

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

Relatório Técnico Anual

Fevereiro 2025

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

Relatório Técnico Anual

Fevereiro 2025

Apoio:
WSP

SUMÁRIO

1 -Apresentação	5
2 -Equipe Técnica.....	7
3 -Introdução	8
3.1 -PMQACH.....	9
4 -Objetivo.....	11
5 -Metodologia	12
5.1 -Apresentação da área de estudo	12
5.2 -Malha amostral	13
5.3 -Parâmetros analisados e frequência de amostragem	16
5.4 -Legislação aplicável	19
5.5 -Coleta e análise	20
5.5.1 -Acreditação dos laboratórios contratados e subcontratados pela NBR ISO-17025	20
5.5.2 -Procedimentos de amostragem e equipamentos de campo e laboratoriais	22
5.5.3 -Registros de campo	25
5.5.4 -Limites de detecção e quantificação dos métodos.....	27
5.5.5 -Laudos analíticos	33
5.6 -Avaliação da consistência dos dados	35
5.7 -Apresentação dos resultados	40
6 -Resultados	43
6.1 -Mariana	50
6.1.1 -Pontos sem tratamento	52
6.1.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	52
6.1.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	59
6.2 -Barra Longa.....	62
6.2.1 -Pontos sem tratamento	64
6.2.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	64
6.2.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	67
6.2.2 -Pontos com tratamento	69
6.2.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	69
6.2.2.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	73
6.3 -Rio Doce.....	77
6.3.1 -Pontos sem tratamento	79
6.3.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	79
6.3.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	83
6.4 -Santa Cruz do Escalvado	85
6.4.1 -Pontos sem tratamento	87
6.4.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	87
6.4.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	91

6.5 -São José do Goiabal	93
6.5.1 -Pontos com tratamento	95
6.5.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	95
6.5.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	99
6.6 -Dionísio	102
6.6.1 -Pontos com tratamento	104
6.6.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	104
6.6.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	106
6.7 -Timóteo	108
6.7.1 -Pontos sem tratamento	110
6.7.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	110
6.7.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	113
6.7.2 -Pontos com tratamento	115
6.7.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	115
6.7.2.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	116
6.8 -Santana do Paraíso	118
6.8.1 -Pontos com tratamento	120
6.8.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	120
6.8.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	122
6.9 -Bugre	125
6.9.1 -Pontos sem tratamento	127
6.9.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	127
6.9.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	129
6.10 -Belo Oriente	132
6.10.1 -Pontos sem tratamento	134
6.10.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	134
6.10.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	138
6.10.2 -Pontos com tratamento.....	141
6.10.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	141
6.10.2.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	144
6.11 -Fernandes Tourinho	147
6.11.1 -Pontos sem tratamento	149
6.11.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	149
6.11.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	152
6.12 -Periquito	154
6.12.1 -Pontos com tratamento.....	156
6.12.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	156
6.12.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	159
6.13 -Alpercata	161
6.13.1 -Pontos com tratamento.....	163

6.13.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	163
6.13.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	166
6.14 -Governador Valadares.....	168
6.14.1 -Pontos com tratamento.....	170
6.14.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	170
6.14.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	176
6.15 -Tumiritinga	181
6.15.1 -Pontos com tratamento.....	183
6.15.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	183
6.15.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	187
6.16 -Galiléia.....	190
6.16.1 -Pontos sem tratamento	192
6.16.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	192
6.16.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	195
6.16.2 -Pontos com tratamento.....	197
6.16.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	197
6.16.2.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	200
6.17 -Conselheiro Pena.....	203
6.17.1 -Pontos sem tratamento	205
6.17.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	205
6.17.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	211
6.18 -Resplendor	214
6.18.1 -Pontos sem tratamento	216
6.18.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	216
6.18.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	219
6.18.2 -Pontos com tratamento.....	220
6.18.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	220
6.18.2.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	223
6.19 -Itueta	226
6.19.1 -Pontos com tratamento.....	228
6.19.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	228
6.19.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	230
6.20 -Aimorés.....	233
6.20.1 -Pontos com tratamento.....	235
6.20.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	235
6.20.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	238
6.21 -Baixo Guandu	241
6.21.1 -Pontos com tratamento.....	243
6.21.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	243
6.21.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	247

6.22 -Colatina	250
6.22.1 -Pontos com tratamento.....	252
6.22.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	252
6.22.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	258
6.23 -Marilândia.....	263
6.23.1 -Pontos sem tratamento	265
6.23.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	265
6.23.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	267
6.23.2 -Pontos com tratamento.....	270
6.23.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	270
6.23.2.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	272
6.24 -Sooretama.....	274
6.24.1 -Pontos sem tratamento	276
6.24.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	276
6.24.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	278
6.24.2 -Pontos com tratamento.....	280
6.24.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	280
6.24.2.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	283
6.25 -Linhares.....	285
6.25.1 -Pontos sem tratamento	287
6.25.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	287
6.25.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	312
6.25.2 -Pontos com tratamento.....	318
6.25.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	318
6.25.2.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	324
6.26 -Aracruz.....	329
6.26.1 -Pontos com tratamento.....	331
6.26.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	331
6.26.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	334
6.27 -São Mateus	338
6.27.1 -Pontos sem tratamento	340
6.27.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....	340
6.27.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....	343
7 -Potenciais Efeitos à Saúde Humana	345
8 -Considerações Finais.....	362
9 -Referências Bibliográficas.....	365

LISTA DE TABELAS

Tabela 2 1 - Equipe Técnica envolvida na elaboração do relatório. No Anexo 3 encontra-se a ART do responsável técnico.	7
Tabela 5 1- Resumo de todos os pontos monitorados no PMQACH, no período de julho/2023 a julho/2024.....	13
Tabela 5 2 - Inconsistências nas etapas de campo e analítica registradas no último ciclo de monitoramento, por ponto, data, laboratório e parâmetro.	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 5 1 - Resumo dos parâmetros e frequência de amostragem dos pontos de coleta do PMQACH desde o início do monitoramento.....	18
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.....	20
Quadro 5 3 - Laboratórios contratados e subcontratados para a coleta e análise das amostras no período deste relatório, com os respectivos certificados de acreditação.....	21
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 ALS, atualmente responsável pelo monitoramento.....	27
Quadro 6 1 - Características dos pontos do município de Mariana considerados no presente relatório.	50
Quadro 6 2 - Características dos pontos do município de Barra Longa considerados no presente relatório.	62
Quadro 6 3 - Características dos pontos do município de Rio Doce considerados no presente relatório.	77
Quadro 6 4 - Características dos pontos do município de Santa Cruz do Escalvado considerados no presente relatório.	85
Quadro 6 5 - Características dos pontos do município de São José do Goiabal considerados no presente relatório.	93
Quadro 6 6 - Características do ponto do município de Dionísio considerado no presente relatório.....	102
Quadro 6 7 - Características dos pontos do município de Timóteo considerados no presente relatório.	108
Quadro 6 8 - Características do ponto do município de Santana do Paraíso considerado no presente relatório.	118
Quadro 6 9 - Características do ponto do município de Bugre considerado no presente relatório.	125
Quadro 6 10 - Características dos pontos do município de Belo Oriente considerados no presente relatório.	132
Quadro 6 11 - Características dos pontos do município de Fernandes Tourinho considerados no presente relatório.....	147
Quadro 6 12 - Características do ponto do município de Periquito considerado no presente relatório.	154
Quadro 6 13 - Características do ponto do município de Alpercata considerado no presente relatório.	161
Quadro 6 14 - Características dos pontos do município de Governador Valadares considerados no presente relatório.....	168
Quadro 6 15 – Características dos pontos do município de Tumiritinga considerados no presente relatório.	181
Quadro 6 16 - Características dos pontos do município de Galiléia considerados no presente relatório.	190
Quadro 6 17 - Características dos pontos do município de Resplendor considerados no presente relatório.	203
Quadro 6 18 - Características dos pontos do município de Resplendor considerados no presente relatório.	214
Quadro 6 19 - Características do ponto do município de Itueta considerado no presente relatório.	226
Quadro 6 20 - Características dos pontos do município de Aimorés considerados no presente relatório.	233
Quadro 6 21 - Características dos pontos do município de Baixo Guandu considerados no presente relatório.	241
Quadro 6 22 - Características dos pontos do município de Colatina considerados no presente relatório.	250
Quadro 6 23 - Características dos pontos do município de Marilândia considerados no presente relatório.	263
Quadro 6 24 - Características dos pontos do município de Sooretama considerados no presente relatório.	274
Quadro 6 25 - Características dos pontos do município de Linhares considerados no presente relatório.	285
Quadro 6 26 - Características dos pontos do município de Aracruz considerados no presente relatório.	329
Quadro 6 27 - Características do ponto do município de São Mateus considerado no presente relatório.	338
Quadro 7 1 – Principais grupos de alterações observadas na água para consumo.	345
Quadro 7 2 – Síntese dos efeitos potenciais para a saúde humana dos parâmetros que apresentaram violação no PMQACH.	348

LISTA DE FIGURAS

Figura 5 1 - Painel de fotos exemplificando a coleta manual em diversos pontos do PMQACH	24
Figura 5 2 - Modelo de ficha de campo utilizada pelo laboratório ALS.	26
Figura 5 3 - Modelo de laudo analítico utilizado pelo laboratório ALS	34
Figura 6 1 - Exemplo genérico das figuras utilizadas para representação gráfica das avaliações estatísticas.	44
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/2024.	46
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/2024.	46
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/2024.	48
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/2024.	49
Figura 6 6 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Mariana-MG.....	51
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/2023 com base nos limites aplicáveis.....	54
Figura 6 8 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 423, localizado no município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.	55
Figura 6 9 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 230 e PMQACH 238, localizados no município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.	56
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/2024, com base nos limites aplicáveis.	58
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.	59
Figura 6 12 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.	60
Figura 6 13 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.	61
Figura 6 14 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Barra Longa-MG.....	63
Figura 6 15 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	65
Figura 6 16 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 408 localizado no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.	66
Figura 6 17 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída do ponto sem tratamento, localizado no município de Barra Longa-MG.	67
Figura 6 18 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.	68
Figura 6 19 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.	70
Figura 6 20 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 36 localizado no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.	71
Figura 6 21 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 37-38 e PMQACH 39 localizados no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.	72
Figura 6 22 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Barra Longa-MG.	74

Figura 6 23 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	75
Figura 6 24 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	76
Figura 6 25 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Rio Doce - MG.....	78
Figura 6 26 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	80
Figura 6 27 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 313 localizado no município de Rio Doce - MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.....	81
Figura 6 28 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 314 localizado no município de Rio Doce - MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.....	82
Figura 6 29 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Rio Doce – MG.....	83
Figura 6 30 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	84
Figura 6 31 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	84
Figura 6 32 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Santa Cruz do Escalvado-MG.....	86
Figura 6 33 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento no município de Santa Cruz do Escalvado- 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	88
Figura 6 34 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 316 no município de Santa Cruz do Escalvado-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.....	89
Figura 6 35 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 317 no município de Santa Cruz do Escalvado-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.....	90
Figura 6 36 - 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.....	91
Figura 6 37 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	92
Figura 6 38 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	92
Figura 6 39 - Localização geográfica dos pontos monitorados em São José do Goiabal-MG.....	94
Figura 6 40 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	96
Figura 6 41 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 328, localizado no município de São José do Goiabal-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.....	97
Figura 6 42 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 329 localizado no município de São José do Goiabal-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.....	98
Figura 6 43 - 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.....	99
Figura 6 44 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a dezembro/2023.....	100
Figura 6 45 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a dezembro/2023	101
Figura 6 46 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Dionísio - MG.....	103
Figura 6 47 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	104

Figura 6 48 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 440 localizado no município de Dionísio-MG, entre fevereiro/2024 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	105
Figura 6 49 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Dionísio-MG	106
Figura 6 50 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de fevereiro/2024 a julho/2024.....	107
Figura 6 51 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Timóteo-MG.....	109
Figura 6 52 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	111
Figura 6 53 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 452, PMQACH 454 e PMQACH 458, localizado no município de Timóteo-MG, entre fevereiro/2024 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.....	112
Figura 6 54 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e E. coli na saída dos pontos sem tratamento, no município de Timóteo.....	113
Figura 6 55 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de fevereiro/2024 a julho/2024.....	114
Figura 6 56 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	115
Figura 6 57 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 451, localizado no município de Timóteo-MG, entre fevereiro/2024 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	115
Figura 6 58 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e E. coli na saída do ponto com tratamento, no município de Timóteo.....	116
Figura 6 59 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de fevereiro a julho/2024.....	117
Figura 6 60 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Santana do Paraíso-MG	119
Figura 6 61 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	120
Figura 6 62 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 319 localizado no município de Santana do Paraíso-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.....	121
Figura 6 63 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída do ponto com tratamento, localizados no município de Santana do Paraíso-MG	122
Figura 6 64 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	123
Figura 6 65 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	124
Figura 6 66 - Localização geográfica do ponto monitorados em Bugre-MG.....	126
Figura 6 67 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	128
Figura 6 68 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 414, localizado no município de Bugre-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.....	129
Figura 6 69 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e E. coli na saída do ponto sem tratamento, localizado no município de Bugre	130
Figura 6 70 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	130
Figura 6 71 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	131
Figura 6 72 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Belo Oriente - MG	133

Figura 6 73 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	135
Figura 6 74 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 418 e PMQACH 419, localizados no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.....	136
Figura 6 75 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 420 e PMQACH 421, localizados no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.....	137
Figura 6 76 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli nos pontos sem tratamento localizados no município de Belo Oriente - MG	138
Figura 6 77 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	139
Figura 6 78 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	140
Figura 6 79 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	142
Figura 6 80 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 76 localizado no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.....	143
Figura 6 81 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída do ponto com tratamento localizados no município de Belo Oriente - MG	144
Figura 6 82 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	145
Figura 6 83 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	146
Figura 6 84 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Fernandes Tourinho-MG	148
Figura 6 85 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Fernandes Tourinho- 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	150
Figura 6 86 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 415 localizado no município de Fernandes Tourinho-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.....	151
Figura 6 87 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída do ponto sem tratamento, localizado no município de Fernandes Tourinho-MG.....	152
Figura 6 88 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	153
Figura 6 89 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Periquito-MG	155
Figura 6 90 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	157
Figura 6 91 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 297 localizado no município de Periquito-MG entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	158
Figura 6 92 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída do ponto com tratamento localizados no município de Periquito- MG	159
Figura 6 93 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	160
Figura 6 94 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	160
Figura 6 95 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Alpercata-MG.....	162
Figura 6 96 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	164
Figura 6 97 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 02 localizado no município de Alpercata-MG, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	165

Figura 6 98 - 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.....	166
Figura 6 99 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	167
Figura 6 100 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	167
Figura 6 101 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Governador Valadares-MG.....	169
Figura 6 102 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	171
Figura 6 103 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 134, localizado no município de Governador Valadares-MG, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.	172
Figura 6 104 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 135 localizado no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.	173
Figura 6 105 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 136 localizado no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.	174
Figura 6 106 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 137, localizado no município de Governador Valadares-MG, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.	175
Figura 6 107 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 138 localizado no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.	176
Figura 6 108 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída dos pontos com tratamento localizados no município de Governador Valadares- MG.....	177
Figura 6 109 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	178
Figura 6 110 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	180
Figura 6 111 – Localização geográfica dos pontos monitorados em Tumiritinga-MG.....	182
Figura 6 112 – 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/2024 com base nos limites aplicáveis.	184
Figura 6 113 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 350, localizado no município de Tumiritinga-MG entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.	185
Figura 6 114 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 351, localizado no município de Tumiritinga-MG entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.	186
Figura 6 115 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída dos pontos com tratamento localizados no município de Tumiritinga- MG.....	187
Figura 6 116 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	188
Figura 6 117 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	189
Figura 6 118 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Galiléia-MG.	191
Figura 6 119 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento do município de Galiléia-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.	193
Figura 6 120 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 424 e PMQACH 425 localizados no município de Galiléia-MG, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites legais.....	194
Figura 6 121 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Galiléia-MG.....	195
Figura 6 122 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	196

Figura 6 123 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	196
Figura 6 124 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto com tratamento do município de Galiléia-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	198
Figura 6 125 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 121, localizado no município de Galiléia-MG, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	199
Figura 6 126 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Galiléia-MG	200
Figura 6 127 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	201
Figura 6 128 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	202
Figura 6 129 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Conselheiro Pena - MG.	204
Figura 6 130 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	206
Figura 6 131 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 430, PMQACH 431 e PMQACH 433, localizados no município de Conselheiro Pena - MG, entre fevereiro/2024 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	208
Figura 6 132 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 434, PMQACH 435 e PMQACH 436, localizados no município de Conselheiro Pena - MG, entre fevereiro/2024 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	209
Figura 6 133 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 437, PMQACH 438 e PMQACH 439, localizados no município de Conselheiro Pena - MG, entre fevereiro/2024 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	210
Figura 6 134 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Conselheiro Pena - MG.	211
Figura 6 135 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de janeiro/2024 a julho/2024.....	213
Figura 6 136 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Resplendor-MG.....	215
Figura 6 137 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	217
Figura 6 138 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	218
Figura 6 139 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Resplendor-MG.....	219
Figura 6 140 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	221
Figura 6 141 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 303 e PMQACH 429, localizados no município de Resplendor-MG, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	222
Figura 6 142 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Resplendor-MG.....	223
Figura 6 143 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	224
Figura 6 144 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	225
Figura 6 145 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Itueta-MG.	227

Figura 6 146 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	229
Figura 6 147 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 158, localizado no município de Itueta-MG, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.	230
Figura 6 148 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Itueta.	231
Figura 6 149 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	232
Figura 6 150 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	232
Figura 6 151 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Aimorés-MG.	234
Figura 6 152- 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/2024 com base nos limites aplicáveis.	236
Figura 6 153 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 416 e PMQACH 01 localizados no município de Aimorés-MG entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.	237
Figura 6 154 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída do ponto com tratamento localizado no município de Aimorés- MG.	238
Figura 6 155 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	239
Figura 6 156 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	240
Figura 6 157 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Baixo Guandu-ES.	242
Figura 6 158 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.	244
Figura 6 159 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 34, localizado no município de Baixo Guandu-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	245
Figura 6 160 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 35, localizado no município de Baixo Guandu-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	246
Figura 6 161 - 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.....	247
Figura 6 162 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	248
Figura 6 163 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	249
Figura 6 164 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Colatina-ES.	251
Figura 6 165 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.	253
Figura 6 166 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 107, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	254
Figura 6 167 - Percentual de violação dos parâmetros monitorado no ponto PMQACH 108, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	255
Figura 6 168 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 109, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	256
Figura 6 169 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 110, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	257
Figura 6 170 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 111, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	258

Figura 6 171 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli, na saída de pontos sem tratamento, localizados no município de Colatina.....	259
Figura 6 172 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	260
Figura 6 173 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	262
Figura 6 174 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Marilândia-ES.....	264
Figura 6 175 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	266
Figura 6 176 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 257 localizado no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	267
Figura 6 177 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli avaliados na saída do ponto sem tratamento, localizado no município de Marilândia-ES.....	268
Figura 6 178 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	268
Figura 6 179 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	269
Figura 6 180 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	271
Figura 6 181 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 253 localizado no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	271
Figura 6 182 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Marilândia-ES.....	272
Figura 6 183 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	273
Figura 6 184 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	273
Figura 6 185 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Sooretama-ES.....	275
Figura 6 186 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	277
Figura 6 187 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 445 e PMQACH 446, localizados no município de Sooretama-ES, entre fevereiro/2024 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	278
Figura 6 188 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Sooretama-ES.....	279
Figura 6 189 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de janeiro/2024 a julho/2024.....	280
Figura 6 190 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	281
Figura 6 191 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 448, PMQACH 449 e PMQACH 450 localizados no município de Sooretama-ES, entre fevereiro/2024 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	282
Figura 6 192 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Sooretama-ES.....	283
Figura 6 193 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de janeiro/2024 a julho/2024.....	284
Figura 6 194 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Linhares-ES.....	286

Figura 6 195 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	288
Figura 6 196 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 190 e PMQACH 191, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	290
Figura 6 197 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 192 e PMQACH 193, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	292
Figura 6 198 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 194 e PMQACH 197, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	294
Figura 6 199 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 198 e PMQACH 199, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	296
Figura 6 200 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 200 e PMQACH 201, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	298
Figura 6 201 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 202 e PMQACH 203, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	300
Figura 6 202 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 204 e PMQACH 205, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	302
Figura 6 203 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 206 e PMQACH 207, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	304
Figura 6 204 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 208 e PMQACH 209, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	306
Figura 6 205 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 211 e PMQACH 212, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	308
Figura 6 206 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 214, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	309
Figura 6 207 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 426, PMQACH 427 e PMQACH 428, localizados no município de Linhares-ES, entre janeiro/2022 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	311
Figura 6 208 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Linhares-ES.....	312
Figura 6 209 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	315
Figura 6 210 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	317
Figura 6 211 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.....	319
Figura 6 212 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 163, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	321
Figura 6 213 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 164, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	322
Figura 6 214 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 184, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	323
Figura 6 215 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 185, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.....	324
Figura 6 216 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Linhares-ES.....	325
Figura 6 217 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	326
Figura 6 218 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.....	328
Figura 6 219 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Aracruz-ES.....	330

Figura 6 220 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.	332
Figura 6 221 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 03, localizado no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.	333
Figura 6 222 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 04, localizado no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.	334
Figura 6 223 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Aracruz.	335
Figura 6 224 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.	336
Figura 6 225 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.	337
Figura 6 226 - Localização geográfica dos pontos monitorados em São Mateus-ES.	339
Figura 6 227 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.	341
Figura 6 228 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 330, localizado no município de São Mateus-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.	342
Figura 6 229 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e E. coli na saída do ponto sem tratamento, localizado no município de São Mateus-ES.	343
Figura 6 230 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.	344
Figura 6 231 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.	34



PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO-PMQACH
Relatório Técnico Anual
24675238-00-QACH-RL-0003-01

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1 Banco de dados PMQACH
- Anexo 2 Percentual de violações legais por município
- Anexo 3 ART responsável técnico
- Anexo 4 Quadro de informações de análises de laboratórios

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.

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.

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 dos mesmos.

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 potável para consumo humano, com captação subterrânea ou superficial, 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 monitoramento realizado no âmbito do Plano de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano – PMQACH, no período de setembro de 2018 a julho de 2024, sendo enfoque das discussões e análises o último ano de amostragem (julho de 2023 a julho de 2024).

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 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 (CT-Saúde/CIF nº30/2020). 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 2023 a julho de 2024, juntamente com o histórico destes pontos. O escopo deste documento seguiu as orientações constantes na Nota Técnica (NT) CT-SAÚDE nº 83/2023, que trata da 2^a 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, 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



PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO-PMQACH
Relatório Técnico Anual
24675238-00-QACH-RL-0003-01

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.

PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO-PMQACH
Relatório Técnico Anual
24675238-00-QACH-RL-0003-01

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
Maria Isabel de Almeida Rocha	Bióloga (UNIRIO), mestre e doutora em Biofísica (UFRJ)	Análise dos dados e elaboração do relatório	CRBio 29943/02 CTF 7176839
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 43,7 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 implantação do PMQACH (Deliberação CIF nº 95, NT nº 10). 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 e definidas pela CT Saúde.

Em relação a divulgação dos dados gerados no âmbito do PMQACH, o formato do relatório, atualmente desenvolvido, seguiu as orientações da NT nº 83/2023. 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

Outra etapa importante a ser destacada, diz respeito a revisão do programa de monitoramento do PMQACH prevista para acontecer a cada dois anos. Assim, a 1^a Revisão B bianual do PMQACH, foi incorporada ao monitoramento em janeiro/2022 e a mais recente revisão do programa, 2^a Revisão B 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 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 2023 a julho de 2024, 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/2023 a julho/2024 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/2023 a julho/2024.

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. Considera-se a nascente do rio Doce a partir do rio Xopotó, afluente do rio Piranga, de onde inicia sua extensão de 888 km até a foz, no município de Linhares/ES, onde deságua no oceano Atlântico. 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/2023 a julho/2024, 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-filtragem. Estas informações são apresentadas na **Tabela 5-1** para os 108 pontos de monitoramento.

Tabela 5-1- Resumo de todos os pontos monitorados no PMQACH, no período de julho/2023 a julho/2024.

Município	Código	Tipo	Tratamento	Forma
Aimorés	PMQACH 01	Superficial	Com tratamento	SAA
Aimorés	PMQACH 416	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
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 37	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Barra Longa	PMQACH 38	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Barra Longa	PMQACH 39	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Barra Longa	PMQACH 408	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 76	Superficial	Com tratamento	SAA
Belo Oriente	PMQACH 420	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 421	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 418	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 419	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
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	Com tratamento	SAA
Fernandes Tourinho	PMQACH 415	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Galileia	PMQACH 121	Superficial	Com tratamento	SAA
Galileia	PMQACH 424	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Galileia	PMQACH 425	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Governador Valadares	PMQACH 134	Superficial	Com tratamento	SAA
Governador Valadares	PMQACH 135	Superficial	Com tratamento	SAA
Governador Valadares	PMQACH 136	Superficial	Com tratamento	SAA

PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO-PMQACH
Relatório Técnico Anual
24675238-00-QACH-RL-0003-01

Município	Código	Tipo	Tratamento	Forma
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 209	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 426	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 427	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 428	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
Mariana	PMQACH 423	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Marilândia	PMQACH 253	Superficial	Com tratamento	SAC
Marilândia	PMQACH 257	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Periquito	PMQACH 297	Superficial	Com tratamento	SAA
Resplendor	PMQACH 303	Mista	Com tratamento	SAA
Resplendor	PMQACH 429	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Rio Doce	PMQACH 314	Subterrânea	Sem tratamento	SAA
Rio Doce	PMQACH 313	Subterrânea	Sem tratamento	SAA
Santa Cruz do Escalvado	PMQACH 317	Subterrânea	Sem tratamento	SAA
Santa Cruz do Escalvado	PMQACH 316	Subterrânea	Sem tratamento	SAA
Santana do Paraíso	PMQACH 319	Subterrânea	Com tratamento	SAA
São José do Goiabal	PMQACH 329	Subterrânea	Com tratamento	SAA
São José do Goiabal	PMQACH 328	Subterrânea	Com tratamento	SAA
São Mateus	PMQACH 330	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Tumiritinga	PMQACH 351	Superficial	Com tratamento	SAI
Tumiritinga	PMQACH 350	Superficial	Com tratamento	SAI
Conselheiro Pena	PMQACH 430	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Conselheiro Pena	PMQACH 431	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Conselheiro Pena	PMQACH 432*	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Conselheiro Pena	PMQACH 433	Subterrânea	Sem tratamento	SAI

Município	Código	Tipo	Tratamento	Forma
Conselheiro Pena	PMQACH 434	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Conselheiro Pena	PMQACH 435	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
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	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Dionísio	PMQACH 440	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
Sooretama	PMQACH 445	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Sooretama	PMQACH 446	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Sooretama	PMQACH 447*	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

*Pontos que embora tenham sido incluídos na 2ª Revisão Biannual não foram amostrados. Assinado termo de recusa.

A conformação de pontos apresentada na **Tabela 5-1**, está de acordo com o orientado na Nota Técnica CT-Saúde n° 83/2023

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.

Sobre os parâmetros monitorados, com a primeira revisão bianual, os 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, Difeniconazol, Dimetoato + ometoato, Epoxiconazol, Fipronil, Flutriafol, Hidroxi-Atrazina, Malationa, Metribuzim, Paraquate, Picloram, Propargito, Proticonazol + ProticonazolDestio, Tiametoxam, Tiocarbe 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			
	Captação subterrânea	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos)	
Com tratamento	Captação superficial	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos) Clorofila-a, cianobactérias, cianotoxinas <i>Giardia</i> spp e <i>Cryptosporidium</i> spp.	Mensal - período seco e quinzenal - período chuvoso
	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
A partir da 2ª revisão bianual do PMQACH, em janeiro/2024			
	Captação subterrânea	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos)	
Com tratamento	Captação superficial	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos) Clorofila-a, cianobactérias, cianotoxinas <i>Giardia</i> spp e <i>Cryptosporidium</i> spp.	Mensal
	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	
	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	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos) Agrotóxicos e pesticidas específicos Clorofila-a, cianobactérias, cianotoxinas <i>Giardia</i> spp e <i>Cryptosporidium</i> spp.	

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-filtragem 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 nº 5/2017
		Pós-Filtrado	Anexo XX da PRC nº 5/2017
		Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017
	Subterrânea	Captação	Anexo XX da PRC nº 5/2017
		Pós-Filtrado	Anexo XX da PRC nº 5/2017
		Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017
Sem tratamento	Superficial	Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017
	Subterrânea	Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017
A partir da 1ª revisão do PMQACH, em janeiro/2022 até a atualidade			
Com tratamento	Superficial	Captação	CONAMA nº 357/2005
		Saída	Artigo nº 43, Portaria MS nº 888/2021
		Pós-Filtrado	Artigo nº 43, Portaria MS nº 888/2021
	Subterrânea	Captação	CONAMA nº 396/2008
		Saída	Artigo nº 43, Portaria MS nº 888/2021
		Pós-Filtrado	Artigo nº 43, Portaria MS nº 888/2021
Sem tratamento	Superficial	Saída	Artigo nº 43, Portaria MS nº 888/2021
	Subterrânea	Saída	Artigo nº 43, Portaria MS nº 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

No último ciclo de monitoramento, julho/2023 a julho/2024, três laboratórios foram responsáveis pelas amostragens do PMQACH. O laboratório Tommasi, cujas campanhas realizadas foram as do período de julho/2023 a janeiro/2024, primeira revisão bianual, conduziu uma série de ensaios interlaboratoriais entre os quais: metais na água, parâmetros físico-químicos em água bruta e tratada, e parâmetros microbiológicos em água. Todos os resultados foram considerados satisfatórios. Também foram satisfatórios os ensaios interlaboratoriais para pH, nitrito, surfactantes, série de sólidos, coliformes fecais conduzidos pelo laboratório Bioagri (responsável pelas coletas entre janeiro/2024 e junho/2024). O laboratório ALS, atualmente responsável pelas amostragens (desde junho/2024), realizou ensaios para 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.

Os ensaios interlabororiais 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 labororiais

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 - 23^a 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, 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 pela Deliberação CIF nº 95, NT nº 10, CIF nº 513, NT nº 54 e CIF nº 707 e NT nº 83.

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 emitida pela ALS, 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, temperatura da água e cloro residual livre).

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

 Ficha de Coleta		Processo Comercial: 8615/2024																																					
		Item do Processo: 18																																					
		Grupo de amostra:																																					
Identificação do projeto, nome e endereço <div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> Identificação da Coleta: 6158260 Empresa Solicitante: Fundação Renova Endereço: Avenida Getúlio Vargas, no.400 – CEP:30.112-021 – Bairro: Savassi – Belo Horizonte/MG Nome do Solicitante: [REDACTED] Telefone do Solicitante: - </div>																																							
Identificação do ponto, matriz, data, hora, responsável pela amostragem <div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> Código da Amostra: 12143595 Identificação da Amostra: SAA - ETA de Alpercata - CTM Data: 04/07/2024 Hora: 08:12 Tipo da Amostra: Água Superficial Chuva nas Últimas 24 horas?: () Sim (X) Não Tipo da Amostragem: () LowFlow () Bailer (X) Instantânea () Composta de _____ em hr Responsável pela coleta: [REDACTED] </div>																																							
Parâmetros medidos in situ <div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> Comparativo: Res. CONAMA 357, de 17-03-2005 - Art. 14 (Águas Doces - Classe 1) Parâmetros a Serem Analisados: SPA - Dureza (Matriz Líquida),SPA - Metais por ICP MS (Matriz Líquida),BLH - Nitrogênio Ammoniacal por Indofenol (Matriz Líquida),BLH - Cor Aparente (Matriz Líquida),BLH - Sólidos Dissolvidos Totais, Fixos e Voláteis (Matriz Líquida),BLH - Coliformes Termotolerantes (NMP) (Matriz Líquida),BLH - Escherichia Coli (NMP) (Matriz Líquida e Sólida),SPA - Metais Dissolvidos por ICP MS (Matriz Líquida),BLH - Varredura de Ânions (Matriz Líquida),BLH - Parâmetro de Campo - Turbidez in situ,BLH - Parâmetro de Campo - pH In situ </div>																																							
Frascos e preservantes <div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parâmetros de Campo</th> <th>Resultado Obtido</th> <th>Unidade de Medida</th> <th>Código do equipamento utilizado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Turbidez in situ</td> <td>8,10</td> <td>NTU</td> <td>201026</td> </tr> <tr> <td>pH in situ</td> <td>7,90</td> <td>-</td> <td>200C88</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de Frascos</th> <th>Qtd. Frasco</th> <th>Preservantes</th> <th>Quantidade de amostra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BLH - Frasco Estéril (g ou mL)</td> <td>1</td> <td>Refrig(4,0±2,0°C)+TiosulfSodio</td> <td>120 g ou mL</td> </tr> <tr> <td>SPA - Plástico (mL)</td> <td>1</td> <td>Refrig(4,0±2,0°C)+HNO3</td> <td>50 mL</td> </tr> <tr> <td>SPA - Plástico (mL)</td> <td>1</td> <td>Refrig(4,0±2,0°C)+HNO3+Filtrar</td> <td>50 mL</td> </tr> <tr> <td>BLH - Plástico (mL)</td> <td>3</td> <td>Refrig(4,0±2,0°C)</td> <td>100 mL</td> </tr> <tr> <td>BLH - Plástico (mL)</td> <td>1</td> <td>Refrig(4,0±2,0°C)+H2SO4</td> <td>250 mL</td> </tr> </tbody> </table> </div>				Parâmetros de Campo	Resultado Obtido	Unidade de Medida	Código do equipamento utilizado	Turbidez in situ	8,10	NTU	201026	pH in situ	7,90	-	200C88	Tipo de Frascos	Qtd. Frasco	Preservantes	Quantidade de amostra	BLH - Frasco Estéril (g ou mL)	1	Refrig(4,0±2,0°C)+TiosulfSodio	120 g ou mL	SPA - Plástico (mL)	1	Refrig(4,0±2,0°C)+HNO3	50 mL	SPA - Plástico (mL)	1	Refrig(4,0±2,0°C)+HNO3+Filtrar	50 mL	BLH - Plástico (mL)	3	Refrig(4,0±2,0°C)	100 mL	BLH - Plástico (mL)	1	Refrig(4,0±2,0°C)+H2SO4	250 mL
Parâmetros de Campo	Resultado Obtido	Unidade de Medida	Código do equipamento utilizado																																				
Turbidez in situ	8,10	NTU	201026																																				
pH in situ	7,90	-	200C88																																				
Tipo de Frascos	Qtd. Frasco	Preservantes	Quantidade de amostra																																				
BLH - Frasco Estéril (g ou mL)	1	Refrig(4,0±2,0°C)+TiosulfSodio	120 g ou mL																																				
SPA - Plástico (mL)	1	Refrig(4,0±2,0°C)+HNO3	50 mL																																				
SPA - Plástico (mL)	1	Refrig(4,0±2,0°C)+HNO3+Filtrar	50 mL																																				
BLH - Plástico (mL)	3	Refrig(4,0±2,0°C)	100 mL																																				
BLH - Plástico (mL)	1	Refrig(4,0±2,0°C)+H2SO4	250 mL																																				
Condições e informações do recebimento da amostra <div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> Observações da Coleta/Condições do Campo: local da amostragem torneira ligada a tubulação / origem da agua Rio Doce (captação) </div>																																							
Responsável ALS: [REDACTED]		Responsável Cliente: [REDACTED] Fundação Renova Data/Hora do Recebimento: 05/07/24 às 7 hs.00 ID Termômetro: 200273																																					
Responsável pelo Recebimento: [REDACTED] Temperatura do Recebimento: 25 ° Celsius																																							

5.5.4 - Limites de detecção e quantificação dos métodos

No período de julho/2023 a julho/2024, 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 ALS, laboratório atualmente contratado. No **Anexo 4** encontra-se as informações dos dois outros laboratórios que também foram responsáveis pelas amostragens no último ano (julho/2023 a julho/2024).

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 ALS, atualmente responsável pelo monitoramento.

Parâmetro	Tipo abastecimento	Unida de	VMP	Normativa	LD	LQ	ALS Metodologia
Ácidos Haloacéticos	Saída - com tratamento	mg/L	0,08	P. GM/MS 888/2021	0,04	0,08	USEPA 552.3: 2003
	Captação - subterrânea	µg/L	200	CONAMA 396/2008	4,5	25	USEPA 6020 B: 2014
Alumínio Total	Saída - com tratamento	mg/L	0,2	P. GM/MS 888/2021	0,0009	0,005	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,2	P. GM/MS 888/2021	0,0045	0,025	USEPA 6020 B: 2014
Alumínio dissolvido	Captação - superficial	mg/L	0,1	CONAMA 357/2005	0,0045	0,025	USEPA 6020 B: 2014
Ametrina	Saída - com e sem tratamento	µg/l	60	P. GM/MS 888/2021	-	0,1	IT 06-07.213
Amônia (como NH3)	Captação - subterrânea e superficial	mg/L	-	CONAMA 396/2008 / CONAMA 357/2005	0,02	0,05	SMWW 24ª Ed. 2023 - 4500 NH3 F / PEN-BHL-040
Amônia (como N)	Saída - com e sem tratamento	mg/L	1,2	P. GM/MS 888/2021	0,02	0,05	SMWW 24ª Ed. 2023 - 4500 NH3 F / PEN-BHL-040
	Captação - superficial	mg/L	0,005	CONAMA 357/2005	0,00015	0,0005	USEPA 6020 B: 2014
Antimônio Total	Captação - subterrânea	µg/l	5	CONAMA 396/2008	0,15	0,5	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - com tratamento	mg/L	0,006	P. GM/MS 888/2021	0,00003	0,0001	USEPA 6020 B: 2014

Parâmetro	Tipo abastecimento	Unida de	VMP	Normativa	ALS		Metodologia
					LD	LQ	
Arsênio Total	Saída - sem tratamento	mg/L	0,006	P. GM/MS 888/2021	0,000 15	0,0005	USEPA 6020 B: 2014
	Captação - superficial	mg/L	0,01	CONAMA 357/2005	0,000 1	0,0005	USEPA 6020 B: 2014
	Captação - subterrânea	µg/l	10	CONAMA 396/2008	0,1	0,5	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - com tratamento	mg/L	0,01	P. GM/MS 888/2021	0,000 02	0,0001	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,01	P. GM/MS 888/2021	0,000 1	0,0005	USEPA 6020 B: 2014
Atrazina + S-Clorotriazinas (DEA, DIA, DACT)	Saída - com e sem tratamento	µg/l	2	P. GM/MS 888/2021	-	2	IT 06-07.213
Bário Total	Captação - superficial	mg/L	0,7	CONAMA 357/2005	0,001	0,005	USEPA 6020 B: 2014
	Captação - subterrânea	µg/l	700	CONAMA 396/2008	1	5	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - com tratamento	mg/L	0,7	P. GM/MS 888/2021	0,000 02	0,001	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,7	P. GM/MS 888/2021	0,001	0,005	USEPA 6020 B: 2014
Cádmio Total	Captação - superficial	mg/L	0,001	CONAMA 357/2005	0,000 1	0,0005	USEPA 6020 B: 2014
	Captação - subterrânea	µg/l	5	CONAMA 396/2008	0,1	0,5	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - com tratamento	mg/L	0,003	P. GM/MS 888/2021	0,000 02	0,0001	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,003	P. GM/MS 888/2021	0,000 1	0,0005	USEPA 6020 B: 2014
Chumbo Total	Captação - superficial	mg/L	0,01	CONAMA 357/2005	0,000 5	0,005	USEPA 6020 B: 2014
	Captação - subterrânea	µg/l	10	CONAMA 396/2008	0,5	5	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - com tratamento	mg/L	0,01	P. GM/MS 888/2021	0,000 1	0,001	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,01	P. GM/MS 888/2021	0,000 5	0,005	USEPA 6020 B: 2014
Ciproconazol	Saída - com e sem tratamento	µg/l	30	P. GM/MS 888/2021	-	0,5	IT 06-07.213
Cianobactérias	Captação - superficial	cel/mL	10.000	CONAMA 357/2005	-	1	APHA 23ª Ed. 2017 - 10200 F
Cianotoxinas (microcistina e saxitoxina) ⁽¹⁾	Captação - superficial	µg/L	1,0 e 3,0		0,3 µg/L e 0,02 µg/L		PEN-BHL-020 PEN-BAH-056
Cloreto	Captação - superficial	mg/L	250	CONAMA 357/2005	0,04	0,5	EPA 9056A 02/2007 rev01; EPA 300.1 1997 rev01
	Captação - subterrânea	µg/l	250000	CONAMA 396/2008	40	500	EPA 9056A 02/2007 rev01; EPA 300.1 1997 rev01
	Saída - com e sem tratamento	mg/L	250	P. GM/MS 888/2021	0,04	0,5	EPA 9056A 02/2007 rev01; EPA 300.1 1997 rev01
Cloro Residual Livre (Campo)	Saída - com tratamento	De mg/L	0,2 à 5,0	P. GM/MS 888/2021	0,05	0,1	SMWW 22ª Ed. 2012 - 4500 Cl G.

Parâmetro	Tipo abastecimento	Unida de	VMP	Normativa	ALS		Metodologia
					LD	LQ	
Clorotalonil	Saída - com e sem tratamento	µg/l	45	P. GM/MS 888/2021	-	0,01	EPA 8270E 2018
Clorofila-a ⁽¹⁾	Captação - superficial	µg/l		CONAMA 357/2005	0,75	µg/L	SMWW 23ª Ed.:2017 – 10200 H
	Captação - subterrânea	µg/L	2.000	CONAMA 396/2008	0,15	2,5	USEPA 6020 B: 2014
Cobre Total	Saída - com tratamento	mg/L	2	P. GM/MS 888/2021	0,000 03	0,0005	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - sem tratamento	mg/L	2	P. GM/MS 888/2021	0,000 15	0,0025	USEPA 6020 B: 2014
Cobre Dissolvido	Captação - superficial	mg/L	0,009	CONAMA 357/2005	0,000 15	0,0025	USEPA 6020 B: 2014
Coliformes Totais	Saída - com e sem tratamento	Ausênc ia em 100m L		P. GM/MS 888/2021	-	-	SMWW 24ª Ed. 2023 - 9223 B
	Captação - superficial	NMP/100mL	1.000	CONAMA 357/2005	-	1,8	SMWW 24ª Ed. 2023 - 9221 E2
Coliformes Termotolerantes	Captação - subterrânea	Ausênc ia em 100m L		CONAMA 396/2008	-	-	SMWW 23ª Ed. 2017 - 9221 B, C, D e E
	Captação - superficial	CU	-	CONAMA 357/2005	2,5	5	SMWW 23ª Ed. 2017 - 2120B
Cor Aparente	Captação - subterrânea	CU	-	CONAMA 396/2008	2,5	5	SMWW 23ª Ed. 2017 - 2120B
	Saída - com e sem tratamento	uH	15	P. GM/MS 888/2021	2,5	5	SMWW 23ª Ed. 2017 - 2120B
Cromo Total	Captação - superficial	mg/L	0,05	CONAMA 357/2005	0,001	0,005	USEPA 6020 B: 2014
	Captação - subterrânea	µg/l	50	CONAMA 396/2008	1	5	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - com tratamento	mg/L	0,05	P. GM/MS 888/2021	0,000 2	0,001	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,05	P. GM/MS 888/2021	0,001	0,005	USEPA 6020 B: 2014
<i>Cryptosporidium spp.</i> ⁽³⁾	Captação - superficial	Oocist os/L	-	CONAMA 357/2005	-	0,1	SM 9711B
Difenoconazol	Saída - com e sem tratamento	µg/l	30	P. GM/MS 888/2021	-	15	IT 06-07.213
Dimetoato + ometoato	Saída - com e sem tratamento	µg/l	1,2	P. GM/MS 888/2021	-	0,1	IT 06-07.254
Dureza Total	Captação - superficial	mg/L	-	CONAMA 357/2005	0,011	2,91	SMWW 23ª Ed. 2017 - 2340
	Captação - subterrânea	mg/L	-	CONAMA 396/2008	0,011	2,91	SMWW 23ª Ed. 2017 - 2340
	Saída - com e sem tratamento	mg/L	300	P. GM/MS 888/2021	0,011	2,91	SMWW 23ª Ed. 2017 - 2340
Epoxiconazol	Saída - com e sem tratamento	µg/l	60	P. GM/MS 888/2021	-	0,1	IT 06-07.213

Parâmetro	Tipo abastecimento	Unida de	VMP	Normativa	ALS		
					LD	LQ	Metodologia
<i>Escherichia coli</i> ⁽²⁾	Captação - superficial	NMP/100mL	1.000	CONAMA 357/2005	-	1,8	SMWW 24ª Ed. 2023 - 9221 F
	Captação - subterrânea	Ausência	Ause ntes em 100m L	CONAMA 396/2008	-	-	SMWW 22ª Ed. 2012 - 9223 B
	Saída - com e sem tratamento	Ausência	Ause ntes em 100m L	P. GM/MS 888/2021	-	-	SMWW 22ª Ed. 2012 - 9223 B
Ferro Total	Captação - subterrânea	µg/L	300	CONAMA 396/2008	10	50	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - com tratamento	mg/L	0,3	P. GM/MS 888/2021	0,002	0,01	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,3	P. GM/MS 888/2021	0,01	0,05	USEPA 6020 B: 2014
Ferro Dissolvido	Captação - superficial	mg/L	0,3	CONAMA 357/2005	0,01	0,05	USEPA 6020 B: 2014
Fipronil	Saída - com e sem tratamento	µg/l	1,2	P. GM/MS 888/2021	-	0,01	IT 06-07.252
Flutriafol	Saída - com e sem tratamento	µg/l	30	P. GM/MS 888/2021	-	0,5	IT 06-07.213
<i>Giardia spp.</i> ⁽³⁾	Captação - superficial	cisto/L	-	CONAMA 357/2005	-	0,1	SM 9711B
Gosto	Saída - com e sem tratamento	Intensidade	Máx. 6	P. GM/MS 888/2021	-	-	SMWW 23ª Ed. 2017 - 2160 C
Hidroxi-Atrazina	Saída - com e sem tratamento	µg/l	120	P. GM/MS 888/2021	-	0,1	IT 06-07.213
Malationa	Saída - com e sem tratamento	µg/l	60	P. GM/MS 888/2021	-	0,01	EPA 8270E 2018
Mancozebe + ETU	Saída - com e sem tratamento	µg/l	8	P. GM/MS 888/2021	-	5	IT 06-07.253
Manganês Total	Captação - superficial	mg/L	0,1	CONAMA 357/2005	0,0015	0,005	USEPA 6020 B: 2014
	Captação - subterrânea	µg/l	100	CONAMA 396/2008	1,5	5	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - com tratamento	mg/L	0,1	P. GM/MS 888/2021	0,0003	0,001	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,1	P. GM/MS 888/2021	0,0015	0,005	USEPA 6020 B: 2014
Mercúrio Total	Captação - superficial	mg/L	0,0002	CONAMA 357/2005	5E-06	5E-05	USEPA 6020 B: 2014
	Captação - subterrânea	µg/l	1	CONAMA 396/2008	0,005	0,05	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - com tratamento	mg/L	0,001	P. GM/MS 888/2021	1E-06	1E-05	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,001	P. GM/MS 888/2021	5E-06	5E-05	USEPA 6020 B: 2014
Metamidofós + Acefato	Saída - com e sem tratamento	µg/l	7	P. GM/MS 888/2021	-	5	IT 06-07.254
Metribuzim	Saída - com e sem tratamento	µg/l	25	P. GM/MS 888/2021	-	0,005	EPA 8270E 2018

Parâmetro	Tipo abastecimento	Unida de	VMP	Normativa	ALS		Metodologia
					LD	LQ	
Níquel Total	Captação - superficial	mg/L	0,025	CONAMA 357/2005	0,0005	0,005	USEPA 6020 B: 2014
	Captação - subterrânea	µg/l	20	CONAMA 396/2008	0,5	5	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - com tratamento	mg/L	0,07	P. GM/MS 888/2021	0,0001	0,001	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,07	P. GM/MS 888/2021	0,0005	0,005	USEPA 6020 B: 2014
Nitrito	Captação - superficial	mg/L	10	CONAMA 357/2005	0,02	0,11	EPA 9056A 02/2007 rev01; EPA 300.1 1997 rev01
	Captação - subterrânea	µg/L	10.000	CONAMA 396/2008	20	110	EPA 9056A 02/2007 rev01; EPA 300.1 1997 rev01
	Saída - com e sem tratamento	mg/L	10	P. GM/MS 888/2021	0,02	0,11	EPA 9056A 02/2007 rev01; EPA 300.1 1997 rev01
Nitrito	Captação - superficial	mg/L	1	CONAMA 357/2005	0,001	0,006	EPA 9056A 02/2007 rev01; EPA 300.1 1997 rev01
	Captação - subterrânea	µg/L	1.000	CONAMA 396/2008	1	6	EPA 9056A 02/2007 rev01; EPA 300.1 1997 rev01
	Saída - com e sem tratamento	mg/L	1	P. GM/MS 888/2021	0,001	0,006	EPA 9056A 02/2007 rev01; EPA 300.1 1997 rev01
Odor	Saída - com e sem tratamento	Intensidade	Máx. 6	P. GM/MS 888/2021	-	-	SMWW 23ª Ed. 2017 - 2160 C
Paraquate	Saída - com e sem tratamento	µg/l	13	P. GM/MS 888/2021	-	5	IT 06-07.213
pH	Captação - superficial	-	De 6,0 a 9,0	CONAMA 357/2005	-	-	SMWW 23ª Ed. 2017 - 4500 H+ B
	Captação - subterrânea	-	-	CONAMA 396/2008	-	-	SMWW 23ª Ed. 2017 - 4500 H+ B
	Saída - com e sem tratamento	-	-	P. GM/MS 888/2021	-	-	SMWW 23ª Ed. 2017 - 4500 H+ B
Picloram	Saída - com e sem tratamento	µg/l	60	P. GM/MS 888/2021	-	5	IT 06-07.252
Profenofós	Saída - com e sem tratamento	µg/l	0,3	P. GM/MS 888/2021	-	0,3	IT 06-07.254
Propargito	Saída - com e sem tratamento	µg/l	30	P. GM/MS 888/2021	-	10	IT 06-07.213
Proticonazol + ProticonazolDestio	Saída - com e sem tratamento	µg/l	3	P. GM/MS 888/2021	-	2	IT 06-07.213
Selênio Total	Captação - superficial	mg/L	0,01	CONAMA 357/2005	0,00005	0,0005	USEPA 6020 B: 2014
	Captação - subterrânea	µg/l	10	CONAMA 396/2008	0,05	0,5	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - com tratamento	mg/L	0,04	P. GM/MS 888/2021	0,00001	0,0001	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,04	P. GM/MS 888/2021	0,00005	0,0005	USEPA 6020 B: 2014

Parâmetro	Tipo abastecimento	Unida de	VMP	Normativa	ALS		Metodologia
					LD	LQ	
Sódio Total	Captação - superficial	mg/L	-	CONAMA 357/2005	0,005	0,5	USEPA 6020 B: 2014
	Captação - subterrânea	µg/l	200.00	CONAMA 396/2008	5	500	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - com tratamento	mg/L	200	P. GM/MS 888/2021	0,001	0,1	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - sem tratamento	mg/L	200	P. GM/MS 888/2021	0,005	0,5	USEPA 6020 B: 2014
Sólidos Dissolvidos Totais	Captação - superficial	mg/L	500	CONAMA 357/2005	2,5	5	SMWW 23ª Ed. 2017 - 2540C
	Captação - subterrânea	µg/L	1.000.000	CONAMA 396/2008	2500	5000	SMWW 23ª Ed. 2017 - 2540C
	Saída - com e sem tratamento	mg/L	500	P. GM/MS 888/2021	2,5	5	SMWW 23ª Ed. 2017 - 2540C
Sulfato	Captação - superficial	mg/L	250	CONAMA 357/2005	0,03	0,5	EPA 9056A 02/2007 rev01; EPA 300.1 1997 rev01
	Captação - subterrânea	µg/L	250.00	CONAMA 396/2008	30	500	EPA 9056A 02/2007 rev01; EPA 300.1 1997 rev01
	Saída - com e sem tratamento	mg/L	250	P. GM/MS 888/2021	0,03	0,5	EPA 9056A 02/2007 rev01; EPA 300.1 1997 rev01
Tiametoxam	Saída - com e sem tratamento	µg/l	36	P. GM/MS 888/2021	-	0,5	IT 06-07.213
Tiodicarbe	Saída - com e sem tratamento	µg/l	90	P. GM/MS 888/2021	-	10	IT 06-07.213
Tiram	Saída - com e sem tratamento	µg/l	6	P. GM/MS 888/2021	-	2	IT 06-07.213
Trihalometanos	Saída - com tratamento	mg/L	0,1	P. GM/MS 888/2021	0,004	0,02	USEPA SW846 8260D: 2018
Turbidez	Captação - superficial	NTU	100	CONAMA 357/2005	0,05	0,1	SMWW 22ª Ed. 2012 - 2130 B.
	Captação - subterrânea	NTU	-	CONAMA 396/2008	0,05	0,1	SMWW 22ª Ed. 2012 - 2130 B.
	Saída - com e sem tratamento	uT	5	P. GM/MS 888/2021	0,05	0,1	SMWW 22ª Ed. 2012 - 2130 B.
	Captação - superficial	mg/L	0,02	CONAMA 357/2005	0,0005	0,005	USEPA 6020 B: 2014
Urânio Total	Captação - subterrânea	µg/l	15	CONAMA 396/2008	0,5	5	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - com tratamento	mg/L	0,03	P. GM/MS 888/2021	0,0001	0,001	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - sem tratamento	mg/L	0,03	P. GM/MS 888/2021	0,0005	0,005	USEPA 6020 B: 2014
	Captação - superficial	mg/L	0,18	CONAMA 357/2005	0,001	0,005	USEPA 6020 B: 2014
Zinco Total	Captação - subterrânea	µg/l	5.000	CONAMA 396/2008	1	5	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - com tratamento	mg/L	5	P. GM/MS 888/2021	0,0002	0,001	USEPA 6020 B: 2014
	Saída - sem tratamento	mg/L	5	P. GM/MS 888/2021	0,001	0,005	USEPA 6020 B: 2014

(1) Serão analisados quando a densidade de cianobactérias exceder 20.000 células/mL.

(2) 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.

(3) 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 ALS, 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 5-3 - Modelo de laudo analítico utilizado pelo laboratório ALS.

BOLETIM ANALÍTICO 381178/2024-1.0 A											
Processo Comercial 8815/2024											
DADOS DO SOLICITANTE											
Identificação do cliente, nome e endereço	Solicitante:	Fundação Renova									
	Endereço:	Avenida Getúlio Vargas, 400-Sala 400Savassi-Belo Horizonte MG - 30.112-021									
Identificação do ponto, código, matriz, data, hora	Nome do Solicitante:	Fernanda Viegas									
	Contato:	-- fernanda.viegas@fundacaorenova.org									
Identificação do ponto, código, matriz, data, hora	Contratante:	Fundação Renova									
	Endereço:	Avenida Getúlio Vargas, 400-Sala 400Savassi-Belo Horizonte MG - 30.112-021									
Identificação do ponto, código, matriz, data, hora	Nome do Contratante:	Fernanda Viegas									
	Contato:	-- fernanda.viegas@fundacaorenova.org									
DADOS DA AMOSTRA											
Resultados (parâmetros, unidade, LQ, legislação)	Projeto:	Data/Hora de Coleta: 17/06/2024 13:20:00									
	Identificação da Amostra:	SAC - Daiany B Barbosa - Batista - Marilândia				Responsável pela coleta: ALS					
	Matriz:	Data Entrada no Lab: 18/06/2024 11:00:00									
	Número de Grupo ALS:	Data da Elaboração do laudo: 01/08/2024									
	Código ALS:	12094136									
RESULTADOS ANALÍTICOS											
MÉTODOS ACREDITADOS											
Parâmetros Analíticos											
CAS	Parâmetro	Resultado	Unidade	Diluição	LQ	LD	Incertezza	PORTARIA GMMS Nº 001, DE 4 DE MAIO DE 2021	Data preparo	Data análise	Ref.
7429-90-5	Alumínio (Al)	0,0546	mgL	5	0,0250	0,0045	± 0,00927	0,2	21/06/24	02/07/24	9811
7664-41-7	Amônia como N	< 0,05	mgL	1	0,05	0,020	± 0,0055	1,2	--	18/06/24	15424
7440-36-0	Antônimo (Sb)	< 0,00050	mgL	5	0,00050	0,00015	± 0,000029	0,006	21/06/24	02/07/24	9811
7440-38-2	Arsênio (As)	< 0,00050	mgL	5	0,00050	0,00010	± 0,000028	0,01	21/06/24	02/07/24	9811
7440-39-3	Bário (Ba)	0,0148	mgL	5	0,0050	0,0010	± 0,00040	0,7	21/06/24	02/07/24	9811
7440-43-9	Cádmio (Cd)	< 0,00050	mgL	5	0,00050	0,00010	± 0,000012	0,003	21/06/24	02/07/24	9811
7439-92-1	Chumbo (Pb)	< 0,0050	mgL	5	0,0050	0,0005	± 0,00014	0,01	21/06/24	02/07/24	9811
CONTROLES DE QUALIDADE											
74819/2024 - Branco - Sólidos Dissolvidos Totais, Fijos e Volátiles											
CAS	Parâmetro	Resultado	Unidade	LQ	LD	Ref.					
—	Sólidos Totais Dissolvidos	< 5,0	mgL	5,0	2,5	15492					
—	Sólidos Dissolvidos Volátiles	< 5,0	mgL	5,0	2,5	15492					
—	Sólidos Dissolvidos Totais	< 5,0	mgL	5,0	2,5	15492					
—	Sólidos Dissolvidos Fijos	< 5,0	mgL	5,0	2,5	15492					
74819/2024 - LCS - Sólidos Dissolvidos Totais											
CAS	Parâmetro	Resultado	Unidade	Limite de CQ (%)			Ref.				
—	Sólidos Totais Dissolvidos	97	%	80 - 120			15492				
—	Sólidos Dissolvidos Totais	97	%	80 - 120			15492				

Com as análises finalizadas, os laudos oficiais contendo os resultados são remetidos à Fundação Renova (em liquidação), passando pelos procedimentos de triagem e enviados para o sistema de banco de dados denominado MP5 (MonitorPro 5). Os laudos laboratoriais, fichas de campo e planilhas em Excel são disponibilizados para a CT-Saúde, na plataforma online da Fundação Renova (em liquidação), *Sharepoint*.

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 abaixo sintetiza as principais inconformidades registradas no último ciclo de monitoramento.

Tabela 5-2 - Inconsistências nas etapas de campo e analítica registradas no último ciclo de monitoramento, por ponto, data, laboratório e parâmetro.

Ponto	Data de colta	Laboratório	Parâmetro	Inconformidades
SAC - Emeief Maria Coutinho - Sao Mateus	17/01/2024	Bioagri	gosto e odor (sensorial)	Amostras analisadas fora do holding time (48 horas) para o método de gosto e odor (sensorial).
SAA - ETA Centro - Sooretama - STM	18/01/2024	Bioagri	gosto e odor (sensorial)	Amostras analisadas fora do holding time (48 horas) para o método de gosto e odor (sensorial).
SAA - ETA Comendador Rafael - Sooretama - STM	18/01/2024	Bioagri	gosto e odor (sensorial)	Amostras analisadas fora do holding time (48 horas) para o método de gosto e odor (sensorial).
SAI - Fernando Riagato - Sooretama	18/01/2024	Bioagri	gosto e odor (sensorial)	Amostras analisadas fora do holding time (48 horas) para o método de gosto e odor (sensorial).
SAI - Augustinho Lorencini - Sooretama	18/01/2024	Bioagri	gosto e odor (sensorial)	Amostras analisadas fora do holding time (48 horas) para o método de gosto e odor (sensorial).
SAA - ETA Juncado - Sooretama - STM	18/01/2024	Bioagri	gosto e odor (sensorial)	Amostras analisadas fora do holding time (48 horas) para o método de gosto e odor (sensorial).
SAI - Altair Silva - Conselheiro Pena	23/01/2024	Bioagri	gosto e odor (sensorial)	Amostras analisadas fora do holding time (48 horas) para o método de gosto e odor (sensorial).

PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO-PMQACH
 Relatório Técnico Anual
 24675238-00-QACH-RL-0003-01

Ponto	Data de colta	Laboratório	Parâmetro	Inconformidades
SAI - Júlio Silva - Conselheiro Pena	23/01/2024	Bioagri	gosto e odor (sensorial)	Amostras analisadas fora do holding time (48 horas) para o método de gosto e odor (sensorial).
SAI - Brenda Silva - Conselheiro Pena	23/01/2024	Bioagri	gosto e odor (sensorial)	Amostras analisadas fora do holding time (48 horas) para o método de gosto e odor (sensorial).
SAI - Maria Santiago - Conselheiro Pena	23/01/2024	Bioagri	gosto e odor (sensorial)	Amostras analisadas fora do holding time (48 horas) para o método de gosto e odor (sensorial).
SAI - Rafael do Carmo - Conselheiro Pena	23/01/2024	Bioagri	gosto e odor (sensorial)	Amostras analisadas fora do holding time (48 horas) para o método de gosto e odor (sensorial).
SAI - Alexson Rodrigues - Conselheiro Pena	23/01/2024	Bioagri	gosto e odor (sensorial)	Amostras analisadas fora do holding time (48 horas) para o método de gosto e odor (sensorial).
SAI - Vicente Silveira - Conselheiro Pena	23/01/2024	Bioagri	gosto e odor (sensorial)	Amostras analisadas fora do holding time (48 horas) para o método de gosto e odor (sensorial).
SAI - Conceição Viana - Conselheiro Pena	23/01/2024	Bioagri	gosto e odor (sensorial)	Amostras analisadas fora do holding time (48 horas) para o método de gosto e odor (sensorial).
SAA - Poco C1 – Resplendor	24/01/2024	Bioagri	Todos	Amostra descartada devido a um erro de procedimento de coleta.
SAA - Poco C2 – Resplendor	24/01/2024	Bioagri	Todos	Amostra descartada devido a um erro de procedimento de coleta.
SAI - Poco 1 - Aterro Sanitário – Resplendor	24/01/2024	Bioagri	Todos	Amostra descartada devido a um erro de procedimento de coleta.
SAI - AABB - Resplendor	24/01/2024	Bioagri	Todos	Amostra descartada devido a um erro de procedimento de coleta.
SAA - Borba - Mariana	29/01/2024	Bioagri	Escherichia coli (NMP/100mL)	Entre janeiro/24 e junho/24 analisado como ausência e presença. Deveria ser quantitativo, o laboratório fez análise qualitativa de forma equivocada.
SAA - Pedras - Mariana	29/01/2024	Bioagri	Escherichia coli (NMP/100mL)	Entre janeiro/24 e junho/24 analisado como ausência e presença. Deveria ser quantitativo, o laboratório fez análise qualitativa de forma equivocada.
SAA - Reservatorio Camargos - Mariana	29/01/2024	Bioagri	Escherichia coli (NMP/100mL)	Entre janeiro/24 e junho/24 analisado como ausência e presença. Deveria ser quantitativo, o laboratório fez análise qualitativa de forma equivocada.
SAA - ETA Perpetuo Socorro - Belo Oriente	06/02/2024	Bioagri	Cryptosporidium spp. (oocistos/L)	Não analisado pelo laboratório.
SAA - ETA Mascarenhas - Baixo Guandu	16/02/2024	Bioagri	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	Não analisado pelo laboratório.
SAA - ETA II - Colatina	16/02/2024	Bioagri	Cryptosporidium spp. (oocistos/L)	Não analisado pelo laboratório.
SAC - C Pipa - Ponte do Gama - Mariana	19/02/2024	Bioagri	Escherichia coli (NMP/100mL)	Junho/24 analisado como quantitativo de forma incorreta.
SAA - ETA Macuco - Timoteo - CTM	22/02/2024	Bioagri	Todos	Perda de holding time para o método microbiológico, gosto e odor das amostras. Recoleta realizada no dia 29/02/2024.
SAA - ETA Macuco - Timoteo - STM	22/02/2024	Bioagri	Todos	Perda de holding time para o método microbiológico, gosto e odor das amostras. Recoleta realizada no dia 29/02/2024.
SAA - ETA Macuco - Timoteo - PF	22/02/2024	Bioagri	Todos	Perda de holding time para o método microbiológico, gosto e odor das amostras. Recoleta realizada no dia 29/02/2024.
SAI - Maria Jose Santos - Timoteo	22/02/2024	Bioagri	Todos	Perda de holding time para o método microbiológico, gosto e odor das amostras. Recoleta realizada no dia 29/02/2024.
SAI - Eunice Santos - Timoteo	22/02/2024	Bioagri	Todos	Perda de holding time para o método microbiológico, gosto e odor das amostras. Recoleta realizada no dia 29/02/2024.
SAI - Waldemir Santos - Timoteo	22/02/2024	Bioagri	Todos	Perda de holding time para o método microbiológico, gosto e odor das amostras. Recoleta realizada no dia 29/02/2024.
SAI - Maria Carvalho - Timoteo	22/02/2024	Bioagri	Todos	Perda de holding time para o método microbiológico, gosto e odor das amostras. Recoleta realizada no dia 29/02/2024.

PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO-PMQACH
 Relatório Técnico Anual
 24675238-00-QACH-RL-0003-01

Ponto	Data de colta	Laboratório	Parâmetro	Inconformidades
SAI - Diomar Faustino - Timoteo	22/02/2024	Bioagri	Todos	Perda de holding time para o método microbiológico, gosto e odor das amostras. Recoleta realizada no dia 29/02/2024.
SAI - Jose Geraldo dos Reis - Timoteo	22/02/2024	Bioagri	Todos	Perda de holding time para o método microbiológico, gosto e odor das amostras. Recoleta realizada no dia 29/02/2024.
SAI - Kessia Martins - Timoteo	22/02/2024	Bioagri	Todos	Perda de holding time para o método microbiológico, gosto e odor das amostras. Recoleta realizada no dia 29/02/2024.
SAA - ETA II - Colatina	05/03/2024	Bioagri	Cryptosporidium spp. (oocistos/L)	Não analisado pelo laboratório.
SAA - ETA I - Colatina	05/03/2024	Bioagri	Trihalometanos totais (mg/L)	Não analisado pelo laboratório.
SAA - ETA - Copasa - Resplendor - cap alternativa - CTM	06/03/2024	Bioagri	Todos	Amostragem não realizada no ponto devido a uma falha na preparação da frascaria, que não incluiu esse ponto.
SAA - ETA Perpetuo Socorro - Belo Oriente	12/03/2024	Bioagri	Cryptosporidium spp. (oocistos/L)	Não analisado pelo laboratório.
SAA - ETA I - Colatina	02/04/2024	Bioagri	Cor verdadeira (mgPt/L)	Analizado cor verdadeira em vez de cor aparente.
SAA - ETA IFES - Colatina	02/04/2024	Bioagri	Cor verdadeira (mgPt/L)	Analizado cor verdadeira em vez de cor aparente.
SAA - ETA IV - Colatina	02/04/2024	Bioagri	Cor verdadeira (mgPt/L)	Analizado cor verdadeira em vez de cor aparente.
SAA - ETA Sede - Baixo Guandu	02/04/2024	Bioagri	Cor verdadeira (mgPt/L)	Analizado cor verdadeira em vez de cor aparente.
SAA - ETA II - Colatina	02/04/2024	Bioagri	Cryptosporidium spp. (oocistos/L)	Não analisado pelo laboratório.
SAA - ETA - Copasa - Resplendor	03/04/2024	Bioagri	Cor verdadeira (mgPt/L)	Analizado cor verdadeira em vez de cor aparente.
SAA - Itueta	03/04/2024	Bioagri	Cor verdadeira (mgPt/L)	Analizado cor verdadeira em vez de cor aparente.
SAA - Sede - Captacao - Aimores	03/04/2024	Bioagri	Cor verdadeira (mgPt/L)	Analizado cor verdadeira em vez de cor aparente.
SAA - ETA Perpetuo Socorro - Belo Oriente	05/04/2024	Bioagri	Cryptosporidium spp. (oocistos/L)	Não analisado pelo laboratório.
SAI - Raiane Eusebio - Linhares	18/04/2024	Bioagri	Nitrato (como N) (mg/L)	Não analisado pelo laboratório.
SAA - ETA II - Colatina	07/05/2024	Bioagri	Cryptosporidium spp. (oocistos/L)	Não analisado pelo laboratório.
SAA - ETA Perpetuo Socorro - Belo Oriente	07/05/2024	Bioagri	Cryptosporidium spp. (oocistos/L)	Não analisado pelo laboratório.
SAA - ETA II - Colatina	04/06/2024	Bioagri	Cryptosporidium spp. (oocistos/L)	Não analisado pelo laboratório.
SAA - ETA Perpetuo Socorro - Belo Oriente	04/06/2024	Bioagri	Cryptosporidium spp. (oocistos/L)	Não analisado pelo laboratório.
SAA - Pedras - Mariana	17/06/2024	ALS	Escherichia Coli (NMP)	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - Borba - Mariana	17/06/2024	ALS	Escherichia Coli (NMP)	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - Reservatorio de Paracatu de Baixo - Mariana	17/06/2024	ALS	Escherichia Coli (NMP)	Análises realizadas com holding time vencido.
SAC - C Comunitario - Ponte do Gama - Mariana	17/06/2024	ALS	Escherichia Coli (NMP)	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - Reservatorio Camargos - Mariana	17/06/2024	ALS	Escherichia Coli (NMP)	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - Lagoa Verde - Dionisio CTM	19/06/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes (NMP); Escherichia Coli (NMP)	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - ETA Centro - Sooretama - CTM	19/06/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes (NMP); Escherichia Coli (NMP)	Análises realizadas com holding time vencido.

PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO-PMQACH
 Relatório Técnico Anual
 24675238-00-QACH-RL-0003-01

Ponto	Data de colta	Laboratório	Parâmetro	Inconformidades
SAA - ETA Comendador Rafael - Sooretama - CTM	19/06/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes (NMP); Escherichia Coli (NMP)	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - ETA Juncado - Sooretama - CTM	19/06/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes (NMP); Escherichia Coli (NMP)	Análises realizadas com holding time vencido.
SAI - Fernando Riagato - Sooretama	19/06/2024	ALS	Gosto e Odor	Não analisado devido erro de cadastro no sistema operacional do laboratório.
SAI - Augustinho Lorençini - Sooretama	19/06/2024	ALS	Gosto e Odor	Não analisado devido erro de cadastro no sistema operacional do laboratório.
SAI - Joao Carlos Henrique - Linhares	20/06/2024	ALS	Gosto e Odor	Não analisado devido erro de cadastro no sistema operacional do laboratório.
SAI - Sidneia - Vila - Linhares	20/06/2024	ALS	Gosto e Odor	Não analisado devido erro de cadastro no sistema operacional do laboratório.
SAC - Reservatório Prefeitura	20/06/2024	ALS	Gosto e Odor	Não analisado devido erro de cadastro no sistema operacional do laboratório.
SAC - Simone Silva - Linhares	20/06/2024	ALS	Gosto e Odor	Não analisado devido erro de cadastro no sistema operacional do laboratório.
SAC - Benedito Borges - Linhares	20/06/2024	ALS	Gosto e Odor	Não analisado devido erro de cadastro no sistema operacional do laboratório.
SAI - Jose Borges Pinto - Linhares	20/06/2024	ALS	Gosto e Odor	Não analisado devido erro de cadastro no sistema operacional do laboratório.
SAI - Altair Silva - Conselheiro Pena	27/06/2024	ALS	Coliformes totais PA; Escherichia coli PA	Análises não realizadas, devido ao extravio das amostras coletadas.
SAI - Altair Silva - Conselheiro Pena	27/06/2024	ALS	Gosto e Odor	Não analisado devido erro de cadastro no sistema operacional do laboratório.
SAA - Barra Longa - CTM	01/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes (NMP); Escherichia Coli (NMP)	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - ETA IV - Colatina - STM	02/07/2024	ALS	Coliformes totais PA; Escherichia coli PA	Análises não realizadas, devido ao extravio das amostras coletadas.
SAA - ETA IV - Colatina - CTM	02/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises não realizadas, devido ao extravio das amostras coletadas.
SAA - ETA I - Colatina - CTM	02/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises não realizadas, devido ao extravio das amostras coletadas.
SAA - ETA IFES - Colatina - CTM	02/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises não realizadas, devido ao extravio das amostras coletadas.
SAA - ETA Itapina - Colatina - CTM	02/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises não realizadas, devido ao extravio das amostras coletadas.
SAA - ETA I - Colatina - STM	02/07/2024	ALS	Coliformes totais PA; Escherichia coli PA	Análises não realizadas, devido ao extravio das amostras coletadas.
SAA - ETA IFES - Colatina - STM	02/07/2024	ALS	Coliformes totais PA; Escherichia coli PA	Análises não realizadas, devido ao extravio das amostras coletadas.
SAA - ETA Itapina - Colatina - STM	02/07/2024	ALS	Coliformes totais PA; Escherichia coli PA	Análises não realizadas, devido ao extravio das amostras coletadas.
SAA - Aimores - Sede - Captacao - Aimores - CTM	03/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - Itueta - CTM	03/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - ETA - Copasa - Resplendor - CTM	03/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - ETA Sao Tome - Tumiritinga - CTM	04/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises realizadas com holding time vencido.

Ponto	Data de colta	Laboratório	Parâmetro	Inconformidades
SAA - ETA Tumiritinga - CTM	04/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - ETA Mascarenhas - Baixo Guandu - CTM	04/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - ETA de Alpercata - CTM	04/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - ETA Mascarenhas - Baixo Guandu - STM	04/07/2024	ALS	Coliformes totais PA; Escherichia coli PA	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - ETA Sede - Baixo Guandu - STM	04/07/2024	ALS	Coliformes totais PA; Escherichia coli PA	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - ETA Perpetuo Socorro - Belo Oriente - CTM	09/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - Eta Central - Governador Valadares - CTM	10/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - Eta Santa Rita - Governador Valadares - CTM	10/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - Eta Vila Isa - Governador Valadares - CTM	10/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - Eta Recanto Sonhos - Governador Valadares - CTM	10/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - Eta São Vitor - Governador Valadares - CTM	10/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - ETA Galileia - CTM	10/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises realizadas com holding time vencido.
SAA - ETA Pedra Corrida - Periquito - CTM	11/07/2024	ALS	Coliformes Termotolerantes NMP; Escherichia coli NMP	Análises realizadas com holding time vencido.

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 nº 888/2021, CONAMA nº 357/2005 e CONAMA nº 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 nº 05/2017, motivo pelo qual os LQs não atendem ao estipulado, principalmente para as Resoluções CONAMA. Somente em 2019 foi solicitado pela 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, conforme a NT nº 54, Deliberação CIF nº 513 e a NT nº 83 e Deliberação CIF nº 707.

A apresentação dos resultados foi feita buscando atender o que pede a NT nº 83/2023 da CT-Saúde, 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/2024. 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 e 2023/2024), com enfoque sempre no último ano de monitoramento (2022/2023). 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

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/2023, foram realizadas análises estatísticas considerando os ciclos avaliados (2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022, 2022/2023 e 2023/2024) 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 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 Kruskall-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 (2023/2024) 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/2023 a julho/2024.

6 - RESULTADOS

No presente item são apresentados os resultados obtidos no âmbito do monitoramento do PMQACH, período de setembro de 2018 a julho de 2024. Foi dado enfoque no último ano do monitoramento, período avaliado neste relatório, que compreendeu os meses de julho de 2023 a julho de 2024. 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 e 2023/2024), 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 (2023/2024) 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 substâncias organolépticas, com exceção dos ácidos haloacéticos, fenóis totais, trihalometanos totais 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 (total e dissolvido), bromato, 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 *Cryptosporodium spp.* apresentaram mais de 90% dos resultados abaixo do LQ.

Os parâmetros cianeto e cobre total, 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 nº 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, alumínio dissolvido, ferro dissolvido, *E. coli*, manganês total e turbidez (**Figura 6-2**). Os demais parâmetros apresentaram percentuais totais $\leq 5\%$ (**Figura 6-2**). Os dados de captação subterrânea, apresentaram maiores percentuais de violação para os parâmetros ferro total, manganês total, bário total e coliformes termotolerantes. Os demais parâmetros apresentaram percentuais totais $\leq 8\%$ (**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/2024.

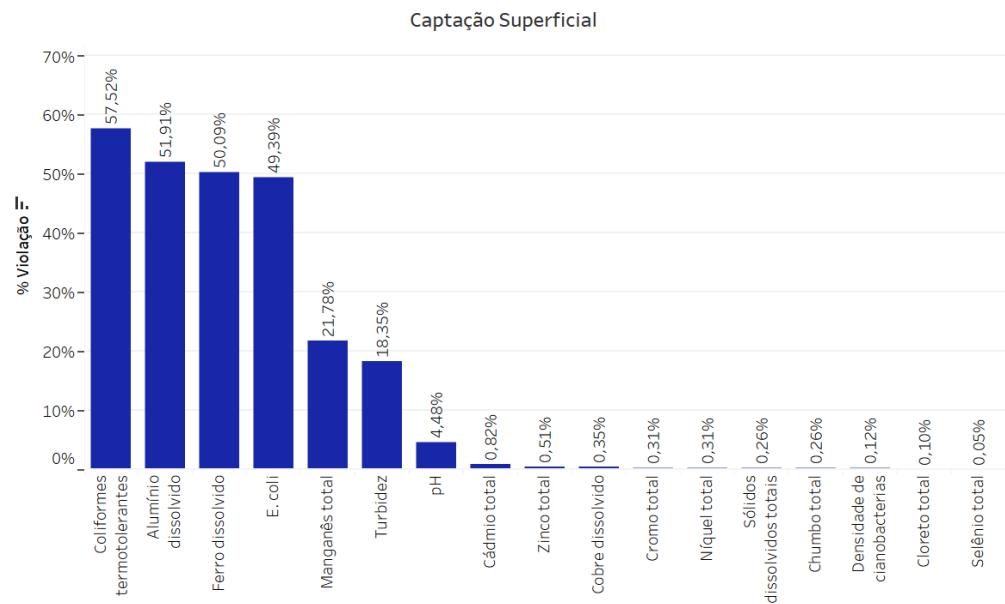
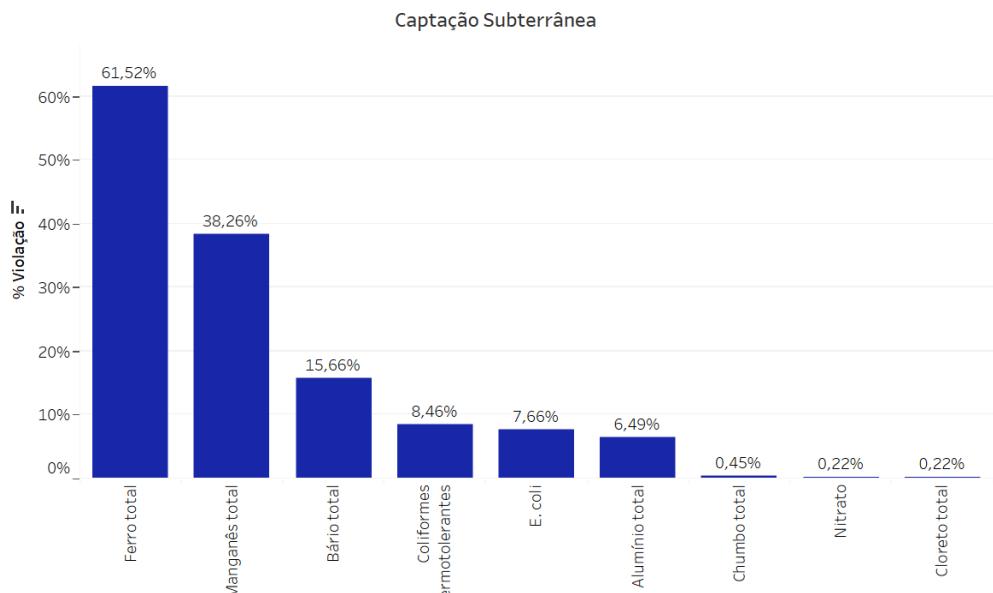


Figura 6-3 - Percentual total de violação dos parâmetros avaliados na captação subterrânea dos pontos amostrais do PMQACH no período de setembro/2018 a julho/2024.



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*, turbidez, pH, gosto e odor, manganês total, alumínio total e bactérias heterotróficas. Os demais parâmetros apresentaram percentuais totais $\leq 5\%$ (**Figura 6-4**). Já considerando os dados com tratamento de água, os parâmetros mais importantes foram, cloro residual livre, trihalometanos totais, alumínio total, coliformes totais e pH, sendo os demais com percentuais totais $\leq 4\%$ (**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 10,75% para pontos com tratamento e 92,71% 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 5,83% para pontos com tratamento e de 74,24% 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, 10,72% e 7,51%, 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/2024.

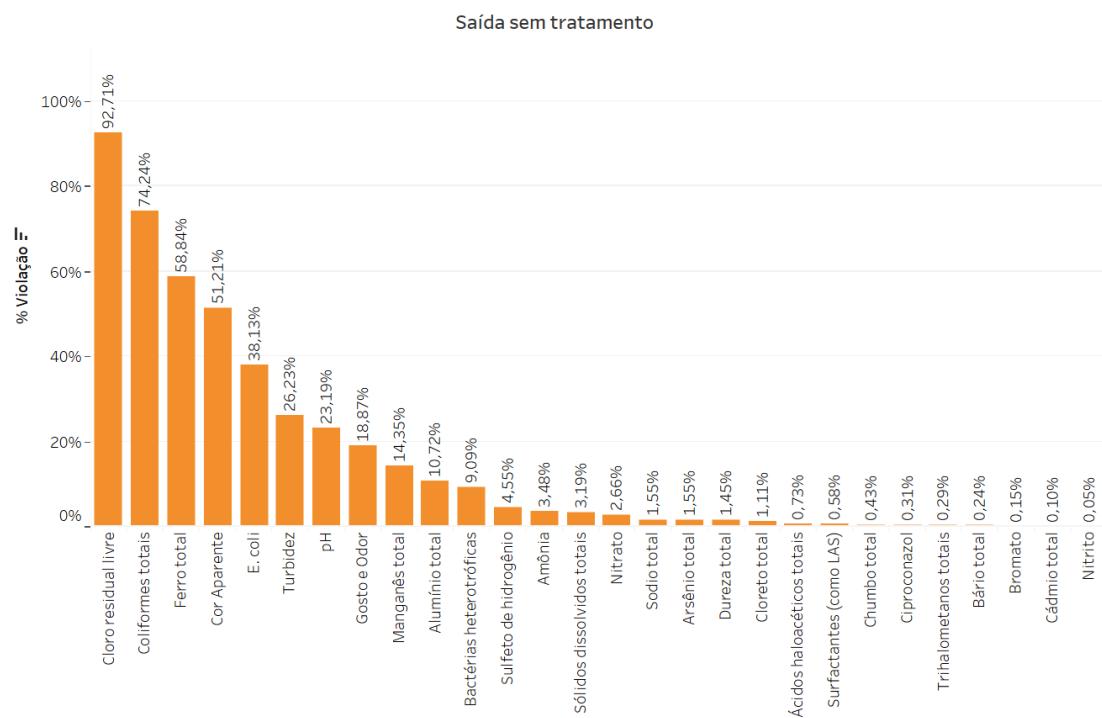
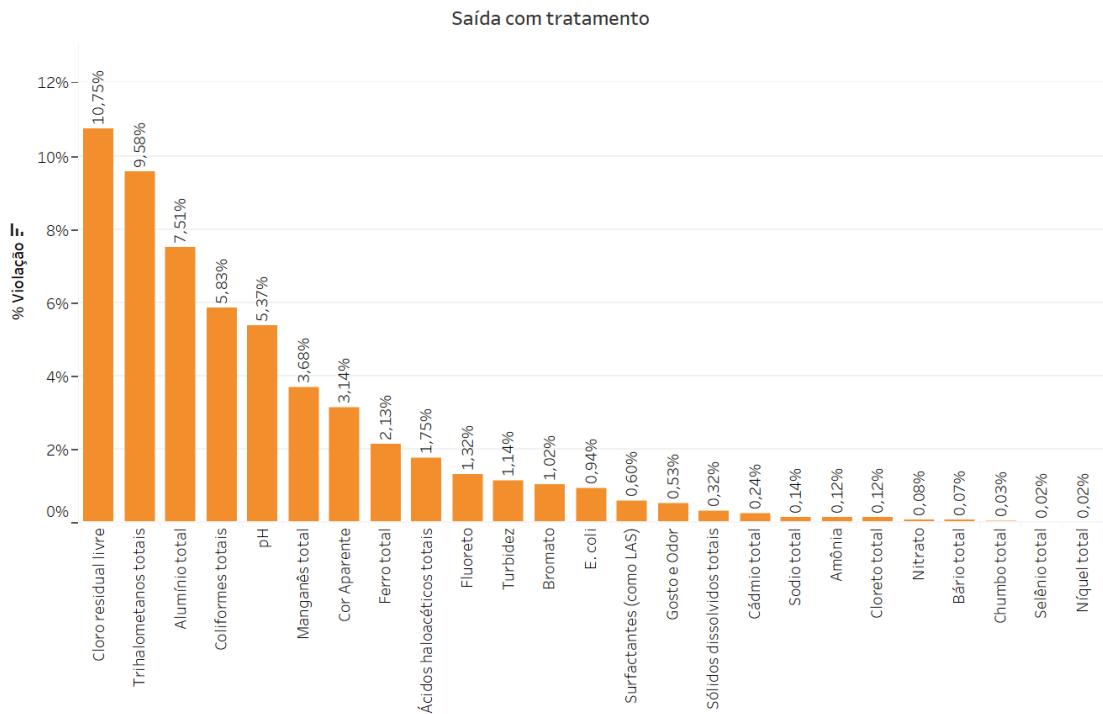


Figura 6-5 - Percentual total de violação dos parâmetros avaliados na saída dos pontos amostrais com tratamento do PMQACH no período de setembro/2018 a julho/2024.



