

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

Relatório Técnico Anual

Julho 2023

FUNDAÇÃO renova

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

Relatório Técnico Anual

Julho 2023

Apoio:

SUMÁRIO

1 - Apresentação 1
2 - Equipe Técnica 3
3 - Introdução 4
3.1 - PMQACH 5
4 - Objetivo 8
5 - Metodologia 9
5.1 - Apresentação da área de estudo 9
5.2 - Malha amostral 10
5.3 - Parâmetros analisados e frequência de amostragem 18
5.4 - Legislação aplicável 20
5.5 - Coleta e análise 21
5.5.1 - Acreditação dos laboratórios contratados e subcontratados pela NBR-ISO-17025 21
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 32
5.6 - Avaliação da consistência dos dados 34
5.7 - Apresentação dos resultados 36
6 - Resultados 39
6.1 - Mariana 46
6.1.1 - Pontos sem tratamento 48
6.1.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes 48
6.1.1.2 - Avaliação temporal e sazonal 65
6.2 - Barra Longa 70
6.2.1 - Pontos sem tratamento 72
6.2.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes 72
6.2.1.2 - Avaliação temporal e sazonal 80
6.2.2 - Pontos com tratamento 84
6.2.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes 84
6.2.2.2 - Avaliação temporal e sazonal 88
6.3 - Ponte Nova 92

6.3.1 - Pontos sem tratamento 94
6.3.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes 94
6.3.1.2 - Avaliação temporal e sazonal 97
6.4 - Rio Doce 100
6.4.1 - Pontos sem tratamento 102
6.4.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes 102
6.4.1.2 - Avaliação temporal e sazonal 106
6.5 - Santa Cruz do Escalvado....110
6.5.1 - Pontos sem tratamento 112
6.5.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes 112
6.5.1.2 - Avaliação temporal e sazonal 115
6.5.2 - Pontos com tratamento....117
6.5.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes 117
6.5.2.2 - Avaliação temporal e sazonal 119
6.6 - Sem Peixe 121
6.6.1 - Pontos sem tratamento 123
6.6.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes 123
6.6.1.2 - Avaliação temporal e sazonal 129
6.7 - São José do Goiabal 133
6.7.1 - Pontos sem tratamento 135
6.7.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes 135
6.7.1.2 - Avaliação temporal e sazonal 139
6.8 - Rio Casca 142
6.8.1 - Pontos sem tratamento 144
6.8.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes 144
6.8.1.2 - Avaliação temporal e sazonal 146
6.9 - São Pedro dos Ferros 148
6.9.1 - Pontos sem tratamento 150
6.9.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes 150
6.9.1.2 - Avaliação temporal e sazonal 154
6.10 -Caratinga 156
6.10.1 - Pontos sem tratamento 158
6.10.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes 158
6.10.1.2 -Avaliação temporal e sazonal 166

6.11 -Santana do Paraíso.....169
6.11.1 - Pontos sem tratamento.....171
6.11.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....171
6.11.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....176
6.11.2 - Pontos com tratamento.....178
6.11.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....178
6.11.2.2 -Avaliação temporal e sazonal.....180
6.12 -Bugre.....183
6.12.1 - Pontos sem tratamento.....185
6.12.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....185
6.12.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....188
6.13 -Naque.....191
6.13.1 - Pontos com tratamento.....193
6.13.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....193
6.13.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....195
6.14 -Belo Oriente.....198
6.14.1 - Pontos sem tratamento.....200
6.14.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....200
6.14.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....212
6.14.2 - Pontos com tratamento.....215
6.14.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....215
6.14.2.2 -Avaliação temporal e sazonal.....218
6.15 -Sobrália.....221
6.15.1 - Pontos sem tratamento.....223
6.15.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....223
6.15.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....225
6.16 -Fernandes Tourinho.....228
6.16.1 - Pontos sem tratamento.....230
6.16.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....230
6.16.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....237
6.17 -Periquito.....240
6.17.1 - Pontos sem tratamento.....241
6.17.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes.....241
6.17.1.2 -Avaliação temporal e sazonal.....251

6.17.2 - Pontos com tratamento....254
6.17.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes....254
6.17.2.2 -Avaliação temporal e sazonal....257
6.18 -Alpercata....259
6.18.1 - Pontos com tratamento....261
6.18.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes....261
6.18.1.2 -Avaliação temporal e sazonal....264
6.19 -Governador Valadares....267
6.19.1 - Pontos sem tratamento....269
6.19.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes....269
6.19.1.2 -Avaliação temporal e sazonal....277
6.19.2 - Pontos com tratamento....280
6.19.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes....280
6.19.2.2 -Avaliação temporal e sazonal....289
6.20 -Tumiritinga....293
6.20.1 - Pontos sem tratamento....295
6.20.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes....295
6.20.1.2 -Avaliação temporal e sazonal....299
6.20.2 - Pontos com tratamento....301
6.20.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes....301
6.20.2.2 -Avaliação temporal e sazonal....305
6.21 -Galiléia....308
6.21.1 - Pontos sem tratamento....310
6.21.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes....310
6.21.1.2 -Avaliação temporal e sazonal....315
6.21.2 - Pontos com tratamento....318
6.21.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes....318
6.21.2.2 -Avaliação temporal e sazonal....321
6.22 -Resplendor....323
6.22.1 - Pontos com tratamento....325
6.22.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes....325
6.22.1.2 -Avaliação temporal e sazonal....330
6.23 -Itueta....333
6.23.1 - Pontos sem tratamento....335

6.23.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes 335
6.23.1.2 -Avaliação temporal e sazonal 338
6.23.2 - Pontos com tratamento 341
6.23.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes 341
6.23.2.2 -Avaliação temporal e sazonal 343
6.24 -Aimorés 346
6.24.1 - Pontos com tratamento 348
6.24.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes 348
6.24.1.2 -Avaliação temporal e sazonal 351
6.25 -Baixo Guandu 354
6.25.1 - Pontos sem tratamento 356
6.25.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes 356
6.25.1.2 -Avaliação temporal e sazonal 361
6.25.2 - Pontos com tratamento 363
6.25.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes 363
6.25.2.2 -Avaliação temporal e sazonal 367
6.26 -Colatina 370
6.26.1 - Pontos sem tratamento 372
6.26.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes 372
6.26.1.2 -Avaliação temporal e sazonal 376
6.26.2 - Pontos com tratamento 378
6.26.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes 378
6.26.2.2 -Avaliação temporal e sazonal 387
6.27 -Marilândia 390
6.27.1 - Pontos sem tratamento 392
6.27.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes 392
6.27.1.2 -Avaliação temporal e sazonal 404
6.27.2 - Pontos com tratamento 409
6.27.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes 409
6.27.2.2 -Avaliação temporal e sazonal 411
6.28 -Linhares 414
6.28.1 - Pontos sem tratamento 417
6.28.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes 417
6.28.1.2 -Avaliação temporal e sazonal 438

6.28.2 - Pontos com tratamento....443
6.28.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes....443
6.28.2.2 -Avaliação temporal e sazonal....450
6.29 -Aracruz....453
6.29.1 - Pontos sem tratamento....455
6.29.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes....455
6.29.1.2 -Avaliação temporal e sazonal....463
6.29.2 - Pontos com tratamento....466
6.29.2.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes....466
6.29.2.2 -Avaliação temporal e sazonal....470
6.30 -São Mateus....473
6.30.1 - Pontos sem tratamento....475
6.30.1.1 -Ocorrência de violações das legislações vigentes....475
6.30.1.2 -Avaliação temporal e sazonal....479
7 - Potenciais Efeitos à Saúde Humana....481
8 - Conclusões....498
9 - Referências Bibliográficas....501

LISTA DE TABELAS

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

Tabela 5-1- Resumo de todos os pontos monitorados no PMQACH, no período de julho/2021 a julho/2022. 10

LISTA DE QUADROS

Quadro 5-1 - Resumo dos parâmetros e frequência de amostragem dos pontos de coleta do PMQACH desde o início do monitoramento. 19

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. 21

Quadro 5-3 - Laboratórios contratados e subcontratados para a coleta e análise das amostras, com os respectivos certificados de acreditação. 22

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 Tommasi. 28

Quadro 6-1 - Características dos pontos do município de Mariana considerados no presente relatório. 46

Quadro 6-2 - Características dos pontos do município de Barra Longa considerados no presente relatório. 70

Quadro 6-3 - Características dos pontos do município de Ponte Nova - MG considerados no presente relatório 92

Quadro 6-4 - Características dos pontos do município de Rio Doce considerados no presente relatório. 100

Quadro 6-5 - Características dos pontos do município de Santa Cruz do Escalvado considerados no presente relatório 110

Quadro 6-6 - Características do ponto do município de Sem Peixe considerado no presente relatório. 121

Quadro 6-7 - Características dos pontos do município de São José do Goiabal considerados no presente relatório 133

Quadro 6-8 - Características dos pontos do município de Rio Casca - MG considerados no presente relatório 142

Quadro 6-9 - Características do ponto do município de São Pedro dos Ferros considerado no presente relatório 148

Quadro 6-10 - Características do ponto do município de Caratinga considerado no presente relatório. 156

Quadro 6-11 - Características do ponto do município de Santana do Paraíso considerado no presente relatório 169

Quadro 6-12 - Características do ponto do município de Bugre considerado no presente relatório 183

Quadro 6-13 - Características do ponto do município de Naque considerado no presente relatório. 191

Quadro 6-14 - Características dos pontos do município de Belo Oriente considerados no presente relatório. 198

Quadro 6-15 - Características dos pontos do município de Sobrália - MG considerados no presente relatório 221

Quadro 6-16 - Características dos pontos do município de Fernandes Tourinho considerados no presente relatório.....228

Quadro 6-17 - Características do ponto do município de Periquito considerado no presente relatório.....240

Quadro 6-18 - Características do ponto do município de Alpercata considerado no presente relatório.....259

Quadro 6-19 - Características dos pontos do município de Governador Valadares considerados no presente relatório.....267

Quadro 6-20 - Características dos pontos do município de Tumiritinga considerados no presente relatório.....293

Quadro 6-21 - Características dos pontos do município de Galiléia considerados no presente relatório.....308

Quadro 6-22 - Características dos pontos do município de Resplendor considerados no presente relatório.....323

Quadro 6-23 - Características do ponto do município de Itueta considerado no presente relatório. 333

Quadro 6-24 - Características dos pontos do município de Aimorés considerados no presente relatório.....346

Quadro 6-25 - Características dos pontos do município de Baixo Guandu considerados no presente relatório.....354

Quadro 6-26 - Características dos pontos do município de Colatina considerados no presente relatório.....370

