parâmetro com os maiores percentuais de violação, especialmente no período chuvoso (86,2%) (**Figura 6-205**). Juntamente com *E. coli* (23,5% no período seco e 34,5% no período chuvoso), estes parâmetros indicam contaminação microbiológica relacionada às atividades antrópicas. A presença destes microrganismos na água reflete as condições de saneamento da região e o nível de saúde da população, uma vez que esses agentes podem agir como transmissores de doenças e interferir nos padrões de potabilidade da água. A entrada desses constituintes no ambiente aquático está associada ao lançamento de esgotos domésticos e ao carreamento de dejetos animais em decorrência da lixiviação de áreas utilizadas para atividades de agropecuária. Aracruz apresenta 81,14% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, ocupando a 8ª posição entre 78 municípios, sendo que a 1ª posição corresponde ao município com maior percentual de esgotamento sanitário (IBGE, 2022). No entanto, a taxa de esgotamento sanitário não reflete sua eficiência, ou seja, um tratamento ineficiente ainda terá como resultado o lançamento de matéria orgânica e patógenos nos recursos hídricos.

Violações observadas para alumínio total (65% no período seco e 58,6% no período chuvoso), assim como ferro total (30% no período seco e 20,7% no período chuvoso) podem estar associadas à ocorrência natural destes elementos nos solos da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021) (**Figura 6-205**).

Figura 6-205 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados em pontos sem tratamento no município de Aracruz-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre outubro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Os pontos sem tratamento do município de Aracruz tiveram seu monitoramento iniciado em outubro/2024, sendo avaliado, portanto, apenas um ciclo (2024/2025).

O ponto PMQACH 459, é do tipo SAC e possui captação superficial. No período monitorado apresentou elevados percentuais de violação para ferro total e cor aparente (100%, 10 amostras), seguido por coliformes (89%, 8 de 9 amostras) (**Figura 6-206**). Demais parâmetros apresentaram violações igual ou abaixo de 50% (**Figura 6-206**).

O ponto PMQACH 460 também é do tipo SAC com captação superficial. No último ciclo, apresentou 100% das amostras de alumínio total em desconformidade com a legislação (9 amostras). Coliformes e pH registraram 67% das amostras com valores acima do respectivo limite legal (6 de 9 amostras) (**Figura 6-206**). Pontualmente, em apenas 1 das 9 amostras do período monitorado, *E. coli*, ferro total e sólidos dissolvidos totais, registraram 11% de violação à legislação (**Figura 6-206**).

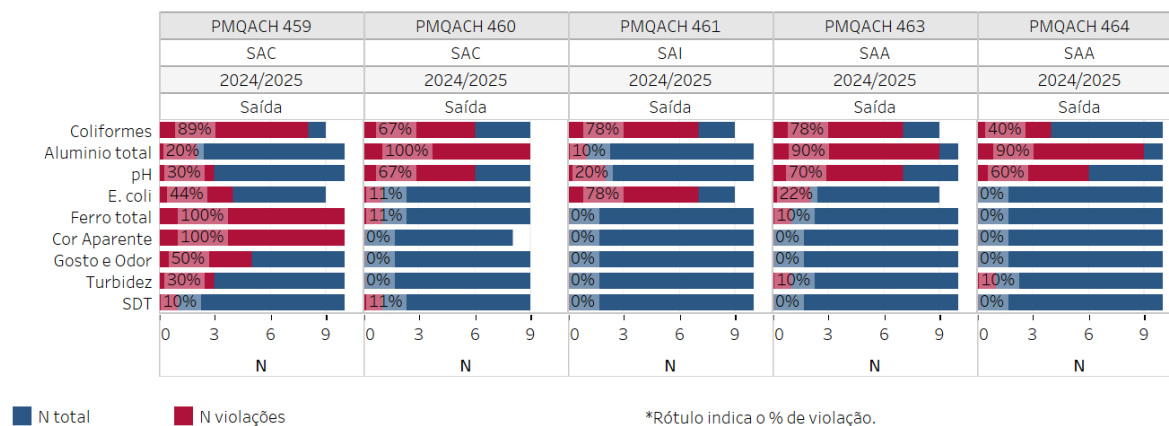
O ponto PMQACH 461 é do tipo SAI com captação subterrânea. No período em que o ponto foi monitorado, coliformes e *E. coli* foram os parâmetros com os maiores percentuais de violação (78%, 7 de 9 amostras) (**Figura 6-206**). Em menores percentuais, alumínio total (10% 1 de 10 amostras) e pH (20%, 2 de 10 amostras) também registraram desconformidade (**Figura 6-206**).

O ponto PMQACH 463 é do tipo SAA com captação subterrânea. Neste ponto alumínio total apresentou 90% das amostras do período em desconformidade (9 de 10 amostras), coliformes registrou 78% (7 de 9 amostras), e pH 70% (7 de 10 amostras) (**Figura 6-206**). Em menores

percentuais *E. coli* apresentou 22% de violação (2 de 9 amostras) e ferro total e turbidez 10% (1 de 10 amostras) (**Figura 6-206**).

O ponto PMQACH 464 também é do tipo SAA e possui captação superficial. No período em que foi monitorado apresentou 90% de amostras em desconformidade para alumínio total (9 de 10 amostras), 60% para pH (6 de 10 amostras) e 40% para coliformes (4 de 10 amostras) (**Figura 6-206**). Pontualmente, turbidez registrou apenas 1 das amostras do período com valor acima do limite legal (10% 1 de 10 amostras) (**Figura 6-206**).

Figura 6-206 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 459, PMQACH 460, PMQACH 461, PMQACH 463 E PMQACH 464, localizados no município de Aracruz-ES, entre outubro/2024 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.



Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.26.1.2 Avaliação temporal e sazonal

Na saída dos pontos sem tratamento do município de Aracruz, a presença de coliformes e *E. coli* se deu ao longo de todo período monitorado, tanto em captação superficial quanto subterrânea.

Entre outubro/2024 e julho/2025, em captação subterrânea, coliformes e *E. coli* somente não foram registrados no mês de julho/2025. Em captação superficial, no mesmo período, coliformes não foi registrado nos meses de maio e junho/2025. A presença de *E. coli* foi registrada apenas em 4 dos 10 meses monitorados (novembro/2024 e janeiro, abril e julho/2025) (**Figura 6-207**). Não foi identificado um padrão sazonal claro para a ocorrência destes microrganismos.

Figura 6-207 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Aracruz.



A análise de tendência temporal não foi realizada para os pontos PMQACH 459, PMQACH 460, PMQACH 461, PMQACH 463, PMQACH 464 uma vez que esses pontos iniciaram o monitoramento no ciclo atual (2024/2025), não sendo possível a realização da análise temporal.

A análise sazonal revelou diferenças significativas ($p < 0,05$) em todos os pontos avaliados (Figura 6-208).

No ponto PMQACH 459, densidade de cianobactérias, gosto e odor e pH apresentaram valores superiores no período chuvoso, enquanto nitrato e sódio total foram maiores no período seco (Figura 6-208).

No ponto PMQACH 460, sódio total apresentou valores superiores no período chuvoso (Figura 6-208). No ponto PMQACH 461, alumínio total, cloreto total, nitrato, sódio total e sólidos dissolvidos totais apresentaram valores mais elevados no período seco (Figura 6-208).

No ponto PMQACH 463, cobre total apresentou valores superiores no período chuvoso e no ponto PMQACH 464, zinco total apresentou valores mais elevados também no período chuvoso (Figura 6-208).

Figura 6-208 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de outubro/2024 a julho/2025.

	Alumínio Total	Cobre Total	Densidade de Cianobactérias	Cloreto Total	Gosto e Odor	Nitrato	pH	SDT	Sódio Total	Zinco Total
PMQACH 459			●		●	●	●		●	
PMQACH 460									●	
PMQACH 461	●			●		●		●	●	
PMQACH 463		●								
PMQACH 464										●

- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

6.26.2 Pontos com tratamento

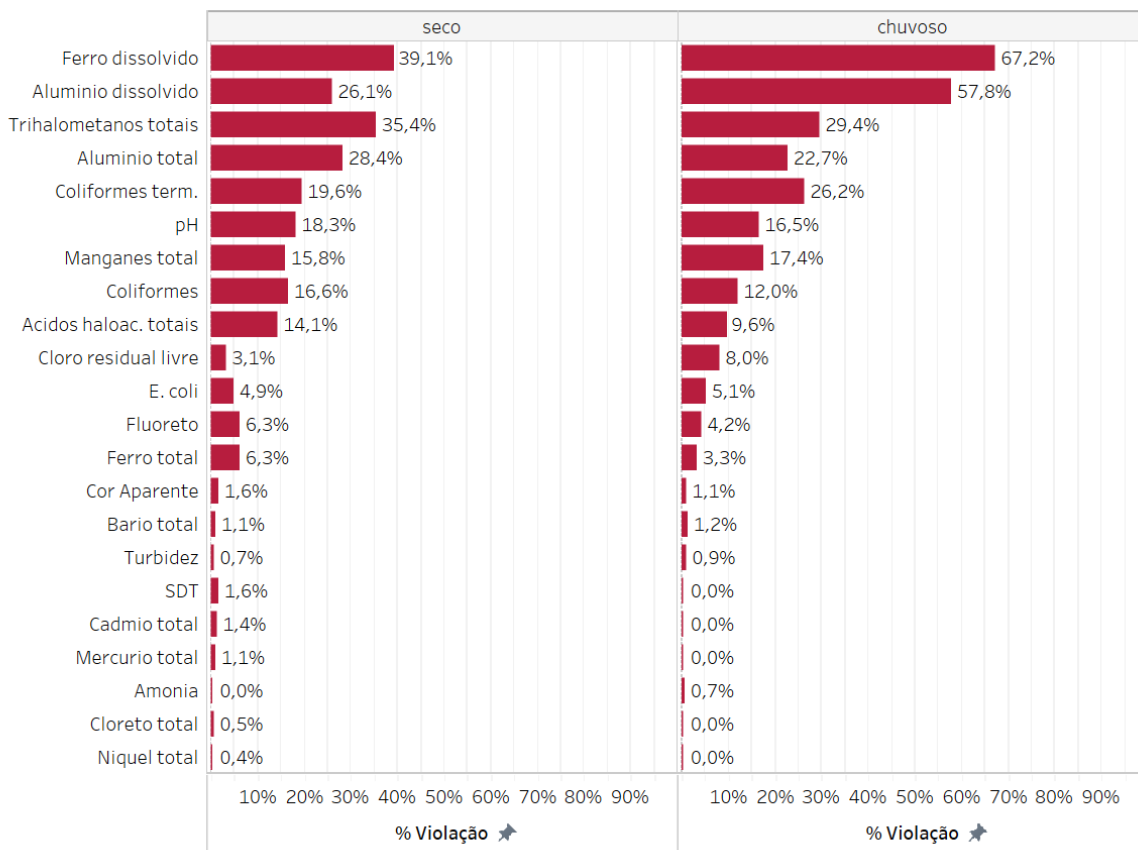
6.26.2.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para os pontos com tratamento de água do município de Aracruz-ES, os parâmetros com maiores percentuais de violação foram ferro dissolvido, alumínio dissolvido, trihalometanos totais, alumínio total e coliformes termotolerantes (**Figura 6-209**).

O ferro dissolvido apresentou 39,1% e 67,2% de violação para o período seco e chuvoso respectivamente (**Figura 6-209**). Esse parâmetro, assim como alumínio dissolvido (26,1% no período seco e 57,8% no período chuvoso) e alumínio total (28,4% no período seco e 22,7% no período chuvoso), são elementos presentes nos corpos d'água devido às características naturais de rochas e solos da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021) (**Figura 6-209**). Em relação as violações de trihalometanos (35,4% no período seco e 29,4% no período chuvoso), assim como ácidos haloacéticos (14,1% no período seco e 9,6% no período chuvoso) (**Figura 6-209**), sabe-se que o tratamento da água pode resultar em subprodutos que são formados pela reação entre matéria orgânica e cloro, resultando na presença indesejada destes compostos (FERREIRA FILHO & SAKAGUTI, 2008; LIMA, 2014; SILVA & MELO, 2015).

A maioria dos parâmetros apresentou percentual de violação similar para o período seco e chuvoso, com exceção do alumínio dissolvido e ferro dissolvido (**Figura 6-209**). Maiores concentrações desses parâmetros podem estar relacionadas com o aumento da pluviosidade, especialmente em corpos hídricos superficiais, refletindo tanto o maior aporte de partículas carregadas pela água da chuva, como a possível ressuspensão de material sedimentado. Os demais parâmetros apresentaram percentuais de violação dos limites legais inferiores a 20% (**Figura 6-209**).

Figura 6-209 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados em pontos com tratamento no município de Aracruz-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.

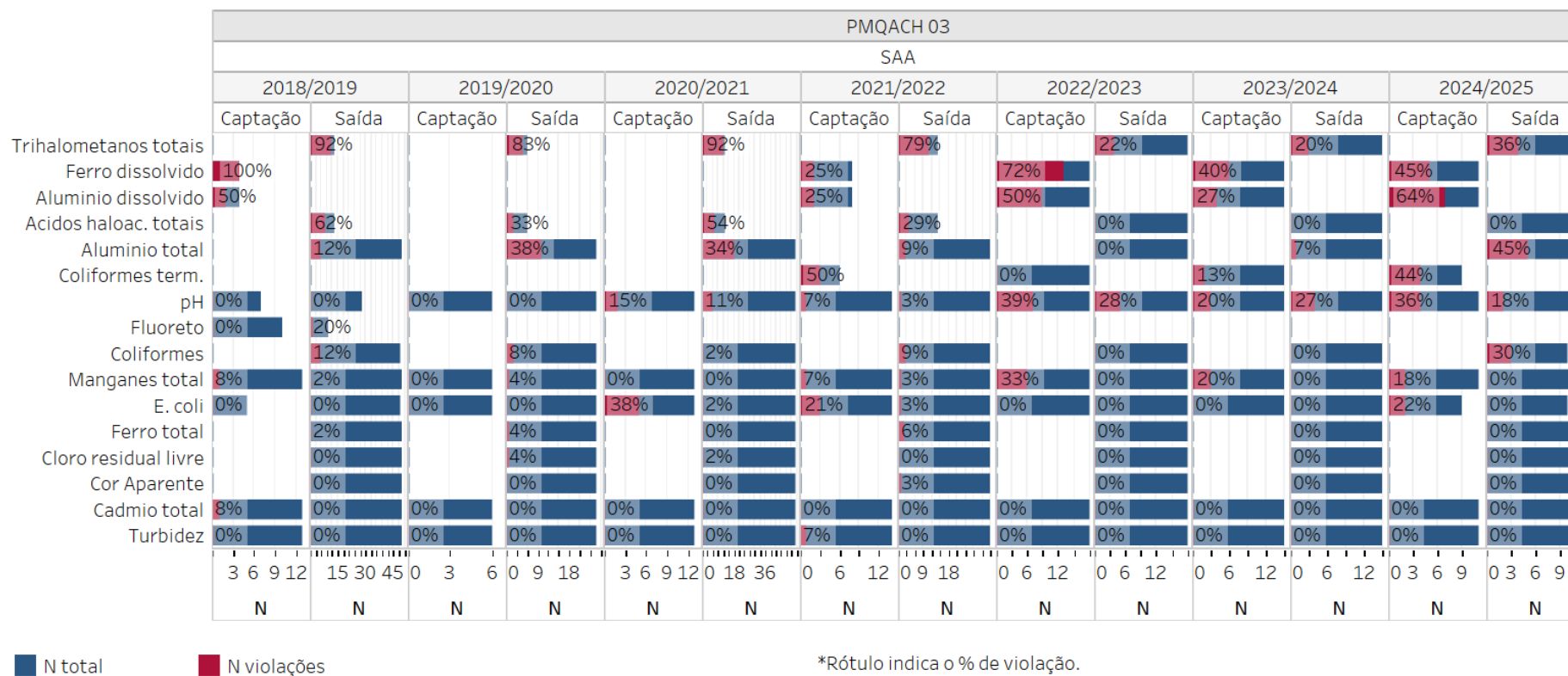


No ponto PMQACH 03, que apresenta captação superficial e abastecimento do tipo SAA, houve aumento no percentual de violação à legislação, em 2024/2025, na captação, para ferro dissolvido (45%, 5 de 11 amostras), alumínio dissolvido (64%, 7 de 11 amostras) e coliformes termotolerantes (44%, 4 de 9 amostras) (**Figura 6-210**).