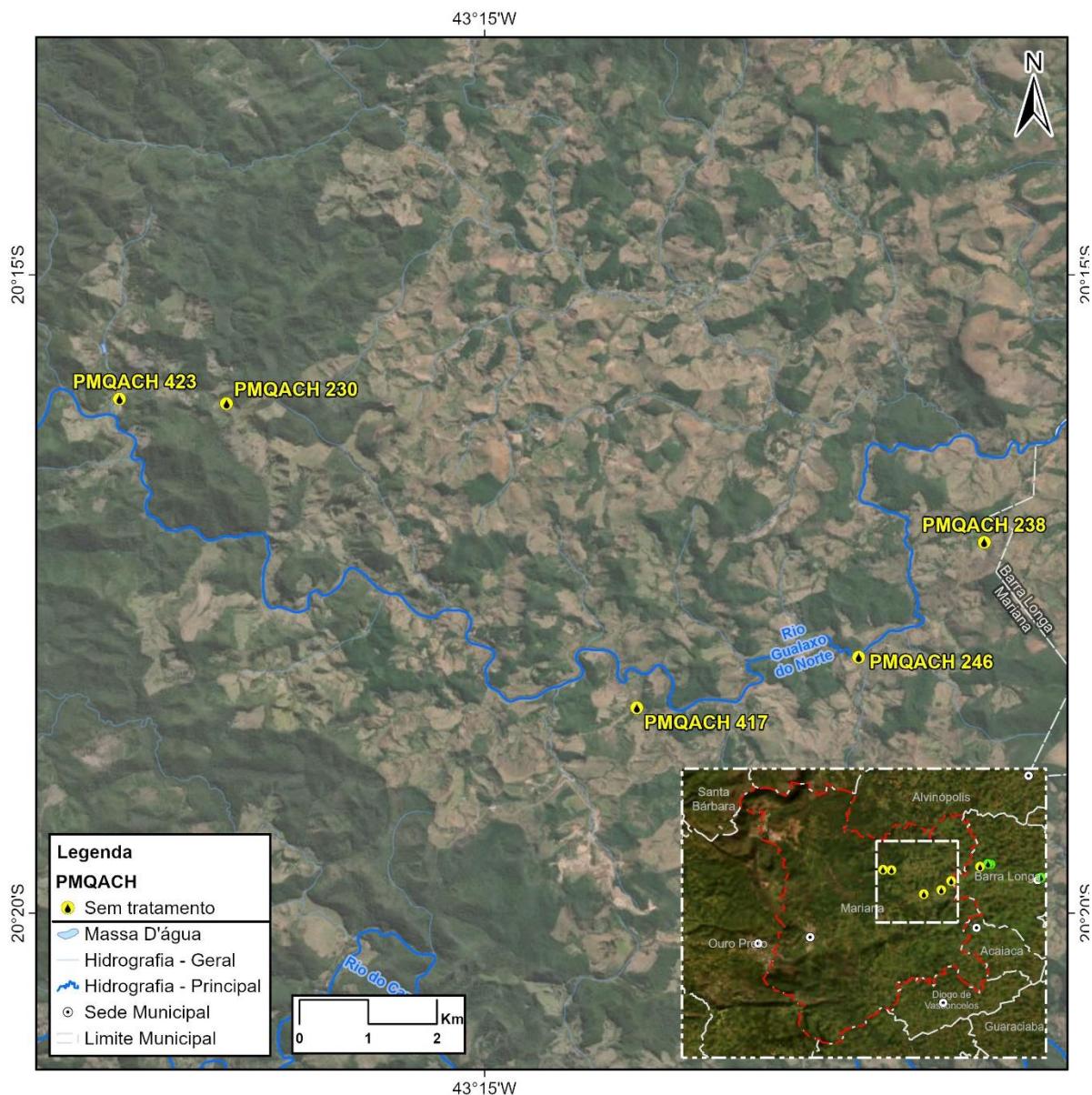
6.1 - Mariana

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		Ativo
PMQACH 238	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 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, cor aparente, ferro total 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.

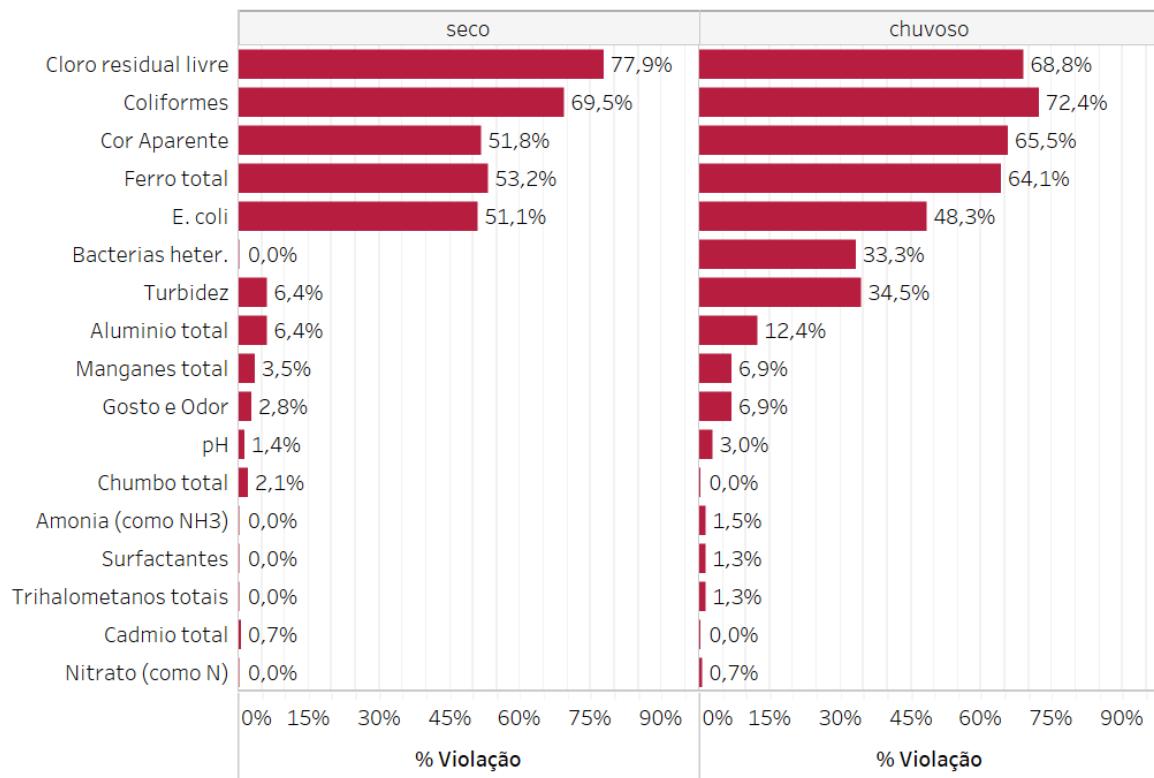
Os metais como ferro, alumínio e manganês, presentes na composição dos rejeitos da barragem, também possuem ocorrência natural na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Alumínio e manganês apresentaram violações pontuais entre os pontos monitorados: o alumínio total teve percentual total de violação de 12,4% na estação chuvosa e 6,4% na estação seca, enquanto o manganês teve 6,9% (chuva) e 3,5% (seca). Os maiores percentuais de violação da turbidez foram observados no período chuvoso (34,5%) 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 carreadas 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 conte com 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). No município de Mariana, segundo os dados do IBGE (2010), há 78% de esgotamento sanitário, que apresentam, especialmente, tratamento convencional, que contempla as etapas de floculação, decantação, filtração e desinfecção. 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). Portanto, para pontos sem tratamento, recomenda-se, além da adição de cloro, uma rotina de limpeza da caixa d'água e o consumo da água somente após fervura e filtração.

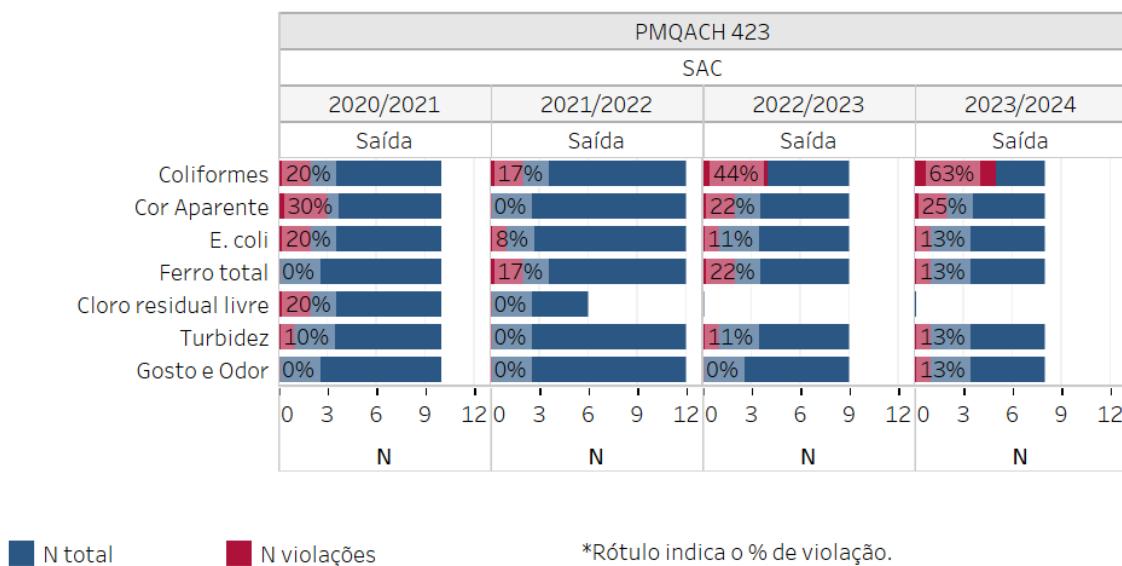
Os parâmetros trihalometanos, chumbo total, pH, surfactantes, cádmio total, ácidos haloacéticos totais, amônia e nitrato apresentaram baixos percentuais de violação ($\leq 3\%$), não sendo possível identificar padrões sazonais (**Figura 6-7**).

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/2023 com base nos limites aplicáveis.



O ponto PMQACH 423 é do tipo SAC e com captação subterrânea. No ciclo de 2023/2024 foi observado pequeno aumento no percentual desconforme para coliformes (63%, 5 de 8 amostras), cor aparente (25%, 2 de 8 amostras). *E. coli*, ferro total, e turbidez e gosto e odor apresentaram violação em apenas 1 das 8 amostras no último período (13%) (**Figura 6-10**).

Figura 6-8 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 423, localizado no município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2024, 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 apenas 3 parâmetros apresentaram desconformidade (**Figura 6-11**). O parâmetro ferro total apresentou, em 2023/2024, o mesmo percentual de violação do período anterior (100%, 12 amostras) (**Figura 6-11**). Cor aparente apresentou pequena redução no percentual de violação em 2023/2024 (75%, 9 de 12 amostras) em relação ao período anterior. Coliformes, por outro lado apresentou pequeno aumento no percentual desconforme em 2023/2024 (25%, 3 de 12 amostras) em relação à 2022/2023 (**Figura 6-11**).

Em PMQACH 238, cor aparente apresentou 100% de violação no ciclo 2023/2024 (todas as 12 amostras) (**Figura 6-11**), similar ao histórico de períodos anteriores. Também apresentou violação em todas as amostras do período de 2023/2024 os parâmetros ferro total e coliformes, o que representou um aumento em relação ao ciclo anterior.

Turbidez apresentou 58% de violação em 2023/2024 (7 de 12 amostras), mesmo resultado do ciclo anterior, assim como manganês total (8%, 1 de 12 amostras). Apresentaram aumento no percentual desconforme em 2023/2024 os parâmetros turbidez (58%, 7 de 12 amostras) e gosto e odor (25%, 3 de 12 amostras). Apresentou redução o parâmetro alumínio total (25%, 3 de 12 amostras) (**Figura 6-11**).

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/2024, com base nos limites aplicáveis.



*Rótulo indica o % de violação.

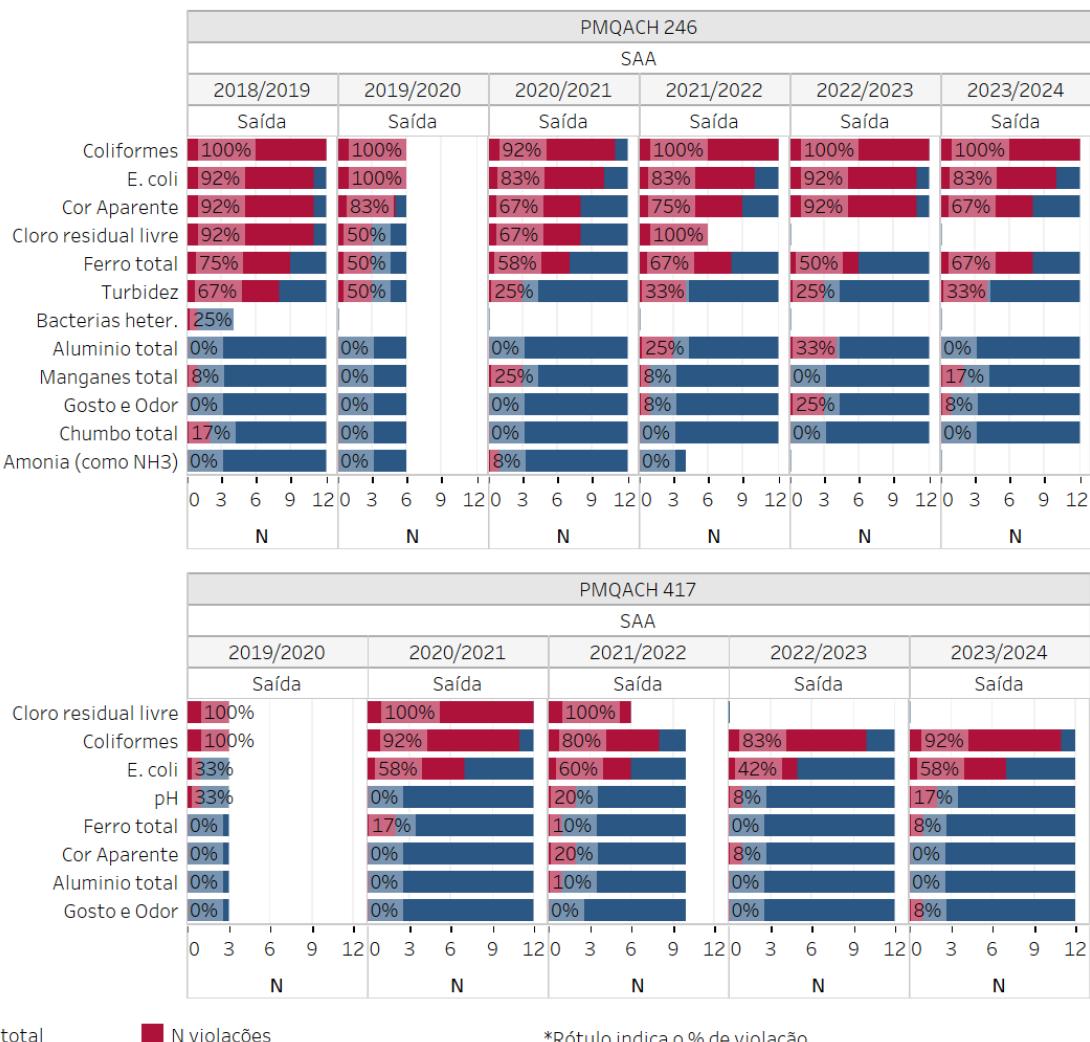
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos PMQACH 246 e PMQACH 417 também possuem captação superficial e abastecimento tipo SAA (**Figura 6-13**).

Em PMQACH 246 no período de 2023/2024, a violação observada para coliformes (100%, 12 amostras analisadas) foi semelhante à de períodos anteriores. Neste mesmo período, as violações para *E. coli* (83%, 10 de 12 amostras), cor aparente (67%, 8 de 12 amostras) e gosto e odor (8%, 1 de 12 amostras) foram inferiores àquelas registradas no período anterior. Por outro lado, violações observadas para ferro total (67%, 8 de 12 amostras) e turbidez (33%, 4 de 12) registraram aumento em 2023/2024, em relação ao período anterior (**Figura 6-13**). Manganês total que não havia apresentado desconformidade em 2022/2023, apresentou 17% das amostras do último período em desconformidade (2 de 12 amostras).

Em PMQACH 417, houve aumento no percentual de violação em 2023/2024 para coliformes (92%, 11 de 12 amostras), *E. coli* (58%, 7 de 12 amostras) e pH (17%, 2 de 12 amostras), em relação ao ciclo anterior. Neste mesmo período, foi registrada violação pontual para ferro total (8%, 1 de 12 amostras) e um primeiro registro de desconformidade no monitoramento para gosto e odor (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-13**).

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/2024, com base nos limites aplicáveis.



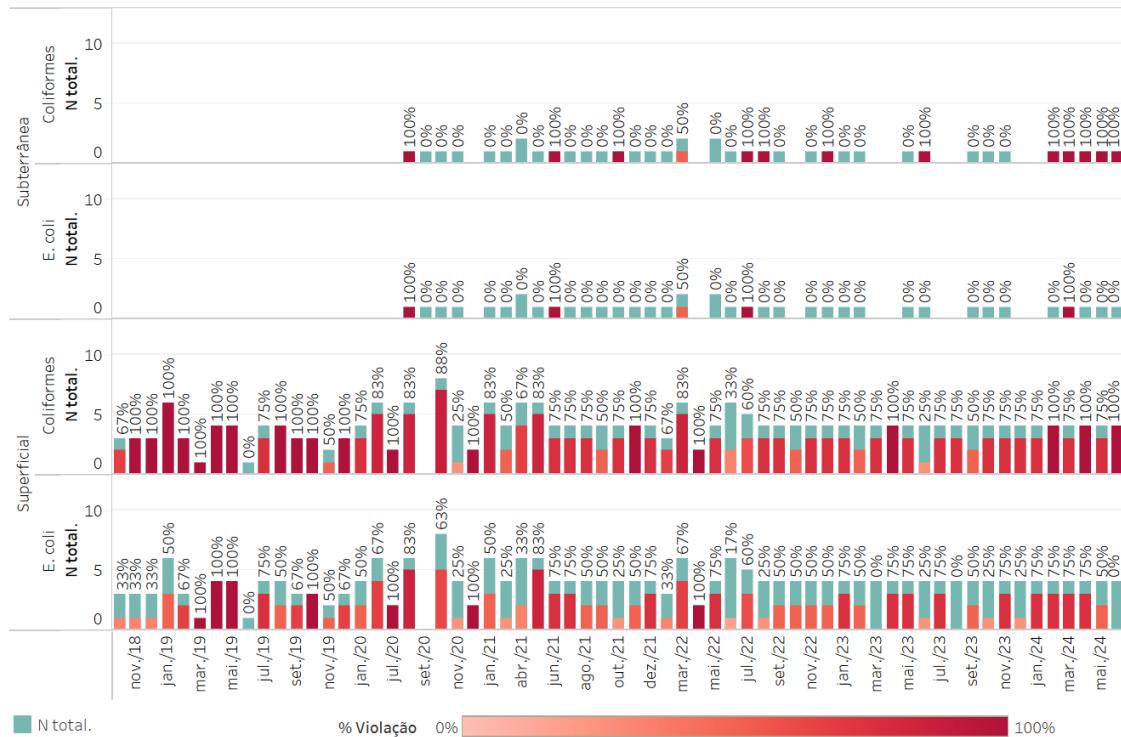
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.1.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Em águas subterrâneas, no último ciclo de monitoramento, observa-se a presença de coliformes, especialmente nos últimos 5 meses de amostragem, enquanto *E. coli* foi registrada apenas em março/2024. 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**).

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/2023 a julho/2024, somente no mês de agosto/2023 e junho/2024 não foi detectada a presença de *E. coli* (**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.



Para a variação temporal, observa-se uma tendência geral de redução nas concentrações dos parâmetros de nitrato (PMQACH 230, PMQACH 246 e PMQACH 417) e pH (PMQACH 230, PMQACH 246, e PMQACH 423) (**Figura 6-12**). Uma tendência geral de aumento de sólidos dissolvidos totais foi observada para os pontos PMQACH 230, PMQACH 238 e PMQACH 423. O Ponto PMQACH 230 apresentou uma tendência de diminuição para bário total, enquanto o ponto PMQACH 423 apresentou aumento para este parâmetro. Houve a diminuição da dureza total para os pontos PMQACH 238 e PMQACH 246 e aumento para PMQACH 423 (**Figura 6-12**). Observa-se a diminuição nas concentrações de zinco total nos pontos PMQACH 230 e PMQACH 417 e o aumento em PMQACH 423. Alguns parâmetros apresentaram diminuição ou aumento em apenas um ponto amostral no decorrer da série temporal. Os pontos que tiveram diminuições pontuais foram: PMQACH 238 para alumínio total, PMQACH 246 para cloreto total, PMQACH 230 para ferro total e PMQACH 423 para manganês total. Apenas PMQACH 423 apresentou aumento pontual relacionado a sódio total. (**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/2024.

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

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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, somente bário total, cor aparente, dureza total, ferro total, manganês total, sódio total e turbidez apresentaram diferença significativa na análise de variação sazonal ($p < 0,05$) (Figura 6-13). Os parâmetros cor aparente e turbidez apresentaram maiores valores no período chuvoso para todos os pontos amostrais. Ferro Total foi maior no período chuvoso nos pontos PMQACH 246 e PMQACH 417. O ponto PMQACH 246 apresentou maiores concentrações para bário total, cor aparente, dureza total, ferro total, manganês total e turbidez durante o período chuvoso. Bário total também apresentou maiores concentrações no período chuvoso no ponto PMQACH 238 e no período seco em PMQACH 417. Observa-se que as concentrações de sódio total foram maiores no período seco para os pontos PMQACH 230, PMQACH 238, PMQACH 246 (Figura 6-13). O ponto PMQACH 423 não apresentou nenhuma diferença significativa para os parâmetros analisados nos diferentes 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/2024.

	Bário Total	Cor Aparente	Dureza Total	Ferro Total	Manganês Total	Sódio Total	Turbidez
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 05 (cinco) pontos de monitoramento. Quatro pontos são do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA), sendo que três deles - PMQACH 37/PMQACH 38 (captação) e PMQACH 39 (saída) - pertencem ao mesmo sistema. Um ponto não possui tratamento de água e é do tipo Solução Alternativa Individual (SAI) (**Figura 6-14** e **Quadro 6-2**).

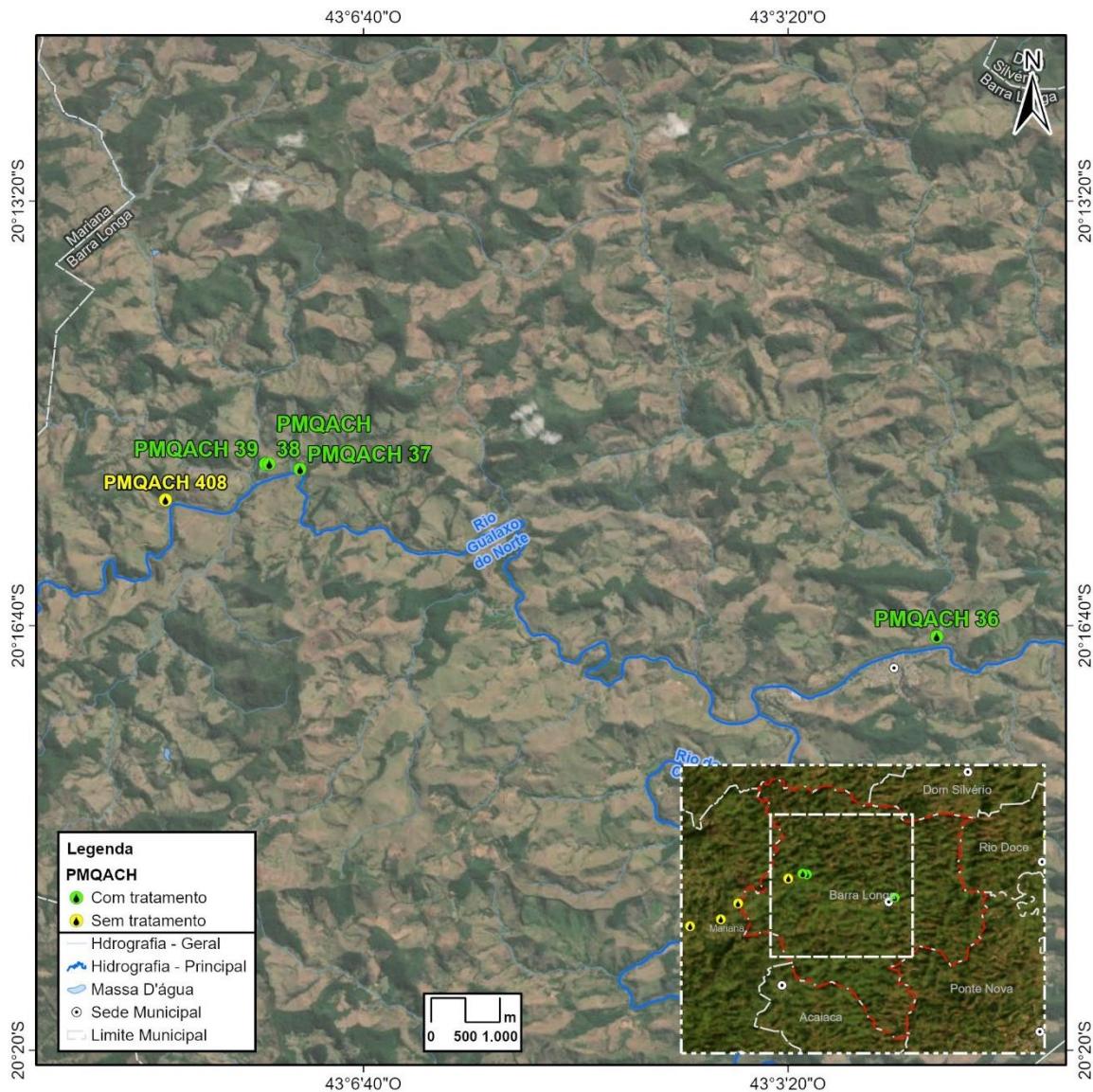
Quadro 6-2 - Características dos pontos do município de Barra Longa considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 36	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA nº 357/2005 e Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 37-38	Subterrânea	SAA	Sim	Captação	CONAMA nº 396/2008	Ativo
PMQACH 39	Subterrânea	SAA	Sim	Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 408 ¹⁾	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	17/09/2023

1) Completou 24 coletas previstas na NT nº 54, Deliberação CIF nº 513.

PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO-PMQACH
Relatório Técnico Anual
4034-00-QACH-RL-0003-01

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



6.2.1 - Pontos sem tratamento

6.2.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

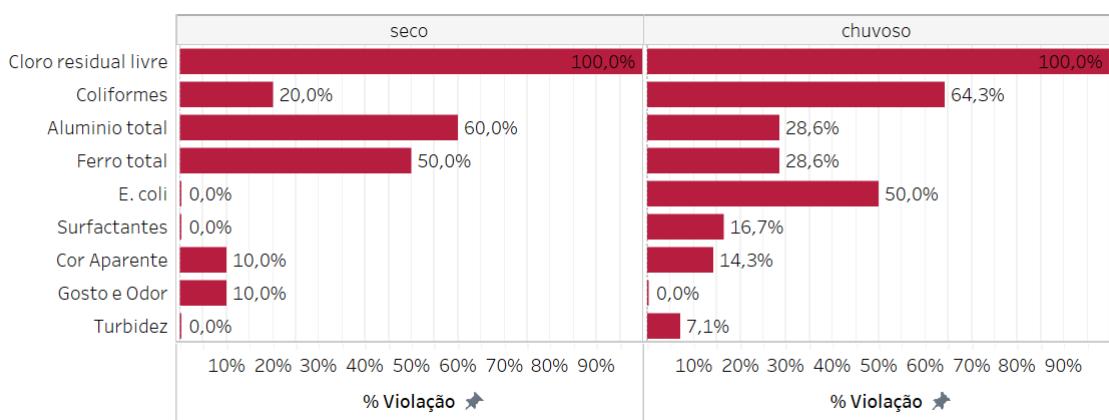
Para o município de Barra Longa-MG, os parâmetros cloro residual livre, coliformes, alumínio total e ferro total se destacaram por apresentarem os maiores percentuais de violação dos limites legais (**Figura 6-15**). O cloro residual livre apresentou 100% de violação para ambos os períodos analisados (período chuvoso e seco). No entanto, é importante ressaltar que, com a primeira revisão bianual do PMQACH em janeiro de 2022, esse parâmetro deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento. Os elevados percentuais de violação se referem ao período anterior à essa revisão.

Tanto coliformes (20% de violação no período seco, 64,3% no período chuvoso) quanto *E. coli* (50% no período chuvoso) apresentaram elevados percentuais de violação em pelo menos um dos períodos sazonais. A presença de *E. coli* nas amostras indica relação com contaminação fecal da água provenientes de esgoto doméstico ou criação de animais. Embora conte com 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. Ademais, o plano da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021) apontou coliformes como parâmetro prioritário para gestão da qualidade da água. Cerca de 40% do município de Barra Longa não possui esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2010), ocupando a 461^a posição no ranking de esgotamento sanitários adequado entre os municípios de Minas (sendo que a primeira posição corresponde ao município com a maior taxa) (IBGE, 2010) (**Figura 6-15**).

Destaca-se ainda a presença de alumínio total (60% de violação no período seco e 28,6% no período chuvoso) e ferro total (50% de violação no período seco e 28,6% no período chuvoso), dois elementos que estão presentes nos corpos d'água devido às características naturais de rochas e solos presentes na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021)

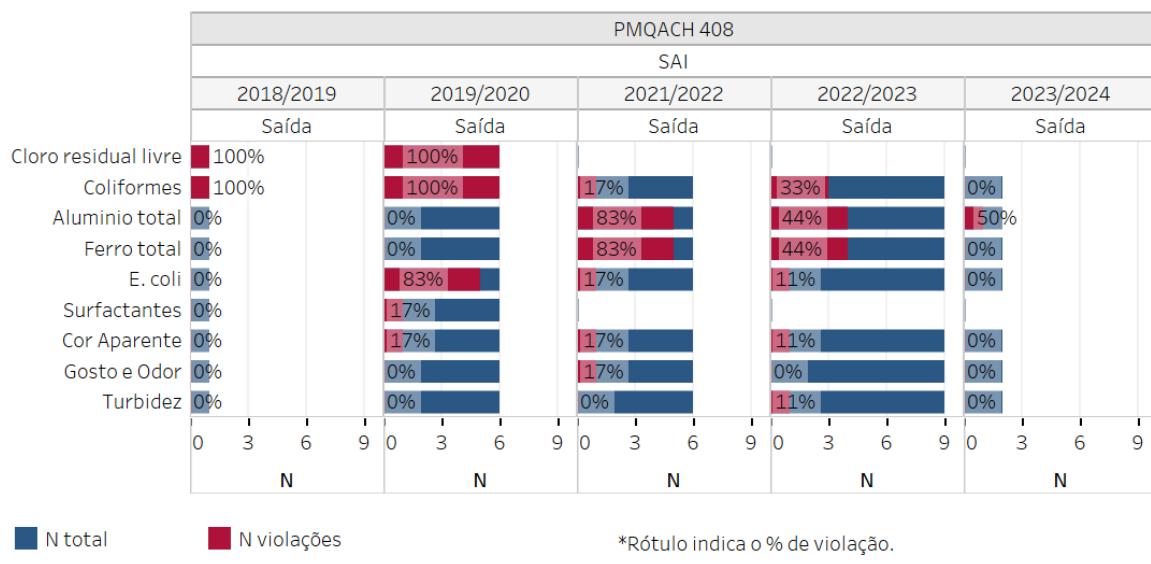
Os demais parâmetros tiveram percentual de violação < 20% para os períodos chuvosos e secos. Os parâmetros *E. coli*, turbidez e surfactantes somente apresentaram desconformidade no período chuvoso e gosto e odor, somente no período seco (**Figura 6-15**).

Figura 6-15 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados 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/2024 com base nos limites aplicáveis.



No município de Barra Longa, o ponto sem tratamento possui captação subterrânea e é do tipo SAI (PMQACH 408). Este ponto foi monitorado até a campanha 60, quando completou 24 campanhas de monitoramento. No último ciclo, 2023/2024, apenas alumínio total apresentou desconformidade, com 50% de violação (1 de 2 amostras) (**Figura 6-16**)

Figura 6-16 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 408 localizado no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, 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 sem tratamento foi possível observar a presença de coliformes e *E. coli* especialmente no início do monitoramento, entre setembro/2019 e fevereiro/2020. Nos últimos dois meses de monitoramento, relativos ao ciclo de 2023/2024, não foi identificada a presença de coliformes ou *E. coli* (**Figura 6-17**). Nota-se maior presença de coliformes e *E. coli* nos meses de maior pluviosidade, indicando um efeito da sazonalidade na ocorrência dos contaminantes (**Figura 6-17**).

Figura 6-17 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto sem tratamento, localizado no município de Barra Longa-MG.



A análise da série temporal revelou que os parâmetros que obtiveram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os anos em relação ao último ciclo (2023/2024) apresentaram uma tendência de diminuição ao longo do tempo. Esses parâmetros foram alumínio total, ferro total e sólidos dissolvidos totais (**Figura 6-18**). Apenas zinco total apresentou uma tendência de aumento de concentração ao longo do tempo (**Figura 6-18**).

Figura 6-18 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

	Alumínio Total	Ferro Total	Sódio Total	SDT	Zinco Total
PMQACH 408	↓	↓	—	↓	↑

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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 série sazonal, nenhum dos parâmetros analisados apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os períodos chuvoso e seco.

6.2.2 - Pontos com tratamento

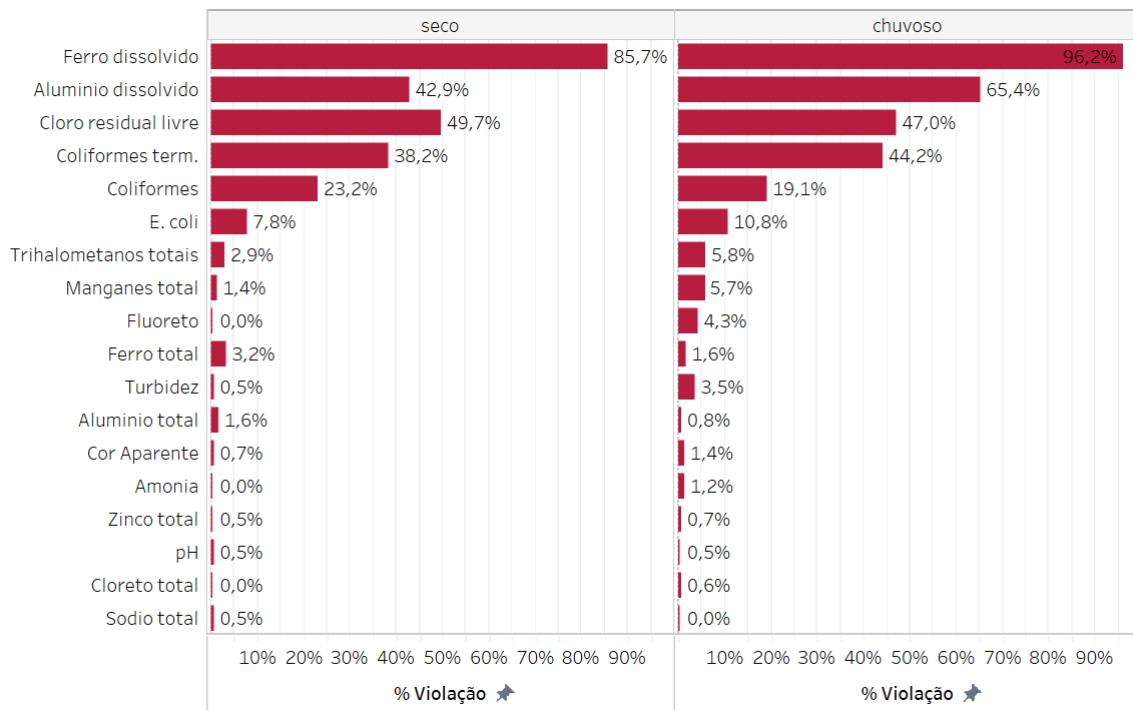
6.2.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

No município de Barra Longa-MG, nos pontos monitorados que passaram por tratamento de água, 3 parâmetros apresentaram violações acima de 49% nos períodos seco ou chuvoso, sendo eles ferro dissolvido (85,7% no período seco e 96,2% no período chuvoso), alumínio dissolvido (42,9% no período seco, 65,4% no período chuvoso) e cloro residual livre (49,7% no período seco, 47% no período chuvoso) (**Figura 6-19**). 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 80% de violação do limite legal para ambos os períodos analisados (**Figura 6-19**). 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).

De modo geral, os parâmetros monitorados não apresentaram um padrão sazonal claro. Nota-se que boa parte dos parâmetros que apresentaram desconformidade, não ultrapassaram 6 de violação (**Figura 6-19**).

Figura 6-19 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.

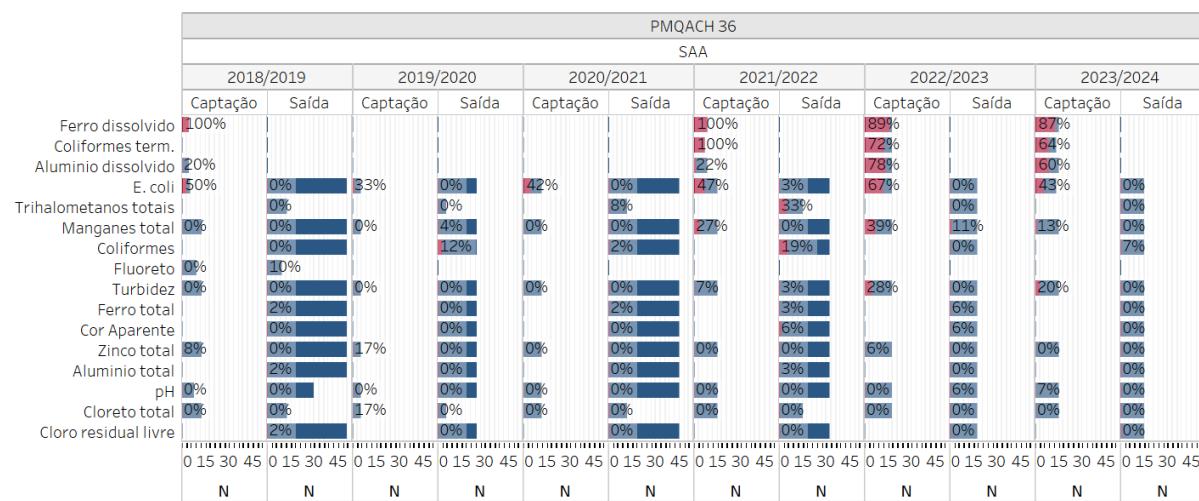


O ponto PMQACH 36 possui tratamento de água, captação superficial e abastecimento tipo SAA.

No ciclo de 2023/2024, na captação, este ponto apresentou 87% de violação para ferro dissolvido (13 de 15 amostras), percentual similar ao do ciclo anterior (**Figura 6-20**). Pequena redução no percentual desconforme em 2023/2024, foi observado para coliformes termotolerantes (64%, 9 de 14 amostras), alumínio dissolvido (60%, 9 de 15 amostras) e *E. coli* (43%, 6 de 14 amostras) (**Figura 6-20**). Manganês total também apresentou redução no percentual de violação no ciclo de 2023/2024 na captação (13%, 2 de 15 amostras) em relação ao ciclo anterior, assim como turbidez (20%, 3 de 15 amostras) (**Figura 6-20**). Na saída do tratamento, estes parâmetros apresentaram conformidade (**Figura 6-20**). O pH apresentou violação pontual captação no último ciclo (7%, 1 de 15 amostras), mas conformidade na saída

do tratamento (**Figura 6-20**). Monitorado exclusivamente na saída do tratamento, coliformes apresentou desconformidade em 1 das 15 amostras do último ciclo (7%) (**Figura 6-20**).

Figura 6-20 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 36 localizado no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

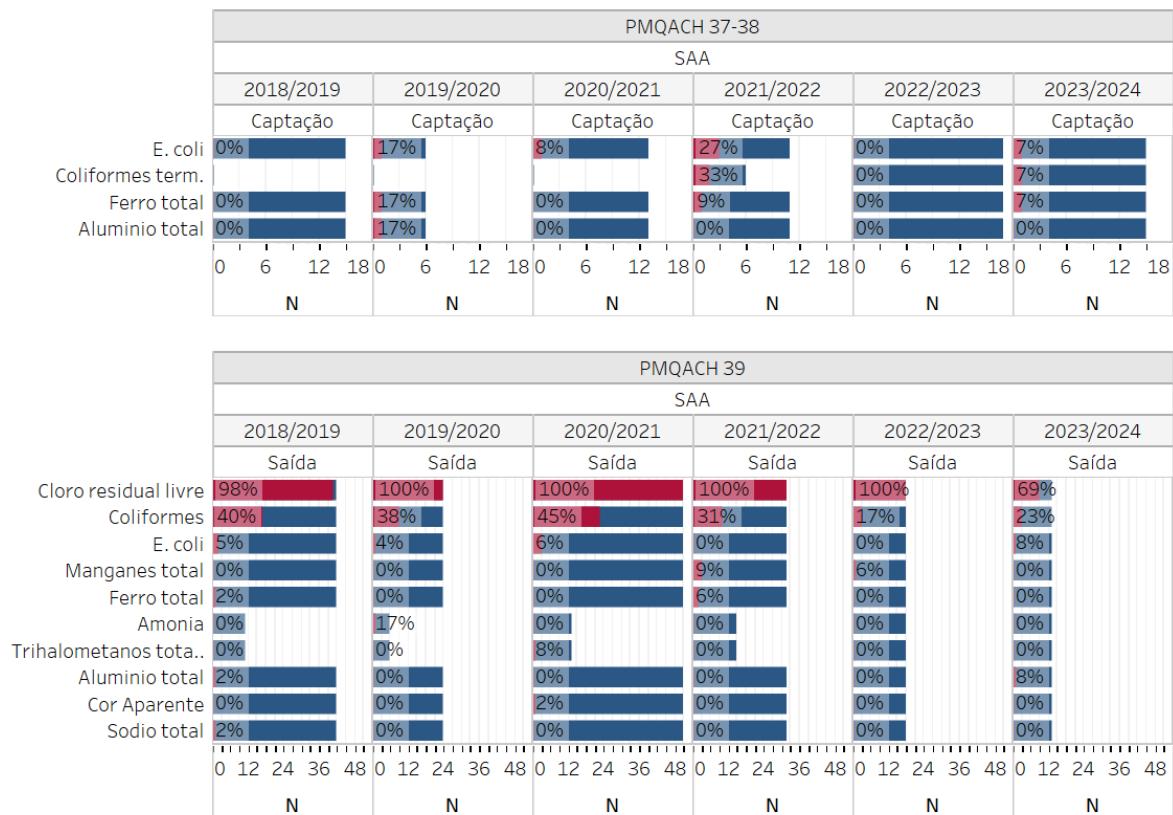
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos PMQACH 37-38 e PMQACH 39 compõem o mesmo SAA, sendo que o PMQACH 37-38 são a captação subterrânea e o PMQACH 39 é a saída.

Na captação (ponto PMQACH 37-38) em 2023/2024 os parâmetros *E. coli*, coliformes termotolerantes e ferro total apresentaram violação pontual de 7%, o que representa 1 das 15 amostras do período. No ciclo anterior (2022/2023) nenhum parâmetro havia apresentado desconformidade (**Figura 6-21**).

Considerando parâmetros monitorados na saída do tratamento (PMQACH 39), em 2023/2024, observa-se violação de 69% para cloro residual (9 de 13 amostras), o que representa uma redução em relação ao ciclo anterior. Coliformes apresentou violação de 23% em 2023/2024 (3 de 13 amostras), pequeno aumento em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-21**). *E. coli* e alumínio total apresentaram violação pontual de 8% em 2023/2024 (1 de 13 amostras) (**Figura 6-21**).

Figura 6-21 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 37-38 e PMQACH 39 localizados no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, 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.

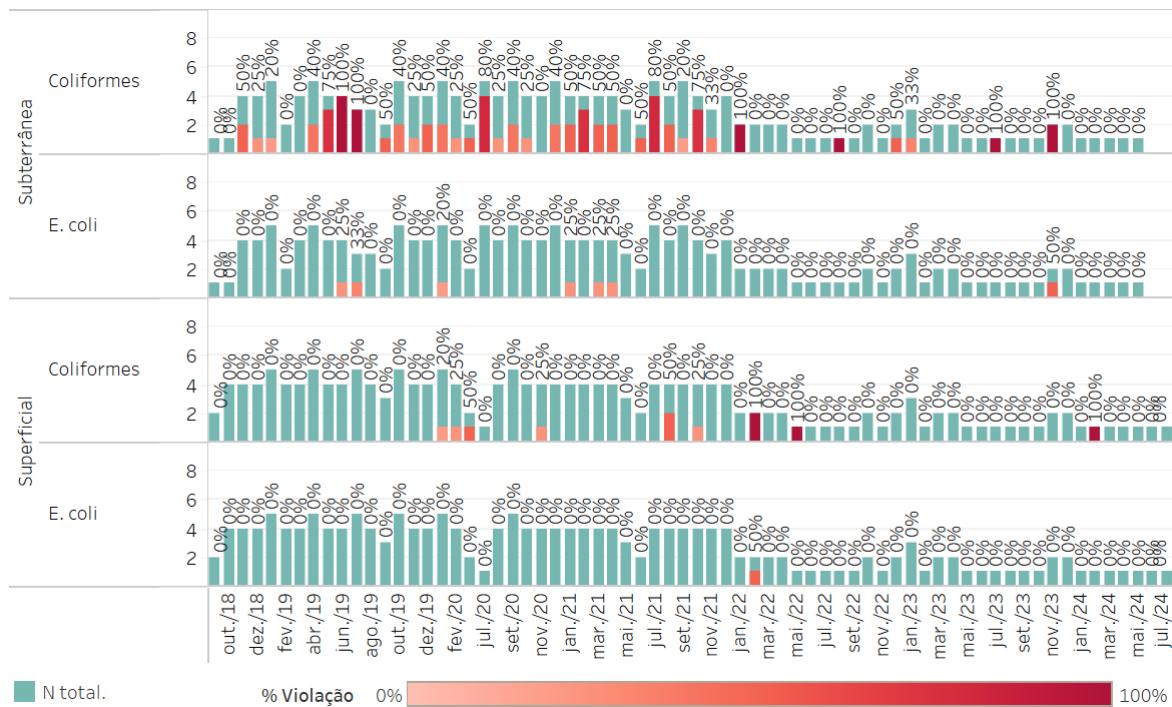
6.2.2.2 - Avaliação temporal e sazonal

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 6-22**). 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/2023 a julho/2024) a presença de coliformes foi registrada apenas no mês de julho/2023 e novembro/2023. A presença de *E. coli* foi mais pontual ao longo do monitoramento, sendo registrada em apenas 7 meses dos 66 meses de monitorados (**Figura 6-22**).

Na saída do ponto de captação superficial, PMQACH 36, a presença de coliformes e *E. coli* foi pontual. Coliformes foram registrados em apenas 9 dos 68 meses monitorados. E *E. coli* foi registrada apenas na amostragem de fevereiro/2022 (**Figura 6-22**).

Não foi possível identificar um padrão temporal para os percentuais de violação desses dois parâmetros em águas superficiais ou subterrâneas (**Figura 6-22**).

Figura 6-22 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Barra Longa-MG.



A análise de séries temporais revelou que, no ponto de captação PMQACH 36, apenas a dureza total apresentou uma tendência significativa de diminuição ao longo do tempo (**Figura 6-23**). Por outro lado, os parâmetros cor aparente, manganês total e turbidez mostraram tendências de aumento (**Figura 6-23**). No ponto de saída do PMQACH 36, cloreto total, cor aparente e sódio total apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação ao último ciclo de 2023/2024, evidenciando um padrão de aumento ao longo dos anos. No ponto de captação do PMQACH 37, não foram observadas tendências de aumento ou diminuição entre os parâmetros que mostraram diferenças significativas no ciclo de 2023/2024 (**Figura 6-23**). No ponto de captação do PMQACH 38, a cor aparente foi o único parâmetro com diferença significativa ao longo dos anos de coleta, indicando uma tendência de aumento em relação ao ciclo de 2023/2024 (**Figura 6-23**). Por fim, no ponto de saída do PMQACH 39, verificaram-se tendências distintas: aumento nos parâmetros alumínio total, cloro residual e dureza total, e

diminuição nos valores de cor aparente, manganês total e zinco total ao longo do tempo (**Figura 6-23**).

Figura 6-23 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

			Alumínio Total	Bário Total	Cloreto total	Cloro Residual Livre	Cor Aparente	Dureza Total	Ferro Total	Manganês Total	pH	Sódio Total	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 36	Captação						↑	↓		↑			↑	—
	Saída				↑		↑	—	—	—	—	↑	—	—
PMQACH 37	Captação					—								
PMQACH 38	Captação						↑							
PMQACH 39	Saída	↑	—		↑		↑	↓	↑	—	↓	—	—	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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. No ponto de captação PMQACH 36, os valores de bário total, cor aparente, dureza total, manganês total e turbidez foram mais elevados no período chuvoso, enquanto pH e sódio total apresentaram valores superiores no período seco (**Figura 6-24**). No ponto de saída do PMQACH 36, bário total, manganês total e sódio total apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$), com os dois primeiros apresentando maiores valores no período chuvoso e o último no período seco (**Figura 6-24**). No ponto de captação do PMQACH 37, todos os parâmetros com diferenças significativas apresentaram maiores valores durante o período chuvoso. Esses parâmetros foram cloreto total, cor aparente e turbidez (**Figura 6-24**). Para o ponto de captação do PMQACH 38, apenas dois parâmetros apresentaram diferenças significativas: bário total, com valores superiores no período seco, e sódio total, com valores maiores no período chuvoso (**Figura 6-24**).

6-24). Por fim, alumínio total, bário total, ferro total, manganês total e zinco total apresentaram valores mais elevados no período seco no ponto de saída do PMQACH 39. Apenas o cloreto total mostrou valores superiores no período chuvoso (**Figura 6-24**).

Figura 6-24 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

			Alumínio Total	Bário Total	Cloreto total	Cor Aparente	Dureza Total	Ferro Total	Manganês Total	pH	Sódio Total	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 36	Captação		●		●	●			●	●	●	●	
	Saída		●						●		●		
PMQACH 37	Captação			●	●							●	
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.

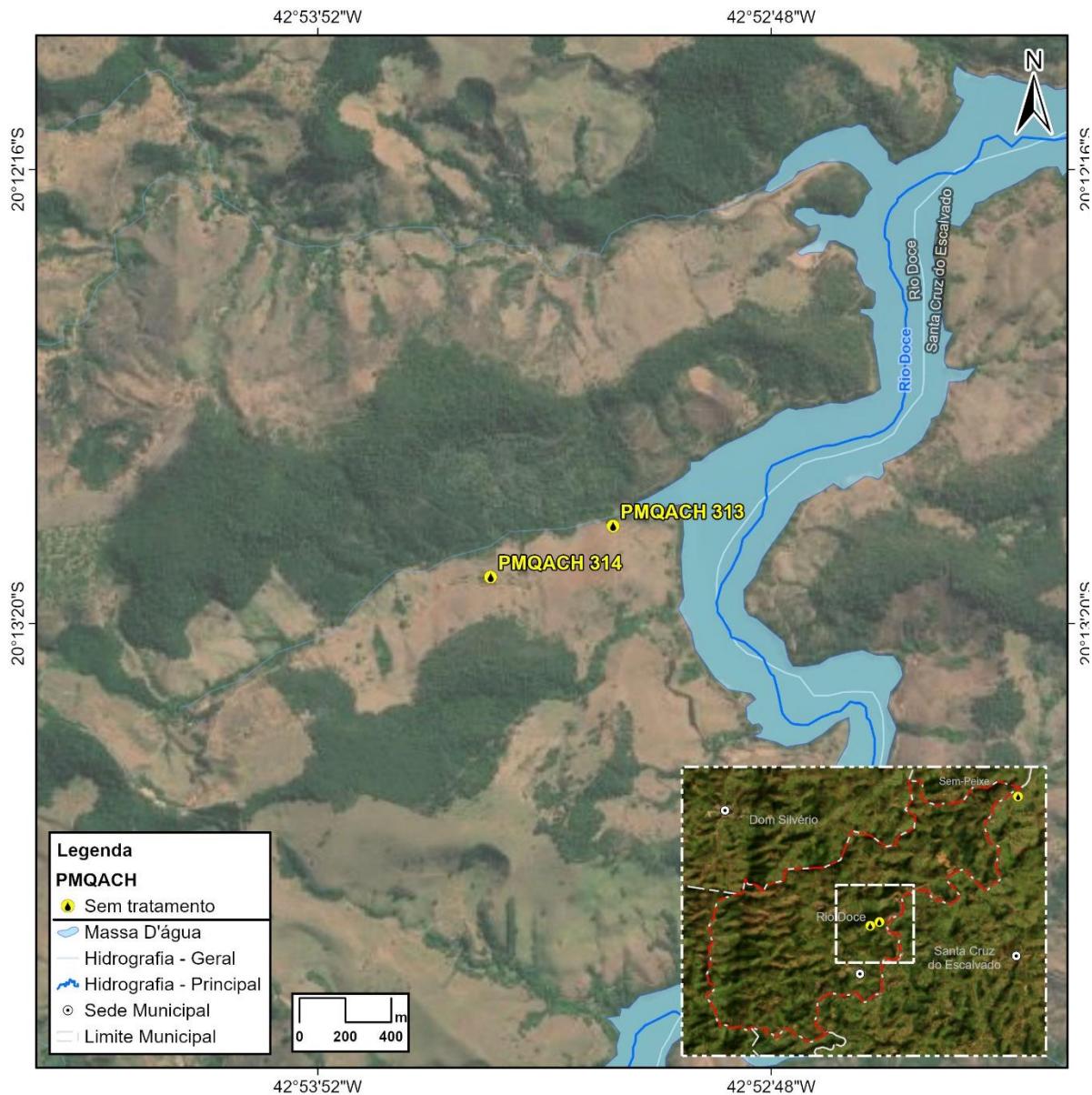
6.3 - Rio Doce

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 6-25 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 6-25 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Rio Doce - MG.



6.3.1 - Pontos sem tratamento

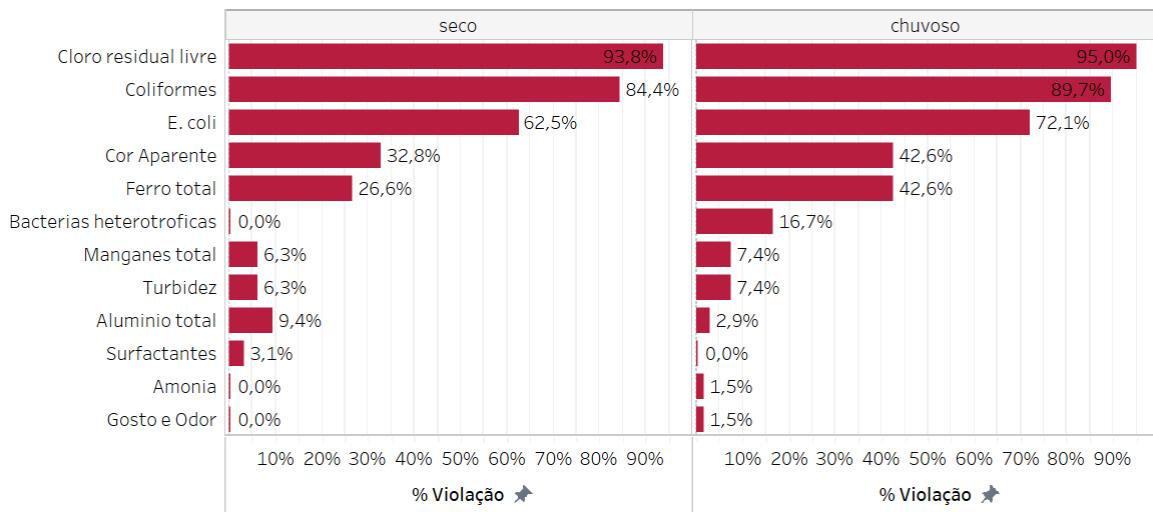
6.3.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Rio Doce - MG, os parâmetros com maiores percentuais de violação foram cloro residual livre e coliformes (ambos acima de 80% nos dois períodos sazonais), *E. coli*, cor aparente e ferro total (**Figura 6-26**). 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 (84,4% no período seco e 89,7% no período chuvoso) e *E. coli* (62,5% no período seco e 72,1% no período chuvoso) (**Figura 6-26**). 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 74,2% do município de Rio Doce possui esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2010). Comparando-o com os municípios de Minas Gerais (um total de 853 municípios), Rio Doce ocupa a 290^a posição entre os municípios com maior taxa de esgotamento sanitário, sendo que a 1^a posição corresponde ao município com a maior taxa de esgotamento sanitário.

Demais parâmetros apresentaram percentuais de violação inferiores a 20% sem relações com o período sazonal (**Figura 6-26**).

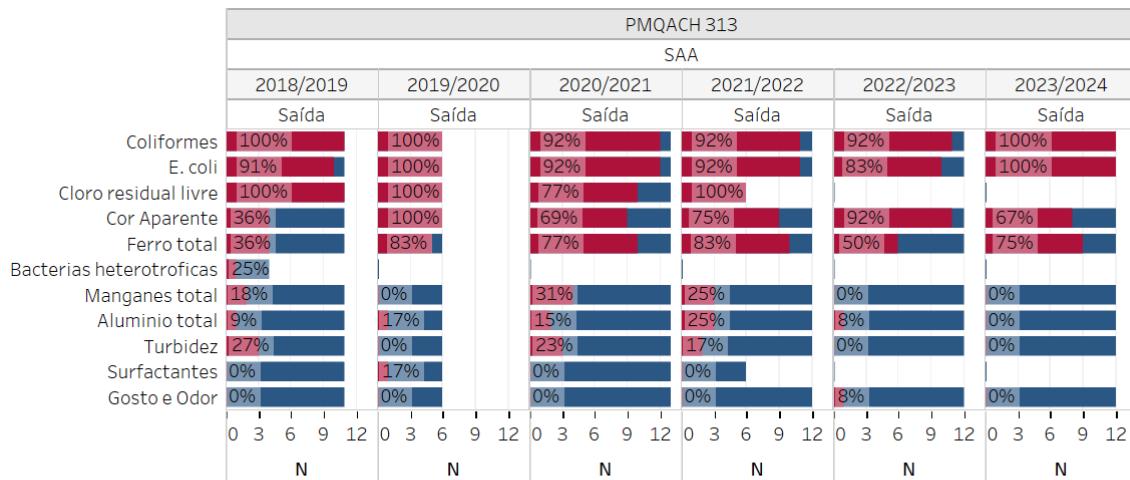
Figura 6-26 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento no município de Rio Doce - MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



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

Em 2023/2024, o ponto PMQACH 313 apresentou 100% de violação (todas as 12 amostras do período) para coliformes e *E. coli*, resultado este tão elevado quanto ao que vem sendo observado desde o início do monitoramento. Também em 2023/2024, foi observada redução no percentual desconforme para cor aparente (67%, 8 de 12 amostras), enquanto um aumento foi observado para ferro total (75%, 9 de 12 amostras), quando comparados ao ciclo anterior (**Figura 6-27**).

Figura 6-27 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 313 localizado no município de Rio Doce - MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.



■ N total

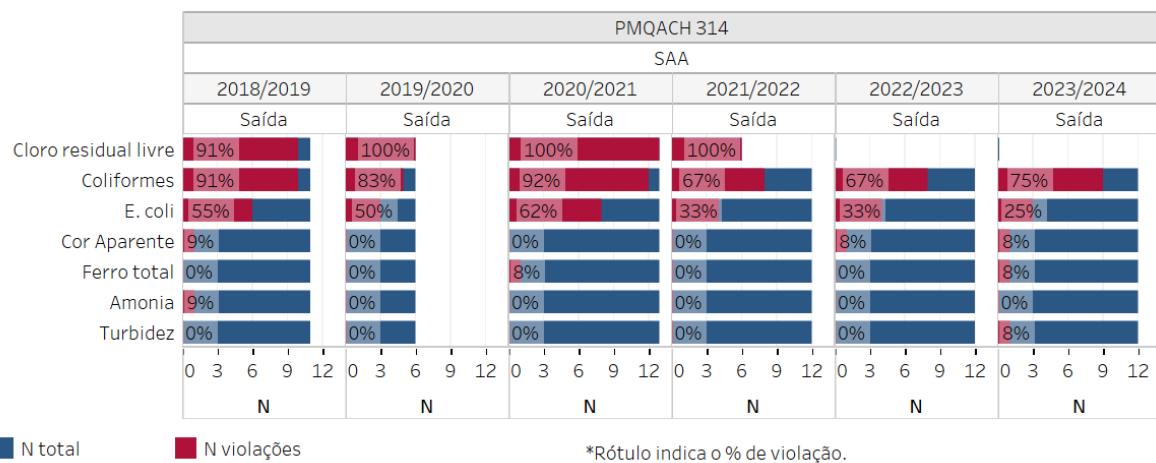
■ N violações

*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 314, em 2023/2024, os percentuais de violação observados para coliformes (75%, 9 de 12 amostras) e *E. coli* (25%, 3 de 12 amostras) foram similares ao dos últimos dois ciclos anteriores. Cor aparente, ferro total e turbidez registraram desconformidade pontual com a legislação em 1 das 12 amostras do último ciclo (8%) (**Figura 6-27**).

Figura 6-28 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 314 localizado no município de Rio Doce - MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.

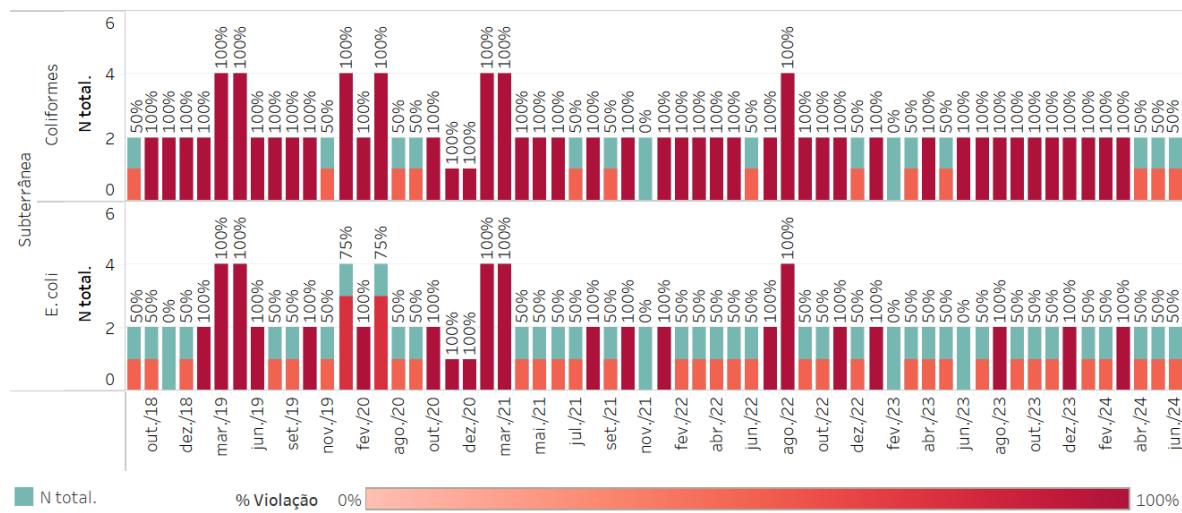


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

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 6-29**). 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 e junho/2023 não registraram a presença do microrganismo (**Figura 6-29**). No último ciclo de monitoramento, julho/2023 a julho/2024, foi registrada a presença do contaminante em todos os meses. Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para coliformes ou *E. coli* (**Figura 6-29**).

Figura 6-29 - 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 da série temporal evidenciou que diversos parâmetros apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) no atual ciclo (2023/2024) em comparação com os ciclos anteriores. Para o ponto PMQACH 313, foi observado uma tendência de diminuição dos valores de bário total, cloreto total, dureza total, ferro total, nitrato e sulfato, enquanto sódio total apresentou tendência de aumento ao longo dos anos (**Figura 6-30**). Para o ponto PMQACH 314 foi observado uma tendência de aumento para cor aparente, dureza total, nitrato e sódio total. Já para zinco total foi observada uma tendência de diminuição no decorrer do tempo neste ponto (**Figura 6-30**).

Figura 6-30 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

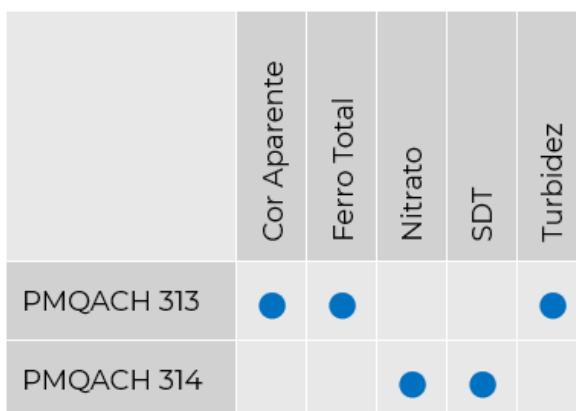
	Bário Total	Cloreto Total	Cor Aparente	Dureza Total	Ferro Total	Nitrato	Sódio Total	SDT	Sulfato	Zinco Total
PMQACH 313	↓	↓	↓	↓	↓	↑	—	—	↓	—
PMQACH 314		↑	↑	↑	↑	↑	—	—	↓	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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 apontou que todos os parâmetros que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) obtiveram maiores valores durante o período chuvoso. Para o ponto PMQACH 313 os parâmetros que apresentaram maiores valores no período chuvoso foram cor aparente, ferro total e turbidez (Figura 6-31). Para o ponto PMQACH 314 os parâmetros que apresentaram os maiores valores no período chuvoso foram nitrato e sólidos dissolvidos totais (Figura 6-31).

Figura 6-31 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.



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

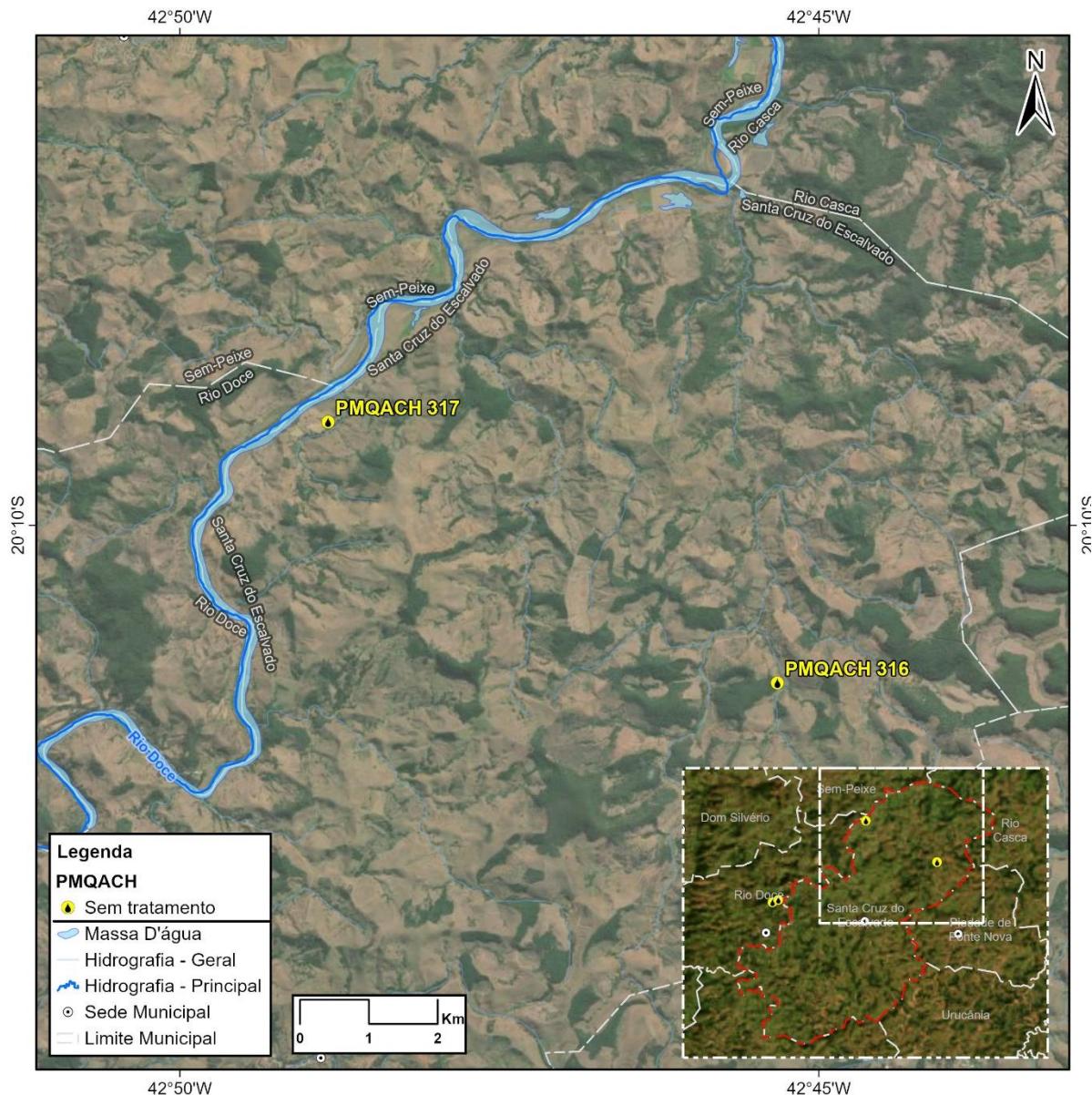
6.4 - Santa Cruz do Escalvado

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 6-32** 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 nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 317	Subterrânea	SAA	Não	Saída		Ativo

Figura 6-32 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Santa Cruz do Escalvado-MG.



6.4.1 - Pontos sem tratamento

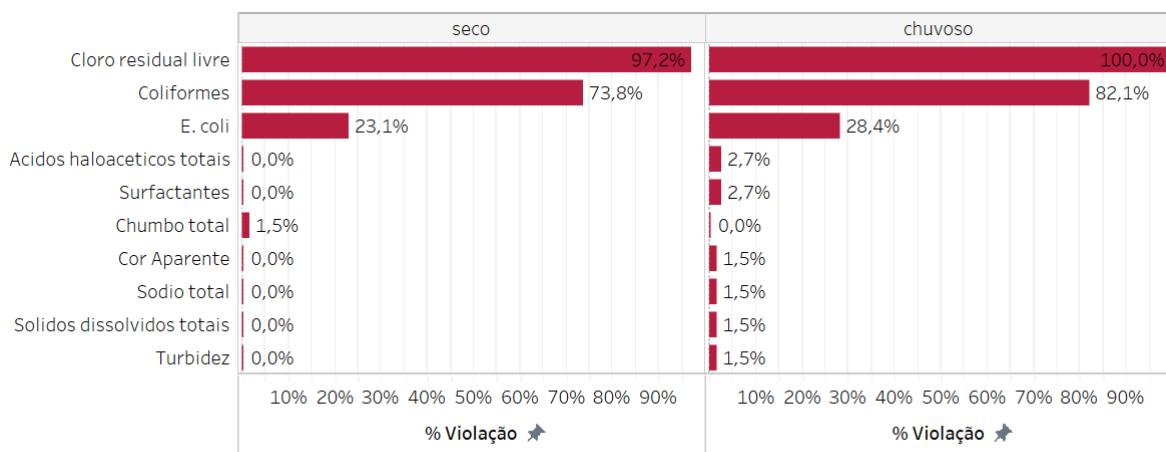
6.4.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Santa Cruz do Escalvado-MG, os principais parâmetros que apresentaram desconformidade foram cloro residual livre, coliformes (ambos com percentuais de violação acima de 70% nos dois períodos sazonais) e *E. coli* (**Figura 6-33**). Os demais parâmetros apresentaram baixos percentuais de violação (inferiores a 3%).

Cloro residual livre apresentou 97,2% de violação no período seco e 100% no período chuvoso (**Figura 6-33**). 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, consequentemente, 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 (73,8% no período seco e 82,1% no período chuvoso) e *E. coli* (23,1% de violação no período seco e 28,4% no período chuvoso) (**Figura 6-33**). No município de Santa Cruz do Escalvado, o percentual de esgotamento sanitário é de 43,3% (IBGE, 2010). Comparando-o com os municípios de Minas Gerais (um total de 853 municípios), Santa Cruz do Escalvado ocupa a 634^a posição entre os municípios com maior taxa de esgotamento sanitário, sendo que a 1^a posição corresponde ao município com a maior taxa de esgotamento sanitário (IBGE, 2010). 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). Os demais parâmetros apresentaram percentuais de violação abaixo de 3%.

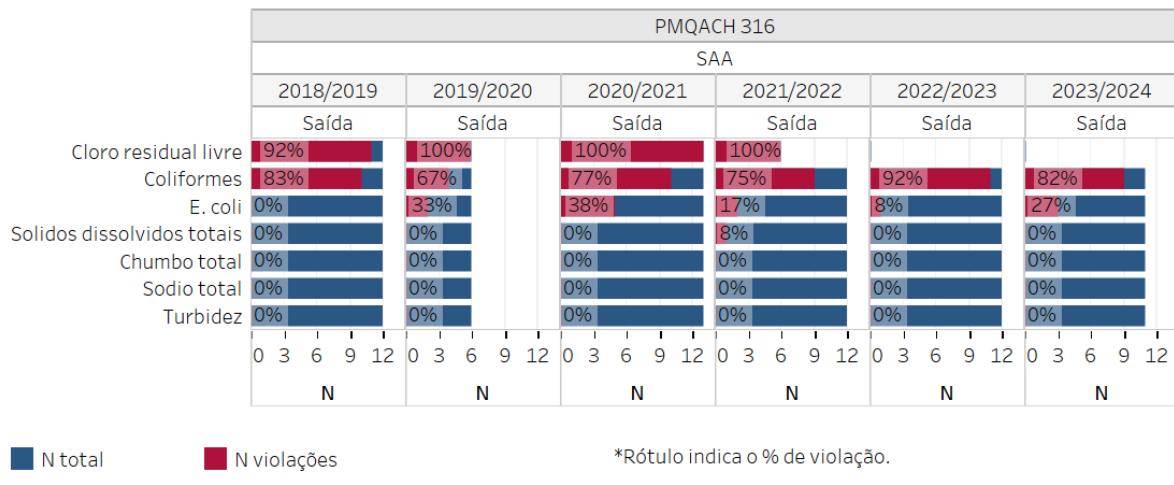
Figura 6-33 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento no município de Santa Cruz do Escalvado- MG no período chuvoso e seco com base nos limites aplicáveis no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



Dois pontos sem tratamento de água e com captação subterrânea foram analisados (PMQACH 316 e PMQACH 317) (**Figura 6-34**).

No ponto PMQACH 316, coliformes apresentou percentual de violação de 82% (9 de 11 amostras) em 2023/2024, mantendo o histórico de elevada desconformidade deste parâmetro. *E. coli*, apresentou aumento no percentual de violação em 2023/2024 (27%, 3 de 11 amostras) em relação aos períodos anteriores. Demais parâmetros estiveram em conformidade (**Figura 6-34**).

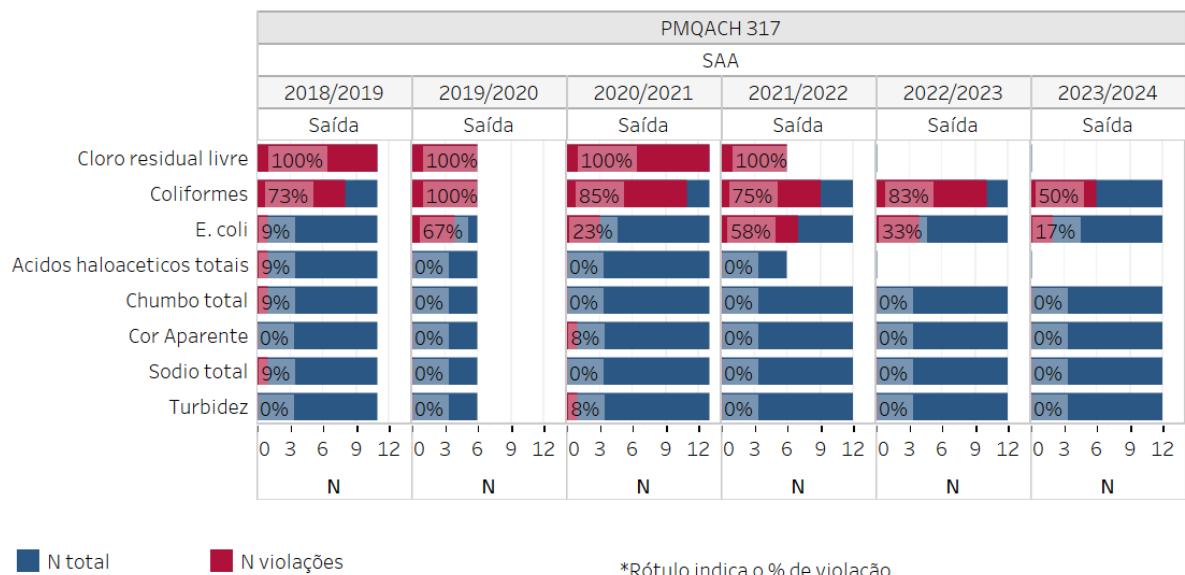
Figura 6-34 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 316 no município de Santa Cruz do Escalvado-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.



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.

De modo similar, no ponto PMQACH 317, coliformes e *E. coli* também foram os únicos parâmetros em desconformidade no último período avaliado (**Figura 6-35**). Coliformes registrou 50% de violação em 2023/2024 (6 de 12 amostras), enquanto *E. coli* registrou 17% (2 de 12 amostras), em ambos os casos, o resultado representou uma redução no percentual desconforme em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-35**).

Figura 6-35 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 317 no município de Santa Cruz do Escalvado-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.

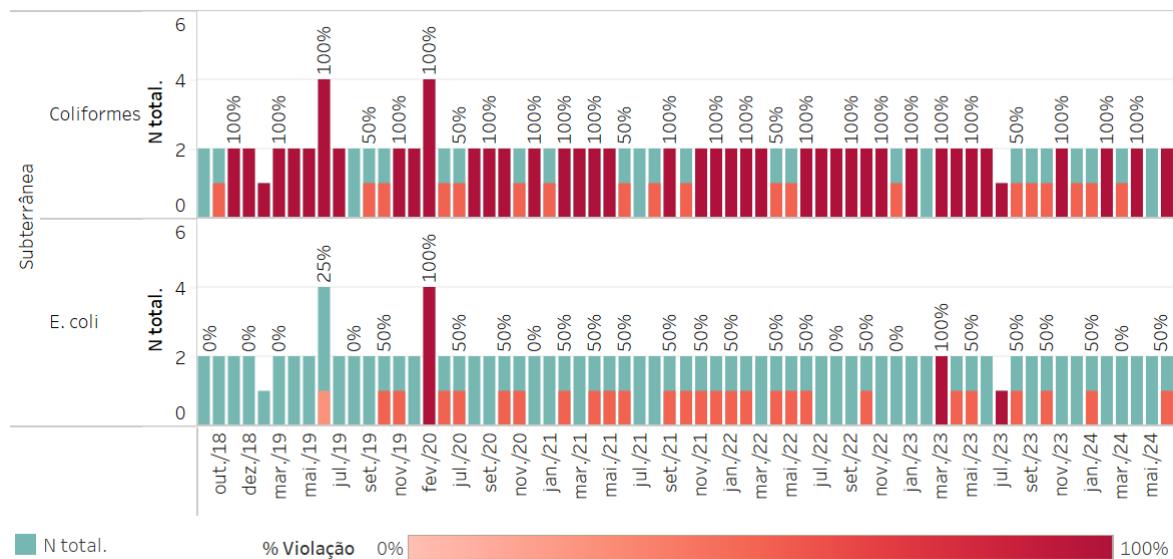


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.4.1.2 - 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 6-36**). *E. coli* esteve presente em 30 dos 65 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 6-36**).

Figura 6-36 - 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.



De acordo com a análise da série temporal, PMQACH 316 apresentou apenas dois parâmetros que obtiveram diferença significativa no ciclo de 2023/2024 para os demais ciclos ($p < 0,05$) e que apresentaram um padrão claro de mudança nos seus valores no decorrer dos anos. Tanto nitrato quanto sódio total apresentaram uma tendência de aumento de seus valores ao longo do tempo (**Figura 6-37**). Para PMQACH 317 foi verificado diferentes tendências no decurso dos anos. Alumínio total, cloreto total e nitrato apresentaram tendência de diminuição com o tempo enquanto sódio total apresentou tendência de aumento (**Figura 6-37**).