Quadro 6-27 - Características dos pontos do município de Marilândia considerados no presente relatório.....390

Quadro 6-28 - Características dos pontos do município de Linhares considerados no presente relatório.....414

Quadro 6-29 - Características dos pontos do município de Aracruz considerados no presente relatório.....453

Quadro 6-30 - Características do ponto do município de São Mateus considerado no presente relatório.....473

Quadro 7-1 – Principais grupos de alterações observadas na água para consumo. 481

Quadro 7-2 – Síntese dos efeitos potenciais para a saúde humana dos parâmetros que apresentaram violação no PMQACH.....484

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1 - Principais etapas da implementação e desenvolvimento do PMQACH. 7

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 Tommasi.....26

Figura 5-3 - Modelo de laudo analítico utilizado pelo laboratório Tommasi. 33

Figura 6-1 - Exemplo genérico das figuras utilizadas para representação gráfica das avaliações estatísticas. 40

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/2022. *Rótulos indicam o% de violação. 42

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/2022. *Rótulos indicam o % de violação. 43

Figura 6-4 - Percentual total de violação dos parâmetros avaliados na saída dos pontos amostrais do PMQACH no período de setembro/2018 a julho/2022. Em azul estão representados os dados dos pontos com tratamento. Em laranja estão representados os dados dos pontos sem tratamento. 45

Figura 6-5 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Mariana-MG. 47

Figura 6-6 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 50

Figura 6-7 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 219 e PMQACH 220, localizados no município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 51

Figura 6-8 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 222, PMQACH 223, PMQACH 224 e PMQACH 229, localizados no município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 53

Figura 6-9 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 234 e PMQACH 242, localizados no município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 54

Figura 6-10 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 226, PMQACH 227, PMQACH 233 e PMQCH 235, localizados município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 56

Figura 6-11 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 236, 237 e 239, localizados município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 58

Figura 6-12 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 216, 217, 218, 231 e 423 localizado município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 60

Figura 6-13 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 240 e 244, localizados município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 61

Figura 6-14 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 230, 238, 245 e 246, localizados no município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 63

Figura 6-15 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 417, localizado município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 64

Figura 6-16 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e *E. coli* na saída de pontos sem tratamento, no município de Mariana. 65

Figura 6-17 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 67

Figura 6-18 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 69

Figura 6-19 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Barra Longa-MG. 71

Figura 6-20 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 73

Figura 6-21 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 41, PMQACH 42, PMQACH 43 e PMQACH 44 localizados no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 75

Figura 6-22 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 46, PMQACH 47, PMQACH 48 e PMQACH 51 localizados no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 77

Figura 6-23 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 53, PMQACH 402, PMQACH 408, PMQACH 410 e PMQACH 411 localizados no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 79

Figura 6-24 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 412 e PMQACH 413 localizados no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 80

Figura 6-25 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento localizados no município de Barra Longa-MG. 81

Figura 6-26 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 82

Figura 6-27 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 83

Figura 6-28 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 85

Figura 6-29 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 36 localizado no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 86

Figura 6-30 - 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/2022, com base nos limites aplicáveis. 87

Figura 6-31 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* dos pontos com tratamento localizados no município de Barra Longa-MG, e sua variação entre período chuvoso e seco. 89

Figura 6-32 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 90

Figura 6-33 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 91

Figura 6-34 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Ponte Nova - MG. 93

Figura 6-35 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento do município de Ponte Nova - MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 95

Figura 6-36 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 299, PMQACH 300 e PMQACH 301 localizados no município de Ponte Nova - MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 96

Figura 6-37 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* dos pontos sem tratamento, localizados no município de Ponte Nova - MG, e sua variação entre período chuvoso e seco. 97

Figura 6-38 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 98

Figura 6-39 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 99

Figura 6-40 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Rio Doce - MG. 101

Figura 6-41 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 103

Figura 6-42 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 309 e PMQACH 312 localizados no município de Rio Doce - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 104

Figura 6-43 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 310 localizado no município de Rio Doce - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 105

Figura 6-44 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 313 e PMQACH 314 localizados no município de Rio Doce - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 106

Figura 6-45 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* dos pontos sem tratamento localizados no município de Rio Doce - MG, e sua variação entre período chuvoso e seco. 107

Figura 6-46 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 108

Figura 6-47 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 109

Figura 6-48 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Santa Cruz do Escalvado-MG.....111

Figura 6-49 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 113

Figura 6-50 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 316, PMQACH 317 e PMQACH 318 localizados no município de Santa Cruz do Escalvado-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 114

Figura 6-51 - 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. 115

Figura 6-52 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....116

Figura 6-53 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....116

Figura 6-54 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 117

Figura 6-55 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 315 localizado no município de Santa Cruz do Escalvado-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 118

Figura 6-56 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* dos pontos sem tratamento localizados no município de Santa Cruz do Escalvado-MG, e sua variação entre período chuvoso e seco. 119

Figura 6-57 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....120

Figura 6-58 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....120

Figura 6-59 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Sem Peixe - MG.....122

Figura 6-60 – Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto sem tratamento do município de Sem Peixe-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.....124

Figura 6-61 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 336, PMQACH 337, PMQACH 338 e PMQACH 339 localizados no município de Sem Peixe-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 126

Figura 6-62 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 340, PMQACH 341, PMQACH 342 e PMQACH 343 localizados no município de Sem Peixe-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 128

Figura 6-63 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 344 localizado no município de Sem Peixe-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 129

Figura 6-64 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Sem Peixe -MG. 130

Figura 6-65 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 131

Figura 6-66 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 132

Figura 6-67 - Localização geográfica dos pontos monitorados em São José do Goiabal-MG. 134

Figura 6-68 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 136

Figura 6-69 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 326, PMQACH 327, PMQACH 328 e PMQACH 329 localizados no município de São José do Goiabal-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 138

Figura 6-70 - 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. 139

Figura 6-71 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 140

Figura 6-72 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 141

Figura 6-73 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Rio Casca - MG. 143

Figura 6-74 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto sem tratamento do município de Rio Casca-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 145

Figura 6-75 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 306 e PMQACH 308 localizados no município de Rio Casca-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 146

Figura 6-76 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Rio Casca -MG. 147

Figura 6-77 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 148

Figura 6-78 - Localização geográfica dos pontos monitorados em São Pedro dos Ferros - MG. 149

Figura 6-79 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto sem tratamento do município de São Pedro dos Ferros-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 151

Figura 6-80 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 332, PMQACH 335 e PMQACH 333 localizados no município de São Pedro dos Ferros-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 153

Figura 6-81 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* dos pontos sem tratamento, localizados no município de São Pedro dos Ferros-MG, e sua variação entre período chuvoso e seco. 154

Figura 6-82 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 155

Figura 6-83 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 155

Figura 6-84 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Caratinga-MG. 157

Figura 6-85 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Caratinga-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 159

Figura 6-86 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 87, PMQACH 88, PMQACH 89 e PMQACH 90, localizado no município de Caratinga-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 161

Figura 6-87 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 92, PMQACH 93, PMQACH 95 e PMQACH 96, localizado no município de Caratinga-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 163

Figura 6-88 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 97, PMQACH 99, PMQACH 100 e PMQACH 101, localizado no município de Caratinga-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 165

Figura 6-89 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e *E. coli* e percentuais de violação em captação subterrânea, no município de Caratinga. 166

Figura 6-90 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 167

Figura 6-91 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 168

Figura 6-92 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Santana do Paraíso-MG. 170

Figura 6-93 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Santana do Paraíso- 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 172

Figura 6-94 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 320, PMQACH 322, PMQACH 324 e PMQACH 325 localizados no município de Santana do Paraíso-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 174

Figura 6-95 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 406 localizado no município de Santana do Paraíso-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 175

Figura 6-96 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* dos pontos sem tratamento localizados no município de Santana do Paraíso-MG, e sua variação entre período chuvoso e seco. 176

Figura 6-97 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 177

Figura 6-98 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 178

Figura 6-99 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 179

Figura 6-100 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 319 localizado no município de Santana do Paraíso-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 180

Figura 6-101 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento localizados no município de Santana do Paraíso-MG. 181

Figura 6-102 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 182

Figura 6-103 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Bugre-MG. 184

Figura 6-104 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 186

Figura 6-105 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 414, localizado no município de Bugre-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis 187

Figura 6-106 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 79 e PMQACH 83, localizado no município de Bugre-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 188

Figura 6-107 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e *E. coli* e percentuais de violação em captação subterrânea, no município de Bugre. 189

Figura 6-108 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 190

Figura 6-109 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 190

Figura 6-110 - Localização geográfica do ponto monitorado em Naque-MG. 192

Figura 6-111 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Naque-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 194

Figura 6-112 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 272, localizado no município de Naque-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis 195

Figura 6-113 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto PMQACH 272, localizado no município de Naque. 196

Figura 6-114 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 197

Figura 6-115 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 197

Figura 6-116 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Belo Oriente - MG. 199

Figura 6-117 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados sem tratamento no município de Belo Oriente- 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 201

Figura 6-118 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 54, PMQACH 55, PMQACH 56 e PMQACH 57 localizados no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 203

Figura 6-119 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 58, PMQACH 59, PMQACH 61 e PMQACH 63 localizados no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 205

Figura 6-120 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 66, PMQACH 67, PMQACH 68 e PMQACH 69 localizados no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 207

Figura 6-121 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 70, PMQACH 71, PMQACH 72 e PMQACH 74 localizados no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 209

Figura 6-122 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 418, PMQACH 419, PMQACH 420 e PMQACH 421 localizados no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 211

Figura 6-123 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento localizados no município de Belo Oriente - MG. 212

Figura 6-124 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 213

Figura 6-125 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 214

Figura 6-126 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados com tratamento no município de Belo Oriente- 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 216

Figura 6-127 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 76 localizado no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 217

Figura 6-128 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* do ponto com tratamento localizados no município de Belo Oriente - MG, e sua variação entre período chuvoso e seco. 218

Figura 6-129 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 219

Figura 6-130 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 220

Figura 6-131 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Sobrália-MG. 222

Figura 6-132 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto sem tratamento do município de Sobrália-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 224

Figura 6-133 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 347 e PMQACH 348 localizados no município de Sobrália-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 225

Figura 6-134 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Sobrália-MG. 226

Figura 6-135 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....227

Figura 6-136 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....227

Figura 6-137 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Fernandes Tourinho-MG. 229

Figura 6-138 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.....231

Figura 6-139 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 114, PMQACH 115, PMQACH 116 e PMQACH 117 localizados no município de Fernandes Tourinho-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 233

Figura 6-140 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 118, PMQACH 119 e PMQACH 120 localizados no município de Fernandes Tourinho-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.....235