O parâmetro pH registrou, em 2024/2025, 36% de violação na captação (4 de 11 amostras), e 18% na saída do tratamento (2 de 11 amostras) (**Figura 6-210**). Manganês total e *E. coli* também registraram violações na captação do sistema de tratamento no último ciclo de 18% (2 de 11 amostras) e 22% (2 de 9 amostras), respectivamente. Quando avaliados na saída do tratamento não houve registro de não conformidade (**Figura 6-210**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, foram observadas violações no último ciclo para trihalometanos totais, com 36% (4 de 11 amostras), e coliformes, com 30% (3 de 10 amostras) (**Figura 6-210**). Estes resultados representaram um aumento no percentual desconforme da saída do tratamento em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-210**).

Figura 6-210 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 03, localizado no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.



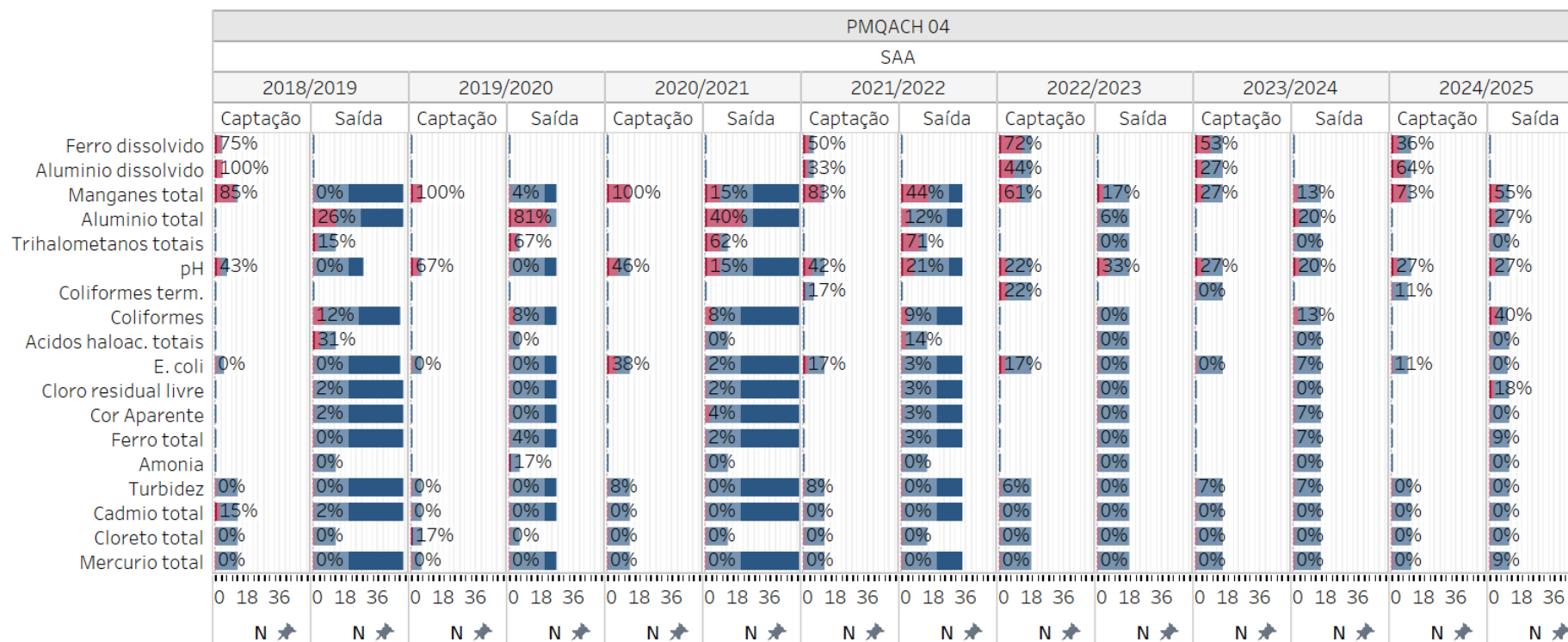
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

No ponto PMQACH 04, de captação tipo superficial e abastecimento tipo SAA, houve redução no percentual de violação na captação, em 2024/2025, para ferro dissolvido (36%, 4 de 11 amostras) (**Figura 6-211**). No mesmo período, foi observado aumento no percentual de violação para alumínio dissolvido (64%, 7 de 11 amostras) e coliformes termotolerantes (11%, 1 de 9 amostras) (**Figura 6-211**).

No último ciclo, também houve aumento no percentual de violação na captação para manganês total, com 73% das amostras em desconformidade (8 de 11 amostras) (**Figura 6-211**). Quando avaliado na saída do tratamento o parâmetro também registrou aumento no percentual desconforme em relação ao ciclo anterior, com 55% das amostras em desacordo com os limites legais (6 de 11 amostras) (**Figura 6-211**). O parâmetro pH registrou, em 2024/2025, mesmo percentual de violação na captação e na saída do tratamento, com 27% das amostras em desconformidade (3 de 11 amostras) (**Figura 6-211**). *E. coli* apresentou violação pontual na captação do sistema (11%, 1 de 9 amostras), mas conformidade na saída do tratamento (**Figura 6-211**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, houve aumento no percentual de violação para alumínio total (27%, 3 de 11 amostras), coliformes (40%, 4 de 10 amostras), cloro residual (18%, 2 de 11 amostras), ferro total (9%, 1 de 11 amostras) e mercúrio total (9%, 1 de 11 amostras) (**Figura 6-211**). Destaca-se que foi o primeiro registro de não conformidade para mercúrio em todo o monitoramento.

Figura 6-211 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 04, localizado no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.



■ N total ■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos PMQACH 462, PMQACH 465, PMQACH 466, PMQACH 467 são do tipo SAA, possuem tratamento e captação subterrânea. O monitoramento nestes pontos teve início em outubro/2024, contemplando o ciclo de 2024/2025.

Na captação do ponto PMQACH 462, coliformes termotolerantes registrou 60% das amostras em desconformidade (6 de 10 amostras) (**Figura 6-212**).

Alumínio total apresentou 30% das amostras da captação com concentrações acima do limite legal (3 de 10 amostras) e 14% na saída do tratamento (1 de 7 amostras) (**Figura 6-212**). Ferro total registrou 60% de violação na captação (6 de 10 amostras) e 71% na saída do tratamento (5 de 7 amostras). *E. coli* registrou 10% de violação na captação (1 de 10 amostras) e 29% na saída do tratamento (2 de 7 amostras) (**Figura 6-212**). Manganês total também registrou 10% de violação na captação, mas conformidade na saída do tratamento. Mercúrio total registrou violação apenas na saída do tratamento (14%, 1 de 7 amostras) (**Figura 6-212**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, cloro residual e coliformes registraram 43% de violação (3 de 7 amostras) (**Figura 6-212**).

No ponto PMQACH 465, coliformes termotolerantes apresentou violação pontual de 11% na captação (1 de 9 amostras) (**Figura 6-212**). Este mesmo percentual foi observado para níquel total na captação, que não registrou desconformidade na saída do tratamento (**Figura 6-212**).

Alumínio total registrou 33% de violação na captação (3 de 9 amostras) e 20% na saída do tratamento (2 de 10 amostras) (**Figura 6-212**). Ferro total e bário não apresentaram desconformidade na captação. Na saída do tratamento, no entanto, registraram, respectivamente 10% (1 de 10 amostras) e 30% (3 de 10 amostras) de violação (**Figura 6-212**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento foram registradas violações para coliformes e cloro residual de 40% (4 de 10 amostras) e pH de 30% (3 de 10 amostras) (**Figura 6-212**).

No ponto PMQACH 466, coliformes termotolerantes violou o limite legal preconizado em metade das amostras coletadas no período monitorado (50%, 5 de 10 amostras) (**Figura 6-212**).

Alumínio total e bário total registraram 20% de violação nas amostras da captação (2 de 10 amostras) (**Figura 6-212**). Na saída do tratamento estes parâmetros registraram, respectivamente, 10% (1 de 10 amostras) e 30% de violação (3 de 10 amostras) (**Figura**

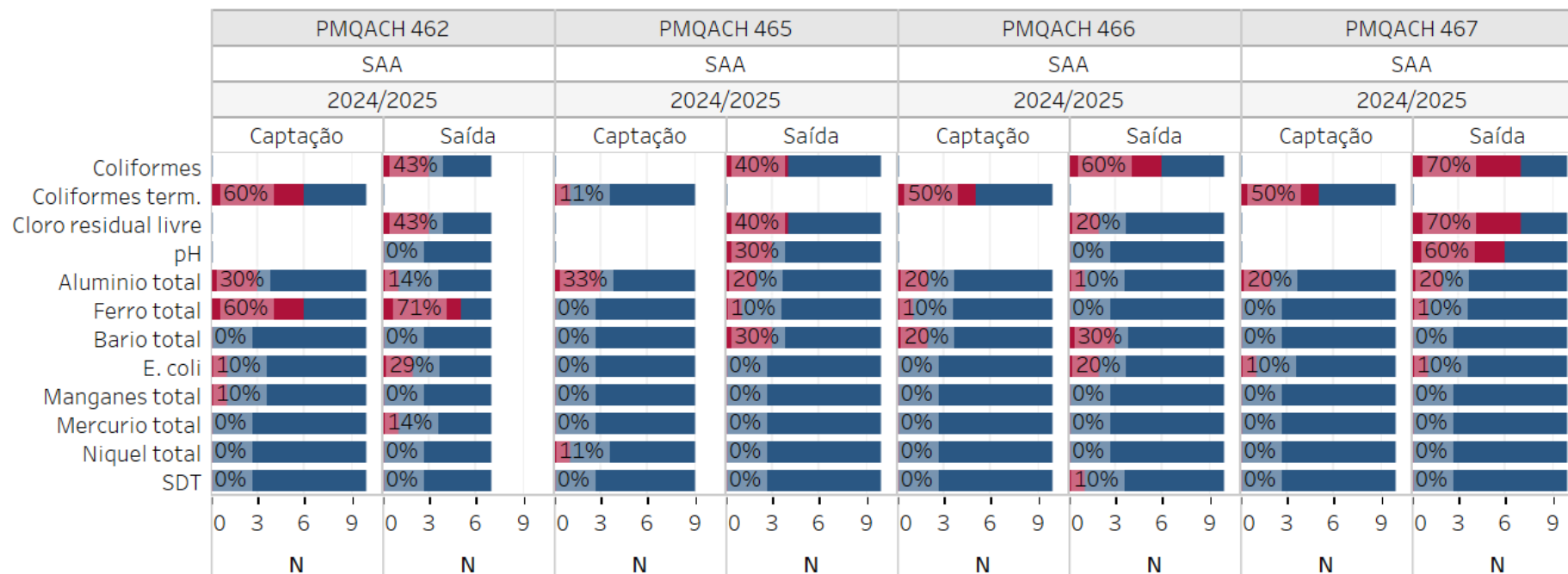
6-212). Ferro total apresentou violação pontual de 10% na captação (1 de 10 amostras) e conformidade na saída (**Figura 6-212**). Sólidos dissolvidos totais apresentou conformidade na captação e violação pontual na saída (10%, 1 de 10 amostras). Monitorado exclusivamente na saída do tratamento, coliformes apresentou violação de 60% (6 de 10 amostras) e cloro residual de 20% (2 de 10 amostras) (**Figura 6-212**).

O ponto PMQACH 467 registrou, na captação, 50% das amostras analisadas para coliformes termotolerantes acima do limite legal (5 de 10 amostras) (**Figura 6-212**).

Alumínio total registrou, tanto na captação, quanto na saída, 20% de violação nas amostras coletadas no período de monitoramento (2 de 10 amostras) (**Figura 6-212**). *E. coli* registrou 10% de violação também na captação e saída do tratamento (1 de 10 amostras). Ferro total registrou 10% de violação na saída do tratamento, porém conformidade na captação (**Figura 6-212**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento coliformes e cloro residual registraram desconformidade em 70% das amostras (7 de 10 amostras) e pH em 60% (6 de 10 amostras) (**Figura 6-212**).

Figura 6-212 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 462, PMQACH 465, PMQACH 466 e PMQACH 467, localizados no município de Aracruz-ES, entre outubro/2024 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.



■ N total ■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

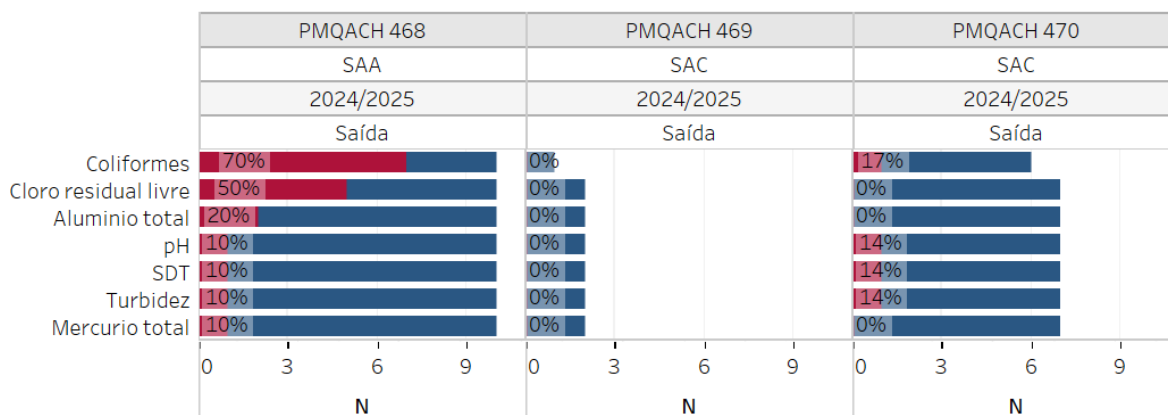
O ponto PMQACH 468 possui captação subterrânea e é do tipo SAA e os pontos PMQACH 469 e PMQACH 470 possuem captação superficial e são do tipo SAC. Estes pontos possuem tratamento e são monitorados apenas na saída do sistema. O monitoramento teve início em outubro/2024.

No ponto PMQACH 468, coliformes apresentou violação em 70% das amostras do período (7 de 10 amostras), cloro residual em 50% (5 de 10 amostras), alumínio total em 20% (2 de 10 amostras) e pH, sólidos dissolvidos totais, turbidez e mercúrio total em 10% das amostras (1 de 10 amostras) (**Figura 6-213**).