Figura 6-37 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

	Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Nitrito	Sódio Total	SDT	Zinco Total
PMQACH 316	—	—	—	↑	↑	—	—
PMQACH 317	↓	↓	↓	↓	↑	—	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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 dados apontou que apenas o parâmetro sulfato no ponto PMQACH 316 apresentou diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso ($p < 0,05$), sendo maior no período chuvoso. (Figura 6-38). Nenhum parâmetro do ponto PMQACH 317 apresentou diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso (Figura 6-38).

Figura 6-38 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

	Sulfato
PMQACH 316	●

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

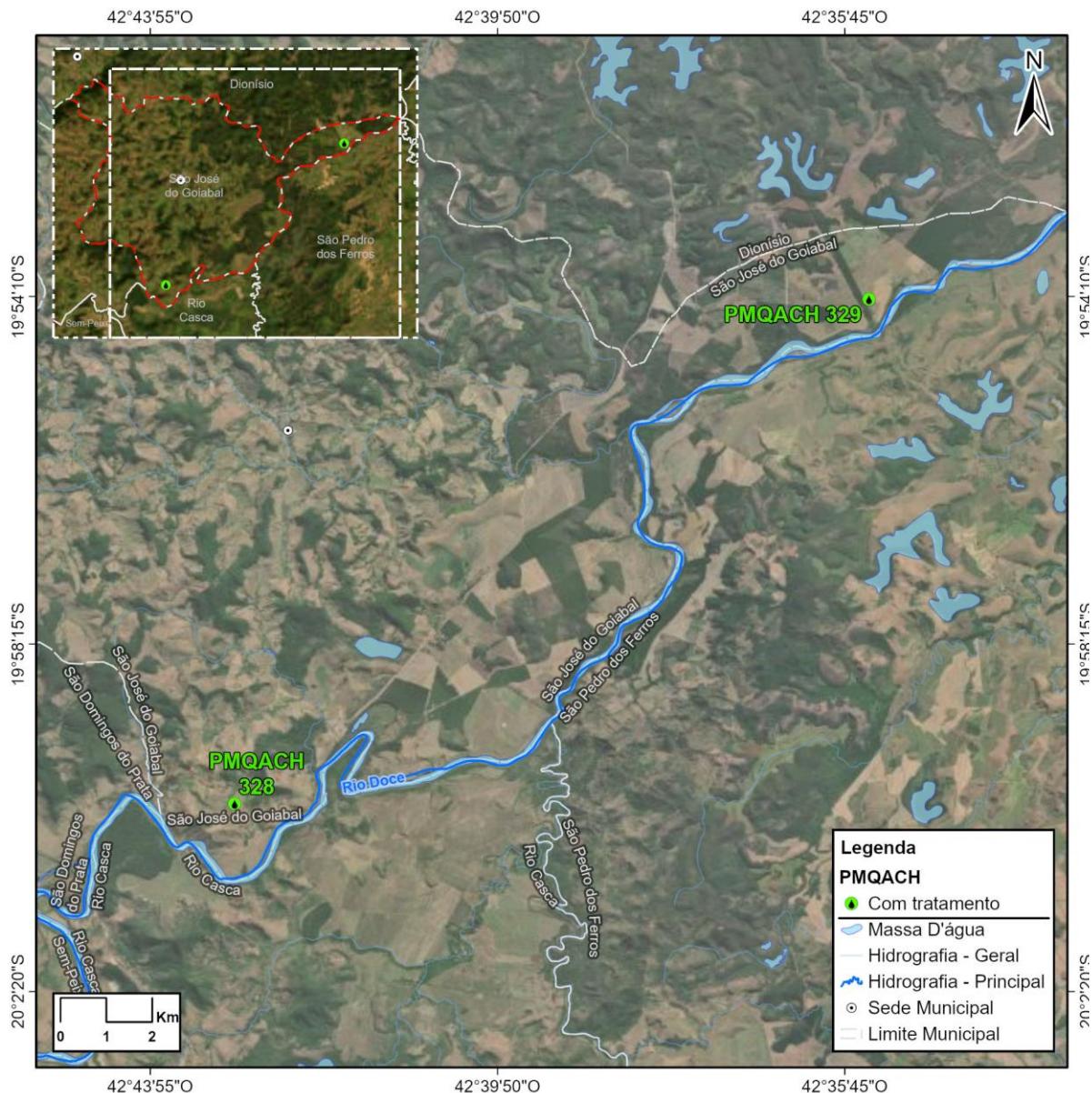
6.5 - São José do Goiabal

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 6-39** e **Quadro 6-6**). 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	Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 329	Subterrânea	SAA	Sim	Saída		Ativo

Figura 6-39 - 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 6-40** 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).

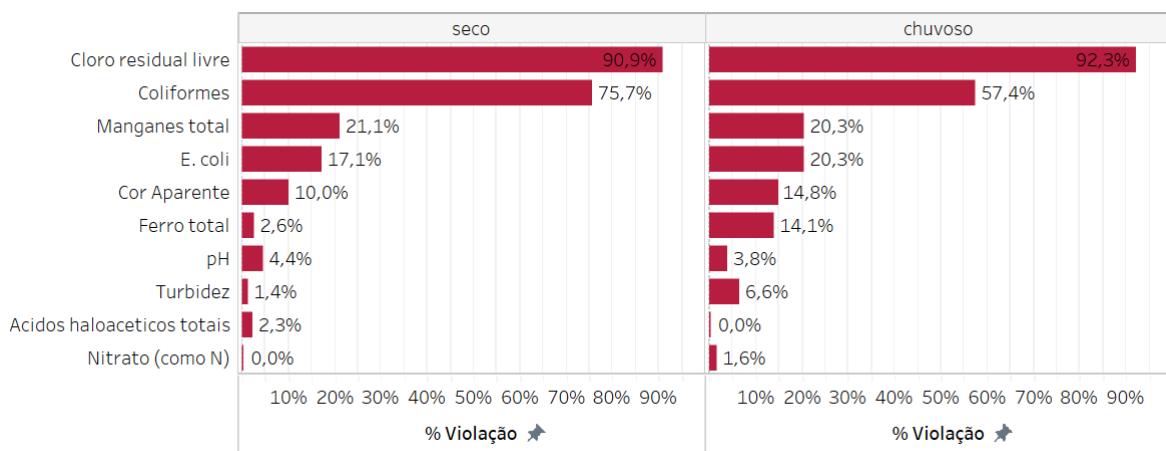
Cloro residual livre apresentou percentuais de violação acima de 90% nos dois períodos sazonais (**Figura 6-40**). De maneira geral, o cloro residual livre violou o limite inferior legal, devido às baixas concentrações, especialmente no período em que o ponto não apresentava tratamento, o que era esperado. 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. Os elevados percentuais observados são correspondentes à períodos pretéritos à esta revisão. 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*.

Coliformes foi o segundo parâmetro com o maior percentual de violação – 75,7% no período seco e 57,4% no período chuvoso (**Figura 6-40**). Embora conte com 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 73,7% (IBGE, 2010). Comparando-o com os municípios do estado de Minas Gerais (total de 853 municípios), São José do Goiabal ocupa a 302^a posição na ordem de municípios com maior taxa de esgotamento sanitário adequado (sendo que a 1^a 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* (**Figura 6-40**), dois parâmetros que, segundo o plano integrado da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021), 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.

Os demais parâmetros apresentaram percentuais de violação abaixo de 21%. Entre eles, é importante ressaltar a variação dos percentuais de violação do ferro total (2,6% de violação no período seco e 14,1% no período chuvoso) e manganês total (21,1% no período seco e 20,3% no período chuvoso) (**Figura 6-40**), metais naturalmente encontrados em rochas e nos solos da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021).

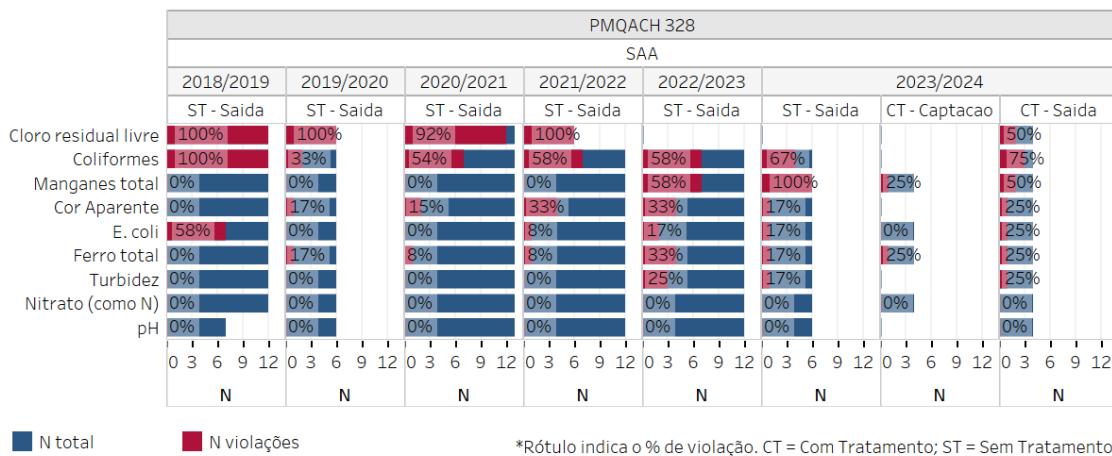
Figura 6-40 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de São José do Goiabal- MG no período chuvoso e seco com base nos limites aplicáveis no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



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 2023/2024, já considerando o período em que o ponto passou a apresentar tratamento de água (CT – Captação e CT – Saída), observaram-se violações na captação para manganês total e ferro total de 25% (1 de 4 amostras). Na saída do tratamento, estes parâmetros apresentaram, respectivamente, 50% (2 de 4 amostras) e 25% (1 de 4 amostras) de violação (**Figura 6-41**). *E. coli*, que não apresentou desconformidade na captação, registrou violação pontual na saída do tratamento (1 de 4 amostras, 25%) (**Figura 6-41**). Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, em 2023/2024, foram registradas violações para cloro residual (50%, 2 de 4 amostras), coliformes (75%, 3 de 4 amostras), cor aparente e turbidez (25%, 1 de 4 amostras) (**Figura 6-41**).

Figura 6-41 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 328, localizado no município de São José do Goiabal-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.

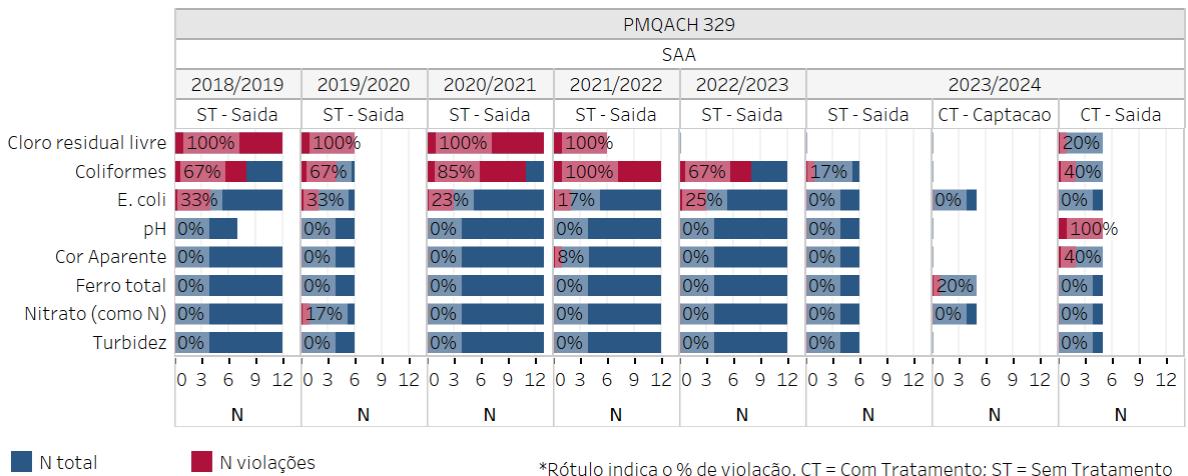


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

No ponto PMQACH 329, com abastecimento tipo SAA, assim como no ponto PMQACH 328, no ciclo de 2023/2024, foi considerado o período em que o ponto passou a apresentar tratamento de água (CT – Captação e CT – Saída). Neste período, na captação, apenas ferro total apresentou desconformidade, com 20% de amostras cuja concentração estava acima do limite permitido pela legislação (1 de 5 amostras). Na saída do ponto, foram registradas violações para

cloro residual (20%, 1 de 5 amostras), coliformes e cor aparente (40%, 2 de 5 amostras) e pH (100%, todas as 5 amostras) (**Figura 6-42**).

Figura 6-42 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 329 localizado no município de São José do Goiabal-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, 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.

6.5.1.2 - 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 6-43**). No último ciclo de monitoramento, não foi registrada apenas no mês de outubro/2023. *E. coli* teve sua presença registrada em menores percentuais, e em 22 dos 59 meses monitorados. Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para coliformes e *E. coli* no período analisado (**Figura 6-43**). 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 6-43 - 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.

Dessa forma, estão sendo apresentados os resultados da análise temporal do período anterior à implementação do tratamento de água. Para o período após a inclusão do tratamento de água, não há dados pretéritos suficientes para análise temporal.

Para a análise sazonal, serão apresentados separadamente os resultados do período anterior à implementação do tratamento (até dezembro/2023) e posterior à implementação do tratamento (a partir de janeiro/2024).

A análise temporal dos dados indicou que os parâmetros que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) tiveram diferentes padrões de comportamento ao longo dos anos. No ponto PMQACH 328, os valores dos parâmetros bário total, nitrato e sólidos dissolvidos totais apresentaram uma tendência de diminuição, enquanto manganês total, sódio total e zinco total apresentaram tendência de aumento (**Figura 6-44**). No ponto PMQACH 329, ferro total, manganês total e turbidez apresentaram tendência de diminuição ao longo do tempo. Já bário total, cloreto total, nitrato, sódio total e zinco total apresentaram tendência de aumento ao longo do tempo (**Figura 6-44**).

Figura 6-44 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a dezembro/2023.

	Bário Total	Cloreto Total	Dureza Total	Ferro Total	Manganês Total	Nitrato	Sódio Total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 328	↓		—		↑	↓	↑	↓			↑
PMQACH 329	↑	↑	—	↓	↓	↑	↑	—	↓	↑	

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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 dados do período anterior a implementação do tratamento de água indicou que, apenas, cloreto total e turbidez apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os diferentes períodos chuvoso e seco (**Figura 6-45**). No ponto PMQACH 328, o

parâmetro cloreto total apresentou maiores valores durante o período chuvoso. No ponto PMQACH 329, tanto cloreto total quanto a turbidez apresentaram maiores valores no período chuvoso (**Figura 6-45**).

Figura 6-45 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a dezembro/2023.

	Cloreto Total	Turbidez
PMQACH 328	●	
PMQACH 329	●	●

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

Em relação a análise sazonal dos dados com tratamento (a partir de janeiro/2024), foi observado que nenhum parâmetro apresentou diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso.

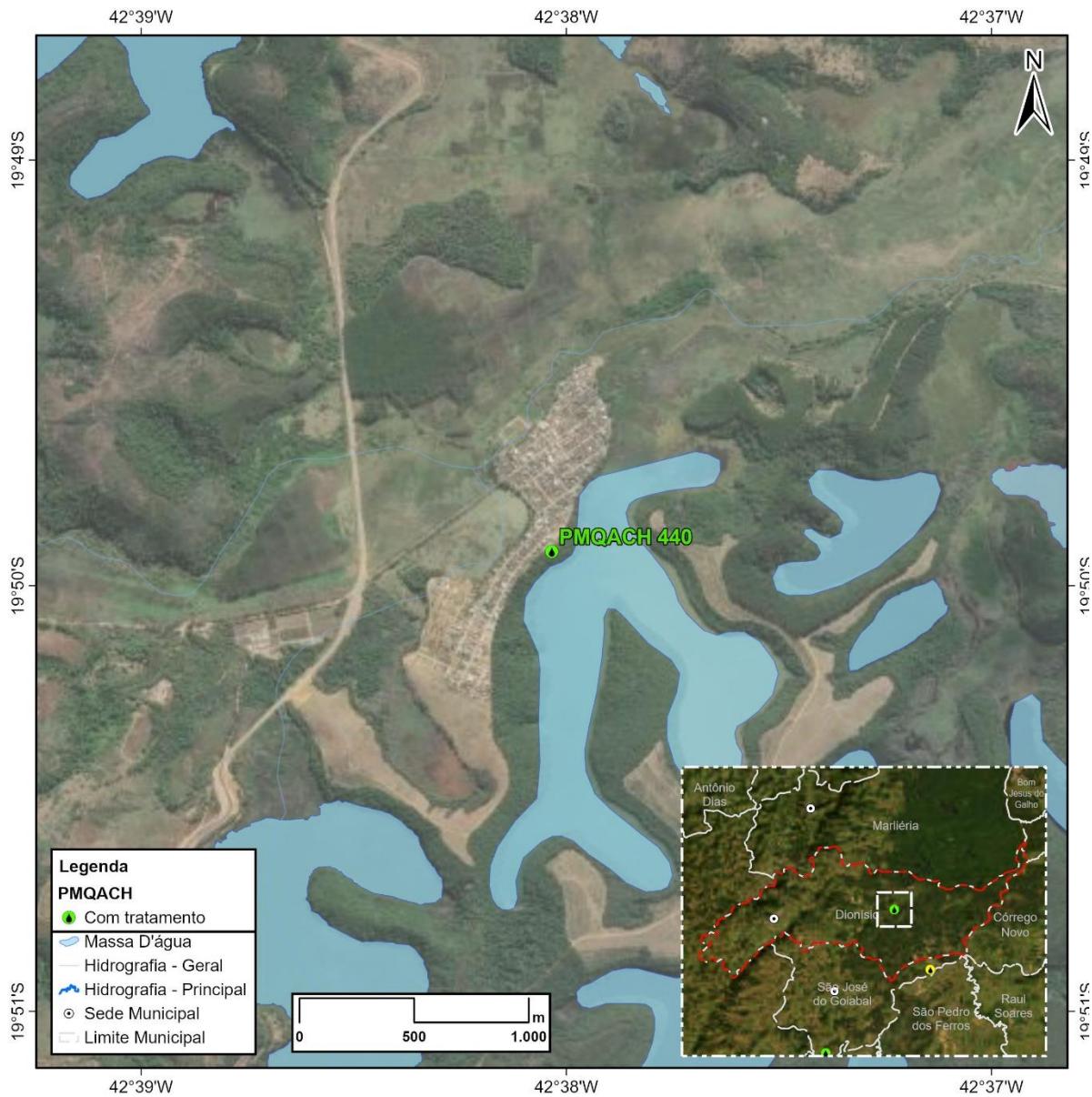
6.6 - Dionísio

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 6-46** 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 nº 357/2005 e Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-46 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Dionísio - MG.



6.6.1 - Pontos com tratamento

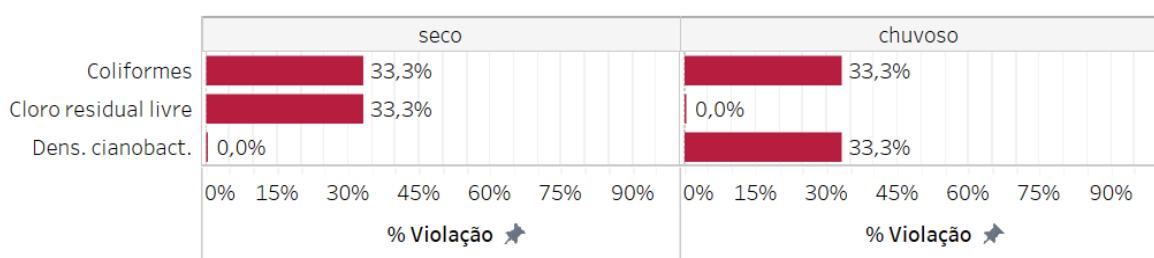
6.6.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o ponto com tratamento do município de Dionísio-MG, foram observados, no geral, baixos percentuais de violação não ultrapassando 34% para os dois períodos (chuvisco e seco) (**Figura 6-47**).

As análises revelaram violações pontuais nos parâmetros de coliformes (tanto no período de seca quanto no de chuva), cloro residual livre (durante o período de seca) e densidade de cianobactérias (no período chuvoso). 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 explica a violação no parâmetro de coliformes durante o período de seca (**Figura 6-47**). A densidade de cianobactérias, por sua vez, 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). Durante o período chuvoso, a violação relacionada à densidade de cianobactérias foi identificada no ponto de captação, enquanto a de coliformes ocorreu na saída do sistema de abastecimento (**Figura 6-47**).

Ressalta-se 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.

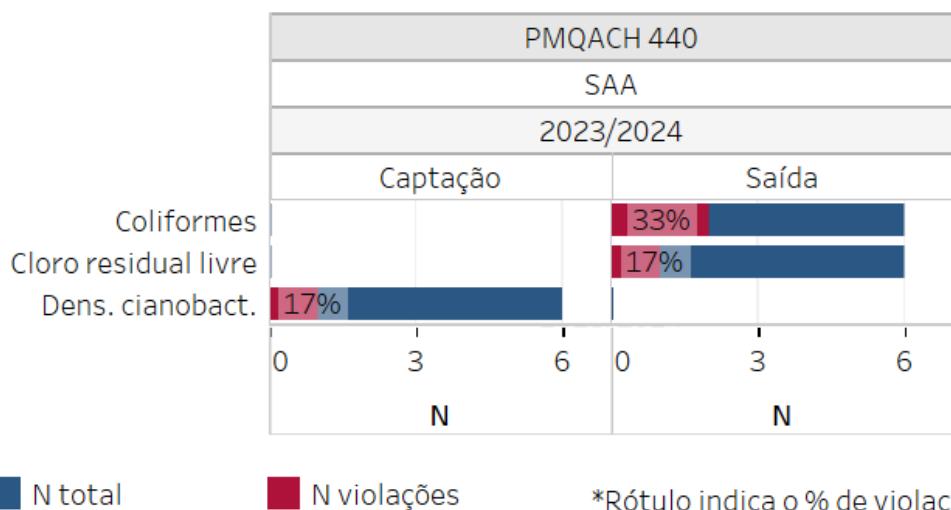
Figura 6-47 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto com tratamento do município de Dionísio-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre fevereiro/2024 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



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 2^a revisão bianual do programa.

Nas seis amostragens realizadas entre fevereiro/2024 e julho/2024 (ciclo de 2023/2024) foi registrada uma desconformidade para densidade de cianobactérias (17%, 1 de 6 amostras) na captação. Na saída do tratamento foi registrado 33% de violação para coliformes (2 de 6 amostras) e 17% para cloro residual (1 de 6 amostras) (**Figura 6-60**).

Figura 6-48 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 440 localizado no município de Dionísio-MG, entre fevereiro/2024 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.

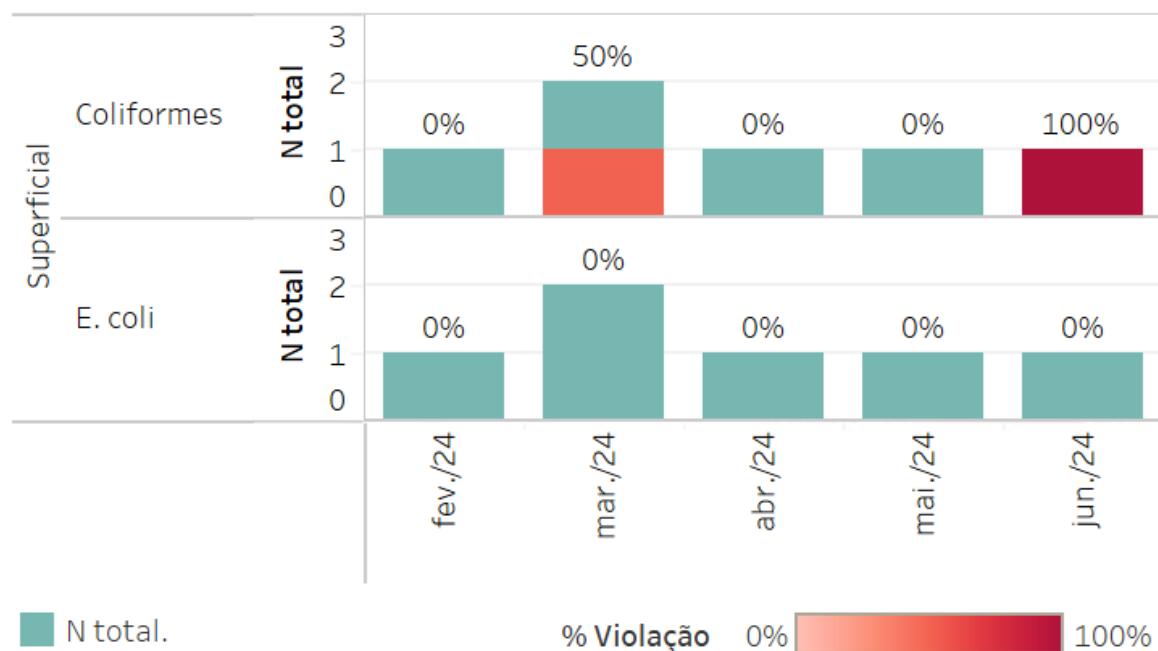


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.6.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

O ponto com tratamento de água monitorado no município de Dionísio registrou a presença de coliformes nos meses de março/2024 e junho/2024, na saída do tratamento. *E. coli* não foi identificada em nenhum dos meses durante o período de monitoramento neste ponto. Não foi identificado padrões sazonais para a presença de coliformes e *E. coli* no período analisado (**Figura 6-61**).

Figura 6-49 - 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. Contudo, como foram realizadas seis coletas, sendo três no período chuvoso e três no período seco, a análise sazonal foi realizada, com o objetivo de apontar as tendências entre os períodos sazonais.

A análise sazonal apontou que os parâmetros que apresentaram diferença significativa entre os períodos chuvoso e seco ($p < 0,05$) foram dureza total e sódio total. Ambos os parâmetros apresentaram valores superiores durante o período chuvoso na captação do ponto PMQACH 440 (**Figura 6-50**). Nenhum parâmetro apresentou diferença significativa entre o período seco e chuvoso para a saída do ponto PMQACH 440 (**Figura 6-50**).

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

				Dureza Total	Sódio Total
		Captação	●	●	
PMQACH 440	Captação	●	●		
	Saída				

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

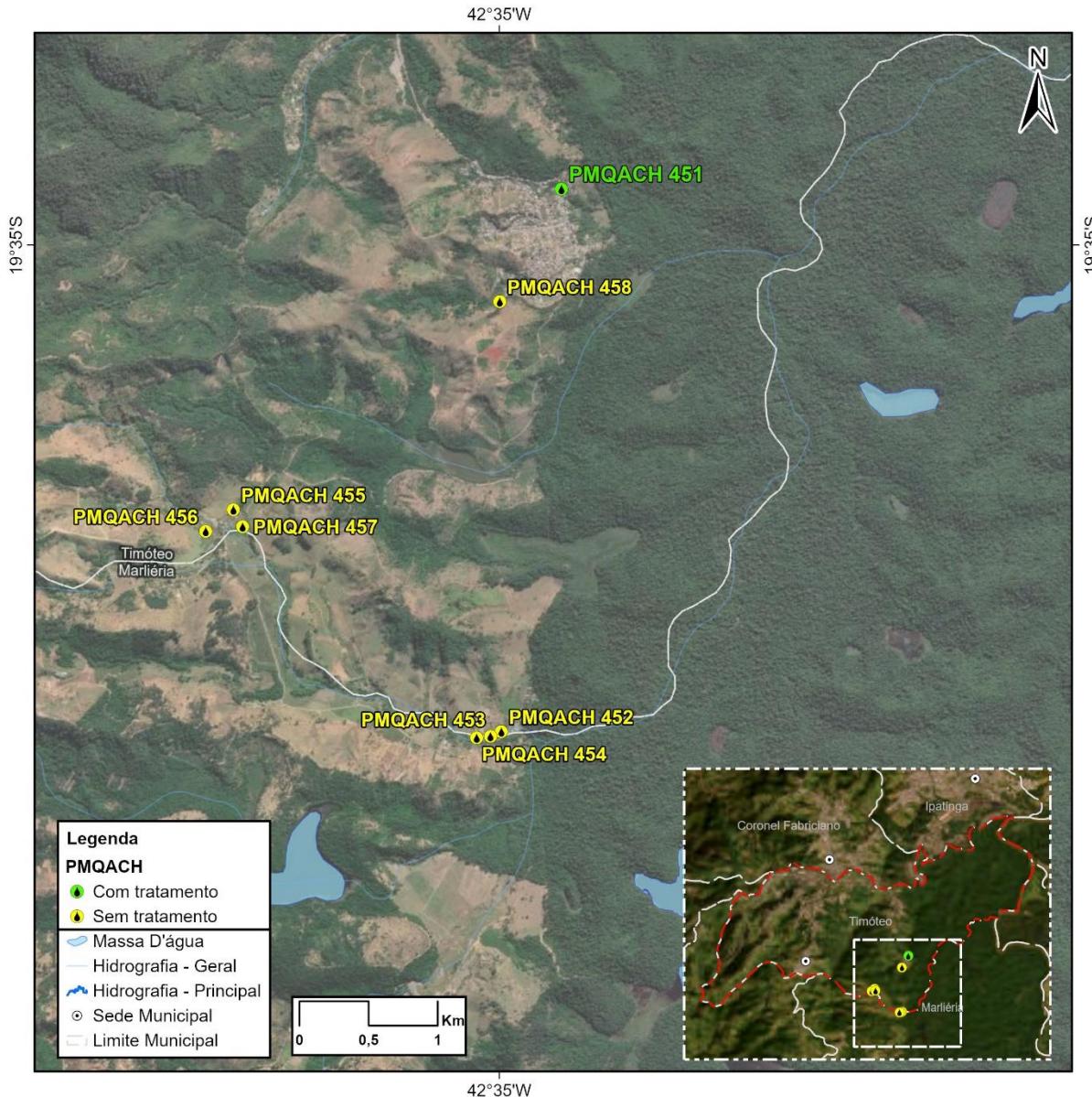
6.7 - Timóteo

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 6-51** 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 nº 396/2008 e Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 452	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 453	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 454	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017	Ativo
PMQACH 455	Subterrânea	SAI	Não	Saída	e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 456	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 457	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 458	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo

Figura 6-51 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Timóteo-MG.



6.7.1 - Pontos sem tratamento

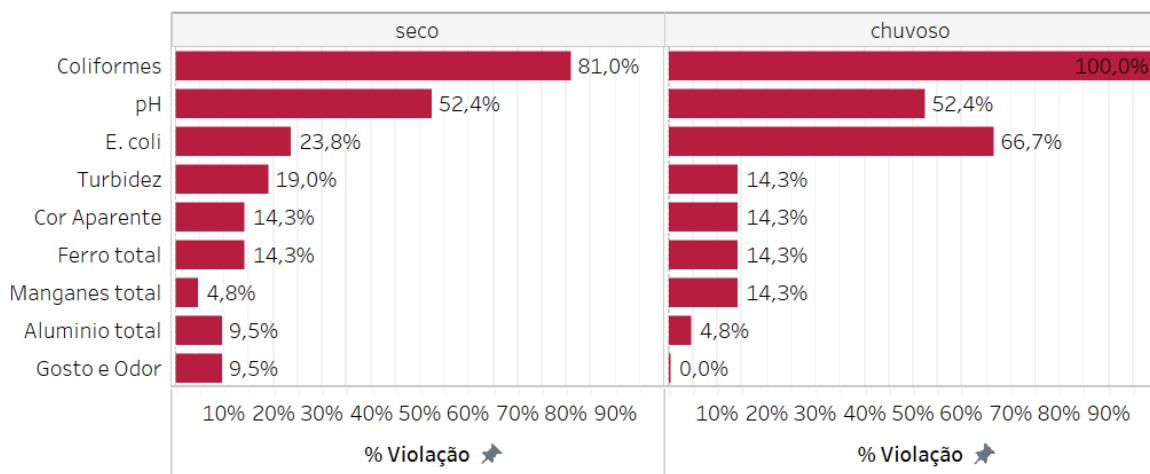
6.7.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Timóteo-MG, os parâmetros com maiores percentuais de violação foram coliformes totais, pH e *E. coli* (**Figura 6-52**).

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* (23,8% de violação no período seco e 66,7% no período chuvoso) (**Figura 6-52**). A presença *E. coli* nas amostras indica relação com contaminação fecal da água provenientes de esgoto doméstico ou criação de animais. Embora conte com 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 (2010), 93,2% do município de Timóteo-MG possui esgotamento sanitário adequado. Comparando-o com os municípios de Minas Gerais (total de 853 municípios), Timóteo ocupa a 41^a posição entre os municípios com maior taxa de esgotamento sanitário adequado, sendo que a 1^a posição corresponde ao município com maior taxa de esgotamento sanitário adequado do estado. 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 52,4% de violação 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 < 20% para os períodos chuvosos e secos. O parâmetro gosto e odor apresentou desconformidade somente no período seco (**Figura 6-52**).

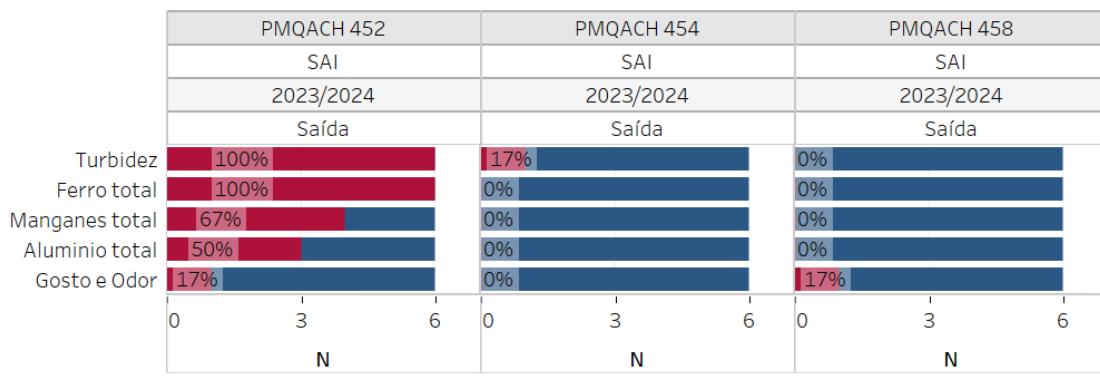
Figura 6-52 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Timóteo-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre fevereiro/2024 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



Foram monitorados sete pontos sem tratamento, todos eles com captação subterrânea e abastecimento tipo SAI. As amostragens tiveram início em fevereiro/2024 com a 2^a revisão bianual do programa. No entanto, somente nos pontos PMQACH 452, PMQACH 454 e PMQACH 458 foram observados resultados em desconformidade com o limite legal.

No ponto PMQACH 452 foram registrados percentuais desconformes para os parâmetros ferro total e turbidez (100%, todas as 6 amostras), manganês total (67%, 4 de 6 amostras), alumínio total (50% 3 de 6 amostras) e gosto e odor (17%, 1 de 6 amostras). Já nos pontos PMQACH 454 e PMQACH 458 foram registradas violações pontuais (17%, 1 de 6 amostras) para os parâmetros turbidez e gosto e odor, respectivamente (**Figura 6-53**).

Figura 6-53 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 452, PMQACH 454 e PMQACH 458, localizado no município de Timóteo-MG, entre fevereiro/2024 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

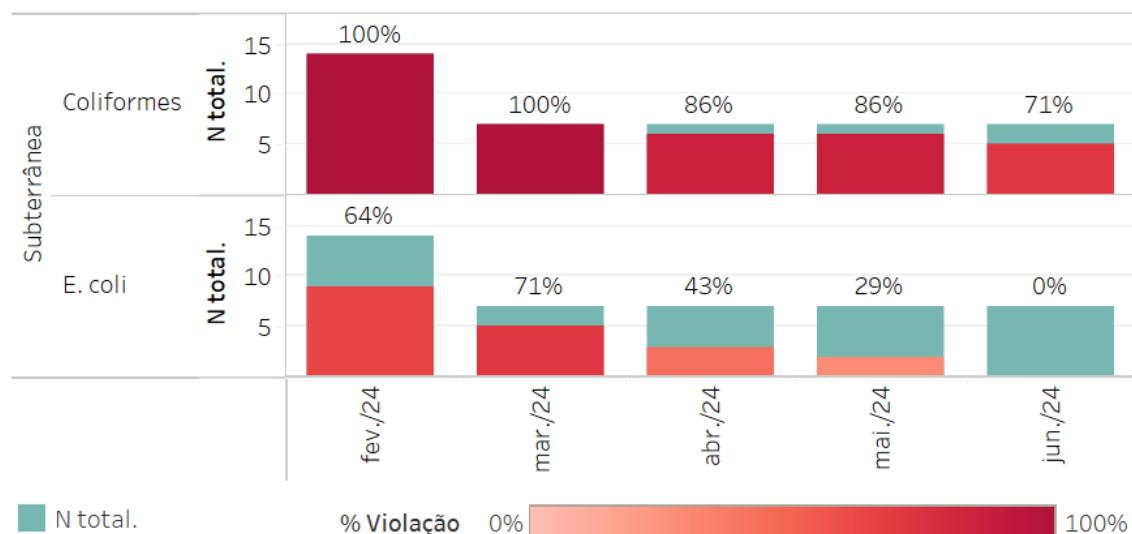
*Rótulo indica o % de violação.

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.

6.7.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Os pontos sem tratamento de água monitorados no município de Timóteo registraram a presença de coliformes nos 5 meses monitorados (entre fevereiro e junho/2024), com percentuais acima de 70%. Em menores percentuais, *E. coli* também foi detectada nas amostras coletadas nos meses monitorados (exceto em junho/2024). Para nenhum dos dois parâmetros foi possível observar um padrão temporal ou sazonal da presença destes contaminantes microbiológicos (**Figura 6-54**).

Figura 6-54 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, no município de Timóteo.

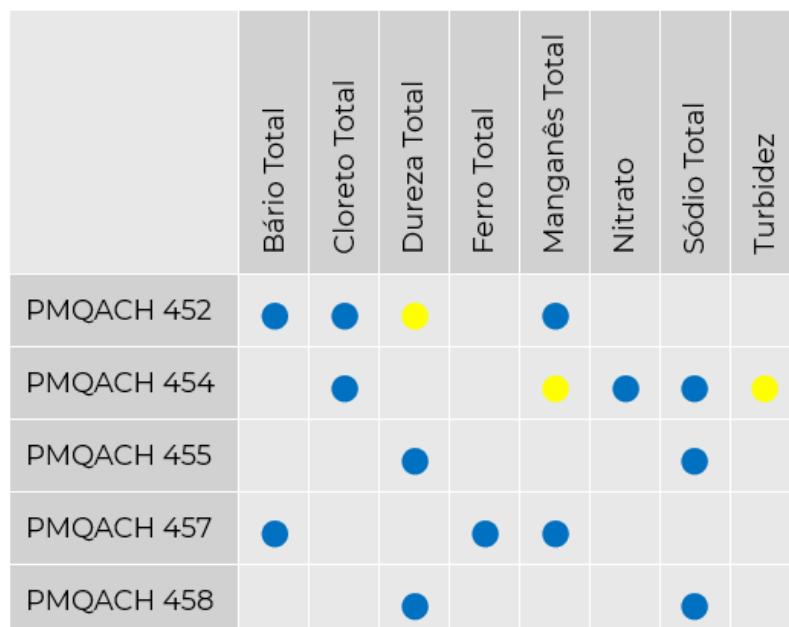


A coleta de água dos pontos amostrais para o município de Timoteo foi iniciada no ciclo de 2023/2024, não possuindo dados dos ciclos anteriores. Desta forma, não foi possível a realização da análise temporal. Contudo, foi realizado um número mínimo de coletas que possibilitaram a execução da análise sazonal dos dados, apontando as tendências dos parâmetros entre os períodos seco e chuvoso.

A análise sazonal dos dados revelou que a maioria dos parâmetros com diferença significativa entre os períodos sazonais apresentou valores mais elevados durante o período chuvoso, com algumas exceções. No ponto PMQACH 452, os parâmetros bário total, cloreto

total e manganês total apresentaram valores superiores no período chuvoso, enquanto dureza total apresentou valores mais elevados no período seco (**Figura 6-55**). No ponto PMQACH 454, cloreto total, nitrato e sódio total registraram valores mais elevados no período chuvoso, enquanto manganês total e turbidez tiveram valores superiores no período seco (**Figura 6-55**). No ponto PMQACH 455, todos os parâmetros com diferença significativa, dureza total e sódio total, apresentaram valores superiores no período chuvoso (**Figura 6-55**). Para o ponto PMQACH 457, os parâmetros bário total, ferro total e manganês total destacaram-se com valores superiores no período chuvoso (**Figura 6-55**). Por fim, no ponto PMQACH 458, os únicos parâmetros que apresentaram diferença significativa com valores mais altos no período chuvoso foram dureza total e sódio total (**Figura 6-55**).

Figura 6-55 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de fevereiro/2024 a julho/2024.



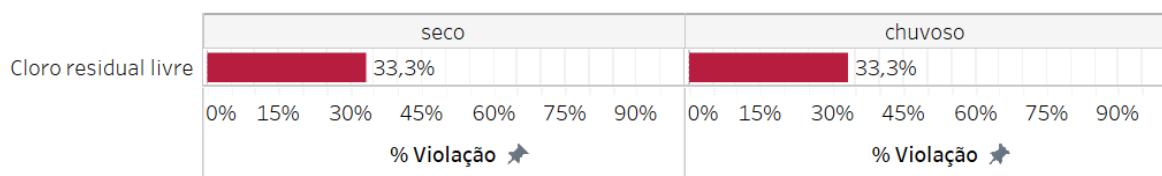
- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

6.7.2 - Pontos com tratamento

6.7.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

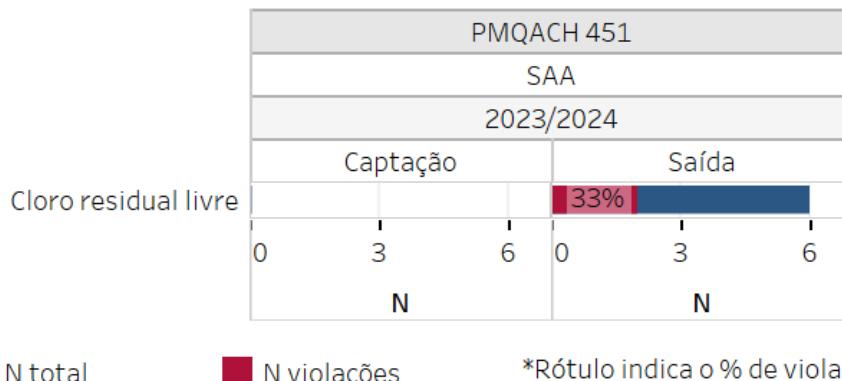
No município de Timóteo-MG, apenas o cloro residual livre apresentou percentual de violação, registrando 33,3% tanto no período seco quanto no chuvoso, com concentrações abaixo do limite inferior legal (**Figura 6-56**).

Figura 6-56 - 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/2024 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 2^a revisão bianual do plano de monitoramento. Nas seis campanhas realizadas (ciclo de 2023/2024) somente cloro residual livre registrou percentual desconforme na saída do tratamento (33%, 2 de 6 amostras) (**Figura 6-57**).

Figura 6-57 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 451, localizado no município de Timóteo-MG, entre fevereiro/2024 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.

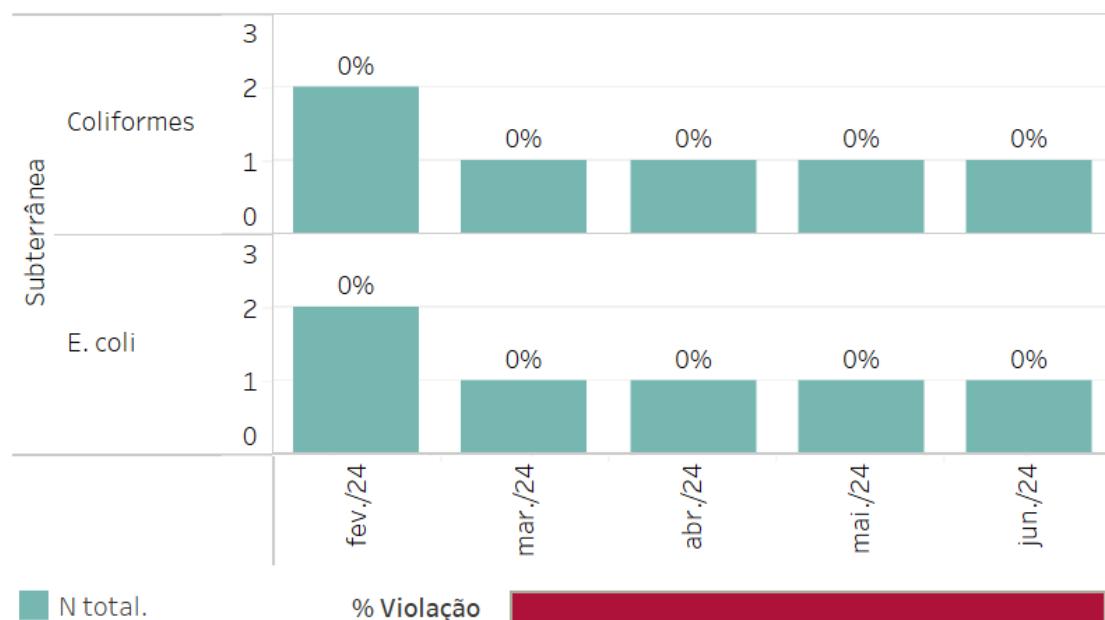


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.7.2.2 - Avaliação temporal e sazonal

Entre fevereiro/2024 e junho/2024, na saída do ponto com tratamento de captação subterrânea do município de Timóteo não foi registrada a presença de coliformes e *E. coli* em nenhum mês monitorado (**Figura 6-58**).

Figura 6-58 - 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 no ciclo de 2023/2024, não havendo dados disponíveis dos ciclos anteriores. Por esse motivo, não foi possível realizar a análise temporal, sendo conduzida apenas a análise sazonal.

A análise sazonal revelou que o único parâmetro com diferença significativa entre os períodos foi turbidez, que apresentou valores mais elevados durante o período seco no ponto de saída do PMQACH 451 (**Figura 6-59**). Na captação do ponto PMQACH 451, não foram observadas diferenças significativas entre os parâmetros nos períodos seco e chuvoso (**Figura 6-59**).

Figura 6-59 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de fevereiro a julho/2024.

		Turbidez
PMQACH 451	Captação	
	Saída	●

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

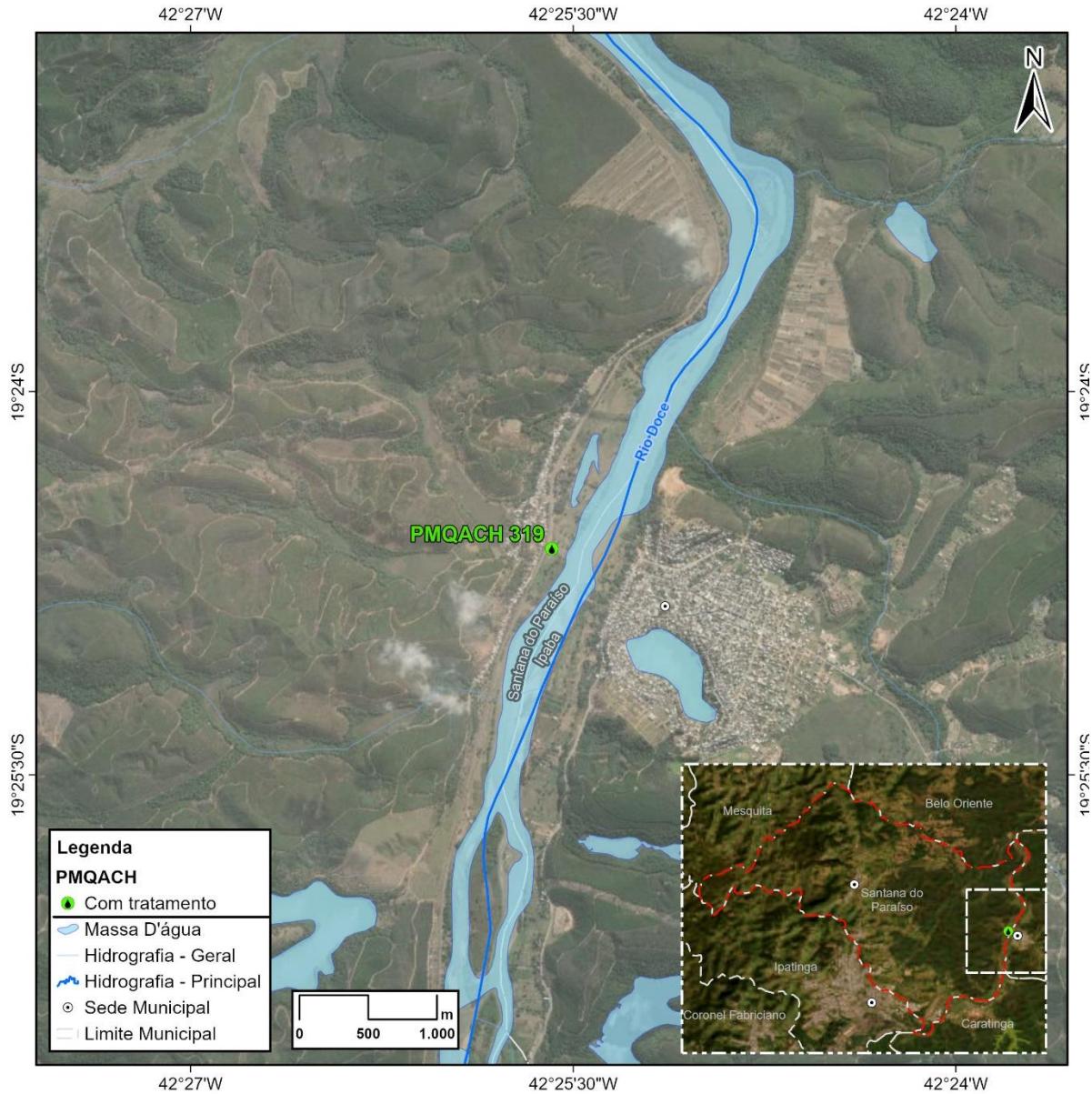
6.8 - Santana do Paraíso

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 6-60** 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 nº 396/2008 e 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 dos pontos monitorados em Santana do Paraíso-MG.



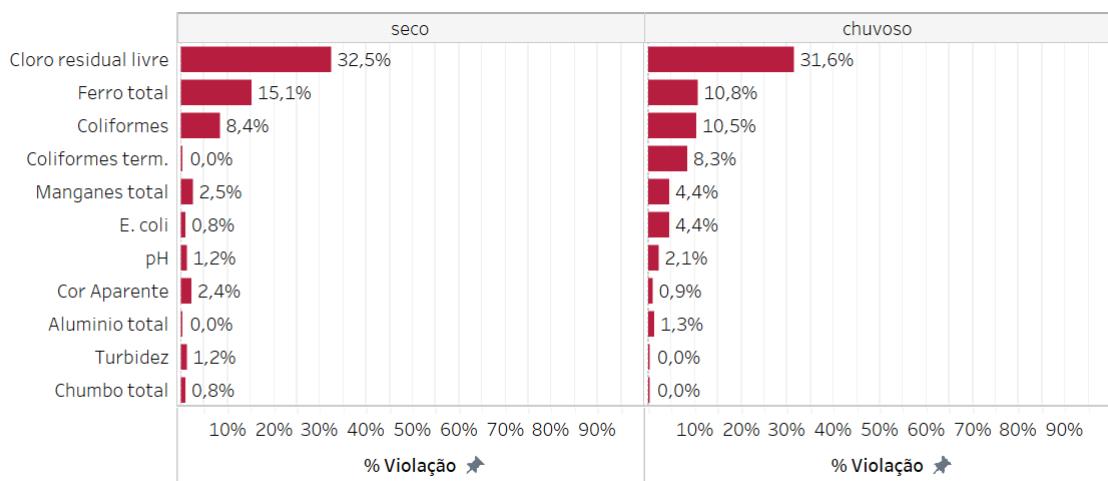
6.8.1 - Pontos com tratamento

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 33% para os dois períodos (chuvisco e seco) (**Figura 6-61**).

Cloro residual livre se destaca por apresentar os maiores percentuais de violação tanto no período seco (32,5%) quanto no período chuvoso (31,6%). 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 (8,4% no período seco e 10,5% no período chuvoso) assim como *E. coli* (0,8% no período seco e 4,4 % no período chuvoso) (**Figura 6-61**). Com relação aos demais parâmetros, destacam-se coliformes termotolerantes (8,3%) e alumínio total (1,3% de violação) por violarem os limites legais somente no período chuvoso, e chumbo total e turbidez (0,8% e 1,2% de violação, respectivamente) por apresentar violação apenas no período seco (**Figura 6-61**).

Figura 6-61 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.

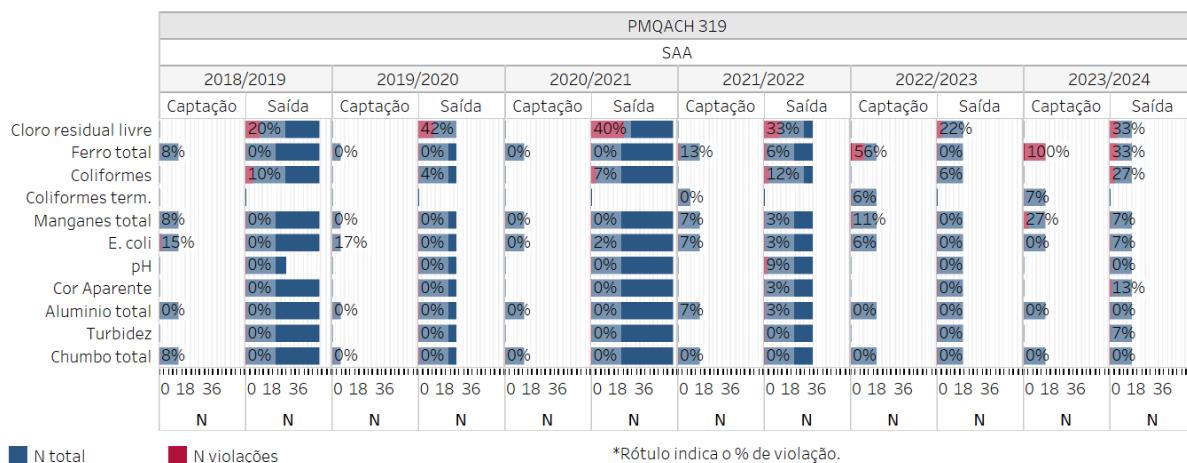


O ponto PMQACH 319, possui tratamento de água, captação subterrânea e abastecimento tipo SAA.

Monitorado exclusivamente na captação, coliformes termotolerantes apresentou, em 2023/2024, violação pontual de 7% (1 de 15 amostras), similar ao ciclo anterior. Manganês total apresentou violação de 27% na captação (4 de 15 amostras) e de 7% na saída (1 de 15 amostras) (**Figura 6-62**). Ferro total apresentou concentrações superiores ao limite da legislação na captação em todas as amostras do último ciclo (100%, 15 amostras), resultado que representa um aumento em relação ao ciclo anterior. Na saída do tratamento, o percentual desconforme deste parâmetro foi de 33% (5 de 15 amostras). *E. coli*, que não apresentou violação na captação, registrou desconformidade pontual na saída do tratamento (7%, 1 de 15 amostras) (**Figura 6-62**).

Monitorados exclusivamente na saída, observou-se em 2023/2024, violações para cloro residual (33%, 5 de 15 amostras), coliformes (27%, 4 de 15 amostras), cor aparente (13%, 2 de 15 amostras) e turbidez (7%, 1 de 15 amostras) (**Figura 6-62**).

Figura 6-62 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 319 localizado no município de Santana do Paraíso-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.

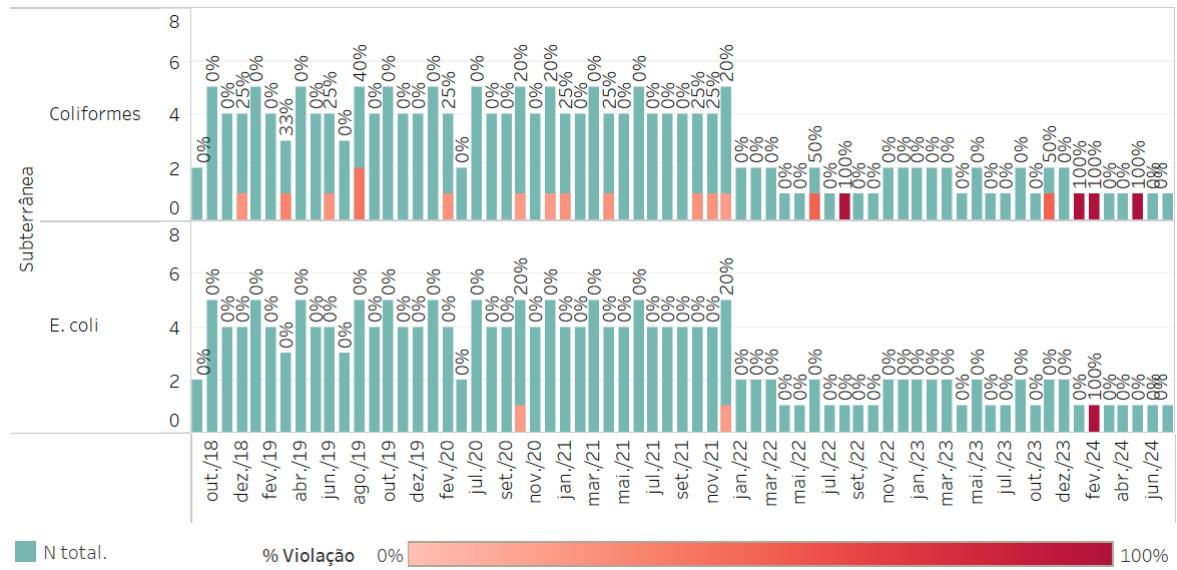


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.8.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

No ponto com tratamento, coliformes e *E. coli* não foram detectados na maioria dos meses monitorados. A presença de coliformes foi observada em 18 dos 67 meses monitorados (**Figura 6-63**). No último ciclo de monitoramento, entre julho/2023 e julho/2024, coliformes foi registrado nos meses de novembro/2023, janeiro/2024, fevereiro/2024 e maio/2024. A presença de *E. coli* ocorreu apenas em 3 dos 67 meses amostrados. No último ciclo, foi registrada apenas no mês de fevereiro/2024. No geral, não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para presença de coliformes ou *E. coli* no período analisado (**Figura 6-63**).

Figura 6-63 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento, localizados no município de Santana do Paraíso-MG.



Na análise temporal, alguns parâmetros apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre o ciclo atual (2023/2024) e os ciclos anteriores, evidenciando padrões claros ao longo do tempo. No ponto de captação do PMQACH 319, pH e turbidez foram os parâmetros com significância ($p < 0,05$), mostrando tendências distintas: turbidez apresentou aumento ao longo dos anos, enquanto pH apresentou redução (**Figura 6-64**). No ponto de saída do PMQACH 319, os parâmetros alumínio total, bário total, pH demonstraram uma tendência de

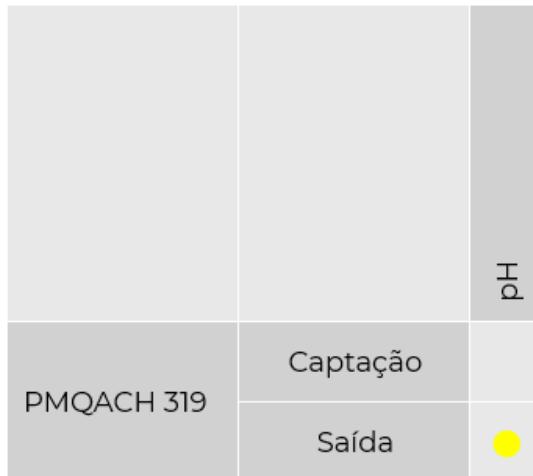
diminuição ao longo do tempo, enquanto sódio total, turbidez e zinco total registraram uma tendência de aumento (**Figura 6-64**).

Figura 6-64 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

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

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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 o único parâmetro que apresentou diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso foi o pH. Este parâmetro apresentou maiores valores durante o período seco para o ponto de saída do PMQACH 319. Nenhum parâmetro apresentou diferença significativa entre os períodos sazonais para o ponto de captação do PMQACH 319 (**Figura 6-65**).

Figura 6-65 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

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

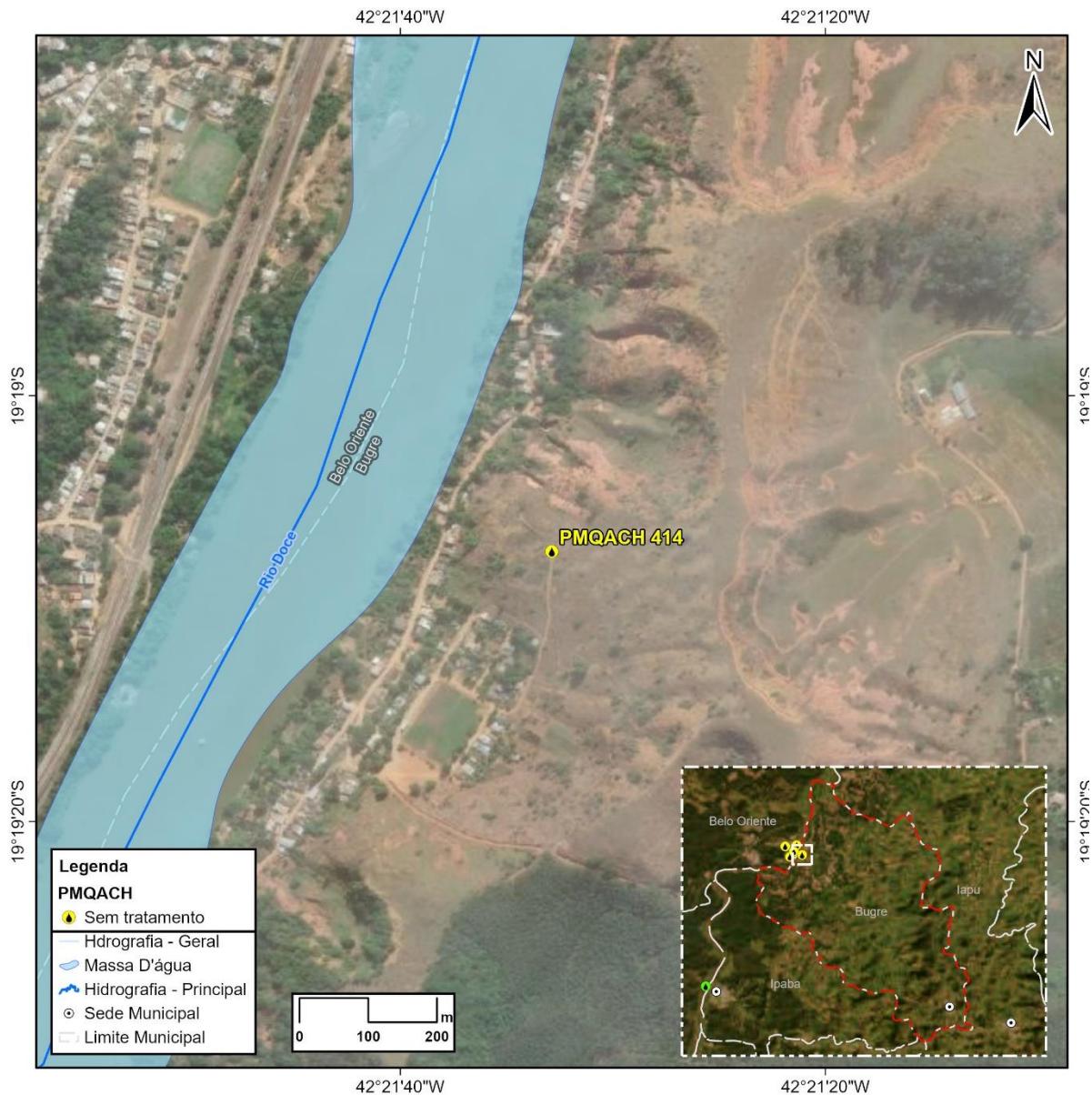
6.9 - Bugre

No município de Bugre-MG, foi considerado 01 (um) ponto de monitoramento, sem tratamento de água e do tipo Soluções Alternativas Coletivas (SAC) (**Figura 6-66** 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 6-66 - Localização geográfica do ponto monitorados em Bugre-MG.



6.9.1 - Pontos sem tratamento

6.9.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

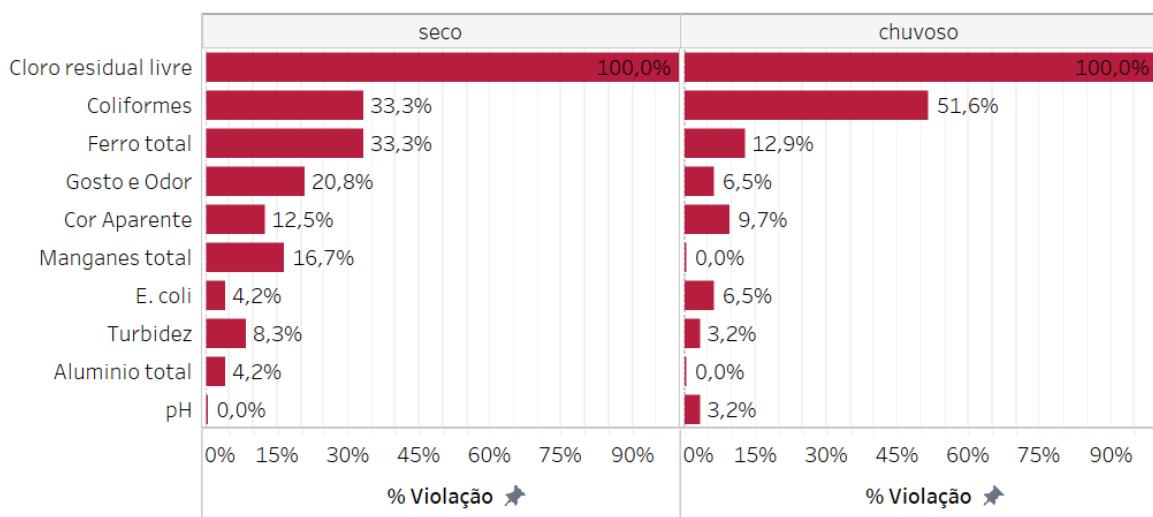
Para o município de Bugre-MG, os parâmetros com maiores percentuais de violação foram cloro residual livre e coliformes totais, sendo que o cloro apresentou 100% de violação no período seco e no período chuvoso (**Figura 6-67**). As violações observadas para o cloro residual livre foram, no geral, com 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.

Os coliformes apresentaram percentual de violação mais elevados no período chuvoso (51,6%) em relação ao período seco (33,3%), assim como *E. coli*, cujo percentual 6,5% e 4,2%, respectivamente (**Figura 6-67**). 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 (9,4%; IBGE, 2010), onde um tratamento simples de desinfecção por cloração é empregado. Comparado a outros municípios do estado de Minas Gerais, Bugre ocupa a 804^a posição de 853 municípios em taxa de esgotamento sanitário adequado (considera-se a 1^a posição como a que contém esgotamento sanitário mais adequado). O reduzido percentual de tratamento adequado do esgoto sanitário no 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).

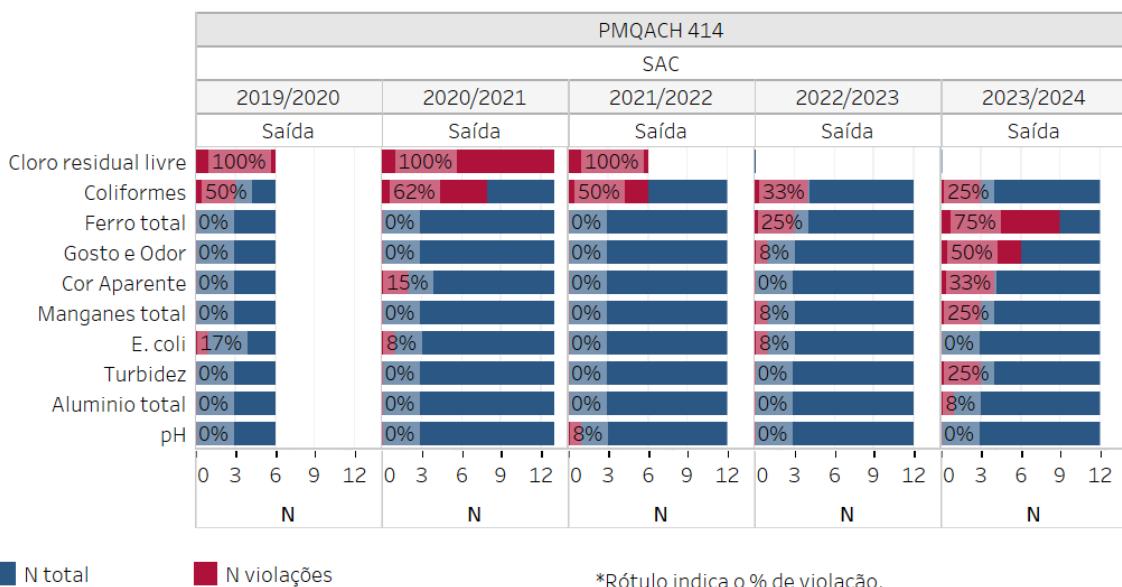
Em menores percentuais, o parâmetro pH (3,2%) apresentou violação apenas no período chuvoso, enquanto manganês total (16,7%) e alumínio total (4,2%) apresentaram violação apenas no período seco (**Figura 6-67**).

Figura 6-67 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.



No ponto PMQACH 414, que possui abastecimento tipo SAC e captação subterrânea, foi observado, em 2023/2024, 25% de violação para coliformes (3 de 12 amostras), o que representa uma redução em relação ao ciclo anterior. Por outro lado, neste mesmo período, foi observado aumento no percentual desconforme para os parâmetros ferro total (75%, 9 de 12 amostras), gosto e odor (50%, 6 de 12 amostras), cor aparente (33% 4 de 12 amostras) e manganês total (25%, 4 de 12 amostras). Pela primeira vez, desde o início do monitoramento, foi registrada violações, em 2023/2024, para turbidez (25%, 3 de 12 amostras) e alumínio total (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-68**).

Figura 6-68 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 414, localizado no município de Bugre-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, 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.

6.9.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

O ponto de captação subterrânea do tipo SAC, PMQACH 414, não apresentou um padrão claro de variação do percentual de violação ao longo de todos os meses de monitoramento para coliformes e *E. coli*. Também não é possível observar padrões de aumento ou diminuição em relação a presença destes microrganismos nos meses chuvosos e secos.

No período avaliado neste relatório, julho/23 a julho/24, não foi registrada a presença de *E. coli*. Neste mesmo período, a presença de coliformes foi registrada nos meses de setembro/2023, novembro/2023 e março 2024 (**Figura 6-69**).

Figura 6-69 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto sem tratamento, localizado no município de Bugre.



De maneira geral, no ponto PMQACH 414 destaca-se o padrão de aumento das concentrações de alumínio total, dureza total, ferro total, manganês total, pH, sódio total, sólidos dissolvidos totais e turbidez no último período avaliado comparado ao ciclo anterior ($p < 0,05$) (Figura 6-70). Neste ponto, somente nitrato apresentou concentrações mais baixas no último período avaliado em comparação ao ciclo anterior ($p < 0,05$) (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/2024.

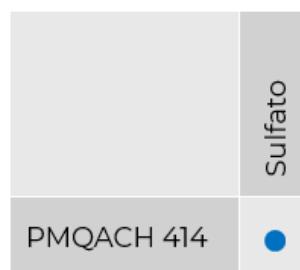


↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — não houve padrão claro entre os anos avaliados;

↓ 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, ou seja, entre os períodos chuvosos e secos, somente sulfato apresentou aumento durante o período chuvoso no ponto PMQACH 414 ($p < 0,05$) (**Figura 6-71**).

Figura 6-71 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.



- 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

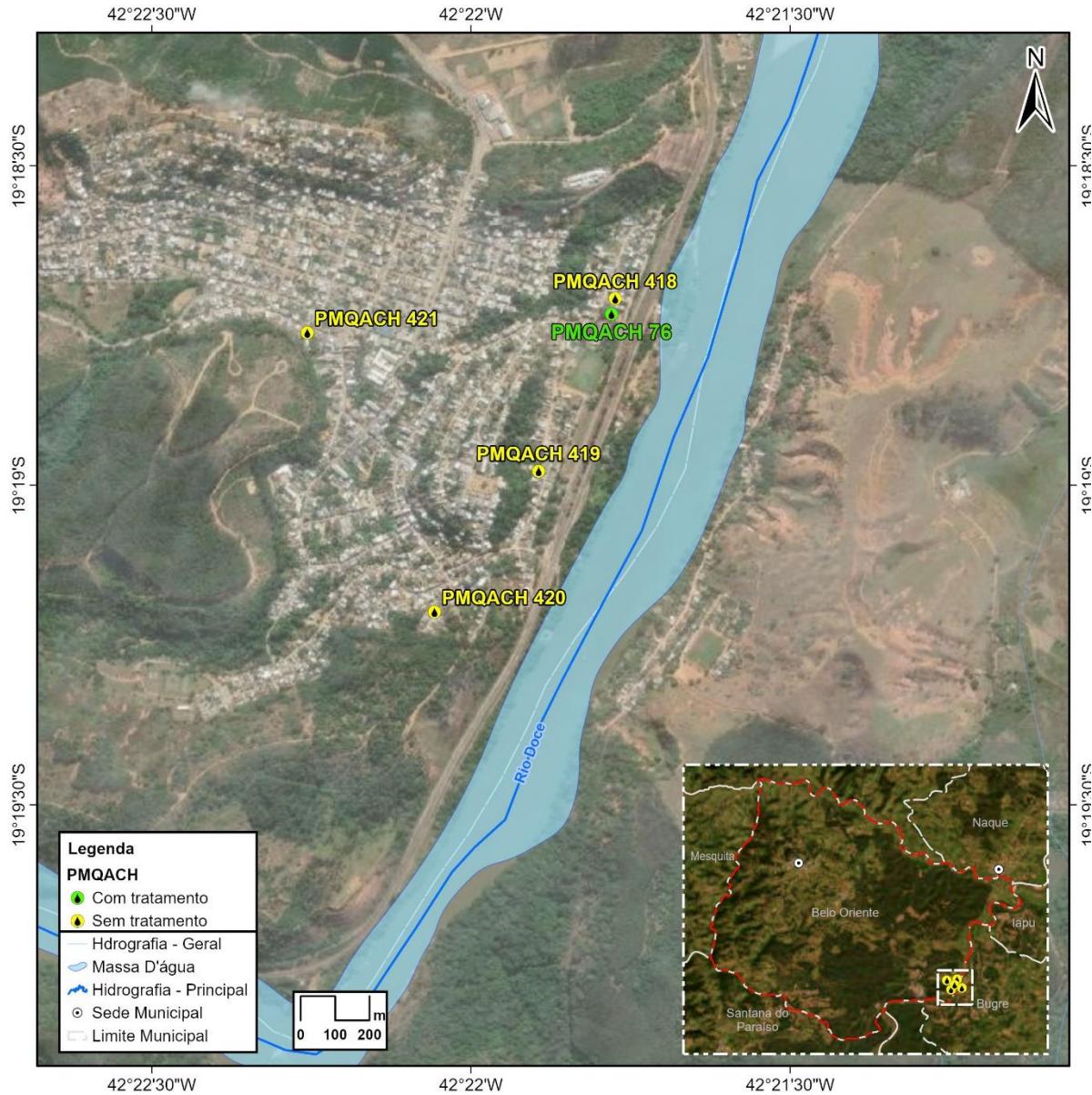
No município de Belo Oriente - MG, foram considerados 5 (cinco) pontos de monitoramento. Destes, um possui tratamento de água e é do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA). Os demais não possuem tratamento de água e são do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) (**Figura 6-72 e Quadro 6-10**).

Quadro 6-10 - Características dos pontos do município de Belo Oriente considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 76	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA nº 357/2005 e Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 418 ¹⁾	Subterrânea	SAI	Não	Saída		17/11/2023
PMQACH 419 ¹⁾	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888,	17/11/2023
PMQACH 420 ¹⁾	Subterrânea	SAI	Não	Saída	maio/2021 (a partir de novembro/2021)	17/11/2023
PMQACH 421 ¹⁾	Subterrânea	SAI	Não	Saída		17/11/2023

1) Completo 24 coletas previstas na NT nº 54, Deliberação CIF nº 513.

Figura 6-72 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Belo Oriente - MG.



6.10.1 - Pontos sem tratamento

6.10.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para os pontos sem tratamento do município de Belo Oriente - MG, cloro residual livre e coliformes foram os parâmetros com maiores percentuais de violação (>75%, em pelo menos um período sazonal). Cloro residual livre apresentou 100% de violação em todas as amostras coletadas, tendo elas ocorrido apenas no período chuvoso do ciclo de 2019/2020 (**Figura 6-73**). Reforça-se, entretanto, que com a revisão bianual do PMQACH, a partir de janeiro/2022, este parâmetro deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento. Os elevados percentuais observados referem-se ao período pretérito a esta revisão.

Os elevados percentuais de violação do cloro residual livre se deram principalmente no limite inferior, ou seja, os valores mensurados foram menores do que o preconizado pela legislação vigente. No entanto, estas baixas concentrações são esperadas, uma vez que estes os pontos não têm sistema de tratamento de água.

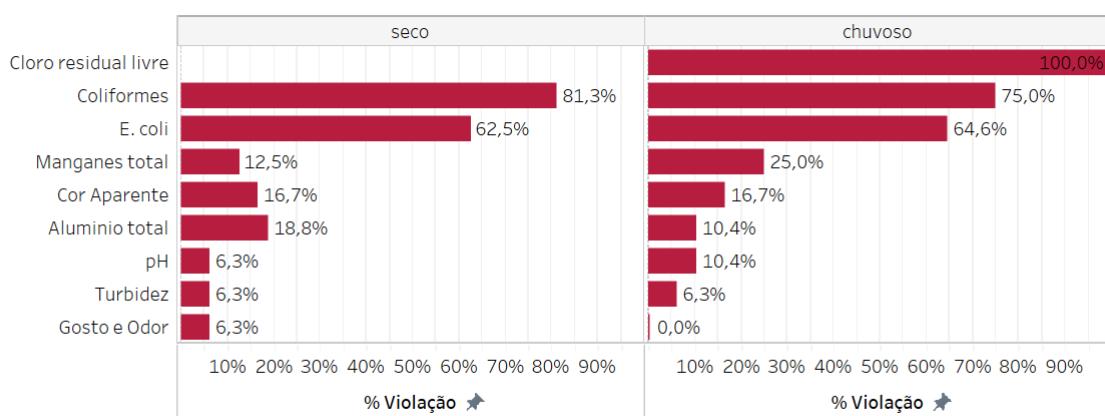
Como resultado da não cloração da água, foram observadas a presença de indicadores de contaminação por microrganismos na água: coliformes apresentou o segundo maior percentual de violação, sendo 81,3% no período seco e 75% no período chuvoso, seguido por *E. coli*, com 62,5% de violação no período seco e 64,6% no período chuvoso. Estes resultados indicam a relação da presença destes microrganismos com uso e ocupação do solo local, através da contaminação fecal proveniente de esgoto doméstico ou criação de animais. (**Figura 6-73**). Estes parâmetros foram apontados como prioritários para a busca de soluções pela mais recente revisão do plano integrado da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021).

No município de Belo Oriente, o percentual de esgotamento sanitário de acordo com o IBGE (2010) é de 75,9%. Comparando com outros municípios de Minas Gerais (total de 853 municípios), Belo Oriente ocupa a 266^a posição na ordem de maior quantidade de esgotamento sanitário adequado (a 1^a posição é a que contém maior parte do município com esgotamento

sanitário adequado). A ausência de esgotamento sanitário em quase 1/4 do município ajuda a explicar a contaminação por coliformes e *E. coli* (**Figura 6-73**).

Manganês total, cor aparente, alumínio total, pH, turbidez e gosto e odor apresentaram percentuais de violação abaixo de 30% para ambos os períodos, porém acima de 6% para pelo menos um dos períodos. Observa-se que não há influência do período sazonal nos percentuais de violação dos parâmetros que apresentaram violação no período monitorado, exceto para manganês total, cujo percentual de violação dos limites legais no período chuvoso foi o dobro do observado no período seco.

Figura 6-73 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no 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/2024 com base nos limites aplicáveis.

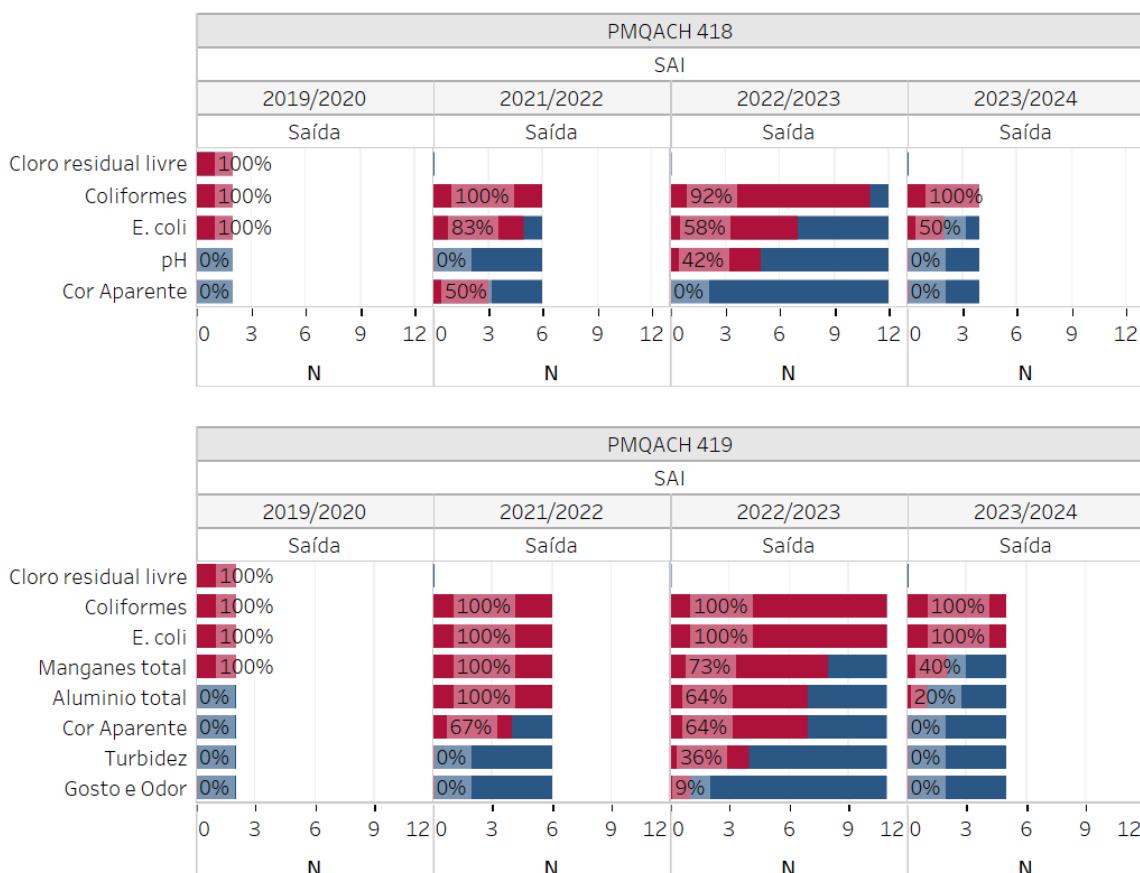


Quatro pontos sem tratamento foram monitorados, todos eles com captação subterrânea e abastecimento tipo SAI.