Figura 6-141 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 113 e PMQACH 415 localizados no município de Fernandes Tourinho-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 236

Figura 6-142 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento localizados no município de Fernandes Tourinho-MG. 237

Figura 6-143 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....238

Figura 6-144 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....239

Figura 6-145 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Periquito-MG. 241

Figura 6-146 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados 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/2022 com base nos limites aplicáveis.....243

Figura 6-147 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 273, PMQACH 275, PMQACH 277 e PMQACH 278 localizados no município de Periquito-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 245

Figura 6-148 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 281, PMQACH 282, PMQACH 283 e PMQACH 287 localizados no município de Periquito-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 247

Figura 6-149 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 288, PMQACH 290, PMQACH 291 e PMQACH 292 localizados no município de Periquito-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 249

Figura 6-150 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 295 localizado no município de Periquito-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.....250

Figura 6-151 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento localizados no município de Periquito- MG. 251

Figura 6-152 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 252

Figura 6-153 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 253

Figura 6-154 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis 255

Figura 6-155 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 297 localizado no município de Periquito-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 256

Figura 6-156 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento localizados no município de Periquito- MG. 257

Figura 6-157 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 258

Figura 6-158 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 258

Figura 6-159 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Alpercata-MG. 260

Figura 6-160 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 262

Figura 6-161 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 02 localizado no município de Alpercata-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 263

Figura 6-162 - 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. 264

Figura 6-163 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 265

Figura 6-164 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 266

Figura 6-165 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Governador Valadares-MG. 268

Figura 6-166 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 270

Figura 6-167 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 143, PMQACH 144, PMQACH 145 e PMQACH 146 localizados no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 272

Figura 6-168 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 147, PMQACH 148, PMQACH 149 e PMQACH 150 localizados no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 274

Figura 6-169 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 151, PMQACH 153, PMQACH 154 e PMQACH 155 localizados no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 275

Figura 6-170 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 422 localizado no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 276

Figura 6-171 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento localizados no município de Governador Valadares- MG.....277

Figura 6-172 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....278

Figura 6-173 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....279

Figura 6-174 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 281

Figura 6-175 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 139, PMQACH 140 localizados no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.....283

Figura 6-176 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 142, PMQACH 156 localizados no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.....285

Figura 6-177 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 134, PMQACH 135 localizados no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.....287

Figura 6-178 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 136, PMQACH 137 localizados no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.....288

Figura 6-179 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 138 localizado no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 289

Figura 6-180 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento localizados no município de Governador Valadares- MG. 290

Figura 6-181 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....291

Figura 6-182 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....292

Figura 6-183 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Tumiritinga-MG.....294

Figura 6-184 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 296

Figura 6-185 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 353, PMQACH 354, PMQACH 355 e PMQACH 357 localizados no município de Tumiritinga-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 298

Figura 6-186 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* dos pontos sem tratamento localizados no município de Tumiritinga- MG, e sua variação entre período chuvoso e seco. 299

Figura 6-187 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 300

Figura 6-188 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 302

Figura 6-189 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 350, PMQACH 351 localizados no município de Tumiritinga-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 304

Figura 6-190 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento localizados no município de Tumiritinga- MG. 305

Figura 6-191 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 306

Figura 6-192 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 307

Figura 6-193 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Galiléia-MG. 309

Figura 6-194 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 311

Figura 6-195 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 130, PMQACH 133, PMQACH 424 e PMQACH 425 localizados no município de Galiléia-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites legais. 313

Figura 6-196 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 128 e PMQACH 132 localizados no município de Galiléia-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites legais. 314

Figura 6-197 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Galiléia-MG, e sua variação entre período chuvoso e seco. 316

Figura 6-198 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 317

Figura 6-199 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 318

Figura 6-200 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 319

Figura 6-201 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 121, localizado no município de Galiléia-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 320

Figura 6-202 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Galiléia-MG, e sua variação entre período chuvoso e seco. 321

Figura 6-203 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 322

Figura 6-204 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 322

Figura 6-205 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Resplendor-MG. 324

Figura 6-206 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 326

Figura 6-207 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 303 e PMQACH 429, localizados no município de Resplendor-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 328

Figura 6-208 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 304, localizados no município de Resplendor-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 329

Figura 6-209 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Resplendor-MG. 330

Figura 6-210 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 331

Figura 6-211 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 332

Figura 6-212 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Itueta-MG. 334

Figura 6-213 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 336

Figura 6-214 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 159 e 160, localizados no município de Itueta-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 338

Figura 6-215 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e *E. coli* e percentuais de violação em captação subterrânea, no município de Itueta. 339

Figura 6-216 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 340

Figura 6-217 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 340

Figura 6-218 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 341

Figura 6-219 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 158, localizado no município de Itueta-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 343

Figura 6-220 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto PMQACH 158, localizado no município de Itueta. 344

Figura 6-221 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....345

Figura 6-222 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....345

Figura 6-223 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Aimorés-MG.....347

Figura 6-224- 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 349

Figura 6-225 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 416 e PMQACH 01 localizados no município de Aimorés-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 350

Figura 6-226 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento localizado no município de Aimorés- MG.....351

Figura 6-227 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....352

Figura 6-228 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....353

Figura 6-229 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Baixo Guandu-ES. 355

Figura 6-230 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem 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/2022 com base nos limites aplicáveis.....357

Figura 6-231 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 29, PMQACH 31, PMQACH 32 e PMQACH 33, localizados no município de Baixo Guandu-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 360

Figura 6-232 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída de pontos sem tratamento, localizados no município de Baixo Guandu.....361

Figura 6-233 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....362

Figura 6-234 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.....363

Figura 6-235 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.....364

Figura 6-236 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 34 e PMQACH 35, localizados no município de Baixo Guandu-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.....366

Figura 6-237 - 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. 367

Figura 6-238 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 368

Figura 6-239 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 369

Figura 6-240 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Colatina-ES. 371

Figura 6-241 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 373

Figura 6-242 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 102, PMQACH 105 e PMQACH 398 localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 375

Figura 6-243 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Colatina. 376

Figura 6-244 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 377

Figura 6-245 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 378

Figura 6-246 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 379

Figura 6-247 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 103 e PMQACH 107 localizados no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 382

Figura 6-248 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 108 e PMQACH 109 localizados no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 384

Figura 6-249 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 110 e PMQACH 111 localizados no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 386

Figura 6-250 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli,* em pontos sem tratamento, localizados no município de Colatina. 387

Figura 6-251 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 388

Figura 6-252 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 389

Figura 6-253 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Marilândia-ES. 391

Figura 6-254 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos 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/2022 com base nos limites aplicáveis....393

Figura 6-255 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 247, PMQACH 248, PMQACH 249 e PMQACH 250 localizados no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 395

Figura 6-256 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 251 localizado no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 396

Figura 6-257 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 255, PMQACH 257, PMQACH 259 e PMQACH 261, localizados no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 398

Figura 6-258 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 269 e PMQACH 271, localizados no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 399

Figura 6-259 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 260, PMQACH 263, PMQACH 252 e PMQACH 258, localizados no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 401

Figura 6-260 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 267, PMQACH 270 e PMQACH 399, localizados no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis....403

Figura 6-261 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* avaliados na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Marilândia-ES. 405

Figura 6-262 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022....406

Figura 6-263 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022....408

Figura 6-264 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis....410

Figura 6-265 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 253 localizado no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 411

Figura 6-266 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Marilândia-ES. 412

Figura 6-267 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022....413

Figura 6-268 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022....413

Figura 6-269 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Linhares-ES. 416

Figura 6-270 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 418

Figura 6-271 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 167, PMQACH 173, PMQACH 174 e PMQACH 178 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 420

Figura 6-272 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 179, PMQACH 181, PMQACH 183 e PMQACH 186 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 422

Figura 6-273 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 188, PMQACH 189, PMQACH 190 e PMQACH 191 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 424

Figura 6-274 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 192, PMQACH 193, PMQACH 197 e PMQACH 198 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 426

Figura 6-275 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 199, PMQACH 200, PMQACH 201 e PMQACH 202 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 428

Figura 6-276 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 203, PMQACH 204, PMQACH 205 e PMQACH 206 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 430

Figura 6-277 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 207, PMQACH 208, PMQACH 209 e PMQACH 210 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 432

Figura 6-278 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 211, PMQACH 403, PMQACH 426, PMQACH 427 e PMQACH 428 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 434

Figura 6-279 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 187, PMQACH 194, PMQACH 212 e PMQACH 214 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 436

Figura 6-280 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 196 localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis 437

Figura 6-281 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Linhares-ES. 438

Figura 6-282 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 440

Figura 6-283 – (continuação) - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 441

Figura 6-284 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 442

Figura 6-285 – (continuação) Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 443

Figura 6-286 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 445

Figura 6-287 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 164 e PMQACH 184 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 447

Figura 6-288 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 185 localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis....448

Figura 6-289 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 163 localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis....449

Figura 6-290 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Linhares-ES. 450

Figura 6-291 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 451

Figura 6-292 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 452

Figura 6-293 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Aracruz-ES. 454

Figura 6-294 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados em pontos sem tratamento no município de Aracruz-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 456

Figura 6-295 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 09, PMQACH 11, PMQACH 12 e PMQACH 13, localizados no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 458

Figura 6-296 -Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 14, PMQACH 15, PMQACH 17 e PMQACH 20, localizados no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 460

Figura 6-297 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 22, PMQACH 23, PMQACH 26 e PMQACH 27, localizados no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 462

Figura 6-298 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 28, localizado no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis....463

Figura 6-299 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Aracruz 464

Figura 6-300 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 465

Figura 6-301 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 465

Figura 6-302 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 467

Figura 6-303 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 03 e PMQACH 04, localizados no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis. 469

Figura 6-304 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Aracruz. 470

Figura 6-305 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 471

Figura 6-306 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 472

Figura 6-307 - Localização geográfica dos pontos monitorados em São Mateus-ES. 474

Figura 6-308 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis. 476

Figura 6-309 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 330 e PMQACH 331 localizados no município de São Mateus-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis. 478

Figura 6-310 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de São Mateus-ES. 479

Figura 6-311 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022. 480

LISTA DE ANEXOS

Anexo 2 ART Responsável Técnico
Anexo 5 Mapa de localização dos pontos de monitoramento
Anexo 6.1 Banco de Dados PMQACH
Anexo 6.2 Percentual de violações legais por município

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 polar, 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 2022, sendo enfoque das discussões e análises o último ano de amostragem (julho de 2021 a julho de 2022).

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).