No ponto PMQACH 469 não foram observadas violações nas amostras do período (2 amostras) (**Figura 6-213**).

No ponto PMQACH 470, 17% das amostras de coliformes estavam acima do limite preconizado pela legislação (1 de 6 amostras), e 14% para pH, sólidos dissolvidos totais e turbidez (1 de 7 amostras) (**Figura 6-213**).

Figura 6-213 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 468, PMQACH 469 e PMQACH 470, localizados no município de Aracruz-ES, entre outubro/2024 e julho/2025, com base nos limites aplicáveis.



Nomes de .. ■ N total ■ N violações *Rótulo indica o % de violação.

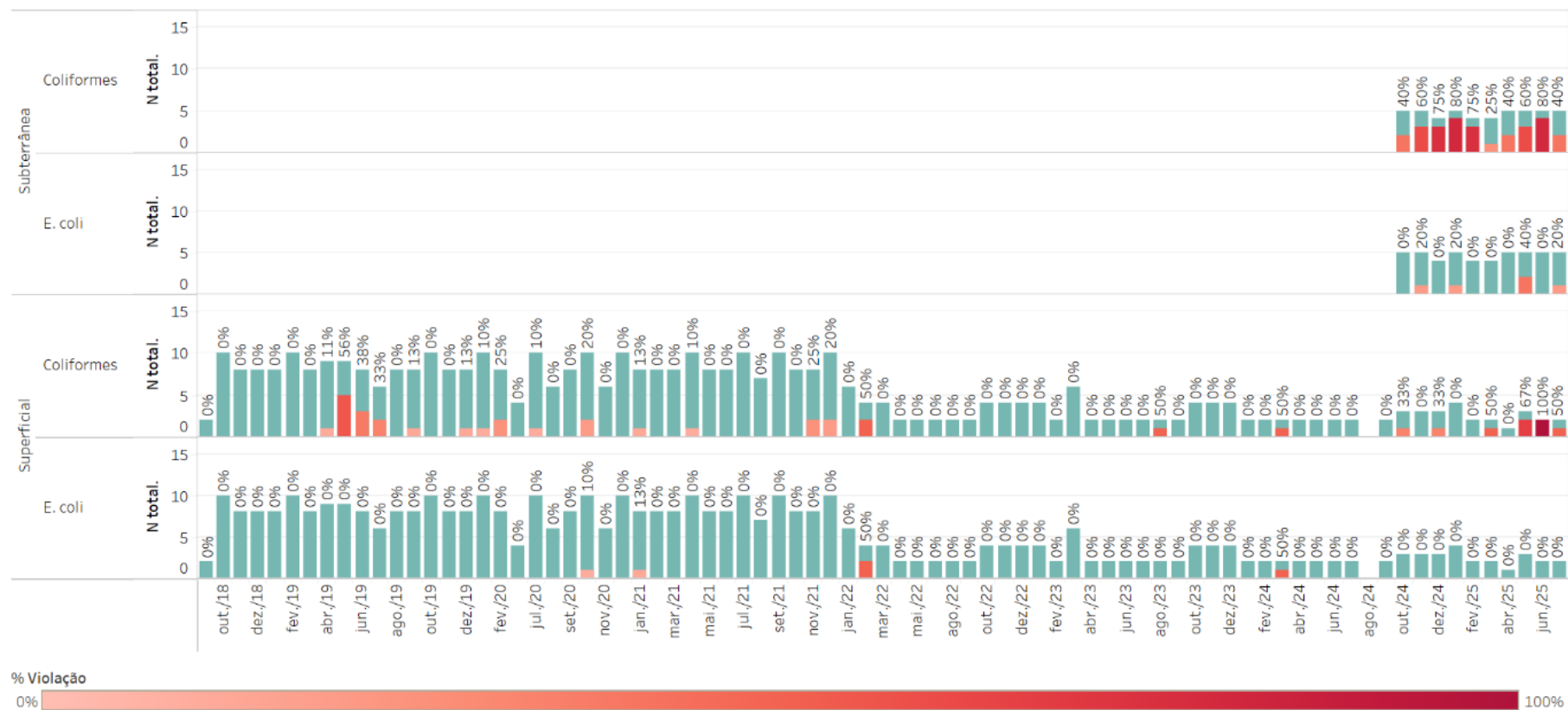
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.26.2.2 Avaliação temporal e sazonal

Os pontos com tratamento e de captação subterrânea do município de Aracruz, registraram a presença de coliformes em todos os meses (entre outubro/2024 e julho/2025), enquanto *E. coli* foi registrada apenas nos meses de novembro/2024, janeiro, maio e julho/2025.

Em pontos cuja captação é superficial a presença de coliformes ocorreu de modo irregular ao longo de todo período monitorado. No último ciclo, período avaliado neste relatório (julho/2024 a julho/2025), foi identificada a presença de coliformes em 6 das 11 campanhas realizadas. A presença de *E. coli*, por outro lado, foi esporádica, com registro apenas nos meses de outubro/2020, janeiro/2021, fevereiro/2022 e março/2024, sem registro deste microrganismo no último ciclo de monitoramento. Não foi observado um padrão temporal ou sazonal para nenhum dos dois parâmetros avaliados (**Figura 6-214**).

Figura 6-214 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Aracruz.



A análise temporal dos pontos com tratamento localizados no município de Aracruz evidenciou diferenças significativas ($p < 0,05$) no ciclo atual (2024/2025) em relação aos ciclos anteriores para os pontos PMQACH 03 e PMQACH 04.

No ponto PMQACH 03 (captação), observou-se redução para zinco total, enquanto para os demais parâmetros não foi possível observar uma tendência temporal clara. No PMQACH 03 (saída), houve aumento para alumínio total e pH, com redução para zinco total (**Figura 6-215**).

Para o ponto PMQACH 04 (captação), verificou-se redução nos valores de cor aparente, turbidez e zinco total. No PMQACH 04 (saída), houve aumento para alumínio total e redução para zinco total. Os demais parâmetros não apresentaram padrão claro de variação temporal (**Figura 6-215**).

Os pontos PMQACH 462, PMQACH 465, PMQACH 466, PMQACH 467, PMQACH 468, PMQACH 469 e PMQACH 470 tiveram seu monitoramento iniciado em outubro/2024 e, portanto, não possuem dados suficientes para a análise de tendência temporal.

Figura 6-215 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloro Residual Livre	Cor Aparente	Cloreto Total	Densidade de Cianobactérias	Dureza Total	<i>Escherichia coli</i>	Ferro Total	Manganês Total	Nitrato	pH	Sódio Total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 03	Captação		—		—		—	—	—		—		—			—	—	↓
	Saída	↑	—	—									↑	—				↓
PMQACH 04	Captação				↓	—		—			—	—		—	—	—	↓	↓
	Saída	↑	—	—						—	—		—	—				↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;
 ↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

A análise sazonal revelou diferenças significativas ($p < 0,05$) em todos os pontos avaliados. No ponto PMQACH 03 (captação), os parâmetros cor aparente, manganês total e turbidez

apresentaram valores superiores durante o período chuvoso, enquanto sódio total foi maior no período seco. Na saída, apenas cloro residual livre apresentou valores mais elevados no período seco (**Figura 6-216**).

Para o ponto PMQACH 04 (captação) apenas cor aparente apresentou valores superiores no período chuvoso, enquanto na saída somente cloro residual livre foi maior no período chuvoso (**Figura 6-216**). No ponto PMQACH 462, na captação, dureza total apresentou valores mais elevados no período seco. Na saída, nitrato e sulfato apresentaram valores superiores no período seco (**Figura 6-216**).

Para o ponto PMQACH 465, na captação, apenas o pH apresentou valores significativamente superior no período chuvoso. Na saída, os valores de nitrato foram superiores o período seco e o pH apresentou valores mais elevados no período chuvoso (**Figura 6-216**). No ponto PMQACH 466, na captação, apenas o pH apresentou valores significativamente superior no período chuvoso. Enquanto na saída alumínio total, nitrato e zinco total apresentaram valores superiores no período seco e o pH apresentou valores superiores no período chuvoso (**Figura 6-216**).

Para o ponto PMQACH 467, na captação, o pH apresentou valores maiores no período chuvoso. Já na saída bário total, sólidos dissolvidos totais e zinco total apresentaram valores mais elevados no período seco (**Figura 6-216**).

Para o ponto PMQACH 468, saída, o alumínio total, cloro residual livre, cloreto total e nitrato apresentaram valores mais elevados no período seco e manganês total apresentou valores maiores no período chuvoso (**Figura 6-216**).

Não houve diferença significativa para os parâmetros entre os períodos de seca e chuva para os pontos PMQACH 468 (captação), PMQACH 469 (captação e saída) e PMQACH 470 (captação e saída).

Figura 6-216 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloro Residual Livre	Cloreto Total	Cor Aparente	Dureza Total	Manganês Total	Nitrato	Sódio Total	Sulfato	pH	SDT	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 03	Captação					●		●		●				●	
	Saída			●											
PMQACH 04	Captação					●									
	Saída			●											
PMQACH 462	Captação						●								
	Saída								●		●				
PMQACH 465	Captação											●			
	Saída								●			●			
PMQACH 466	Captação											●			
	Saída	●							●			●			●
PMQACH 467	Captação											●			
	Saída		●										●		●
PMQACH 468	Saída	●		●	●			●	●						

6.27 SÃO MATEUS

No município de São Mateus-ES, foi considerado 01 (um) ponto de monitoramento, do tipo Solução Alternativa Coletiva (SAC) sem tratamento de água (**Figura 6-217 e Quadro 6-27**).

Quadro 6-27 - Características do ponto do município de São Mateus considerado no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 330	Subterrânea	SAC	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS n° 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-217 - Localização geográfica dos pontos monitorados em São Mateus-ES.



6.27.1 Pontos sem tratamento

6.27.1.1 Ocorrência de violações das legislações vigentes

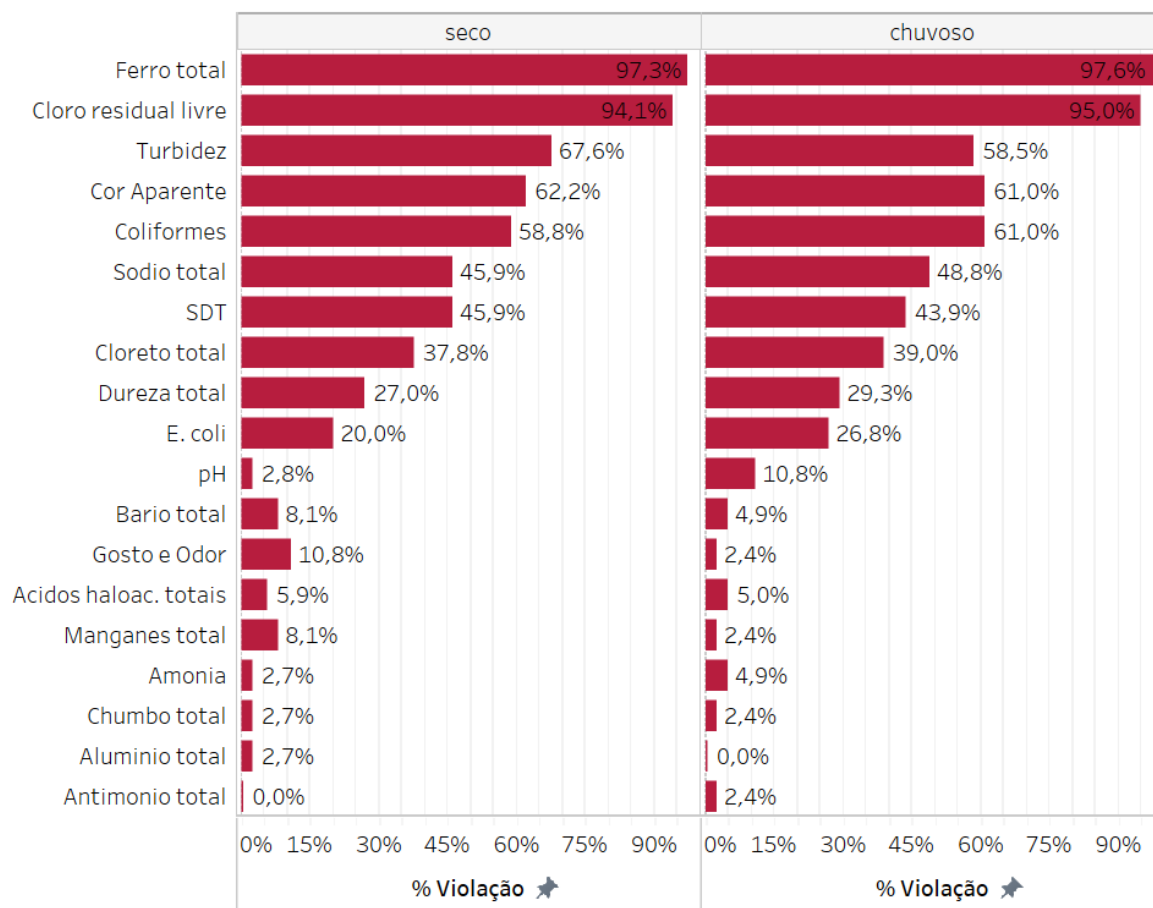
Para o município de São Mateus-ES, destacam-se ferro total e cloro residual livre com percentuais de violação acima de 90% e turbidez, cor aparente e coliformes por apresentarem mais de 50% de violação no período seco e chuvoso (**Figura 6-218**).

Cloro residual livre apresentou 94,1% de violação no período seco e 95% no período chuvoso (**Figura 6-218**). De maneira geral, o cloro residual livre violou o limite inferior legal, devido às baixas concentrações ou ausência, o que era esperado de pontos sem tratamento de água. Por ser empregado nos processos de tratamento de água e eficiente na eliminação de microrganismos (DANIEL, 2001; YAMAGUCHI *et al.*, 2013), a ausência de adição de cloro explica os elevados percentuais de violação de coliformes e *E. coli*. Reforça-se, no entanto, que após janeiro de 2022, com a primeira revisão bianual do PMQACH, o parâmetro cloro residual deixou de ser monitorado em pontos sem sistema de tratamento. Os elevados percentuais de violação referem-se ao período pretérito à esta revisão.

Coliformes apresentou 58,8% de violação no período seco e 61% no período chuvoso e *E. coli* 20% no período seco e 26,8% no período chuvoso. A presença *E. coli* nas amostras indica relação com contaminação fecal da água provenientes de esgoto doméstico ou criação de animais. Embora contemple um grande grupo de bactérias de vida livre que podem ocorrer naturalmente no solo, na água e em plantas, a presença de coliformes também é um alerta para possível exposição da fonte a focos de poluição ou contaminação. (**Figura 6-218**).

No município de São Mateus-ES, o percentual de esgotamento sanitário adequado é de 53,29% (IBGE, 2022) e, comparativamente com outros municípios do estado do Espírito Santo, ocupa a 45ª posição (de um total de 78 municípios), sendo que a 1ª posição corresponde ao município com maior percentual de esgotamento sanitário (IBGE, 2022). Vale destacar que a taxa de esgotamento sanitário não reflete sua eficiência, ou seja, um tratamento ineficiente ainda terá como resultado o lançamento de matéria orgânica e patógenos nos recursos hídricos. Portanto, a reduzida porcentagem de tratamento e a baixa eficiência na remoção de patógenos ajuda a explicar a contaminação por coliformes e *E. coli*, parâmetros indicados como prioritários para gestão na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). No geral, não foi observada forte influência da sazonalidade na ocorrência de violações (**Figura 6-218**).