No ponto PMQACH 418, em 2022/2023, coliformes registrou 100% de violação (todas as 4 amostras), percentual tão elevado quanto o observado em períodos anteriores. *E. coli* vem apresentando redução no percentual desconforme desde o início do monitoramento neste ponto, registrando, em 2023/2024, 50% de violação nas amostras do período (2 de 4 amostras) (**Figura 6-74**).

No ponto PMQACH 419, no último ciclo de monitoramento, coliformes e *E. coli* registraram 100% de violação em suas amostras (todas as 5 amostras), mesmo percentual desde o início do monitoramento. Por outro lado, foi observada redução no percentual de violação, em 2023/2024, para manganês total (40%, 2 de 5 amostras) e alumínio total (20%, 1 de 5 amostras) (**Figura 6-74**).

Figura 6-74 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 418 e PMQACH 419, localizados no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

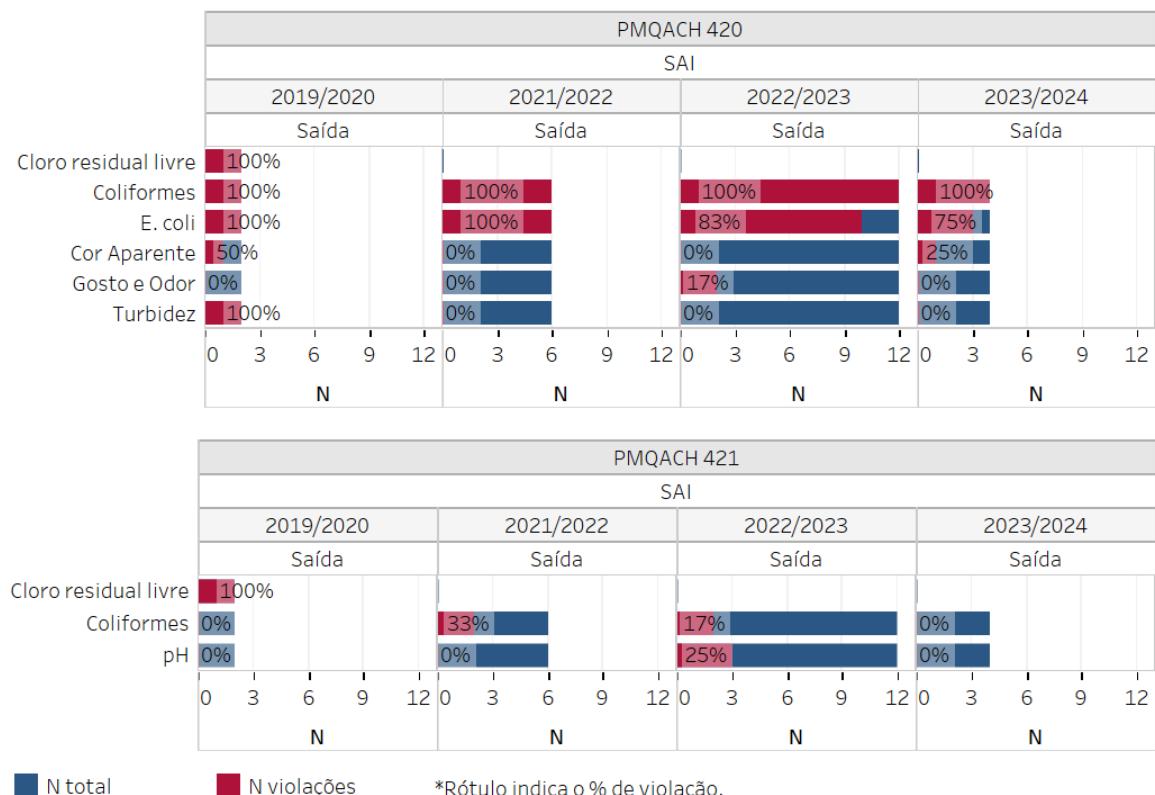
*Rótulo indica o % de violação.

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 420, em 2023/2024, todas as 4 amostras de coliformes do período apresentaram desconformidade com a legislação, tal como observado em períodos anteriores (100%). *E. coli* violou os limites legais em 3 das 4 amostras do último ciclo (75% de violação), o que representou uma pequena redução no percentual desconforme em relação ao ciclo anterior. Cor aparente apresentou violação pontual em 1 das 4 amostras do período (25%) (**Figura 6-75**).

No ponto PMQACH 421, não foram observadas violações para nenhum dos parâmetros avaliados no ciclo de 2023/2024 (**Figura 6-75**).

Figura 6-75 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 420 e PMQACH 421, localizados no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

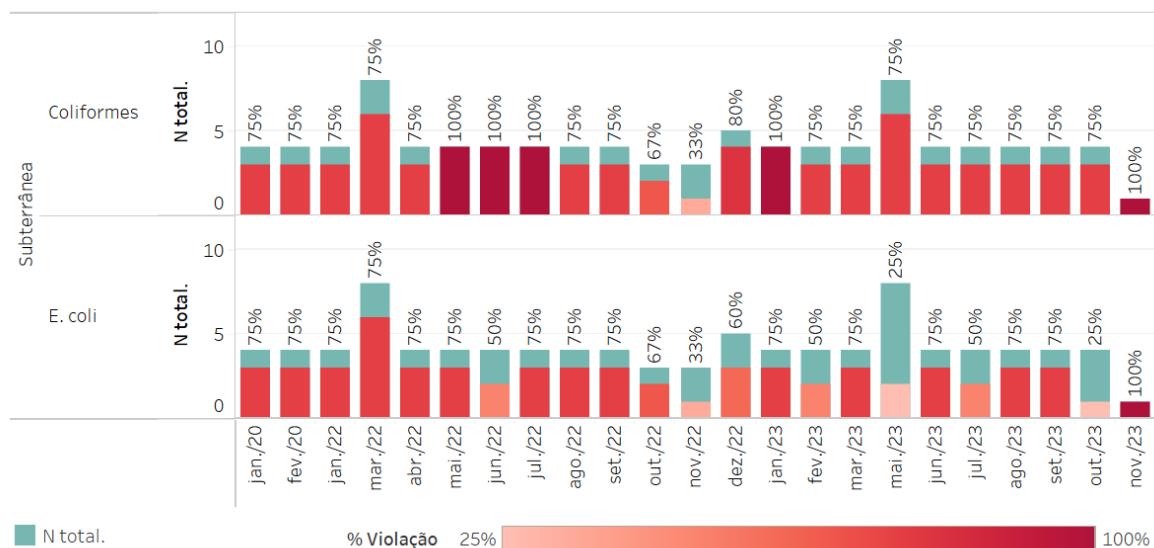
*Rótulo indica o % de violação.

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

Nos pontos sem tratamento, a presença de coliformes foi registrada em todos os meses de monitoramento, com percentuais variando entre 33% e 100% das amostras do mês com a presença do contaminante (**Figura 6-92**). *E. coli* também foi registrada em todos os meses de monitoramento, e apresentou percentuais da presença do microrganismo no mês variando entre 25% e 100%. Não foi possível observar um padrão temporal ou sazonal evidente para presença de coliformes ou *E. coli* para o período monitorado (**Figura 6-92**).

Figura 6-76 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* nos pontos sem tratamento localizados no município de Belo Oriente - MG.



Em relação a análise da série temporal, diversos parâmetros apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$) comparando-se os ciclos anteriores com o ciclo de 2023/2024. Para o PMQACH 418, alumínio total, cor aparente e turbidez apresentaram padrão de diminuição dos valores com o decorrer dos anos, enquanto bário total, cloreto total, manganês total e sulfato, apresentaram um padrão de aumento nos valores com o tempo (**Figura 6-77**). Em PMQACH 419, os parâmetros que apresentaram uma tendência de diminuição foram bário total e manganês total. Já cloreto total, dureza total e sulfato apresentaram uma tendência de aumento no ciclo de 2023/2024 com relação aos ciclos anteriores (**Figura 6-77**). No ponto PMQACH

420, apenas o parâmetro de sólidos dissolvidos totais apresentou um padrão que evidenciasse uma tendência ao longo do tempo, com a queda de seus valores no ciclo de 2023/2024 (**Figura 6-77**). Em relação ao ponto PMQACH 421, apenas dois parâmetros apresentaram uma tendência clara ao longo dos anos, sendo que ferro total apresentou um padrão de diminuição e sódio total apresentou um padrão de aumento (**Figura 6-77**).

Figura 6-77 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

	Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Cor Aparente	Dureza Total	Ferro Total	Manganês Total	SDT	Sulfato	Turbidez
PMQACH 418	↓	↑	↑	↓			↑		↑	↓
PMQACH 419	—	↓	↑	—	↑		↓		↑	
PMQACH 420							—	—		↓
PMQACH 421					↓	—	↑			

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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.

Para a análise sazonal observamos que os parâmetros apresentaram, majoritariamente, maiores valores durante o período seco. Os parâmetros que foram significativos para o PMQACH 418 foram bário total, manganês total e sódio total, todos apresentando valores superiores no período seco (**Figura 6-78**). O pH do ponto PMQACH 419 também foi superior no período seco. Contudo, o manganês total do ponto PMQACH 419 foi o único parâmetro que apresentou concentrações maiores no período chuvoso (**Figura 6-78**). Para o ponto PMQACH 420, os parâmetros que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os períodos foram cloreto total e sódio total, ambos com maiores concentrações durante o período seco (**Figura**

6-78). Para PMQACH 421, apenas alumínio total apresentou diferença significativa entre os períodos, apresentando maiores valores no período seco (**Figura 6-78**).

Figura 6-78 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

	Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Manganês Total	Sódio Total	pH
PMQACH 418		●		●	●	
PMQACH 419				●		●
PMQACH 420			●		●	
PMQACH 421	●					

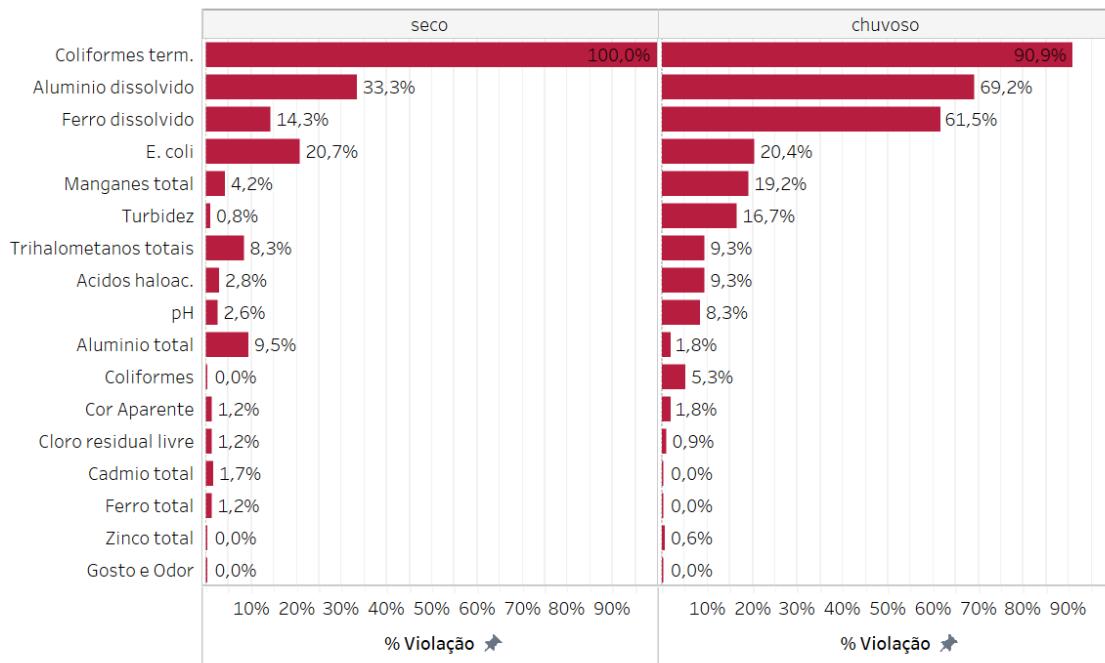
- valores significativamente superiores no período chuvoso;
- valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

6.10.2 - Pontos com tratamento

6.10.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o ponto com tratamento do município de Belo Oriente - MG, coliformes termotolerantes apresentou 100% de violação no período seco e 90,9% no período chuvoso. Alumínio dissolvido e ferro dissolvido apresentaram violações marcadas pela sazonalidade. O primeiro registrou 33,3% de violação no período seco e 69,2% no período chuvoso, enquanto o segundo registrou 14,3% no período seco e 61,5% no período chuvoso (**Figura 6-79**). Ressalta-se, no entanto, que estes parâmetros passaram a ser monitorados após a primeira revisão bianual do PMQACH, a partir de janeiro de 2021. O elevado percentual de violação para ferro dissolvido e alumínio dissolvido no período chuvoso pode estar associado à maior taxa de lixiviação durante as chuvas, o que leva partículas destes metais provenientes de forma natural (de 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 21%) (**Figura 6-79**).

Figura 6-79 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.

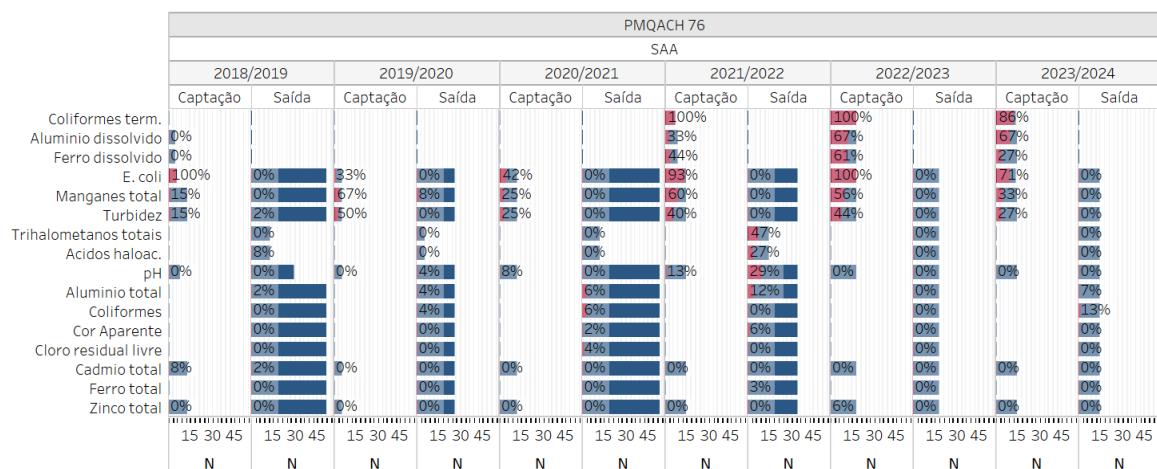


O ponto PMQACH 76 apresenta captação superficial e abastecimento do tipo SAA.

Entre os parâmetros monitorados exclusivamente na captação do tratamento, foi observado em 2023/2024, redução no percentual desconforme para coliformes termotolerante (86%, 12 de 14 amostras) e ferro dissolvido (27%, 4 de 15 amostras) (**Figura 6-80**). Alumínio dissolvido apresentou, em 2023/2024, mesmo percentual de violação observado no ciclo anterior (67%, 10 de 15 amostras) (**Figura 6-80**). Também foi observada redução no percentual de violação, na captação do ponto, os parâmetros *E. coli* (71%, 10 de 14 amostras), manganês total (33%, 5 de 15 amostras) e turbidez (27%, 4 de 15 amostras) (**Figura 6-80**). Monitorados também na saída do tratamento estes três parâmetros apresentaram conformidade com a legislação em todas as amostras, indicando a eficiência do sistema de tratamento (**Figura 6-80**).

Na saída do tratamento foram observadas violações pontuais para alumínio total (7%, 1 de 15 amostras) e coliformes (13%, 2 de 15 amostras) (**Figura 6-80**).

Figura 6-80 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 76 localizado no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

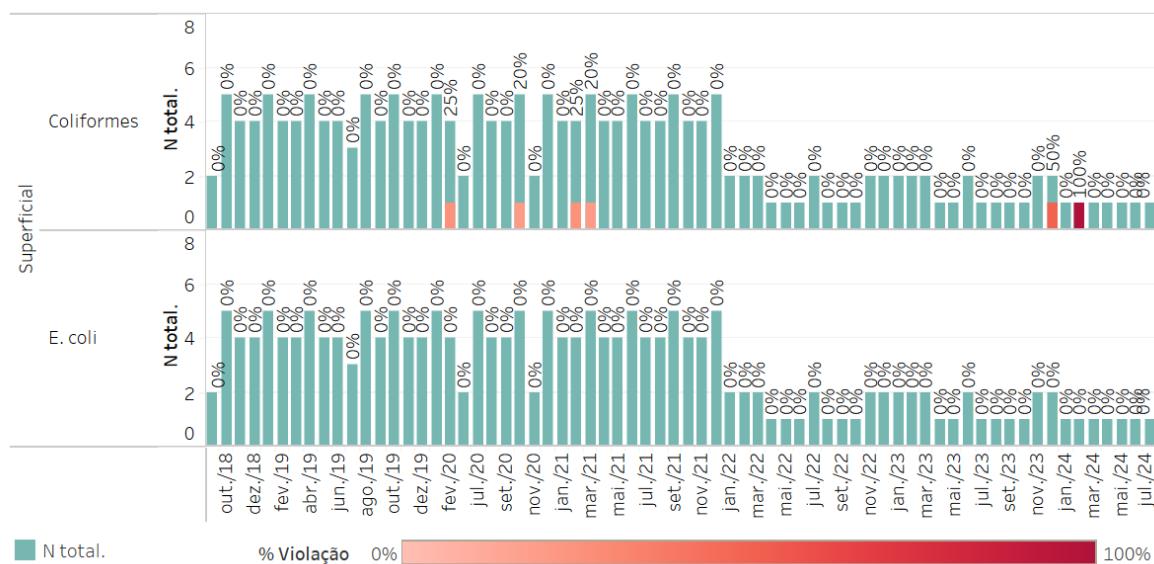
*Rótulo indica o % de violação.

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.

6.10.2.2 - Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto PMQACH 76, a presença de coliformes foi registrada em apenas 6 meses do monitoramento, sendo que 2 destes registros ocorreram no último ciclo de monitoramento (entre julho/2023 e julho/2024) (**Figura 6-81**). 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 6-81 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento localizados no município de Belo Oriente - MG.



Para análise temporal, observou-se que no ponto de captação de PMQACH 76 os parâmetros que apresentaram diferença significativa no ciclo atual (2023/2024) com relação aos ciclos anteriores foram pH e sódio total, ambos com tendência de aumento no decorrer dos anos (**Figura 6-82**). Para o ponto de saída do PMQACH 76, pH e sódio total, novamente, apresentaram a tendência de aumento. Contudo os parâmetros alumínio total, bário total, cloro residual livre, cor aparente, ferro total e zinco apresentaram uma tendência de diminuição nos seus valores no decorrer dos anos (**Figura 6-82**).

Figura 6-82 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloro Residual Livre	Cor Aparente	Ferro Total	pH	Sódio Total	Zinco Total
PMQACH 76	Captação				—	↑	↑	—	
	Saída	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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.

De acordo com a análise sazonal, dentre os parâmetros que apresentaram diferença significativa, sódio total foi o único parâmetro do ponto de captação do PMQACH 76 que apresentou maiores valores no período seco (**Figura 6-83**). Os demais parâmetros, como alumínio total, bário total, cor aparente, ferro total e turbidez, apresentaram maiores valores no período chuvoso para este ponto, na captação (**Figura 6-83**). Em relação à saída do ponto de PMQACH 76, apenas bário total apresentou valores superiores no período chuvoso, enquanto alumínio total, pH e sódio total foram maiores no período seco (**Figura 6-83**).

Figura 6-83 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

			Alumínio Total	Bário Total	Cor Aparente	Ferro Total	pH	Sódio Total	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.

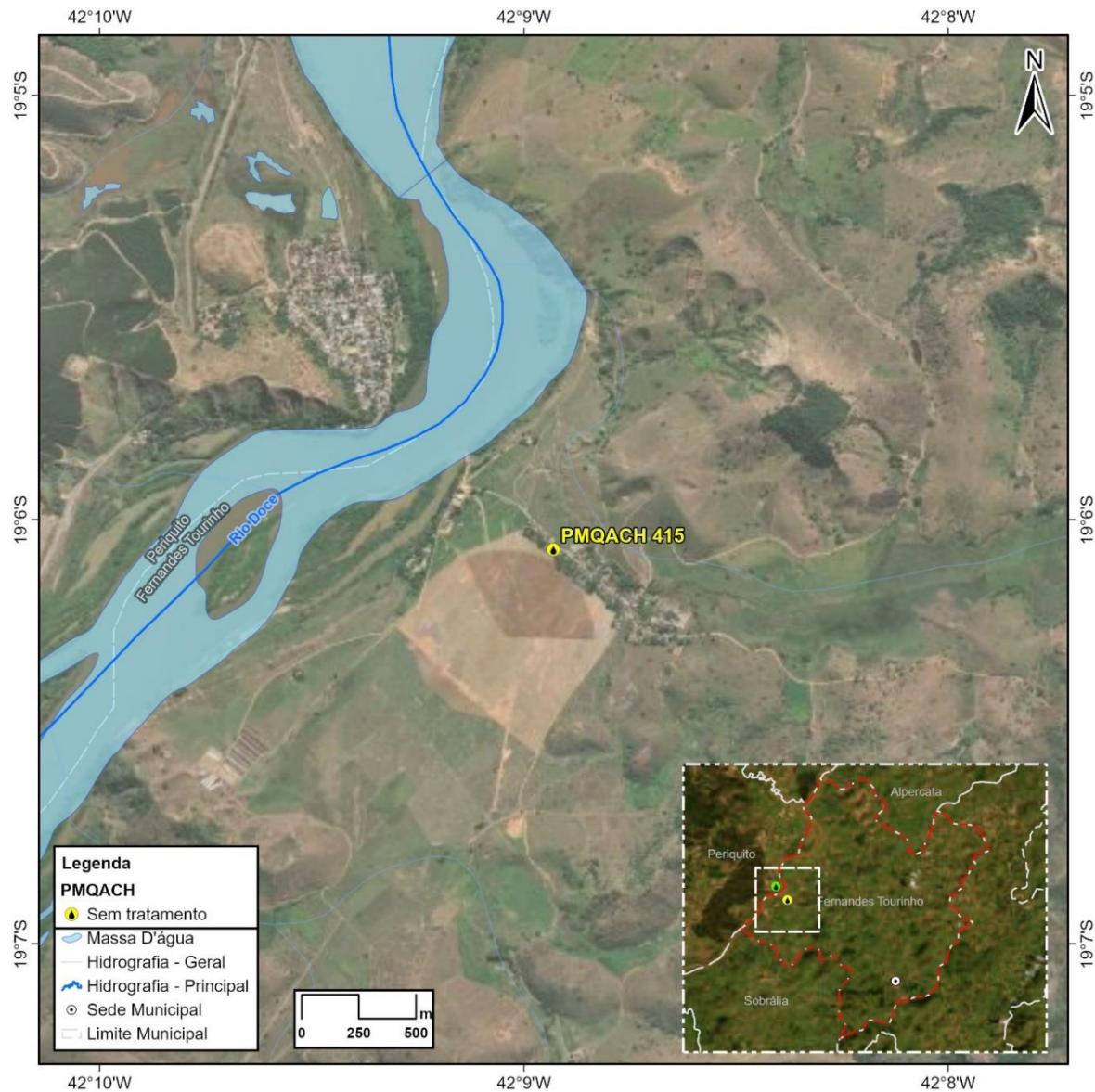
6.11 - Fernandes Tourinho

No município de Fernandes Tourinho-MG, foi avaliado um ponto de monitoramento, sem tratamento de água, do tipo Solução Alternativa Coletiva (SAC) (**Figura 6-84 e Quadro 6-12**).

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	Não	Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-84 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Fernandes Tourinho-MG.



6.11.1 - Pontos sem tratamento

6.11.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o ponto sem tratamento analisado no município de Fernandes Tourinho-MG no período seco e no período chuvoso, os seguintes parâmetros se destacaram por apresentar elevados percentuais de violação (acima de 90% em ambos os períodos sazonais): cloro residual livre, ferro total, manganês total e cor aparente (**Figura 6-85**).

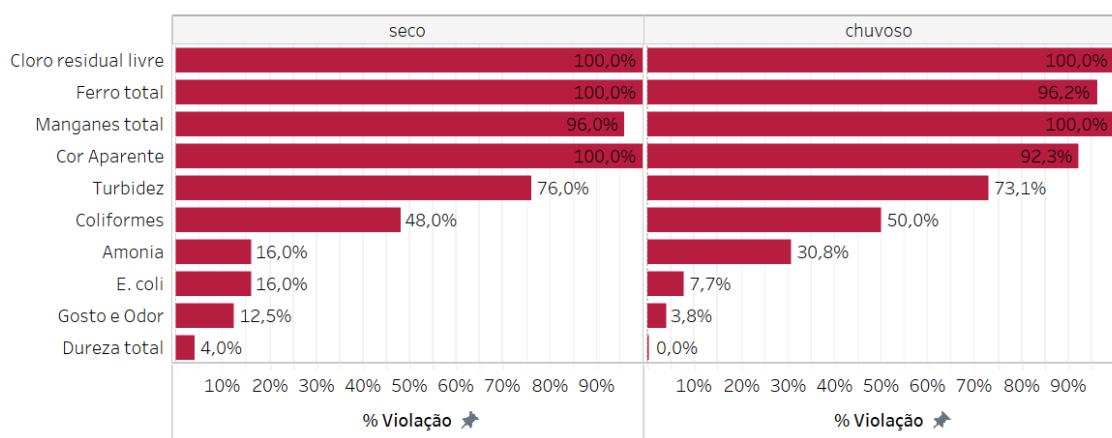
Cloro residual livre apresentou 100% e de violação do limite legal nos períodos seco e chuvoso. Para esse parâmetro, a violação ocorreu em função de concentração abaixo da faixa do limite da legislação. Isso era esperado visto que os pontos não apresentam tratamento de água. Entretanto, é importante ressaltar que, 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 correspondentes ao período anterior à essa revisão.

Coliformes apresentou violação de 48% no período seco e 50% no período chuvoso enquanto *E. coli*, apresentou violação próxima de 16% no período seco e 7,7% no período chuvoso. A contaminação microbiológica observada no ponto desse município pode estar relacionada à não adição de cloro e/ou à sua baixa concentração na água (**Figura 6-85**). Fernandes Tourinho possui uma taxa de esgotamento sanitário adequado de 64,6%. O município ocupa a 419^a posição entre os 853 municípios de Minas Gerais no ranking de esgotamento sanitário adequado (sendo que a primeira posição corresponde ao município com a maior taxa de esgotamento sanitário adequado) (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.

Turbidez também apresentou elevados percentuais de violação, porém sem distinção de padrão entre os períodos sazonais (76% no período seco e 73,1% no período chuvoso). Em menores percentuais, amônia apresentou maior desconformidade no período chuvoso, enquanto

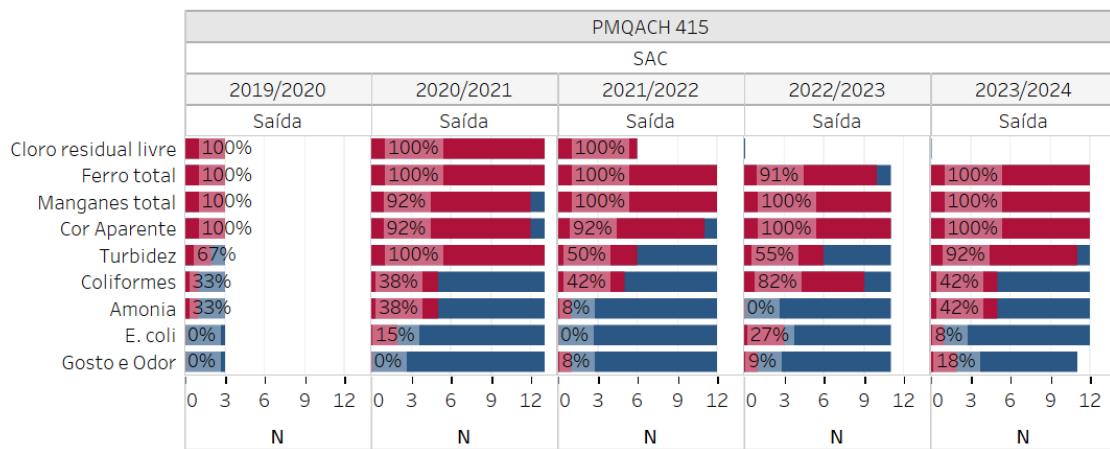
gosto e odor no período seco (**Figura 6-85**). Dureza total apresentou violação apenas no período seco (4%) (**Figura 6-85**).

Figura 6-85 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Fernandes Tourinho- 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/2024 com base nos limites aplicáveis.



No ponto PMQACH 415, do tipo SAC, ferro total, manganês total e cor aparente apresentaram 100% de violação no último ciclo de monitoramento (12 amostras desconformes). Este padrão, repete-se desde o início do monitoramento. Também no último ciclo, foi registrado 92% de violação para turbidez (11 de 12 amostras) e 18% para gosto e odor (2 de 11 amostras), resultados que representam um aumento em relação ao ciclo anterior. O parâmetro amônia (como N) que não havia apresentado desconformidade em 2022/2023, registrou 42% de amostras acima do limite legal em 2023/2024. Coliformes e *E. coli*, por outro lado, apresentaram redução no percentual desconforme em 2023/2024 em relação ao ciclo anterior, registrando violações de 42% (5 de 12 amostras) e 8% (1 de 12 amostras), respectivamente (**Figura 6-86**).

Figura 6-86 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 415 localizado no município de Fernandes Tourinho-MG, entre setembro/2018 e julho/2024, 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.

6.11.1.2 - 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 com frequência ao longo de todo o monitoramento. No último ciclo de monitoramento (julho/2023 a julho/2024), o contaminante foi registrado nos meses de julho e agosto/2023 e fevereiro, março e junho/2024. *E. coli*, por outro lado, apresentou ocorrência mais esporádica ao longo de todo o monitoramento (apenas 6 registros). No último ciclo foi registrada apenas no mês de agosto/2023 (**Figura 6-87**).

Figura 6-87 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto sem tratamento, localizado no município de Fernandes Tourinho-MG.



De acordo com a análise temporal, todos os parâmetros que apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) mostraram uma tendência de diminuição ao longo dos anos de coleta. Esses parâmetros, indicados na análise foram: dureza total, nitrato, pH, sódio total e sulfato (**Figura 6-88**).

Figura 6-88 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

	Dureza Total	Nitrito	pH	Sódio Total	Sulfato
PMQACH 415	↓	↓	↓	↓	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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.

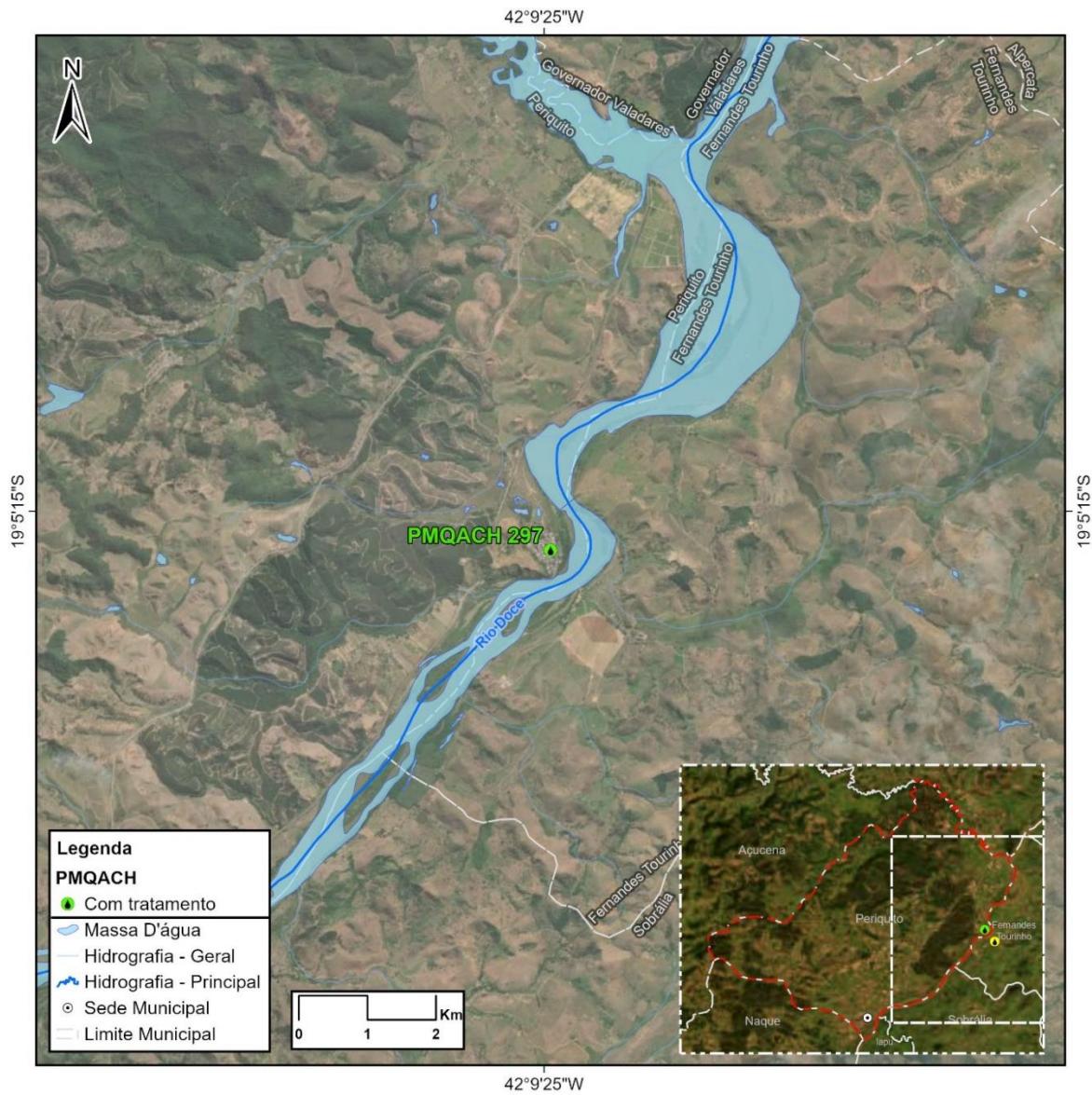
6.12 - Periquito

No município de Periquito-MG, foi considerado um ponto com tratamento de água, do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) (**Figura 6-89 e Quadro 6-12**). A partir de janeiro/2022, após a 1^a Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtragem, 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	SAA	Sim	Captação, Pós-filtragem e Saída	CONAMA nº 357/2005 e CONAMA nº 396/2008 e Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

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



6.12.1 - Pontos com tratamento

6.12.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

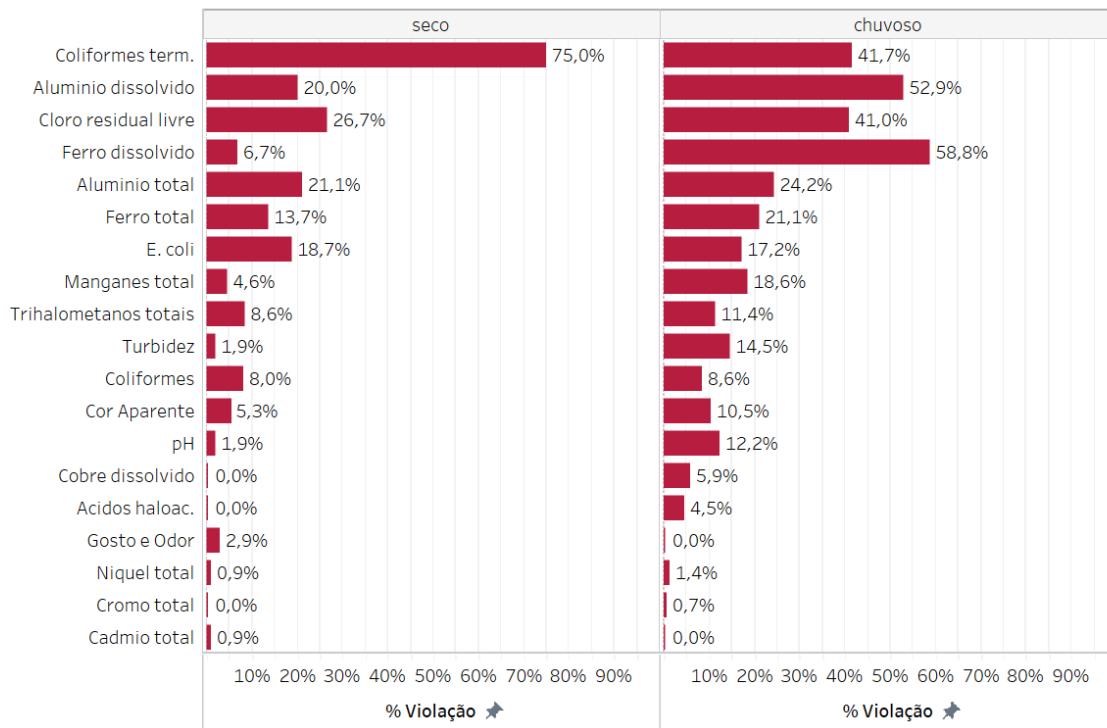
Para o ponto com tratamento do município de Periquito-MG, destacam-se coliformes termotolerantes, alumínio dissolvido, cloro residual livre e ferro dissolvido por apresentarem percentuais de violação acima de 40% em pelo menos um dos períodos sazonais analisados (**Figura 6-90**).

Cloro residual livre violou 26,7% do limite legal no período seco e 41% no período chuvoso (**Figura 6-90**). 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 termotolerantes, que violou 75% do limite legal no período seco e 41,7% no período chuvoso (**Figura 6-90**).

Apresentaram percentuais elevados no período chuvoso em relação ao período seco os parâmetros ferro dissolvido (58,8% de violação no período chuvoso e 6,7% no período seco) e alumínio dissolvido (52,9% de violação no período chuvoso e 20% no período seco) (**Figura 6-90**). 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.

Foram observados maiores percentuais desconformes com a legislação no período chuvoso em relação ao período seco, para ferro dissolvido, manganês total, turbidez, cor aparente, pH, em pelo menos o dobro do percentual (**Figura 6-90**). Ferro total, cobre dissolvido, ácidos haloacéticos, níquel total, cromo total e zinco total apresentação violações apenas no período chuvoso. Gosto e odor e cádmio apenas no período seco (**Figura 6-90**).

Figura 6-90 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.



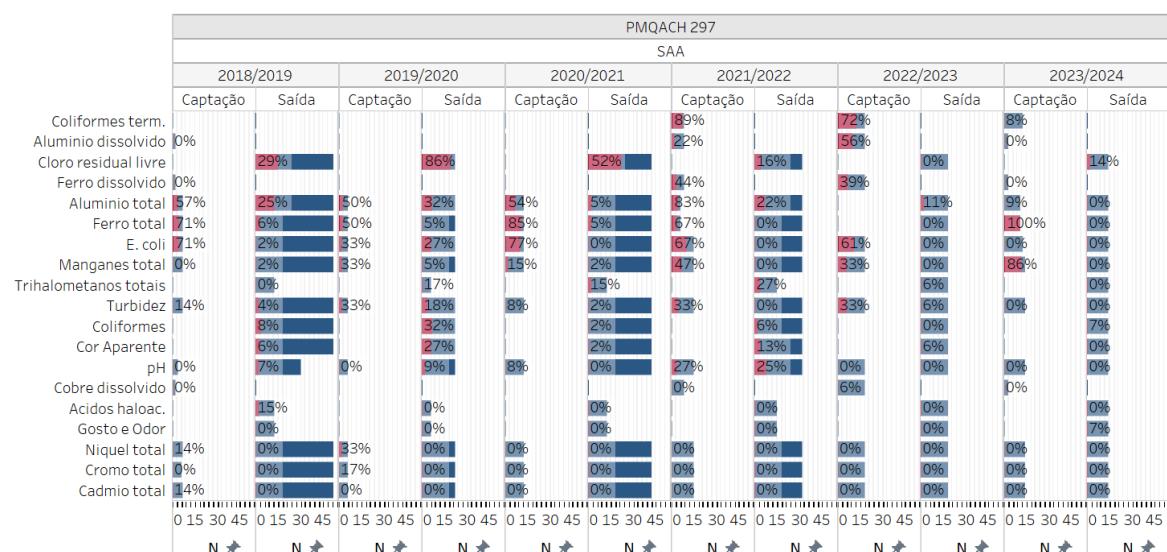
No município de Periquito, um ponto com tratamento e captação superficial, do tipo SAA, PMQACH 297, foi analisado. A captação deste ponto varia entre superficial e subterrânea de acordo com a origem da água no momento da coleta, podendo ser diretamente do rio Doce ou de poço subterrâneo.

Na captação deste ponto, em 2023/2024, foi registrada violação para o parâmetro coliformes termotolerantes (8%, 1 de 13 amostras), uma redução substancial no percentual desconforme em relação ao período anterior (**Figura 6-91**). Ainda na captação, neste mesmo período, houve aumento no percentual desconforme para manganês total, com 86% de violação (12 de 14 amostras), em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-91**). Alumínio total apresentou violação pontual em apenas 1 das 11 amostras do último ciclo, 9% (**Figura 6-91**). Ferro total, por outro lado, apresentou desconformidade em todas as 11 amostras avaliadas (**Figura 6-91**).

Na saída do tratamento, no entanto, estes três parâmetros, manganês total, alumínio total e ferro total, apresentaram conformidade (**Figura 6-91**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento do ponto, cloro residual livre apresentou desconformidade em 2 das 14 amostras avaliadas no último ciclo (14%) e coliformes e gosto e odor em 1 das 14 amostras avaliadas (7%) (**Figura 6-91**).

Figura 6-91 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 297 localizado no município de Periquito-MG entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

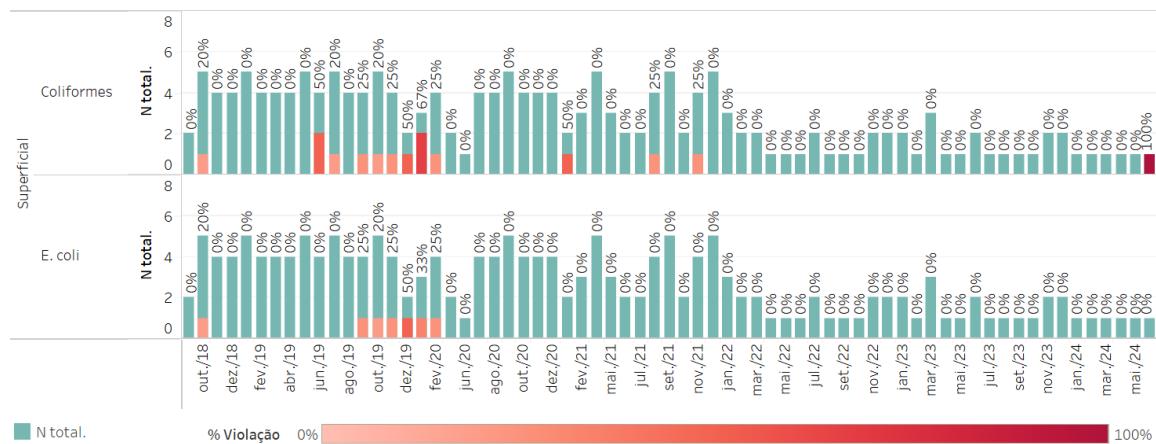
*Rótulo indica o % de violação.

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 (**Figura 6-92**). Coliformes foi registrado em 13 dos 67 meses monitorados (**Figura 6-92**). *E. coli* foi presente em 7 dos 55 meses monitorados. No último ciclo, julho/2023 a julho/2024, foi registrada a presença apenas de coliformes em junho/2024. Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para a presença de coliformes e *E. coli* no período analisado (**Figura 6-92**).

Figura 6-92 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento localizados no município de Periquito- MG.



A análise temporal dos dados indicou que os parâmetros que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) tiveram diferentes padrões de comportamento ao longo dos anos. No ponto de captação do PMQACH 297, os valores de cor aparente, pH e turbidez apresentaram uma tendência de diminuição, enquanto zinco total apresentou uma tendência de aumento (**Figura 6-93**). No ponto de saída de PMQACH 297, bário total, cloro residual, sódio total e zinco total apresentaram tendência de aumento ao longo do tempo. Já alumínio total apresentou uma tendência de diminuição ao longo do tempo (**Figura 6-93**).

Figura 6-93 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

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

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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 análise sazonal, os dados obtidos na captação do PMQACH 297 indicaram que os parâmetros que apresentaram maiores valores no período chuvoso foram alumínio total, bário total, cor aparente, ferro total e turbidez. Sódio total foi o único parâmetro que apresentou maiores valores para o período seco (**Figura 6-94**). Já no ponto de saída, cor aparente e ferro total apresentaram maiores valores no período chuvoso, enquanto cloro residual livre e sódio total apresentaram maiores valores durante o período seco (**Figura 6-94**).

Figura 6-94 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Alumínio Total	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.

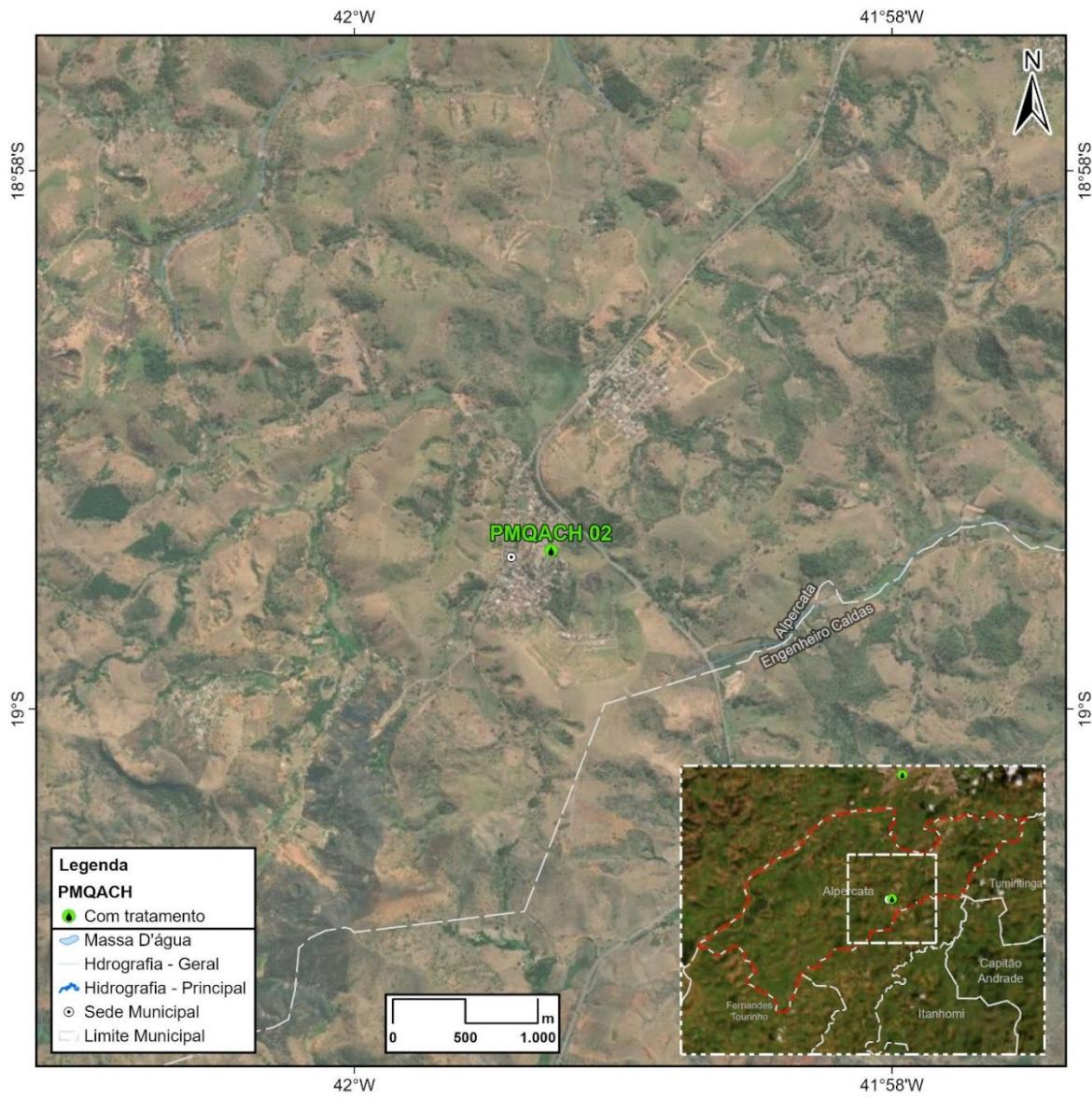
6.13 - Alpercata

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 6-95 e Quadro 6-14**).

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 e Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-95 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Alpercata-MG.



6.13.1 - Pontos com tratamento

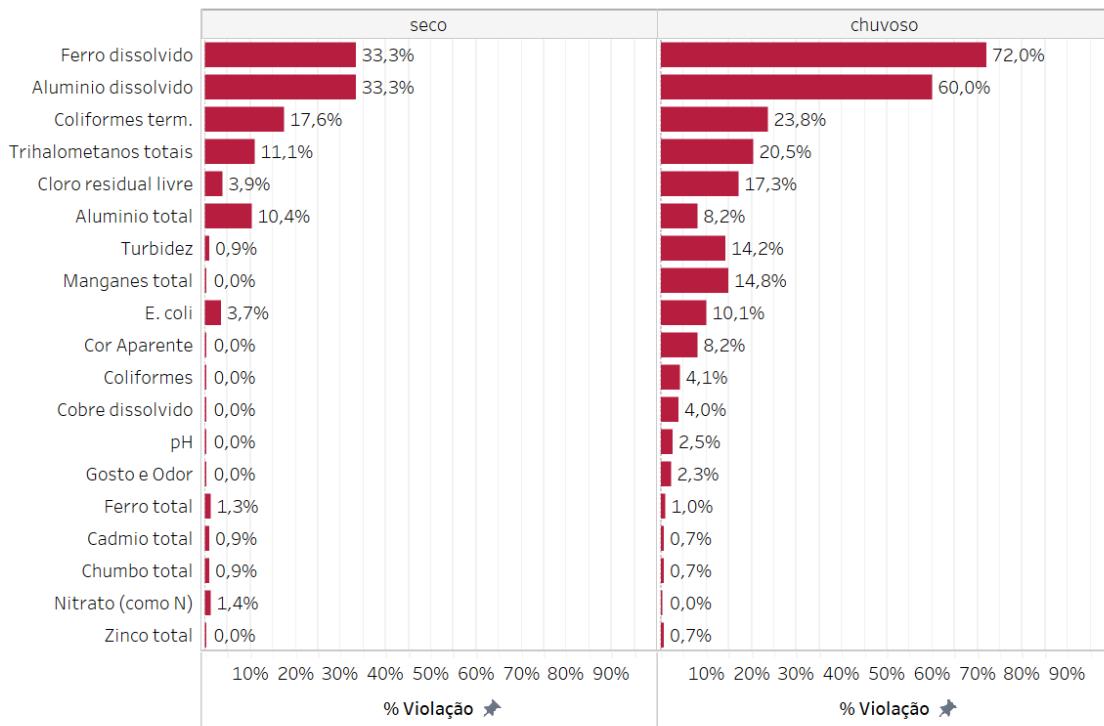
6.13.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

No município de Alpercata-MG, os parâmetros que se destacam com os maiores percentuais de violação foram ferro dissolvido e alumínio dissolvido, especialmente no período chuvoso (72% e 60%, respectivamente), em que os percentuais foram superiores aos observados no período de seca (33,3%, para ambos) (**Figura 6-96**).

Além de alumínio dissolvido, alumínio total também apresentou desconformidade tanto no período de seca (10,4%) quanto no período chuvoso (8,2%) (**Figura 6-96**). 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 11,1% no período de seca e 20,5% no período chuvoso (**Figura 6-96**). 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).

O padrão de violação no período chuvoso com ausência de violação no período seco foi observado para a manganês total (14,8%), cobre dissolvido (4%), cor aparente (8,2%), coliformes (4,1%), gosto e odor (2,3%), pH (2,5%) e zinco total (0,7%) (**Figura 6-96**). O escoamento superficial, especialmente em locais de solo exposto, intensificado no período chuvoso, causa o carreamento de sólidos para corpos d'água, podendo assim contribuir com o aumento da concentração dos parâmetros indicados acima. Os parâmetros ferro total, cádmio total, chumbo total, nitrato e zinco total apresentaram menos de 1,5% de violação nos períodos chuvosos ou secos. (**Figura 6-96**).

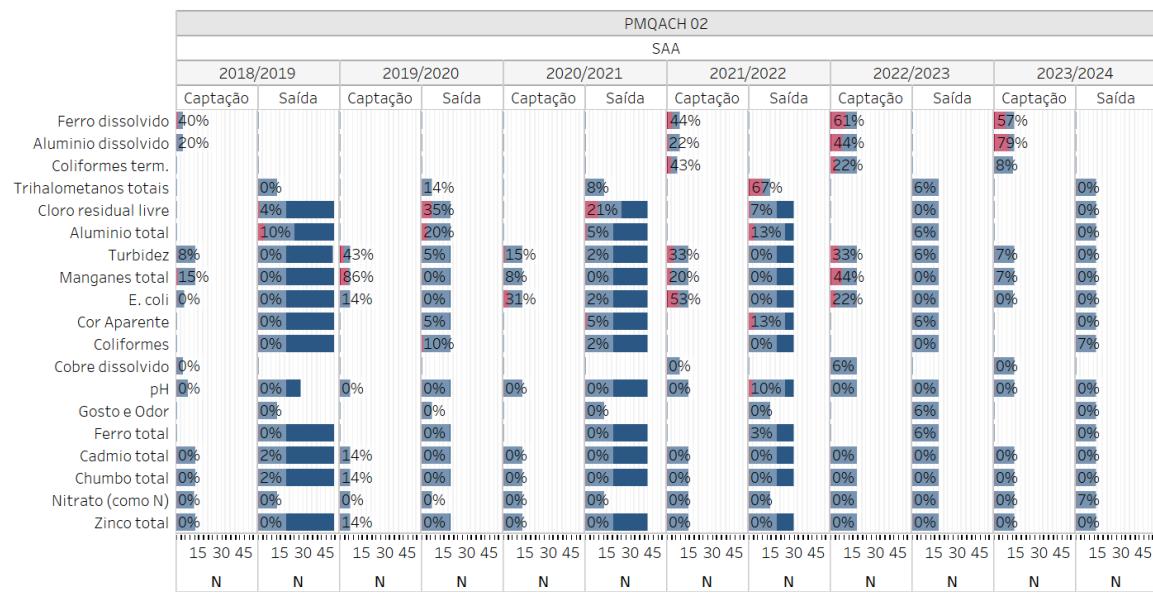
Figura 6-96 - Percentual total de violação no município de Alpercata-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



O ponto com tratamento PMQACH 02, possui abastecimento tipo SAA e captação superficial. Na captação, no ciclo de 2023/2024, houve diminuição no percentual de violação para ferro dissolvido (57%, 8 de 14 amostras) e coliformes termotolerantes (8%, 1 de 13 amostras) e aumento para alumínio dissolvido (79%, 11 de 14 amostras) (**Figura 6-118**). Também no último ciclo de monitoramento, turbidez e manganês total apresentaram substancial redução no percentual desconforme em relação a períodos anteriores (apenas 1 amostra das 14 coletadas, 7%). Além disso, quando monitorados na saída do tratamento, estes parâmetros apresentaram conformidade (**Figura 6-118**).

Em 2023/2024, coliformes apresentou violação pontual em apenas 1 das 14 amostras na saída do tratamento, assim como nitrato que apareceu em desconformidade pela primeira vez no monitoramento (1 amostra também na saída do tratamento) (**Figura 6-118**).

Figura 6-97 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 02 localizado no município de Alpercata-MG, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

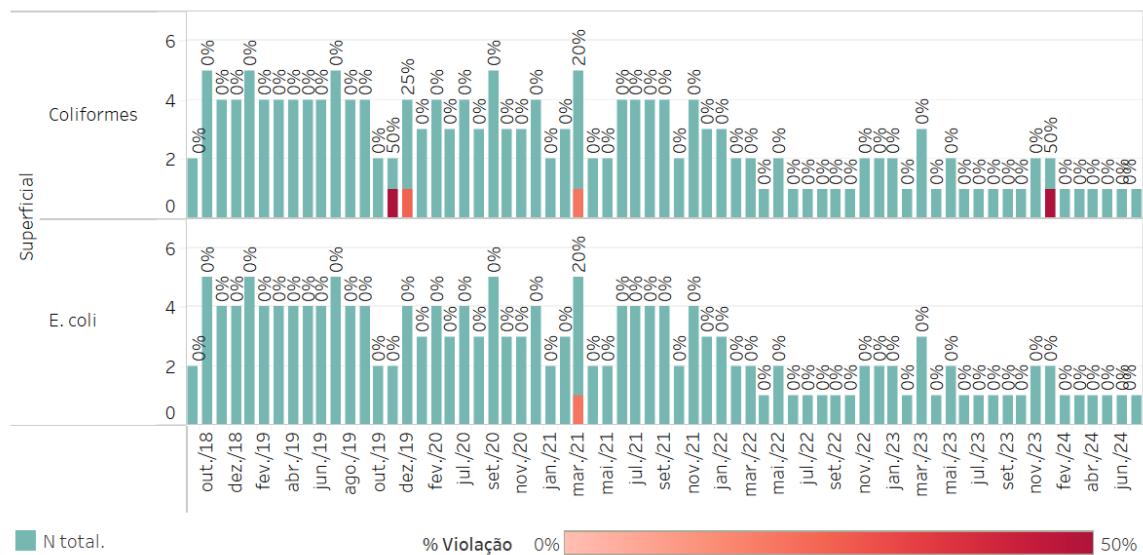
*Rótulo indica o % de violação.

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.

6.13.1.2 - 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 6-98**). No último de ciclo de monitoramento foi registrada a presença de coliformes em dezembro/2023.

Figura 6-98 - 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.



Em relação a análise temporal identificou-se que o ponto de captação do PMQACH 02 apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) para cor aparente, pH e zinco total. Contudo, apenas cor aparente apresentou uma tendência clara de diminuição ao longo do tempo (**Figura 6-99**). Para a saída do tratamento do ponto PMQACH 02 observamos diferença significativa ($p < 0,05$) nos diferentes anos, com uma tendência de aumento para os parâmetros cloro total e sódio total. Os parâmetros ferro total e zinco total apresentaram tendência de diminuição no decorrer dos anos (**Figura 6-99**).

Figura 6-99 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Bário Total	Cloro Total	Cor Aparente	Ferro Total	pH	Sódio Total	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 02	Captação			↓					
	Saída	—	↑	—	↓	—	↑	—	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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, parâmetros amostrados na captação do ponto PMQACH 02 apresentaram valores estatisticamente superiores para alumínio total, cor aparente, ferro total e turbidez durante o período chuvoso ($p < 0,05$), enquanto sódio total apresentou maiores concentrações no período seco para este ponto (Figura 6-100). Em relação à saída do ponto, observa-se que os maiores valores de alumínio total, bário total e cor aparente foram observados no período chuvoso ($p < 0,05$). Cloro total e sódio total apresentaram valores superiores no período seco (Figura 6-100).

Figura 6-100 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloro Total	Cor Aparente	Ferro Total	Sódio Total	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.

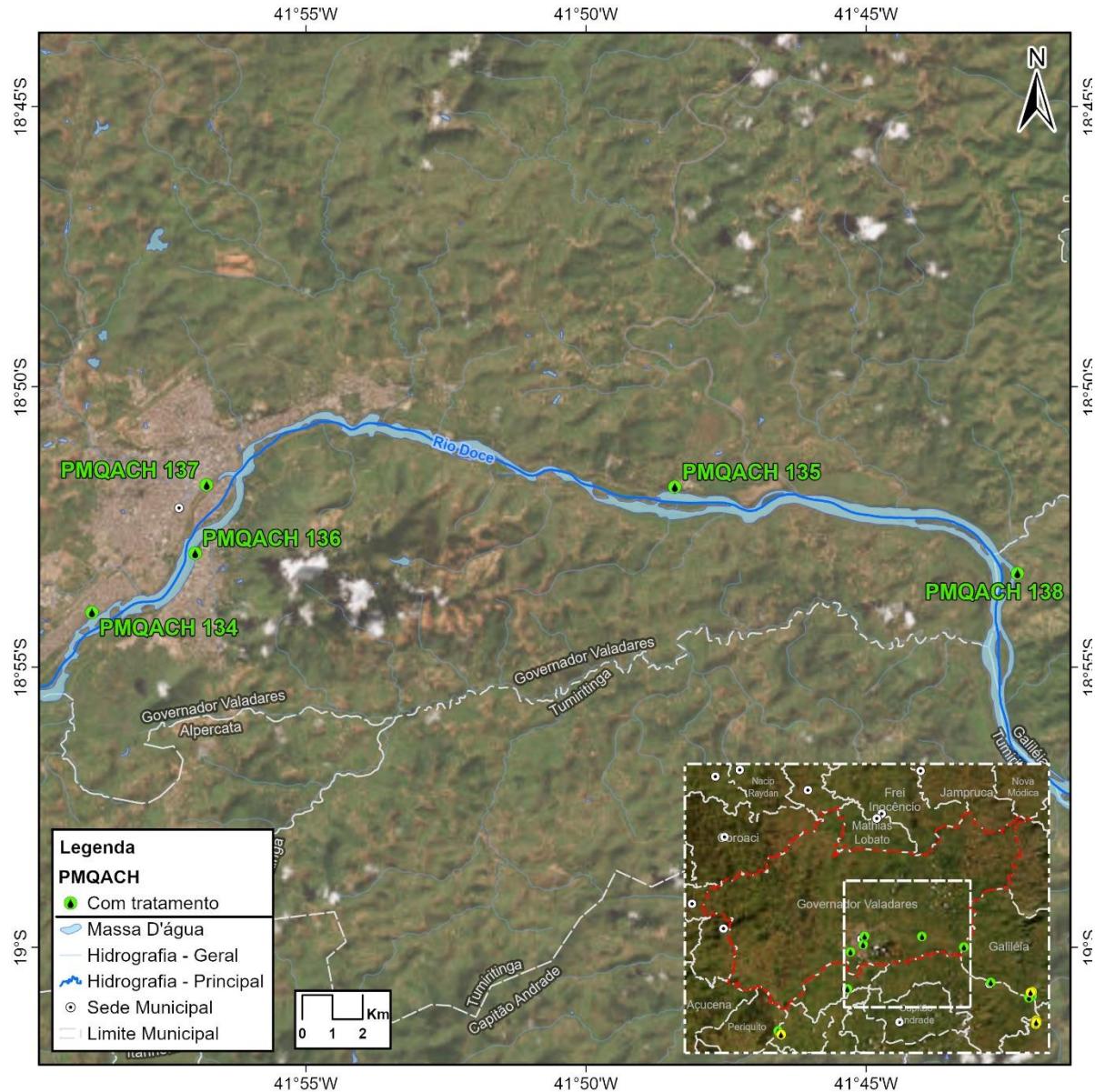
6.14 - Governador Valadares

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 6-106 e Quadro 6-15**).

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 e Saída		Ativo
PMQACH 135	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA nº 357/2005 e Anexo XX da PRC nº 5/2017	Ativo
PMQACH 136	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída	e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 137	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída		Ativo
PMQACH 138	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída		Ativo

Figura 6-101 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Governador Valadares-MG.



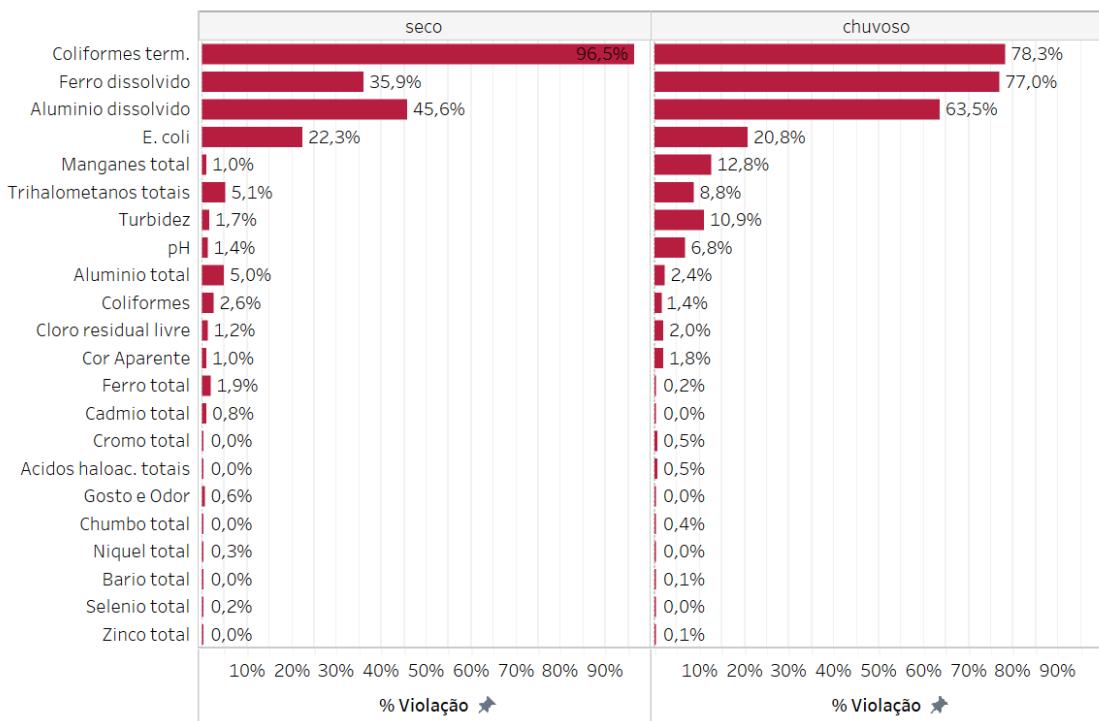
6.14.1 - Pontos com tratamento

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 60% de violação da legislação em pelo menos um dos períodos sazonais (seco ou chuvoso) (**Figura 6-102**). Ferro dissolvido e alumínio dissolvido, apresentaram maiores percentuais de violação no período chuvoso (77% e 63,5%, respectivamente) (**Figura 6-102**). 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 (96,5%) quanto no período chuvoso (78,3%). 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 (92,8%; IBGE, 2010), isto não necessariamente reflete sua eficácia, que quando baixa, pode levar ao a contaminação por patógenos na água.

Os demais parâmetros apresentaram percentuais de violação abaixo de 13% para ambos os períodos, sem diferenças relevantes entre o período seco e chuvoso (**Figura 6-102**).

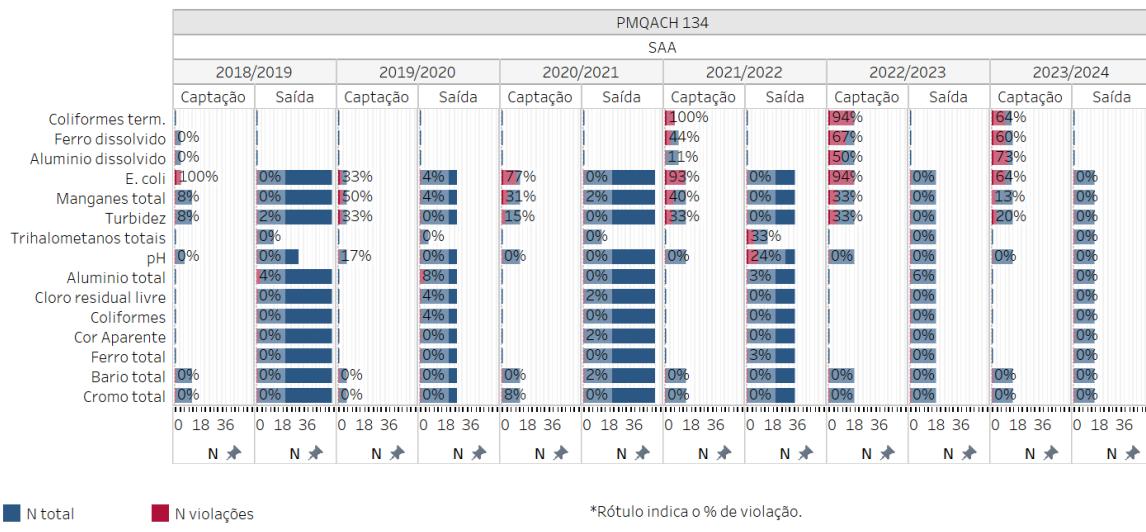
Figura 6-102 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos com tratamento no município de Governador Valadares-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



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 coliformes termotolerantes (64%, 9 de 14 amostras), ferro dissolvido (60%, 9 de 15 amostras), *E. coli* (64%, 9 de 14 amostras), manganês total (13%, 2 de 15 amostras) e turbidez (20%, 3 de 15 amostras) (**Figura 6-103**). Apenas alumínio dissolvido apresentou aumento no percentual de violação em 2023/2024 (73%, 11 de 15 amostras), em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-103**). Na saída do tratamento todos os parâmetros monitorados apresentaram conformidade com a legislação (**Figura 6-103**).

Figura 6-103 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 134, localizado no município de Governador Valadares-MG, entre setembro/2018 e julho/2024 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, foram observadas reduções no percentual de violação para os parâmetros coliformes termotolerantes (71%, 10 de 14 amostras), ferro dissolvido (53%, 8 de 15 amostras), E. coli (57%, 8 de 14 amostras), manganês total (7%, 1 de 15 amostras) e turbidez (13%, 2 de 15 amostras) (**Figura 6-104**). Apenas alumínio dissolvido apresentou aumento no percentual desconforme em 2023/2024 (80%, 12 de 15 amostras), em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-104**). Na saída do tratamento todos os parâmetros monitorados apresentaram conformidade com a legislação (**Figura 6-104**).

Figura 6-104 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 135 localizado no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.

	PMQACH 135											
	2018/2019		2019/2020		2020/2021		2021/2022		2022/2023		2023/2024	
	Captação	Saída	Captação	Saída	Captação	Saída	Captação	Saída	Captação	Saída	Captação	Saída
Coliformes term.												
Alumínio dissolvido	60%											
Ferro dissolvido	60%											
E. coli	100%	2%	100%	0%	77%	0%	87%	0%	100%	0%	57%	0%
Trihalometanos totais												
Manganês total	8%	0%	93%	8%	8%	8%	40%	0%	44%	0%	78%	0%
Turbidez	8%	2%	17%	0%	15%	0%	33%	0%	33%	0%	13%	0%
pH	0%	0%	0%	0%	0%	0%	18%	6%	0%	0%	0%	0%
Coliformes												
Alumínio total	4%		4%									
Cloro residual livre	4%											
Acidos haloac. totais	8%											
Gosto e Odor												
Cor Aparente	2%		4%									
Cromo total	0%	0%	0%	0%	8%	0%	7%	0%	0%	0%	0%	0%
Níquel total	8%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Selenio total	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Zinco total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%
	0 18 36	0 18 36	0 18 36	0 18 36	0 18 36	0 18 36	0 18 36	0 18 36	0 18 36	0 18 36	0 18 36	0 18 36
	N ⚫	N ⚫	N ⚫	N ⚫	N ⚫	N ⚫	N ⚫	N ⚫	N ⚫	N ⚫	N ⚫	N ⚫

■ N total

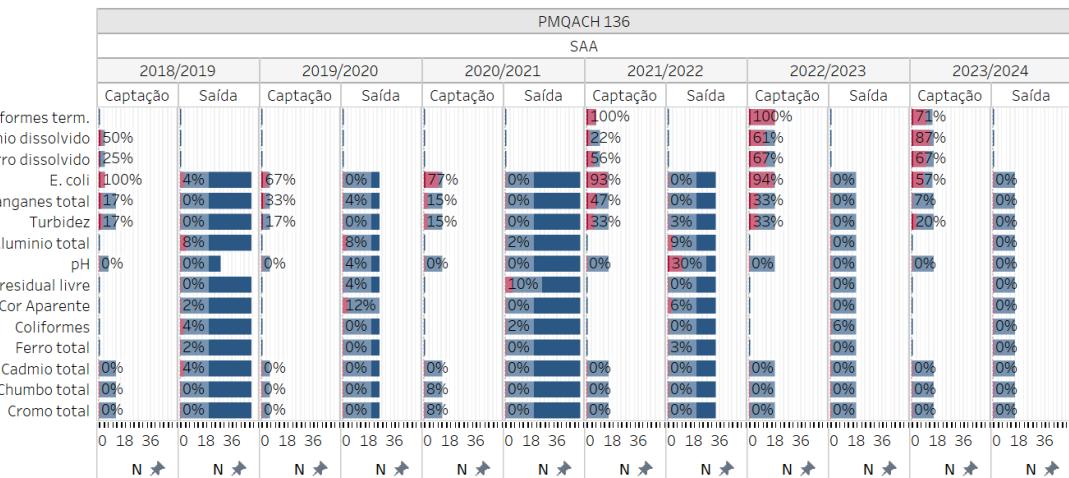
■ N violações

*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.

A avaliação das violações na captação do ponto PMQACH 136 indicou aumento no percentual desconforme para alumínio dissolvido (87%, 13 de 15 amostras) (**Figura 6-105**). Por outro lado, foram observadas reduções nos percentuais de violação para coliformes termotolerantes (71%, 10 de 14 amostras), *E. coli* (57%, 8 de 14 amostras), manganês total (7%, 1 de 15 amostras) e turbidez (20%, 3 de 15 amostras) (**Figura 6-105**). Ferro dissolvido apresentou na captação em 2023/2024, o mesmo percentual do ciclo anterior (67%, 10 de 15 amostras) (**Figura 6-105**). Na saída do tratamento todos os parâmetros monitorados apresentaram conformidade com a legislação (**Figura 6-105**).

Figura 6-105 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 136 localizado no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

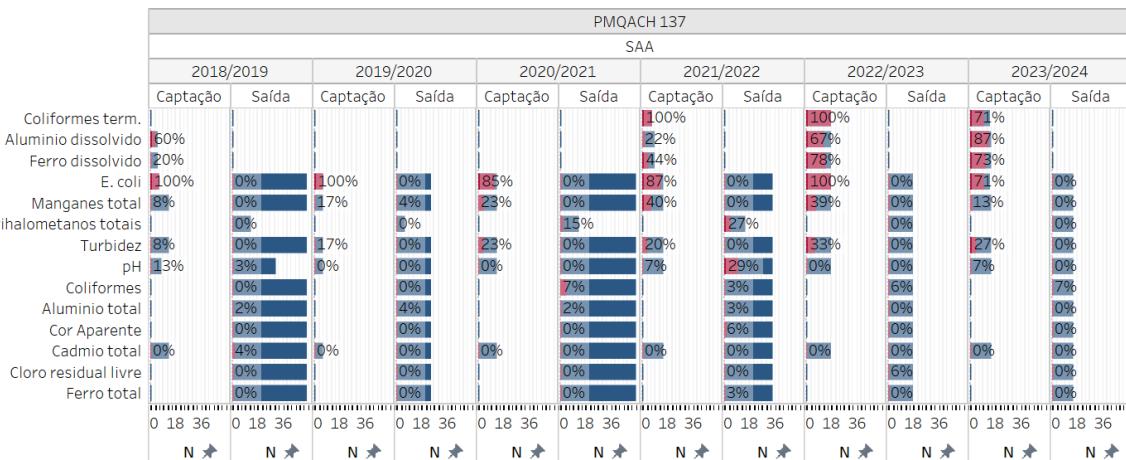
■ N violações

*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 no percentual de violação para os parâmetros coliformes termotolerantes (71%, 10 de 14 amostras), ferro dissolvido (73%, 11 de 15 amostras), *E. coli* (71%, 10 de 14 amostras), manganês total (13%, 2 de 15 amostras) e turbidez (27%, 4 de 15 amostras) (**Figura 6-106**). Os parâmetros alumínio dissolvido (87%, 13 de 15 amostras) e pH (7%, 1 de 15 amostras) apresentaram aumento no percentual desconforme em 2023/2024, em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-106**). Na saída do tratamento apenas coliformes apresentou violação pontual de 7% no ciclo de 2023/2024 (1 de 15 amostras) (**Figura 6-106**).

Figura 6-106 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 137, localizado no município de Governador Valadares-MG, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

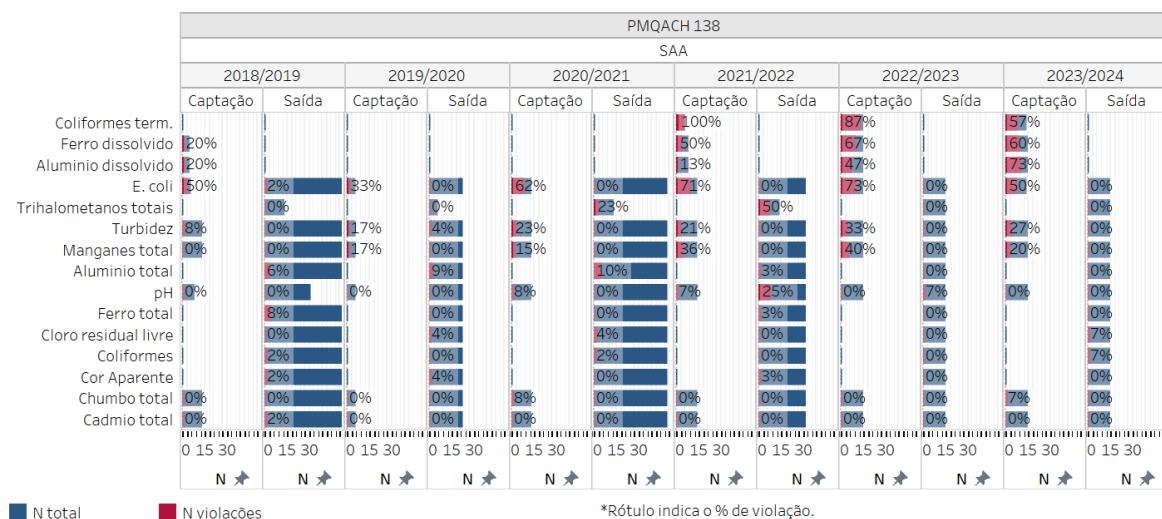
■ N violações

*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.

A avaliação das violações na captação do ponto PMQACH 138 indicou aumento no percentual desconforme para alumínio dissolvido (73%, 11 de 15 amostras) (**Figura 6-107**). Por outro lado, foram observadas reduções nos percentuais de violação para coliformes termotolerantes (57%, 8 de 14 amostras), ferro dissolvido (60%, 9 de 15 amostras), *E. coli* (50%, 7 de 14 amostras), manganês total (20%, 3 de 15 amostras) e turbidez (27%, 4 de 15 amostras) (**Figura 6-107**). Chumbo total apresentou violação pontual de 7% (1 de 15 amostras) em 2023/2024, na captação do tratamento (**Figura 6-107**). Na saída do tratamento cloro residual e coliformes apresentaram violação pontual de 7%, em 1 das 15 amostras do ciclo de 2023/2024 (**Figura 6-107**).

Figura 6-107 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 138 localizado no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.

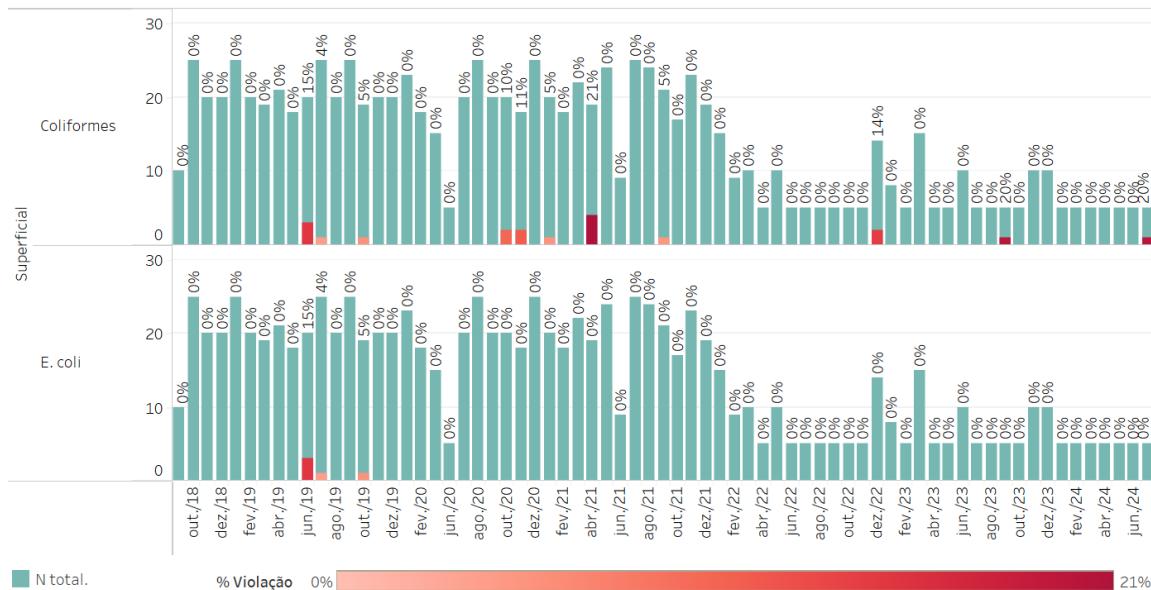


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

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, e quando presentes não ultrapassaram 21% de amostras do mês com coliformes e 15% das amostras do mês com *E. coli* (Figura 6-108). Não há um padrão sazonal evidente para a presença destes microrganismos seja na captação subterrânea ou superficial.

Figura 6-108 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento localizados no município de Governador Valadares- MG.



A análise temporal revelou padrões distintos entre os diferentes pontos de coleta para os parâmetros com diferença significativa ($p < 0,05$) entre o ciclo atual e os ciclos anteriores. No PMQACH 134, a captação apresentou tendência de diminuição para cloreto total, dureza total e sólidos dissolvidos totais, enquanto a cor aparente indicou aumento ao longo do tempo (**Figura 6-109**). No ponto de saída, cloreto total, manganês total e sólidos dissolvidos totais mostraram redução, enquanto cloro residual e zinco total apresentaram aumento (**Figura 6-109**). No PMQACH 135, todos os parâmetros com tendências claras ao longo do tempo apresentaram diminuição. Na captação, os parâmetros em declínio foram cloreto total, dureza total, sólidos dissolvidos totais e sulfato. No ponto de saída, cloreto total, manganês total, sólidos dissolvidos totais e turbidez seguiram o mesmo padrão de redução (**Figura 6-109**). No PMQACH 136, observou-se tanto tendências de aumento quanto de diminuição. Na captação, cloreto total, dureza total, sódio total e sólidos dissolvidos totais apresentaram queda, enquanto a cor aparente indicou aumento (**Figura 6-109**). No ponto de saída, houve diminuição para manganês total, sólidos dissolvidos totais e sulfato, enquanto cloreto total e cloro residual livre exibiram aumento (**Figura 6-109**). No PMQACH 137, a captação apresentou diminuição para

dureza total, sódio total, sólidos dissolvidos totais e sulfato, enquanto a cor aparente mostrou aumento (**Figura 6-109**). No ponto de saída, bário total, sólidos dissolvidos totais e sulfato registraram tendência de queda, enquanto alumínio total, cloreto total, cloro residual livre, cor aparente e turbidez apresentaram aumento (**Figura 6-109**). Por fim, no PMQACH 138, a captação revelou diminuição para sulfato e aumento para bário total e zinco total. Já no ponto de saída, os parâmetros com tendência de aumento foram alumínio total, bário total, cloreto total, cloro residual livre, dureza total e sódio total. Sólidos dissolvidos totais foi o único parâmetro com tendência de diminuição ao longo do tempo para esse ponto (**Figura 6-109**).