Dessa forma, no presente relatório constam os resultados obtidos em 281 pontos, distribuídos em 30 municípios, juntamente com o histórico destes pontos. A estrutura deste documento seguiu as orientações constantes na Nota Técnica (NT) CT-SAÚDE nº 54/2021, que define, entre outras coisas, a elaboração de relatórios anuais do PMQACH.

Seguindo orientações da NT CT-SAÚDE nº 54/2021, o relatório foi estruturado da seguinte forma: 1) Apresentação; 2) Equipe Técnica; 3) Introdução; 4) Objetivos; 5) Metodologia; 6) Resultados; 7) Potenciais Efeitos à Saúde Humana; 8) Conclusões; 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 Resultados avaliou: 6.1) a conformidade com a legislação das concentrações dos parâmetros observando-se os anos de 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022, a partir dos percentuais de violações calculados; e 6.2) avaliação temporal (ao longo do período monitorado) e sazonal (período chuvoso e seco) dos parâmetros mais relevantes em termos de desconformidade à legislação. A avaliação da conformidade com a legislação da água

utilizada para abastecimento foi feita com base no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde – PRC nº 5/2017, de 28 de setembro de 2017 e Portaria GM/MS nº 888, de maio de 2021 (a partir de novembro/2021). A água bruta monitorada na captação de pontos com tratamento foi feita com base nas Resoluções CONAMA Nº 357/2005 (para águas superficiais) e Nº 396/2008 (para águas subterrâneas), para os quais foram utilizados como referência os valores regulamentadores para Classe II Água Doce e Uso Preponderante da Água para Consumo Humano considerando-se as especificidades de cada ponto de monitoramento.

2 - EQUIPE TÉCNICA

Tabela 2-1 - Equipe Técnica envolvida na elaboração do relatório. No Anexo 2 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
Gabrielle Rabelo Quadra	Bióloga, mestre em Ecologia e doutora em Biodiversidade e Conservação da Natureza (UFJF)	Análise dos dados e elaboração do relatório	CRBio 104194/04 CTF 7725822
Clarice Casa Nova dos Santos	Bióloga (UNIRIO), mestre em Ecologia (UFRJ) e doutora em Ecologia (UFRJ)	Análise dos dados e elaboração do Relatório	CRBio:126.349/02-D CTF: 5685234
Marina Vieira Xavier	Engenharia Química	Análise dos dados e elaboração do relatório	-
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, a Fundação Renova desenvolveu o Plano de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano (PMQACH) com base na Nota Técnica nº 10/2017, que descreveu as bases mínimas da CT-Saúde e nas Deliberações CIF nº 95, CIF nº 129, CIF nº 198, CIF nº 247, CIF nº 265, CIF nº 301 e CIF nº 513. Também são consideradas premissas as ações previstas do TTAC, tendo em vista os programas de cunho reparatório e compensatório, bem como relativas ao Programa de melhorias dos sistemas de abastecimento de água, no âmbito da cláusula 171 do TTAC.

O objetivo do plano de monitoramento da qualidade da água para consumo humano é contribuir na avaliação preventiva de riscos à saúde humana 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 munícipios que foram especificados pela Câmara Técnica de Saúde.

Antes de implementação do PMQACH, o monitoramento da qualidade da água para o consumo humano teve seu início, de modo emergencial, em novembro de 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.

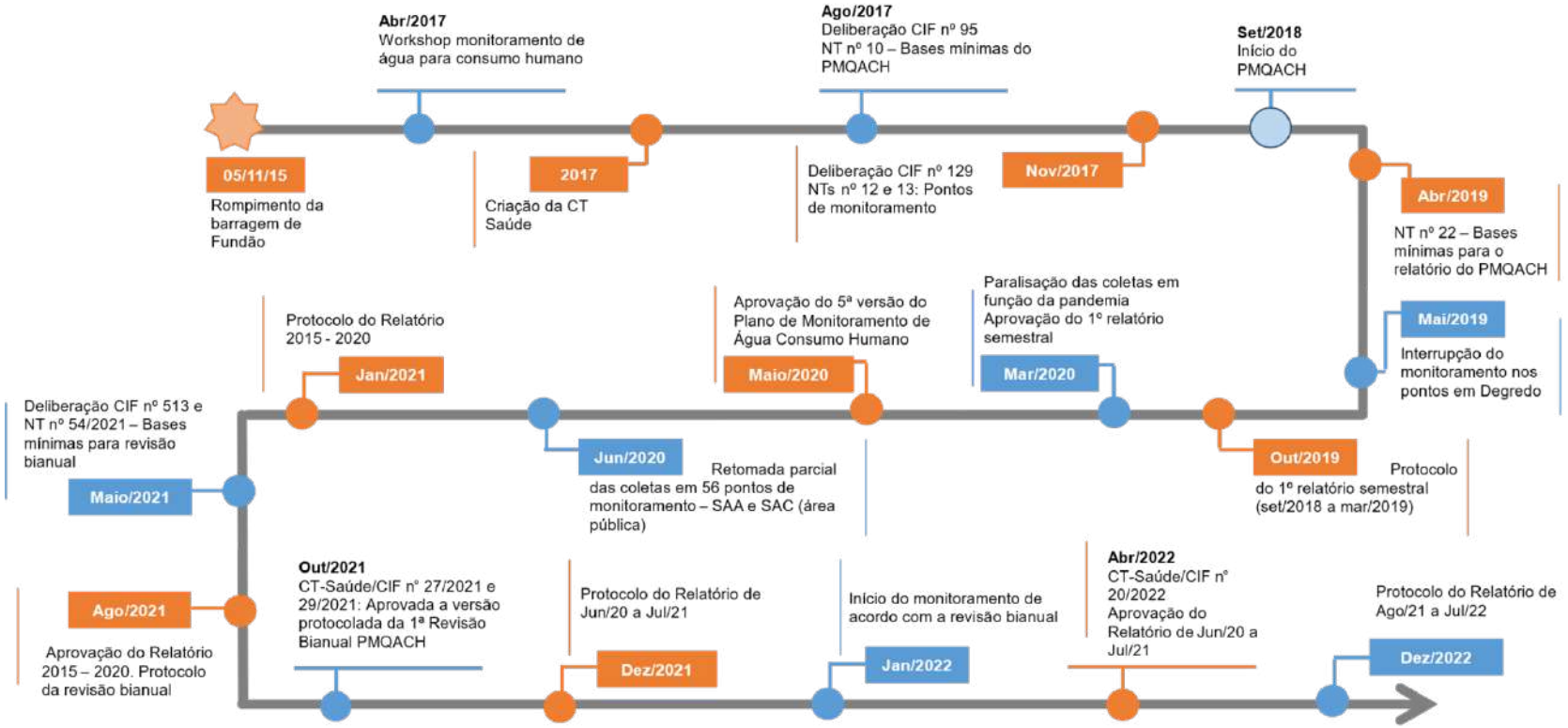
Em meados de 2017, após o 1º Workshop de Monitoramento de Qualidade de Água para Consumo Humano (abril/2017) e a criação da Câmara Técnica (CT) da Saúde, foram definidas as bases mínimas para implantação do PMQACH (Deliberação CIF nº 95, NT nº 10). Em setembro/2018, o monitoramento do PMQACH teve seu início, abrangendo um total de 30 municípios e 347 pontos de coleta. O monitoramento ocorreu 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 de 2020, em atendimento ao ofício CT-Saúde/CIF nº 30/2020, 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, em abril/2019, através da Nota Técnica (NT) nº 22, foi definido o formato de apresentação de relatórios técnicos. Em outubro deste mesmo ano foi protocolado o 1º Relatório Semestral, abrangendo o período de setembro/2018 a março/2019. Juntamente com o 1º Relatório Semestral foi protocolado o Relatório Pré PMQACH, contendo as informações do monitoramento emergencial, com os resultados desde 2015. Em janeiro/2021, foi protocolado o 1º Relatório Consolidado, que cobriu o período de 2015 a 2020 do monitoramento do PMQACH e, em dezembro/2021, o relatório anual consolidado contendo os resultados do período de junho/2020 a julho/2021.

Outra etapa importante a ser destacada, diz respeito a revisão do programa de monitoramento do PMQACH prevista para acontecer a cada dois anos, conforme preveem as diretrizes constantes na NT nº 10 e Deliberação CIF nº 95 – Bases mínimas da CT-Saúde. Assim, em maio de 2021, foram definidas as bases mínimas para a revisão do PMQACH (Deliberação CIF nº 513 e NT nº 54), e em outubro/2021 foi aprovada a versão protocolada em setembro de 2021 da 1ª Revisão Bianual do Plano de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano, aprovada pelos Ofícios CT-Saúde/CIF n° 27/2021 e 29/2021. Em janeiro/2022 teve início o monitoramento do PMQACH já com as revisões, alterações e adequações descritas no documento de revisão bianual.

Todas as etapas acima descritas estão resumidas cronologicamente no fluxograma da **Figura 3-1**. As Notas Técnicas emitidas pela CT-Saúde, assim como Deliberações e Ofícios podem ser acessadas no portal: https://www.gov.br/ibama/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/cif/ct-saude.

Figura 3-1 - Principais etapas da implementação e desenvolvimento do PMQACH.



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 2021 a julho de 2022, 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 em termos de desconformidade à legislação.

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/2021 a julho/2022 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/2021 a julho/2022.

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). Além da atividade mineradora, a região também é bastante impactada por lançamento de esgoto doméstico. Dos 225 municípios que fazem parte da bacia, apenas 49 tratam parcialmente o esgoto antes do lançamento em um corpo hídrico, sendo que 29 o fazem em proporção acima de 50% (IGAM, 2010). 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/2021 a julho/2022, foi avaliada a qualidade da água para o consumo humano em 281 pontos de monitoramento distribuídos em 30 municípios da bacia do rio Doce. O mapa com a localização geral de todos os pontos e municípios pode ser encontrado no **Anexo 5**.

Os pontos amostrais são classificados pelo município, por código, sendo a sigla PMQACH procedida de um número, pelo tipo de captação – superficial ou subterrânea, pela forma de abastecimento – Solução Alternativa Coletiva (SAC), Solução Alternativa Individual (SAI) ou Sistema de Abastecimento de Água (SAA), pelo tratamento – com e sem tratamento, e pelo tipo de coleta em relação ao sistema de abastecimento – captação, saída, pós-filtração. Cabe destacar que as amostras de pós-filtração deixaram de ser realizadas a partir de janeiro/2022, com a primeira revisão do PMQACH. Estas informações são apresentadas na **Tabela 5-1** para os 281 pontos de monitoramento.

Tabela 5-1- Resumo de todos os pontos monitorados no PMQACH, no período de julho/2021 a julho/2022.