Figura 6-218 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento do município de São Mateus-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.

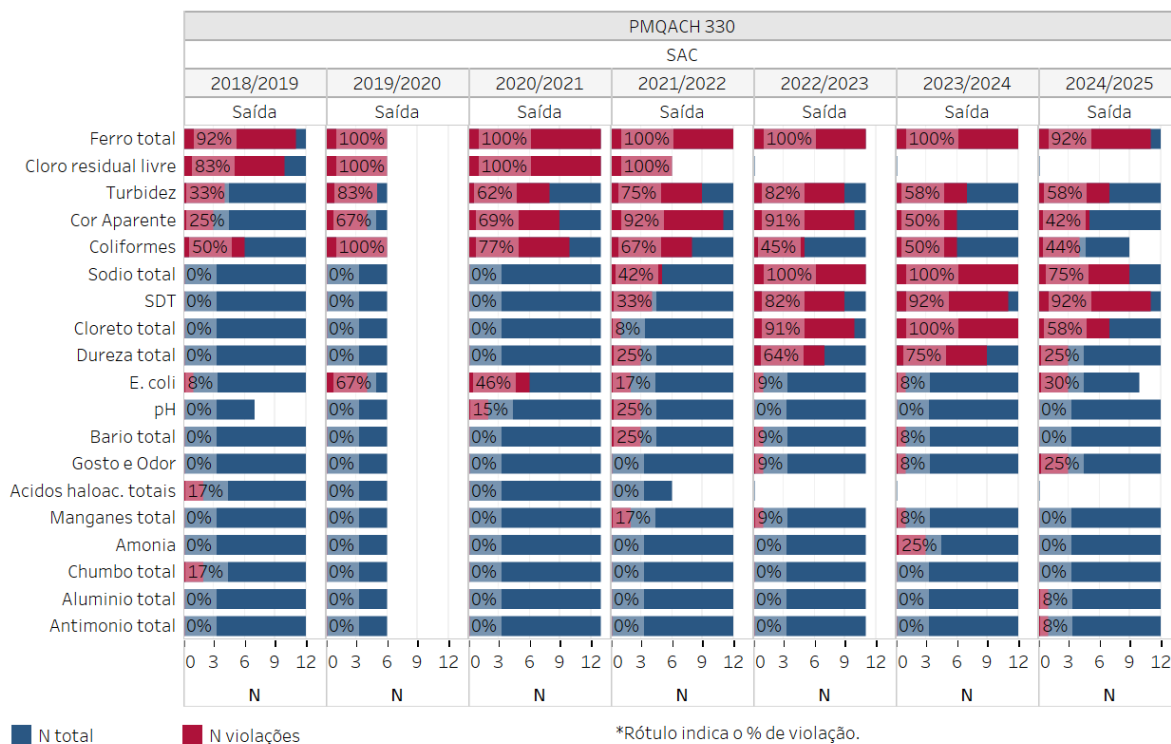


Um ponto sem tratamento de água do tipo SAC e com captação subterrânea foi monitorado no município de São Mateus (PMQACH 330).

Neste ponto, em 2024/2025, foi observada violação em 92% das amostras do período para ferro total (11 de 12 amostras), 75% para sódio total (9 de 12 amostras), 58% para cloreto total (7 de 12 amostras) e 25% para dureza total (3 de 12 amostras) (**Figura 6-219**). Estes resultados representaram uma redução no percentual de violação em 2024/2025 em relação ao ciclo anterior. Por outro lado, foi registrado aumento no percentual desconforme para *E. coli*, com 30% de violação (de 10 amostras) e gosto e odor com 25% (3 de 12 amostras). Demais parâmetros mantiveram, em 2024/2025, o mesmo percentual ou muito próximo daquele observado no ciclo anterior, sendo eles turbidez (58%, 7 de 12 amostras), cor aparente (42%5 de 12 amostras), coliformes (44%, 4 de 9 amostras) e sólidos dissolvidos totais (92%, 11 de 12 amostras) (**Figura 6-219**).

Pela primeira vez no monitoramento, os parâmetros alumínio total e antimônio total apresentaram violação pontual em 1 das 12 amostras do ciclo de 2024/2025 (8%) (Figura 6-219).

Figura 6-219 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 330, localizado no município de São Mateus-ES, entre setembro/2018 e julho/2025 com base nos limites aplicáveis.

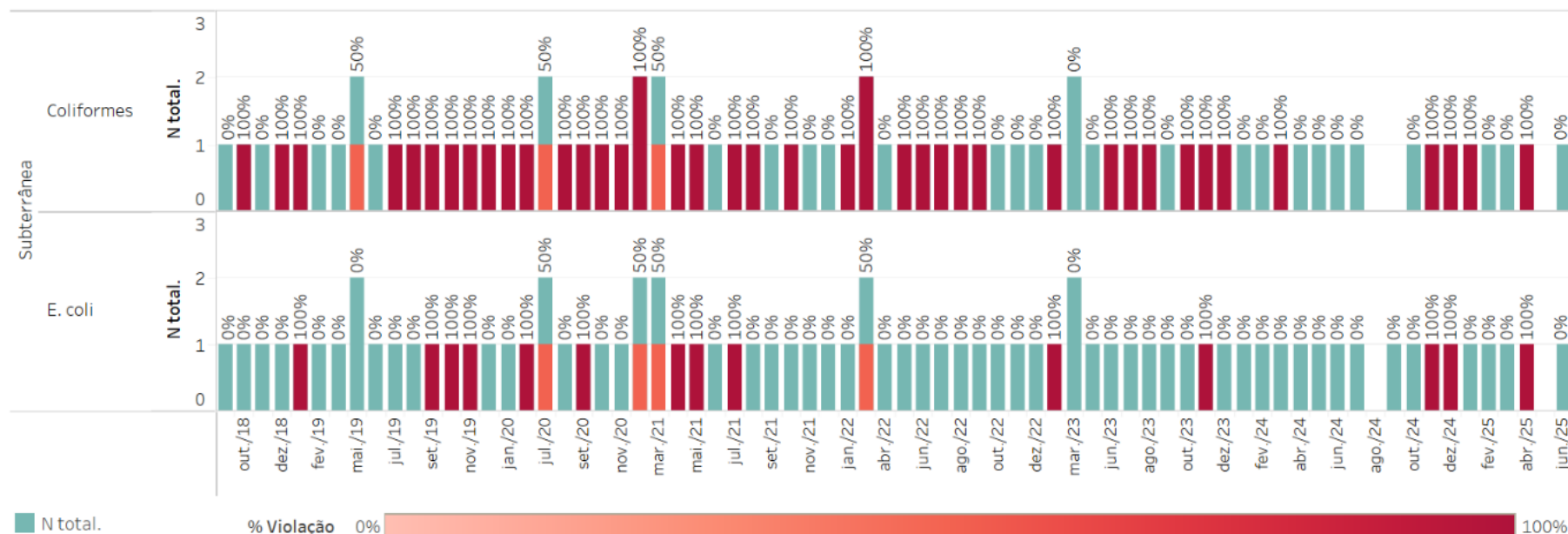


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.27.1.2 Avaliação temporal e sazonal

No ponto PMQACH 330, a presença de coliformes foi registrada em 43 dos 69 meses monitorados. Em menor frequência, *E. coli* foi identificada em 18 dos 69 meses de monitoramento (Figura 6-220). Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para coliformes e *E. coli* no período analisado (Figura 6-220).

Figura 6-220 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto sem tratamento, localizado no município de São Mateus-ES.



No único ponto avaliado no município de São Mateus (PMQACH 330), observou-se uma tendência de aumento no ciclo atual (2024/2025) em comparação aos anos anteriores ($p < 0,05$) para alguns parâmetros avaliados. Tais parâmetros foram: alumínio total, bário total, cloreto total, dureza total, ferro total, gosto e odor, manganês total, sódio total, sólidos dissolvidos totais e sulfato. Os parâmetros nitrato e zinco total não apresentaram um padrão de tendência clara entre os anos avaliados (**Figura 6-221**).

Figura 6-221 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2025.

	Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Dureza Total	Ferro Total	Gosto e Odor	Manganês Total	Nitrato	Sódio Total	SDT	Sulfato	Zinco Total
PMQACH 330	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	—	↑	↑	↑	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2024/2025; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;
 ↓ redução dos valores entre os anos para determinado parâmetro e ponto. As células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

Em relação a variação sazonal, não foram observadas diferença significativa entre o período seco e chuvoso ($p > 0,05$) para nenhum dos parâmetros analisados no município de São Mateus.

7 POTENCIAIS EFEITOS À SAÚDE HUMANA

A ingestão de água com qualidade inadequada pode trazer diversos malefícios para os seres humanos (BRASIL, 2006). A qualidade da água tratada é determinada não somente pela presença ou ausência de tratamento, ou pelo tipo e manutenção do tratamento empregado, mas também pela qualidade do manancial utilizado como captação. Além disso, o controle dos riscos à saúde humana também depende das unidades do sistema de abastecimento, como as estações elevatórias, adutoras, reservatórios e redes de distribuição (BRASIL, 2006). Dessa forma, a água pode apresentar uma variedade de alterações que comprometem sua qualidade. O **Quadro 7-1** apresenta os principais grupos de alterações possíveis de serem observadas em águas para consumo humano e alguns exemplos.

Quadro 7-1 – Principais grupos de alterações observadas na água para consumo.

Alterações	Exemplos
Presença de microrganismos nocivos	Bactérias
	Vírus
	Protozoários
	Microalgas e cianobactérias tóxicas
Presença de contaminantes	Químicos inorgânicos (metais e semimetais)
	Químicos orgânicos (pesticidas, fármacos e solventes)
	Subprodutos da desinfecção (clorofórmio, trihalometanos e ácidos haloacéticos)
Alterações físico-químicas	pH
	Cor aparente
	Turbidez
	Gosto e odor

Para avaliar se os parâmetros podem comprometer a saúde humana, nas condições específicas de exposição existentes no local, é importante que se faça a comparação das estimativas da dose de exposição com os valores de referência para a saúde. A Organização Mundial da Saúde (OMS) vem desenvolvendo Diretrizes para Qualidade da Água Potável que estão sujeitas a um rigoroso processo de garantia de qualidade. O Ministério da Saúde (BRASIL, 2010), a partir da aplicação da metodologia da Agência de Registro de Substâncias Tóxicas e Controle de Doenças (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry – ATSDR*) dos Estados Unidos da América, definiu procedimentos para determinar o nível dos riscos à saúde humana. No entanto, por ser um tema recente, ainda não existe arcabouço jurídico-institucional que imponha uma sequência natural aos resultados dos estudos de avaliação de risco. Por esta razão, as classificações de risco apresentadas no presente relatório, bem como as recomendações decorrentes, devem ser avaliadas como um instrumental técnico-científico

fundamental pelas esferas governamentais responsáveis pela tomada de decisão, mas com a devida adequação à realidade brasileira e aos recursos disponíveis.

A partir da metodologia supracitada, para definir o nível do risco à saúde humana, com possibilidade de efeitos lesivos não-carcinogênicos, os Níveis de Risco Mínimo (*Minimal Risk Level* - MRL) da ATSDR são utilizados como indicadores. O Ministério da Saúde (BRASIL, 2010) define MRL como:

Uma estimativa de exposição diária humana a uma substância perigosa que provavelmente não trará risco apreciável de efeito adverso diferente de câncer, considerando uma duração específica de exposição (aguda de 1 a 14 dias; intermediária de 15 a 364 dias; e crônica de 365 dias ou mais) para uma determinada via de exposição. O MRL é expresso em miligrama por quilograma de massa corporal por dia, portanto, varia de pessoa para pessoa. O MRL foi criado para dar ideia do perigo que representa cada substância. Exposições acima do MRL não significam que ocorrerão efeitos adversos. É um indicador de perigo e quer dizer que exposições até esse nível provavelmente não acarretarão efeito adverso inclusive à pessoa mais sensível.

Ressalta-se que para a aplicação dessa metodologia da ATSDR para avaliação de risco à saúde humana, etapas prévias como avaliação da informação local, resposta às preocupações da comunidade, seleção dos contaminantes de interesse, identificação e avaliação de rotas de exposição, determinação de implicações para a saúde pública e determinação de conclusões são consideradas (BRASIL, 2010).

No que diz respeito a legislação, no Brasil, a PRC n° 5/2017 consolidou no Anexo XX todas as normativas referentes a procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano. Tal Anexo foi atualizado pela Portaria GM/MS n° 888, de 4 de maio de 2021 e pela Portaria GM/MS n° 2.472 de 28 de setembro de 2021.

Entre as orientações da Portaria, o §5º do Artigo 4, do Capítulo V do Padrão de Potabilidade (Portaria GM/MS n° 888/2021), menciona: “Na verificação do atendimento ao padrão de potabilidade expressos nos Anexos 9 a 11, a detecção de eventuais ocorrências de resultados acima do VMP deve ser analisada em conjunto com o histórico do controle de qualidade da água”.

Dada as circunstâncias do rompimento da barragem de Fundão, por meio Deliberação CIF n° 95, NT n° 10, foram definidas as bases mínimas para implantação do Plano de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano (PMQACH), em que “o monitoramento da qualidade da água para consumo humano será executado pela Fundação Renova (em liquidação) em decorrência do EVENTO, com base da legislação vigente”.

A seguir, serão discutidos os parâmetros que apresentaram relevância no PMQACH, ou seja, aqueles que apresentaram violação, mesmo que pontual, e os efeitos potenciais à saúde humana. Os parâmetros que apresentaram violação foram: ácidos haloacéticos, alumínio total e dissolvido, amônia, antimônio total, arsênio total, bactérias heterotróficas, bário total, cádmio total, chumbo total, ciproconazol, cloreto total, cloro residual livre, cobre dissolvido, coliformes totais e termotolerantes, cor aparente, cromo total, densidade de cianobactérias, dureza, *E. coli*, ferro total e dissolvido, fluoreto, gosto e odor, manganês total, mercúrio total, níquel total, nitrato, nitrito, pH, selênio total, sódio total, sólidos dissolvidos totais, sulfato, sulfeto de hidrogênio, surfactantes, trihalometanos totais, turbidez e zinco total.

O **Quadro 7-2** apresenta a síntese das informações disponíveis na literatura sobre os possíveis efeitos causados pelos parâmetros supracitados na saúde humana. Em seguida os parâmetros são contextualizados com seus resultados durante o monitoramento, significado ambiental e integrado com os potenciais efeitos de forma mais detalhada, com ênfase no último ano de monitoramento de julho/2024 a julho/2025.

Quadro 7-2 – Síntese dos efeitos potenciais para a saúde humana dos parâmetros que apresentaram violação no PMQACH.