Figura 6-109 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Cloro Residual Livre	Cor Aparente	Dureza Total	Ferro Total	Manganês Total	Nitrito	pH	Sódio Total	SDT	Sulfato	Turbidez	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 2023/2024; — 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 dados revelou diferentes padrões para os pontos de coleta do município de Governador Valadares. No ponto de captação do PMQACH 134, os parâmetros com valores mais elevados no período chuvoso foram alumínio total, bário total, cor aparente, ferro total, manganês total e turbidez, enquanto nitrato, sódio total e sulfato apresentaram valores superiores no período seco (**Figura 6-110**). No ponto de saída, bário total e cor aparente mostraram maiores valores no período chuvoso, enquanto alumínio total, cloreto total, nitrato, sódio total e sulfato apresentaram maiores valores no período seco (**Figura 6-110**). No ponto de captação do PMQACH 135, alumínio total, bário total, cor aparente, ferro total, manganês total e turbidez tiveram maiores valores no período chuvoso, enquanto nitrato e sódio total apresentaram valores superiores no período seco (**Figura 6-110**). No ponto de saída, bário total, cor aparente e sulfato destacaram-se no período chuvoso, enquanto ferro total e nitrato apresentaram maiores valores no período seco (**Figura 6-110**). Para o ponto de captação do PMQACH 136, alumínio total, bário total, ferro total, manganês total e turbidez apresentaram valores mais altos no período chuvoso, enquanto cloreto total, pH, sódio total e sólidos dissolvidos totais foram superiores no período seco. No ponto de saída, apenas bário total mostrou valores elevados no período chuvoso, enquanto alumínio total, nitrato e sódio total apresentaram os maiores valores no período seco. No ponto de captação do PMQACH 137, os parâmetros com maiores valores no período chuvoso foram bário total, cor aparente, ferro total, manganês total e turbidez. Por outro lado, cloreto total, nitrato, pH, sódio total, sólidos dissolvidos totais e sulfato tiveram valores superiores no período seco (**Figura 6-110**). No ponto de saída, apenas bário total e turbidez mostraram valores mais altos no período chuvoso, enquanto nitrato, pH, sódio total e sólidos dissolvidos totais apresentaram os maiores valores no período seco (**Figura 6-110**). Por fim, no ponto de captação do PMQACH 138, alumínio total, bário total, cor aparente, ferro total, manganês total e turbidez tiveram os maiores valores no período chuvoso, enquanto pH e sódio total foram superiores no período seco (**Figura 6-110**). No ponto de saída, bário total e sulfato apresentaram maiores valores no período chuvoso, enquanto alumínio total, pH e sódio total foram mais elevados no período seco (**Figura 6-110**).

Figura 6-110 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Cor Aparente	Dureza Total	Ferro Total	Manganês Total	Nitrito	pH	Sódio Total	SDT	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.

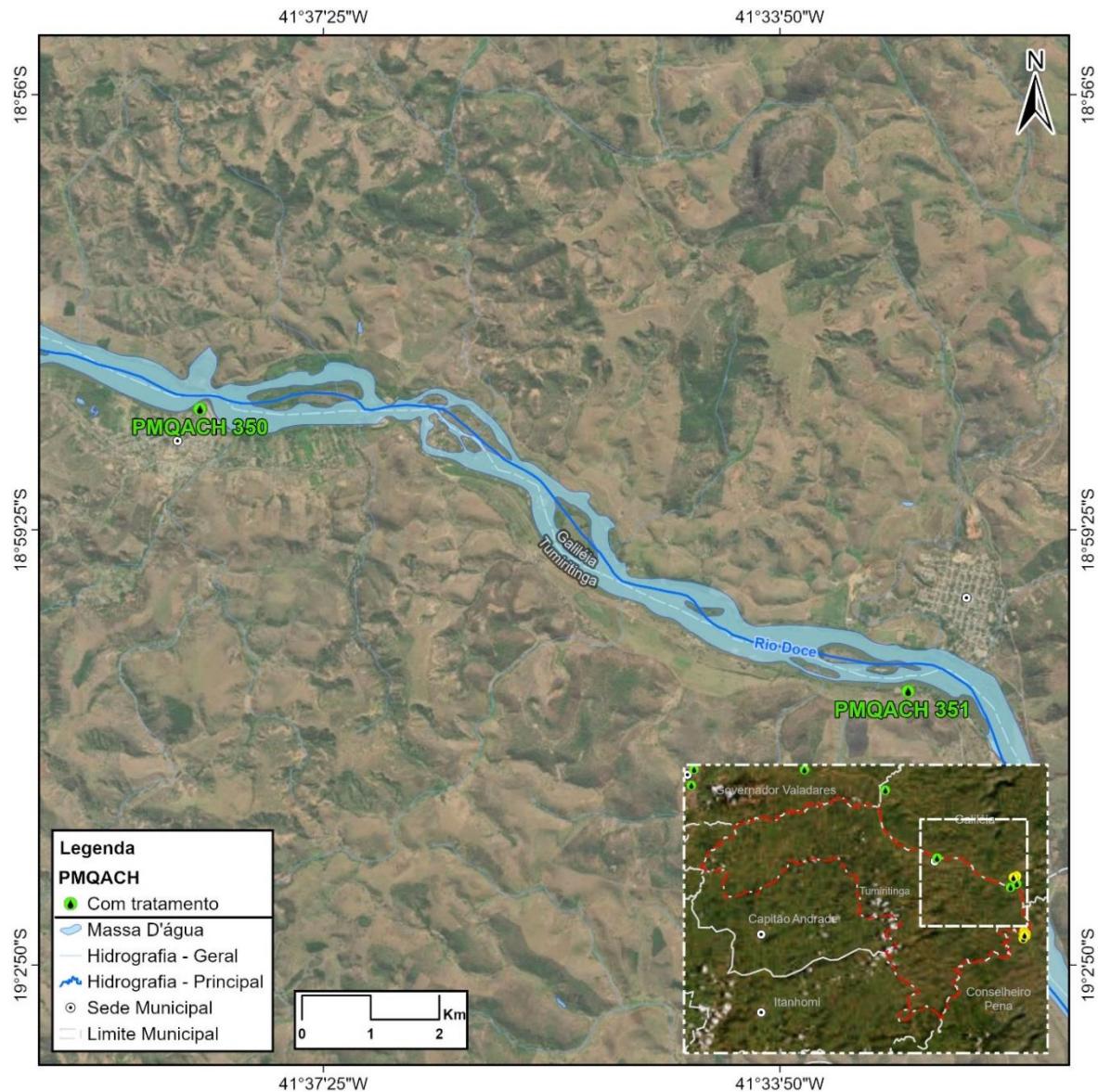
6.15 - Tumiritinga

No município de Tumiritinga-MG, foram considerados 02 (dois) pontos com tratamento e do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) (**Figura 6-111** 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 e Saída	CONAMA nº 357/2005 e Anexo XX da PRC nº 5/2017	Ativo
PMQACH 351	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída	e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-111 – Localização geográfica dos pontos monitorados em Tumiritinga-MG.



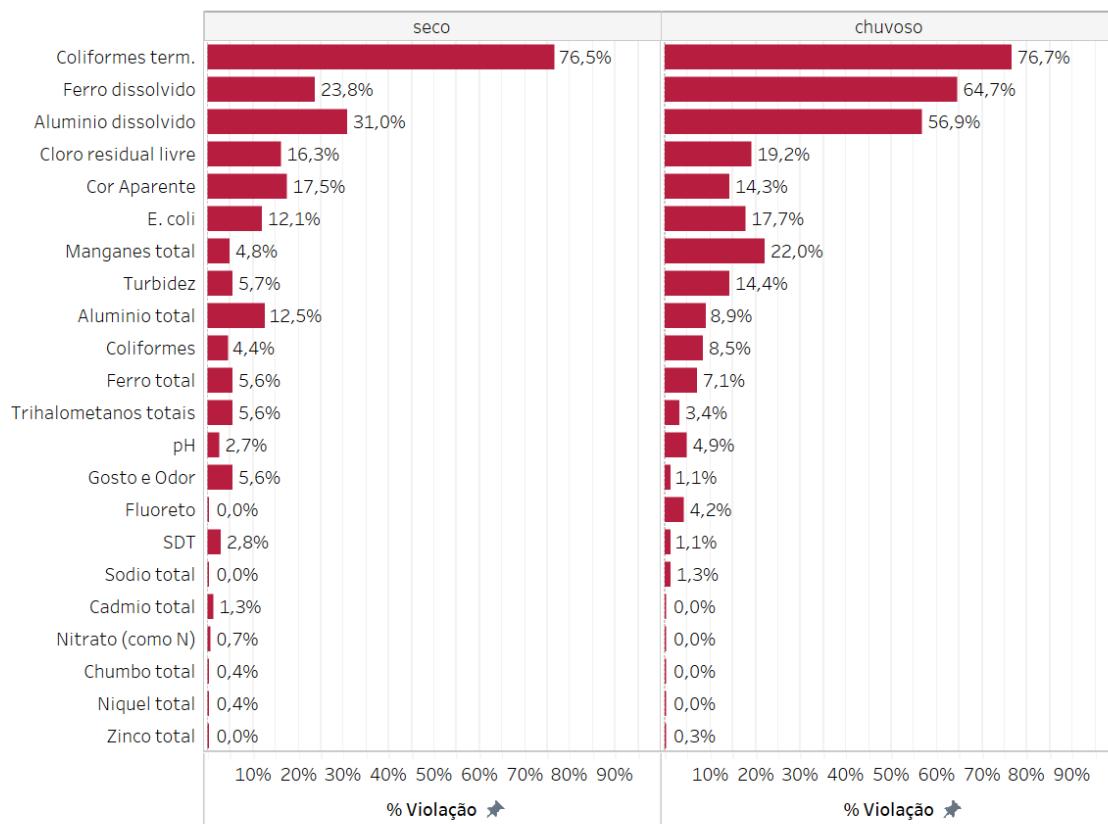
6.15.1 - Pontos com tratamento

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 76,5% de violação no período seco e 76,7% no período chuvoso, ferro dissolvido com 23,8% de violação no período seco e 64,7% no período chuvoso e alumínio dissolvido com 31% no período seco e 56,9% no período chuvoso (**Figura 6-112**). 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 carreadas pela água da chuva, como a possível ressuspensão de material sedimentado.

Os demais parâmetros apresentaram percentuais de violação abaixo de 22%. Entre eles, destacam-se, 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 (1,3% de violação), nitrato (0,7%), chumbo total (0,5% de violação) e níquel total (0,5% de violação) (**Figura 6-112**).

Figura 6-112 – 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/2024 com base nos limites aplicáveis.

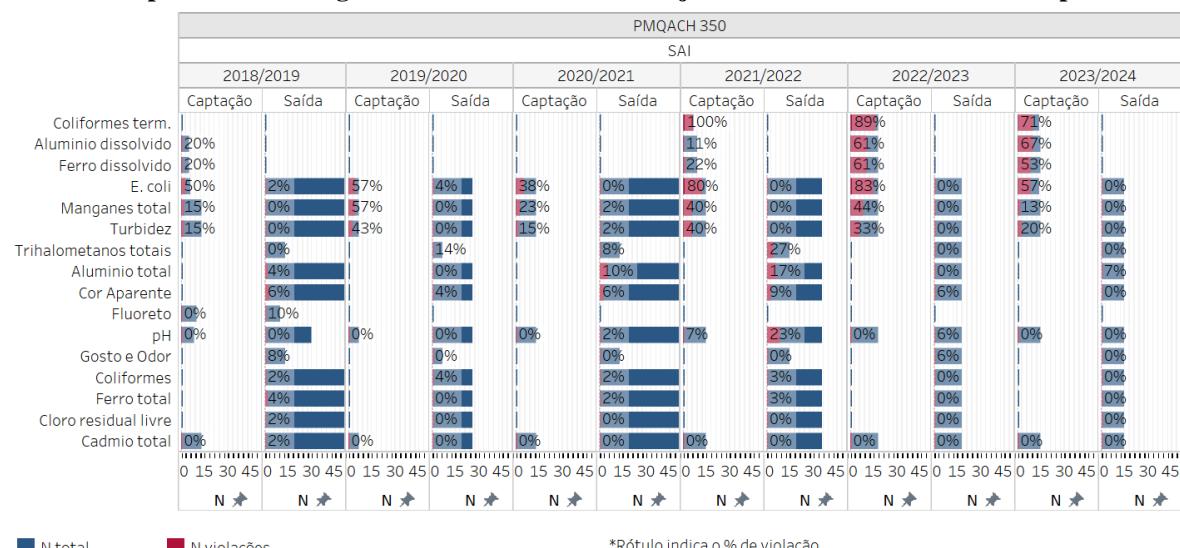


Dois pontos com tratamento de água foram monitorados, ambos com captação superficial e abastecimento tipo SAA.

No ponto PMQACH 350, em 2023/2024, na captação, foi observado 71% de violação para coliformes termotolerantes (10 de 14 amostras), amostras) e 53% para ferro dissolvido (8 de 15 amostras), resultados que representam uma redução em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-113**). Ainda na captação, alumínio dissolvido apresentou percentual de violação de 67% (10 de 15 amostras) em 2023/2024, aumento em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-113**).

Ainda na captação, em 2023/2024, foram observadas violações para *E. coli* (57%, 8 de 14 amostras), manganês total (13%, 2 de 15 amostras) e turbidez (20%, 3 de 15 amostras), resultados que representaram uma redução no percentual de violação em relação ao ciclo anterior. Ao serem avaliados na saída do tratamento, estes parâmetros apresentaram conformidade. Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, alumínio total apresentou violação pontual de 7% (1 de 15 amostras) (**Figura 6-113**).

Figura 6-113 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 350, localizado no município de Tumiritinga-MG entre setembro/2018 e julho/2024 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.

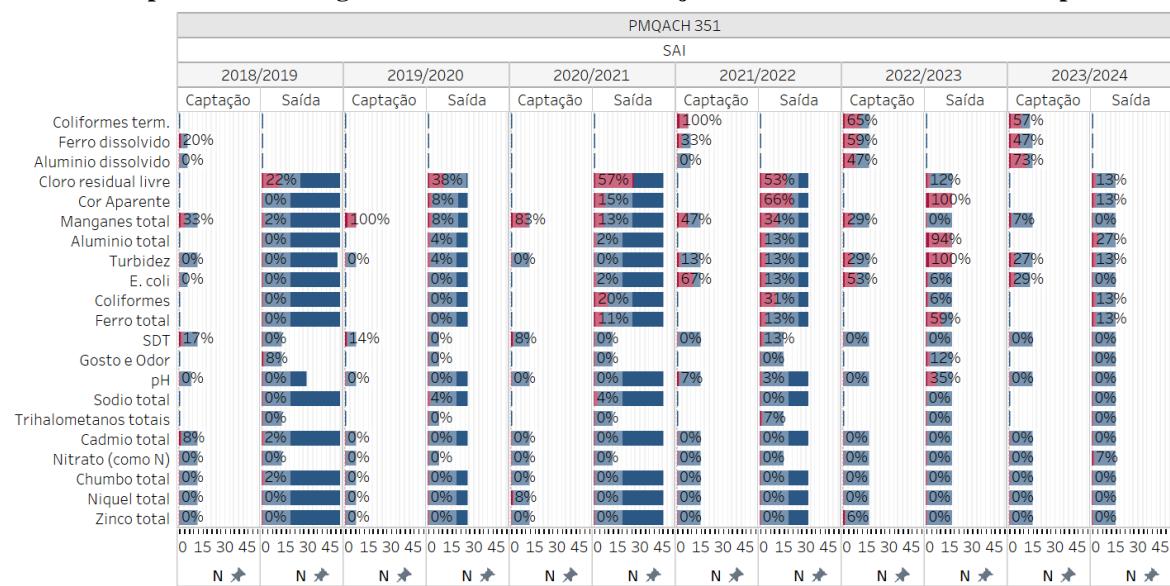
O ponto PMQACH 351 apresentou em 2023/2024, na captação, redução nos percentuais de violação para os parâmetros coliformes termotolerantes (57%, 8 de 14 amostras), ferro dissolvido (47%, 7 de 15 amostras) e alumínio dissolvido (73%, 11 de 15 amostras) (**Figura 6-114**).

Também apresentaram redução no percentual desconforme, em 2023/2024, na captação do ponto, os parâmetros manganês total com violação pontual de 7% (1 de 15 amostras), turbidez com 27% (4 de 15 amostras) e *E. coli* com 29% (4 de 14 amostras) (**Figura 6-114**). Também avaliados na saída do tratamento, apenas turbidez apresentou desconformidade (13%,

2 de 15 amostras) (**Figura 6-114**). Nitrato, que não apresentou desconformidade na captação, registrou violação pontual após o tratamento (7%, 1 de 15 amostras) (**Figura 6-114**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, foi registrado no último ciclo de monitoramento, violações pontuais para cloro residual livre, cor aparente, turbidez, coliformes e ferro total (13%, 2 de 15 amostras) e alumínio total (27%, 4 de 15 amostras) (**Figura 6-114**).

Figura 6-114 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 351, localizado no município de Tumiritinga-MG entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

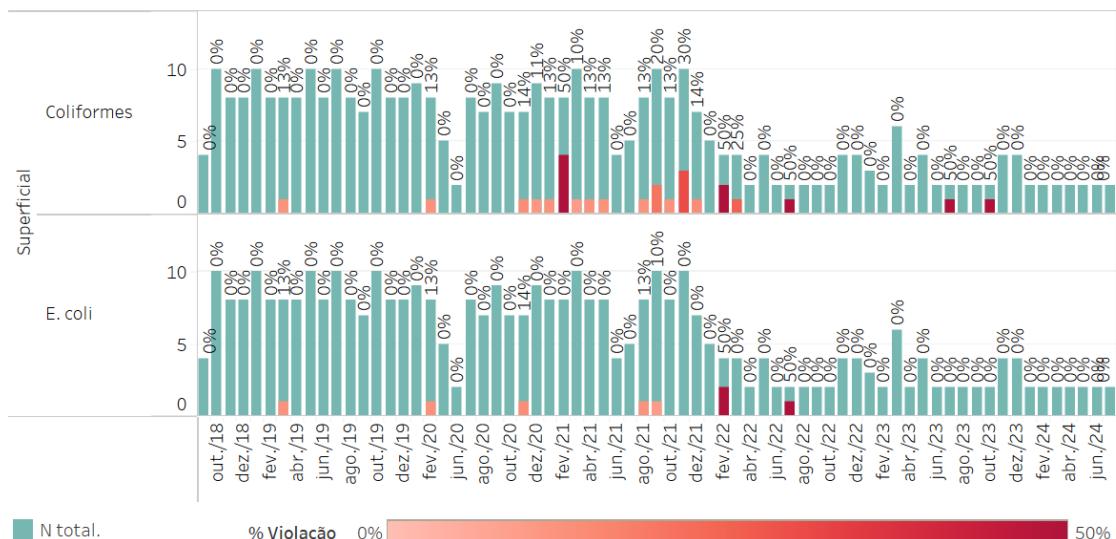
*Rótulo indica o % de violação.

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.

6.15.1.2 - 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/2023 a julho/2024) a presença de coliformes foi registrada apenas em julho/2023 e outubro/2023. *E. coli* não foi registrada no último ciclo de monitoramento (**Figura 6-115**).

Figura 6-115 - 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 padrões distintos entre os diferentes pontos de coleta para os parâmetros que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre o ciclo atual, 2023/2024, e os ciclos anteriores. No ponto de saída do PMQACH 350, observou-se uma tendência de aumento nos valores de alumínio total e cloro residual livre, enquanto o manganês total apresentou uma tendência de diminuição ao longo do tempo (**Figura 6-116**). No ponto de captação do PMQACH 351, os parâmetros bário total, turbidez e zinco total mostraram um padrão de aumento em seus valores, enquanto manganês total e sódio total apresentaram uma tendência de redução (**Figura 6-116**). Por outro lado, no ponto de saída do PMQACH 351,

apenas sódio total exibiu uma diminuição nos valores ao longo do tempo, enquanto alumínio total, bário total e cloro residual livre mostraram uma tendência de aumento (**Figura 6-116**).

Figura 6-116 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloro Residual Livre	Ferro Total	Manganês Total	pH	Sódio Total	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 350	Captação									—
	Saída	↑	—	↑	—	↓	—	—	—	—
PMQACH 351	Captação	↑			↓	↓	↓	↑	↑	↑
	Saída	↑	↑	↑	—	—	↓	—	—	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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 dados revelou que, no ponto de captação do PMQACH 350, os parâmetros com valores mais elevados no período chuvoso foram alumínio total, bário total, ferro total, manganês total e turbidez (**Figura 6-117**). Por outro lado, sódio total apresentou concentrações mais altas no período seco (**Figura 6-117**). No ponto de saída do PMQACH 350, a maioria dos parâmetros apresentou valores superiores durante o período seco, incluindo alumínio total, manganês total e sódio total, enquanto apenas o bário total teve concentrações mais elevadas no período chuvoso (**Figura 6-117**). Para o ponto de captação do PMQACH 351, o único parâmetro que apresentou diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso foi manganês total, com valores mais elevados no período chuvoso (**Figura 6-117**). No ponto de saída do PMQACH 351, o manganês total novamente apresentou concentrações superiores no período chuvoso. Alumínio total registrou valores mais elevados no período seco (**Figura 6-117**).

Figura 6-117 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

			Alumínio Total	Bário Total	Ferro Total	Manganês Total	Sódio Total	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 - Galiléia

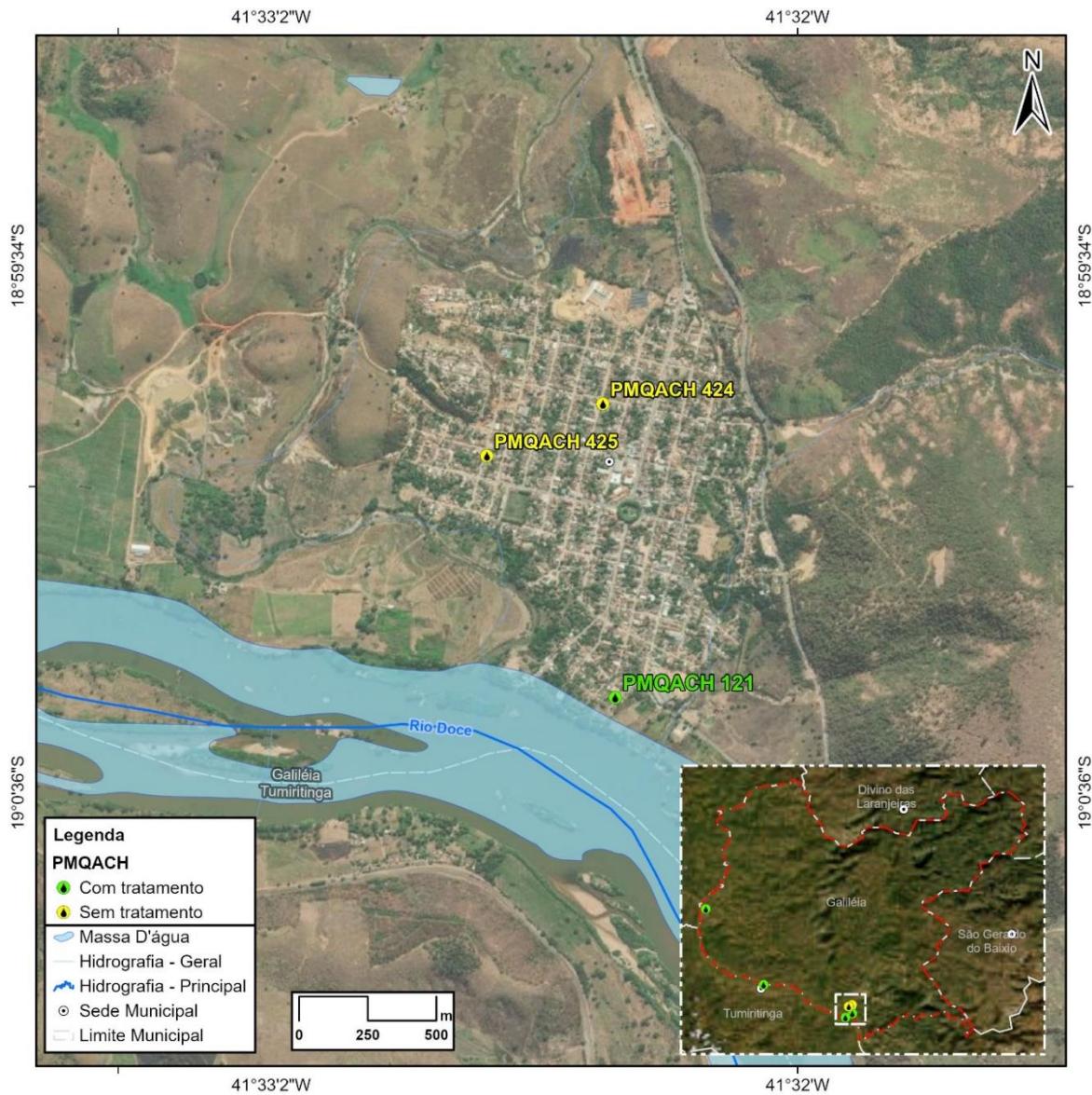
No município de Galiléia-MG, foram considerados 3 (três) pontos de monitoramento, sendo 1 (um) com tratamento de água do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e 2 (dois) sem tratamento de água do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) (**Figura 6-118** e **Quadro 6-16**).

Quadro 6-16 - Características dos pontos do município de Galiléia considerados no presente relatório.

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 121	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA nº 357/2005 e Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 424 ¹⁾	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	17/01/2024
PMQACH 425 ¹⁾	Subterrânea	SAI	Não	Saída		17/01/2024

1) Completou 24 coletas previstas na NT nº 54, Deliberação CIF nº 513.

Figura 6-118 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Galiléia-MG.



6.16.1 - Pontos sem tratamento

6.16.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

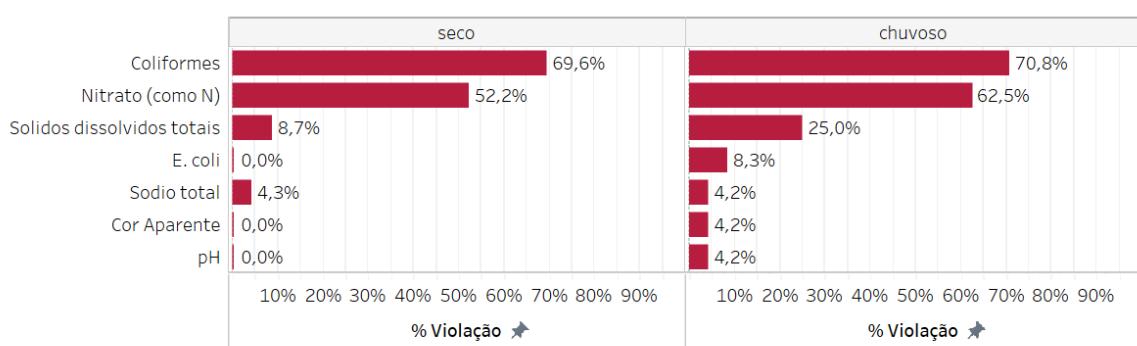
Para o município de Galiléia-MG, nos pontos sem tratamento, coliformes e nitrato se destacaram por apresentarem elevados percentuais de violação para os dois períodos analisados (período chuvoso e seco) (**Figura 6-119**).

Coliformes registrou 69,6% de violação no período seco e 70,8% no período chuvoso (**Figura 6-119**). Embora conte com 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. Este parâmetro foi indicado como prioritário para busca de soluções pela mais recente revisão do plano integrado da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). De acordo com o IBGE (2010), o município de Galiléia apresenta 74,7% de esgotamento sanitário adequado. Comparando-o com os municípios do estado de Minas Gerais (total de 853 municípios), Galiléia ocupa a 284^a posição entre os municípios com maior taxa de esgotamento sanitário adequado (sendo que a primeira posição corresponde ao município com a maior taxa de esgotamento sanitário adequado) (IBGE, 2010). Apesar de relativamente elevada taxa de esgotamento sanitário, é importante ressaltar que isso 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 nos recursos hídricos.

Nitrato apresentou percentuais de violação superiores a 50% em ambos os períodos sazonais. O aumento de nitrato na água pode estar 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 6-119**).

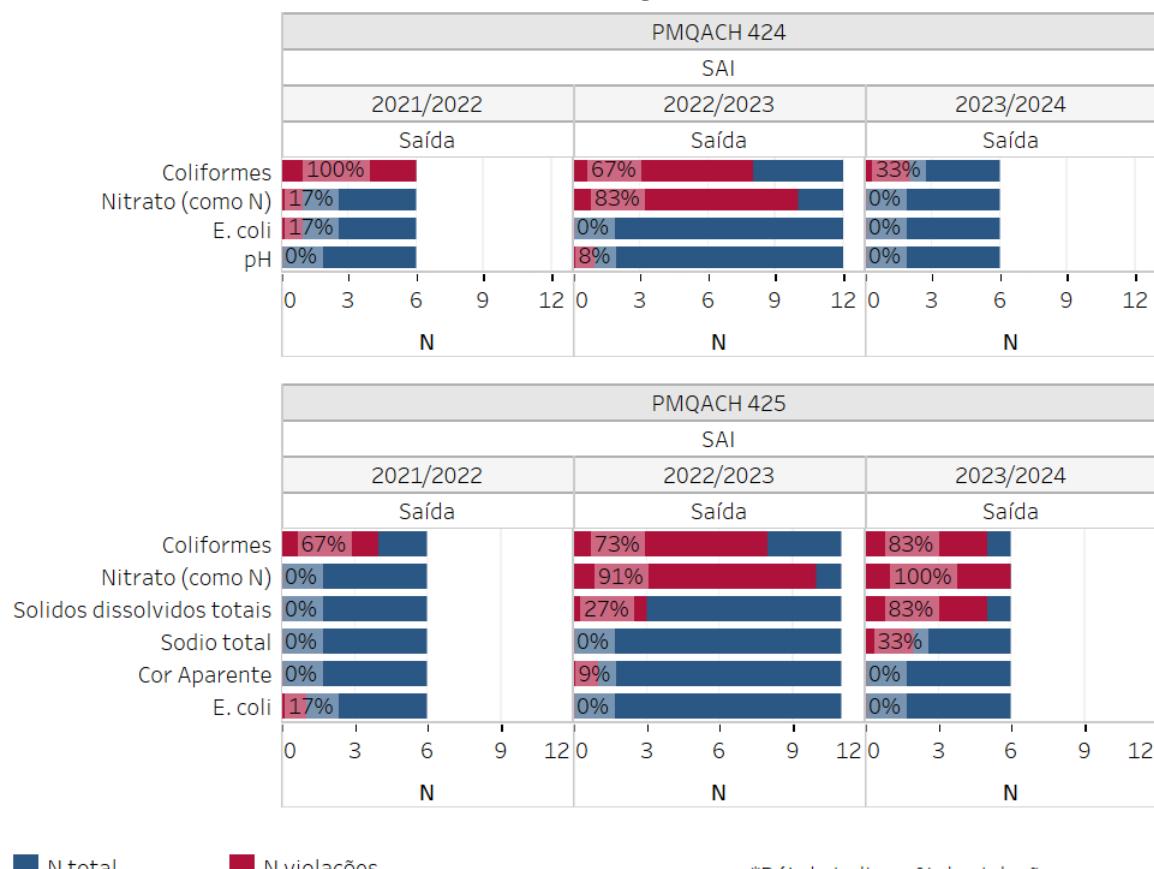
De maneira geral, foi possível observar um padrão sazonal, com percentuais de violação mais elevados no período chuvoso, para os parâmetros: sólidos dissolvidos totais e *E. coli*. Estes parâmetros estão associados ao aumento de suas concentrações em corpos hídricos em períodos de maior pluviosidade quando ocorre a lixiviação e carreamento de partículas para os corpos d'água (**Figura 6-119**). Demais parâmetros apresentaram percentuais de violação inferiores a 5% (**Figura 6-119**).

Figura 6-119 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento do município de Galiléia-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



Dois pontos sem tratamento e do tipo SAI foram monitorados, todos apresentando captação subterrânea (**Figura 6-120**). No ponto PMQACH 424, em 2023/2024, apenas coliformes apresentou violação (33%, 2 de 6 amostras), o que representa uma redução em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-120**). No ponto PMQACH 425, no ciclo de 2023/2024, foi observado aumento no percentual de violação para os parâmetros coliformes e sólidos dissolvidos totais (83%, 5 de 6 amostras) e nitrato (100%, 6 amostras). Além disso, sódio total aparece pela primeira vez no monitoramento em desconformidade, com 33% de violação no último ciclo (2 de 6 amostras) (**Figura 6-120**).

Figura 6-120 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 424 e PMQACH 425 localizados no município de Galiléia-MG, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites legais.

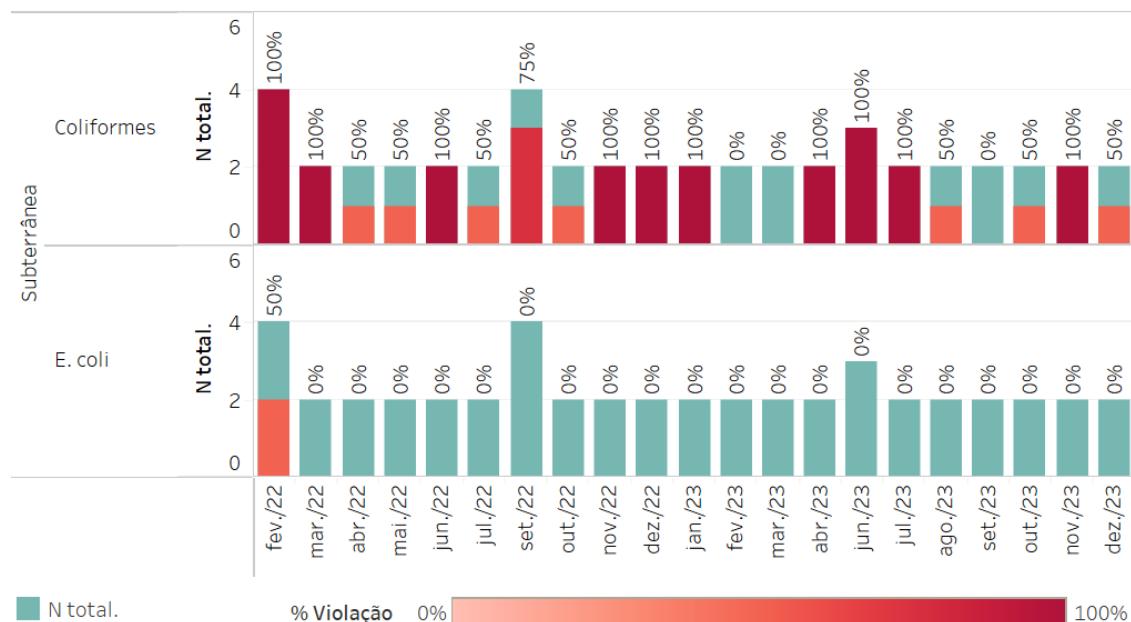


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.16.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos sem tratamento e de captação subterrânea foi registrada a presença de coliformes em quase todos os meses. Somente nos meses de fevereiro/2023, março/2023 e setembro/2023 não foi detectada a presença do microrganismo. A presença de *E. coli* foi pontual, restrita ao mês de fevereiro/2022 (**Figura 6-121**). Não foi possível identificar padrão sazonal para a presença dos contaminantes.

Figura 6-121 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Galiléia-MG.



De acordo com a análise temporal dos dados, PMQACH 424 apresentou apenas dois parâmetros que obtiveram diferença significativa no ciclo de 2023/2024 para os demais ciclos ($p < 0,05$) e que apresentaram um padrão claro de diminuição ou aumento no decorrer dos anos. Dureza total apresentou uma tendência de diminuição enquanto sódio total apresentou uma tendência de aumento ao longo do tempo (**Figura 6-122**). Para o ponto PMQACH 425, os parâmetros bário total, cloreto total, dureza total, nitrato, sódio total, sólidos dissolvidos totais e sulfato, apresentaram tendência de aumento ao longo dos anos (**Figura 6-122**). Já os valores

de alumínio total e turbidez apresentaram tendência de queda ao longo do tempo (**Figura 6-122**).

Figura 6-122 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

	Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Dureza Total	Nitrato	Sódio Total	SDT	Sulfato	Turbidez
PMQACH 424	—	—	↓	—	↑	—	—	—	—
PMQACH 425	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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 apontou que o único parâmetro que apresentou diferença significativa entre os dois períodos ($p < 0,05$) foi zinco total para o ponto PMQACH 424. Este parâmetro apresentou concentração superiores durante o período seco (**Figura 6-123**). Em relação ao ponto PMQACH 425, nenhum dos parâmetros analisados apresentou diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso ($p < 0,05$) (**Figura 6-123**).

Figura 6-123 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.



● valores significativamente superiores no período chuvoso;

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

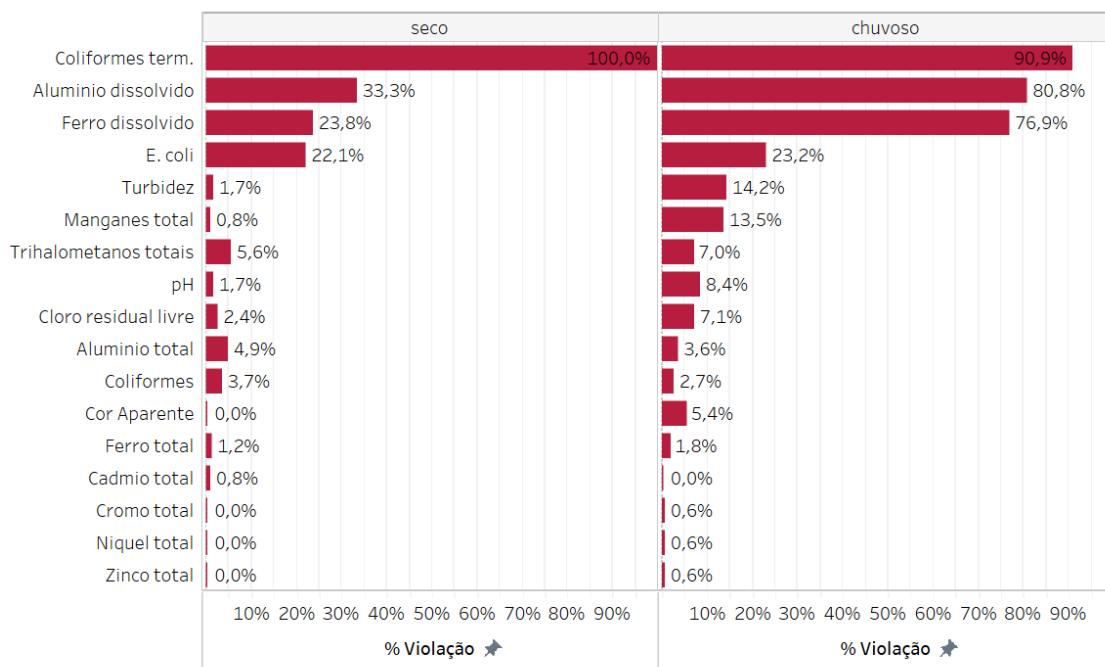
6.16.2 - Pontos com tratamento

6.16.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o ponto com tratamento de água do município de Galiléia-MG, coliformes termotolerantes, alumínio dissolvido e ferro dissolvido foram os parâmetros com maiores percentuais de violação (acima de 75% 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 100% de violação no período seco e 90,9% no período chuvoso e alumínio dissolvido e ferro dissolvido por apresentarem percentual de violação mais elevado no período chuvoso (80,8% e 76,9%, respectivamente) (**Figura 6-124**). 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 carreada para os corpos d'água, o que pode contribuir para o incremento da concentração destes elementos e consequentemente aumento no percentual de violação (**Figura 6-124**). 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 6-124**).

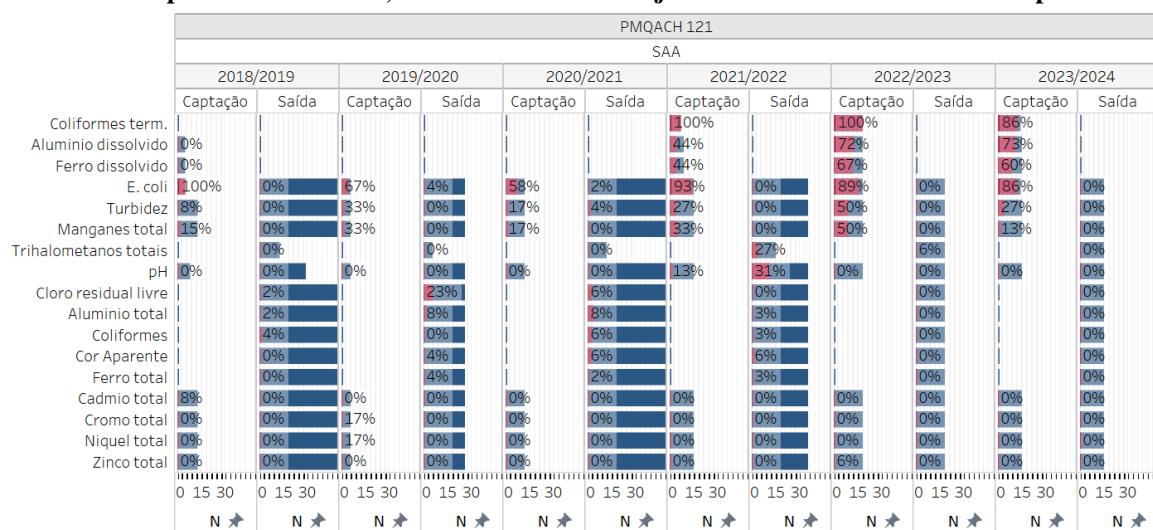
Figura 6-124 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto com tratamento do município de Galiléia-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



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

Na captação do ponto, as violações observadas no último ciclo de monitoramento para alumínio dissolvido (73%, 11 de 15 amostras), ferro dissolvido (60%, 9 de 15 amostras) e *E. coli* (86%, 12 de 15 amostras) foram muito similares ao observado no ciclo anterior (**Figura 6-125**). Para os parâmetros coliformes termotolerantes (86%, 12 de 15 amostras), turbidez (27%, 4 de 15 amostras) e manganês total (13%, 2 de 15 amostras) houve redução em 2023/2024, em relação ao período anterior. Não foram observadas desconformidades na saída do ponto, indicando um eficiente sistema de tratamento (**Figura 6-125**).

Figura 6-125 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 121, localizado no município de Galiléia-MG, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

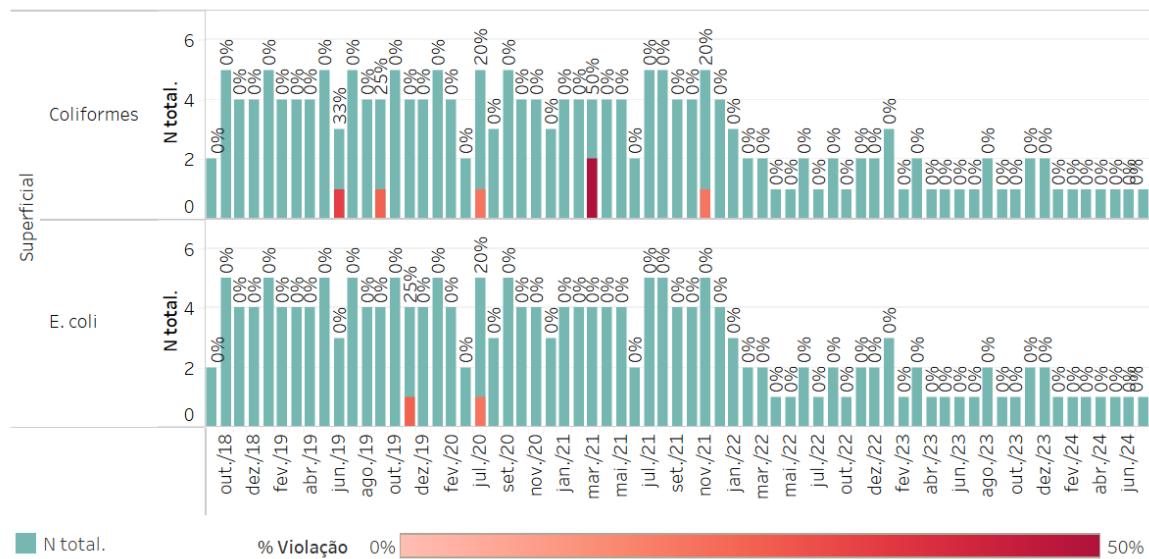
*Rótulo indica o % de violação.

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.

6.16.2.2 - 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 5 meses (junho e setembro/2019, julho/2020, março e novembro/2021), não ultrapassando 50% de amostras no mês com a presença do microrganismo (**Figura 6-126**). *E. coli* foi identificada somente nos meses de novembro/2019 e julho/2020, não ultrapassando 25% de amostras contaminadas no mês. Não foi observado um padrão temporal ou sazonal evidente para estes dois parâmetros durante o monitoramento (**Figura 6-126**).

Figura 6-126 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Galiléia-MG.



Na análise temporal, alguns parâmetros apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre o ciclo atual (2023/2024) e os ciclos anteriores, evidenciando padrões claros ao longo do tempo. Entre eles, destacam-se alumínio total, cor aparente, manganês total e zinco total. No ponto de captação do PMQACH 121, cor aparente e zinco total foram os parâmetros com significância ($p < 0,05$), mostrando tendências distintas: cor aparente apresentou aumento ao longo dos anos, enquanto zinco total apresentou redução (**Figura 6-127**). No ponto de saída do PMQACH 121, os parâmetros manganês total e zinco total demonstraram uma tendência de

diminuição, enquanto o alumínio total registrou uma tendência de aumento no decorrer do tempo (**Figura 6-127**).

Figura 6-127 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Alumínio Total	Bário Total	Cor Aparente	Dureza Total	Ferro Total	Manganês Total	pH	Sódio Total	Zinco Total
PMQACH 121	Captação			↑	—		—	—	—	↓
	Saída	↑	—	—	—	—	↓	—	—	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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 dados do ponto PMQACH 121 revelou padrões distintos entre os períodos seco e chuvoso. No ponto de captação, os parâmetros que registraram valores mais elevados durante o período seco foram pH e sódio total (**Figura 6-128**). Por outro lado, os parâmetros alumínio total, bário total, cor aparente, dureza total, ferro total, manganês total e turbidez apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$), com valores superiores no período chuvoso (**Figura 6-128**). Para o ponto de saída do PMQACH 121, os parâmetros que mostraram maiores valores durante o período seco foram alumínio total e pH (**Figura 6-128**). Em contrapartida, bário total, cor aparente, ferro total e manganês total apresentaram valores mais elevados no período chuvoso, evidenciando a influência sazonal nesses parâmetros (**Figura 6-128**).

Figura 6-128 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Alumínio Total	Bário Total	Cor Aparentes	Dureza Total	Ferro Total	Manganês Total	pH	Sódio Total	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

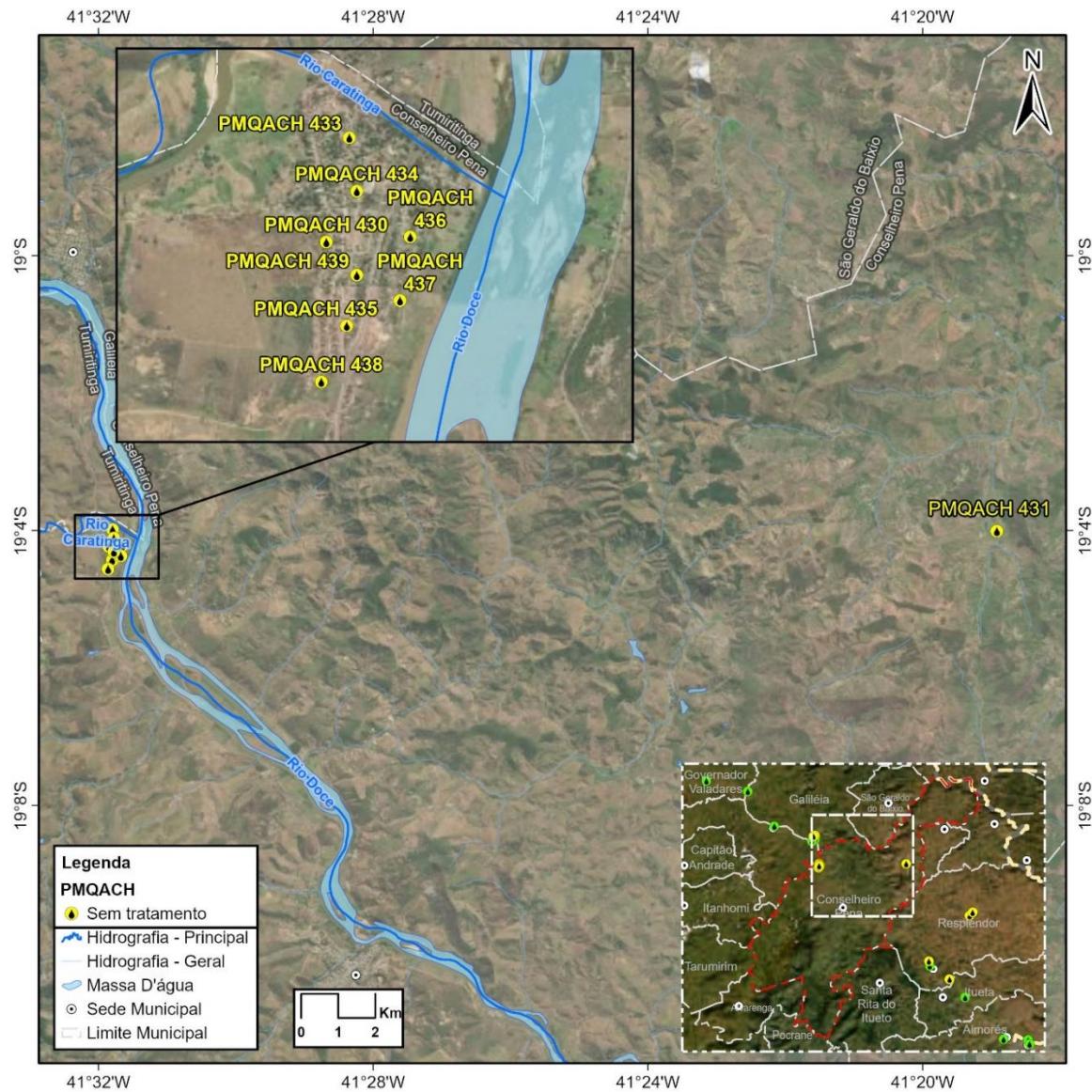
No município de Conselheiro Pena - MG, foram considerados 10 (dez) pontos de monitoramento do tipo Solução Alternativa Individual (SAI), sem tratamento de água (**Figura 6-136 e Quadro 6-18**).

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		Ativo
PMQACH 431	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 432*	Subterrânea	SAI	Não	Saída		17/02/2024
PMQACH 433	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 434	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	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

* O ponto foi excluído sem a realização de coleta no local.

Figura 6-129 - 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 6-137**).

Coliformes apresentou 88% de violação no período seco e 81,5% 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 6-137**). No município de Conselheiro Pena - MG, o percentual de esgotamento sanitário adequado é de 71,1% (IBGE, 2010) e, comparativamente com outros municípios do estado de Minas Gerais, ocupa a 250^a posição (de um total de 853 municípios), sendo que a 1^a 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 65,4% de violação no período seco e 59,3% no período chuvoso. Ferro total apresentou 46,2% de violação no período seco e 29,6% no período chuvoso (**Figura 6-137**). Estes metais possuem ocorrência natural na bacia do rio Doce e estão presentes na composição dos solos e rochas da região (PIRH Doce, 2021).

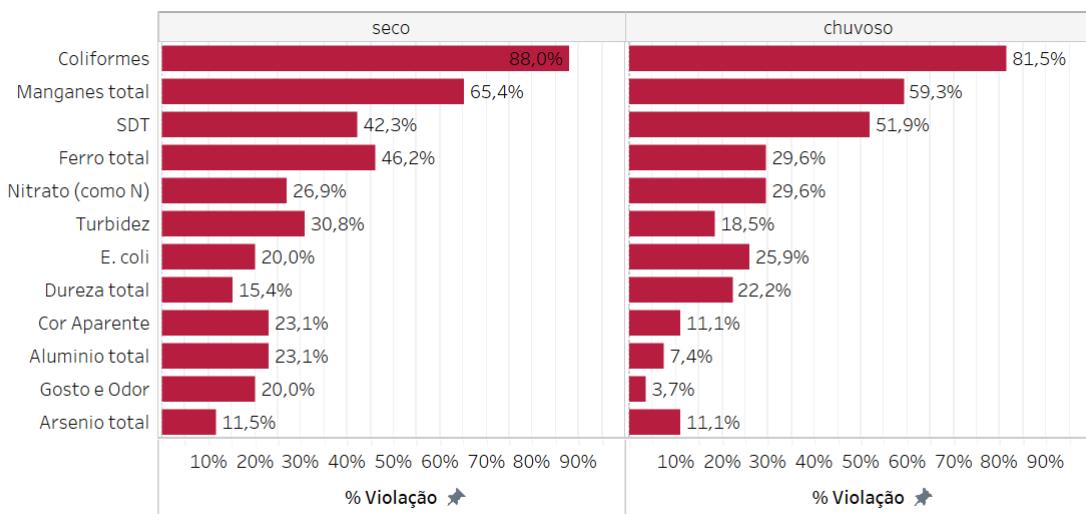
Os maiores percentuais de violação de sólidos dissolvidos totais foram observados no período chuvoso (51,9%) em relação ao período de seca (42,3%) (**Figura 6-137**). As

concentrações elevadas desse parâmetro podem estar associadas ao aumento da pluviosidade, especialmente em corpos hídricos superficiais, refletindo tanto o maior transporte de partículas pela água da chuva quanto a possível ressuspensão de material sedimentado. Por outro lado, a turbidez apresentou percentuais mais elevados de violação no período seco (30,8%), quando comparado ao período chuvoso (18,5%) (**Figura 6-137**).

Destaca-se ainda violações do parâmetro nitrato com 26,9% no período seco e 29,6% 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 6-137**).

Em relação aos demais parâmetros, *E. coli* e dureza apresentaram percentuais de violação mais elevados no período chuvoso, enquanto cor aparente, alumínio total, gosto e odor e arsênio total tiveram maiores índices de violação durante o período seco. Vale destacar que, em qualquer dos períodos avaliados, nenhum desses parâmetros ultrapassaram 26% de violação (**Figura 6-137**).

Figura 6-130 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.



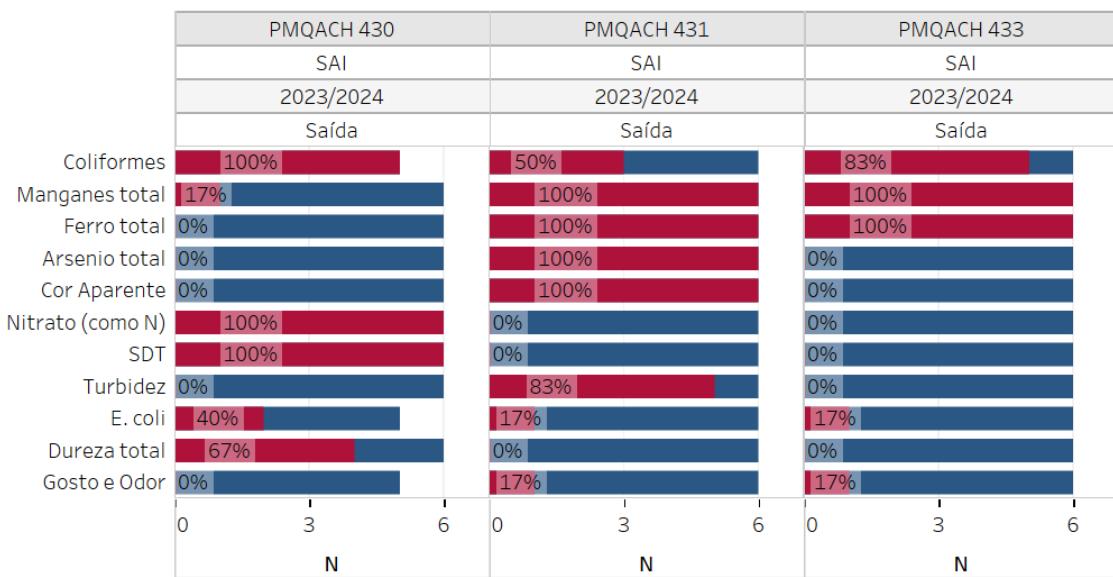
Dez pontos sem tratamento foram monitorados, sendo todos eles com captação subterrânea e do tipo SAI. As amostragens tiveram início em fevereiro/2024 com a 2^a revisão bianual do plano.

No ponto PMQACH 430, os parâmetros coliformes, nitrato e sólidos dissolvidos totais apresentaram 100% de violação, com todas as amostras em desacordo com os limites legais previstos. Além disso, dureza total teve 67% de violação (4 de 6 amostras), *E. coli* registrou 40% (2 de 5 amostras) e manganês total apresentou 17% de desconformidade (1 de 6 amostras) (**Figura 6-131**).

No ponto PMQACH 431, destacaram-se manganês total, ferro total, arsênio total e cor aparente, todos com 100% de violação (todas 6 amostras). Turbidez apresentou 83% das amostras do período com valores acima do limite máximo permitido pela legislação (5 de 6 amostras) e coliformes, 50% (3 de 6 amostras).

De forma similar, o ponto PMQACH 433 também apresentou 100% de violação nos parâmetros manganês total e ferro total (todas 6 amostras). O parâmetro coliformes registrou 83% de violação (5 de 6 amostras), enquanto *E. coli* e gosto e odor apresentaram somente 17% de violação (1 de 6 amostras) (**Figura 6-131**).

Figura 6-131 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 430, PMQACH 431 e PMQACH 433, localizados no município de Conselheiro Pena - MG, entre fevereiro/2024 e julho/2024 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.

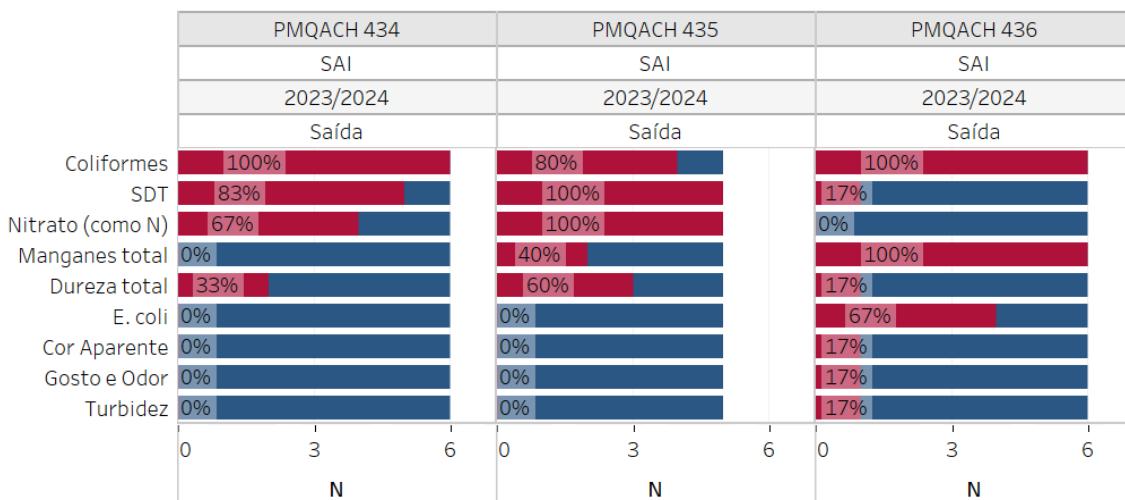
No ponto PMQACH 434, o parâmetro coliforme apresentou 100% de violação (todas 6 amostras), seguido por sólidos dissolvidos totais com 83% (5 de 6 amostras), nitrato com 67% (4 de 6 amostras) e dureza total com 33% (2 de 6 amostras).

No ponto PMQACH 435, esses mesmos parâmetros também apresentaram desconformidades: o parâmetro coliforme registrou 80% de violação (4 de 5 amostras), enquanto sólidos dissolvidos totais e nitrato atingiram 100% (5 de 5 amostras). Dureza total apresentou um percentual de 60% (3 de 5 amostras), e manganês total obteve 40% de violação durante os meses monitorados (**Figura 6-132**).

No ponto PMQACH 436, coliformes e manganês total registraram 100% de violação (todas 6 amostras). *E. coli* apresentou percentual de desconformidade de 67% (4 de 6 amostras)

e os parâmetros sólidos dissolvidos totais, dureza total, cor aparente, gosto e odor e turbidez registraram 17% de violação (1 de 6 amostras) (**Figura 6-132**).

Figura 6-132 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 434, PMQACH 435 e PMQACH 436, localizados no município de Conselheiro Pena - MG, entre fevereiro/2024 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

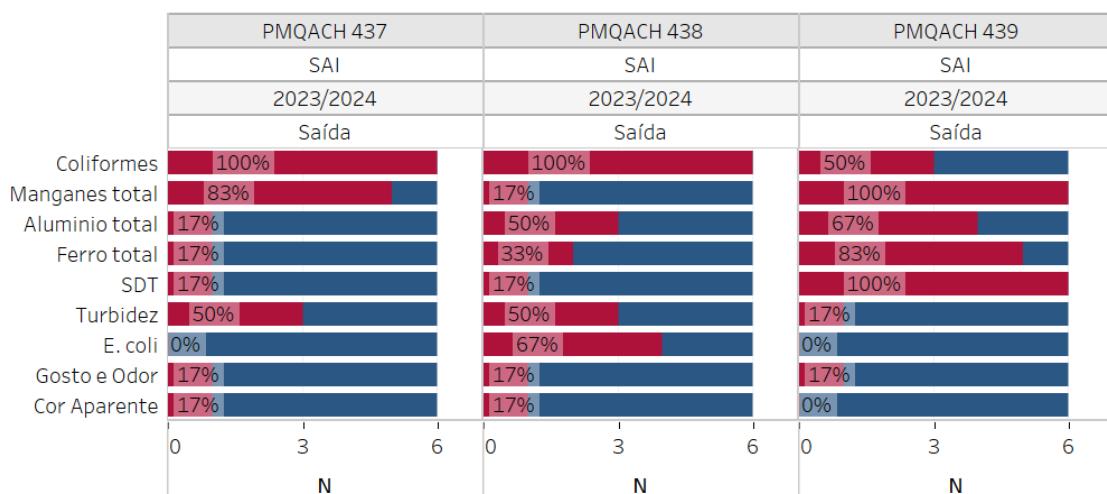
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Assim como observado em pontos descritos anteriormente, o parâmetro coliformes registrou 100% de violação (6 de 6 amostras) no ponto PMQACH 437. Nesse ponto, manganês total apresentou 83% de desconformidade (5 de 6 amostras), turbidez 50% (3 de 6 amostras), e os parâmetros alumínio total, ferro total, sólidos dissolvidos totais, gosto e odor, e cor aparente registraram 17% de violação (1 de 6 amostras) (**Figura 6-133**).

No ponto PMQACH 438, foi registrado 100% de violação (todas 6 amostras) para coliformes, 67% (4 de 6 amostras) para *E. coli*, 50% (3 de 6 amostras) para alumínio total e turbidez, 33% (2 de 6 amostras) para ferro total e, por fim, 17% (1 de 6 amostras) para manganês total, sólidos dissolvidos totais, gosto e odor e cor aparente (**Figura 6-133**).

No ponto PMQACH 439, Coliformes apresentou 50% de violação (3 de 6 amostras), enquanto manganês total e sólidos dissolvidos totais atingiram 100% (todas 6 amostras). Alumínio total registrou 67% de violação (4 de 6 amostras), ferro total 83% (5 de 6 amostras), e os parâmetros turbidez e gosto e odor apresentaram 17% de desconformidade (1 de 6 amostras) (**Figura 6-133**).

Figura 6-133 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 437, PMQACH 438 e PMQACH 439, localizados no município de Conselheiro Pena - MG, entre fevereiro/2024 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

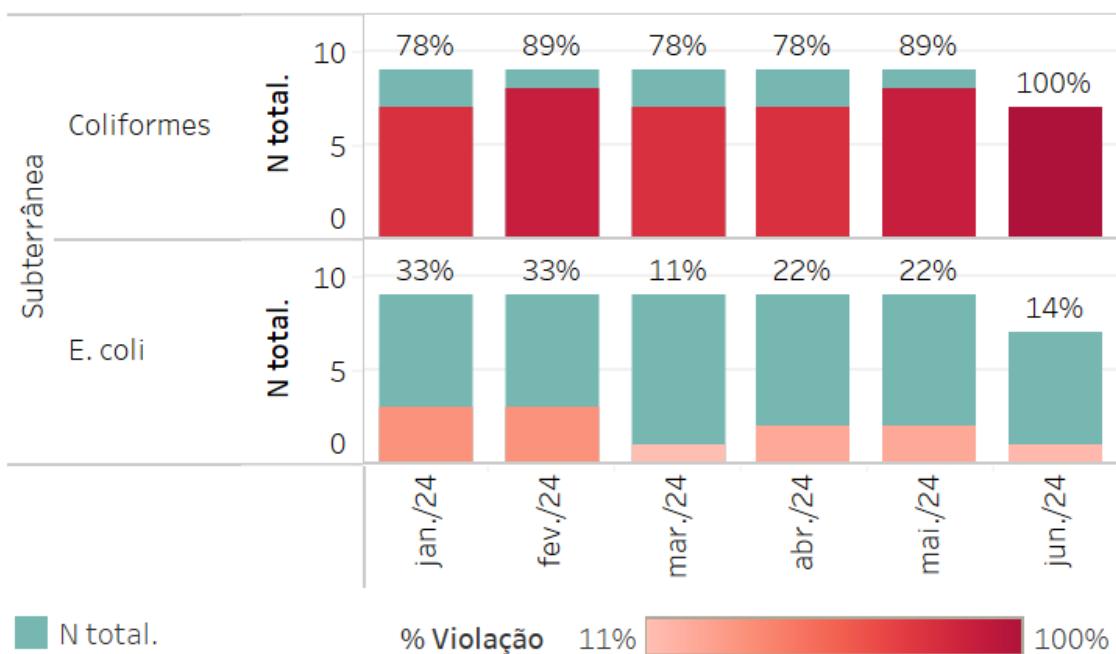
*Rótulo indica o % de violação.

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.

6.17.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Na saída dos pontos sem tratamento, com captação subterrânea, foi registrada a presença de coliformes nos 6 meses monitorados (entre fevereiro e junho/2024), com percentuais acima de 70%. Em menores percentuais, *E. coli* também foi detectada nas amostras coletadas em todos os meses monitorados. Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para a presença de coliformes ou *E. coli* no período analisado (**Figura 6-139**) em nenhum dos pontos amostrados em Conselheiro Pena - MG.

Figura 6-134 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Conselheiro Pena - MG.

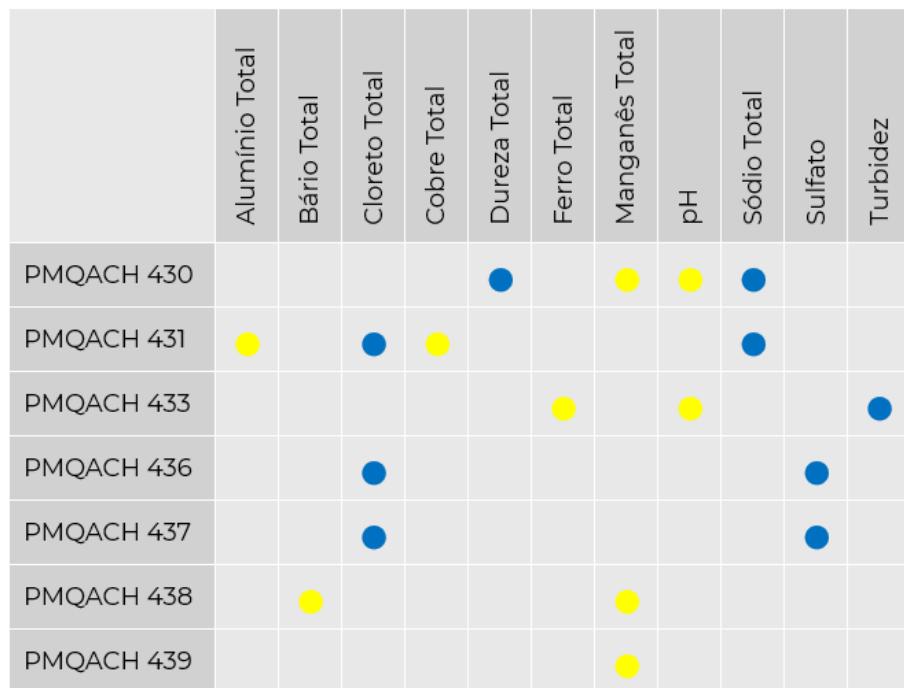


A coleta de água dos pontos amostrais para o município de Conselheiro Pena foi iniciada no ciclo de 2023/2024, com a segunda revisão bianual, não possuindo dados dos ciclos anteriores. Desta forma, não foi possível realizar a análise temporal. Contudo, foram realizadas as coletas mínimas que possibilitaram a execução da análise sazonal dos dados, apontando as tendências dos parâmetros entre os períodos seco e chuvoso.

A análise sazonal identificou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os períodos seco e chuvoso para diversos parâmetros nos pontos avaliados. No ponto PMQACH 430, dureza total e sódio total apresentaram valores superiores no período chuvoso, enquanto manganês total e pH tiveram valores mais elevados no período seco (**Figura 6-135**). Para o ponto PMQACH 431, cloreto total e sódio total apresentaram valores superiores no período chuvoso, enquanto alumínio total e cobre total apresentaram os maiores valores no período seco (**Figura 6-135**). No ponto PMQACH 433, a turbidez foi o único parâmetro com valores mais altos no período chuvoso, enquanto ferro total e pH se destacaram com maiores valores no período seco (**Figura 6-135**). Cloreto total e sulfato apresentaram diferenças significativas entre os períodos, com os maiores valores observados no período chuvoso tanto para o ponto PMQACH 436 quanto para o ponto PMQACH 437 (**Figura 6-135**). No ponto PMQACH 438, bário total e manganês total tiveram valores superiores no período seco. Já no ponto PMQACH 439, o único parâmetro com diferença significativa foi manganês total, também com valores mais elevados no período seco (**Figura 6-135**).

Os pontos PMQACH 434 e PMQACH 435 não apresentaram parâmetros com diferenças significativas entre os períodos seco e chuvoso.

Figura 6-135 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de janeiro/2024 a julho/2024.



● valores significativamente superiores no período chuvoso;

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

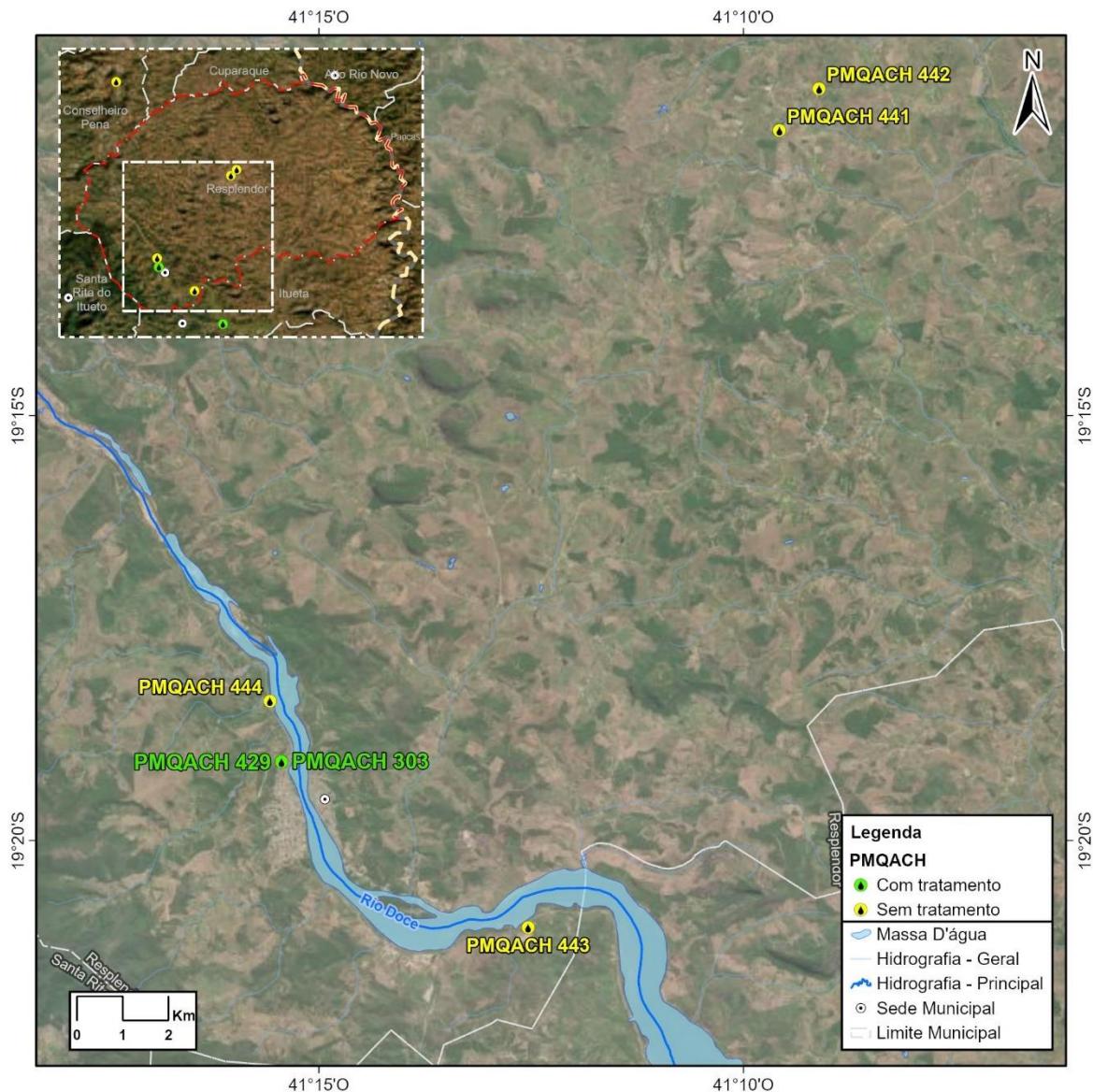
6.18 - Resplendor

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 6-136 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 2^a 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 6-136 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 e Saída	CONAMA nº 357/2005 e Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 429	Subterrânea	SAA	Sim	Captação	CONAMA nº 396/2008	Ativo
PMQACH 441	Subterrânea	SAA	Não	Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017	Ativo
PMQACH 442	Subterrânea	SAA	Não	Saída	e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 443	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 444	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo

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



6.18.1 - Pontos sem tratamento

6.18.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

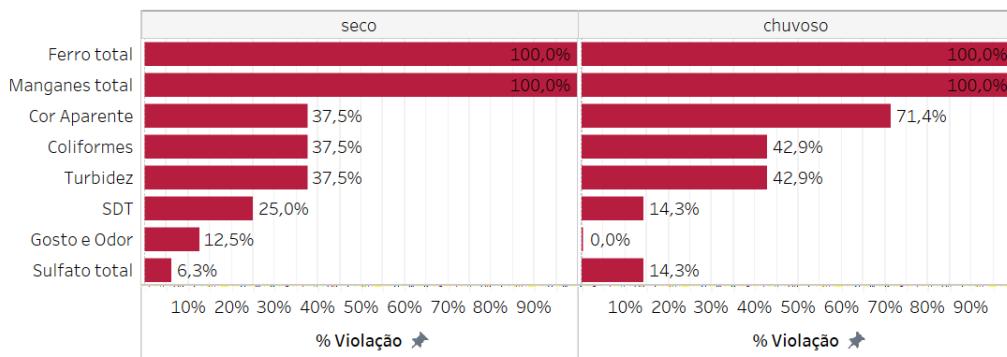
Para o município de Resplendor-MG, ferro total, manganês total e cor aparente foram os parâmetros que apresentaram maiores desconformidades, com pelo menos 70% de violação em um dos períodos sazonais (**Figura 6-137**).

Ferro total e manganês total apresentaram 100% de violação tanto no período seco quanto 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 37,5% de violação no período seco e 71,4% no período chuvoso (**Figura 6-137**).

Coliformes apresentou 37,5% de violação no período seco e 42,9% 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 6-137**). No município de Resplendor-MG, o percentual de esgotamento sanitário adequado é de 71,7% (IBGE, 2010) e, comparativamente com outros municípios do estado de Minas Gerais, ocupa a 336^a posição (de um total de 853 municípios), sendo que a 1^a posição corresponde ao município com maior percentual de esgotamento sanitário (IBGE, 2010).

Turbidez apresentou 37,5% de violação durante o período seco e 42,9% no período chuvoso. Os demais parâmetros não excederam 25% de violação nos dois períodos analisados (**Figura 6-137**).

Figura 6-137 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.



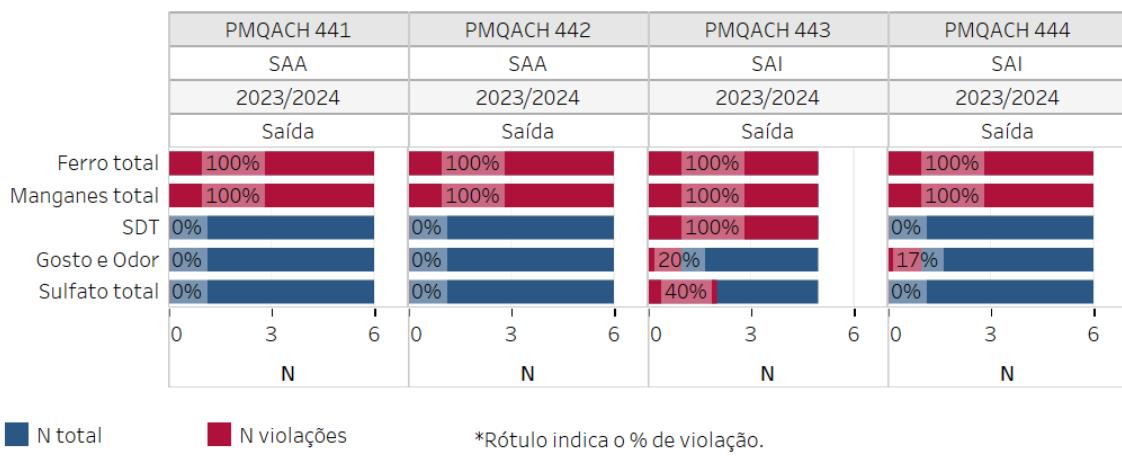
Quatro pontos de captação subterrânea, sem tratamento, foram monitorados, sendo dois do tipo SAA (PMQACH 441 e PMQACH 442) e dois do tipo SAI (PMQACH 443 e PMQACH 444).

Em todos os pontos, ferro e manganês total apresentaram 100% de violação, com todas as amostras do período em desconformidade com a legislação (**Figura 6-138**).

Os pontos PMQACH 441 e PMQACH 442 registraram violação apenas para estes dois parâmetros (100%, 6 amostras) (**Figura 6-138**). O ponto PMQACH 443, além de ferro total e manganês total, também registrou 100% de violação o parâmetro sólidos dissolvidos totais (todas 5 amostras) (**Figura 6-138**). Neste ponto, sulfato total apresentou 40% das amostras do período com valores acima do máximo permitido (2 de 5 amostras) e gosto e odor 20% das amostras (1 de 5 amostras) (**Figura 6-138**).

O ponto PMQACH 444, além destes dois parâmetros mencionados, registrou violação pontual ao limite da legislação para gosto e odor (17%, 1 de 6 amostras) (**Figura 6-138**).

Figura 6-138 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.

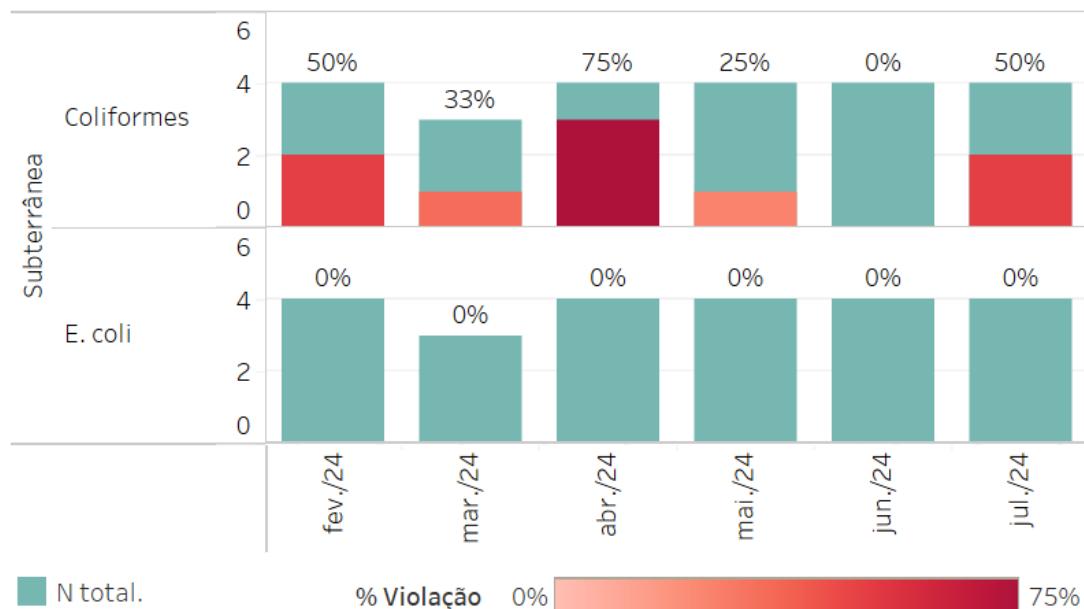


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.18.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Na saída dos pontos de captação subterrânea sem tratamento, foi registrada a presença de coliformes nas amostras analisadas ao longo de seis meses, de fevereiro a julho/2024, com exceção de junho/2024. Em contrapartida, a presença de *E. coli* não foi detectada em nenhum dos meses analisados. Não foi identificado um padrão sazonal ou temporal evidente para a ocorrência de coliformes ou *E. coli* no período avaliado (Figura 6-139).

Figura 6-139 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Resplendor-MG.



Para os pontos sem tratamento do município de Resplendor (PMQACH 441, PMQACH 442, PMQACH 443 e PMQACH 444), os dados disponíveis referem-se apenas ao ciclo atual (2023/2024), impossibilitando a realização da análise temporal. Além disso, a análise sazonal não pode ser conduzida, pois a quantidade mínima de coletas necessária em cada período não foi alcançada, pois foram realizadas apenas 5 amostragens no município.