Município	Código	Tipo de Captação	Tratamento	Forma de abastecimento
Aimorés	PMQACH 01	Superficial	Com tratamento	SAA
Aimorés	PMQACH 416	Superficial	Com tratamento	SAA
Alpercata	PMQACH 02	Superficial	Com tratamento	SAA
Aracruz (Litoral Sul)	PMQACH 03	Superficial	Com tratamento	SAA
Aracruz (Litoral Sul)	PMQACH 04	Superficial	Com tratamento	SAA
Aracruz (Litoral Sul)	PMQACH 09	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Aracruz (Litoral Sul)	PMQACH 22	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Aracruz (Litoral Sul)	PMQACH 23	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Aracruz (Litoral Sul)	PMQACH 26	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Aracruz (Litoral Sul)	PMQACH 14	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Aracruz (Litoral Sul)	PMQACH 12	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Aracruz (Litoral Sul)	PMQACH 13	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Aracruz (Litoral Sul)	PMQACH 17	Subterrânea	Sem tratamento	SAI

Município	Código	Tipo de Captação	Tratamento	Forma de abastecimento
Aracruz (Litoral Sul)	PMQACH 15	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Aracruz (Litoral Sul)	PMQACH 28	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Aracruz (Litoral Sul)	PMQACH 20	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Aracruz (Litoral Sul)	PMQACH 27	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Aracruz (Litoral Sul)	PMQACH 11	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Baixo Guandu	PMQACH 34	Superficial	Com tratamento	SAA
Baixo Guandu	PMQACH 35	Superficial	Com tratamento	SAA
Baixo Guandu	PMQACH 29	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Baixo Guandu	PMQACH 33	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Baixo Guandu	PMQACH 32	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Baixo Guandu	PMQACH 31	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Barra Longa	PMQACH 36	Superficial	Com tratamento	SAA
Barra Longa	PMQACH 39	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Barra Longa	PMQACH 37	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Barra Longa	PMQACH 38	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Barra Longa	PMQACH 411	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Barra Longa	PMQACH 42	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Barra Longa	PMQACH 412	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Barra Longa	PMQACH 46	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Barra Longa	PMQACH 410	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Barra Longa	PMQACH 408	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Barra Longa	PMQACH 402	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Barra Longa	PMQACH 413	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Barra Longa	PMQACH 51	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Barra Longa	PMQACH 48	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Barra Longa	PMQACH 44	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Barra Longa	PMQACH 47	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Barra Longa	PMQACH 53	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Barra Longa	PMQACH 43	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Barra Longa	PMQACH 41	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 76	Superficial	Com tratamento	SAA
Belo Oriente	PMQACH 66	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 58	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 59	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 57	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 55	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 71	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 420	Subterrânea	Sem tratamento	SAI

Município	Código	Tipo de Captação	Tratamento	Forma de abastecimento
Belo Oriente	PMQACH 61	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 68	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 72	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 421	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 63	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 418	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 56	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 67	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 74	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 419	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 70	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 54	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Belo Oriente	PMQACH 69	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Bugre	PMQACH 414	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Bugre	PMQACH 83	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Bugre	PMQACH 79	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Caratinga	PMQACH 96	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Caratinga	PMQACH 97	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Caratinga	PMQACH 87	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Caratinga	PMQACH 100	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Caratinga	PMQACH 101	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Caratinga	PMQACH 99	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Caratinga	PMQACH 90	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Caratinga	PMQACH 88	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Caratinga	PMQACH 89	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Caratinga	PMQACH 95	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Caratinga	PMQACH 92	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Caratinga	PMQACH 93	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Colatina	PMQACH 108	Superficial	Com tratamento	SAA
Colatina	PMQACH 107	Superficial	Com tratamento	SAA
Colatina	PMQACH 110	Superficial	Com tratamento	SAA
Colatina	PMQACH 111	Superficial	Com tratamento	SAA
Colatina	PMQACH 109	Superficial	Com tratamento	SAA
Colatina	PMQACH 102	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Colatina	PMQACH 103	Superficial	Com tratamento	SAC
Colatina	PMQACH 398	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Colatina	PMQACH 105	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Fernandes Tourinho	PMQACH 113	Subterrânea	Sem tratamento	SAC

Município	Código	Tipo de Captação	Tratamento	Forma de abastecimento
Fernandes Tourinho	PMQACH 415	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Fernandes Tourinho	PMQACH 120	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Fernandes Tourinho	PMQACH 118	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Fernandes Tourinho	PMQACH 119	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Fernandes Tourinho	PMQACH 117	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Fernandes Tourinho	PMQACH 116	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Fernandes Tourinho	PMQACH 115	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Fernandes Tourinho	PMQACH 114	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Galileia	PMQACH 121	Superficial	Com tratamento	SAA
Galileia	PMQACH 425	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Galileia	PMQACH 424	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Galileia	PMQACH 133	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Galileia	PMQACH 128	Superficial	Sem tratamento	SAI
Galileia	PMQACH 130	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Galileia	PMQACH 132	Superficial	Sem tratamento	SAI
Governador Valadares	PMQACH 135	Superficial	Com tratamento	SAA
Governador Valadares	PMQACH 136	Superficial	Com tratamento	SAA
Governador Valadares	PMQACH 137	Superficial	Com tratamento	SAA
Governador Valadares	PMQACH 134	Superficial	Com tratamento	SAA
Governador Valadares	PMQACH 138	Superficial	Com tratamento	SAA
Governador Valadares	PMQACH 139	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Governador Valadares	PMQACH 142	Subterrânea	Com tratamento	SAC
Governador Valadares	PMQACH 140	Subterrânea	Com tratamento	SAC
Governador Valadares	PMQACH 156	Subterrânea	Com tratamento	SAC
Governador Valadares	PMQACH 153	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Governador Valadares	PMQACH 154	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Governador Valadares	PMQACH 150	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Governador Valadares	PMQACH 155	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Governador Valadares	PMQACH 147	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Governador Valadares	PMQACH 146	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Governador Valadares	PMQACH 149	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Governador Valadares	PMQACH 422	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Governador Valadares	PMQACH 145	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Governador Valadares	PMQACH 148	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Governador Valadares	PMQACH 143	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Governador Valadares	PMQACH 151	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Governador Valadares	PMQACH 144	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Itueta	PMQACH 158	Superficial	Com tratamento	SAA

Município	Código	Tipo de Captação	Tratamento	Forma de abastecimento
Itueta	PMQACH 160	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Itueta	PMQACH 159	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 164	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Linhares	PMQACH 185	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Linhares	PMQACH 184	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Linhares	PMQACH 163	Superficial	Com tratamento	SAA
Linhares	PMQACH 212	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Linhares	PMQACH 214	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Linhares	PMQACH 194	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Linhares	PMQACH 187	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Linhares	PMQACH 204	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 208	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 196	Superficial	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 190	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 174	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 193	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 210	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 179	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 199	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 189	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 203	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 201	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 207	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 173	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 427	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 167	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 403	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 183	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 428	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 188	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 202	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 198	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 211	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 178	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 181	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 191	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 197	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 192	Subterrânea	Sem tratamento	SAI

Município	Código	Tipo de Captação	Tratamento	Forma de abastecimento
Linhares	PMQACH 209	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 186	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 205	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 200	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 426	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Linhares	PMQACH 206	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Mariana	PMQACH 238	Superficial	Sem tratamento	SAA
Mariana	PMQACH 245	Superficial	Sem tratamento	SAA
Mariana	PMQACH 230	Superficial	Sem tratamento	SAA
Mariana	PMQACH 417	Superficial	Sem tratamento	SAA
Mariana	PMQACH 246	Superficial	Sem tratamento	SAA
Mariana	PMQACH 240	Superficial	Sem tratamento	SAC
Mariana	PMQACH 423	Superficial	Sem tratamento	SAC
Mariana	PMQACH 244	Superficial	Sem tratamento	SAC
Mariana	PMQACH 218	Superficial	Sem tratamento	SAC
Mariana	PMQACH 216	Superficial	Sem tratamento	SAC
Mariana	PMQACH 217	Superficial	Sem tratamento	SAC
Mariana	PMQACH 220	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Mariana	PMQACH 231	Superficial	Sem tratamento	SAC
Mariana	PMQACH 219	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Mariana	PMQACH 226	Superficial	Sem tratamento	SAI
Mariana	PMQACH 234	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Mariana	PMQACH 236	Superficial	Sem tratamento	SAI
Mariana	PMQACH 233	Superficial	Sem tratamento	SAI
Mariana	PMQACH 229	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Mariana	PMQACH 222	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Mariana	PMQACH 242	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Mariana	PMQACH 227	Superficial	Sem tratamento	SAI
Mariana	PMQACH 235	Superficial	Sem tratamento	SAI
Mariana	PMQACH 223	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Mariana	PMQACH 237	Superficial	Sem tratamento	SAI
Mariana	PMQACH 224	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Mariana	PMQACH 239	Superficial	Sem tratamento	SAI
Marilândia	PMQACH 255	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Marilândia	PMQACH 253	Superficial	Com tratamento	SAC
Marilândia	PMQACH 257	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Marilândia	PMQACH 258	Superficial	Sem tratamento	SAC
Marilândia	PMQACH 252	Superficial	Sem tratamento	SAC

Município	Código	Tipo de Captação	Tratamento	Forma de abastecimento
Marilândia	PMQACH 259	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Marilândia	PMQACH 261	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Marilândia	PMQACH 263	Superficial	Sem tratamento	SAI
Marilândia	PMQACH 267	Superficial	Sem tratamento	SAC
Marilândia	PMQACH 269	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Marilândia	PMQACH 270	Superficial	Sem tratamento	SAC
Marilândia	PMQACH 271	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Marilândia	PMQACH 248	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Marilândia	PMQACH 251	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Marilândia	PMQACH 247	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Marilândia	PMQACH 249	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Marilândia	PMQACH 260	Superficial	Sem tratamento	SAI
Marilândia	PMQACH 250	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Marilândia	PMQACH 399	Superficial	Sem tratamento	SAC
Naque	PMQACH 272	Superficial	Com tratamento	SAA
Periquito	PMQACH 297	Superficial	Com tratamento	SAA
Periquito	PMQACH 290	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Periquito	PMQACH 283	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Periquito	PMQACH 292	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Periquito	PMQACH 281	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Periquito	PMQACH 277	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Periquito	PMQACH 282	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Periquito	PMQACH 291	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Periquito	PMQACH 295	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Periquito	PMQACH 278	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Periquito	PMQACH 273	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Periquito	PMQACH 275	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Periquito	PMQACH 287	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Periquito	PMQACH 288	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Ponte Nova	PMQACH 301	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Ponte Nova	PMQACH 300	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Ponte Nova	PMQACH 299	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Resplendor	PMQACH 303	Superficial	Com tratamento	SAA
Resplendor	PMQACH 429	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Resplendor	PMQACH 304	Subterrânea	Com tratamento	SAC
Rio Casca	PMQACH 306	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Rio Casca	PMQACH 308	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Rio Doce	PMQACH 314	Subterrânea	Sem tratamento	SAA