Parâmetros	Efeitos potenciais para a saúde humana	Nível de Risco Mínimo (MRL) / Consumo Diário Tolerável (TDI)
Ácidos haloacéticos*	Problemas no fígado, rins ou sistema nervoso central; aumento do risco de câncer ¹	-
Alumínio*	Testes em animais mostraram que a exposição excessiva pode provocar problemas renais, no sistema nervoso central e nos ossos, esclerose amiotrófica lateral e anemia hipocrômica microcítica ^{2,8}	1 mg/kg/dia (ingestão crônica e intermediária)
Amônia*	Influencia o metabolismo ao alterar o equilíbrio ácido-base, atrapalhando tolerância à glicose e reduzindo a sensibilidade a insulina ²⁸	200 mg/kg/dia ¹³
Antimônio total*	Afeta principalmente o sistema gastrointestinal, fígado, rins, sistema respiratório (em exposições crônicas por inalação) e o coração, podendo causar desde sintomas gastrointestinais até alterações hepáticas, renais, pulmonares e cardiovasculares. ⁴¹	6,0 µg/kg/dia ²⁹
Arsênio total*	Manifestações agudas incluem febre, dores abdominais e esofagianas, diarreia, anorexia, vômito, aumento da irritabilidade, exantema e perda de cabelo; os efeitos crônicos incluem tumores malignos na pele, nos pulmões, rins, bexiga, aumento hepático, com necrose e cirrose	0,0003 mg/kg/dia (ingestão crônica) e 0,005 mg/kg/dia (ingestão aguda) ¹⁵
Bactérias heterotróficas	Quanto maior a densidade de bactérias na água, maior a probabilidade de encontrar bactérias patogênicas ¹	-
Bário Total*	Aumento da pressão arterial ¹	0,2 mg/kg/dia (ingestão crônica e intermediária)
Cádmio total*	Danos nos rins; diminui a absorção de cálcio e aumenta sua excreção, favorecendo osteoporose e a osteomalácia, anemia ferropriva em decorrência da competição com o ferro, câncer de pulmão e próstata ^{1,8}	0,0001 mg/kg/dia (ingestão crônica) e 0,0005 mg/kg/dia (ingestão intermediária) ¹⁵

Parâmetros	Efeitos potenciais para a saúde humana	Nível de Risco Mínimo (MRL) / Consumo Diário Tolerável (TDI)
Chumbo total*	Em bebês e crianças causa atrasos no desenvolvimento físico ou mental; em adultos causa problemas renais e pressão alta; pode afetar os sistemas neurológico, hematológico, gastrointestinal, cardiovascular e renal, estando associado à incidência de retardo no desenvolvimento mental, resultando na perda de quociente de inteligência de crianças, anemia e ao aumento na pressão sanguínea em adultos; carcinogênico ^{1, 8}	25 µg/kg/dia
Ciproconazol	Toxicidade moderada, afetando principalmente o fígado. ³⁷	-
Cloreto*	Toxicidade não foi observada em humanos, exceto em casos de metabolismo prejudicado por cloreto de sódio, por exemplo, na insuficiência cardíaca congestiva. Gosto salobro ^{9, 16}	**
Cloro residual livre*	A sua ausência permite a contaminação por patógenos e o excesso pode provocar desconforto no estômago ¹	-
Cobre*	Náuseas, vômitos, diarreia e, em casos graves, danos hepáticos e renais. ³⁶	5 mg/dia (crianças em torno de 37,5 kg) e 10 mg/dia (adulto em torno de 70 kg) ³⁶
Coliformes totais e termotolerantes*	Diarreia e infecções intestinais ¹	-
Cor aparente*	Diminui a aceitabilidade pela água devido a coloração, gosto e possível odor	-
Cromo total*	Cancerígeno; danos ao DNA ^{18, 19}	25-35 mg/dia ¹⁷
Densidade de cianobactérias	Hepatotoxinas, como as microcistinas, afetam o fígado, podendo levar a hemorragias e, em casos crônicos, aumentar o risco de câncer hepático. Neurotoxinas, como as saxitoxinas, interferem no sistema nervoso, podendo provocar paralisia muscular e insuficiência respiratória. Já as dermatotoxinas causam irritações na pele e mucosas, resultando em dermatites e alergias. ^{38, 39 e 40}	-
Dureza*	Efeitos laxativos ³¹	-
Escherichia coli*	Diarreia, cólicas, náuseas e dores de cabeça. Risco maior para a saúde de bebês, crianças pequenas e pessoas com sistema imunológico gravemente comprometido ¹ . É a principal bactéria do grupo dos coliformes termotolerantes	-
Ferro*	Efeito estético de coloração avermelhada ou alaranjada; gosto metálico; pode provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano ⁹	0,8 mg/kg/dia
Fluoreto	Nas crianças pode causar manchas esbranquiçadas nos dentes (fluorose dentária) e riscos de fraturas ósseas nos adultos ^{1, 10}	1 mg/kg/dia (intoxicação aguda)
Gosto e Odor*	Efeitos sensoriais ³²	
Manganês total*	Ingestão em excesso (> 3 mg/dia) pode provocar quadro de intoxicação conhecido por manganismo; exposição a longo prazo pode gerar tremores permanentes, dificuldades de coordenação motora e problemas de memória ¹¹	-
Mercúrio total*	O mercúrio, nas formas inorgânica e orgânica, afeta principalmente os rins e o sistema nervoso. Em humanos, a exposição aguda pode causar inflamação gastrointestinal grave e dano renal. Também estão associados efeitos neurológicos, como perda de memória, redução cognitiva, tremores e falta de coordenação motora. ^{29 e 42}	2 µg/kg/dia ²⁹
Níquel total*	Dermatite, doença cardiovascular, asma, fibrose pulmonar e câncer do trato respiratório ²¹	70 µg/L ²⁰
Nitrato*	Falta de ar e síndrome do bebê azul; exposição a longo prazo pode resultar em metemoglobinemia em recém-nascidos, bem como em adultos com uma particular deficiência de enzimas ^{1 e 22}	4 mg/kg/dia (ingestão crônica, intermediária e aguda) ¹⁵
Nitrito	Aceleração nos efeitos do nitrato. ³³	-
pH*	Importante para controlar problemas de incrustação e corrosão das redes de distribuição ¹²	-

Parâmetros	Efeitos potenciais para a saúde humana	Nível de Risco Mínimo (MRL) / Consumo Diário Tolerável (TDI)
Selênio total	Perda de cabelo ou unhas; dormência nos dedos das mãos ou dos pés; problemas circulatórios; a exposição prolongada ao selênio inorgânico pode aumentar o risco de câncer ^{1 e 23}	0,005 mg/kg/dia (ingestão crônica) ¹⁵
Sódio total*	Quando em excesso no sangue ocorre uma alteração no equilíbrio entre esses líquidos; o organismo retém mais água, sobrecarregando o coração e os rins, situação que pode levar à hipertensão; a pressão alta prejudica a flexibilidade das artérias e ataca os vasos, coração, rins e cérebro	-
Sólidos dissolvidos totais*	Efeito estético: dureza; depósitos; coloração; gosto salgado. Pessoas hipertensas devem evitar consumir águas com alta concentração de sais dissolvidos ⁹	-
Sulfato*	Desconforto no estômago e diarreias ²⁴	-
Sulfeto de hidrogênio	Por inalação pode causar insônia, dor de cabeça, náusea, fotofobia, rinites, queratoconjuntivite, tosse intensa e broncopneumonia. ³⁴	-
Surfactantes	O caráter anfótero facilita sua acumulação em organismos. Quando isso ocorre em proteínas, enzimas e membranas fosfolípídicas, essa modificação estrutural causa toxicidade nos órgãos ²⁴	-
Trihalometanos*	Podem provocar problemas no fígado, rins ou sistema nervoso central; aumento do risco de câncer.	Clorofórmio: 15 µg/kg/dia; Bromofórmio: 17,9 µg/kg/dia
Turbidez*	Pode causar sintomas de curto prazo, como náuseas, câimbras, diarreia e dores de cabeça ¹	-
Zinco total*	Náusea e vômito, perda de apetite, diarreia, cólicas abdominais, dores de cabeça, função imunológica reduzida, diminuição dos níveis do colesterol "bom" (HDL); elevada ingestão crônica de zinco pode interferir na absorção de cobre e ferro ²⁶	12 mg/dia (mulheres); 15 mg/dia (homens); 19 mg/dia (grávidas) ²⁷

*Parâmetros que apresentaram violações no último ano (julho/2024 a julho/2025).

Referências: ¹US EPA, 2009; ²CETESB, 2019; ³CLETO, 2008; ⁴ROSALINO, 2011; ⁵FLANTEN, 2001; ⁶RONDEAU *et al.*, 2000; ⁷BAKAR *et al.*, 2020; ⁸ANVISA, 2019; ⁹US EPA, 2015; ¹⁰YADAV *et al.*, 2019; ¹¹UNIFESP, 2016; ¹²BRASIL, 2006; ¹³WHO, 2011; ¹⁴CETESB, 2013; ¹⁵ATSDR, 2019; ¹⁶WHO, 2019; ¹⁷Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine; ¹⁸PEREIRA *et al.*, 2012; ¹⁹LINOS *et al.*, 2011; ²⁰OMS, 2012; ²¹CHEN *et al.*, 2017; ²²FAN & STEINBERG, 1996; ²³VICENTI *et al.*, 2018; ²⁴USEPA, 2003; ²⁵CSEHÁTI *et al.*, 2002; ²⁶PRASAD *et al.*, 2008; ²⁷Institute of Medicine, 2002; ²⁸WHO, 1996; ²⁹WHO, 2017; ³⁰WHO, 2005; ³¹SANTOS, 2013; ³² FERREIRA FILHO, ALVES, 2006; ³³ SCORSAFAVA, 2010; ³⁴ DE SOUZA, 2010; ³⁵ GOMES, 2013; ³⁶ TAYLOR, 2020; ³⁷ ADAPAR, 2024; ³⁸ UFMG, 2024; ³⁹ IPEA, 2024; ⁴⁰ CDH, 2024; ⁴¹ ATSDR, 2021; ⁴² DE OLIVEIRA, 2011.

O cloro residual livre apresentou violação em 26 dos 27 municípios investigados e ao longo de todo monitoramento, seja por ter obtido resultado inferior ou superior a faixa do limite aplicável. Embora o parâmetro tenha apresentado resultados violados no período de 2024/2025, as violações não foram observadas nos 26 municípios conforme nos anos anteriores. Os municípios Aracruz, Baixo Guandu, Barra Longa, Colatina, Dionísio, Linhares, Marilândia, Periquito, Santana do Paraíso, São José do Goiabal, Sooretama, Timóteo e Tumiritinga foram os que apresentaram violação de cloro residual livre no último período enfatizado. Na grande maioria dos países, incluindo o Brasil, o cloro é o desinfetante mais utilizado durante o processo de desinfecção no tratamento de água, sendo aplicado principalmente para controle de microrganismos nocivos (MADZIVHANDILA & CHIRWA,

2017; ZHANG *et al.*, 2017). No entanto, o cloro pode reagir com a matéria orgânica e inorgânica presentes na massa líquida, o que resulta no decaimento da sua concentração residual no decorrer do tempo (CASAGRANDE & SARMENTO, 1997). Caso não ocorra a sua reposição, pode haver um aumento no número de patógenos que são prejudiciais à saúde humana, tais como as bactérias do grupo coliforme (*E. coli*, por exemplo), que são indicadoras de contaminação fecal, além de ser um indicativo do lançamento esgoto doméstico e/ou pela infiltração do efluente tratado com baixa eficiência (ALVES *et al.*, 2008; LATORRACA, 2007). Por outro lado, altas concentrações de cloro podem levar a problemas de gosto e de odor ou a formação de subprodutos de desinfecção que são prejudiciais para a saúde humana, como por exemplo, os ácidos haloacéticos e trihalometanos (BLOKKER *et al.*, 2014).

Os ácidos haloacéticos apresentaram violação em 9 dos 27 municípios investigados, sendo observada somente uma violação pontual no município de Linhares no ciclo de 2024/2025. Estes ácidos são derivados do ácido acético, onde os hidrogênios do grupo metilo, podem ser substituídos por cloro e/ou bromo (PAULL & BARRON, 2004). Estudos que expuseram uma comunidade à ácidos haloacéticos observaram um risco de redução de crescimento de crianças e do desenvolvimento intra-uterino, além do potencial cancerígeno (HINCKLEY *et al.*, 2005; WHO, 2011). No caso dos trihalometanos, 16 dos 27 municípios avaliados apresentaram violação do parâmetro. No período de 2024/2025, somente os municípios Aracruz, Aimorés, Governador Valadares e Linhares apresentaram violações do parâmetro. Esses municípios já haviam apresentado nos anos anteriores resultados acima do limite legal. Estudos epidemiológicos mostraram associações entre a exposição a estas substâncias e o câncer de bexiga, cólon e reto (VILLANUEVA *et al.*, 2001; RICHARDSON *et al.*, 2007). Além disso, Santos & Gouveia (2011) mostraram associações entre a presença de trihalometanos na água de abastecimento aos aspectos relacionados com recém-nascidos, como baixo peso ao nascer, prematuridade, malformação congênita, malformação no tubo neural e do sistema nervoso central.

Ciproconazol apresentou somente uma violação em Linhares em janeiro/2024, e com percentual total <0,5% de violação. O ciproconazol é um fungicida, amplamente utilizado no controle de doenças fúngicas em culturas agrícolas, como cereais, café, soja e frutas (ADAPAR,2024). Sua presença na água pode ocorrer de diversas formas, principalmente por lixiviação ou escoamento superficial de áreas agrícolas tratadas com o produto (IBAMA, 2024). Em relação aos efeitos do ciproconazol no organismo humano, estudos indicam que ele pode causar toxicidade moderada, afetando principalmente o fígado (ADAPAR,2024).

As bactérias heterotróficas apresentaram violação somente nos municípios Mariana e Rio Doce, e com percentual total inferior a 10% de violação, enquanto coliformes totais e *E. coli*

apresentaram violação em todos os 27 municípios investigados e ao longo de todo monitoramento. Ressalta-se que bactérias heterotróficas foram monitoradas somente em 2018 e 2019, portanto, as violações ocorreram somente nesse período, quanto à coliformes totais somente o município Belo Oriente e *E. coli* no município Marilândia, deixaram de apresentar violações de coliformes totais no período de 2024/2025. Para coliformes termotolerantes, os resultados apresentaram violação em 19 dos 27 municípios, sendo o parâmetro avaliado somente a partir do período de 2021/2022. No período de 2024/2025, somente o município Santana do Paraíso deixou de apresentar violações do parâmetro. A bactéria *E. coli*, do grupo coliformes, está presente no intestino humano, no entanto, dependendo de sua densidade, da vulnerabilidade do organismo e mesmo tipo de cepa, pode causar diarreia e, em outras partes do corpo podem levar a doenças graves, como infecção do trato urinário, meningite e bacteriemia (presença de bactérias na corrente sanguínea, podendo evoluir para sepse). Uma baixa porcentagem de casos com exposição a esses patógenos desenvolve síndrome urêmica, que é caracterizada por insuficiência renal aguda e anemia hemolítica. Algumas cepas são capazes de produzir toxinas, que pode causar diarreia, cólicas abdominais, náuseas e dor de cabeça (WHO, 2017).

A densidade de cianobactérias apresentou somente duas violações pontuais nos municípios Dionísio (março/2024) e Linhares (fevereiro/2024), apresentando percentual total inferior a 0,2% de violação. As cianobactérias, também conhecidas como algas verde-azuladas, podem provocar florações prejudiciais à saúde quando sua concentração atinge níveis elevados. Esses eventos são influenciados pela eutrofização, resultante do excesso de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, geralmente originados de atividades agrícolas e do lançamento de efluentes, além de fatores como o aumento da temperatura, intensa exposição à luz solar e baixa movimentação da água (FERNANDES, 2023). A proliferação dessas algas pode gerar cianotoxinas, como microcistinas, que afetam o fígado, e saxitoxinas, responsáveis por paralisia muscular e insuficiência respiratória. Além disso, as florações alteram a cor, gosto e odor da água, tornando-a imprópria para consumo. A ingestão de água contaminada pode causar desde irritações na pele até danos graves ao fígado e ao sistema nervoso (UFMG, 2024; IPEA, 2024; CDH, 2024).