6.18.2 - Pontos com tratamento

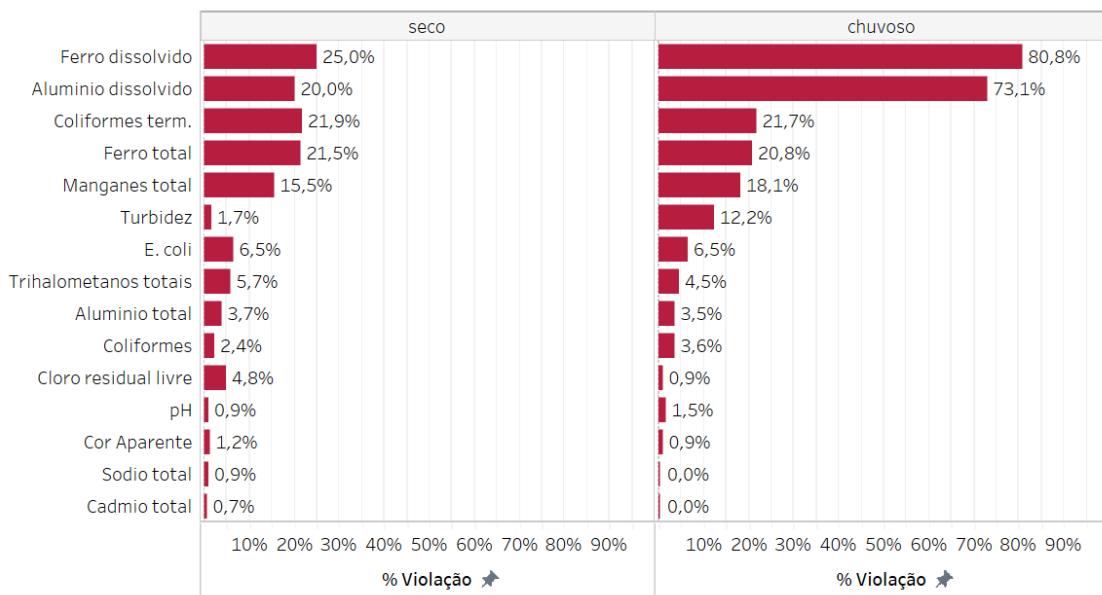
6.18.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

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 70% de violação no período chuvoso (**Figura 6-140**).

O ferro dissolvido apresentou 25% de violação no período seco e 80,8% no período chuvoso. Alumínio dissolvido apresentou 20% de violação no período seco e 73,1% no período chuvoso (**Figura 6-140**). 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.

Nove dos quinze parâmetros que apresentaram desconformidade não ultrapassaram 7% de violação nos dois períodos avaliados (**Figura 6-140**).

Figura 6-140 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.



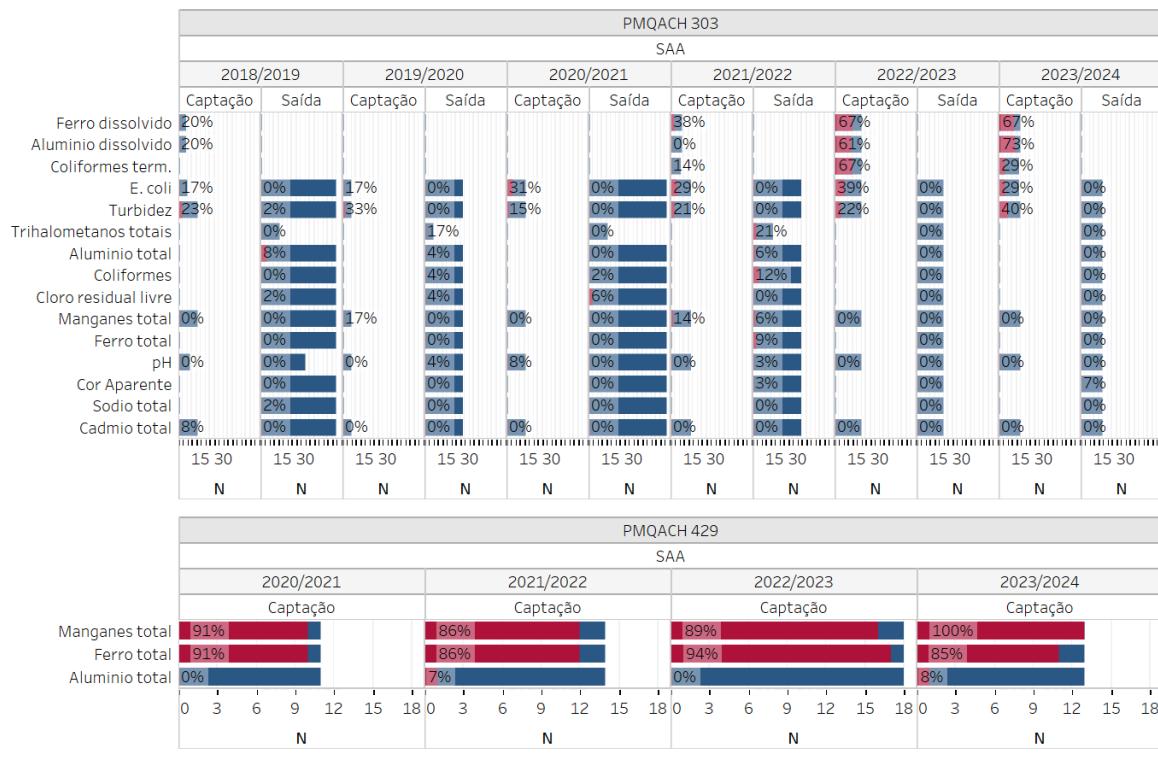
Dois pontos com tratamento foram monitorados, sendo um com captação subterrânea (PMQACH 429) e um com captação mista (PMQACH 303). O ponto PMQACH 429 é uma captação alternativa ao ponto PMQACH 303.

A captação do ponto PMQACH 303, apresentou, em 2023/2024, aumento nos percentuais de violação em relação ao ciclo anterior para os parâmetros, alumínio dissolvido (73%, 11 de 15 amostras) e turbidez (40%, 4 de 15 amostras). Por outro lado, houve redução nos percentuais de violação dos parâmetros coliformes termotolerantes e *E. coli* (29%, com 4 de 14 amostras). Em 2023/2024, ferro dissolvido apresentou o mesmo percentual de amostras em desconformidade do ciclo anterior (67%, com 11 de 16 amostras).

Na saída do tratamento, foi registrada violação ao limite máximo permitido pela legislação apenas para o parâmetro cor aparente, com 1 das 15 amostras do ciclo de 2023/2024, em desconformidade (7%) (**Figura 6-141**).

Na captação alternativa, ponto PMQACH 429, no ciclo de 2023/2024, foi registrado 100% de violação para manganês total (13 amostras) e 85% para ferro total (11 de 13 amostras), percentuais tão elevados quanto o de ciclos anteriores (**Figura 6-141**). Além disso, o alumínio total, que não havia registrado violações no ciclo anterior, apresentou em 2023/2024 violação pontual de 8% nas amostras do período (1 de 13 amostras) (**Figura 6-141**).

Figura 6-141 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 303 e PMQACH 429, localizados no município de Resplendor-MG, entre setembro/2018 e julho/2024 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.

6.18.2.2 - 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, não foi detectada em nenhum dos meses analisados neste ponto. Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para a presença de coliformes ou *E. coli* no período analisado (**Figura 6-142**) em nenhum dos pontos amostrados em Resplendor-MG.

Figura 6-142 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Resplendor-MG.



Na análise temporal, os parâmetros com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre o ciclo atual (2023/2024) e os ciclos anteriores, apresentaram uma tendência de aumento em seus valores. No ponto de captação do PMQACH 303, os parâmetros com tendência de aumento ao longo do tempo foram bário total, cor aparente e sódio total (**Figura 6-143**). Esses dois primeiros parâmetros, bário total e cor aparente, também demonstraram a mesma tendência no ponto de saída do PMQACH 303 (**Figura 6-143**). Por outro lado, no ponto de captação do

PMQACH 429, nenhum parâmetro apresentou uma tendência clara de aumento ou diminuição ao longo dos ciclos anuais analisados (**Figura 6-143**).

Figura 6-143 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Bário Total	Cor Aparente	Manganês Total	pH	Sódio Total	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 303	Captação	↑	↑			↑		—
	Saída	↑	↑	—	—	—	—	—
PMQACH 429	Captação	—						

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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 diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os períodos seco e chuvoso para diversos parâmetros nos pontos avaliados. No ponto de captação do PMQACH 303, os parâmetros bário total, cor aparente, manganês total e turbidez apresentaram valores mais elevados no período chuvoso, enquanto sódio total exibiu maiores valores no período seco (**Figura 6-144**). No ponto de saída do PMQACH 303, bário total e cor aparente foram os únicos parâmetros que mostraram diferenças significativas, ambos com valores superiores no período chuvoso (**Figura 6-144**). Já no ponto de captação do PMQACH 429, sódio total foi o único parâmetro com diferença significativa entre os períodos, apresentando valores mais elevados no período seco (**Figura 6-144**).

Figura 6-144 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Bártio Total	Cor Aparente	Manganês Total	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.

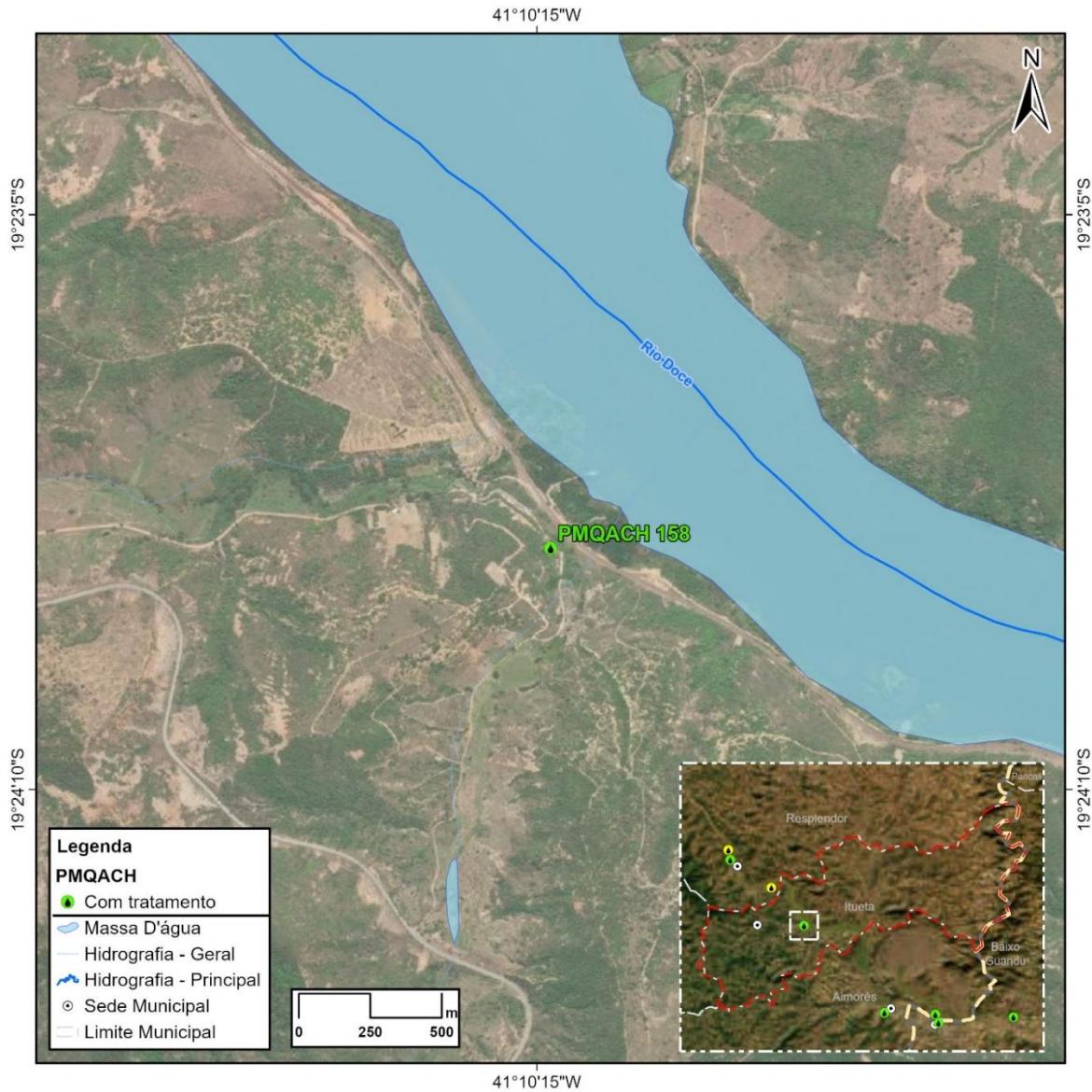
6.19 - Itueta

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 6-145** 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 e Saída	CONAMA nº 357/2005 e Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-145 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Itueta-MG.



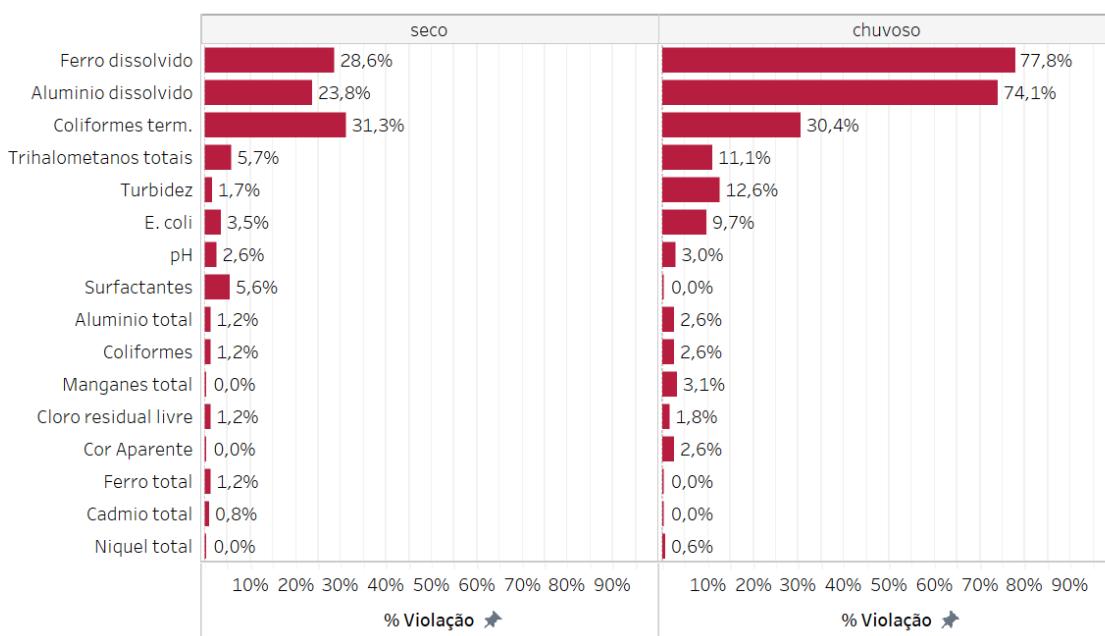
6.19.1 - Pontos com tratamento

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 (77,8% e 74,1%, respectivamente) (**Figura 6-146**). 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 carreada para os corpos d'água, o que pode contribuir para o incremento da concentração destes elementos e consequentemente aumento no percentual de violação.

Coliformes termotolerantes apresentou percentual de violação similar entre os períodos sazonais (aproximadamente 30%). Trihalometanos, *E. coli* e turbidez apresentaram maiores percentuais de violação no período chuvoso. (**Figura 6-146**). Demais parâmetros não ultrapassaram 6% de violação no período chuvoso e seco (**Figura 6-146**)

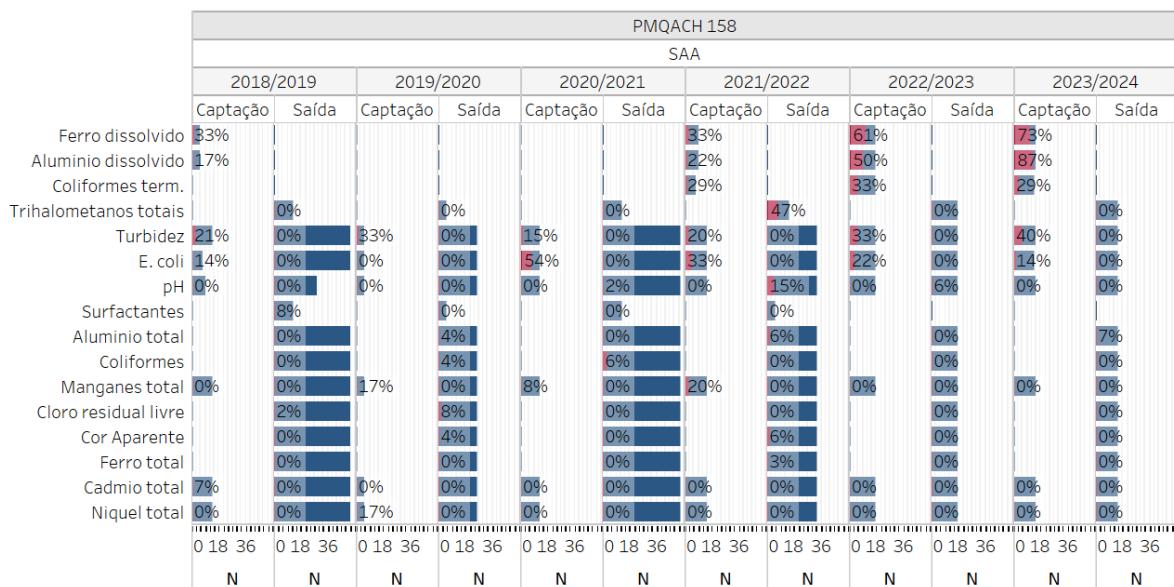
Figura 6-146 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Itueta-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



O ponto PMQACH 158 apresenta abastecimento tipo SAA e captação superficial. No ciclo de 2023/2024 foi observado aumento no percentual de violação na captação para os parâmetros ferro dissolvido (73%, 11 de 15 amostras) e alumínio dissolvido (87%, 13 de 15 amostras) (**Figura 6-147**). Coliformes termotolerantes apresentou percentual de violação de 29% (4 de 14 amostras), similar ao período anterior. Turbidez apresentou aumento no percentual de violação na captação no ciclo de 2023/2024 (40%, 6 de 15 amostras) (**Figura 6-147**). No entanto apresentou conformidade na saída do tratamento. Também na captação, no último ciclo, *E. coli* apresentou percentual de violação de 14% (2 de 14 amostras). Avaliado também na saída, este parâmetro apresentou conformidade (**Figura 6-147**).

Monitoramento exclusivamente na saída do tratamento, alumínio total apresentou desconformidade em apenas 1 das 15 amostras do ciclo de 2023/2024 (7%) (**Figura 6-147**).

Figura 6-147 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 158, localizado no município de Itueta-MG, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



N total

N violações

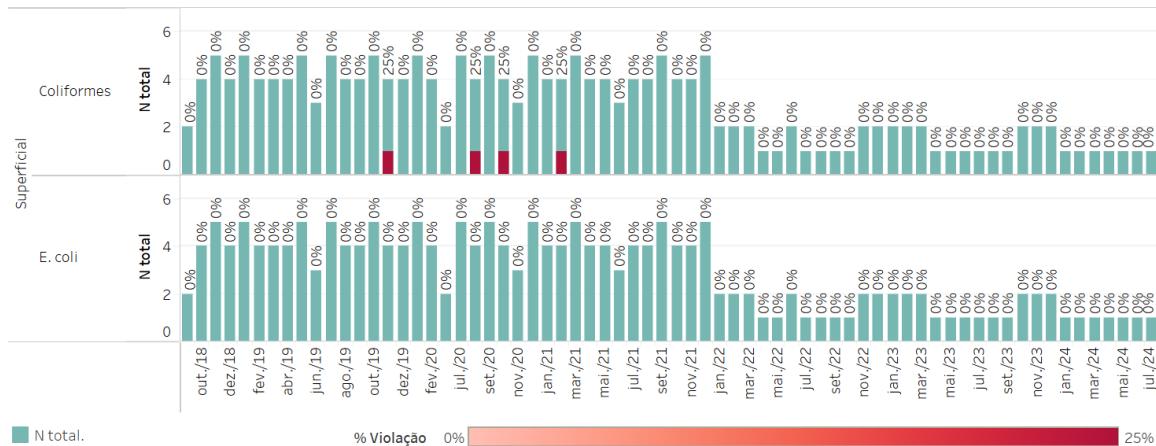
*Rótulo indica o % de violação.

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 e outubro/2020 e fevereiro de 2021. *E. coli* apresentou conformidade ao longo de todo monitoramento (**Figura 6-148**). Não foi encontrado um padrão temporal ou sazonal evidente ao longo dos meses avaliados (**Figura 6-148**).

Figura 6-148 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Itueta.



De acordo com a análise temporal, observa-se tendências de aumento e diminuição dos valores determinados parâmetros. Na captação do PMQACH 158, cor aparente, nitrato e sólidos dissolvidos totais foram os parâmetros que apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$), com tendência de aumento ao longo dos anos (Figura 6-149). Dureza total foi o único parâmetro que apresentou tendência de diminuição na análise temporal para este ponto (Figura 6-149). Em relação ao ponto de saída de PMQACH 158, os parâmetros que apresentaram efeito significativo com tendência de aumento em 2023/2024 foram alumínio total, cloro residual, cor aparente, nitrato e sódio total (Figura 6-149). Os parâmetros que apresentaram tendência de diminuição ao longo do tempo foram dureza total, sólidos dissolvidos totais e sulfato (Figura 6-149).

Figura 6-149 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Alumínio Total	Cloro Residual Livre	Cor Aparente	Dureza Total	Nitrato	pH	Sódio Total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 158	Captação											
	Saída	↑	↑	↑	↓	↑	—	↑	↓	↓	—	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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, na captação do ponto PMQACH 58, alumínio total, bário total, cor aparente, ferro total, sulfato e turbidez apresentaram concentrações significativamente mais elevadas no período chuvoso ($p < 0,05$), enquanto apenas sódio total apresentou maiores concentrações no período seco (Figura 6-150). Na saída do ponto PMQACH 158, bário total, cor aparente ferro total e turbidez apresentaram efeito significativo na análise sazonal ($p < 0,05$) com valores superiores no período chuvoso (Figura 6-150).

Figura 6-150 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Alumínio Total	Bário Total	Cor Aparente	Ferro Total	Sódio Total	Sulfato	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.

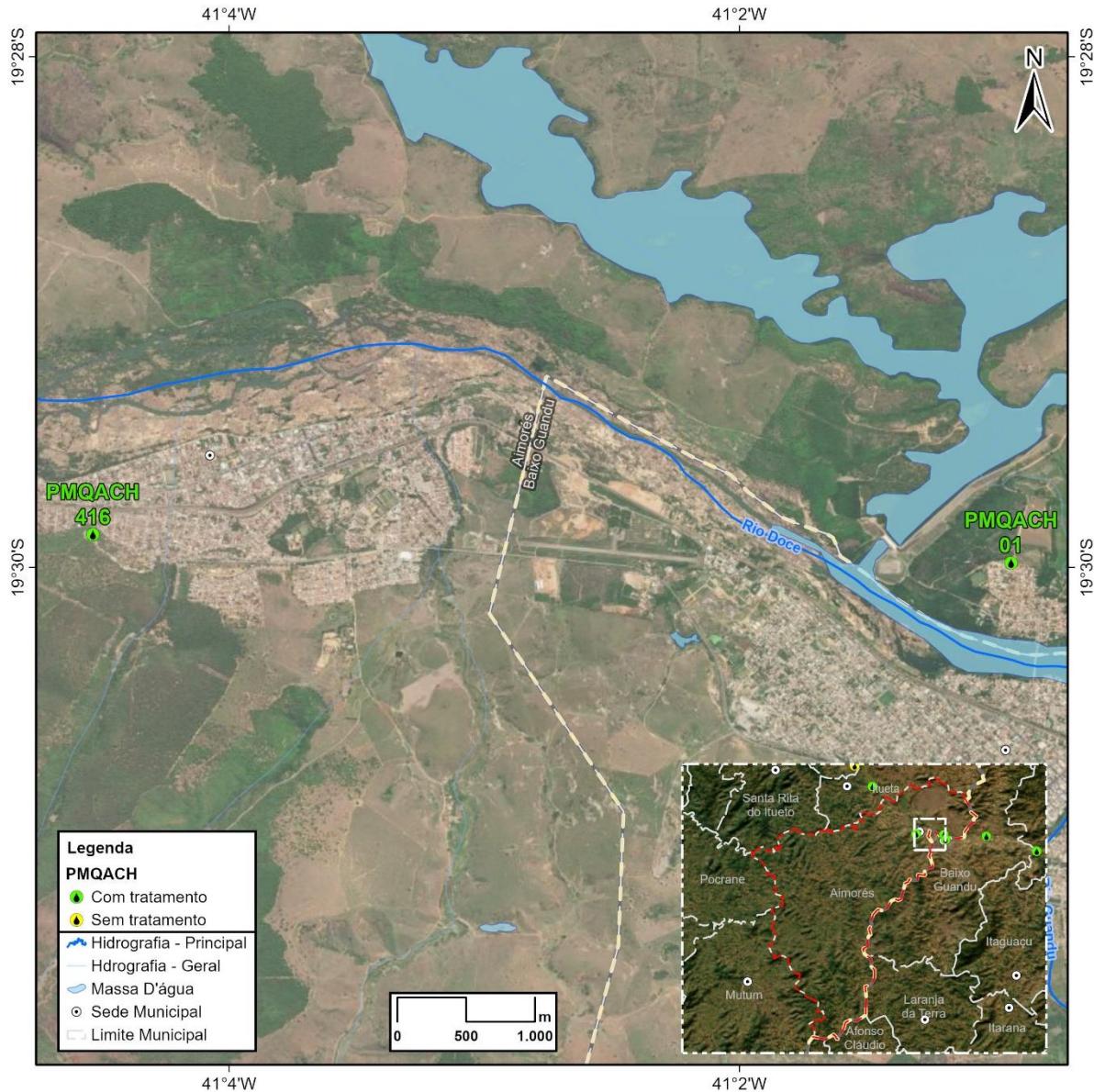
6.20 - Aimorés

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 6-151** 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 nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 416	Superficial	SAA	Sim	Captação	CONAMA nº 357/2005	Ativo

Figura 6-151 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Aimorés-MG.



6.20.1 - Pontos com tratamento

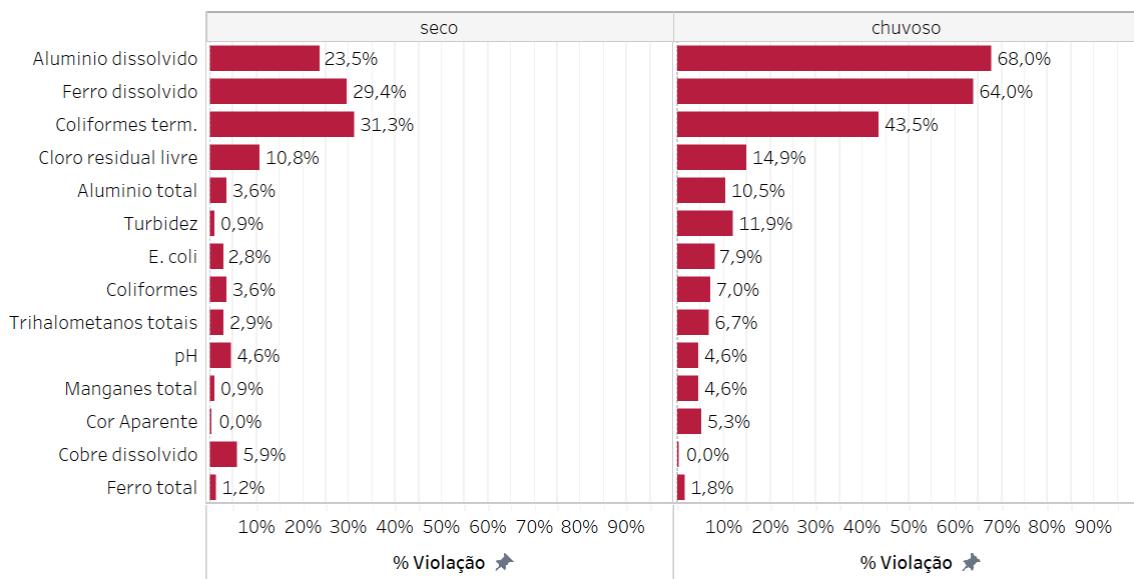
6.20.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Aimorés-MG, os parâmetros mais relevantes foram os metais dissolvidos ferro e alumínio e coliformes termotolerantes, com mais de 40% de violação no período chuvoso (**Figura 6-152**). 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 carreada 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 (chuvisco e seco). No entanto observa-se, no período chuvoso, maiores percentuais de violações para os parâmetros alumínio total (3,6% no período seco e 10,5% no chuvoso), turbidez (0,9% no período seco e 11,9% no chuvoso), *E. coli* (2,8% no período seco e 7,9% no chuvoso), coliformes (3,6% no período seco e 7% no chuvoso), trihalometanos (2,9% no período seco e 6,7% no chuvoso), manganês total (0,9% no período seco e 4,6% no chuvoso) e cor aparente (5,3% apenas no período chuvosos) (**Figura 6-152**).

Figura 6-152- 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/2024 com base nos limites aplicáveis.

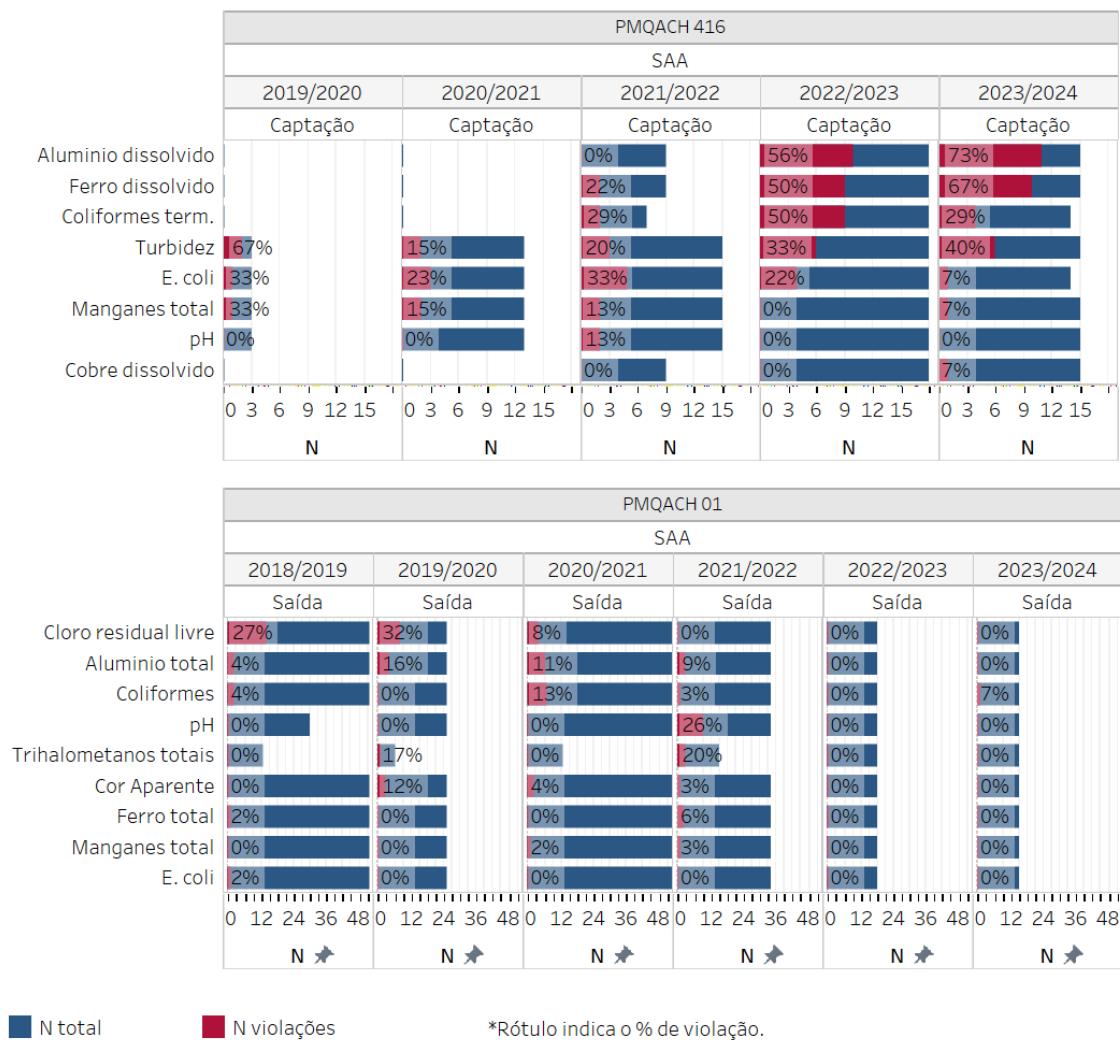


Dois pontos que pertencem ao mesmo sistema de abastecimento foram monitorados no município de Aimorés-MG. O sistema possui captação superficial e abastecimento tipo SAA. O ponto PMQACH 416 é o local de captação do ponto PMQACH 01.

Na captação, ponto PMQACH 416, observou-se, em 2023/2024, aumento nos percentuais de violação para alumínio dissolvido (73%, 11 de 15 amostras), ferro dissolvido (67%, 10 de 15 amostras) e turbidez (40%, 6 de 15 amostras) em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-153**). Por outro lado, observa-se redução no percentual de violação para os parâmetros coliformes (29%, 4 de 15 amostras) e *E. coli* (7% 1 de 15 amostras). No último ciclo, houve registro de violação pontual foi observada para manganês total e cobre dissolvido (7%, 1 de 15 amostras), que no ciclo anterior não havia apresentado desconformidade (**Figura 6-153**).

Na saída do ponto, PMQACH 01, foi registrada uma desconformidade pontual para coliformes, em apenas 1 das 15 amostras do último ciclo (7%) (**Figura 6-153**).

Figura 6-153 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 416 e PMQACH 01 localizados no município de Aimorés-MG entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

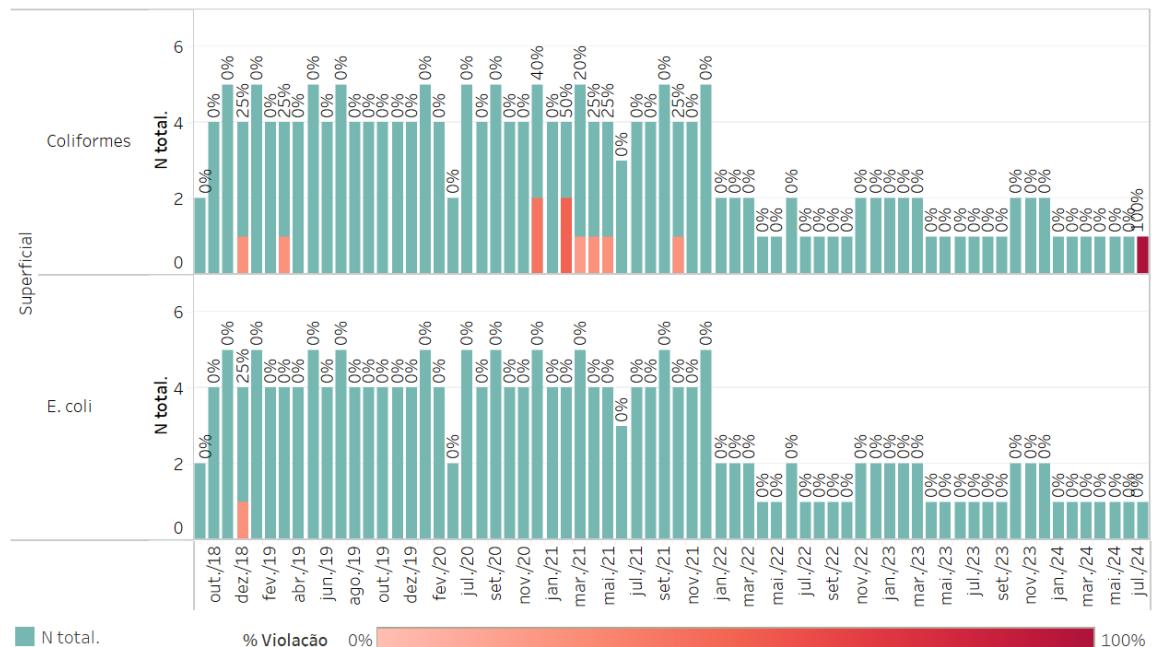
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.20.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto PMQACH 01, a presença de coliformes e *E. coli* foi identificada apenas em alguns meses monitorados. A presença de coliformes não excedeu 50% das amostras no mês, sendo registrado apenas em dezembro/2018, março/2019, dezembro/2020, fevereiro/2021, março/2021, abril/2021, maio/2021 e outubro/2021 (**Figura 6-154**). Considerando o último ciclo de monitoramento (julho/23 a julho/24), houve registro de coliformes no mês de julho/2024.

A presença de *E. coli* foi registrada apenas em dezembro/2018 (25% das amostras do mês com a presença do contaminante) (**Figura 6-154**). Não foi observado um padrão temporal ou sazonal para coliformes e *E. coli* (**Figura 6-154**).

Figura 6-154 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento localizado no município de Aimorés- MG.



Todos os pontos de coleta amostrados apresentaram dados suficientes para a realização das análises estatísticas.

O único parâmetro que apresentou diferença significativa na análise de variação temporal para o ponto PMQACH 416 foi o pH, evidenciando uma tendência de diminuição com o decorrer dos anos (**Figura 6-155**). Para o ponto PMQACH 01, somente sódio total apresentou uma tendência de aumento. Os demais parâmetros (alumínio total, ferro total, pH, turbidez e zinco total), apresentaram tendência de diminuição. (**Figura 6-155**).

Figura 6-155 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

			Alumínio Total	Cloro Total	Cor Aparente	Ferro Total	pH	Sódio Total	Turbidez	Zinco Total
		Saída	↓	—	—	↓	↓	↑	↓	↓
PMQACH 01	Captação						↓			—
PMQACH 416										—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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, os parâmetros que apresentaram diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso ($p < 0,05$) foram alumínio total, bário total, cor aparente, sódio total e turbidez. (**Figura 6-156**). Todos os parâmetros citados apresentaram concentrações significativamente superior durante o período chuvoso em ambos os pontos de coleta (PMQACH 01 e PMQACH 416). Contudo, a única exceção foi para sódio total que apresentou valor significativamente superior no período seco no ponto PMQACH 416 (**Figura 6-156**).

Figura 6-156 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

			Alumínio Total	Bário Total	Cor Aparente	Sódio Total	Turbidez
		Saída	●	●	●		●
PMQACH 01	Captação	●	●	●	●		
PMQACH 416						●	

● valores significativamente superiores no período chuvoso;

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

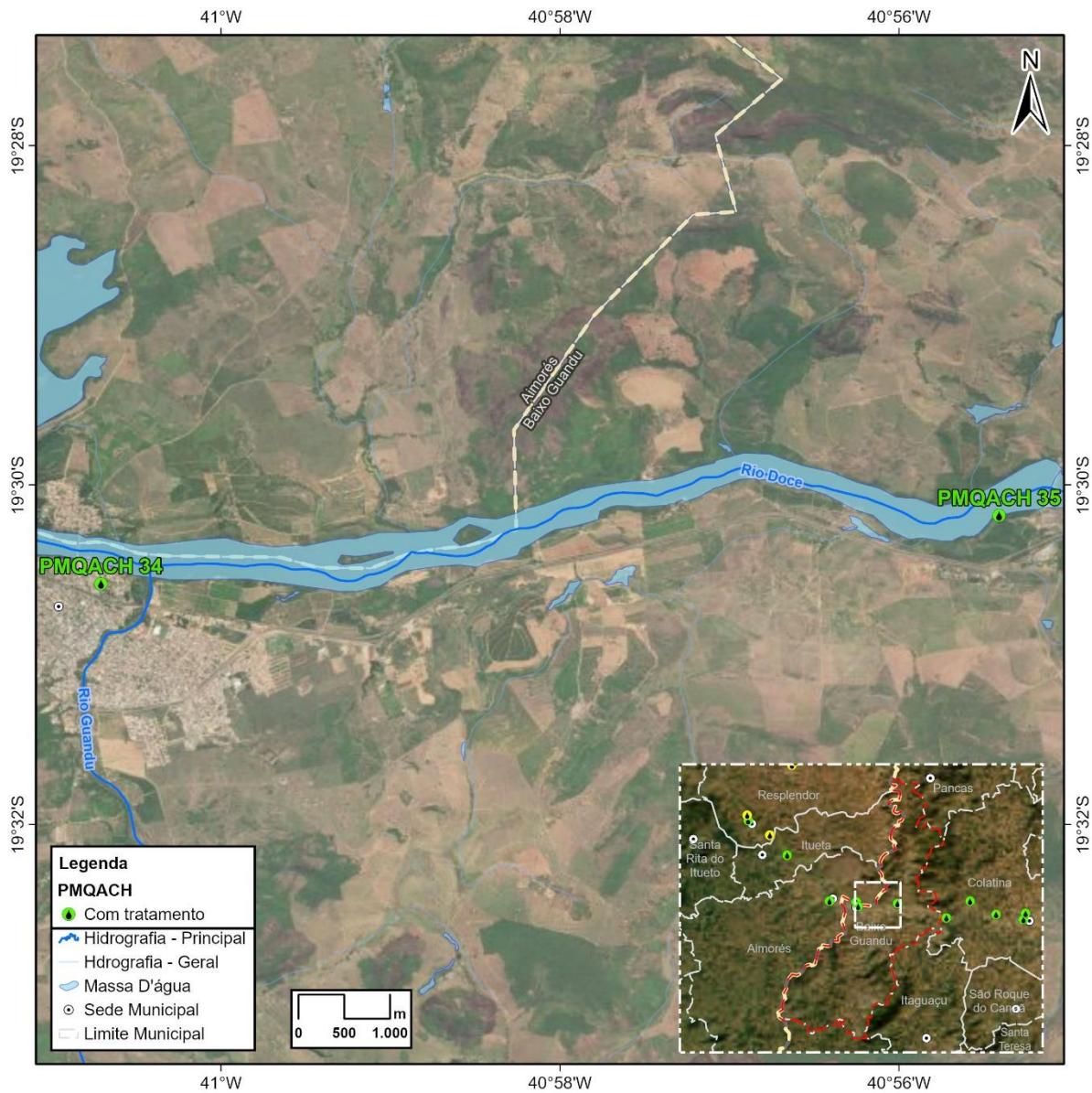
6.21 - Baixo Guandu

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 6-157** 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 e Saída	CONAMA nº 357/2005 e Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 35	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída		Ativo

Figura 6-157 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Baixo Guandu-ES.



6.21.1 - Pontos com tratamento

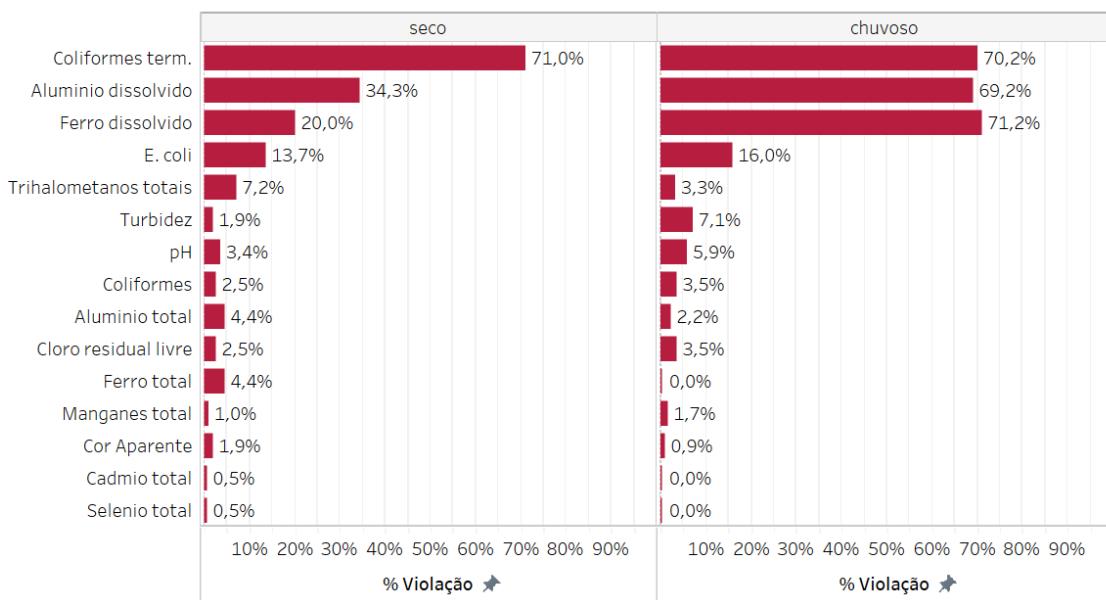
6.21.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

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 6-158**). Estes parâmetros passaram a ser monitorados no período de 2021/2022 após a primeira revisão bianual do PMQACH.

Destacam-se alumínio e ferro dissolvido por apresentarem percentual de violação mais elevado no período chuvoso (69,2% e 71,2%, respectivamente) (**Figura 6-158**). 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 carreada 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 6-158**).

Figura 6-158 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.

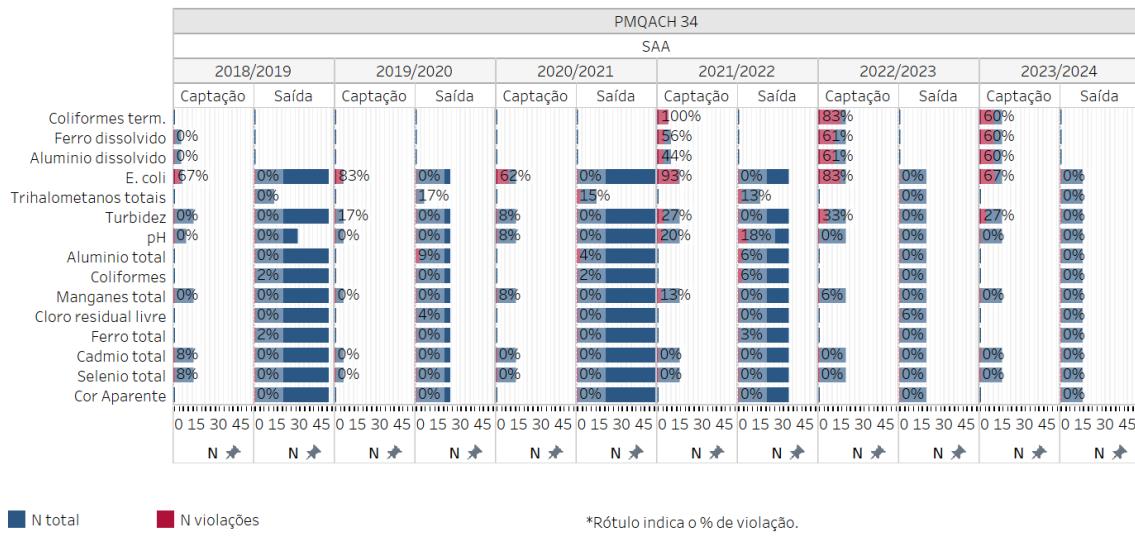


Os pontos com tratamento amostrados no município de Baixo Guandu apresentam abastecimento tipo SAA e captação superficial.

Na captação do ponto PMQACH 34, no período de 2023/2024, coliformes termotolerantes apresentou redução no percentual de violação em relação ao ciclo anterior, com 60% de amostras em desconformidade (9 de 15 amostras) (**Figura 6-159**). Este mesmo percentual foi observado para ferro e alumínio dissolvidos, de modo similar também ao ciclo anterior. Também no último ciclo as violações observadas para *E. coli* (67%, 10 de 15 amostras) e turbidez (27%, 4 de 15 amostras) foram menores do que àquelas do ciclo anterior (**Figura 6-159**).

Na saída do tratamento nenhum parâmetro apresentou desconformidade com a legislação, indicando um eficiente procedimento de tratamento da água (**Figura 6-159**).

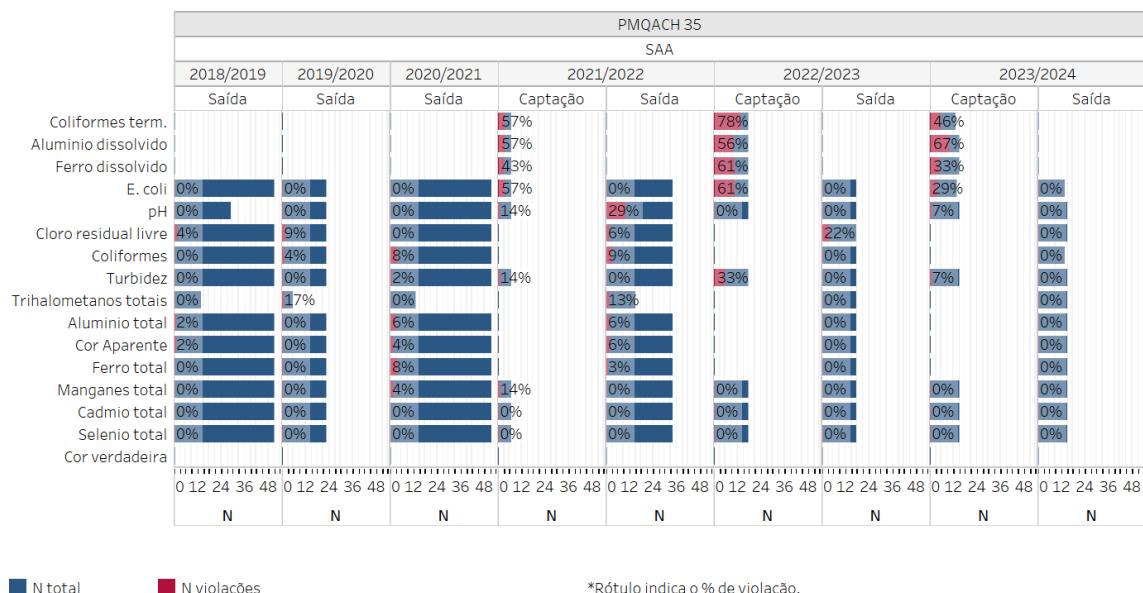
Figura 6-159 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 34, localizado no município de Baixo Guandu-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



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 2023/2024 para alumínio dissolvido (67%, 10 de 15 amostras) superou o registro do ciclo anterior (**Figura 6-160**). Por outro lado, neste mesmo período, foi observada redução no percentual desconforme para coliformes termotolerantes (46%, 6 de 13 amostras), ferro dissolvido (33%, 5 de 15 amostras) e *E. coli* (29%, 4 de 14 amostras) também na captação deste ponto. Ainda na captação, pH e turbidez apresentaram violação pontual em apenas uma amostra (7%) (**Figura 6-160**). Tal como observado no ponto PMQACH 34, todos os parâmetros apresentaram conformidade na saída do tratamento (**Figura 6-160**).

Figura 6-160 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 35, localizado no município de Baixo Guandu-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

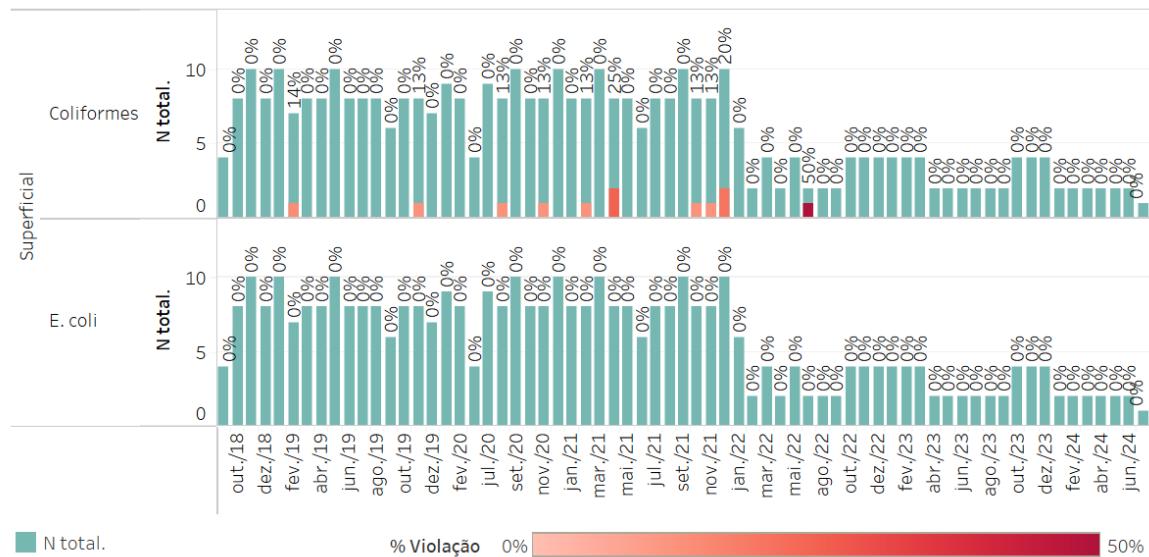
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.21.1.2 - 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 somente 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/2023 a julho/2024) não há registro deste microrganismo.

Para *E. coli*, não houve violação do limite legal em nenhum dos meses amostrados. Não há um padrão temporal ou sazonal evidente para nenhum desses dois parâmetros (Figura 6-161).

Figura 6-161 - 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.



As análises de série temporal apontaram diferença estatística ($p < 0,05$) para o parâmetro zinco total, evidenciando tendência geral de diminuição nos pontos PMQACH 34 (captação e saída) e PMQACH 35 (saída) (Figura 6-162). Cor Aparente foi estatisticamente superior no ponto PMQACH 34 (captação) enquanto sódio total foi estatisticamente superior no PMQACH 35 (saída) (Figura 6-162). Apesar de apresentar diferença estatística nos diferentes anos de

coleta em PMQACH 35 (saída), Bário total não apresentou um padrão claro de aumento ou diminuição.

Figura 6-162 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Bário Total	Cor Aparente	Sódio Total	Zinco Total
PMQACH 34	Captação	↑		↓	
	Saída	—		↓	
PMQACH 35	Captação				
	Saída	—	—	↑	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2022/2023; — 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, zinco total foi o único parâmetro que não apresentou diferença estatística nos diferentes períodos (seco e chuvoso). Observa-se diferença significativa ($p < 0,05$) para bário total, apresentando valores superiores no período chuvoso para todos os pontos de coleta (Figura 6-163). Sódio total apresentou diferença significativa entre os períodos chuvoso e seco, sendo os maiores valores observados no período seco em todos os pontos de coleta (Figura 6-163). PMQACH 34 (captação e saída) e PMQACH 35 (captação) foram significativamente diferentes quanto aos parâmetros cor aparente e turbidez, sendo os maiores valores encontrados para o período chuvoso (Figura 6-163).

Figura 6-163 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Bário Total	Cor Aparente	Sódio Total	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.

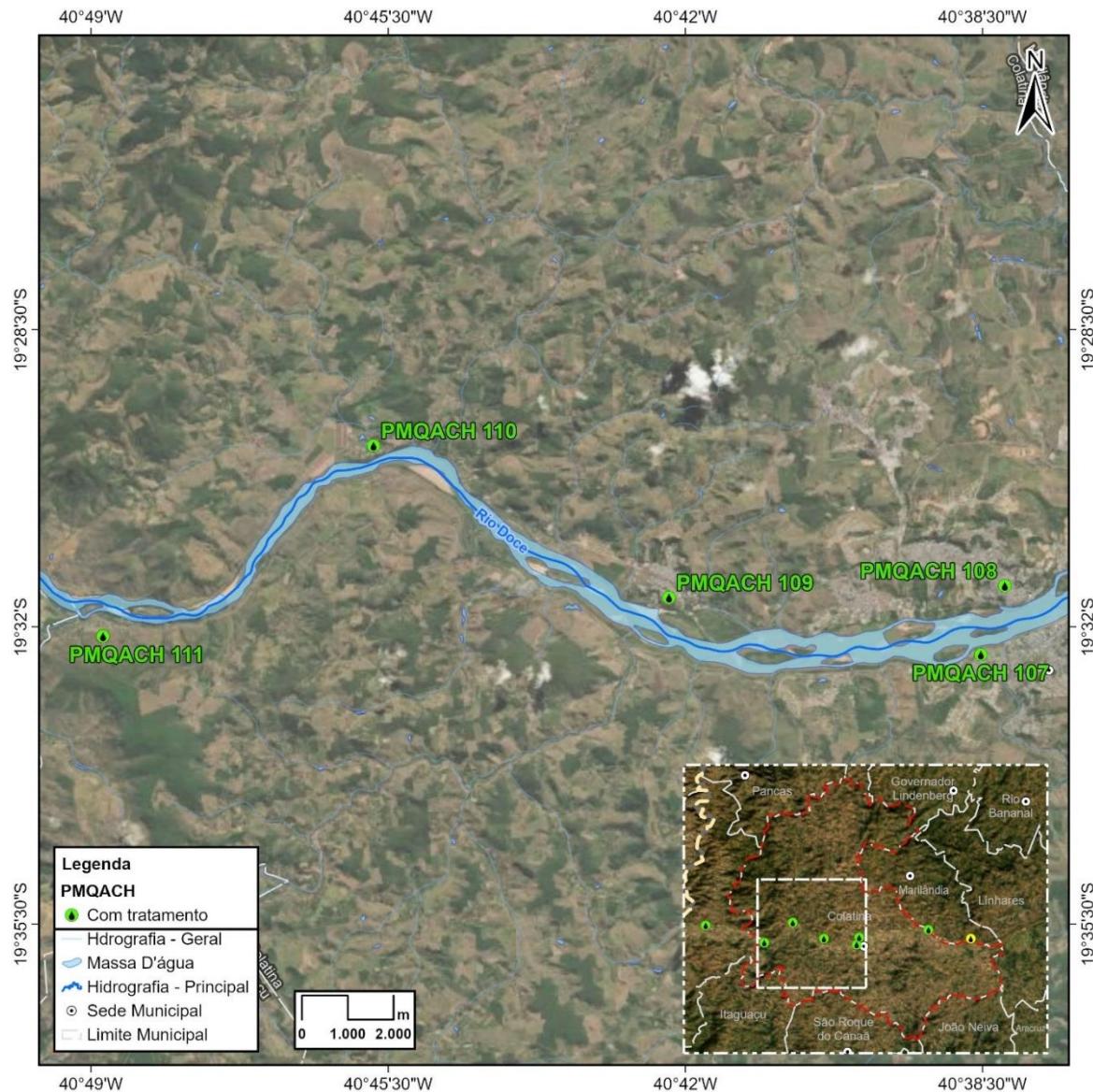
6.22 - Colatina

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 6-164** 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 e Saída		Ativo
PMQACH 108	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA nº 357/2005 e Anexo XX da PRC nº 5/2017	Ativo
PMQACH 109	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída	e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 110	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída		Ativo
PMQACH 111	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída		Ativo

Figura 6-164 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Colatina-ES.



6.22.1 - Pontos com tratamento

6.22.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

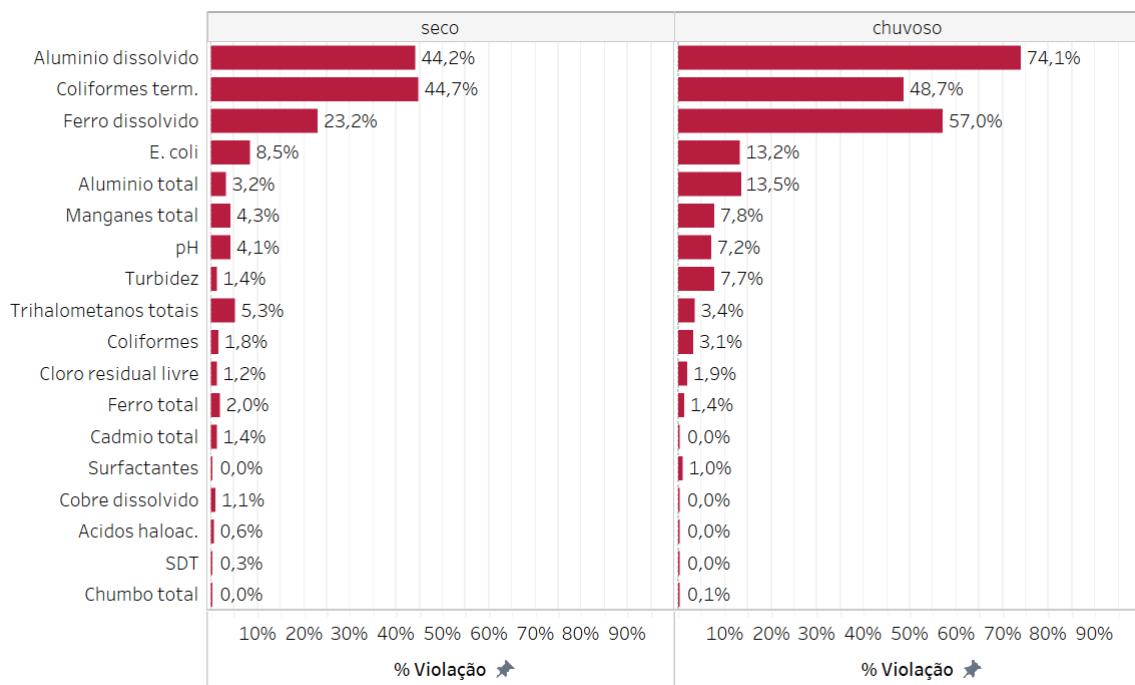
Para os pontos com tratamento do município de Colatina-ES, alumínio dissolvido, coliformes termotolerantes e ferro dissolvido, que passaram a ser monitorados após a primeira revisão bianual do PMQQS, em janeiro de 2022, apresentaram os maiores percentuais de violação (período chuvoso e seco). Estes três parâmetros apresentaram um padrão sazonal com percentuais de violação mais elevados na estação chuvosa (**Figura 6-165**).

Coliformes termotolerantes apresentou 44,7% de violação no período seco e 48,7% no período chuvoso (**Figura 6-165**). 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 23,2% no período seco e 57% no período chuvoso) (**Figura 6-165**). 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 44,2% no período seco e 74,1% no período chuvoso), 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 6-165**). 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 6-165**).

Figura 6-165 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.



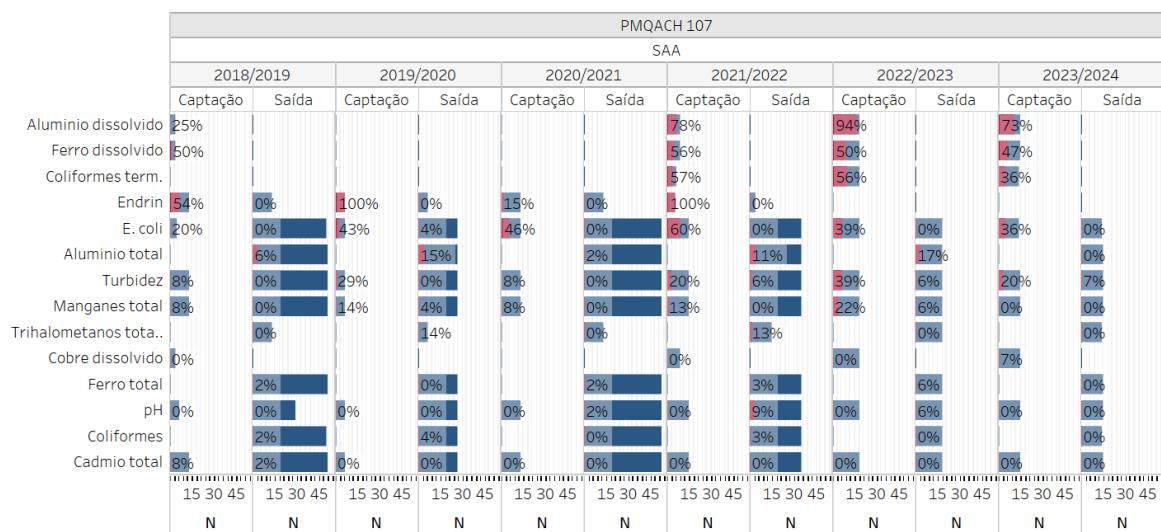
Cinco pontos com tratamento, captação superficial e do tipo SAA foram monitorados.

Na captação do ponto PMQACH 107, em 2023/2024, foi observada redução no percentual de violação para os parâmetros alumínio dissolvido (73%, 11 de 15 amostras), ferro dissolvido (47%, 7 de 15 amostras) e coliformes termotolerantes (36%, 5 de 14 amostras) (**Figura 6-166**). Cobre dissolvido, monitorado também exclusivamente na captação do ponto, apresentou, pela primeira vez no monitoramento, violação pontual de 7% (1 de 15 amostras) (**Figura 6-166**).

Também na captação do ponto, em 2023/2024, *E. coli* apresentou pequena redução no percentual de violação (36%, 5 de 14 amostras) (**Figura 6-166**). Na saída do tratamento, este parâmetro apresentou conformidade. Turbidez, também na captação, apresentou redução no percentual de violação em 2023/2024, com 20% das amostras do período em desconformidade

(3 de 15 amostras) (**Figura 6-166**). Na saída do tratamento este parâmetro apresentou violação pontual de 7% (1 de 15 amostras) (**Figura 6-166**).

Figura 6-166 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 107, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

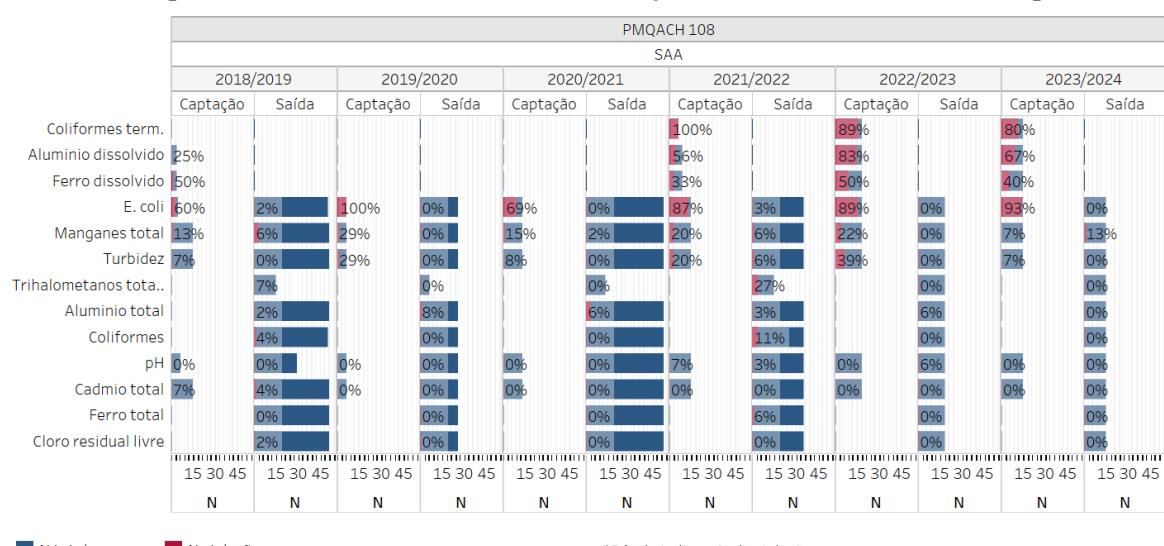
■ N violações

*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, apresentou redução no percentual de violação em 2023/2024 em relação ao período anterior, embora ainda tenha sido um percentual elevado (80%, 12 de 15 amostras) (**Figura 6-167**). Também na captação foi registrado redução no percentual desconforme em 2023/2024 para alumínio dissolvido (67%, 10 de 15 amostras) e ferro dissolvido (40%, 6 de 15 amostras) em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-167**). *E. coli* apresentou 93% de violação na captação em 2023/2024, percentual tão elevado quanto o do ciclo anterior. Manganês e turbidez, na captação apresentaram violação pontual em apenas 1 das 15 amostras do último ciclo (7%) (**Figura 6-167**). Após o tratamento, na saída do ponto, apenas manganês total apresentou violação de 13% (2 de 15 amostras) (**Figura 6-167**).

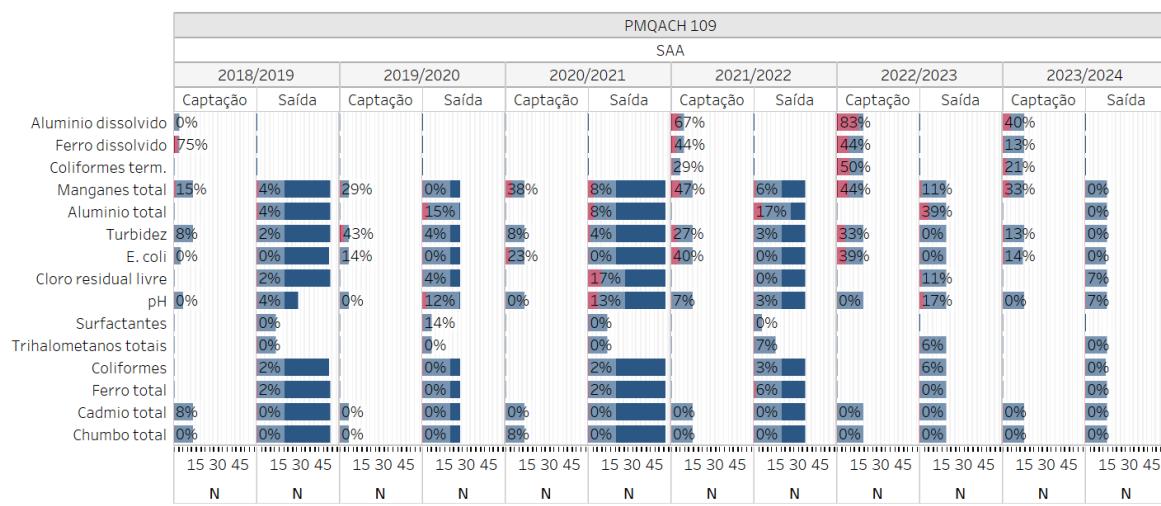
Figura 6-167 - Percentual de violação dos parâmetros monitorado no ponto PMQACH 108, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



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 109, no ciclo de 2023/2024, todos os parâmetros monitorados apresentaram redução no percentual de violação. Alumínio dissolvido apresentou 40% de violação (6 de 15 amostras), ferro dissolvido 13% (2 de 15 amostras), coliformes termotolerantes 21% (3 de 14 amostras), manganês total 33% (5 de 15 amostras), turbidez 13% (2 de 15 amostras) e *E. coli* 14% (2 de 14 amostras) (**Figura 6-168**). Na saída do tratamento, apenas cloro residual livre e pH apresentaram violação pontual de 7% (1 de 15 amostras) (**Figura 6-168**).

Figura 6-168 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 109, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

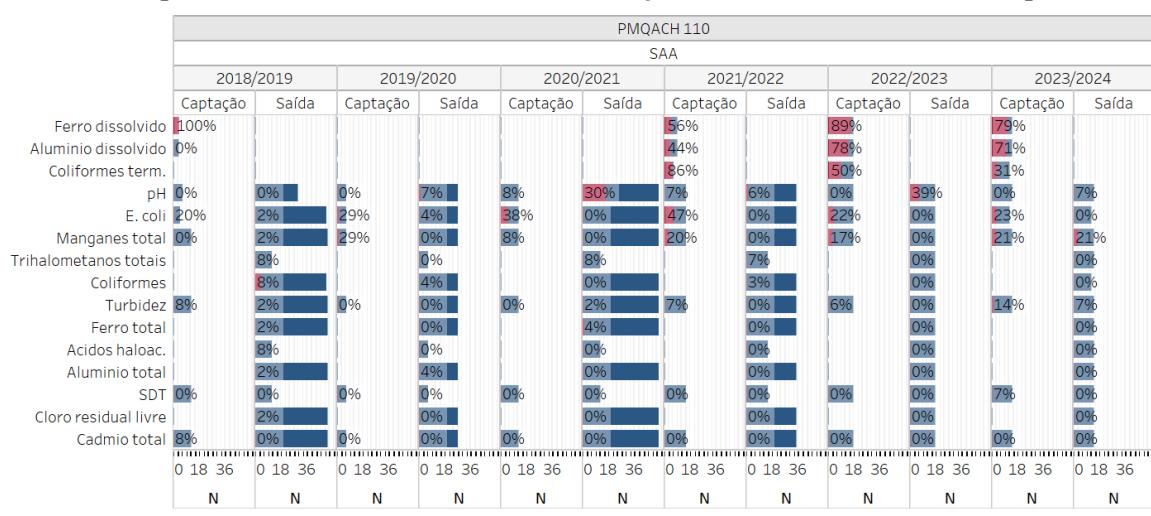
*Rótulo indica o % de violação.

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 110, no ciclo de 2023/2024, foram observadas reduções nos percentuais de violação para ferro dissolvido (79%, 11 de 14 amostras), alumínio dissolvido (71%, 10 de 14 amostras) e coliformes termotolerantes (31%, 4 de 13 amostras) (**Figura 6-169**). Também na captação do ponto, no último ciclo, *E. coli* apresentou percentual de violação de 23% (3 de 13 amostras) e sólidos dissolvidos totais (SDT) 7% (1 de 14 amostras) (**Figura 6-169**). Ambos os parâmetros apresentaram conformidade na saída do tratamento. Manganês total apresentou 21% de violação (3 de 14 amostras) tanto na captação quanto na saída. Turbidez apresentou 14% de violação na captação (2 de 14 amostras) e 7% na saída do

tratamento (1 de 14 amostras) (**Figura 6-169**). Embora tenha apresentado conformidade na captação do tratamento pH apresentou violação pontual após o tratamento (7%, 1 de 14 amostras) (**Figura 6-169**).

Figura 6-169 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 110, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

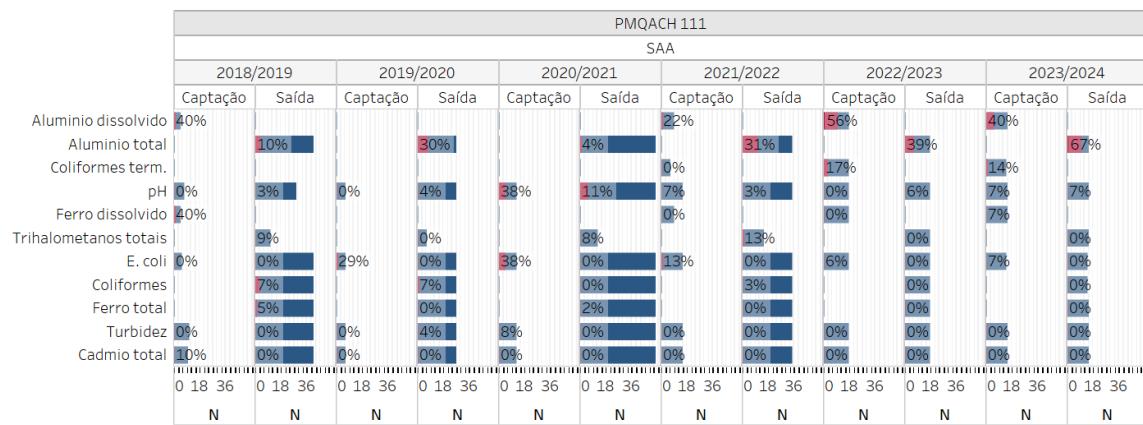
■ N violações

*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 111, alumínio dissolvido apresentou, em 2023/2024, 40% de violação nas amostras do período (40%, 6 de 15 amostras), resultado que representa uma pequena redução em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-170**). Apresentaram violações pontuais na captação os parâmetros coliformes termotolerantes (14%, 2 de 14 amostras) e ferro dissolvido (7%, 1 de 15 amostras) (**Figura 6-170**). O parâmetro pH apresentou 7% de violação tanto na captação, quanto na saída, no último ciclo de monitoramento (1 de 15 amostras) (**Figura 6-170**). E. coli apresentou também 7% de violação na captação (1 de 15 amostras), mas conformidade na saída do tratamento (**Figura 6-170**).

Figura 6-170 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 111, localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

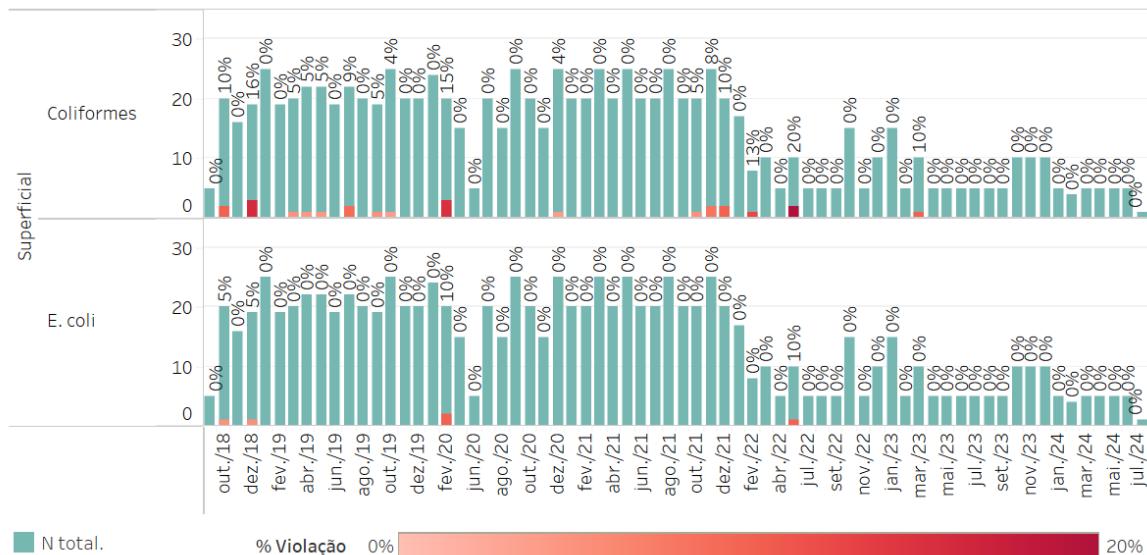
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.22.1.2 - 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 6-171**). Para coliformes, o percentual de violação não ultrapassou 20%. Apesar de ter sido possível observar um padrão sazonal (presença de coliformes, geralmente em meses chuvosos), não foi possível notar um padrão temporal evidente para este parâmetro. Para *E. coli*, o percentual máximo foi de 10% nos meses de

fevereiro de 2020 e maio de 2022, únicas duas ocorrências da presença do contaminante, não sendo possível observar um padrão temporal ou sazonal (**Figura 6-171**).

Figura 6-171 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli*, na saída de pontos sem tratamento, localizados no município de Colatina.



A seguir serão apresentadas as tendências observadas para os parâmetros que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) no ciclo atual (2023/2024), em comparação com os ciclos anteriores. Zinco total apresentou tendência de aumento ao longo dos anos no ponto de captação de PMQACH 107 (**Figura 6-172**). Já no seu ponto de saída, zinco total e manganês total apresentaram tendência de queda ao longo dos anos, enquanto cor aparente apresentou tendência de aumento (**Figura 6-172**). No ponto de captação do PMQACH 108 não foi observado nenhum padrão de tendência no decorrer do tempo (**Figura 6-172**). Contudo, no ponto de saída de PMQACH 108 foi observado uma tendência de aumento para cor aparente e uma tendência de queda nas concentrações de zinco total (**Figura 6-172**). Para o ponto de captação do PMQACH 109, apenas sódio total apresentou um padrão claro, sendo esse, um padrão de aumento ao longo dos anos (**Figura 6-172**). Já para o ponto de saída de PMQACH 109, bário total, cor aparente e manganês total apresentaram uma tendência de aumento enquanto zinco total apresentou uma tendência de queda nas suas concentrações ao longo dos anos (**Figura 6-172**). Para o ponto de captação de PMQACH 110 apenas turbidez apresentou

um padrão claro, sendo esse, um padrão de aumento (**Figura 6-172**). No ponto de saída de PMQACH 110 apenas cor aparente apresentou uma tendência de aumento (**Figura 6-172**). Para o ponto de captação do PMQACH 111 observou-se um padrão de diminuição ao longo do tempo nos parâmetros bário total e zinco total (**Figura 6-172**). Já para o ponto de saída, além dos parâmetros citados anteriormente, sódio total também apresentou uma tendência de diminuição ao longo do tempo (**Figura 6-172**). Já os parâmetros cor aparente e manganês total, apresentaram uma tendência de aumento ao longo do tempo (**Figura 6-172**).

Figura 6-172 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

			Bário Total	Cor Aparente	Manganês Total	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	↓	↑	↑	↓	—	—	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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 análise sazonal, observou-se que sódio total, quando significativo ($p < 0,05$), apresentou valores de concentração superiores no período seco. Este parâmetro foi o único que apresentou maiores valores no período seco. Sódio total foi significativo para PMQACH 107 (captação e saída), PMQACH 108 (captação e saída), PMQACH 109 (captação e saída), PMQACH 110 (saída) e PMQACH 111 (saída) (**Figura 6-173**). No ponto de captação de PMQACH 107, os parâmetros que apresentaram maiores no período chuvoso foram bário total, cor aparente, manganês total e turbidez (**Figura 6-173**). Já no ponto de saída, apenas bário total e cor aparente apresentaram maiores valores no período chuvoso (**Figura 6-173**). De igual modo, o ponto de captação do PMQACH 108 apresentou os maiores valores no período seco para bário total, cor aparente, manganês total e turbidez (**Figura 6-173**). Já para o ponto de saída, somente bário total apresentou maiores valores no período chuvoso. Já no ponto de captação de PMQACH 109, os parâmetros que apresentaram maiores valores no período chuvoso foram cor aparente, manganês total, turbidez e zinco total. Bário total foi o único parâmetro que apresentou concentração maior no período chuvoso para o ponto de saída de PMQACH 109 (**Figura 6-173**). Para o ponto de captação de PMQACH 110 todos os parâmetros que apresentaram diferença significativa se deram com maiores valores no período chuvoso. Esses parâmetros foram bário total, cor aparente, manganês total, turbidez e zinco total. No ponto de saída de PMQACH 110, os parâmetros que apresentaram maiores valores para o período chuvoso foram bário total e manganês total (**Figura 6-173**). Os parâmetros que apresentaram valores superiores no período chuvoso em PMQACH 111 foram cor aparente e turbidez, ambos no ponto de captação, e bário total, no ponto de saída (**Figura 6-173**).

Figura 6-173 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

			Bálio Total	Cor Aparente	Manganês Total	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.

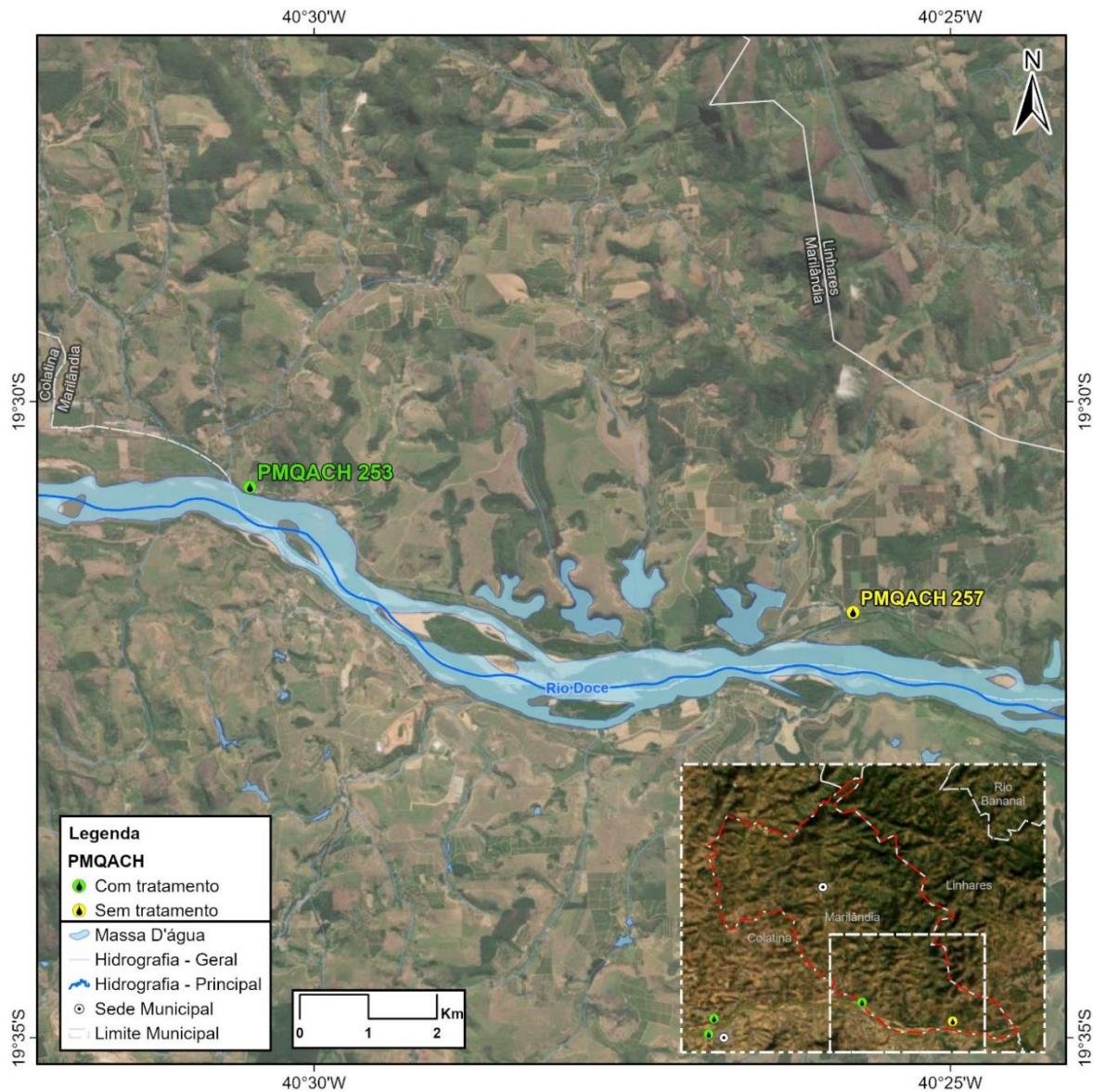
6.23 - Marilândia

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 6-174** 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 nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 257	Subterrânea	SAC	Não	Saída		Ativo

Figura 6-174 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Marilândia-ES.