Município	Código	Tipo de Captação	Tratamento	Forma de abastecimento
Rio Doce	PMQACH 313	Subterrânea	Sem tratamento	SAA
Rio Doce	PMQACH 309	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Rio Doce	PMQACH 310	Superficial	Sem tratamento	SAI
Rio Doce	PMQACH 312	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Santa Cruz do Escalvado	PMQACH 317	Subterrânea	Sem tratamento	SAA
Santa Cruz do Escalvado	PMQACH 315	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Santa Cruz do Escalvado	PMQACH 316	Subterrânea	Sem tratamento	SAA
Santa Cruz do Escalvado	PMQACH 318	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
Santana do Paraíso	PMQACH 319	Subterrânea	Com tratamento	SAA
Santana do Paraíso	PMQACH 324	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Santana do Paraíso	PMQACH 320	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Santana do Paraíso	PMQACH 322	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Santana do Paraíso	PMQACH 406	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Santana do Paraíso	PMQACH 325	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
São José do Goiabal	PMQACH 328	Subterrânea	Sem tratamento	SAA
São José do Goiabal	PMQACH 329	Subterrânea	Sem tratamento	SAA
São José do Goiabal	PMQACH 326	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
São José do Goiabal	PMQACH 327	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
São Mateus (Litoral Norte)	PMQACH 330	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
São Mateus (Litoral Norte)	PMQACH 331	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
São Pedro dos Ferros	PMQACH 333	Subterrânea	Sem tratamento	SAC
São Pedro dos Ferros	PMQACH 335	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
São Pedro dos Ferros	PMQACH 332	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Sem Peixe	PMQACH 336	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Sem Peixe	PMQACH 337	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Sem Peixe	PMQACH 338	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Sem Peixe	PMQACH 339	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Sem Peixe	PMQACH 340	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Sem Peixe	PMQACH 341	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Sem Peixe	PMQACH 342	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Sem Peixe	PMQACH 343	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Sem Peixe	PMQACH 344	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Sobrália	PMQACH 348	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Sobrália	PMQACH 347	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Tumiritinga	PMQACH 351	Superficial	Com tratamento	SAA
Tumiritinga	PMQACH 350	Superficial	Com tratamento	SAA
Tumiritinga	PMQACH 357	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Tumiritinga	PMQACH 354	Subterrânea	Sem tratamento	SAI

Município	Código	Tipo de Captação	Tratamento	Forma de abastecimento
Tumiritinga	PMQACH 353	Subterrânea	Sem tratamento	SAI
Tumiritinga	PMQACH 355	Subterrânea	Sem tratamento	SAI

A conformação de pontos apresentada na **Tabela 5-1**, está de acordo com o orientado na Nota Técnica CT-Saúde n° 54/2021, de 12/05/2021, que dispõe sobre a obrigatoriedade de se contemplar 24 campanhas de monitoramento da qualidade da água nos pontos descritos na 17ª revisão da planilha de pontos enviada pela CT-Saúde, inclusive nos outrora suspensos devido a pandemia da COVID-19.

5.3 - Parâmetros analisados e frequência de amostragem

Na versão anterior do programa, os parâmetros eram monitorados com frequência semanal para pontos com tratamento e mensal para pontos sem tratamento. Nos pontos com tratamento, as coletas semanais eram simplificadas, com análise de apenas 22 parâmetros, enquanto as coletas mensais eram completas, com análise de 78 parâmetros.

Após a 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 continua ocorrendo mensalmente

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

captação superficial cuja média geométrica anual de *E. coli* for maior ou igual a 1.000/100 mL. Como o presente relatório também aborda o período anterior a revisão bianual, iniciada em janeiro/2022, o **Quadro 5-1** traz um resumo do 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 do PMQACH, em janeiro/2022			
Com tratamento	Captação subterrânea	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos)	Mensal - período seco e quinzenal - período chuvoso
	Captação superficial	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos) Clorofila-a, cianobactérias, cianotoxinas Giardia spp e Cryptosporidium spp.	
	Saída do sistema de abastecimento e solução alternativa	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos)	
Sem tratamento	Saída do sistema de abastecimento e solução alternativa	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos)	Mensal
	Saída de solução alternativa, quando captação superficial	pH, microbiológico, parâmetros organolépticos e substâncias químicas que representam risco à saúde (exceto orgânicos) Clorofila-a, cianobactérias, cianotoxinas	
		Giardia spp. e *Cryptosporidium* spp.	

Menciona-se que entre janeiro/2019 e maio/2019, por solicitação da CT-Saúde, foram feitas coletas extras em alguns pontos de captação para avaliação de chumbo, devido a não conformidades observadas para este parâmetro em campanhas anteriores.

5.4 - Legislação aplicável

A avaliação da qualidade da água em função da conformidade frente às legislações aplicáveis foi feita com base na origem e destinação final em relação ao seu uso. Assim, amostras de água coletadas nas saídas ou pós-filtração de pontos amostrais com tratamento, sejam eles superficiais ou subterrâneos, foram avaliadas segundo 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 PC 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 na 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). A partir da primeira revisão bianual do PMQACH, as análises da captação passaram a ser realizadas de acordo com as Resoluções do Conama.

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 revisão do PMQACH)			
Com tratamento	Superficial	Captação	CONAMA n° 357/2005
		Pós-Filtração	Anexo XX da PRC n° 5/2017
		Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017
	Subterrânea	Captação	CONAMA n° 396/2008
		Pós-Filtração	Anexo XX da PRC n° 5/2017
		Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017
Sem tratamento	Superficial	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017
	Subterrânea	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017
A partir da 1ª revisão do PMQACH, em janeiro/2022			
Com tratamento	Superficial	Captação	CONAMA n° 357/2005
		Saída	Artigo n° 43, Portaria MS n° 888/2021
	Subterrânea	Captação	CONAMA n° 396/2008
		Saída	Artigo n° 43, Portaria MS n° 888/2021
Sem tratamento	Superficial	Saída	Artigo n° 43, Portaria MS n° 888/2021
	Subterrânea	Saída	Artigo n° 43, Portaria MS n° 888/2021

5.5 - Coleta e análise

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

Os laboratórios contratados pela Fundação Renova 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, 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	16/05/2022
Bioagri Ambiental - Matriz	Merieux-Bioagri Ambiental	CRL 0172	20/04/2004	02/09/2022
Bioagri Ambiental – Filial Belo Horizonte	Merieux-Bioagri Ambiental	CRL 0531	14/02/2012	20/07/2022
Bioagri Ambiental – Unidade Serra	Merieux-Bioagri Ambiental	CRL 0696	13/05/2014	11/10/2021
Limnos Hidrobiologia e Limnologia Ltda.	Limnos Hidrobiologia e Limnologia Ltda.	CRL 0462	03/12/2010	13/10/2022
CEIMIC Núcleo Técnico Operacional de Serviços Analíticos Ltda.	Tasqa	CRL 0165	27/02/2004	11/06/2021

O laboratório Tommasi, responsável pelas análises do período anual do PMQACH (julho/2021 a julho/2022), apresentou resultados adequados para os ensaios interlaboratoriais para a matriz água, onde eventuais resultados insatisfatórios, não aceitos ou questionáveis passaram por correções de acordo com o plano de ação do laboratório. Os ensaios interlaboratoriais permitem avaliar o desempenho dos laboratórios, evidenciam a obtenção de resultados confiáveis, identificam eventuais problemas com os ensaios e possibilitam ações corretivas e preventivas através de controles internos.

5.5.2 - Procedimentos de amostragem e equipamentos de campo e laboratoriais

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

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

> *"**Art. 22.** As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros previstos neste Anexo devem atender às normas nacionais ou internacionais mais recentes, tais como:*
>
> ***I** – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, de autoria das instituições American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF);*
>
> ***II** – United States Environmental Protection Agency (USEPA);*
>
> ***III** – Normas publicadas pela International Standartization 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 e NT nº 10.

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.



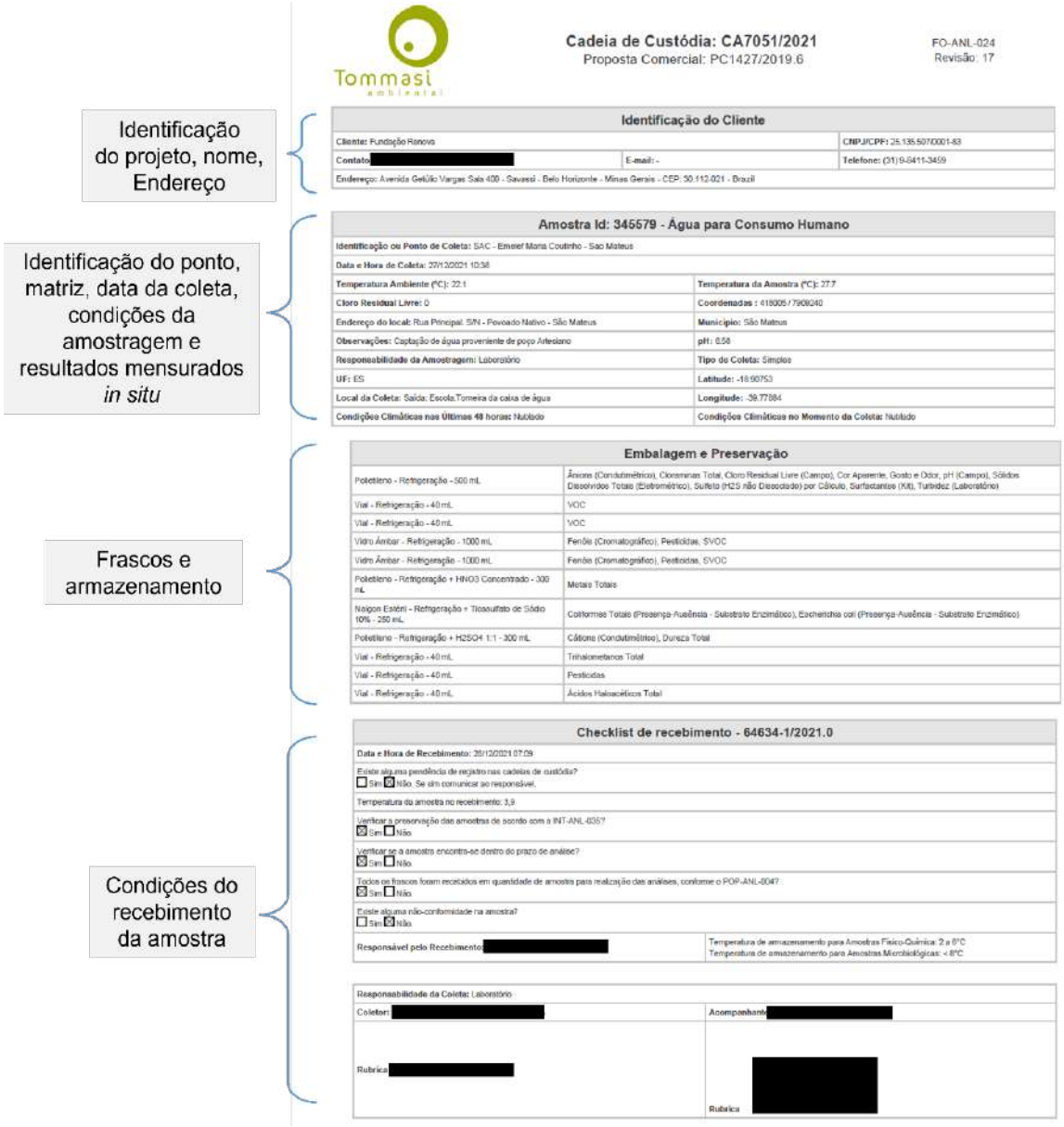
5.5.3 - Registros de campo

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 devidamente 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. Assim, foi possível verificar que os prazos para entrega das amostras no laboratório não ultrapassaram 24h.