A presença de metais em recursos hídricos pode estar relacionada às atividades industriais, de mineração e despejo de esgoto doméstico (SREENIVASA RAO, 2006). No entanto, também existem fontes naturais, visto a ocorrência natural de alguns elementos, como por exemplo a presença de alumínio, ferro e manganês na bacia do rio Doce (ECOPLAN-LUME, 2010). Alguns elementos são considerados essenciais para o funcionamento dos organismos, como ferro, manganês e zinco, enquanto outros, conhecidos como não-essenciais, possuem uma faixa de tolerância. Estes, no geral, apresentam maior toxicidade (ESTEVES, 1998).

O alumínio total apresentou violação em 26 dos 27 municípios investigados ao longo de todo monitoramento, com exceção somente do município Galileia, que deixou de apresentar violação do parâmetro no período de 2024/2025. O município de Santa Cruz do Escalvado não apresentou violação do parâmetro durante todo monitoramento. Já alumínio dissolvido apresentou violações pontuais em 16 dos 27 municípios, sendo todos ocorridos na captação em sistemas com tratamento. Ressalta-se que as violações ocorreram nesses municípios tanto nos anos anteriores como no ciclo 2024/2025, com exceção somente do município Periquito que deixou de apresentar violação do parâmetro nos dois últimos ciclos. A água tratada pode apresentar concentrações residuais de alumínio devido à sua presença na fonte de água, ou seja, na captação, como também pelo uso de coagulantes à base de sais de alumínio durante o processo de tratamento da água (ROSALINO, 2011). A ingestão de elevadas concentrações de alumínio pode gerar diferentes efeitos nocivos, como ulceração de lábios e boca, anemia microcítica, osteomalácia, intolerância à glicose devido à uremia e parada cardíaca (INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE, 2003; BASTOS, 2007). A encefalopatia é uma das principais manifestações observadas que indicam a neurotoxicidade do alumínio, uma vez que este elemento é capaz de se acumular no cérebro e induzir degeneração neurofibrilar e morte neuronal (RONDEAU *et al.*, 2000). Vale destacar que, o alumínio dissolvido possui maior biodisponibilidade no meio aquático e em formas iônicas são mais tóxicos do que quando complexados. Como apontado anteriormente, somente a legislação para águas na captação de sistemas com abastecimento apresentam limite legal para alumínio dissolvido. Dessa forma, não é possível concluir acerca da toxicidade do alumínio, sobretudo em formas iônicas, como espécies Al^{3+} , por exemplo (ROSALINO, 2011).

O antimônio total apresentou violações pontuais somente nos municípios de São Mateus e Timóteo, com percentual total inferior a 2% de violação, todos em março/2024. A ingestão de água contendo elevadas concentrações de antimônio e seus compostos pode afetar o sistema gastrointestinal, no qual podem ocorrer dor abdominal, náusea, vômito e diarreia; o fígado e os rins, com relatos de alterações histopatológicas hepáticas e disfunção renal em estudos experimentais; o sistema respiratório, especialmente em casos de inalação crônica, associado à inflamação pulmonar, bronquite crônica e pneumoconiose; além do sistema cardiovascular, no qual foram observadas alterações no eletrocardiograma e outros distúrbios cardíacos (ATSDR, 2021).

O arsênio total apresentou violação somente nos municípios de Baixo Guandu, Conselheiro Pena e Linhares, com percentual total inferior a 1% de violação, sendo observado também no último ciclo de 2024/2025 nos três municípios. Indivíduos sujeitos à exposição crônica ao arsênio (média de 10 a 20 anos) podem desenvolver várias formas de câncer, tais como, câncer de pele, pulmão, próstata, bexiga, rins e fígado, além de graves doenças como

patologias cutâneas, gastro-intestinais, cardiovasculares, hematológicas, pulmonares, neurológicas, endocrinológicas e reprodutivas (WHO, 2001). Além disso, alguns estudos mostraram efeitos adversos do elemento no crescimento e desenvolvimento fetal (MILTON *et al.*, 2005; KWOK *et al.*, 2006; VON EHRENSTEIN *et al.*, 2006).

O bário total apresentou violação em Aracruz, Governador Valadares, Linhares e São Mateus com percentuais totais inferiores a 1% de violação nas saídas de pontos com e sem tratamento e com percentual em torno de 15% em pontos de captação subterrânea. Vale destacar que somente os municípios de Aracruz e Linhares apresentaram violação em 2024/2025. A ingestão de água contendo elevadas concentrações de bário pode acarretar estímulo dos sistemas neuromuscular e cardiovascular, contribuindo para a hipertensão (HÉLLER & PÁDUA, 2006; CETESB, 2019). Esse elemento está associado a operações *offshore* de perfurações de petróleo e, geralmente, são detectados em concentrações acima dos limites legais em áreas litorâneas.

O cádmio total apresentou violação em 14 dos 27 municípios investigados, concentradas principalmente nos anos de 2019 e 2020, com uma ocorrência pontual registrada em março/2024 no município de Baixo Guandu. De forma geral, o percentual total de violação foi inferior a 1%. A forma inorgânica do cádmio é altamente tóxica para os humanos e a exposição se dá, principalmente, pela inalação e ingestão. A toxicidade aguda deste elemento está associada a dor abdominal intensa, náusea, vômito, diarreia, dor de cabeça ou vertigem, causar danos ao fígado e rins (PAN *et al.*, 2010). Por outro lado, os sintomas de toxicidade crônica por cádmio incluem problemas respiratórios, disfunção renal, distúrbios do metabolismo do cálcio e doenças ósseas, como osteoporose e fratura óssea espontânea (WHO, 1992). No Japão, a doença 'itai-itai' é um exemplo de doença atribuída diretamente à exposição de longo prazo de uma população ao cádmio por meio de alimentos e água. O cádmio também é listado como uma substância disruptora endócrina devido à sua capacidade de se ligar aos receptores de estrogênio celulares e, portanto, imitar as ações desses hormônios, desregulando seu mecanismo (DARBRE, 2006). Além disso, há evidência de que a exposição ao cádmio pode levar ao desenvolvimento de câncer de próstata e câncer de mama (WAALKES, 2003).

O chumbo total apresentou violação em 15 dos 27 municípios investigados, mas, no geral, apresentou percentual total inferior a 2% de violação. A maior parte dos resultados acima do limite legal concentrou-se entre os anos de 2018 e 2021, havendo uma ocorrência pontual no ciclo 2023/2024, em março/2024, no município de Governador Valadares, e uma nova intensificação no ciclo 2024/2025, com registros de violação em 9 dos 15 municípios que apresentaram ocorrências ao longo do período de monitoramento. Em relação ao chumbo, há

relatos de alterações neurocomportamentais após exposição ocupacional de chumbo e efeitos de desenvolvimento em crianças com exposição pré ou pós-natal precoce (LIDSKY & SCHNEIDER, 2003).

O cromo total apresentou violação em Colatina, Governador Valadares, Galileia e Periquito, com percentual total inferior a 1% de violação. No último ciclo de 2024/2025, somente o município Colatina apresentou resultado acima do limite legal para o parâmetro. Muitos estudos já comprovaram que o cromo pode ser altamente cancerígeno por ingestão ou exposição cutânea (SMITH, 2008; SMITH & STEINMAUS, 2009; STERN, 2010; OEHHA, 2011). Além disso, o cromo pode ser teratogênico, ou seja, capaz de contornar a barreira placentária e causar impactos negativos no desenvolvimento fetal (SAXENA *et al.*, 1990).

O cobre dissolvido apresentou violações pontuais em Aimorés, Alpercata, Colatina, Governador Valadares e Periquito. No último ciclo de 2024/2025 as violações foram observadas em Alpercata (dezembro/2024), Colatina (novembro/2024) e Governador Valadares (setembro/2024 e março/2025). O excesso de cobre no organismo, resultante de exposição excessiva ao metal ou distúrbios genéticos que afetam o metabolismo do cobre, pode desencadear sintomas como náuseas, vômitos, diarreia e, em casos graves, danos hepáticos e renais. A doença de Wilson, um distúrbio genético, contribui para a acumulação excessiva de cobre nos órgãos, especialmente no fígado e no cérebro, resultando em sintomas neurológicos e hepáticos (PRADO *et al.*, 2004). Além disso, reações alérgicas ao cobre podem ocorrer, incluindo erupções cutâneas e coceira após contato direto com o metal. Durante a gravidez, a exposição excessiva ao cobre pode ter efeitos adversos sobre o desenvolvimento fetal, embora a quantidade necessária para um desenvolvimento saudável seja geralmente obtida através de uma dieta equilibrada (STERN, 2010 e TAYLOR, 2020).

O ferro total apresentou violação em 26 dos 27 municípios investigados ao longo de todo monitoramento, com exceção de Dionísio. No ciclo de 2024/2025, o ferro total deixou de registrar violações somente nos municípios Aimorés, Galiléia, Itueta e Marilândia. Já ferro dissolvido apresentou violação em 16 dos 27 municípios. No ciclo de 2024/2025, somente o município Periquito deixou de apresentar violação do parâmetro. O elemento contribui para o transporte de oxigênio no sangue e, de um modo geral, altas concentrações na água podem resultar em sabor ferroso e pouco atraente, além serem responsáveis por manchas em roupas e encanamentos (US EPA, 2002; SARIN *et al.*, 2004).

O manganês total apresentou violação em 25 dos 27 municípios investigados, não exibindo violação somente em Dionísio e Santa Cruz do Escalvado. Dos municípios que apresentaram violação, somente Marilândia, Santana do Paraíso e São Mateus não apresentaram violação

no último ciclo de 2024/2025, sendo observado em todos os demais municípios, violações ao longo de todo monitoramento. O manganês também pode causar alguns problemas na coloração da água, manchas e sujeiras nos sistemas de tratamento (SLY *et al.*, 1990). A exposição a este elemento atinge as funções do sistema nervoso e pode até causar uma síndrome irreversível do tipo Parkinson conhecida como manganismo, caracterizada por fraqueza, anorexia, dor muscular, apatia, fala lenta, expressão facial sem emoção, dificuldades posturais, rigidez, tremor, diminuição do estado mental e movimentos lentos desajeitados dos braços e pernas (MICHALKE *et al.*, 2007; ROCCARO *et al.*, 2007; MICHALKE *et al.*, 2014).

O mercúrio total apresentou violações em Aimorés, Alpercata, Aracruz, Baixo Guandu, Barra Longa, Belo Oriente, Colatina, Conselheiro Pena, Dionísio, Governador Valadares, Itueta, Linhares, Sooretama e Tumiritinga, todos em 2025. Os compostos inorgânicos de mercúrio afetam principalmente os rins, tanto em humanos quanto em animais de laboratório, após exposições agudas ou crônicas. Em estudos com ratos, foram observados aumento do peso renal, lesões nos túbulos, proteinúria e redução dos níveis de albumina no sangue. Em humanos, a ingestão aguda pode causar inflamação severa do trato gastrointestinal, como gastrite hemorrágica e colite, sendo o dano renal a principal consequência tardia (WHO, 2017). Além dos efeitos renais, o mercúrio, tanto em suas formas inorgânica quanto orgânica, está associado a alterações neurológicas, afetando o sistema nervoso central e periférico. Entre os principais sintomas descritos estão perda de memória, redução da capacidade cognitiva, tremores anormais e falta de coordenação motora (DE OLIVEIRA, 2011).

O níquel total apresentou violação somente nos municípios de Aracruz, Colatina, Galileia, Governador Valadares, Tumiritinga, Itueta e Periquito, exibindo percentual total inferior a 1% de violação. As violações pontuais do parâmetro ocorreram em sua maioria, nos anos de 2019 e 2020. Para o ciclo de 2024/2025 as violações ocorrem somente em Aracruz e Colatina. A exposição humana ao níquel pode provocar alergias na forma de dermatite de contato, fibrose pulmonar, doenças cardiovasculares e renais e câncer no trato respiratório (MCGREGOR *et al.*, 2000; SEILKOP & OLLER, 2003). Os efeitos agudos para a saúde, geralmente, resultam de exposição de curto prazo a elevadas concentrações, que se manifestam como uma variedade de sintomas clínicos, como náuseas, vômitos, desconforto abdominal, diarreia, distúrbio visual, dor de cabeça, tontura e tosse (SEILKOP & OLLER, 2003).

O selênio total apresentou violação pontual em Baixo Guandu (junho/2019) e Governador Valadares (julho/2019). O selênio é um elemento essencial para a saúde, porém em elevadas concentrações no corpo humano podem provocar perda de cabelo e unhas, lesões de pele, cárie dentária e anormalidades do sistema nervoso, como acroparestesia, dores nas

extremidades e anestesia periférica. Além disso, há relatos de acroparestesia, disestesia, hiperreflexia, fraqueza motora, convulsões e hemiplegia (US EPA, 1992; QIN *et al.*, 2013).

O zinco total apresentou violação em 7 dos 27 municípios investigados, com percentual total inferior a 1% de violação. Destaca-se somente uma violação pontual do parâmetro no ciclo de 2024/2025 no município Barra Longa em junho/2025. O excesso de zinco está associado à supressão da resposta imune, diminuição da lipoproteína de alta densidade (HDL) e à redução das concentrações de cobre e ferro no plasma (JEN & YAN, 2010).

O nitrato apresentou violação em 9 dos 27 municípios investigados, com percentuais totais inferiores a 3% de violação. Entre os 9 municípios, somente Baixo Guandu, Conselheiro Pena, Linhares e Sooretama apresentaram resultados acima do limite legal no ciclo 2024/2025. De maneira geral, a tolerância ao nitrato por adultos é elevada, porém, bebês menores de seis meses de idade possuem bactérias no trato digestivo que reduzem o nitrato a nitrito, podendo haver envenenamento. Quando o nitrito alcança a corrente sanguínea, ocorre reação com a hemoglobina, diminuindo a capacidade de transporte do oxigênio. Nessa situação, a criança pode sofrer asfixia ficando com a pele azulada, sintomas típicos da meta hemoglobinemia ou síndrome do bebê azul. A doença é letal quando 70% da hemoglobina do corpo é convertida em meta hemoglobina (ZUBLENA *et al.*, 2002). Portanto, quando o nitrito está presente em concentrações elevadas na água, o processo descrito ocorre mais rapidamente (SCORSAFAVA, 2010). O nitrito apresentou violação pontual no município Linhares em outubro/2023.

O limite da amônia foi violado em 9 dos 27 municípios avaliados, com percentuais totais inferiores a 2% de violação. Ressalta-se que somente o município de Linhares que apresentou violações tanto anteriormente quanto no período de 2024/2025, todos demais exibiram violações do parâmetro somente nos anos anteriores a 2024/2025. Na água potável, a amônia não é de relevância imediata para a saúde, mas pode comprometer a eficiência da desinfecção e promover a formação de nitrito, que leva a falha na remoção do manganês e problemas de sabor e odor (WHO, 2017). No entanto, dependendo de suas concentrações ingeridas, pode influenciar o metabolismo ao alterar o equilíbrio ácido-base, atrapalhando tolerância à glicose e reduzindo a sensibilidade a insulina (WHO, 1996).