6.23.1 - Pontos sem tratamento

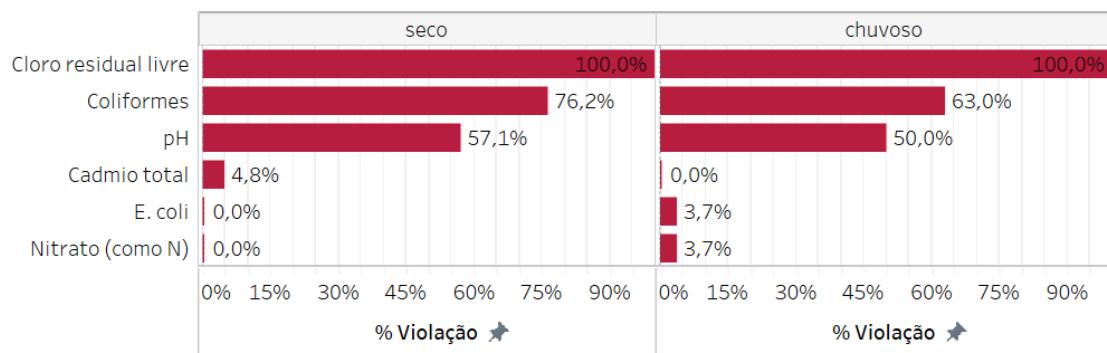
6.23.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Marilândia-ES, no ponto sem tratamento, destacam-se três parâmetros, por apresentarem percentual de violação superior à 50%: cloro residual livre, coliformes e *pH*. O cloro residual livre violou 100% dos limites legais para os dois períodos (seco e chuvoso) (**Figura 6-175**). Reforça-se, entretanto, que a partir de janeiro de 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 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 (76,2% no período seco e 63% no período chuvoso) (**Figura 6-175**). Embora conte com 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 57,8% do esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2010) e, comparativamente com outros municípios do estado do Espírito Santo, ocupa a 39^a posição (de um total de 78 municípios), sendo que a 1^a posição corresponde ao município com maior percentual de esgotamento sanitário (IBGE, 2010). A ausência de tratamento do esgoto sanitário em quase metade 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 5% para ambos os períodos. Cádmio total se destaca entre estes parâmetros com baixo percentual de violação por violar os limites legais somente no período seco (4,8%). *E. coli* e nitrato (3,7%) violaram os limites legais apenas no período chuvoso (**Figura 6-175**). Não foi observado um padrão sazonal evidente para os pontos sem tratamento de Marilândia.

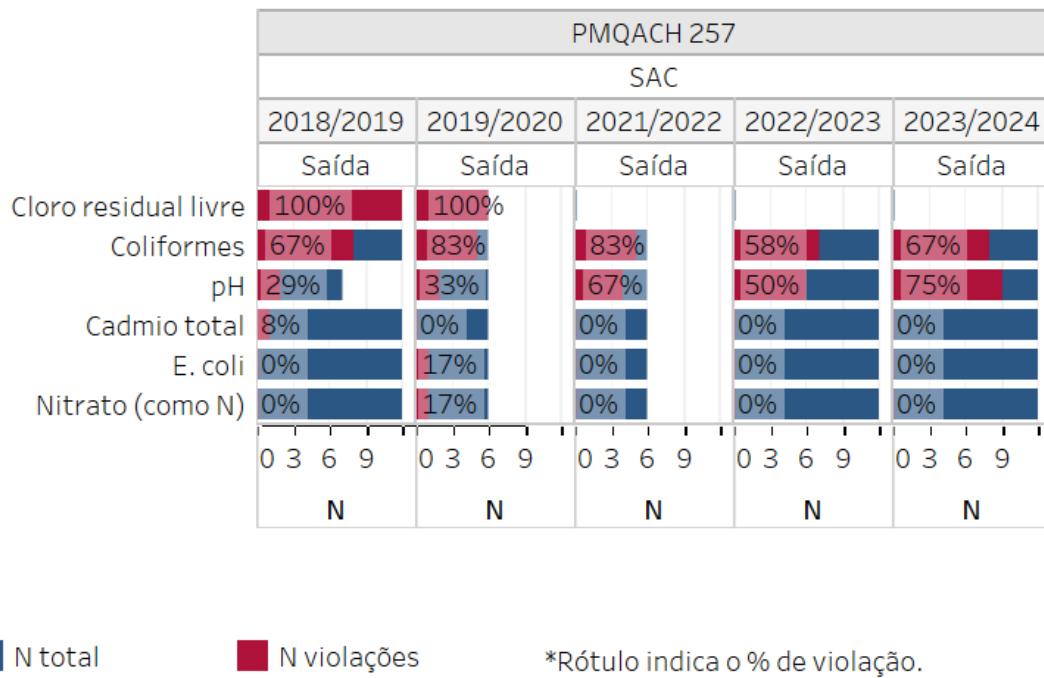
Figura 6-175 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto sem tratamento do município de Marilândia-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



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 2023/2024, foi observada violações apenas para os parâmetros coliformes (67%, 8 de 12 amostras) e pH (75%, 9 de 12 amostras). Estes resultados representam um aumento em relação ao observado no ciclo anterior (**Figura 6-176**).

Figura 6-176 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 257 localizado no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.

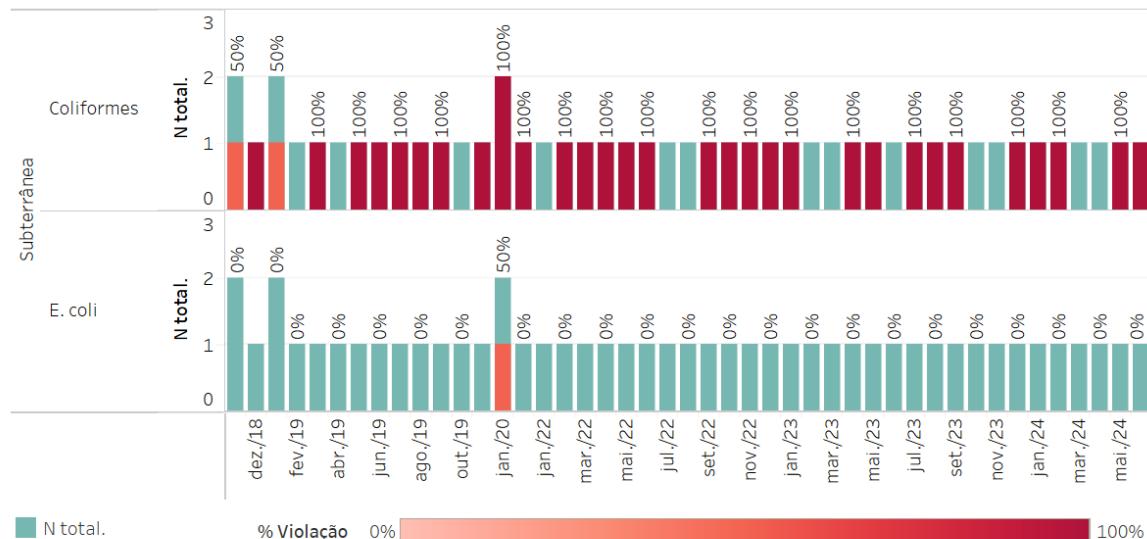


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

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 6-177**). *E. coli*, por outro lado, foi registrada apenas no mês de janeiro/2020. (**Figura 6-177**). Não foi possível observar padrões sazonais de variação destes dois parâmetros no ponto.

Figura 6-177 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* avaliados na saída do ponto sem tratamento, localizado no município de Marilândia-ES.



De acordo com a análise da série temporal, PMQACH 257 apresentou apenas três parâmetros que obtiveram diferença significativa no ciclo de 2023/2024 para os demais ciclos ($p < 0,05$) e que apresentaram um padrão claro de queda ou aumento no decorrer dos anos. Cloreto total e sulfato apresentaram uma tendência de diminuição (Figura 6-178) enquanto o nitrato apresentou uma tendência de aumento ao longo do tempo (Figura 6-178).

Figura 6-178 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.



↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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 apontou que o único parâmetro que apresentou diferença significativa entre os dois períodos ($p < 0,05$) foi sólido dissolvidos total para o ponto PMQACH 257. Este parâmetro obteve valores de concentração superiores durante o período chuvoso (**Figura 6-179**).

Figura 6-179 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.



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

6.23.2 - Pontos com tratamento

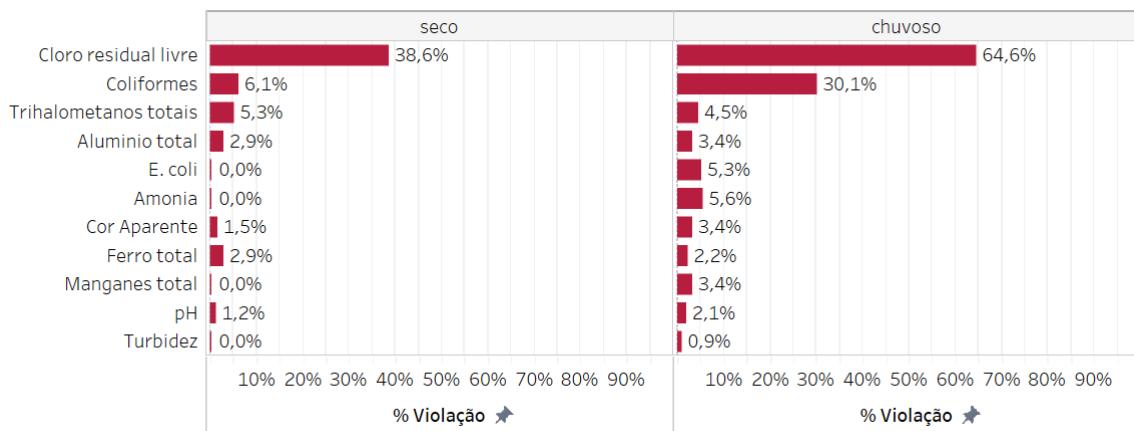
6.23.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

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 (30,1% no período chuvoso e 6,1% no período seco) (**Figura 6-180**). 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 6-180**). Com exceção do cloro residual livre e coliformes, os demais parâmetros apresentaram violação abaixo de 6% (**Figura 6-180**).

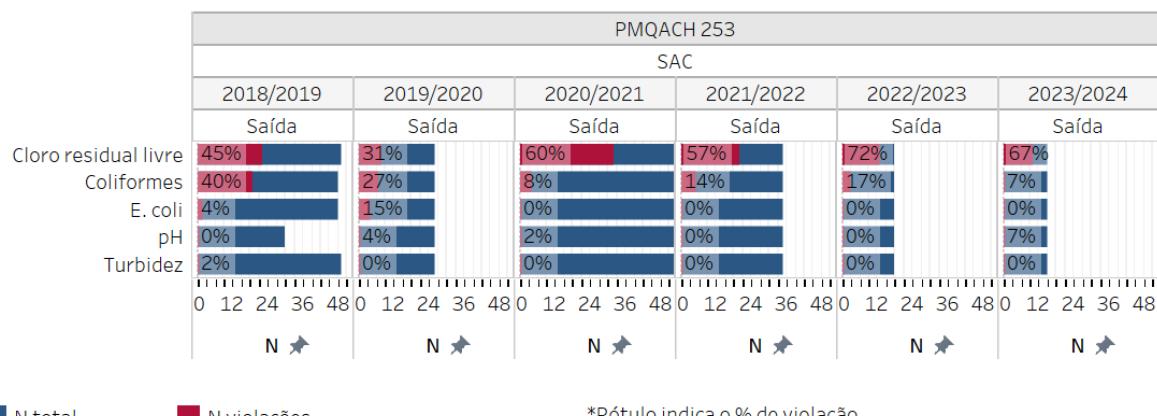
Para o ponto com tratamento do município de Marilândia, cabe destacar que, por se tratar de um reservatório, de acordo com a Portaria GM/MS nº 888, é necessário o monitoramento dos parâmetros *E. Coli*, coliformes, cloro, pH e turbidez.

Figura 6-180 - 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/2024 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, 2023/2024, cloro residual livre violou a legislação em 67% das amostras do período (10 de 15 amostras), resultado que representou uma pequena redução em relação ao ciclo anterior. Pontualmente, coliformes e pH apresentaram violação de 7%, em apenas 1 das 15 amostras do último ciclo (Figura 6-181).

Figura 6-181 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 253 localizado no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



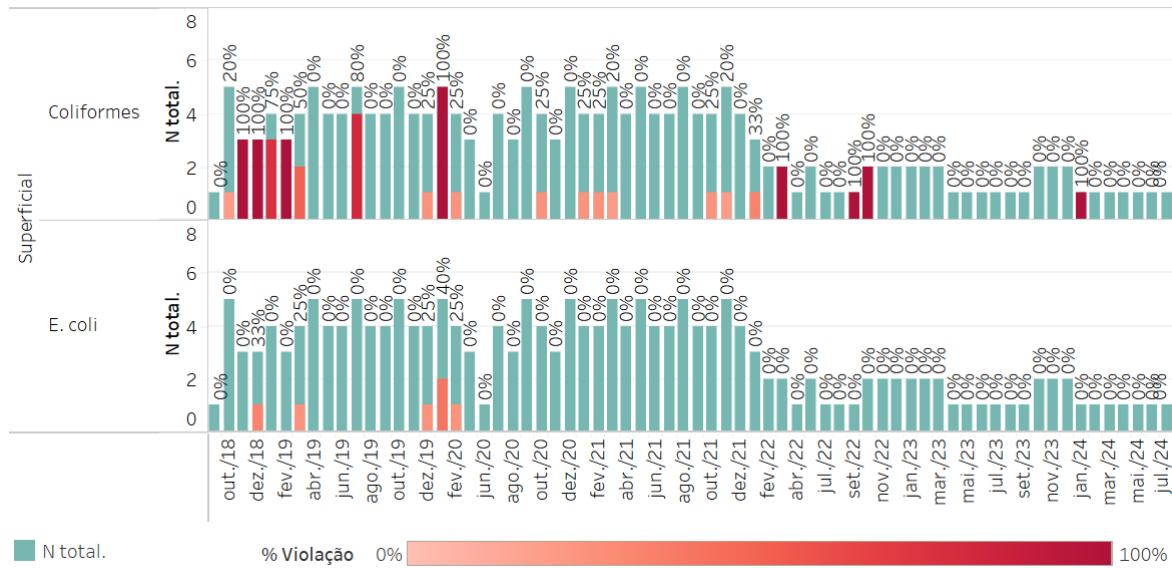
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

*Rótulo indica o % de violação.

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, 2023/2024, o contaminante foi identificado apenas no mês de janeiro/2024. E. A presença de *E. coli*, por sua vez em apenas 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 6-182**).

Figura 6-182 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Marilândia-ES.



Na análise temporal, alguns parâmetros apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre o ciclo atual (2023/2024) e os ciclos anteriores, evidenciando padrões claros ao longo do tempo. Entre eles, destacam-se bário total, sódio total, turbidez e zinco total. Todos os parâmetros citados mostraram uma tendência de aumento em seus valores no decurso dos anos (**Figura 6-183**).

Figura 6-183 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Bário Total	Cor Aparentes	Ferro Total	pH	Sódio Total	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 253	Saída	↑	—	—	—	↑	↑	↑

↑ aumento entre anos com ênfase em 2022/2023; — 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 dados do ponto PMQACH 253 revelou padrões distintos entre os períodos seco e chuvoso. No ponto de saída do PMQACH 253, os parâmetros que registraram valores mais elevados durante o período seco foram cloro residual livre e pH (**Figura 6-184**). Por outro lado, os parâmetros bário total, cor aparente e turbidez apresentaram diferenças significativas, com valores superiores no período chuvoso (**Figura 6-184**).

Figura 6-184 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Bário Total	Cloro Residual Livre	Cor Aparentes	pH	Turbidez
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

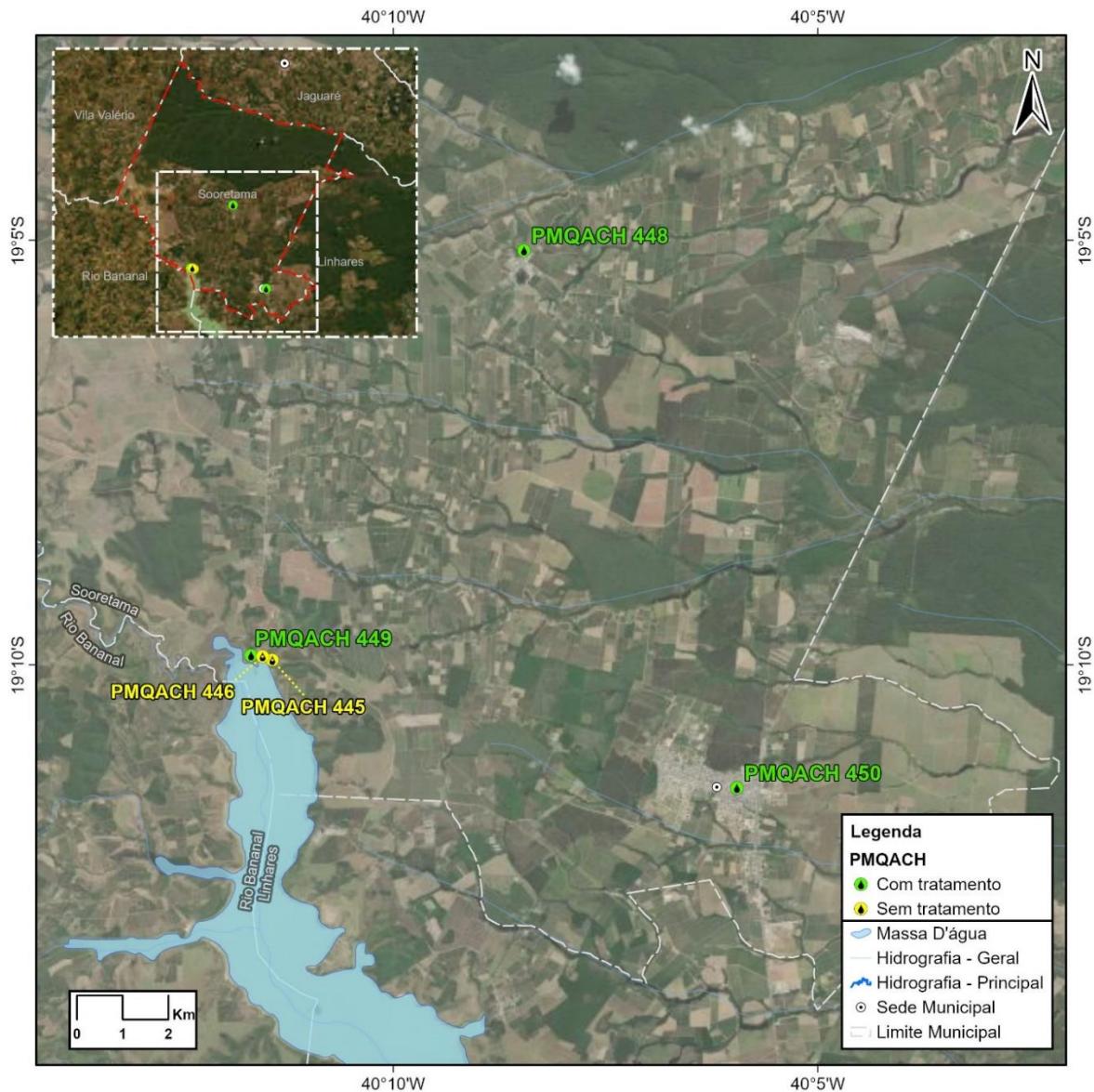
No município de Sooretama-ES, foram considerados 06 (seis) pontos de monitoramento. Destes, 3 (três) possuem tratamento e são do tipo Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e 3 (três) não possuem tratamento e são do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) (**Figura 6-185** e **Quadro 6-24**).

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	Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 446	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 447*	Subterrânea	SAI	Não	Saída		17/02/2024
PMQACH 448	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA nº 357/2005 e Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 449	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída		Ativo
PMQACH 450	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída		Ativo

*O ponto foi excluído sem a realização de coleta no local.

Figura 6-185 - 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 100% de violação em ambos os períodos e coliformes e nitrato com pelo menos 50% de violação em um dos períodos sazonais (**Figura 6-186**).

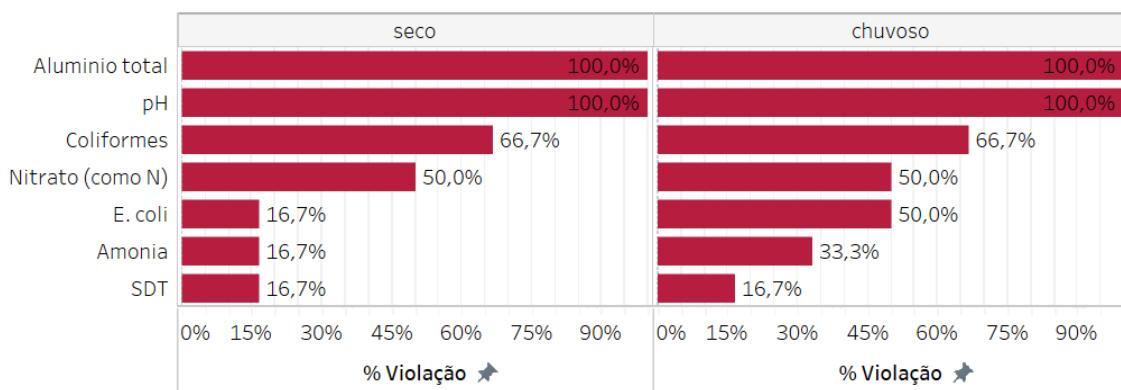
Alumínio total possui ocorrência natural na bacia do rio Doce, presente na composição de solos e rochas da região (PIRH Doce, 2021). Já em relação aos resultados de pH, todos foram inferiores ao limite mínimo legal, indicando característica ácida da água.

Coliformes apresentou 66,7% tanto no período seco quanto no período chuvoso, já *E. coli* apresentou 16,7% de violação no período seco e 50% de violação durante o período chuvoso (**Figura 6-186**). A presença *E. coli* nas amostras indica relação com contaminação fecal da água provenientes de esgoto doméstico ou criação de animais. Embora conte com 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 45,7% (IBGE, 2010) e, comparativamente com outros municípios do estado do Espírito Santo, ocupa a 57^a posição (de um total de 78 municípios), sendo que a 1^a posição corresponde ao município com maior percentual de esgotamento sanitário (IBGE, 2010). A ausência de tratamento adequado de esgoto (em mais da metade do município) 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).

Destaca-se ainda violações do parâmetro nitrato com 50% de violação tanto no período seco quanto 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 6-186**).

Em menores percentuais, o parâmetro amônia apresentou 16,7% de violação no período seco e 33,3% no período chuvoso, enquanto sólidos dissolvidos totais apresentou 16,7% de violação em ambos os períodos (**Figura 6-186**).

Figura 6-186 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.

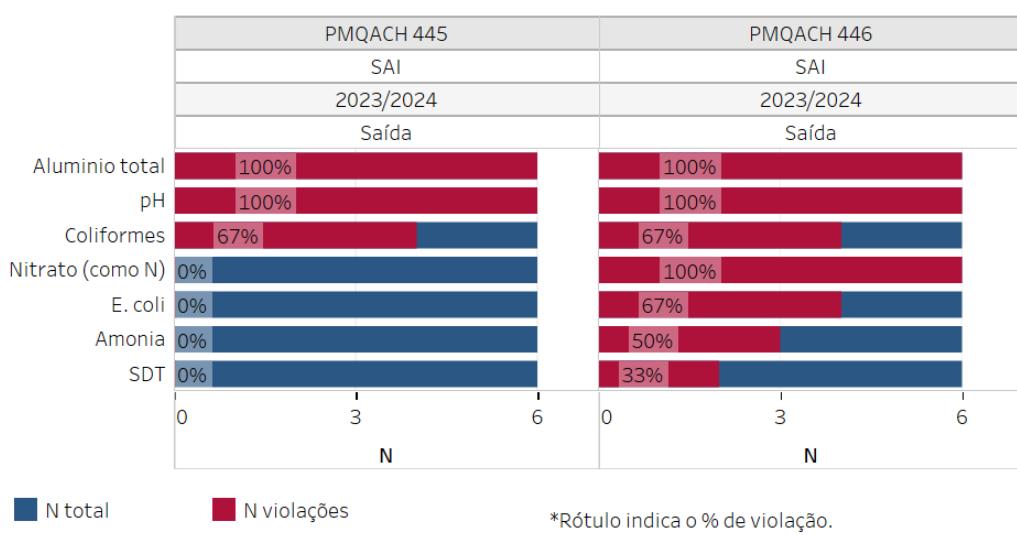


Dois pontos sem tratamento de água foram monitorados, todos com captação subterrânea e do tipo SAI (PMQACH 445 e PMQACH 446). As amostragens tiveram início em fevereiro/2024 com a 2^a revisão bianual do PMQACH.

Os parâmetros alumínio total e pH apresentaram 100% de violação (todas as 6 amostras) em ambos os pontos, assim como coliformes, que registraram 67% de violação (4 de 6 amostras).

No ponto PMQACH 445, apenas esses parâmetros apresentaram desconformidade. Já no ponto PMQACH 446, além desses, também foram registradas violações para nitrato (100%, todas as 6 amostras), *E. coli* (67%, 4 de 6 amostras), amônia (50%, 3 de 6 amostras) e sólidos dissolvidos totais (33%, 2 de 6 amostras) (**Figura 6-187**).

Figura 6-187 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 445 e PMQACH 446, localizados no município de Sooretama-ES, entre fevereiro/2024 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.

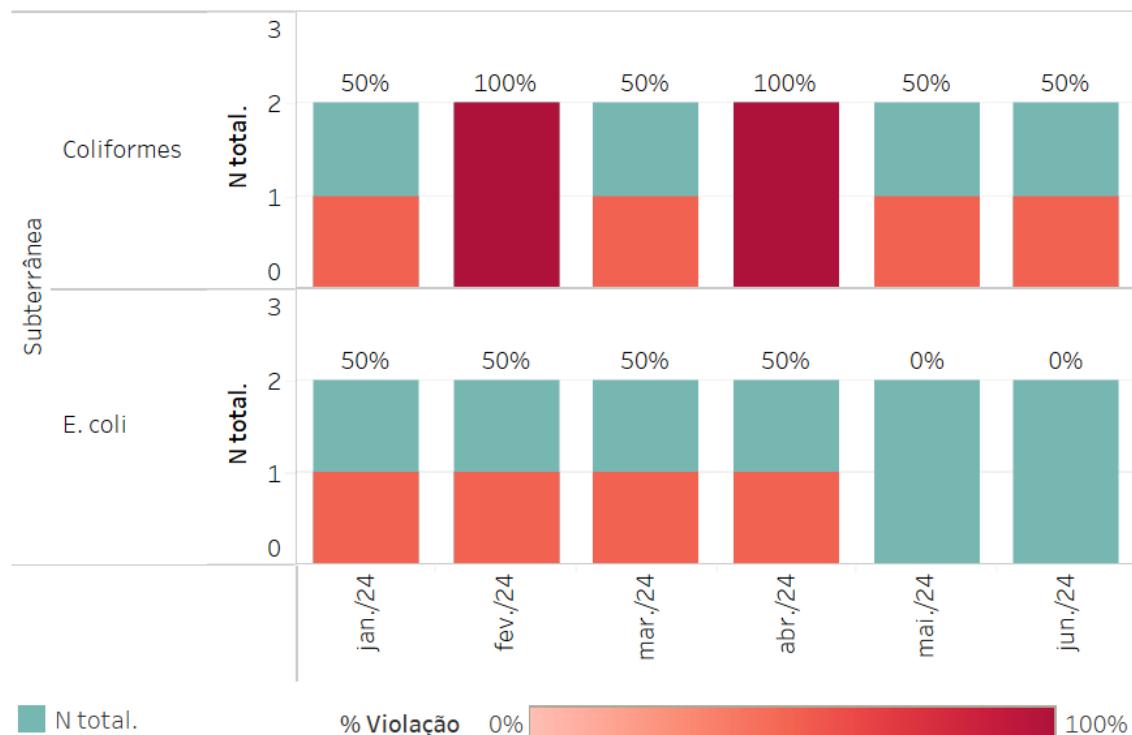


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.24.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos sem tratamento e com captação subterrânea, a presença de coliformes foi registrada nos seis meses de monitoramento, atingindo 100% de violação nos meses fevereiro/2024 e abril/2024 (**Figura 6-188**). A presença de *E. coli* somente não foi registrada em maio/2024 e junho/2024. Não foi identificado um padrão temporal ou sazonal evidente para a presença destes contaminantes.

Figura 6-188 - 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.

A análise sazonal dos dados revelou que todos os parâmetros com diferença significativa ($p < 0,05$) apresentaram valores mais elevados durante o período chuvoso. No ponto PMQACH 445, os parâmetros que exibiram essa diferença foram sulfato e turbidez (Figura 6-189). Já no ponto PMQACH 446, cloreto total foi o único parâmetro com diferença significativa entre os períodos analisados (Figura 6-189).

Figura 6-189 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de janeiro/2024 a julho/2024.

	Cloreto Total	Sulfato	Turbidez
PMQACH 445		●	●
PMQACH 446	●		

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

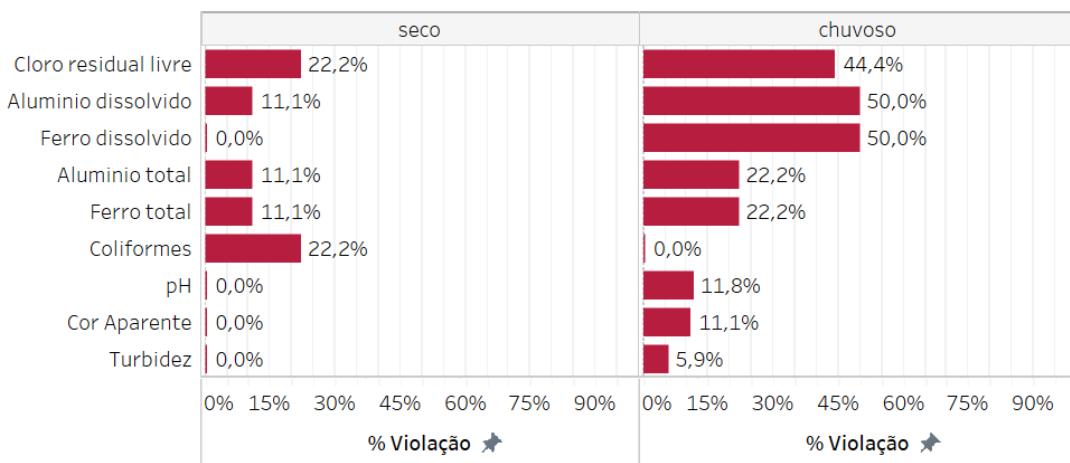
6.24.2 - Pontos com tratamento

6.24.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

No município de Sooretama-ES, nos pontos com tratamento de água, 3 parâmetros apresentaram violações acima da legislação em 44% nos períodos seco ou chuvoso, sendo eles alumínio dissolvido (11,1% no período seco, 50% no período chuvoso), ferro dissolvido (50% somente no período chuvoso) e cloro residual livre (22,2% no período seco, 44,4% no período chuvoso) (**Figura 6-190**). 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, 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).

Para os demais parâmetros, pH (11,8%), cor aparente (11,1%) e turbidez (5,9%) apresentaram violação somente no período chuvoso e coliformes (22,2%) somente no período seco. Adicionalmente alumínio total e ferro total apresentaram 11,1% de violação no período seco e 22,2% no período chuvoso (**Figura 6-190**).

Figura 6-190 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.



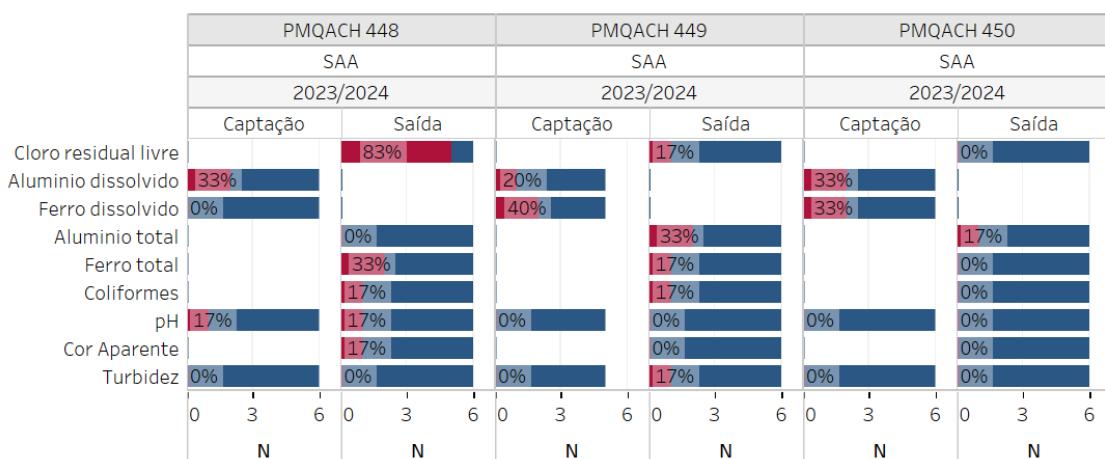
Três pontos com tratamento de água foram monitorados, sendo todos com abastecimento tipo SAA e captação superficial (PMQACH 448, 449 e 450). As amostragens tiveram início em fevereiro/2024 com a 2^a revisão bianual do PMQACH.

Na captação do ponto PMQACH 448, alumínio dissolvido apresentou 33% das amostras do período em desconformidade (2 de 6 amostras) e pH 17% (1 de 6 amostras) (**Figura 6-191**). No caso de pH este mesmo percentual também foi observado na saída do tratamento (**Figura 6-191**). Parâmetros monitorados exclusivamente na saída do ponto e que apresentaram desconformidade foram cloro residual livre com 83% (5 de 6 amostras), ferro total com 33% (2 de 6 amostras) e coliformes e cor aparente, ambos com violação pontual de 17% (1 de 6 amostras) (**Figura 6-191**).

No ponto PMQACH 449, monitorados exclusivamente na captação, os parâmetros que apresentaram valores acima do limite máximo permitido foram alumínio dissolvido (20%, 1 de 5 amostras) e ferro dissolvido (40%, 2 de 5 amostras) (**Figura 6-191**). Na saída do tratamento foram registradas desconformidades para os parâmetros cloro residual livre, ferro total, coliformes e turbidez (com 17% de violação, 1 de 6 amostras) e alumínio total (com 33%, 2 de 6 amostras) (**Figura 6-191**).

Na captação do ponto PMQACH 450 alumínio dissolvido e ferro dissolvido apresentaram mesmo percentual de amostras do período acima do limite máximo permitido, com 33% de violação (2 de 6 amostras) (**Figura 6-191**). Na saída do tratamento, apenas alumínio total apresentou desconformidade pontual de 17% (1 de 6 amostras) (**Figura 6-191**).

Figura 6-191 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 448, PMQACH 449 e PMQACH 450 localizados no município de Sooretama-ES, entre fevereiro/2024 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

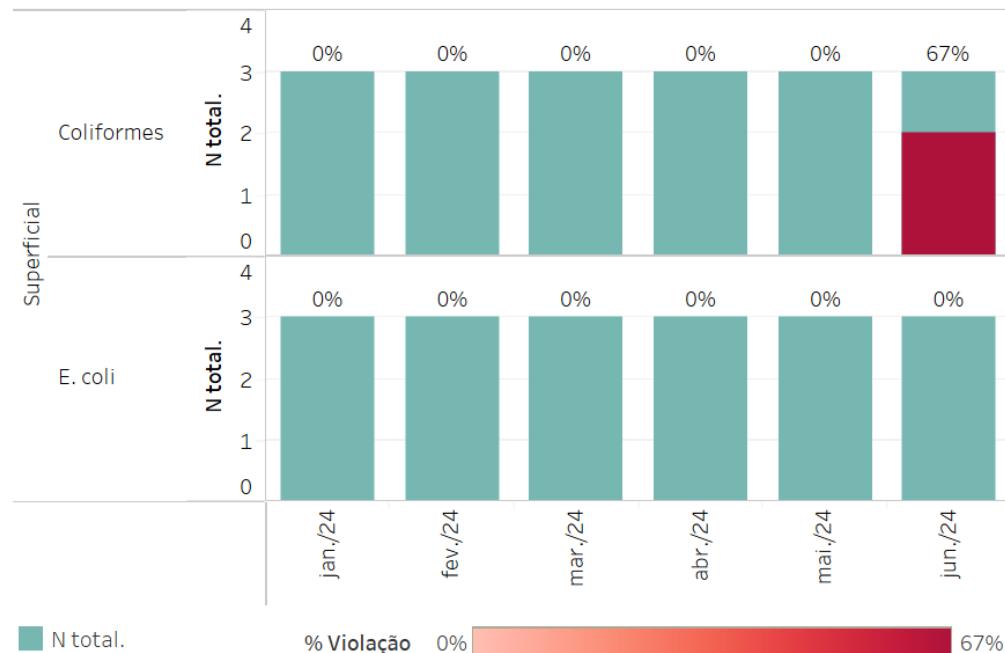
*Rótulo indica o % de violação.

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.

6.24.2.2 - Avaliação temporal e sazonal

Na saída dos pontos com tratamento de água de captação superficial, os resultados foram predominantemente "ausentes" para coliformes e *E. coli*, com a presença de coliformes registrada apenas em junho/2024 (**Figura 6-192**).

Figura 6-192 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Sooretama-ES.



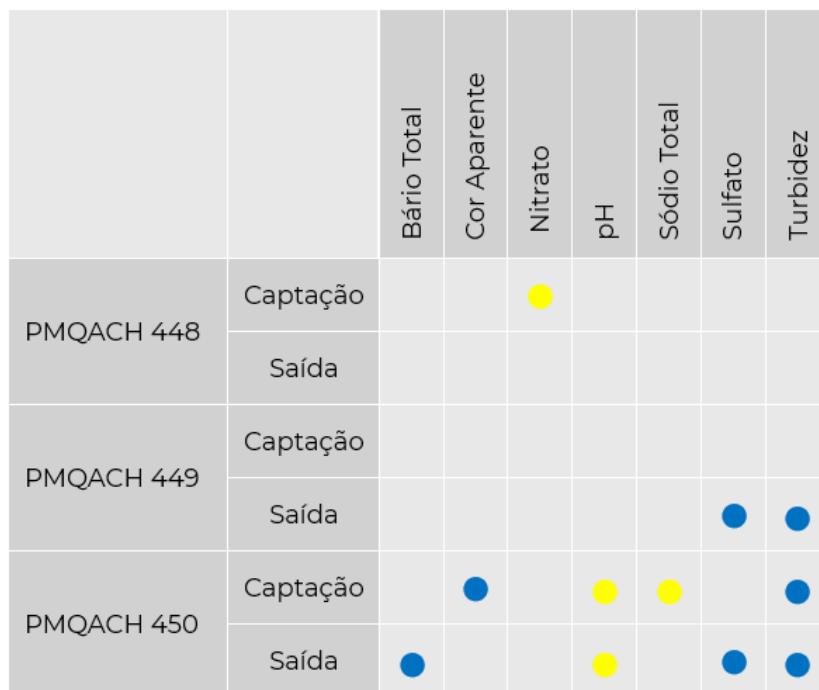
A coleta dos pontos com tratamento deste município foi iniciada no ciclo de 2023/2024, não possuindo dados dos ciclos anteriores. Desta forma, não foi possível a realização da análise temporal. Somente a análise sazonal foi realizada.

A análise sazonal revelou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os períodos seco e chuvoso para diversos parâmetros nos pontos avaliados. No ponto de captação do PMQACH 448, apenas o nitrato apresentou diferença significativa, com valores superiores no período seco (**Figura 6-193**). No ponto de saída do PMQACH 449, sulfato total e turbidez exibiram maiores valores no período chuvoso (**Figura 6-193**). O ponto PMQACH 450 apresentou parâmetros

com diferenças significativas tanto em seu ponto de captação quanto no ponto de saída (**Figura 6-193**). No ponto de captação, cor aparente e turbidez tiveram valores mais elevados no período chuvoso, enquanto pH e sódio total apresentaram valores superiores no período seco (**Figura 6-193**). No ponto de saída do PMQACH 450, os parâmetros que registraram valores mais elevados durante o período chuvoso foram bário total, sulfato e turbidez, enquanto no período seco, o único parâmetro com valor superior foi o pH (**Figura 6-193**).

Por outro lado, tanto o ponto de saída do PMQACH 448 quanto o ponto de captação do PMQACH 449 não apresentaram nenhum parâmetro com diferença significativa entre os períodos analisados (**Figura 6-193**).

Figura 6-193 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de janeiro/2024 a julho/2024.



- 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 28 (vinte e oito) 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 6-194** 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 ¹⁾	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA nº 357/2005 e Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 164	Subterrânea	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA nº 396/2008 e Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 184	Subterrânea	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA nº 396/2008 e Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 185	Subterrânea	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA nº 396/2008 e Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 190	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo
PMQACH 191	Subterrânea	SAI	Não	Saída		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	Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 201	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	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 209 ²⁾	Subterrânea	SAI	Não	Saída		17/02/2024
PMQACH 211	Subterrânea	SAI	Não	Saída		Ativo

PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO-PMQACH
 Relatório Técnico Anual
 4034-00-QACH-RL-0003-01

Código	Tipo	Forma	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 212	Subterrânea	SAC	Não	Saída		Ativo
PMQACH 214	Subterrânea	SAC	Não	Saída		Ativo
PMQACH 426 ¹⁾	Subterrânea	SAI	Não	Saída		17/02/2024
PMQACH 427 ¹⁾	Subterrânea	SAI	Não	Saída		17/01/2024
PMQACH 428 ¹⁾	Subterrânea	SAI	Não	Saída		17/02/2024

1) Completou 24 coletas previstas na NT nº 54, Deliberação CIF nº 513.

2) Excluído através do Ofício FR.2024.0336, em 02/02/2024.

Figura 6-194 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Linhares-ES.



6.25.1 - Pontos sem tratamento

6.25.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

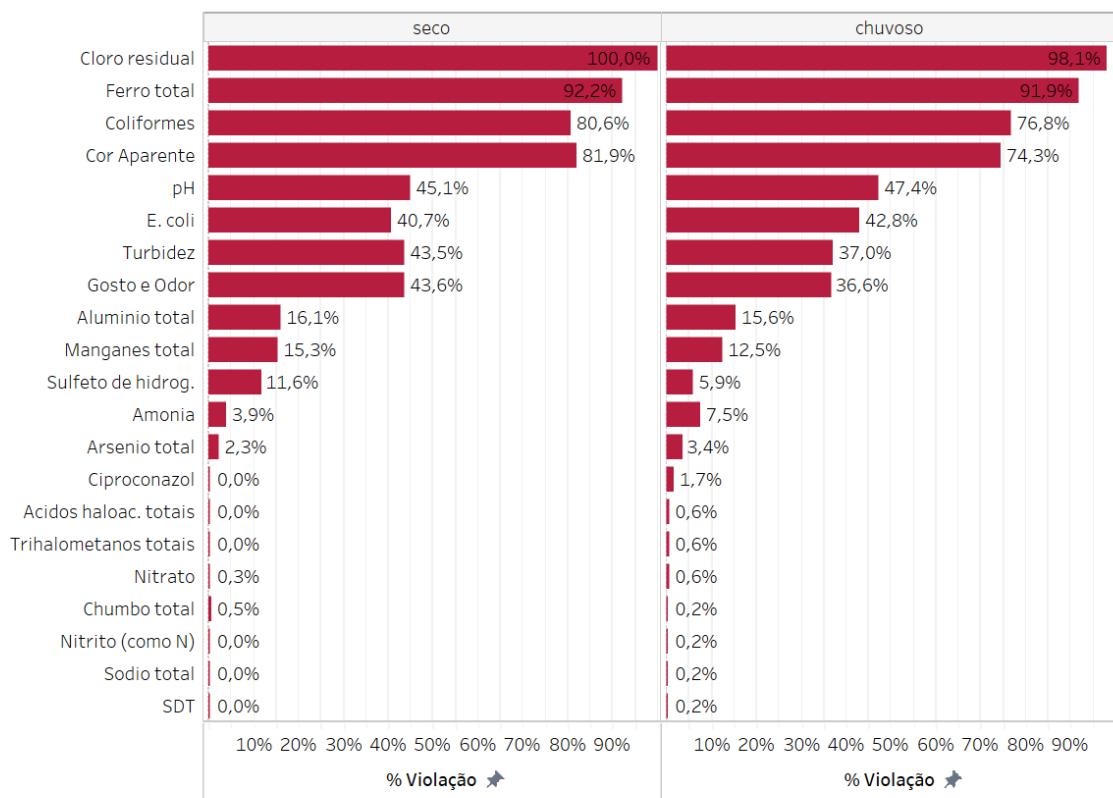
Para o município de Linhares-ES, destacam-se as violações do cloro residual, ferro total, coliformes e cor aparente por apresentarem mais de 70% de violação para os períodos seco e chuvoso (**Figura 6-195**). Cloro residual apresentou 100% de violação no período seco e 98,1% de violação no período chuvoso. 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, consequentemente, as concentrações baixas ou inexistência de cloro, ajudam a explicar a contaminação por coliformes (80,6% de violação no período seco e 76,8% no período chuvoso) e *E. coli* (40,7% de violação no período seco e 42,8% no período chuvoso) (**Figura 6-195**). A presença *E. coli* nas amostras indica relação com contaminação fecal da água provenientes de esgoto doméstico ou criação de animais. Embora conte com 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 (2010), 66,7% do município de Linhares possui esgotamento sanitário adequado. Comparando-o com os municípios do Espírito Santo (total de 78 municípios), Linhares ocupa a 25^a posição entre os municípios com maior taxa de esgotamento sanitário adequado, sendo que a 1^a posição corresponde ao município com maior taxa de esgotamento sanitário adequado do estado. A ausência de tratamento adequado de esgoto (em aproximadamente 40% do município) 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 92,2% de violação no período seco e 91,9% 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 6-195**).

Não foi observada diferença clara nos percentuais de violação entre os períodos seco e chuvoso. Ademais, 10 dos 21 parâmetros que registraram desconformidade apresentaram percentual de violação inferior a 10% em ambos os períodos (**Figura 6-195**).

Figura 6-195 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.



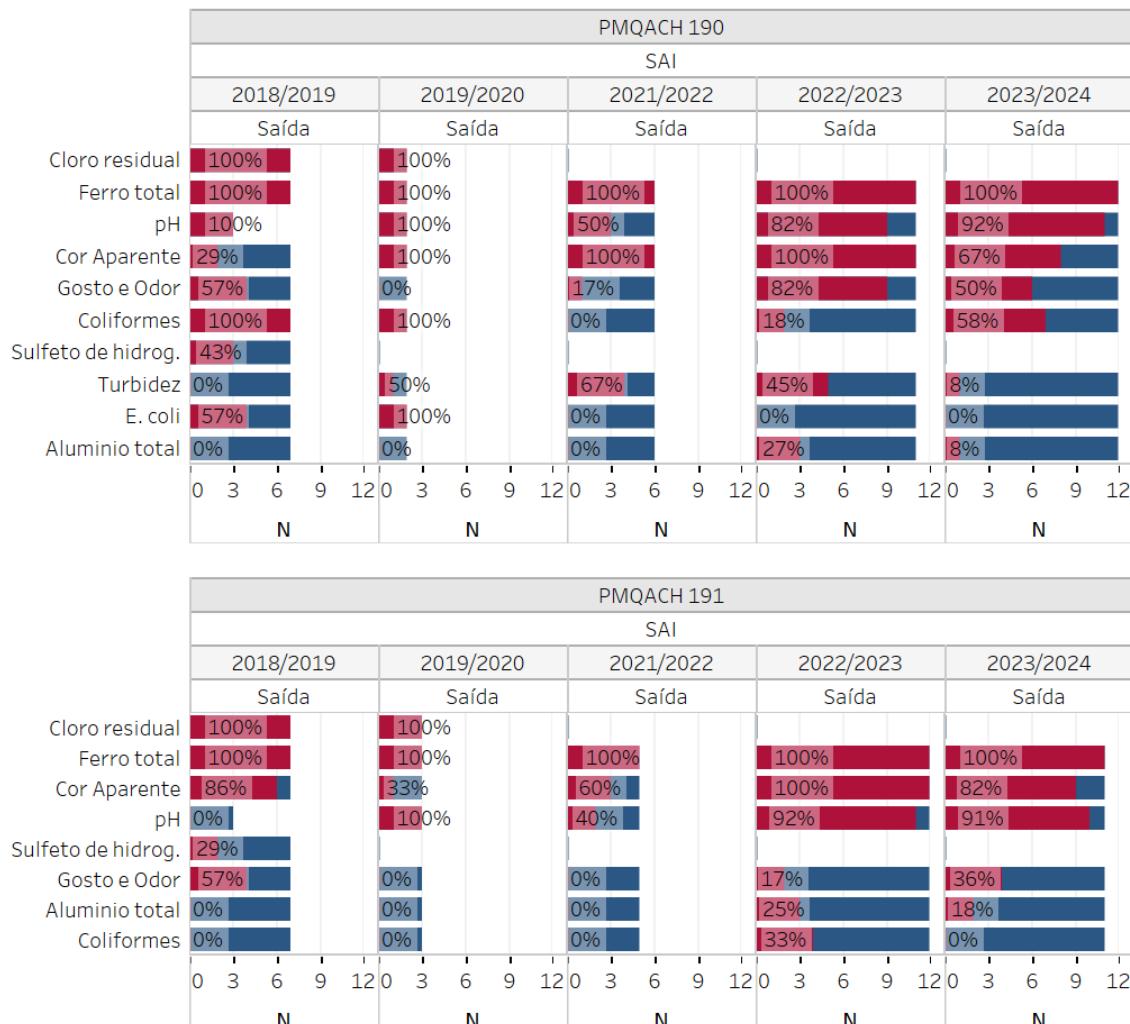
Vinte e quatro pontos sem tratamento de água foram monitorados no município de Linhares, todos eles com captação subterrânea. Desses, três pertencem ao tipo SAC (PMQACH 194, 212 e 214), enquanto os demais são do tipo SAI.

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 6-196**).

Além disso, no ponto PMQACH 190, em 2023/2024, houve aumento no percentual desconforme para pH (92%, 11 de 12 amostras) e coliformes (58%, 7 de 12 amostras) em relação ao ciclo anterior. Por outro lado, foi observada redução no percentual de violação, em 2023/2024, para cor aparente (67%, 8 de 12 amostras), gosto e odor (50%, 6 de 12 amostras) e turbidez e alumínio total, ambos com violação pontual de 8%, em apenas 1 das 12 amostras do período (**Figura 6-196**).

No ponto PMQACH 191, em 2023/2024, cor aparente apresentou 82% de violação (9 de 11 amostras) e alumínio total 18% (2 de 11 amostras), resultados que representam uma diminuição no percentual desconforme em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-196**). O parâmetro pH, com 91% de violação em 2023/2024 (10 de 11 amostras), manteve o elevado percentual desconforme, tal como no ciclo anterior. Gosto e odor apresentou 36% de amostras em desconformidade em 2023/2024 (4 de 11 amostras), o que representou um aumento em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-196**).

Figura 6-196 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 190 e PMQACH 191, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



N total

N violações

*Rótulo indica o % de violação.

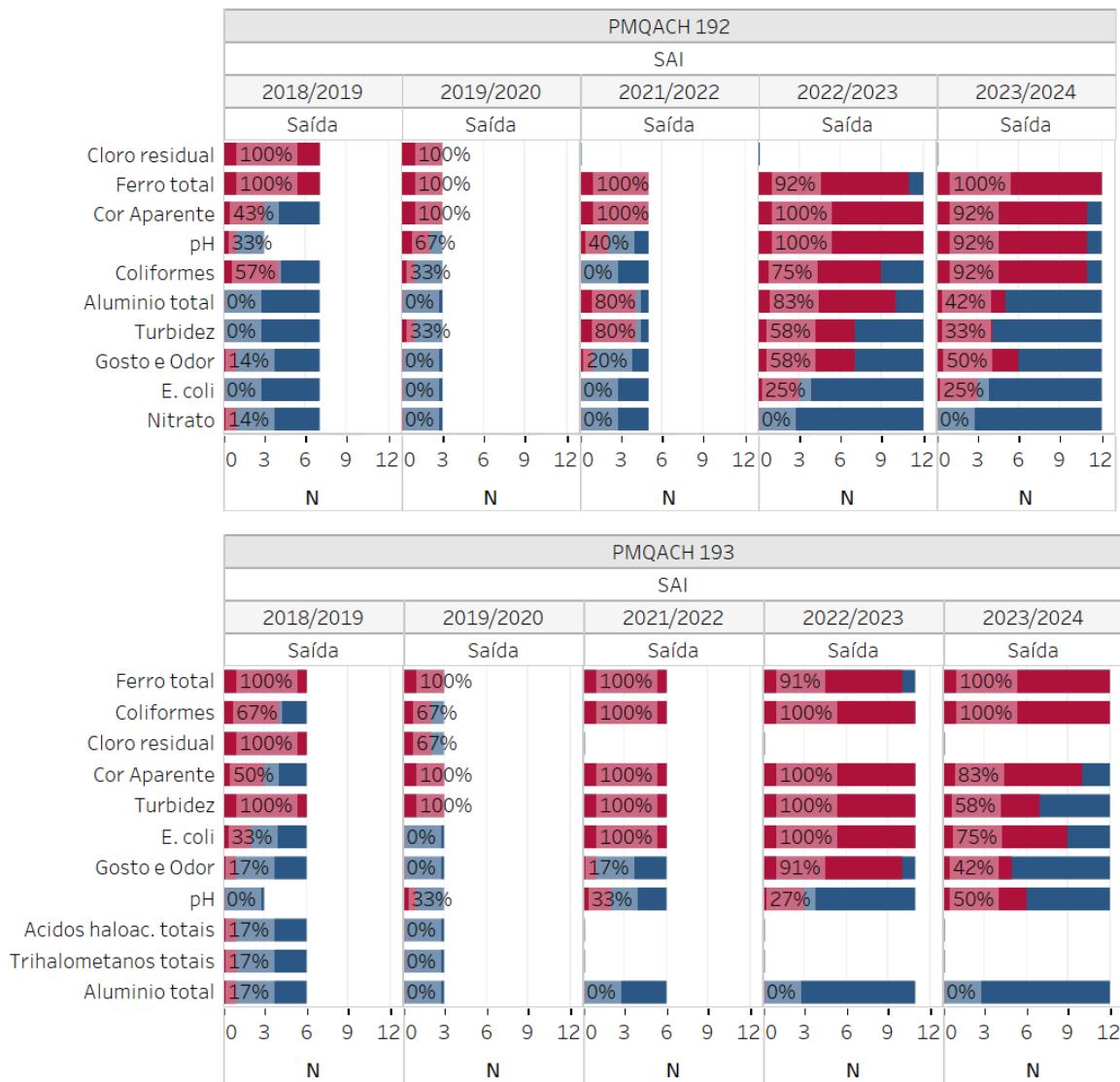
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Como característica geral, os pontos PMQACH 192 e PMQACH 193, apresentaram 100% de violação para ferro em 2023/2024 (todas as 12 amostras). Percentual este tão elevado quanto o de ciclos anteriores (**Figura 6-197**).

Destaca-se ainda, no ponto PMQACH 192, em 2023/2024, elevados percentuais de violação para cor aparente, pH e coliformes (92%, 11 de 12 amostras) (**Figura 6-197**). Foi observada redução no percentual de violação para os parâmetros alumínio total (42%, 5 de 12 amostras), turbidez (33%, 4 de 12 amostras) e gosto e odor (50%, 6 de 12 amostras). *E. coli* apresentou em 2023/2024 o mesmo percentual de violação do ciclo anterior (25%, 3 de 12 amostras) (**Figura 6-197**).

No ponto PMQACH 193, em 2023/2024, coliformes também apresentou 100% de violação (12 amostras), mesmo resultado dos ciclos anteriores de 2021/2022 e 2022/2023 (**Figura 6-197**). Houve redução no percentual de violação, em 2023/2024, para os parâmetros cor aparente (83%, 10 de 12 amostras), turbidez (58%, 7 de 12 amostras), *E. coli* (75%, 9 de 12 amostras) e gosto e odor (42%, 5 de 12 amostras) (**Figura 6-197**). Foi registrado aumento no percentual de violação apenas para pH (50%, 6 de 12 amostras) (**Figura 6-197**).

Figura 6-197 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 192 e PMQACH 193, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



N total

N violações

*Rótulo indica o % de violação.

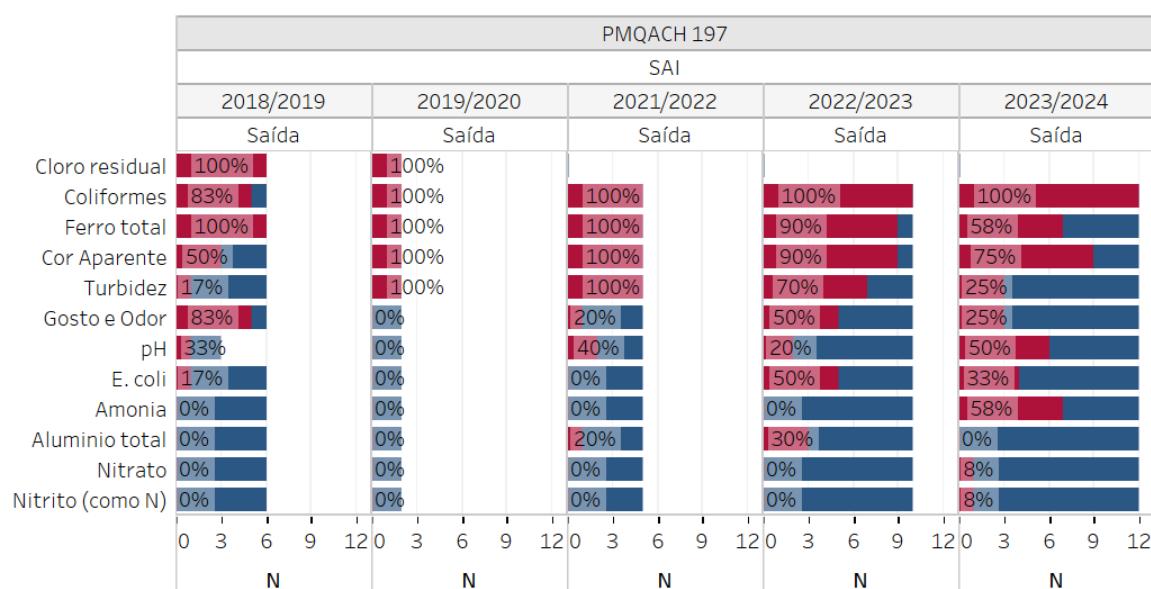
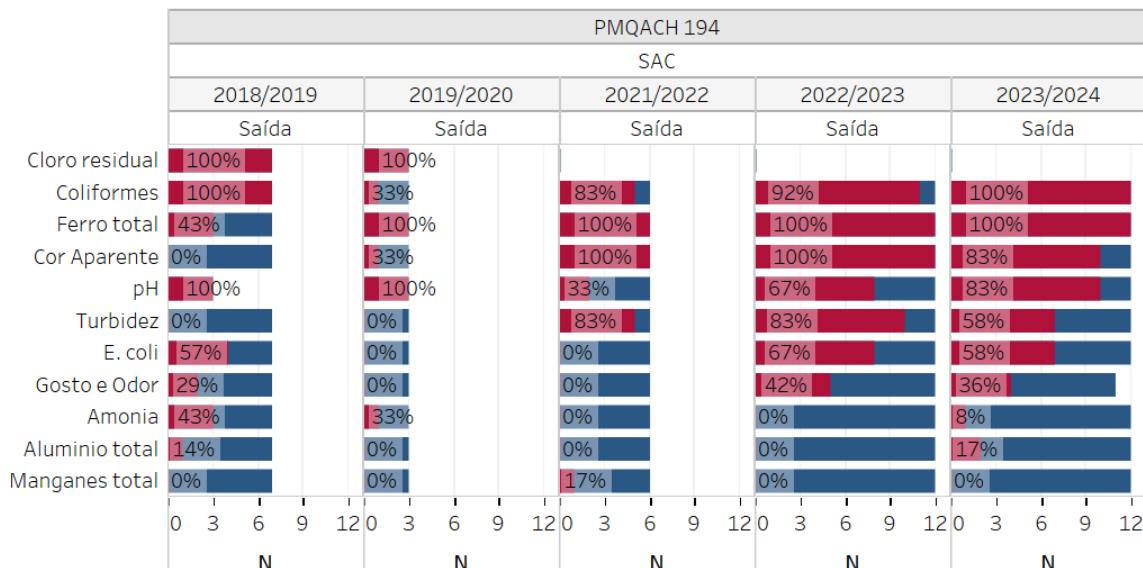
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos PMQACH 194 e PMQACH 197 apresentaram 100% de desconformidade para coliformes nas amostras de 2023/2024 (12 amostras) (**Figura 6-198**).

Além disso, destaca-se ainda, no ponto PMQACH 194, 100% de violação também para ferro total no último ciclo (12 amostras) (**Figura 6-198**). Foi registrada redução no percentual de violação, em 2023/2024, para cor aparente (83%, 10 de 12 amostras), turbidez e *E. coli* (58%, 7 de 12 amostras) e gosto e odor (36%, 4 de 11 amostras). Para pH, foi registrado aumento no percentual desconforme em 2023/2023 (83%, 10 de 12 amostras), em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-198**). Amônia e alumínio total, que não haviam apresentado desconformidade em 2022/2023, registraram violações de 8% (1 de 12 amostras) e 17% (2 de 12 amostras) respectivamente, em 2023/2024 (**Figura 6-198**).

No ponto PMQACH 197, em 2023/2024, foi observado 58% de violação para ferro total (7 de 12 amostras), 75% para cor aparente (9 de 12 amostras), 25% para turbidez e gosto e odor (3 de 12 amostras) e 33% para *E. coli* (4 de 12 amostras) (**Figura 6-198**). Estes resultados representaram uma redução no percentual desconforme em relação ao ciclo anterior. Por outro lado, houve aumento no percentual desconforme para pH (50%, 6 de 12 amostras) (**Figura 6-198**). Amônia, nitrato e nitrito que não haviam apresentado desconformidade em 2022/2023, registram, respectivamente violações de 58% (7 de 12 amostras), 8% e 8% (1 de 12 amostras), em 2023/2024 (**Figura 6-198**).

Figura 6-198 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 194 e PMQACH 197, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 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.

Como característica geral, os pontos PMQACH 198 e PMQACH 199, apresentaram 100% de violação para ferro total em 2023/2024 (todas as 12 amostras). Percentual este, tão elevado, quanto o de ciclos anteriores.

Além de ferro total, no ponto PMQACH 198, em 2023/2024, os parâmetros turbidez e cor aparente também apresentaram resultados acima da legislação em todas as 12 amostras do período (100% de violação) (**Figura 6-199**). Foi observada redução no percentual de violação para coliformes (92%, 11 de 12 amostras) e *E. coli* (33%, 4 de 12 amostras) (**Figura 6-199**). Por outro lado, houve aumento no percentual desconforme, em 2023/2024, para gosto e odor (55%, 6 de 11 amostras) (**Figura 6-199**). Além disso, os parâmetros amônia, arsênio total e alumínio total, que não haviam apresentado desconformidade em 2022/2023, registraram, respectivamente violações de 42% (5 de 12 amostras), 50% 6 de 12 amostras) e 8% (1 de 12 amostras), no último ciclo (**Figura 6-199**).

No ponto PMQACH 199, em 2023/2024, houve redução no percentual de violação para os parâmetros cor aparente (73%, 8 de 11 amostras), gosto e odor (45%, 5 de 11 amostras) e coliformes (36%, 4 de 11 amostras) (**Figura 6-199**). Para pH, no ciclo de 2023/2024, foi observado aumento no percentual desconforme, com 64% de violação (7 de 11 amostras) (**Figura 6-199**).

Figura 6-199 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 198 e PMQACH 199, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



N total

N violações

*Rótulo indica o % de violação.

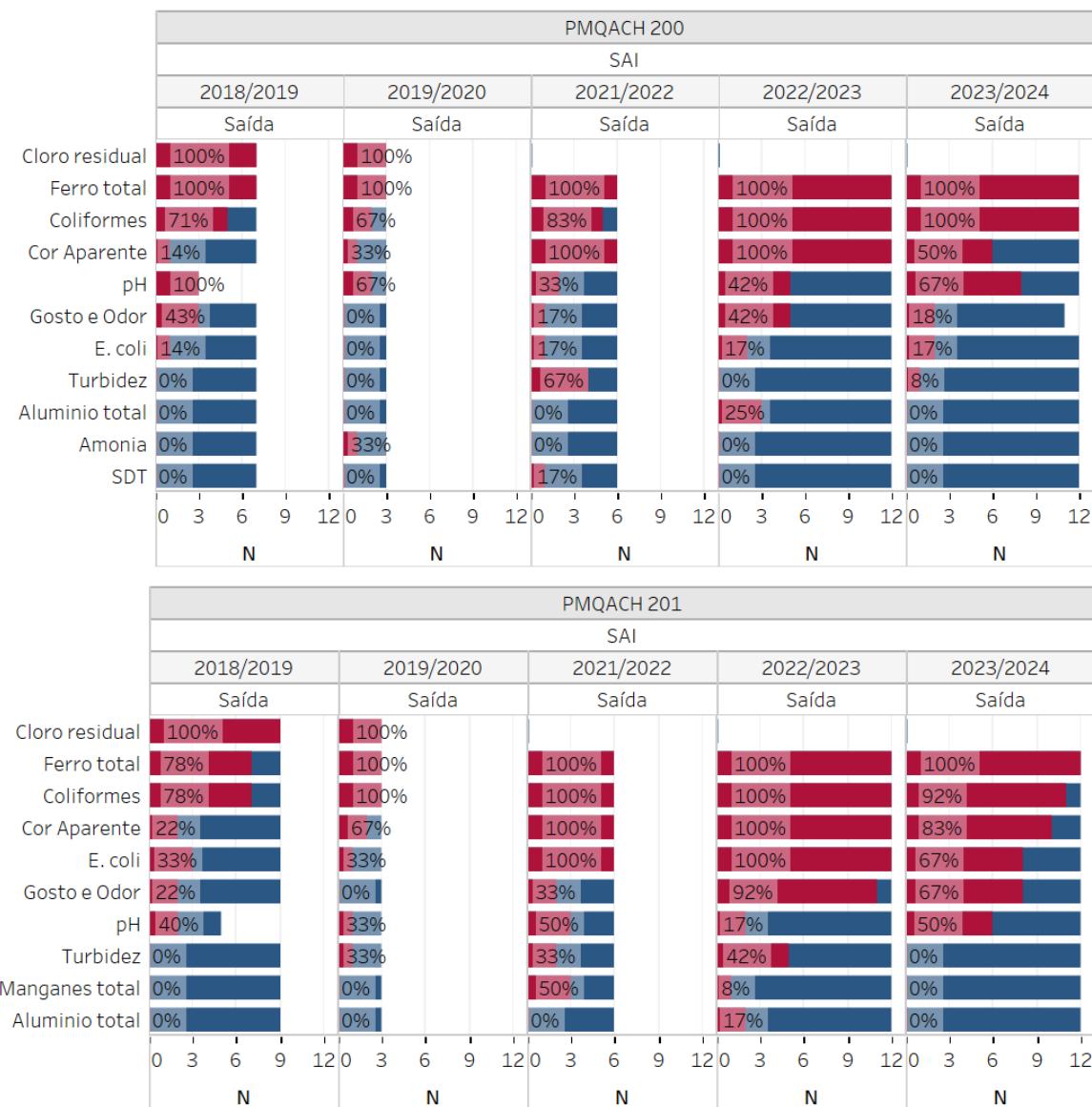
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos PMQACH 200 e PMQACH 201 apresentaram violação em todas as 12 amostras de ferro total do ciclo de 2023/2024 (100%), tal como vinha sendo observado nos ciclos anteriores do monitoramento.

Além de ferro total, o ponto PMQACH 200 também apresentou 100% de violação para coliformes no último ciclo, mesmo percentual do ciclo anterior (**Figura 6-200**). Houve redução no percentual desconforme para cor aparente (50%, 6 de 12 amostras) e gosto e odor (18%, 2 de 11 amostras). *E. coli*, em 2023/2024, manteve o percentual de violação do ciclo anterior (17%, 2 de 12 amostras) (**Figura 6-200**). Houve aumento no percentual de violação para pH (67%, 8 de 12 amostras). Turbidez, que não havia registrado desconformidade em 2022/2023, registrou violação pontual em 1 das 12 amostras do último ciclo (8%) (**Figura 6-200**).

No ponto PMQACH 201, em 2023/2024, foi registrado 92% de violação para coliformes (11 de 12 amostras), 83% para cor aparente (10 de 12 amostras) e 67% para *E. coli* e gosto e odor (8 de 12 amostras) (**Figura 6-200**). Estes resultados representaram uma redução no percentual de violação em relação ao ciclo anterior. O parâmetro pH foi o único que registrou aumento no percentual de violação em 2023/2024 (50%, 6 de 12 amostras), quando comparado ao do ciclo anterior (**Figura 6-200**).

Figura 6-200 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 200 e PMQACH 201, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 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 202, foi observada redução no percentual de violação para os parâmetros ferro total e cor aparente (92%, 11 de 12 amostras), *E. coli* (33%, 4 de 12 amostras) e gosto e odor (58%, 7 de 12 amostras) (**Figura 6-201**). Por outro lado, foi registrado aumento no percentual desconforme para coliformes (83%, 10 de 12 amostras), pH (67%, 8 de 12 amostras), alumínio total (17%, 2 de 12 amostras), manganês total (25%, 3 de 12 amostras) e, pontualmente, para turbidez (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-201**).

No ponto PMQACH 203, ferro total apresentou violação em todas as amostras do último ciclo (100%, 12 amostras), tal como observado nos ciclos anteriores (**Figura 6-201**). Em 2023/2024, coliformes apresentou 83% de violação (10 de 12 amostras), cor aparente 92% (11 de 12 amostras), turbidez 75% (9 de 12 amostras) e *E. coli* 50% (6 de 12 amostras) (**Figura 6-201**). Estes resultados representaram uma redução no percentual de violação em 2023/2024, em relação ao ciclo anterior. Houve aumento no percentual de violação para o parâmetro gosto e odor com 50% de amostras em desconformidade (6 de 12 amostras) (**Figura 6-201**). Além disso, pH e arsênio total, que não haviam apresentado desconformidade em 2022/2023, registraram, respectivamente, percentuais de violação de 33% (4 de 12 amostras) e 8% (1 de 12 amostras). Alumínio total registrou violação pontual de 8% em 2023/2024 (1 de 12 amostras), mesmo resultado do ciclo anterior (**Figura 6-201**).

Figura 6-201 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 202 e PMQACH 203, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



N total

N violações

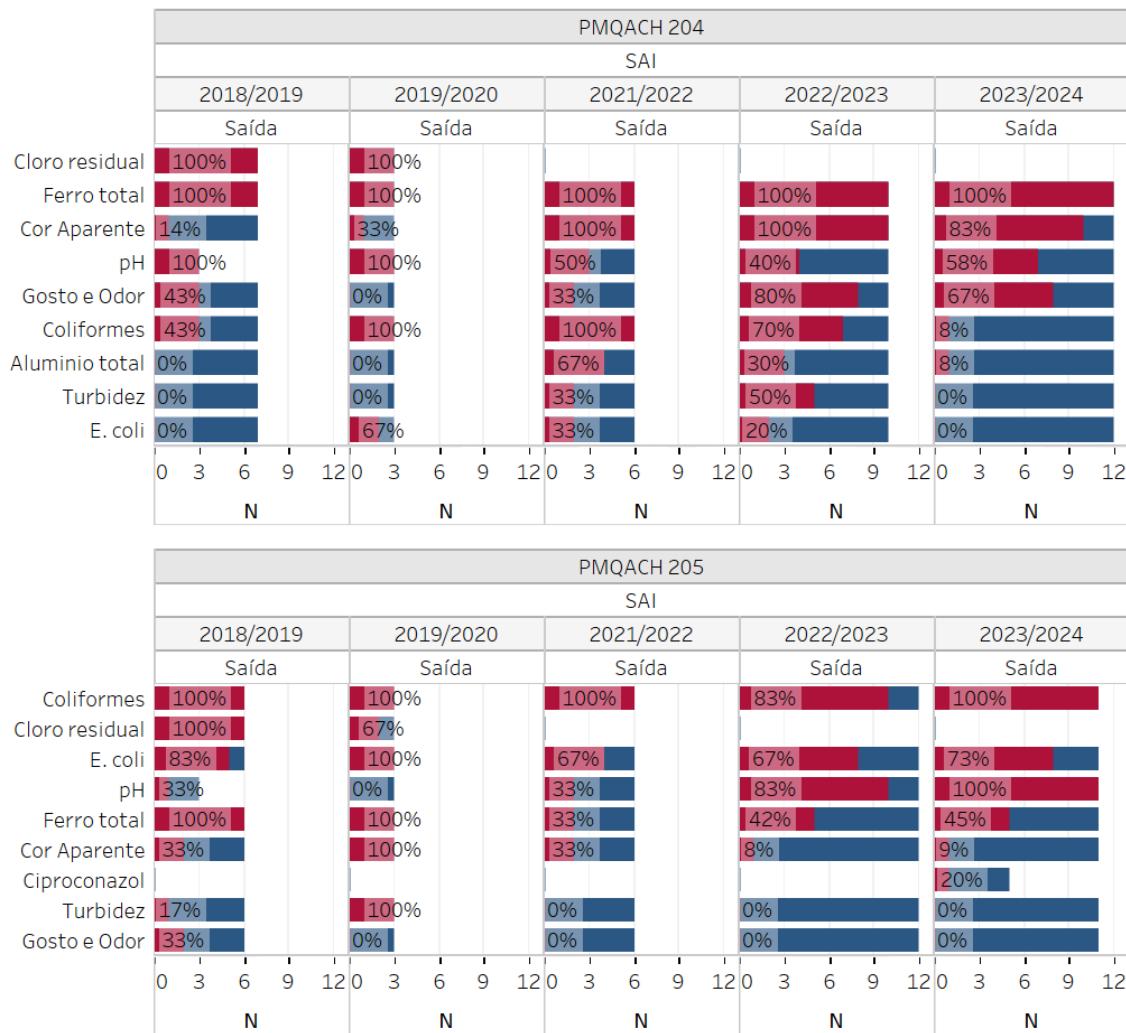
*Rótulo indica o % de violação.

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 204, ferro total apresentou, em 2023/2024, 100% das amostras em desconformidade (12 amostras), repetindo o padrão que vem sendo observado desde o início do monitoramento (**Figura 6-202**). Houve redução no percentual desconforme para cor aparente (83%, 10 de 12 amostras), gosto e odor (67%, 8 de 12 amostras) e coliformes e alumínio total, ambos com violação pontual (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-202**). O percentual de amostras fora do limite permitido pela legislação (entre 6 e 9) aumentou apenas para o pH, atingindo 58% (7 de 12 amostras). (**Figura 6-202**).

No ponto PMQACH 205, em 2023/2024, coliformes e pH apresentaram 100% das amostras em desconformidade com a legislação (11 amostras), superando o registro de violação do ciclo anterior (**Figura 6-202**). Além destes, *E. coli* também apresentou aumento no percentual de violação em 2023/2024 (73%, 8 de 11 amostras), em relação ao ciclo anterior. Ferro total (45%, 5 de 11 amostras) e cor aparente (9%, 1 de 11 amostras), registraram percentual de violação similar ao do ciclo anterior (**Figura 6-202**). O parâmetro ciproconazol, incluído no monitoramento após a 2^a revisão bianual, apresentou desconformidade em 1 das 5 amostras do último ciclo (20%). Ainda não há histórico do parâmetro para avaliação temporal (**Figura 6-202**).

Figura 6-202 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 204 e PMQACH 205, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

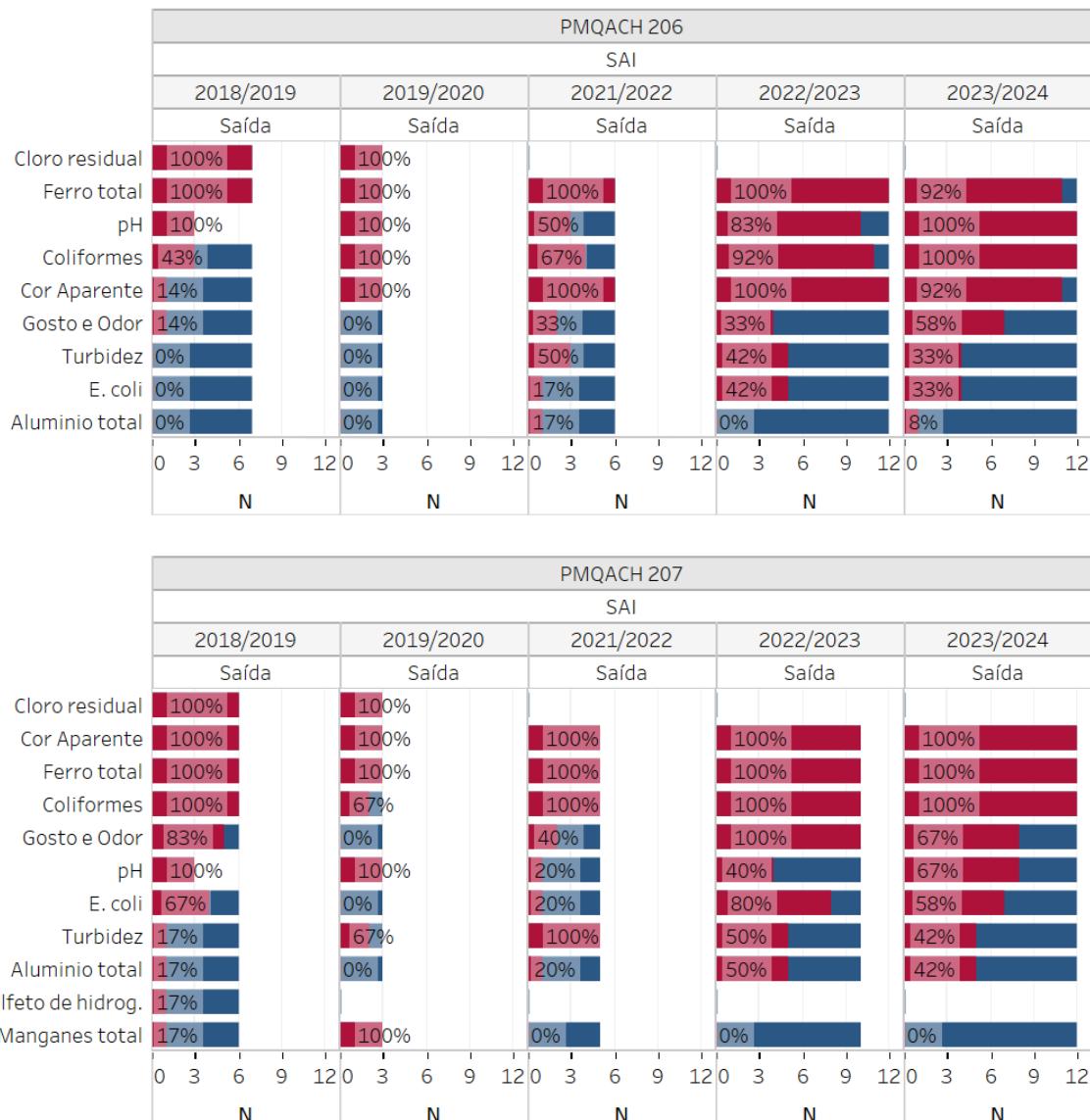
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

No ponto PMQACH 206, em 2023/2024, os parâmetros pH e coliformes apresentaram 100% de violações nas amostras do período (12 amostras) (**Figura 6-203**). Gosto e odor apresentou violação de 58% (7 de 12 amostras) (**Figura 6-203**). Estes resultados representaram um aumento no percentual desconforme em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-203**). Por outro lado, foram observadas reduções nos percentuais desconformes, em 2023/2024, para os

parâmetros ferro total e cor aparente, com 92% de violação (11 de 12 amostras) e turbidez e *E. coli*, com 33% de violação (4 de 12 amostras) (**Figura 6-203**). De modo pontual, alumínio total apresentou desconformidade em apenas uma amostra do último ciclo (8%, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-203**).

No ponto PMQACH 207, no último ciclo, cor aparente, ferro total e coliformes violaram os limites legais em todas as 12 amostras coletadas para estes parâmetros (100%), repetindo a tendência observada nos ciclos anteriores (**Figura 6-203**). Houve redução no percentual de violação para os parâmetros gosto e odor, com 67% (8 de 12 amostras), *E. coli* com 58% (7 de 12 amostras) e turbidez e alumínio total, ambos com 42% (5 de 12 amostras) (**Figura 6-203**). O parâmetro pH apresentou aumento no percentual desconforme de 2023/2024 (67%, 8 de 12 amostras), quando comparado ao percentual do ciclo anterior (**Figura 6-203**).