A **Figura 5-2** representa o modelo de uma ficha de campo emitida pela Tommasi, 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 Tommasi.



5.5.4 - Limites de detecção e quantificação dos métodos

No período de julho/2021 a julho/2022, pelo PMQACH 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 no último ano (julho/2021 a julho/2022).

Após a revisão bianual também foram incluídas as análises microbiológicas de *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp., conforme determinação do Artigo 29 da Portaria GM/MS nº 888/2021, que são analisados pela EPA 816-R-12-001-1623.1. Os demais parâmetros microbiológicos e biológicos e as referidas metodologias são: *Escherichia coli* e coliformes termotolerantes (SMWW 8221-F e E2), densidade de cianobactérias (CETESB, NT L5.303), microcistinas (POP-FQ- 122) e clorofila-a (SMWW 10200H).

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 Tommasi.

Parâmetro	Unidade	VMP	Normativa	Tommasi		
				LD	LQ	Metodologia
1,2 – Diclorobenzeno	mg/L	Máx. 0,01	P. GM/MS 888/2021	0,000031	0,002 / 0,00003	POP-CR-002
1,4 - Diclorobenzeno	mg/L	Máx. 0,03	P. GM/MS 888/2021	0,000049	0,001 / 0,0002	POP-CR-002
2,4 - D	µg/L	Máx. 30	P. GM/MS 888/2021	0,187 e 0,082	1 / 0,17	POP-CR-004
2,4,5 - T	µg/L	2,4			1	
2,4,6 - Triclorofenol	mg/L	0,01 e 0,2	CONAMA 357/2005 e P. GM/MS 888/2021	0,00004	0,0001 / 0,00003	POP-CR-001
Ácidos Haloacéticos (1) (5)	mg/L	0,08	P. GM/MS 888/2021	0,00308	0,01	POP-CR-013
Alaclor	µg/L	0,1 e 20	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,019	0,1 / 0,01	POP-CR-004
Aldicarbe	µg/L	3 e 10	CONAMA 396/2008 e P. GM/MS 888/2021		0,1	POP-CR-004
Aldicarbesulfona	µg/L	3 e 10	CONAMA 396/2008 e P. GM/MS 888/2021		0,5	POP-CR-004
Aldicarbesulfóxido	µg/L	3 e 10	CONAMA 396/2008 e P. GM/MS 888/2021		0,5	POP-CR-004
Aldrin	µg/L	0,005, 0,03	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021		0,01	POP-CR-001
Dieldrin	µg/L	0,005, 0,03	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021		0,01	POP-CR-001
Alumínio Total (1)	mg/L	0,2	CONAMA 396/2008	0,0023	0,01 / 0,002	POP-FQ-081
Alumínio dissolvido (1) (3)	mg/L	0,1	CONAMA 357/2005		0,01	POP-FQ-081
Amônia (1)	mg/L	1,2	P. GM/MS 888/2021	0	0,02	POP-FQ-052 Anexo I
Antimônio Total (1)	mg/L	Máx. 0,005	CONAMA 357/2005 e CONAMA 396/2008	0,0001	0,001	POP-FQ-081
Arsênio Total (1)	mg/L	0,01	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,0003	0,001	POP-FQ-081
Atrazina	µg/L	2	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,00008	0,0005	POP-CR-004
Bário Total (1)	mg/L	0,7	CONAMA 357/2005	0,0002	0,01	POP-FQ-081
Bromato	mg/L	0,01	P. GM/MS 888/2021	0,006	0,01	EPA 300.1
Cádmio Total (1)	mg/L	0,005	CONAMA 357/2005	0,0001	0,001	POP-FQ-081

Parâmetro	Unidade	VMP	Normativa	Tommasi		
				LD	LQ	Metodologia
Carbendazim	µg/L	120	P. GM/MS 888/2021	0,322	0,5	POP-CR-004
Carbofuran	µg/L	7	CONAMA 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,106	0,5	POP-CR-004
Chumbo Total (1)	mg/L	0,01	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,00087	0,01	POP-FQ-081
Cianeto Total	µg/L	70	CONAMA 396/2008	0,00008	0,002	POP-FQ-052 Anexo V
Cianobactérias (4)	cel/mL	10.000	P. GM/MS 888/2021		3	CETESB, NT L5.303,4ª edição
Cianotoxinas (microcistina e saxitoxina (8) (4)	µg/L	1,0 (MCYS) e 3,0 (STX)	P. GM/MS 888/2021	0,11 e 0,05	0,5 e 3,0	POP-MIC-031 e Saxitoxin Plate Kit Cat.# 20-0173
Cloraminas Totais	mg/L	4	P. GM/MS 888/2021	0,028	0,1	POP-FQ-052 Anexo VIII
Clordano (Isômeros)	µg/L	0,04 e 0,2	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,002 (cis) e 0,0022 (trans)	0,01	POP-CR-001
Cloreto (1)	mg/L	250	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,167	1	EPA 300.1
Clorito	mg/L	0,7	P. GM/MS 888/2021	0,011	0,1	EPA 300.1
Cloro Residual Livre (Campo) (1) (5)	mg/L	De 0,2 à 5,0	P. GM/MS 888/2021	0,007	0,01	POP-ANL-009
Clorofila-a (1) (4)	µg/L	10	CONAMA 357/2005 e P. GM/MS 888/2021		6	SMWW, 23ª edição,método 10200 H
Clorpirifós + Clorpirifós - oxon	µg/L	30	CONAMA 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,05 e 0,955	0,5 e 3,0	POP-CR-004
Cobre Total (1)	mg/L	2	CONAMA 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,00025	0,001	POP-FQ-081
Cobre Dissolvido(1) (3)	mg/L	0,009	CONAMA 357/2005		0,001	POP-FQ-081
Coliformes Totais 100 mL (1)	UFC/100 mL	Ausência em 100 mL	CONAMA 396/2008, P. GM/MS 888/2021	-	-	SMWW 23ª Edição, Método 9221-D
Coliformes Termotolerantes 100 mL (2)	NMP/100 mL	1.000	CONAMA 357/2005		1,8	SMWW, 23ª edição, método 9221 E2
Cor Aparente (1)	mg/L Pt-Co	15	P. GM/MS 888/2021	-	5	SMWW 23a Edição, Método 2120 B
Cromo Total (1)	mg/L	0,05	CONAMA 357/2005 e P. GM/MS 888/2021	0,00035	0,01	POP-FQ-081
DDT + DDD + DDE	µg/L	0,002, 2, 1	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,007, 0,006 e 0,004	0,01	POP-CR-001
Diuron	µg/L	20	P. GM/MS 888/2021	0,00062	0,5	POP-CR-004

Parâmetro	Unidade	VMP	Normativa	Tommasi		
				LD	LQ	Metodologia
Dureza Total [1]	mg/L	300	P. GM/MS 888/2021	-	0	SMWW 23a Edição, Método 2340 C
Endosulfan (α + β + Sulfato)	µg/L	0,056	CONAMA 357/2005	0,003, 0,003 e 0,002	0,01	POP-CR-001
Endrin	µg/L	0,004, 0,6	CONAMA 357/2005, 396/2008	0,004	0,01	POP-CR-001
Escherichia coli [1]	UFC /100 mL	Ausência em 100 mL	P. GM/MS 888/2021	-	-	SMWW 23ª Edição, Método 9221-D
Etilbenzeno	µg/L	90, 200, 300	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,0001	0,002	POP-CR-002
Ferro Total [1]	mg/L	Máx. 0,3	CONAMA 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,0028	0,01	POP-FQ-081
Ferro Dissolvido [1] [3]	mg/L	0,3	CONAMA 357/2005		0,01	POP-FQ-081
Fluoreto	mg/L	1,4, 1,4, 1,5	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,01	0,4	POP-FQ-052 Anexo XVII
Giardia spp. e Cryptosporidium spp. [8][4]	cisto/L	-	P. GM/MS 888/2021	-	0,1	EPA 816-R-12-001 –1623.1 - 2012
Glifosato + AMPA	µg/L	500	CONAMA 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	1,725 e 2,254	50 e 25	POP-CR-004
Gosto [6]	Intensidade	Máx. 6	P. GM/MS 888/2021	-	-	POP-ANL-009
Lindano (gama - HCH)	µg/L	2	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,003	0,01	POP-CR-001
Mancozebe	µg/L	8	P. GM/MS 888/2021	0,029	0,1	POP-CR-004
Manganês Total [1]	mg/L	0,1	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,00005	0,01	POP-FQ-081
Mercúrio Total [1]	mg/L	0,0002, 0,001, 0,001	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,00003	0,0001	POP-FQ-081
Metamidofós	µg/L	7	P. GM/MS 888/2021	0,032	0,3	POP-CR-004
Metolacloro	µg/L	10	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,089	0,5	POP-CR-004
Molinato	µg/L	6	CONAMA 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,096	0,5	POP-CR-004
Monoclorobenzeno	mg/L	0,025, 0,02	CONAMA 357/2005 e P. GM/MS 888/2021	0,0001	0,002	POP-CR-002
Níquel Total [1]	mg/L	0,025, 0,02, 0,07	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,00034	0,01	POP-FQ-081