Os surfactantes apresentaram violação em 6 dos 27 municípios investigados, com percentuais totais, no geral, inferiores a 1% de violação. Vale destacar que todos resultados que apresentaram violação foram observados no ano de 2019. Os surfactantes são conhecidos por sua solubilidade e propriedades de limpeza e, por este motivo, estão na composição de detergentes e outros produtos de limpeza (YING, 2006). Alguns estudos relataram que os

surfactantes podem provocar toxicidade sanguínea e irritações na pele e olhos (KARMAN *et al.*, 2006; FUJIII *et al.*, 2007).

A cor aparente apresentou violação em todos os municípios investigados ao longo de todo monitoramento, com exceção dos municípios Aimorés, Alpercata, Belo Oriente, Colatina, Galileia, Governador Valadares, Itueta, Marilândia, Periquito, Santa Cruz do Escalvado e Tumiritinga, os quais não apresentaram violações no último ciclo de 2024/2025. A turbidez só não ultrapassou os limites legais no município de Dionísio. Dos 26 municípios que apresentaram violações do parâmetro, somente Fernandes Tourinho, Marilândia, Periquito e Santa Cruz do Escalvado e Santana do Paraíso, não apresentaram violações no último período avaliado (2024/2025). Já sólidos dissolvidos totais ultrapassou os limites legais em 11 dos 27 municípios, com percentuais totais < 1% de violação em captações e saídas com tratamento e em torno de 6% de violação nas saídas sem tratamento. Somente em Santa Cruz do Escalvado não foram observadas violações no último período 2024/2025. Valores elevados de sólidos dissolvidos totais, cor aparente e turbidez nas águas de consumo diminuem a aceitabilidade pela água, o que pode resultar em redução da ingestão de água ou busca de fontes alternativas que podem não ser seguras. Além disso, em níveis elevados, podem levar à coloração de roupas e interferir na eficácia dos processos de tratamento (WHO, 2017). O gosto e odor apresentou violações em 19 dos 27 municípios investigados, com percentuais totais de violação inferiores a 1% em saídas com tratamento e em torno de 20% em saídas sem tratamento. No último ciclo 2024/2025, foram observadas violações nos municípios Aracruz, Baixo Guandu, Bugre, Conselheiro Pena, Dionísio, Galiléia, Linhares, Mariana, Resplendor, Rio Doce, São José do Goiabal, São Mateus, Sooretama e Timóteo. A presença de valores elevados pode estar relacionada com a existência de compostos orgânicos produzidos por algas e microorganismos, a agentes desinfetantes ou por problemas na operação do abastecimento de água. Seus efeitos são exclusivamente sensoriais (FERREIRA FILHO, ALVES, 2006).

O cloreto total apresentou violações nos municípios de Aracruz, Barra Longa, Conselheiro Pena, Linhares, São Mateus e Sooretama. Somente os municípios Aracruz e Barra Longa não apresentaram violação no período 2024/2025. O sódio total apresentou violações em 11 dos 27 municípios. Dentre esses, apenas Barra Longa, Santa Cruz do Escalvado e Tumiritinga não registraram violações no período de 2024/2025. O cloreto, de maneira geral, não apresenta toxicidade aos seres humanos, com exceção em casos de deficiência no metabolismo do cloreto de sódio, por exemplo, na insuficiência cardíaca congestiva. A concentração de cloreto em águas para abastecimento público pode provocar um sabor “salobro” na água (CETESB, 2016). O mesmo é válido para o sódio, onde concentração acima de 200 mg/L pode resultar em um gosto não aceitável à água (CETESB, 2016). De forma

semelhante, a dureza provocada pela presença de bicarbonatos e carbonatos na água, quando encontrada em concentrações elevadas podem causar gosto desagradável e reduzir a formação de espumas. Em seres humanos, pode provocar efeitos laxativos (SANTOS, 2013). A dureza foi violada somente nos municípios Conselheiro Pena, Fernandes Tourinho e São Mateus. Somente nos municípios de Conselheiro Pena e São Mateus as violações foram observadas tanto antes como no período 2024/2025.

O sulfato total apresentou somente três violações pontuais no município de Resplendor, em fevereiro, junho e agosto/2024 e uma violação pontual no município de Linhares em abril/2025. Elevadas concentrações na água tratada podem provocar efeito laxativo (CETESB, 2016). Na rede de esgoto, se há depósito de matéria orgânica, o sulfato pode ser transformado em sulfeto, sendo que a reação tem como produto o gás sulfídrico, que pode resultar em problemas de corrosão e odor, além de ser tóxico se inalado em excesso (CETESB, 2016). O sulfeto de hidrogênio apresentou violações pontuais somente em Linhares (2019). A presença no ar atmosférico pode causar insônia, dor de cabeça, náusea, fotofobia, rinites, queratoconjuntivite, tosse intensa e broncopneumonia (DE SOUZA, 2010).

O fluoreto apresentou violação em Aracruz, Barra Longa e Tumiritinga, com percentuais totais inferiores a 2% de violação. Vale ressaltar que todas as violações foram observadas no período de 2018/2019. Após ingerido, o fluoreto é retido nos ossos e uma pequena parte nos dentes, e sua eliminação é influenciada pelo estado de saúde e grau de exposição. Concentrações elevadas de fluoreto podem aumentar a incidência da fluorose dentária (CETESB, 2016).

O pH apresentou violação em 22 dos 27 municípios avaliados, não exibindo valores em desconformidade com os limites legais somente nos municípios Conselheiro Pena, Dionísio, Fernandes Tourinho, Rio Doce e Santa Cruz do Escalvado. Desses 22 municípios, Alpercata, Aracruz, Baixo Guandu, Colatina, Governador Valadares, Itueta, Linhares, Mariana, Marilândia, Resplendor, São José do Goiabal, Sooretama e Timóteo apresentaram violações do parâmetro no último período 2024/2025. Normalmente, o pH não apresenta impacto para os consumidores, mas é fundamental para garantir a qualidade final da água tratada, especialmente nas etapas de clarificação e desinfecção do tratamento. Além disso, o controle do pH no sistema de distribuição diminui a probabilidade de corrosão ou incrustação nos encanamentos e, conseqüentemente, evita contaminação e efeitos adversos, alterando sabor e cor da água (WHO, 2017).

A qualidade da água destinada ao consumo humano depende de diversos fatores, incluindo a presença e a eficiência do tratamento, o tipo de tecnologia empregada, a manutenção

adequada, a gestão dos sistemas, e, sobretudo, a qualidade dos recursos hídricos utilizados como fonte. Por isso, a água pode sofrer diversas alterações que comprometem sua qualidade.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório apresentou os resultados integrados do PMQACH de setembro de 2018 a julho de 2025, dando enfoque no último ciclo de monitoramento (julho/2024 a julho/2025) no qual foram considerados 108 pontos, distribuídos em 27 municípios. As avaliações consistiram em quantificar por município, ponto de amostragem, tipo de captação (subterrânea e superficial) e tratamento, os percentuais de violação às legislações aplicáveis. Além disso, a partir de análises estatísticas foram avaliadas também as tendências temporais em relação as concentrações dos parâmetros ao longo dos ciclos de monitoramento e a influência da sazonalidade (período seco e chuvoso) nos resultados.

Primeiramente cabe destacar parâmetros que permaneceram abaixo do limite de quantificação (LQ) do respectivo método durante todo o período em que foram monitorados, especialmente agrotóxicos e orgânicos (setembro de 2018 a julho de 2025). Além desses, os parâmetros cádmio dissolvido, mercúrio dissolvido, selênio dissolvido, sulfetos (como H₂S não dissociado) e as cianotoxinas investigadas (microcistinas e saxitoxinas) também permaneceram abaixo do limite de quantificação em todos os municípios. Embora não tenham apresentado todos os resultados abaixo do limite de quantificação, os parâmetros antimônio (total e dissolvido), arsênio dissolvido, cádmio total, chumbo (total e dissolvido), clorofila, cromo (total e dissolvido), mercúrio total, níquel (total e dissolvido), selênio total, sulfeto, surfactantes, urânio (total e dissolvido) e os parâmetros biológicos *Giardia spp.* e *Cryptosporidium spp.* apresentaram mais de 90% dos resultados abaixo do LQ. Os parâmetros cianeto, cobre total e fenóis totais, apesar de quantificados, não apresentaram resultados acima de seus respectivos limites das legislações aplicáveis.

Em pontos sem tratamento, de modo geral, os parâmetros mais relevantes em termos de desconformidade com a legislação foram: cloro residual livre, coliformes totais, ferro total, cor aparente, *E. coli*, pH, turbidez, gosto e odor, alumínio total e manganês total. O cloro residual livre, que apresentou os mais elevados percentuais de violação, deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento a partir da primeira revisão bianual do PMQACH (em janeiro de 2022). Os elevados percentuais de violação são referentes ao período anterior a esta revisão, e ocorreram na maioria das vezes em desconformidade com o limite inferior legal, o que é esperado por se tratar de pontos sem tratamento. O cloro é um dos principais componentes utilizados no tratamento de água, sendo eficiente na remoção de microrganismos da água. A baixa concentração ou inexistência de cloro em pontos sem tratamento de água, pode explicar os elevados percentuais de violação para coliformes e *E. coli*. Além disso, boa parte dos municípios não possuem esgotamento sanitário adequado, o que ajuda a explicar a contaminação biológicas das águas.

Em pontos com tratamento, os parâmetros que apresentaram as maiores desconformidade na captação superficial foram coliformes termotolerantes, *E. coli*, alumínio dissolvido, ferro dissolvido, manganês total e turbidez. Na captação subterrânea, os parâmetros que apresentaram maiores percentuais de violação foram ferro total, manganês total, bário total, coliformes termotolerantes e alumínio total.

Na saída do tratamento, os parâmetros mais importantes foram, cloro residual livre, coliformes totais, alumínio total, trihalometanos totais, pH e manganês total. Neste caso, interessante notar que as violações para cloro residual foram, no geral, em desconformidade com o limite inferior indicado pela legislação, e aconteceram junto com violações para coliformes. Esse resultado mostra a importância da condução correta do tratamento de água para eliminação de contaminantes biológicos. Enquanto a ausência do cloro favorece a contaminação microbiológica, concentrações mais elevadas favorecem a formação de subprodutos indesejados quando há presença de matéria orgânica, como trihalometanos e ácidos haloacéticos, o que, de fato, foi observado em pontos com tratamento. As ocorrências de violação do cloro e de subprodutos tóxicos do processo de cloração, assim como a presença de parâmetros microbiológicos em pontos com tratamento, indicam a necessidade de ajuste operacional na etapa de desinfecção.

As análises estatísticas demonstraram, de maneira geral, uma influência mais evidente da pluviosidade (sazonalidade) e dos anos amostrados (temporalidade) nos dados de captação em comparação aos dados de saída. Os parâmetros mais fortemente influenciados pela sazonalidade foram os metais, cor aparente, pH, sódio total e turbidez.

Os dados demonstram a importância do tratamento para a melhora da qualidade da água, especialmente em relação a contaminação microbiológica, percentual de sólidos representados pela turbidez e cor aparente, assim como para alguns metais, em especial ferro total e manganês total. O atendimento integral aos limites legais de potabilidade pode demandar instalação ou adequação das etapas de tratamento com o objetivo de controlar parâmetros específicos conforme particularidades de cada ponto. Além disso, é indispensável a manutenção e operação adequada dos processos de tratamento, com a manutenção dos filtros, ajustes do pH, dosagens de coagulante e do produto para desinfecção adequadas, com o objetivo de garantir a concentração de cloro residual no sistema e evitar a formação de subprodutos indesejados e a presença de bactérias e organismos patogênicos.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. C. *et al.* Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó-Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. *Revista Acta Scientiarum Technology*, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.

AMARANENI, S. R. Distribution of pesticides, PAHs and heavy metals in prawn ponds near Kolleru lake wetland, India. *Environment International*, v. 32, n. 3, p. 294-302, 2006.

ANDRADE, Rosane Cristina de. Aplicação do dióxido de cloro no tratamento de água para consumo humano: desinfecção para controle de oocistos de *Cryptosporidium sp.*, formação de subprodutos e manutenção de residuais desinfetantes em sistemas de distribuição. 2010.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). *Antimony*. Toxic Substances Portal. Atlanta: ATSDR, 2021. Disponível em: <https://wwwn.cdc.gov/TSP/substances/ToxSubstance.aspx?toxid=58>. Acesso em: 5 jan. 2026.

BARROS, A. R. B. Remoção de ions metálicos em água utilizando diversos adsorventes. 2001. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

BELZILE, N., CHEN, Y. W., FILELLA, M. Human exposure to antimony: I. Sources and intake. *Critical reviews in environmental science and technology*, 41(14), 1309-1373. 2011.

BETTEGA, J. M. P. R *et al.* Métodos analíticos no controle microbiológico de água para consumo humano. *Cienc. agrotec.* Vol. 30, n.5, pp.950-954. ISSN 1413-7054. 2006.

BLOKKER, M., VREEBURG, J., SPEIGHT, V. Residual chlorine in the extremities of the drinking water distribution system: the influence of stochastic water demands. *Procedia Engineering*, n. 70, p. 172-180. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Controle da qualidade da água. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde) ISBN 85-334-1240-1 1. 2006.

CASAGRANDE, J., SARMENTO, R. O uso de modelagem matemática de qualidade de água no controle de cloro residual em sistemas de distribuição. In: Congresso Brasileiro De Engenharia Sanitária E Ambiental, 19. Anais. Foz do Iguaçu, Pr.: ABES, 1997, v. 2.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Apêndice E Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. 2016.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo. Boletim 2017.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. 2019. Ficha de Informações toxicológicas [Bário]. Acesso em novembro 2021.

CONTE, V. D., COLOMBO, M., ZANROSSO, A. V., SALVADOR, M. Qualidade microbiológica de águas tratadas e não tratadas na região nordeste do Rio Grande do Sul. Infarma, v.16, n.11-12, p. 83-84, 2004.

COTTA, J. A. O., REZENDE, M. O. O., PIOVANI, M. R. Avaliação do teor de metais em sedimento do rio Betari no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira - PETAR, São Paulo, Brasil. Quim Nova, v.29, n.1, p.40-45, 2006.

CUNHA, Fernanda Gonçalves da; VIGLIO, Eduardo Paim. Geoquímica das amostras de água e de sedimento coletadas na região do Rio Doce em 2010 e 2015. 2016.

DANIEL, L. A. Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável. EESC-USP, UFRG, UnB, Unicamp, UFMG. São Carlos, SP. 2001.

DARBRE, P. D. Metalloestrogens: An emerging class of inorganic xenoestrogens with potential to add to the oestrogenic burden of the human breast. Journal of Applied Toxicology, 26, 191–197. 2006.

DE OLIVEIRA, Daniela Sousa et al. Impactos do mercúrio no meio ambiente e na saúde. 2011.

DE SOUZA, Cláudio Leite. Estudo das rotas de formação, transporte e consumo dos gases metano e sulfeto de hidrogênio resultantes do tratamento de esgoto doméstico em reatores UASB. 2010.

ECOPLAN-LUME. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Volume III - Relatório Final. Junho de 2010.

ESTEVEES, F. A. Fundamentos de limnologia. Interciência. 1998.