Figura 6-203 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 206 e PMQACH 207, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



N total

N violações

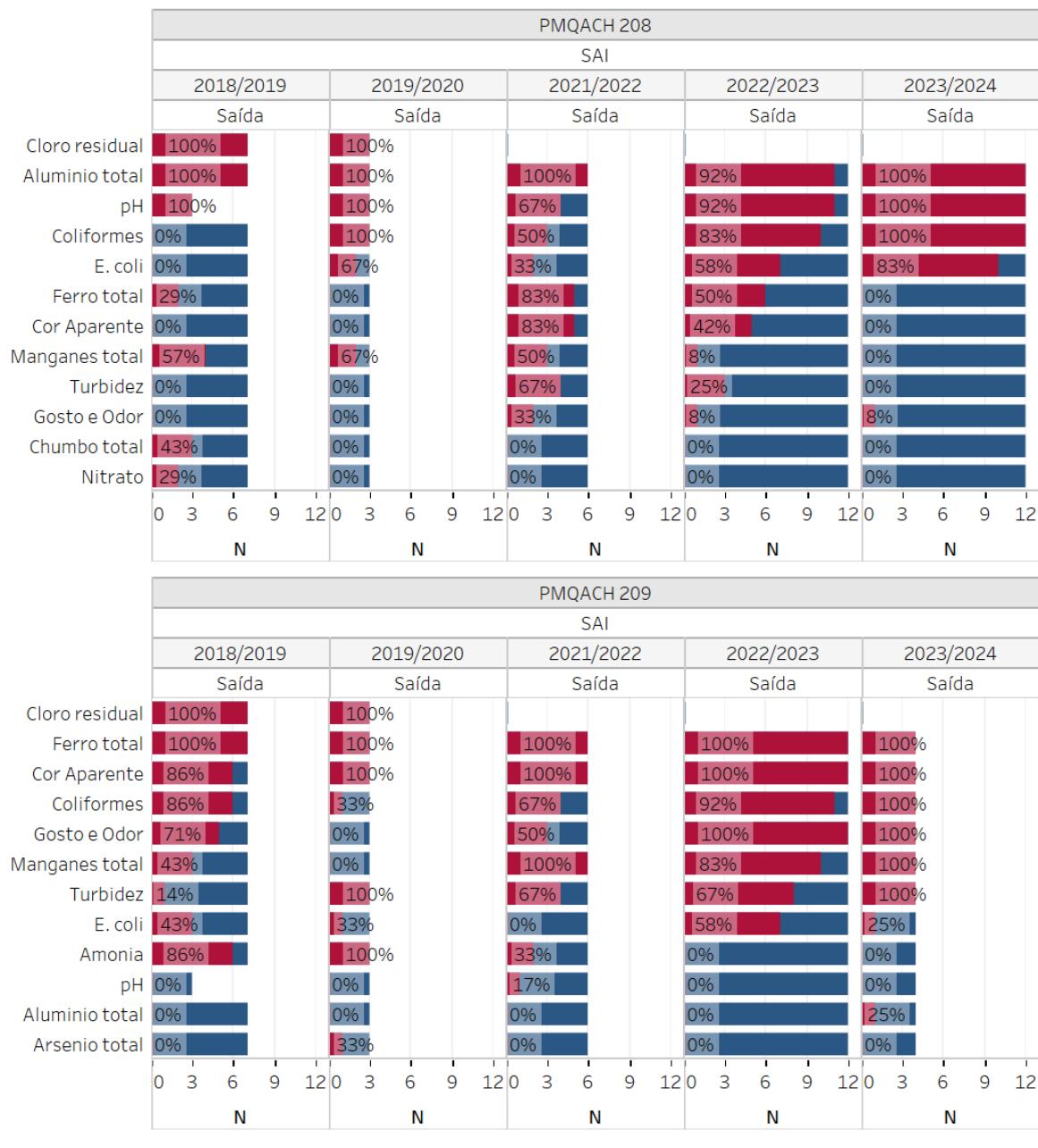
*Rótulo indica o % de violação.

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 208, alumínio total, pH e coliformes violaram os respectivos limites legais em todas as amostras do período (100%, 12 amostras) (**Figura 6-204**). *E. coli* registrou em 10 das 12 amostras do período, concentrações acima do permitido conforme a legislação (83%) (**Figura 6-204**). Estes resultados representaram um aumento nos percentuais desconformes de 2023/2024, em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-204**). Repetindo o resultado do ciclo anterior, gosto e odor registrou violação pontual de 8% em 2023/2024 (1 de 12 amostras) (**Figura 6-204**).

No ponto PMQACH 209 foram realizadas apenas 4 campanhas no último ciclo (2023/2024). Neste período, ferro total, cor aparente, coliformes, gosto e odor, manganês total e turbidez apresentaram violações em todas as 4 amostras do período (100%) (**Figura 6-204**). Além disso, alumínio total apresentou desconformidade pela primeira vez no monitoramento (25%, 1 de 4 amostras) (**Figura 6-204**). Houve redução no percentual de violação apenas para *E. coli*, também com 25% de violação no último ciclo (1 de 4 amostras) (**Figura 6-204**).

Figura 6-204 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 208 e PMQACH 209, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



N total

N violações

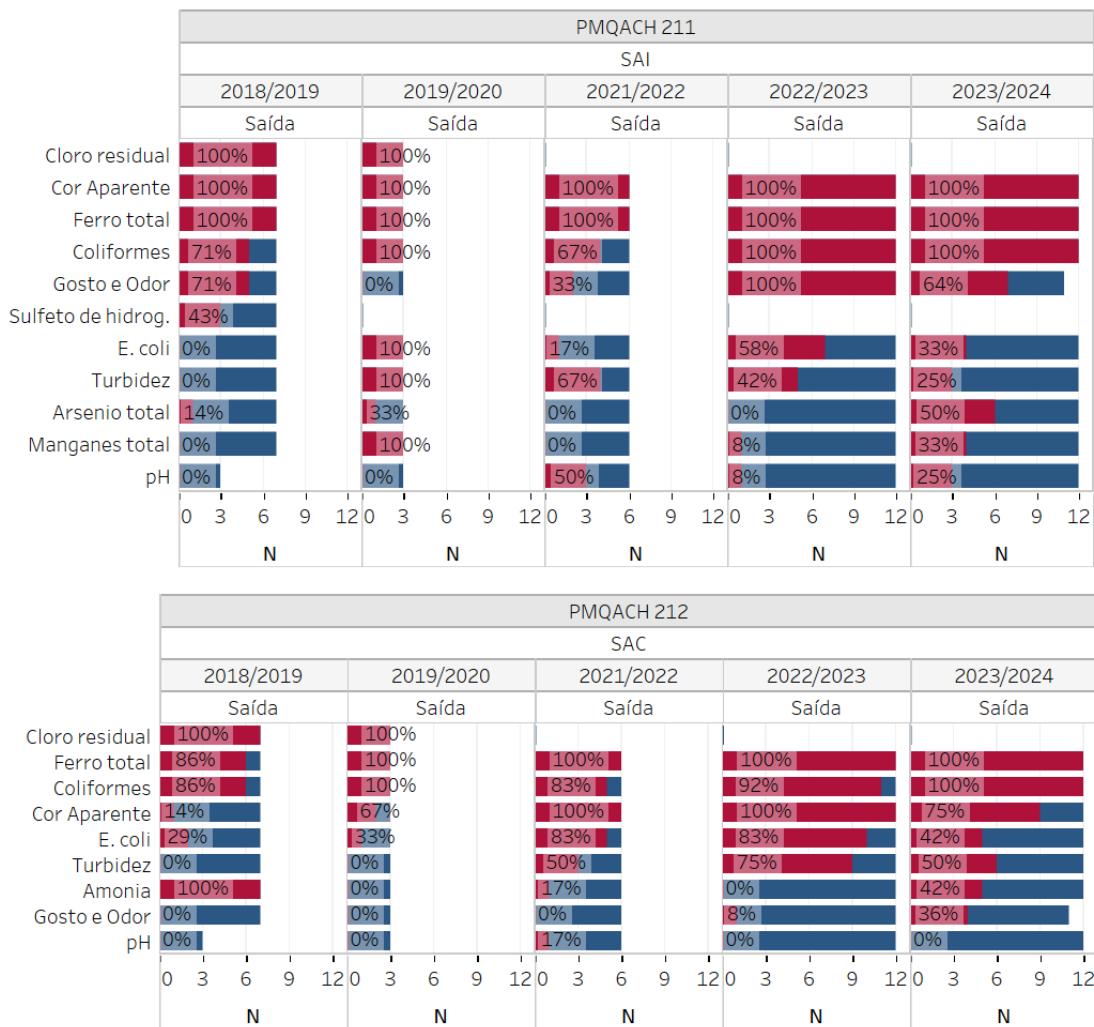
*Rótulo indica o % de violação.

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 211, cor aparente, ferro total e coliformes apresentaram, em 2023/2024, resultados acima do permitido pela legislação em todas as amostras do período (100%, 12 amostras). Houve aumento no percentual desconforme para manganês total, com 33% de violação (4 de 12 amostras) e pH com 25% (3 de 12 amostras) (**Figura 6-205**). Arsênio total que não havia apresentado desconformidade nos 2 ciclos anteriores, registrou 50% de amostras em 2023/2024, acima do limite máximo permitido (6 de 12 amostras) (**Figura 6-205**). Foi observada redução no percentual de violação em 2023/2024 para gosto e odor (64%, 7 de 11 amostras), *E. coli* (33%, 4 de 12 amostras) e turbidez (25%, 3 de 12 amostras) (**Figura 6-205**).

O ponto PMQACH 212, registrou 100% de violação para ferro total e coliformes no último ciclo (12 amostras). Em 2023/2024, apresentaram redução no percentual desconforme os parâmetros cor aparente (75%, 9 de 12 amostras), *E. coli* (42%, 5 de 12 amostras), turbidez (50%, 6 de 12 amostras) (**Figura 6-205**). Neste mesmo período, gosto e odor registrou aumento no número de amostras que não atenderam ao limite máximo permitido pela legislação (36%, 4 de 11 amostras). Amônia, que não havia apresentado desconformidade em 2022/2023, registrou 42% das amostras do último ciclo acima do limite legal (5 de 12 amostras) (**Figura 6-205**).

Figura 6-205 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 211 e PMQACH 212, localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



N total

N violações

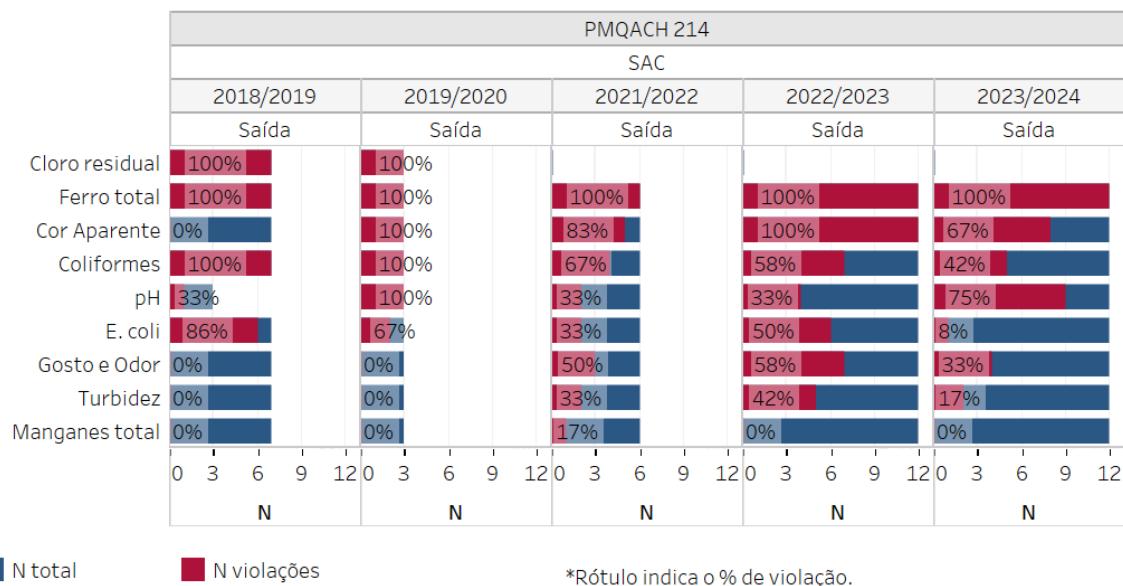
*Rótulo indica o % de violação.

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 214, ferro total violou os limites legais em todas as amostras do ciclo de 2023/2024 (100%, 12 amostras), repetindo o padrão que vem sendo observado desde o início do monitoramento (**Figura 6-206**). Houve aumento no percentual de violação apenas

pH, com 75% das amostras do último ciclo em desconformidade (9 de 12 amostras) (**Figura 6-206**). Em 2023/2024, as violações observadas para cor aparente (67%, 8 de 12 amostras), coliformes (42%, 5 de 12 amostras), *E. coli* (8%, 1 de 12 amostras), gosto e odor (33%, 4 de 12 amostras) e turbidez (17%, 2 de 12 amostras) foram inferiores ao observado no ciclo anterior (**Figura 6-206**).

Figura 6-206 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 214, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 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 426 e PQQACH 427, em 2023/2024, ferro total, cor aparente, manganês total e turbidez, violaram os limites da legislação em todas as amostras do período (100%) (**Figura 6-207**).

No ponto PMQACH 426, coliformes apresentou redução no percentual desconforme em 2023/2024, com 86% de violação (6 de 7 amostras) (**Figura 6-207**). *E. coli* também registrou redução no percentual de violação no último ciclo (14%, 1 de 7 amostras), em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-207**). Por outro lado, foi observado aumento no percentual de violação para

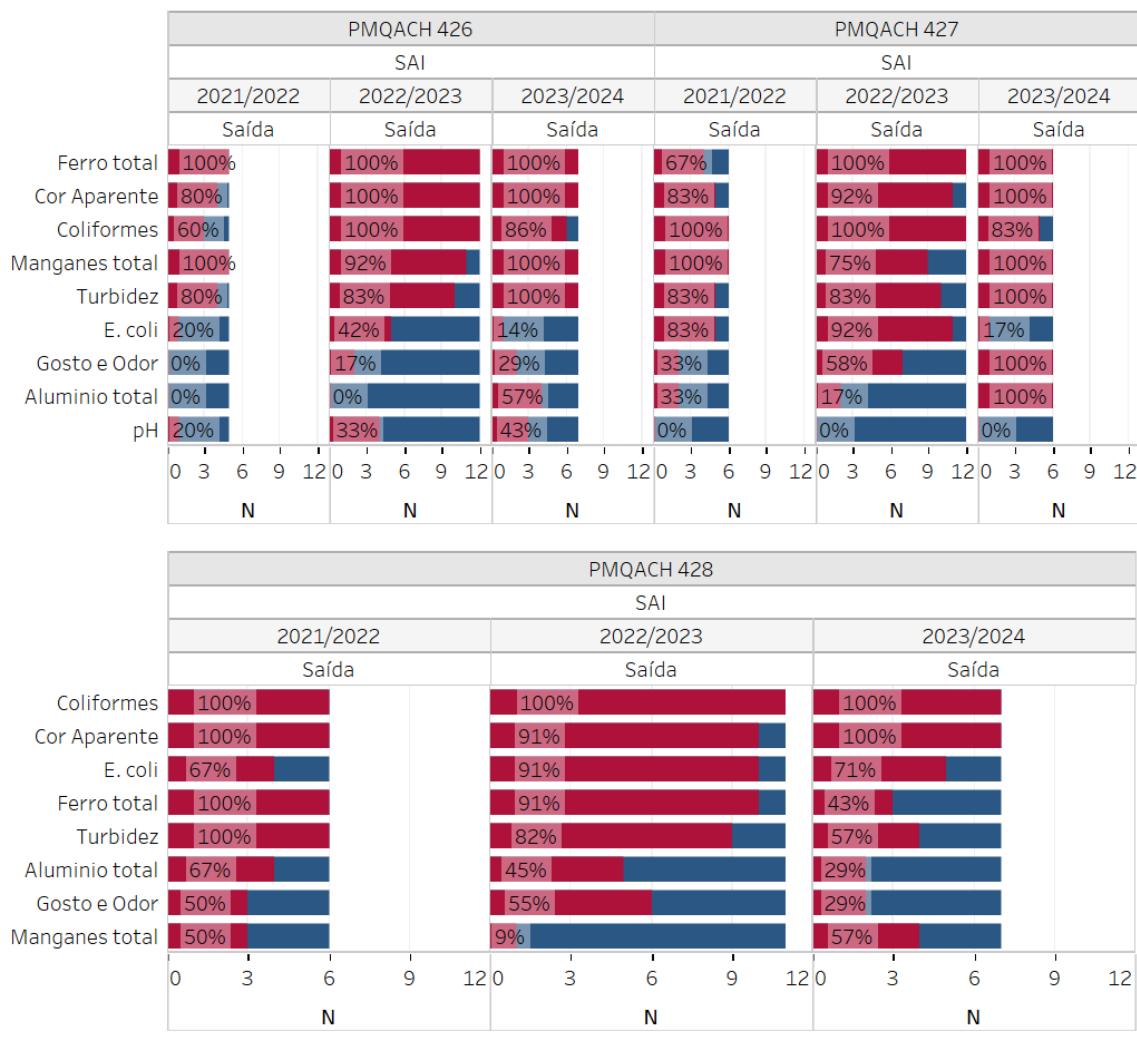
gosto e odor (29%, 2 de 7 amostras), alumínio total (57%, 4 de 7 amostras), e pH (43%, 3 de 7 amostras) (**Figura 6-207**).

No ponto PMQACH 427, além dos parâmetros acima mencionados, gosto e odor e alumínio total também apresentaram desconformidade em 100% das amostras do último ciclo (6 amostras) (**Figura 6-207**). Apresentaram redução no percentual de violação, em 2023/2024, os parâmetros coliformes (83%, 5 de 6 amostras) e *E. coli* (17%, 1 de 6 amostras), quando comparados aos resultados do ciclo anterior (**Figura 6-207**).

No ponto PMQACH 428, no último ciclo de monitoramento, todas as amostras de coliformes e cor aparente violaram os limites legais (100%, 7 amostras) (**Figura 6-207**). Foi observado aumento no percentual de violação apenas o parâmetro manganês total (57%, 4 de 7 amostras) (**Figura 6-207**). Demais parâmetros registraram, em 2023/2024, redução no percentual desconforme, sendo eles: *E. coli* com 71% (5 de 7 amostras), ferro total 43% (3 de 7 amostras), turbidez 57% (4 de 7 amostras), alumínio total e gosto e odor, ambos com 29% (2 de 7 amostras) (**Figura 6-207**).

Ressalta-se que as amostragens nesses pontos tiveram início em janeiro/2022 com a 1^a revisão bianual do PMQACH.

Figura 6-207 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 426, PMQACH 427 e PMQACH 428, localizados no município de Linhares-ES, entre janeiro/2022 e julho/2024 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 50% e 92% (**Figura 6-208**). A presença de *E. coli* não foi registrada somente em outubro/2023. Não foi identificado um padrão temporal ou sazonal evidente para a presença destes contaminantes (**Figura 6-208**).

Figura 6-208 - 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 temporal dos dados revelou diferentes tendências nos parâmetros analisados entre os pontos de coleta. Alumínio total apresentou tendência de aumento nos pontos PMQACH 190, PMQACH 191, PMQACH 198, PMQACH 201, PMQACH 209, PMQACH 211, PMQACH 426 e PMQACH 427. Apenas no ponto PMQACH 208 foi observada uma tendência de diminuição (**Figura 6-209**).

Bário total mostrou tendência de aumento exclusivamente nos pontos PMQACH 206 e PMQACH 214, enquanto a diminuição foi detectada nos pontos PMQACH 191, PMQACH 197, PMQACH 200, PMQACH 201, PMQACH 205, PMQACH 207, PMQACH 208 e PMQACH 211 (**Figura 6-209**).

Para cloreto total, foi identificado um aumento apenas no ponto PMQACH 212. Já os pontos PMQACH 190, PMQACH 192, PMQACH 193, PMQACH 194, PMQACH 200, PMQACH 201, PMQACH 204, PMQACH 205, PMQACH 206, PMQACH 207, PMQACH 208, PMQACH 209 e PMQACH 214 apresentaram tendência de diminuição (**Figura 6-209**).

Cor aparente demonstrou aumento nos pontos PMQACH 194, PMQACH 199, PMQACH 202, PMQACH 206 e PMQACH 427, enquanto diminuições foram observadas nos pontos PMQACH 197 e PMQACH 205 (**Figura 6-209**).

Para dureza total, apenas o ponto PMQACH 209 apresentou aumento ao longo do tempo. Em contrapartida, os pontos PMQACH 201, PMQACH 204, PMQACH 208 e PMQACH 214 registraram tendência de diminuição (**Figura 6-209**).

Em relação ao ferro total, houve aumento nos pontos PMQACH 194, PMQACH 202, PMQACH 204, PMQACH 206, PMQACH 211, PMQACH 214, PMQACH 426 e PMQACH 427. Por outro lado, os pontos PMQACH 190, PMQACH 191, PMQACH 197 e PMQACH 205 apresentaram diminuição (**Figura 6-209**).

Manganês total apresentou aumento nos pontos PMQACH 199, PMQACH 202, PMQACH 206 e PMQACH 427, enquanto os pontos PMQACH 193, PMQACH 200, PMQACH 205, PMQACH 207, PMQACH 208 e PMQACH 426 apresentaram tendência de queda (**Figura 6-209**).

Para o pH, o ponto PMQACH 198 apresentou aumento, enquanto o ponto PMQACH 205 mostrou diminuição (**Figura 6-209**).

Sódio total apresentou tendência de aumento apenas no ponto PMQACH 212, com os demais pontos (PMQACH 192, PMQACH 194, PMQACH 200, PMQACH 201, PMQACH 204, PMQACH 206, PMQACH 207, PMQACH 208, PMQACH 209, PMQACH 214 e PMQACH 427) mostrando diminuição (**Figura 6-209**).

Para sólidos dissolvidos totais, os pontos PMQACH 212 e PMQACH 428 apresentaram aumento, enquanto PMQACH 190, PMQACH 191, PMQACH 192, PMQACH 193, PMQACH 194, PMQACH 201, PMQACH 204, PMQACH 207, PMQACH 208 e PMQACH 214 registraram tendência de diminuição (**Figura 6-209**).

Sulfato apresentou aumento nos pontos PMQACH 209 e PMQACH 426, enquanto diminuições foram identificadas nos pontos PMQACH 190, PMQACH 191, PMQACH 192, PMQACH 193, PMQACH 194, PMQACH 198, PMQACH 200, PMQACH 201, PMQACH 202, PMQACH 203, PMQACH 204, PMQACH 206, PMQACH 207, PMQACH 212, PMQACH 214 e PMQACH 427 (**Figura 6-209**).

Para Turbidez, os pontos PMQACH 194, PMQACH 203, PMQACH 207, PMQACH 209, PMQACH 212, PMQACH 214 e PMQACH 427 apresentaram aumento ao longo do tempo, enquanto PMQACH 190, PMQACH 193, PMQACH 197, PMQACH 200, PMQACH 204 e PMQACH 205 apresentaram diminuição (**Figura 6-209**).

Por fim, para zinco total, observou-se aumento nos pontos PMQACH 191, PMQACH 197, PMQACH 206 e PMQACH 209. Nenhum ponto apresentou um padrão claro de diminuição dos valores de zinco total ao longo do tempo (**Figura 6-209**).

Figura 6-209 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

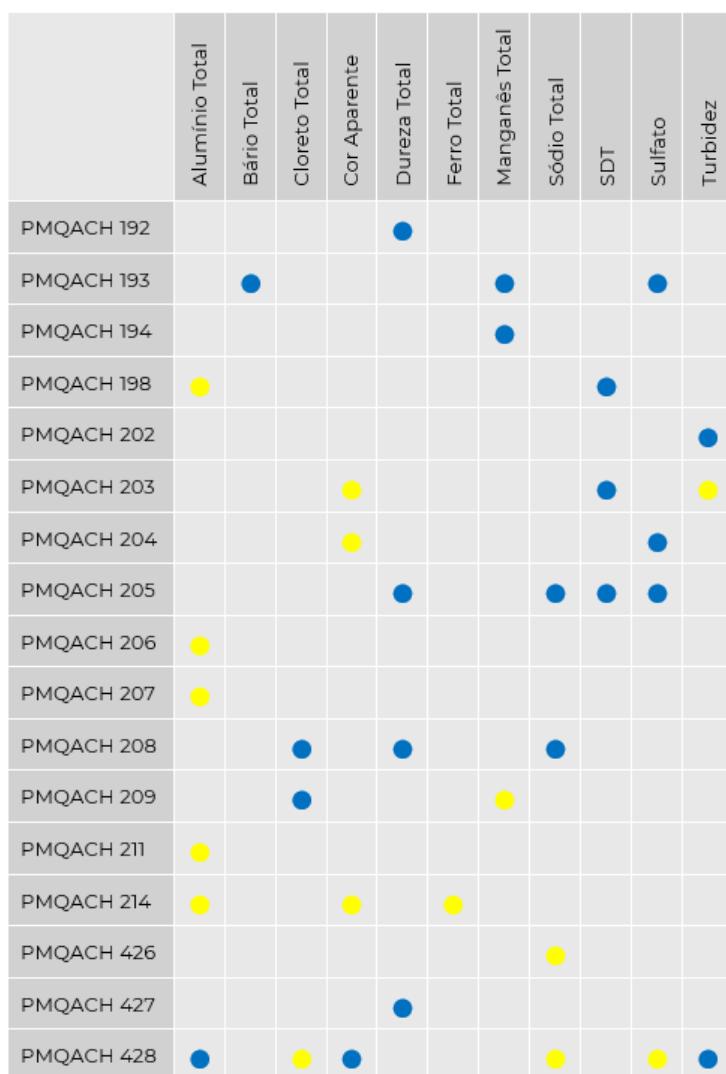
	Alumínio Total	Bário Total	Cloreto Total	Cor Aparente	Dureza Total	Ferro Total	Manganês Total	pH	Sódio Total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 190	↑		↓	—	—	↓		—	↓	↓	↓	↓	—
PMQACH 191	↑	↓	—	—	—	↓		—	↓	↓	↓	—	↑
PMQACH 192	—	—	↓	—	—	—	—		↓	↓	↓	—	—
PMQACH 193	—	↓	—	—	—	—	↓		↓	↓	↓	↓	—
PMQACH 194	—	↓	↑	—	↑	—	—	—	↓	↓	↓	↑	—
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 209	↑	—	↓	—	—	—	—	—	—	—	↑	↑	↑
PMQACH 211	↑	↓	—	—	—	↑	—	—	—	—	—	—	—
PMQACH 212	—	↑	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PMQACH 214	↑	↓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PMQACH 426	↑				—	—	—	—	—	—	—	—	—
PMQACH 427	↑		↑	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PMQACH 428	—	—						—	—	—	—	—	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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 dados indicou que, para o parâmetro alumínio total, apenas o ponto PMQACH 428 apresentou valores superiores durante o período chuvoso, enquanto os pontos PMQACH 198, PMQACH 206, PMQACH 207, PMQACH 211 e PMQACH 214 apresentaram valores superiores durante o período seco (**Figura 6-210**). Para bário total, o único ponto que apresentou diferença significativa entre os períodos ($p < 0,05$) foi o ponto PMQACH 193, com valores superiores durante o período chuvoso (**Figura 6-210**). Em relação ao cloreto total, os pontos PMQACH 208 e PMQACH 209 apresentaram valores superiores durante o período chuvoso e o ponto PMQACH 428 apresentou valores superiores durante o período seco (**Figura 6-210**). Em relação ao parâmetro cor aparente, apenas o ponto PMQACH 428 apresentou valores superiores durante o período chuvoso, enquanto os pontos PMQACH 203, PMQACH 204 e PMQACH 214 apresentaram valores superiores durante o período seco (**Figura 6-210**). Os pontos PMQACH 192, PMQACH 205, PMQACH 208 e PMQACH 427 que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os períodos para o parâmetro dureza total, obtiveram valores superiores durante o período chuvoso (**Figura 6-210**). Para o parâmetro ferro total, apenas o ponto PMQACH 214 apresentou diferença significativa ($p < 0,05$), apresentando valores superiores durante o período seco. Manganês total apresentou maiores valores no período chuvoso nos pontos PMQACH 193 e PMQACH 194. Já o ponto PMQACH 209 apresentou maiores valores durante o período seco para manganês total (**Figura 6-210**). Em relação ao parâmetro sódio total, os pontos PMQACH 205 e PMQACH 208 apresentaram maiores valores no período chuvoso enquanto os pontos PMQACH 426 e PMQACH 428 obtiveram maiores valores no período seco (**Figura 6-210**). Os pontos PMQACH 198, PMQACH 203 e PMQACH 205 apresentaram valores superiores no período chuvoso para o parâmetro sólidos dissolvidos totais. O parâmetro sulfato apresentou valores superiores no período chuvoso nos pontos PMQACH 193, PMQACH 204, PMQACH 205 (**Figura 6-210**). Já os valores superiores durante o período seco foram obtidos no ponto PMQACH 428. Em relação a turbidez, os pontos PMQACH 202 e PMQACH 428 apresentaram valores superiores no período chuvoso e o ponto PMQACH 203 apresentou valores superiores no período seco (**Figura 6-210**).

Não foi observado diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso ($p > 0,05$) para nenhum parâmetro nos pontos PMQACH 190, PMQACH 191, PMQACH 197, PMQACH 199, PMQACH 200, PMQACH 201, PMQACH 212.

Figura 6-210 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.



● 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

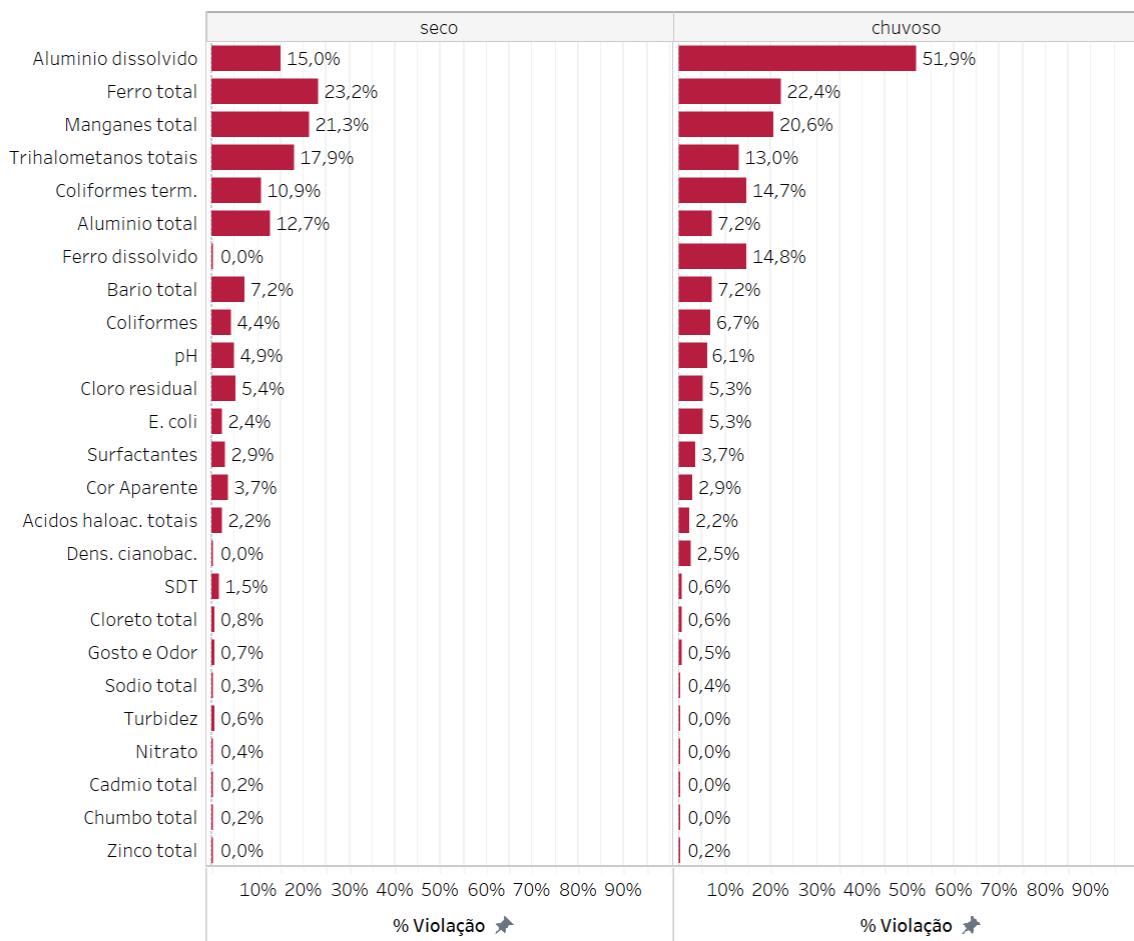
6.25.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

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 6-211**).

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 (17,9% no período seco e 13% no período chuvoso) (**Figura 6-211**), 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 4,4% no período seco e 6,7% no período chuvoso quanto *E. coli* (2,4% no período seco e 5,3% no período chuvoso) apresentaram baixos percentuais de violação (**Figura 6-211**). Para coliformes termotolerantes, os percentuais de violação observados foram de 10,9% no período seco e 14,7% 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 6-211**).

Figura 6-211 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.



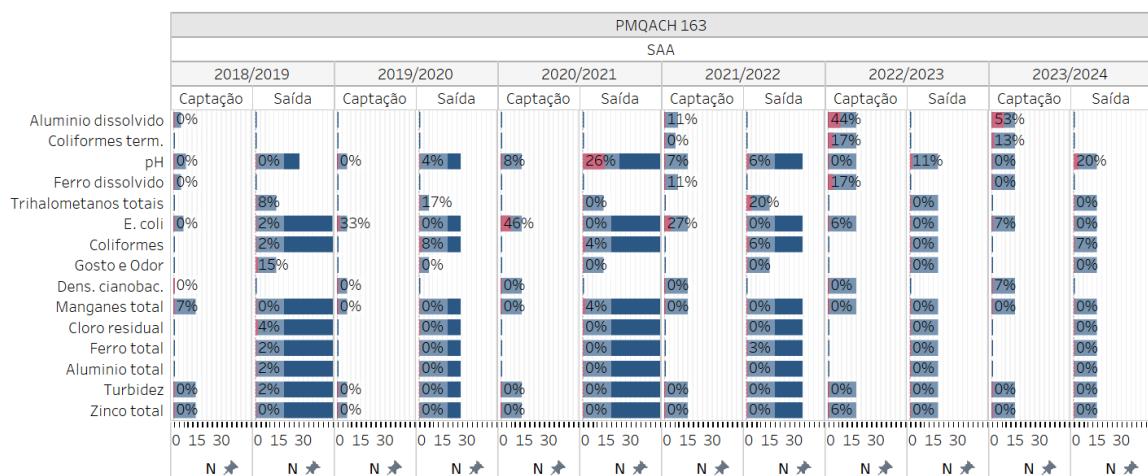
Quatro pontos com tratamento de água do tipo SAA foram monitorados, sendo 3 com captação subterrânea (PMQACH 164, PMQACH 184 e PMQACH 185) e 1 ponto com captação superficial (PMQACH 163).

Na captação do ponto PMQACH 163, em 2023/2024, foi observado aumento no percentual de violação para alumínio dissolvido em 2023/2024 (53%, 8 de 15 amostras), em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-212**). Também na captação, coliformes termotolerante apresentou 13% de violações nas amostras do ciclo de 2023/2024 (2 de 15 amostras) e densidade de cianobactérias violação pontual de 7% (1 de 15 amostras) (**Figura 6-212**).

E. coli apresentou violação pontual de 7% na captação do ponto, em 2023/2024 (1 de 15 amostras), percentual este similar ao do ciclo anterior. Quando avaliado na saída do tratamento o parâmetro apresentou conformidade (**Figura 6-212**).

Na saída do ponto com tratamento, pH apresentou violação de 20% (3 de 15 amostras). Da mesma forma, o coliformes, monitorados exclusivamente na saída do ponto, também registrou uma violação pontual de 7% no período, com 1 de 15 amostras fora do limite (**Figura 6-212**).

Figura 6-212 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 163, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

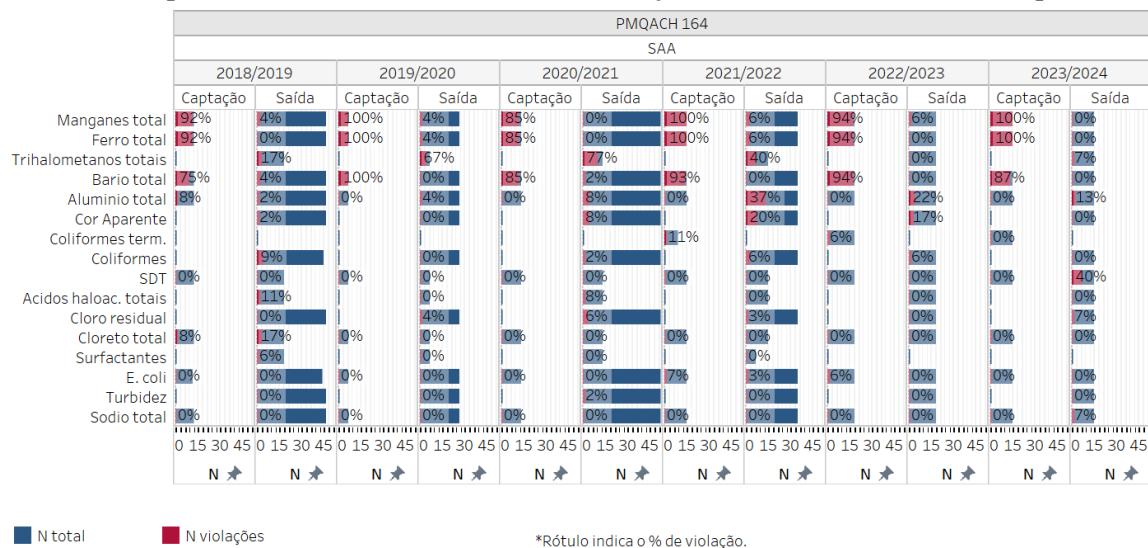
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Na captação do ponto PMQACH 164, em 2023/2024, manganês total e ferro total apresentaram 100% de violação à legislação nas amostras do período (15 amostras), resultado que representa um aumento em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-213**). Neste mesmo período e na captação, bário total apresentou redução no percentual desconforme, com registro de 87% das amostras acima do limite máximo permitido pela legislação (13 de 15 amostras) (**Figura 6-213**). Também monitorados na saída, estes três parâmetros apresentaram conformidade com a legislação após o tratamento da água (**Figura 6-213**).

Em 2023/2024, apresentaram conformidade na captação do tratamento, mas violações na saída, os parâmetros alumínio total (13%, 2 de 15 amostras), sólidos dissolvidos totais (40%, 6 de 15 amostras) e sódio total (7%, 1 de 15 amostras) (**Figura 6-213**).

Monitorados exclusivamente na saída do tratamento, os parâmetros trihalometanos totais e cloro residual apresentaram, no último ciclo, violação em 1 das 15 amostras coletadas (7%) (**Figura 6-213**).

Figura 6-213 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 164, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 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, 2023/2024, violação de 40% nas amostras do período (6 de 15 amostras), resultado que supera o observado no ciclo anterior (**Figura 6-214**).

Ferro total, apresentou 100% de violação nas amostras do ciclo de 2023/2024 (15 amostras), mesmo resultado observado também na captação do ciclo anterior (**Figura 6-214**). Avaliado na saída do tratamento, o parâmetro apresentou conformidade (**Figura 6-214**). Em 2024/2024, manganês apresentou resultado similar ao do ciclo anterior, com 27% (4 de 15 amostras) de violação na captação do ponto e 33% na saída do tratamento (5 de 15 amostras) (**Figura 6-214**). Alumínio total apresentou, em 2023/2024, aumento no percentual de violação na captação, com 40% das amostras do período em desconformidade (6 de 15 amostras), mas diminuição no percentual de violação após o tratamento com 20% das amostras em desconformidade (3 de 15 amostras) (**Figura 6-214**). *E. coli* apresentou 27% das amostras do ciclo de 2023/2024 acima do limite máximo permitido pela legislação (4 de 15 amostras)

(Figura 6-214). Após o tratamento, no entanto o parâmetro apresentou conformidade (Figura 6-214).

Monitoramento exclusivamente na saída do tratamento, cloro residual apresentou violação pontual em apenas 1 das 15 amostras monitoradas no ciclo de 2023/2024 (7%) (Figura 6-214). Resultado que representa uma redução no percentual desconforme em relação ao ciclo anterior.

Figura 6-214 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 184, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.

	PMQACH 184															2023/2024		
	2018/2019			2019/2020			2020/2021			2021/2022			2022/2023			2023/2024		
	Captação	Saída	Saída	Captação	Saída	Saída	Captação	Saída	Saída	Captação	Saída	Saída	Captação	Saída	Saída	Captação	Saída	
Manganês total	67%	17%	0%	100%	40%	77%	90%	27%	74%	17%	33%	27%	33%	33%	33%	27%	33%	
Ferro total	100%	17%	9%	100%	0%	85%	2%	93%	6%	100%	6%	100%	6%	100%	6%	100%	0%	
Coliformes term.																		
Alumínio total	0%	0%	9%	0%	8%	46%	29%	53%	26%	6%	39%	40%	20%	0%	0%	0%	0%	
Trihalometanos totais																		
Cloro residual																		
pH	0%	0%	0%	45%	4%	17%	9%	0%	17%	6%	17%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	
Surfactantes																		
Coliformes	57%	18%	33%	33%	4%	6%	9%	0%	6%	0%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
E. coli	50%	0%	0%	83%	0%	8%	0%	27%	0%	22%	0%	27%	0%	0%	0%	0%	0%	
Cor Aparente																		
Acidos haloac. totais	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Nitrato	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Cadmio total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Sódio total	0%	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	0	18	36	0	18	36	0	18	36	0	18	36	0	18	36	0	18	36
	N	★	N	★	N	★	N	★	N	★	N	★	N	★	N	★	N	★

■ N total

■ N violações

*Rótulo indica o % de violação.

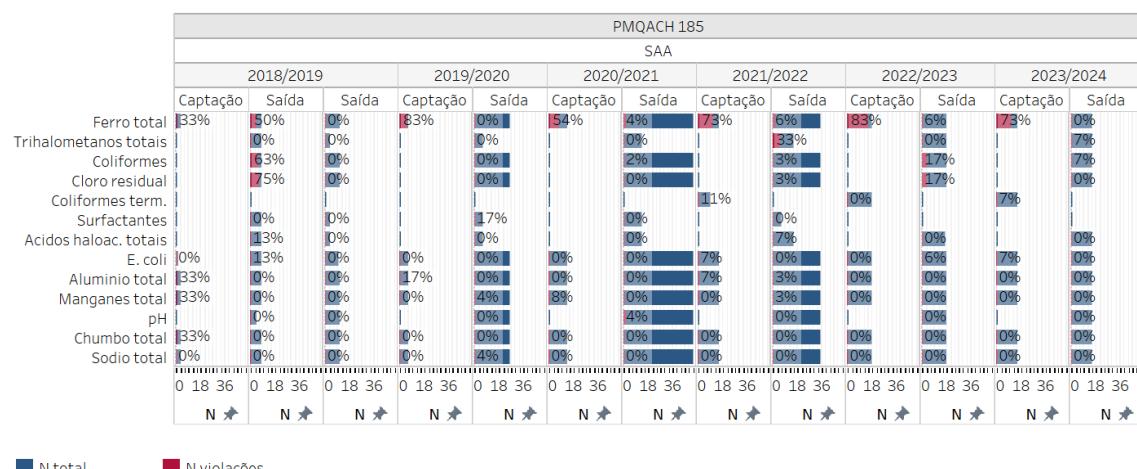
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

No ponto PMQACH 185, em 2023/2024, o parâmetro coliformes termotolerante, monitorado exclusivamente na captação, apresentou violação ao limite máximo permitido em 1 das 15 amostras do período (7%) (Figura 6-215).

Ferro total apresentou redução no percentual de violação quando avaliado na captação do ponto, em 2023/2024, com 73% das amostras em desconformidade (11 de 15 amostras) (Figura 6-215). Quando avaliado após o tratamento, o parâmetro apresentou conformidade. Neste mesmo período, *E. coli* apresentou violação pontual de 7% na captação do ponto (1 de 15 amostras) (Figura 6-215). Na saída do ponto, no entanto apresentou conformidade (Figura 6-215).

Monitorados exclusivamente na saída do ponto com tratamento, trihalometanos totais e coliformes apresentam violação pontual de 7%, em apenas 1 das 15 amostras do último ciclo (**Figura 6-215**).

Figura 6-215 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 185, localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

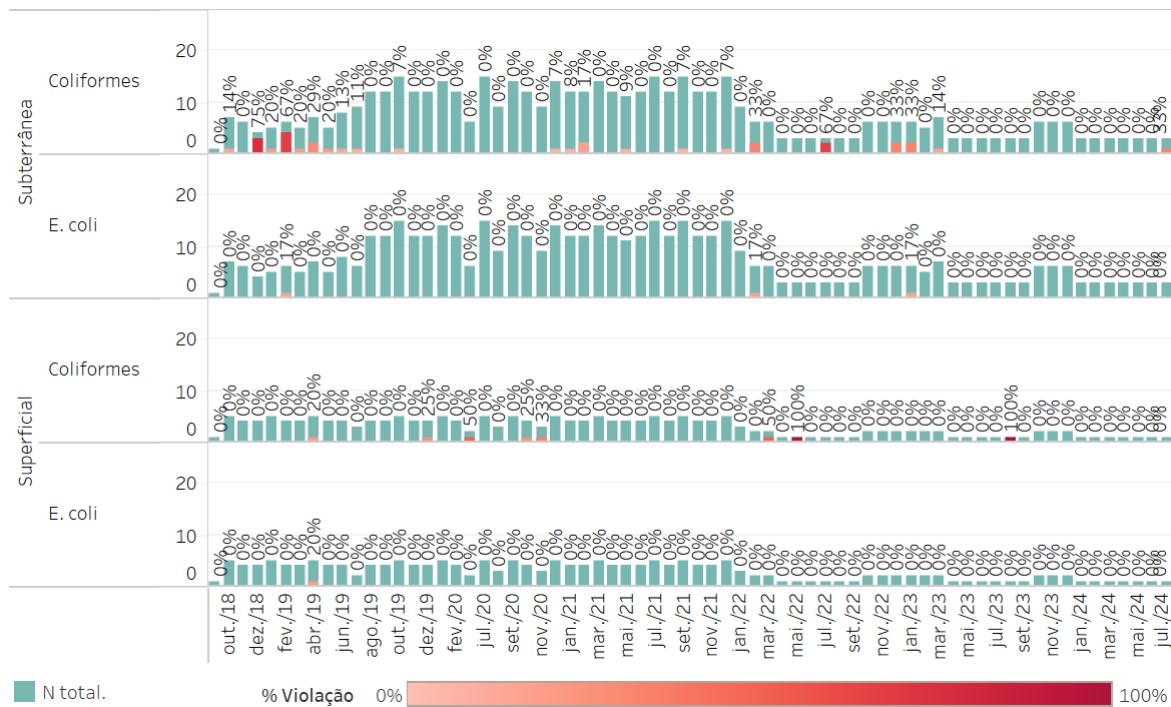
*Rótulo indica o % de violação.

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.

6.25.2.2 - Avaliação temporal e sazonal

Na saída dos pontos com tratamento de água, tanto os com captação subterrânea quanto superficial, os resultados foram predominantemente “ausentes” para coliformes e *E. coli* (**Figura 6-216**). Nos pontos de captação subterrânea, no último ciclo de monitoramento (julho/2023 a julho/2024), a presença de coliformes foi registrada apenas no mês de julho/2024. Nos pontos de captação superficial a presença de coliformes no último ciclo foi registrada apenas no mês de agosto/2023 (**Figura 6-216**). Neste período não foi registrada a presença de *E. coli* em pontos de captação subterrânea ou superficial (**Figura 6-216**). Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para presença de coliformes ou *E. coli* no período analisado (**Figura 6-216**).

Figura 6-216 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Linhares-ES.



A análise temporal dos dados revelou que o município de Linhares apresentou diferentes padrões de aumento e diminuição para os parâmetros que obtiveram diferença significativa ($p < 0,05$) do atual ciclo (2023/2024) para os ciclos anteriores. Para o ponto de saída do PMQACH 163 os parâmetros cor aparente e zinco total apresentaram tendência de aumento no decorrer do tempo, enquanto ferro total, manganês total e pH apresentaram diminuição em suas concentrações (Figura 6-217). Para o ponto de captação PMQACH 164, observou-se o aumento para o parâmetro cor aparente. Já no ponto de saída do PMQACH 164, os parâmetros que apresentaram aumento foram alumínio total, cloro residual livre e turbidez, enquanto pH foi o único parâmetro que apresentou diminuição nos seus valores ao longo do tempo (Figura 6-217). Para o ponto de captação do PMQACH 184, os parâmetros cor aparente e turbidez apresentaram tendência de aumento no decorrer dos ciclos anuais. No ponto de saída do PMQACH 184, os parâmetros que apresentaram aumento foram o alumínio total, cloro residual livre, cor aparente e ferro total. O parâmetro sódio total apresentou tendência de queda para

esse ponto na saída do tratamento (**Figura 6-217**). Em relação ao ponto de captação do PMQACH 185, o único parâmetro que apresentou uma tendência clara ao longo do tempo foi turbidez, com tendência de aumento em seus valores ao longo do tempo (**Figura 6-217**). Na saída do tratamento do ponto PMQACH 185, foi observado que os parâmetros cloro residual livre e cor aparente apresentaram uma tendência de aumento no decorrer do tempo, enquanto alumínio total, manganês total e turbidez apresentaram diminuição de seus valores ao longo do tempo (**Figura 6-217**).

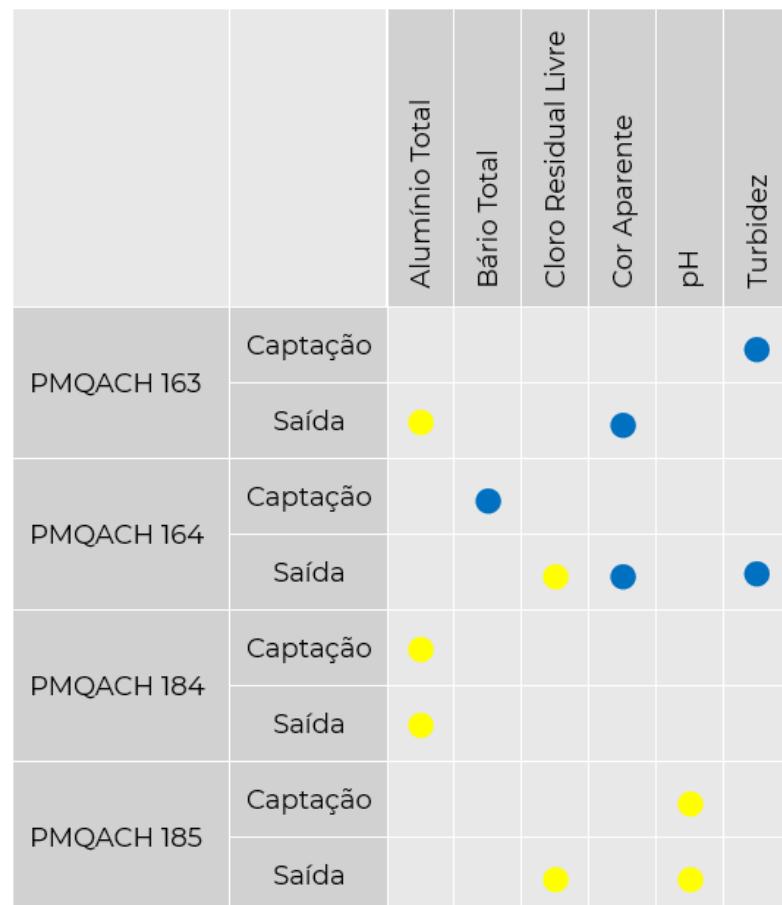
Figura 6-217 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

			Alumínio Total	Bário Total	Cloro Residual Livre	Cor Aparente	Ferro Total	Manganês Total	pH	Sódio Total	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 2023/2024; — 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 análise sazonal, observou-se para o ponto de captação do PMQACH 163 que apenas a turbidez apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) com maiores valores durante o período chuvoso. No ponto de saída do PMQACH 163 o parâmetro cor aparente apresentou maiores valores no período chuvoso, enquanto alumínio total apresentou maiores valores no período seco (**Figura 6-218**). Bário total apresentou valores superiores no período chuvoso na captação do ponto PMQACH 164. Na saída, os parâmetros cor aparente e turbidez apresentaram valores superiores no período chuvoso enquanto cloro residual livre apresentou valor superior no período seco (**Figura 6-218**). O parâmetro alumínio total apresentou valor superior durante o período seco, tanto para o ponto de captação quanto para a saída do ponto PMQACH 184 (**Figura 6-218**). Por fim, no ponto de captação do PMQACH 185, pH apresentou maiores valores no período seco. Na saída, tanto cloro residual quanto pH apresentaram maiores valores no período seco (**Figura 6-218**).

Figura 6-218 – Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.



- 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 os 02 (dois) pontos de monitoramento que possuem tratamento de água e são do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) (**Figura 6-219 e Quadro 6-25**).

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 e Saída	CONAMA nº 357/2005 e Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo
PMQACH 04	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída		Ativo

Figura 6-219 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Aracruz-ES.



6.26.1 - Pontos com tratamento

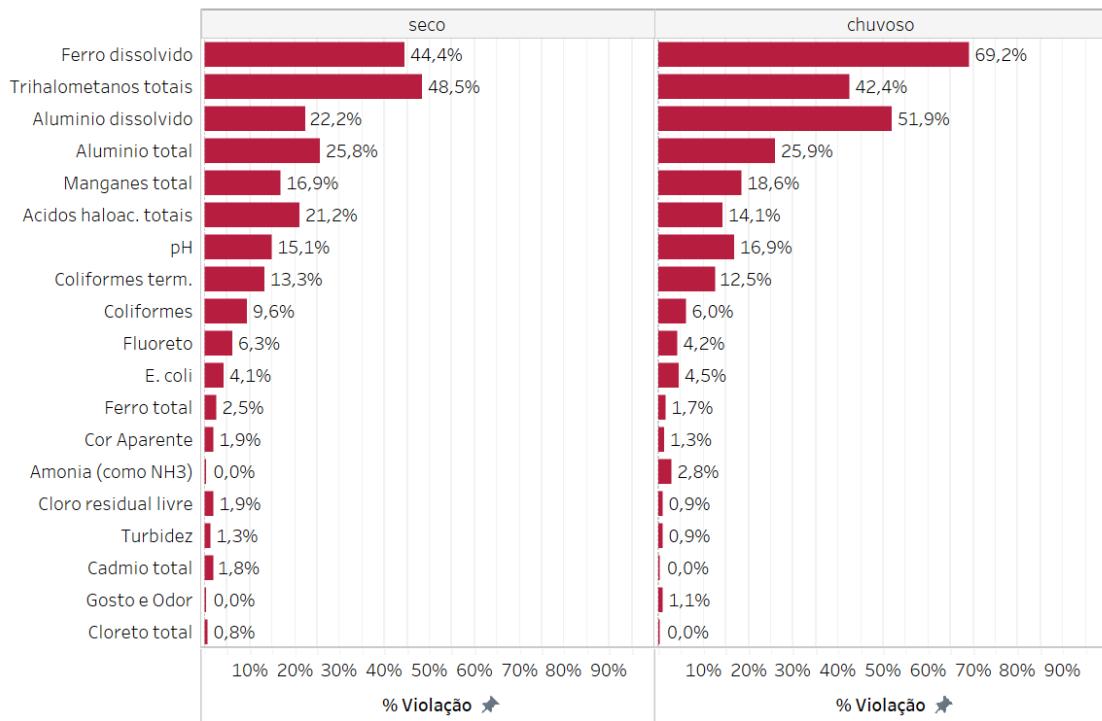
6.26.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para os pontos com tratamento de água do município de Aracruz-ES, os parâmetros com maiores percentuais de violação foram ferro dissolvido, trihalometanos totais, alumínio dissolvido e alumínio total (**Figura 6-220**).

O ferro dissolvido apresentou 44,4% e 69,2% de violação para o período seco e chuvoso respectivamente (**Figura 6-220**). Esse parâmetro, assim como alumínio dissolvido (22,2% no período seco e 51,9% no período chuvoso) e total (25,8% no período seco e 25,9% 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 6-220**). Em relação as violações de trihalometanos (48,5% no período seco e 42,4% no período chuvoso), assim como ácidos haloacéticos (21,2% no período seco e 14,1% no período chuvoso) (**Figura 6-220**), 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).

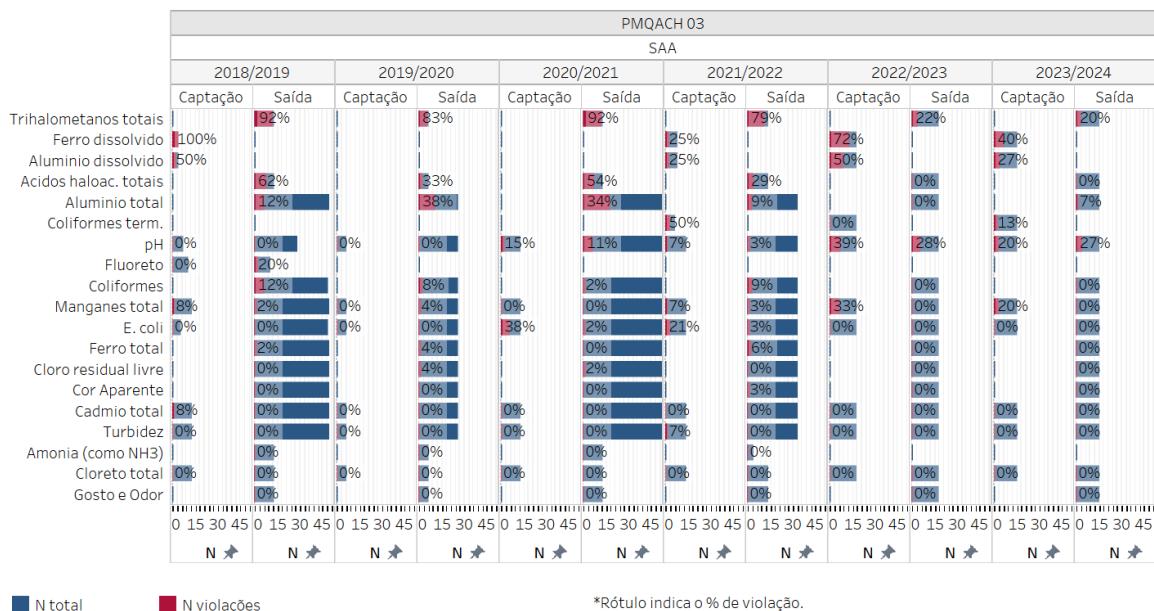
A maioria dos parâmetros apresentou percentual de violação similar para o período seco e chuvoso, com exceção do alumínio dissolvido e ferro dissolvido (**Figura 6-220**). Maiores concentrações desses parâmetros podem estar relacionadas com o aumento da pluviosidade, especialmente em corpos hídricos superficiais, refletindo tanto o maior aporte de partículas carreadas 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 6-220**).

Figura 6-220 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.



No ponto PMQACH 03, que apresenta captação superficial e abastecimento do tipo SAA, houve aumento no percentual de violação da legislação, em 2023/2024, na captação, para coliformes termotolerantes (13%, 2 de 15 amostras) (**Figura 6-221**). Por outro lado, foi observada redução no percentual desconforme para os parâmetros ferro dissolvido (40%, 6 de 15 amostras), alumínio dissolvido (27%, 4 de 15 amostras), pH e manganês total (20%, 3 de 15 amostras), neste mesmo período (**Figura 6-221**). Sobre estes dois últimos parâmetros, que também são monitorados na saída da estação, observou-se que pH apresentou percentual de violação similar ao do ciclo anterior, com 27% (4 de 15 amostras) e manganês total apresentou conformidade (**Figura 6-221**). Monitorado exclusivamente na saída do tratamento, alumínio total apresentou violação pontual de 7% (1 de 15 amostras) e trihalometanos violação de 20% (3 de 15 amostras) em 2023/2024 (**Figura 6-221**).

Figura 6-221 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 03, localizado no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2024, com base nos limites aplicáveis.



■ N total

■ N violações

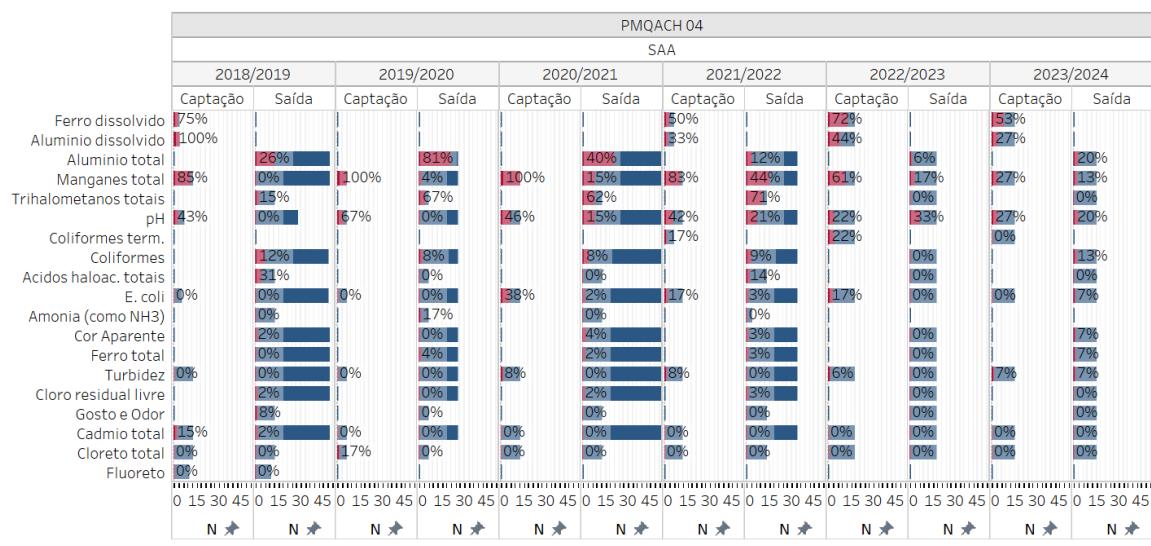
*Rótulo indica o % de violação.

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 04, de captação tipo superficial e abastecimento tipo SAA, houve redução no percentual de violação na captação, em 2023/2024, para ferro dissolvido (53%, 8 de 15 amostras) e alumínio dissolvido (27%, 4 de 15 amostras), em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-222**). Manganês total e pH apresentaram desconformidade em 4 das 15 amostras coletadas no último ciclo (27%). Este resultado representa, respectivamente, uma redução e um aumento em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-222**). Quando avaliados na saída da estação, observa-se uma pequena redução no percentual desconforme após o tratamento para estes dois parâmetros (13% e 20%, respectivamente) (**Figura 6-222**). Turbidez apresentou violação pontual tanto na captação quanto na saída do tratamento (7%, 1 de 15 amostras), em 2023/2024. *E. coli*, que não apresentou desconformidade na captação, registrou violação na saída do tratamento (7%, 1 de 15 amostras) (**Figura 6-222**). Monitorados exclusivamente na saída, também foi registrada violação pontual para cor aparente e ferro total (7%, 1 de 15 amostras) e coliformes (13%, 2 de 15 amostras), o que não ocorreu no ciclo anterior. Alumínio total, também monitorado somente na saída do tratamento, apresentou desconformidade em 3 das 15

amostras do ciclo de 2023/2024 (20%), um aumento quando comparado ao ciclo anterior (**Figura 6-222**).

Figura 6-222 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 04, localizado no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2024, 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.

6.26.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Os pontos PMQACH 03 E PMQACH 04, no município de Aracruz, registraram a presença de coliformes principalmente no início do monitoramento, enquanto a presença de *E. coli* foi mais pontual. Para coliformes, as maiores ocorrências do contaminante nas amostras analisadas foram nos meses de maio/2019 (56%) e fevereiro/2022 (50%). No período avaliado neste relatório (julho/2023 a julho/2024), foi observada a presença de coliformes em agosto/2023 e de coliformes e *E. coli* em abril/2024. Não foi observado um padrão temporal ou sazonal para nenhum dos dois parâmetros avaliados (**Figura 6-223**).

Figura 6-223 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Aracruz.



A análise da série temporal revelou padrões distintos em cada ponto de coleta. No ponto de captação PMQACH 03, parâmetros como bário total, sulfato e zinco total apresentaram tendência de aumento significativo ($P < 0,05$) ao longo do tempo, enquanto o nitrato mostrou uma tendência de diminuição (Figura 6-224). No ponto de saída de PMQACH 03, a maioria dos parâmetros analisados indicou um aumento ao longo do tempo, incluindo bário total, cloro residual livre, cor aparente, dureza total, ferro total, manganês total, sólidos dissolvidos totais e sulfato (Figura 6-224). Em contrapartida, alumínio total, nitrato, pH e turbidez apresentaram tendência de redução. No ponto de captação PMQACH 04, apenas a turbidez demonstrou tendência de aumento ao longo do tempo, enquanto cor aparente, dureza total, manganês total, sólidos dissolvidos totais e sulfato exibiram tendência de redução (Figura 6-224). Sobre o ponto de saída do PMQACH 04, não foi observado nenhum parâmetro que apresentasse uma tendência de aumento ao longo do tempo, apenas diminuição (Figura 6-224).

Figura 6-224 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

		Alumínio Total	Bário Total	Cloro Residual Livre	Cor Aparente	Dureza Total	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 2023/2024; — 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, no ponto de captação PMQACH 03, os maiores valores foram registrados no período chuvoso para alumínio total, cor aparente, ferro total, manganês total e turbidez (**Figura 6-225**). Por outro lado, sódio total e sólidos dissolvidos totais apresentaram suas maiores concentrações durante o período seco. No ponto de saída PMQACH 03, apenas a cor aparente demonstrou efeito sazonal significativo ($P < 0,05$), com valores mais elevados durante o período chuvoso (**Figura 6-225**). No ponto de captação PMQACH 04, a cor aparente e o ferro total também apresentaram efeito sazonal significativo, com maiores valores registrados no período chuvoso (**Figura 6-225**). Já no ponto de saída PMQACH 04, o cloro residual livre teve maior concentração no período chuvoso, enquanto o manganês total apresentou seus valores mais elevados no período seco (**Figura 6-225**).

Figura 6-225 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

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

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 6-226** 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 nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	Ativo

Figura 6-226 - 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

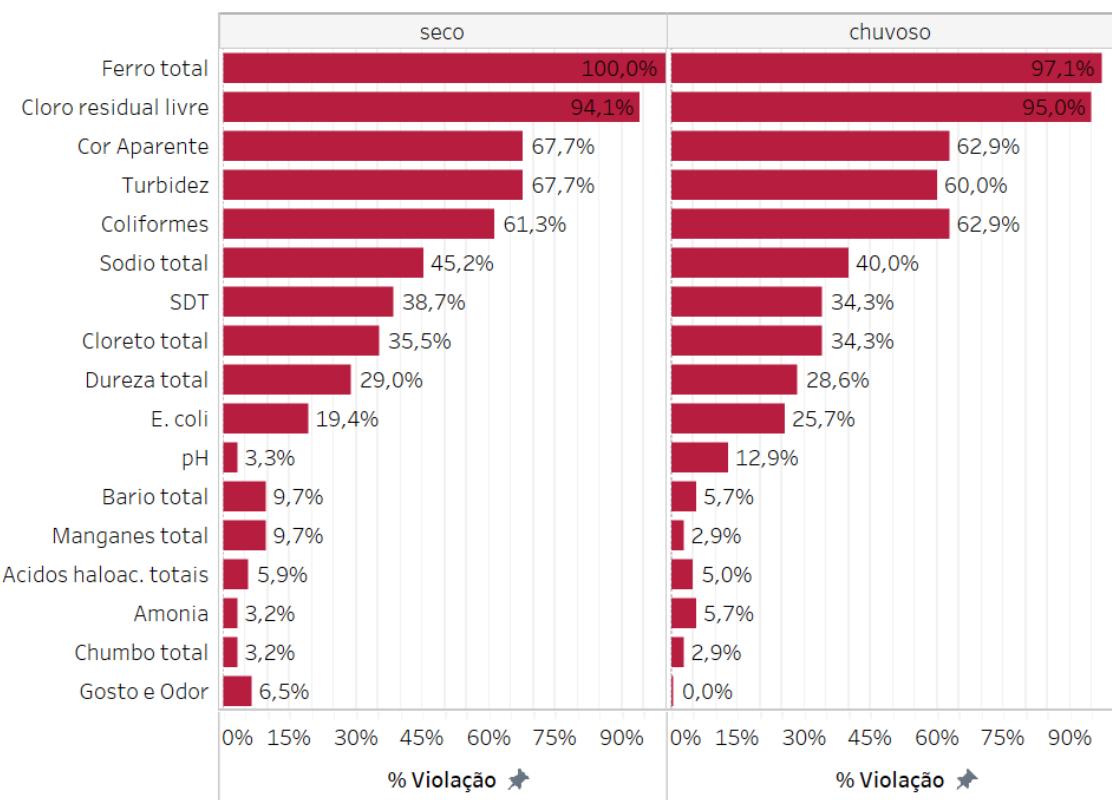
Para o município de São Mateus-ES, destacam-se ferro total, cloro residual livre, cor aparente, coliformes e turbidez por apresentarem mais de 60% de violação no período seco e chuvoso (**Figura 6-227**).

Cloro residual livre apresentou 94,1% de violação no período seco e 95% no período chuvoso (**Figura 6-227**). 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 61,3% de violação no período seco e 62,9% no período chuvoso e *E. coli* 19,4% no período seco e 25,7% 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 conte com 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. (**Figura 6-227**). No município de São Mateus-ES, o percentual de esgotamento sanitário adequado é de 62,2% (IBGE, 2010) e, comparativamente com outros municípios do estado do Espírito Santo, ocupa a 32ª posição (de um total de 78 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 reduzida porcentagem de tratamento e a baixa eficiência na remoção de patógenos ajuda a

explicar a contaminação por coliformes e *E. coli* por influência regional que, de fato, foram indicados como parâmetros prioritários para gestão na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Em baixo percentual, gosto e odor apresentou violação apenas no período seco (6,5%) (**Figura 6-227**). Demais parâmetros monitorados não apresentaram influência da sazonalidade na ocorrência de violações (**Figura 6-227**).

Figura 6-227 - 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/2024 com base nos limites aplicáveis.

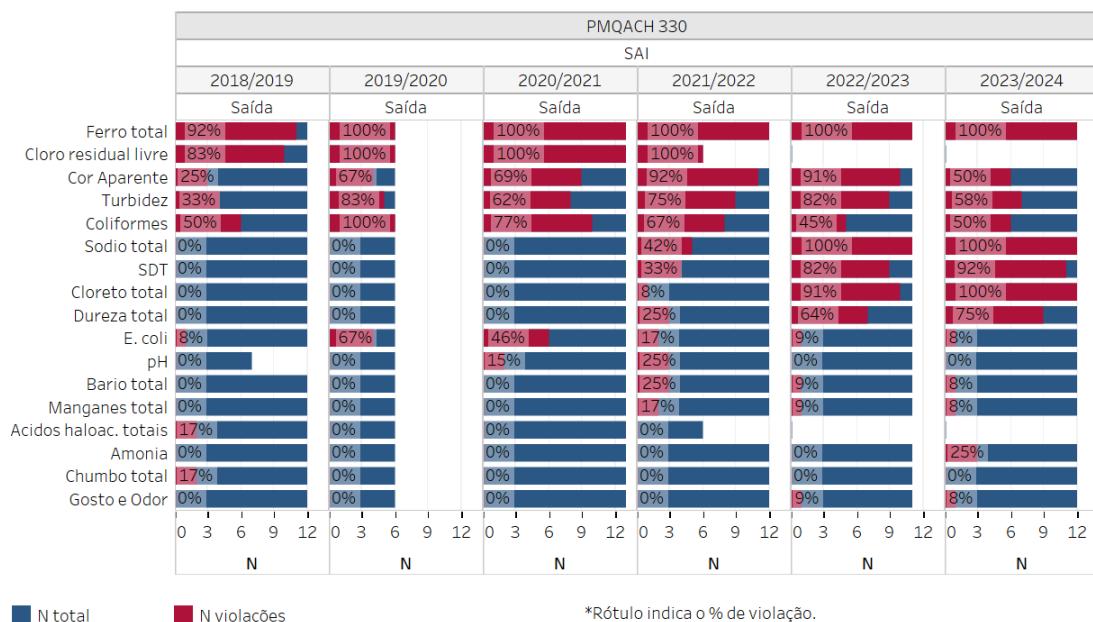


Um ponto sem tratamento de água do tipo SAC e com captação subterrânea foi monitorado no município de São Mateus (PMQACH 330).

Neste ponto, ferro total e sódio total apresentaram violação em todas as amostras do último ciclo de 2023/2024 (100%, 12 amostras), tal como observado no ciclo anterior (**Figura**

6-228). Apresentaram aumento no percentual de violação, em 2023/2024, os parâmetros sólidos dissolvidos totais (SDT) com 92% de violação (11 de 12 amostras), cloreto total com 100% (12 amostras) e dureza total com 75% (9 de 12 amostras) (**Figura 6-228**). Por outro lado, foi observada redução no percentual de violação os parâmetros cor aparente (50%, 6 de 12 amostras) e turbidez (58%, 7 de 12 amostras), no último ciclo (**Figura 6-228**). Apresentaram percentuais de violação em 2023/2024, semelhantes ao do ciclo anterior, coliformes (50%, 6 de 12 amostras) e de modo pontual os parâmetros *E. coli*, bário total, manganês total e gosto e odor (8% de violação, 1 de 12 amostras) (**Figura 6-228**). Amônia apresentou desconformidade, em 2023/2024, pela primeira vez no monitoramento com 25% de violação (3 de 12 amostras) (**Figura 6-228**).

Figura 6-228 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 330, localizado no município de São Mateus-ES, entre setembro/2018 e julho/2024 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 39 dos 60 meses monitorados. Em menor frequência, *E. coli* foi identificada em 15 dos 60 meses de monitoramento (**Figura 6-229**). Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para coliformes e *E. coli* no período analisado (**Figura 6-229**).

Figura 6-229 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto sem tratamento, localizado no município de São Mateus-ES.



A análise temporal revelou que todos os parâmetros com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre o ciclo atual (2023/2024) e os ciclos anteriores, e que também demonstraram um padrão consistente de comportamento ao longo do tempo, exibiram uma tendência de aumento ao longo dos anos. Estes parâmetros foram: bário total, cloreto total, dureza total, ferro total, manganês total, sódio total, sólidos dissolvidos totais e sulfato (**Figura 6-230**).

Figura 6-230 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.

	Bário Total	Cloreto Total	Cor Aparente	Dureza Total	Ferro Total	Manganês Total	Sódio Total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco Total
PMQACH 330	↑	↑	—	↑	↑	↑	↑	↑	↑	—	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2023/2024; — 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 análise sazonal, o único parâmetro que apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os períodos seco e chuvoso para o ponto PMQACH 330 foi o pH. Os valores encontrados para esse parâmetro foram maiores no período seco que no período chuvoso (Figura 6-231).

Figura 6-231 - Resultados dos testes estatísticos entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2024.



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

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** exibe uma apresentação geral dos 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 miligramas 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 nº 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 nº 888, de 4 de maio de 2021 e pela Portaria GM/MS nº 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 nº 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 nº 95, NT nº 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, 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, 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/2023 a julho/2024.

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 hipocrônica 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
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
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 retardos 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	-

Parâmetros	Efeitos potenciais para a saúde humana	Nível de Risco Mínimo (MRL) / Consumo Diário Tolerável (TDI)
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	-
<i>Escherichia coli</i> *	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	-
Níquel total	Dermatite, doença cardiovascular, asma, fibrose pulmonar e câncer do trato respiratório ²¹	70 µg/L ²⁰
Nitrito*	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 nitrito. ³³	-
pH*	Importante para controlar problemas de incrustação e corrosão das redes de distribuição ¹²	-
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	-

Parâmetros	Efeitos potenciais para a saúde humana	Nível de Risco Mínimo (MRL) / Consumo Diário Tolerável (TDI)
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 fosfolipídicas, 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/2023 a julho/2024).

Referências: ¹US EPA, 2009; ²CETESB, 2019; ³CLETO, 2008; ⁴ROSLINO, 2011; ⁵FLANTEN, 2001; ⁶RONDEAU *et al.*, 2000; ⁷BAKAR *et al.*, 2020; ⁸ ANVISA, 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; ²⁵CSERHÁTI *et al.*, 2002; ²⁶PRASAD *et al.*, 2008; ²⁷Institute of Medicine, 2002; ²⁸WHO, 1996; ²⁹WHO, 2017, ³⁰WHO, 2005, ³¹SANTOS, 2013, ³²FERREIRA FILHO, ALVES, 2006, ³³SCORSAFAVA, 2010, ³⁴DE SOUZA, 2010, ³⁵GOMES, 2013, ³⁶TAYLOR, 2020, ³⁷ADAPAR, 2024, ³⁸UFMG, 2024, ³⁹IPEA, 2024, ⁴⁰CDH, 2024.

O cloro residual livre apresentou violação em todos os 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 2023/2024, as violações não foram observadas em todos os municípios conforme nos anos anteriores. Os municípios Barra Longa, Colatina, Dionísio, Governador Valadares, 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, não sendo nenhuma violação observada no ciclo de 2023/2024. 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 2023/2024, somente os municípios Aracruz 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 <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 2019 e 2018 portanto, as violações ocorreram somente nesse período, quanto à coliformes totais somente os municípios Baixo Guandu, Colatina e Itueta e *E. coli* nos municípios Alpercata, Bugre, Marilândia e Periquito, deixaram de apresentar violações de coliformes totais no período de 2023/2024. Para coliformes termotolerantes, os resultados apresentaram violação em 15 dos 27 municípios, sendo o parâmetro avaliado somente a partir do período de 2021/2022. Todos os 15 municípios apresentaram violação do parâmetro tanto nos ciclos de 2021/2022 e 2022/2023, como no último ciclo avaliado, em 2023/2024. 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. 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 <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 (SCREENIVASA 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 22 dos 27 municípios investigados ao longo de todo monitoramento, com exceção dos municípios Aimorés, Alpercata, Baixo Guandu, Galileia, Governador Valadares, Marilândia, Periquito, Rio Doce e Santana do Paraíso, que deixaram de apresentar violação do parâmetro no período de 2023/2024. Já alumínio dissolvido apresentou violações pontuais em 15 dos 27 municípios, sendo todos ocorridos na captação em sistemas com tratamento. Ressalta-se que as violações ocorreram nesses municípios tanto anos anteriores como no ciclo 2023/2024, com exceção somente do município Periquito que deixou de apresentar violação do parâmetro neste último ciclo. A água tratada pode apresentar concentrações de alumínio residuais 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 arsênio total apresentou violação somente nos municípios de Conselheiro Pena e Linhares, com percentual total <2% de violação, sendo observado também no último ciclo de 2023/2024 em ambos os 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 Governador Valadares, Linhares e São Mateus com percentuais totais < 1% de violação nas saídas de pontos com e sem tratamento e em com percentual em torno de 15% em pontos de captação subterrânea. Vale destacar que somente os municípios de Linhares e São Mateus apresentaram violação em 2023/2024, no entanto, nesse período em São Mateus, foi observado somente uma violação pontual em julho/2023. 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 somente nos anos de 2019 e 2020, mas, no geral, apresentou percentual total < 1% de violação. 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 9 dos 27 municípios investigados, mas, no geral, apresentou percentual total < 1% de violação, sendo todos os resultados acima do limite legal observados entre 2018 e 2021, com exceção somente de uma ocorrência pontual no último ciclo 2023/2024, em março/2024 no município Governador Valadares. 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 Governador Valadares, Galiléia e Periquito, com percentuais totais < 1% de violação. Nenhum resultado acima do limite legal para o parâmetro foi observado no ciclo de 2023/2024. 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 violação pontual em Aimorés (setembro/2023), Alpercata (novembro/2022), Colatina (setembro/2023) e Periquito (novembro/2022). 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 todos os municípios investigados ao longo de todo monitoramento, com exceção de Dionísio e Santa Cruz do Escalvado. No ciclo de 2023/2024, o ferro total registrou violações em 15 dos 25 municípios nos quais essas violações já haviam sido observadas anteriormente. Já ferro dissolvido apresentou violação em 15 dos 27 municípios. No ciclo de 2023/2024, somente os municípios Linhares e Periquito deixaram 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 24 dos 27 municípios investigados, não exibindo violação somente em Dionísio e Santa Cruz do Escalvado. Dos municípios que apresentaram violação, somente Conselheiro Pena, Mariana, Marilândia e Rio Doce não apresentaram violação no último ciclo de 2023/2024, 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 níquel total apresentou violação somente nos municípios de Governador Valadares, Galiléia, Tumiritinga, Itueta e Periquito, exibindo percentual total < 1% de violação. Destaca-se que as violações pontuais do parâmetro ocorreram somente nos anos de 2019 e 2020. 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 8 dos 27 municípios investigados, com percentual total < 1% de violação. Destaca-se somente uma violação pontual do parâmetro no ciclo de 2023/2024 no município Periquito em novembro/2023. 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 < 2% de violação. Entre os 9 municípios, somente Mariana, Marilândia e São José do Goiabal não apresentaram resultados acima do limite legal no ciclo 2023/2024. 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 < 2% de violação. Ressalta-se que somente os municípios de Fernandes Tourinho, Linhares, São Mateus e Sooretama que apresentaram violações tanto anteriormente quanto no período de 2023/2024, todos demais exibiram violações do parâmetro somente nos anos anteriores a 2023/2024. 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 7 dos 27 municípios investigados, com percentuais totais, no geral, < 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 Alpercata, Aracruz, Baixo Guandu, Barra Longa, Colatina, Galiléia, Governador Valadares, Itueta, Marilândia, Periquito e Santa Cruz do Escalvado, os quais não apresentaram violações no último ciclo de 2023/2024. A turbidez só não ultrapassou os limites legais no município de Dionísio. Dos 26 municípios que apresentaram violações do parâmetro, somente Marilândia, Periquito e Santa Cruz do Escalvado, não apresentaram violações no último período avaliado (2023/2024). Já sólidos dissolvidos totais ultrapassou os limites legais em 9 dos 27 municípios, com percentuais totais < 2% de violação. Somente em Santa Cruz do Escalvado e Tumiritinga não foram observadas violações no último período 2023/2024. 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 17 dos 27 municípios investigados, com percentuais totais < 10% de violação. No último ciclo 2023/2024, foram observadas violações nos municípios Bugre, Conselheiro Pena, Fernandes Tourinho, Linhares, Mariana, Periquito, Resplendor, São Mateus 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, Linhares e São Mateus, com destaque para São Mateus, que apresentou violação tanto quanto no período 2023/2024. Todos demais municípios apresentaram violações somente anteriormente ao período enfatizado. O sódio total apresentou violações em 7 dos 27 municípios, com destaque para Galiléia, Linhares e São Mateus os quais apresentaram violações previamente e

no período de 2023/2024. 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 2023/2024.

O sulfato total apresentou somente duas violações pontuais no município de Resplendor, em fevereiro e junho/2024. 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 < 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, Aracruz,

Baixo Guandu, Barra Longa, Colatina, Governador Valadares, Linhares, Mariana, Marilândia, São José do Goiabal, Sooretama e Timóteo apresentaram violações do parâmetro no último período 2023/2024. 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, consequentemente, 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 2024, dando enfoque no último ciclo de monitoramento (julho/2023 a julho/2024) 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 substâncias organolépticas (setembro de 2018 a julho de 2024). 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 (total e dissolvido), bromato, 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 e cobre total, 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*, turbidez, pH, gosto e odor, manganês total e alumínio 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, alumínio dissolvido, ferro dissolvido, *E. coli*, manganês total e turbidez. Na captação subterrânea, os parâmetros que apresentaram maiores percentuais de violação foram ferro total, manganês total, bário total, *E. coli* e coliformes termotolerantes.

Na saída do tratamento, os parâmetros mais importantes foram, cloro residual livre, trihalometanos totais, alumínio total, coliformes totais e pH. 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, 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 resíduais desinfetantes em sistemas de distribuição. 2010.

BARROS, A. R. B. Remoção de íons 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 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.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de limnologia. Interciênciac. 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 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br, acesso em outubro de 2021.

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 Respectivos 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 Convoluted 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 trialometanos 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.