EPA. Environmental Protection Agency. Nutrient pollution: The problem. 2021. Disponível em: <https://www.epa.gov/nutrientpollution/problem>. Acesso em: 3 jan. 2025.

FERREIRA FILHO, S., SAKAGUTI, M. Comportamento cinético do cloro livre em meio aquoso e formação de subprodutos da desinfecção. Eng. Sanit. Ambient. Rio de Janeiro, p. 198-206. abr. 2008.

FERREIRA FILHO, Sidney Seckler; ALVES, Rosemeire. Técnicas de avaliação de gosto e odor em águas de abastecimento: método analítico, análise sensorial e percepção dos consumidores. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 11, p. 362-370, 2006.

FOWLER, B. A., GOERING ANTIMONY, P. L., MERIAN, E. (Ed.), Metals and their compounds in the environment, VCH, Weinheim, New York, Basel, Cambridge, 1991.

FRAZÃO, Paulo; PERES, Marco A.; CURY, Jaime A. Qualidade da água para consumo humano e concentração de fluoreto. Revista de Saúde Pública, v. 45, p. 964-973, 2011.

FUJII, S., *et al.* New POPs in the water environment: Distribution, bioaccumulation and treatment of perfluorinated compounds-A review paper. Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA, 56: 313-326. 2007.

FUNASA. Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades Utilizando o Clorador Simplificado Desenvolvido pela Funasa / Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014. 36 p.

FUNASA. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS. Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde. Brasília, 2014.

GEBEL, T., CHRISTENSEN, S., DUNKELBERG, H. Comparative and environmental genotoxicity of antimony and arsenic. Anticancer research, v. 17, n. 4A, p. 2603-2607, 1997.

GOMES, Gerson Silva. Exposição a urânio natural em águas subterrâneas e efeitos renais: uma revisão de literatura. 2013.

HAMMEL, W., DEBUS, R., STEUBING, L. Mobility of antimony in soil and its availability to plants. Chemosphere, v. 41, n. 11, p. 1791-1798, 2000.

HÉLLER, L., PÁDUA, V. (Orgs.). Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte, Editora UFMG, 860p. 2006.

HINCKLEY, A., BACHAND, A., REIF, J. Late Pregnancy Exposures to Disinfection By-products and Growth-Related Birth Outcomes. *Environmental Health Perspectives*. 113:1808-13. 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável - Brasil 2002. Disponível em: www.ibge.gov.br, acesso em outubro de 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - Brasil 2022. Disponível em: www.ibge.gov.

IGAM, 2010. Plano de ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos Santo Antônio – PARH Santo Antônio.

JEN, M., YAN, A. C. Syndromes associated with nutritional deficiency and excess. *Clin Dermatol.*, v. 28, n. 6, p. 669-85, nov./dez. 2010.

KÄRRMAN, A., *et al.* Perfluorinated chemicals in relation to other persistent organic pollutants in human blood. *Chemosphere*, 64(9), 1582-1591. 2006.

KWOK, R. K., KAUFMANN, R. B., JAKARIYA, M. Arsenic in drinking-water and reproductive health outcomes: a study of participants in the Bangladesh Integrated Nutrition Programme. *J Health Popul Nutr* 2006; 24:190-205.

LATORRACA, T. J. F., FILHO, J. F. P., GOMES, L. A. Análise do desempenho do sistema de impermeabilização basal das células em um aterro sanitário, estudo por meio de dados de monitoramento das águas subterrâneas. In: I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro Oeste, Cuiabá. Mato Grosso, 2007.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3º ed. Campinas: Editora Átomo, 2010.

LIDSKY, T. L., SCHNEIDER, J. S. Lead neurotoxicity in children: basic mechanisms and clinical correlates, *Brain*, 126, 2003, 5–19.

LIMA, G. M. D. Desenvolvimento de correlação de formação de ácidos haloacéticos em água contendo substância húmica oxidada com cloro. Mestrado em Tecnologia ambiental. 2014.

LIMA, J. C. A. L. Avaliação do desempenho de dispositivo de desvio das primeiras águas de chuva utilizado em cisternas no semiárido pernambucano. Universidade Federal de Pernambuco. 2012.

MACHADO, R. P., AUGUSTO, R. S., MARTINS, O. A. Análise química da água de nascentes nas cidades de Avaré e Cerqueira César, São Paulo. Revista Eletrônica de Educação e Ciência, 02, 40-44. 2012.

MADEIRA, V. S. Desenvolvimento de um carvão adsorvente para remoção de íons ferro em águas. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2003. 89 p.

MADZIVHANDILA, V., CHIRWA, E. M. N. Modeling Chlorine Decay in Drinking Water Distribution Systems using Aquasim. Chemical Engineering Transactions, v. 57, p. 1111- 1116. 2017.

MARMONTEL, C. V. F., RODRIGUES, V. A. Parâmetros Indicativos para Qualidade da Água em Nascentes com Diferentes Coberturas de Terra e Conservação da Vegetação Ciliar. Floresta e Ambiente, v. 22, n. 2, 2015.

MCCALLUM, R. I. Occupational exposure to antimony compounds. Journal of Environmental Monitoring, v. 7, n. 12, p. 1245-1250, 2005.

MCGREGOR D. B., *et al.* Evaluation of the carcinogenic risks to humans associated with surgical implants and other foreign bodies – a report of an IARC Monographs Programme Meeting. Eur. J. Cancer., 36: 307-313. 2000.

MEYER, S. T. O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública. Cad. Saúde Públ., Rio de Janeiro, 10, 99-110. 1994.

MICHALKE, B., FERNSEBNER, K. New insights into manganese toxicity and speciation. Journal of trace elements in medicine and biology, v. 28, n. 2, p. 106-116, 2014.

MICHALKE, B., HALBACH, S. NISCHWITZ, V. Speciation and toxicological relevance of manganese in humans. Journal of Environmental Monitoring, v. 9, n. 7, p. 650-656, 2007.

MILTON, A. H., *et al.* Chronic arsenic exposure and adverse pregnancy outcomes in Bangladesh. Epidemiology 2005; 16:82-6.

MORUZZI, R. B., REALI, M. A. P. Oxidação E Remoção De Ferro E Manganês Em Águas Para Fins De Abastecimento Público Ou Industrial – Uma Abordagem Geral. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 4, n. 1, p. 29-43, 2012.

NARCISO, M. G., GOMES, L. P. Qualidade da água subterrânea para abastecimento público na Serra das Areias, Aparecida de Goiânia –GO. Revista Técnica da Sanepar, Curitiba, v. 21, n.21, p. 4-18, 2004.

OHHEA. Office of Environmental Health Hazard Assessment California Environmental Protection Agency. Public health goal of hexavalent chromium in drinking water. Corrected portions of draft PHG document for hexavalent chromium 2010. January 25, 2011.

PAN, J., *et al.* Cadmium levels in Europe: implications for human health. Environmental geochemistry and health, v. 32, n. 1, p. 1-12, 2010.

PARRON, M. P., MUNIZ, D. H. F., PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Florestas. ISSN 1980-3958, Documentos 232, Colombo – PR. 2011.

PAULL, B., BARRON, L. Using ion chromatography to monitor haloacetic acids in drinking water: a review of current technologies. Journal of Chromatography A, v.1046, p.1– 9, 2004.

PEIXOTO, F. S., SILVEIRA, R. N. M. C. Bacia hidrográfica: tendências e perspectivas da aplicabilidade no meio urbano. Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, v. 10, n. 3, p. 840 - 853, 2017.

PIERART, A. *et al.* Antimony bioavailability: kNowledge and research perspectives for sustainable agricultures. Journal of hazardous materials, v. 289, p. 219-234, 2015.

PIRH DOCE. Revisão e Atualização do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce (PIRH Doce), Incluindo seus Respective Planos Diretores de Recursos Hídricos (PDRHs)/Planos de Ações de Recursos Hídricos (PARHs), e Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água da Bacia em Classes segundo os Usos Preponderantes e Atualização do Enquadramento dos Cursos d'Água da Bacia do Rio Piracicaba. Produto 3, 2021.

PRADO, Ana Lúcia Cervi; DA FONSECA, Dilma CBRP. Uma Revisão sobre a Doença de Wilson relato de caso. Saúde (Santa Maria), p. 69-75, 2004.

QIN, H. *et al.* The bioavailability of selenium and risk assessment for human selenium poisoning in high-Se areas, China. Environment international, v. 52, p. 66-74, 2013.

RICHARDSON, S. D., *et al.* Occurrence, genotoxicity, and carcinogenicity of regulated and emerging disinfection by-products in drinking water: a review and roadmap for research. Mutation Research/Reviews in Mutation Research, v. 636, n. 1-3, p. 178-242, 2007.

RICHTER, C. A., AZEVEDO NETO, J. M. Tratamento de água: tecnologia atualizada. São Paulo: Edgard Blucher, 1991.

ROCCARO, P., *et al.* Removal of manganese from water supplies intended for human consumption: a case study. Desalination, v. 210, n. 1-3, p. 205-214, 2007.

RONDEAU, V., *et al.* Relation between aluminum concentrations in drinking water and Alzheimer's disease: an 8-year follow-up study. American journal of epidemiology, v. 152, n. 1, p. 59-66, 2000.

ROSALINO, M. R. R. Potenciais efeitos da presença de alumínio na água de consumo humano. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. Novembro 2011.

ROSALINO, Melanie Roselyne Rodrigues. Potenciais efeitos da presença de alumínio na água de consumo humano. 2011. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia.

SALES, A. E. T. Estudos da Balneabilidade das Praias Urbanas do Município de Natal durante o ano de 2005: Dissertação de Mestrado em Engenharia Sanitária. UFRGN. Rio Grande do Norte, 2005.

SANTOS, Renata Souza. SAÚDE E QUALIDADE DA ÁGUA: ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS EM ÁGUA SUBTERRÂNEAS. Revista contexto & saúde, v. 13, n. 24-25, p. 46-53, 2013.

SANTOS, S. M., GOUVEIA, N. Presença de trihalometanos na água e efeitos adversos na gravidez. Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 14, p. 106-119, 2011.

SARIN, P. *et al.* Iron release from corroded iron pipes in drinking water distribution systems: effect of dissolved oxygen. Water research, v. 38, n. 5, p. 1259-1269, 2004.

SAXENA, D. K. *et al.* Fetoplacental-maternal uptake of hexavalent chromium administered orally in rats and mice. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, v. 45, n. 3, p. 430-435, 1990.

SCHIRMER, M., LESCHIK, S., MUSOLFF. Current research in urban hydrogeology – A review. *Advances in Water Resources* 51, p. 280–291. 2013.

SCORSAFAVA, Maria Anita *et al.* Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 69, n. 2, p. 229-232, 2010.

SECO, B. M. S., BURGOS, T. N., PELAYO, J. S. Avaliação bacteriológica das águas de bebedouros do campus da Universidade Estadual de Londrina –PR. *Semina cienc. biol. saúde.* 33(2):193-200. 2012.

SEILKOP, S. K., OLLER, A. R. Respiratory cancer risks associated with low-level nickel exposure: an integrated assessment based on animal, epidemiological, and mechanistic data. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, v. 37, n. 2, p. 173-190, 2003.

SILVA, B. H. L., MELO, B. H. E. Trihalometanos em água potável e riscos de câncer: simulação usando potencial de interação e transformações de bäcklund. *Química Nova*, 38, 309-315. 2015.

SILVA, R. S. B. *et al.* Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais e subterrâneas na área de influência do Lixão de Salinópolis, PA. *Ambiente e Água*, 13, e207. 2018.

SLY, L. I., HODGKINSON, M. C., ARUNPAIROJANA, V. Deposition of manganese in a drinking water distribution system. *Applied and environmental microbiology*, v. 56, n. 3, p. 628-639, 1990.

SMITH, A. H. Commentary: Hexavalent Chromium, Yellow Water, and Cancer a Convolved Saga. *Epidemiology*, p. 24-26, 2008.

SMITH, A. H., STEINMAUS, C. M. Health effects of arsenic and chromium in drinking water: recent human findings. *Annual review of public health*, v. 30, p. 107-122, 2009.

STERN, A. H. A quantitative assessment of the carcinogenicity of hexavalent chromium by the oral route and its relevance to human exposure. *Environ Res* 110:798–807. 2010.

STERN, Bonnie Ransom. Essentiality and toxicity in copper health risk assessment: overview, update and regulatory considerations. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, v. 73, n. 2-3, p. 114-127, 2010.

TAYLOR, Alicia A. et al. Critical review of exposure and effects: implications for setting regulatory health criteria for ingested copper. *Environmental management*, v. 65, p. 131-159, 2020.

TOMINAGA, M. Y., MIDIO, A. F. Exposição humana a trihalometanos presentes em água tratada. *Rev. Saúde Pública*, 33, 413-21, 1999.

US EPA. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). The Integrated Risk Information System (IRIS) Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office, Cincinnati, OH. 1992.

US EPA. U.S. Environmental Protection Agency (online). Drinking Water Contaminants. Last updated on Tuesday, November 26th, 2002.

VIEIRA, R. H. S. F., OLIVEIRA, R. A. Avaliação do grau de contaminação fecal da água e do camarão sossego (*Macrobrachium jelskii*), na Lagoa Parangaba (Fortaleza, Ceará). *Higiene Alimentar*, v. 15, n. 85, p. 61-64, 2001.

VILLANUEVA, C. M., KOGEVINAS, M., GRIMALT, J. O. Cloración del agua potable y efectos sobre la salud: revisión de estudios epidemiológicos. *Med. Clin.*, v. 117, p. 27–35, 2001.

VILLAR, P. C. As águas subterrâneas e o direito à água em um contexto de crise. *Ambiente e Sociedade*, 19, 83-102. 2016.

VIOLA, Z. G. G., BARBOSA, F. A. R., ALMEIDA, K. C. B. Avaliação dos indicadores de qualidade de água para subsidiar propostas de conservação e manejo da bacia do rio doce em minas gerais – Brasil. *Interfaces Científicas – Saúde e Ambiente*, 5, 51-64. 2016.

VON EHRENSTEIN, O. S., *et al.* Pregnancy outcomes, infant mortality, and arsenic in drinking water in West Bengal, India. *Am J Epidemiol.* 163(7):662-9. 2006.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3.ed. Belo Horizonte: UFMG/ Departamento de Engenharia Sanitária, 2005. v.1, 452p.

WAALKES, M. P. Cadmium carcinogenesis. *Mutation Research*, 533, 107–120. 2003.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Chlorite and Chlorate in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines Drinking-water Quality. Geneva: WHO,2005.

WHO. World Health Organization. Arsenic and arsenic compounds. Geneva: International Programme on Chemical Safety; 2001.

WHO. World Health Organization. Cadmium: Environmental aspect, environmental health criteria, 135. Geneva: 1992.

WHO. World Health Organization. Guidelines for Drinking-Water Quality. 2011.

WHO. World Health Organization. Guidelines for Drinking-Water Quality. 1996.

WHO. World Health Organization. Guidelines for Drinking-Water Quality. 2017.

YAMAGUCHI, M. U., *et al.* Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. *O mundo da saúde*, 37(3), 312-320. 2013.

YING, G. Fate, behavior and effects of surfactants and their degradation products in the environment. *Environment international*, v. 32, n. 3, p. 417-431, 2006.

ZHANG, C. *et al.* Effect of pipe materials on chlorine decay, trihalomethanes formation, and bacterial communities in pilot-scale water distribution systems. *International Journal of Environmental Science and Technology*, v. 14, n. 1, p. 85-94, 2017.