Parâmetro	Unidade	VMP	Normativa	Tommasi		
				LD	LQ	Metodologia
Nitrato [1]	mg/L	0,40, 10, 10	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,043	0,23	POP-FQ-052 Anexo XX
Nitrito [1]	mg/L	0,07, 1, 1	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,002	0,015	POP-FQ-052 Anexo XXI
Odor [6]	Intensidade	virtualmente ausente	CONAMA 357/2005	-	-	POP-ANL-009
Parationa Metílica	µg/L	0,04	CONAMA 357/2005	0,029	0,1	POP-CR-004
Pendimetalina	µg/L	20	CONAMA 396/2008	0,016	0,1	POP-CR-004
Permetrina	µg/L	20	CONAMA 396/2008	0,003	0,01	POP-CR-001
pH [1]	-	De 6,0 a 9,0	CONAMA 357/2005 e P. GM/MS 888/2021	-	2 – 12	SMWW 23a Edição, Método 4500 H+
Profenofós [7]	µg/L	0,3	P. GM/MS 888/2021 EPRC 5/2017	0,112	1/ 0,5/ 0,1/ 0,11	POP-CR-004
Selênio Total [1]	mg/L	0,01, 0,01, 0,04	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,0016	0,01	POP-FQ-081
Simazina	µg/L	2	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,152	0,5	POP-CR-004
Sódio Total [1]	mg/L	200	CONAMA 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,012	0,1	POP-FQ-081
Sólidos Dissolvidos Totais [1]	mg/L	500, 1000, 500	CONAMA 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	2,93	10	POP-FQ-085
Sulfato [1]	mg/L	250	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,23	2	POP-FQ-052 XXVII
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,05	P. GM/MS 888/2021	0,00026	0,002	POP-FQ-052 XXVIII
Surfactantes (como LAS)	mg/L	0,5	CONAMA 357/2005	0,003	0,01	POP-FQ-052 Anexo XXIX
Tebuconazol	µg/L	180	P. GM/MS 888/2021	0,024	0,1	POP-CR-004
Terbufós	µg/L	1,2	P. GM/MS 888/2021	0,404	1	POP-CR-004
Tolueno	µg/L	2, 170, 30	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,061	2	POP-CR-002
Trifluralina	µg/L	0,2, 20	CONAMA 357/2005 e P. GM/MS 888/2021	0,003	0,01	POP-CR-001
Trihalometanos[1] [5]	mg/L	0,1	P. GM/MS 888/2021	0,000132	0,002	POP-CR-002
Turbidez [1]	NTU	100, 5	CONAMA 357/2005 e P. GM/MS 888/2021	0,06	0,34	SMWW 23° Edição, Método 2130B
Urânio Total [1]	mg/L	0,2, 0,015, 0,03	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,002	0,01	POP-FQ-081

Parâmetro	Unidade	VMP	Normativa	Tommasi		
				LD	LQ	Metodologia
Xilenos	mg/L	0,3, 0,3, 0,5	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,000069	0,002	POP-CR-002
Zinco Total (1)	mg/L	0,18	CONAMA 357/2005, 396/2008 e P. GM/MS 888/2021	0,00019	0,01	POP-FQ-081

(1) Parâmetros que continuam sendo monitorados na primeira revisão bianual do PMQACH (janeiro/2022).

(2) Coliformes termotolerantes só são monitorados nos pontos de captação dos sistemas com tratamento.

(3) Os parâmetros cobre dissolvido, alumínio dissolvido e ferro dissolvido são analisados quando for água superficial.

(4) São analisados somente quando a captação for realizada em águas superficiais, tanto para sistemas com e sem tratamento.

(5) Analisados somente nas saídas dos sistemas com tratamento.

(6) Gosto e odor são analisados somente na saída dos pontos com e sem tratamento.

(7) Profenofós – Na PRC n° 05/2017 o VMP correspondia a 60 $\mu g.L^{-1}$ e os LQs correspondiam a 1 ou 0,5 $\mu g.L^{-1}$, com a P. GM/MS 888/2021 o VMP foi alterado para 0,3 $\mu g.L^{-1}$ e os LQs passaram a corresponder 0,1 ou 0,11 $\mu g.L^{-1}$.

(8) Parâmetros que estão sendo monitorados a partir da primeira revisão bianual do PMQACH (janeiro/2022).

5.5.5 - Laudos analíticos

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

Figura 5-3 - Modelo de laudo analítico utilizado pelo laboratório Tommasi.



Com as análises finalizadas, os laudos oficiais contendo os resultados das análises realizadas são remetidos à Fundação Renova, passando pelos procedimentos de triagem e enviados para o sistema 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, *Sharepoint.*

Relatórios técnicos, tal como o presente documento, estão previstos para serem emitidos após 90 dias do término da última campanha, contemplando o período de um ano de monitoramento, conforme a NT nº 54 e Deliberação CIF nº 513.

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 previstas no âmbito do PMQACH. De modo geral as coletas ocorreram de forma sistemática com frequências previstas antes e após da revisão bianual do PMQACH, de janeiro/2022, respeitando o escopo previsto no programa de monitoramento. Ausências de campanha de amostragem ocorreram por eventualidades, tais como: ponto seco, sem acesso, em manutenção, desativados, entre outros. As eventualidades citadas são registradas nas fichas de campo ou registradas em ofício.

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 projeto, nome e endereço do solicitante, localização do ponto, identificação da amostra, matriz, unidade de medida coerente com a matriz, método de análise dos parâmetros e seus respectivos limites de quantificação, quando pertinente. Importante destacar que os laudos apresentam as etapas de controle de qualidade laboratorial visando assegurar a validade dos métodos utilizados.

Adicionalmente, foi feita uma avaliação geral no BD a fim de se observar resultados inconsistentes ou não encontrados na natureza, além da verificação de resultados transcritos de maneira incorreta, como por exemplo troca de ponto por vírgula. Foram verificados, também, se os limites de quantificação (LQ) utilizados pelos laboratórios foram iguais ou inferiores aos limites preconizados nas legislações pertinentes (Portaria n° 888/2021, CONAMA n° 357/2005 e CONAMA n° 396/2008), informação necessária para o enquadramento dos resultados. A avaliação demonstrou que, para alguns parâmetros, os limites de quantificação praticados pelo laboratório estiveram acima do preconizado na legislação pertinente. Em 2021/2022, isto foi observado para DDT + DDD + DDE, Endrin e Lindano, especialmente considerando os limites preconizados pela CONAMA n° 357/2005 para classe 2.

Em relação aos parâmetros coliformes totais e *E. coli* identificou-se inconsistências no momento de reportar resultados qualitativos e quantitativos. Tendo em vista que as legislações da Portaria MS n° 888/2021 e CONAMA n° 396/2008 apresentam seus limites de forma qualitativa, enquanto a CONAMA n° 357/2005 de forma quantitativa, precisou-se fazer uma padronização dos dados. Dessa forma, todos os dados qualitativos foram unificados para uma única coluna considerando resultados “ausentes/presentes”, sendo o mesmo realizado para os dados quantitativos.

Vale ressaltar que no início do PMQACH todos os resultados eram comparados com a PRC n° 05/2017, motivo pelo qual os LQs não atendem ao estipulado. 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

A apresentação dos resultados foi feita buscando atender o que pede a NT nº 54/2021 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.

Os dados apresentados e a sequência de itens estão, ainda, de acordo com o indicado no documento da Primeira Revisão Bianual, publicados em agosto/2021 pela Fundação Renova.

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/2022. 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 e 2021/2022), com enfoque sempre no último ano de monitoramento (2021/2022).

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/2022, foram realizadas análises estatísticas considerando os ciclos avaliados (2018/2019, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022) 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 grau de significância de 0,05. 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 (2021/2022) foram maiores, menores ou não claros (i.e., inconsistentes) 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 laranjas que significam que os dados foram mais elevados durante o período seco. Vale ressaltar ainda, que não foi possível realizar avaliação estatística para os parâmetros *E. coli* e coliformes totais devido às variações de metodologias aplicadas entre métodos qualitativos e quantitativos.

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/2021 a julho/2022.

6 - RESULTADOS

No presente item são apresentados os resultados obtidos no âmbito do monitoramento do PMQACH, período de setembro de 2018 a julho de 2022. Sempre que pertinente, foi dado enfoque no último ano do monitoramento, período avaliado neste relatório, que compreendeu os meses de julho de 2021 a julho de 2022. O banco de dados completo avaliado encontra-se no **Anexo 6.1**.

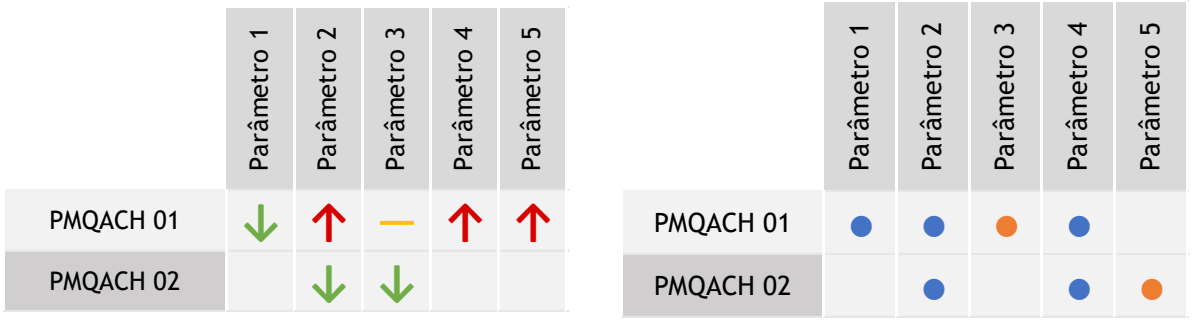
O item encontra-se dividido por município, considerando-se pontos amostrais com e sem tratamento de água. Em cada item foi abordado: 1) Ocorrência de violações das legislações vigentes; e 2) Avaliação temporal e sazonal.

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 captação (SAI, SAC ou SAA) divididos pelos ciclos de monitoramento (2018/2019, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022), 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 6.2**.

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 (2021/2022) 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 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 laranjas 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.



Alguns parâmetros avaliados permaneceram abaixo do limite de quantificação do respectivo método durante todo o monitoramento, especialmente agrotóxicos e substâncias organolépticas, com exceção da atrazina, endossulfan (alfa, beta e sulfato), etilbenzeno, glifosato + AMPA, tolueno e xileno. Ademais, os parâmetros 2,4-D + 2,4,5-T, alacloro, aldrin+dieldrin, carbofurano, clorpirifós + clorpirifós-oxon, DDT + DDD + DDE, endrin, glifosato, metolacloro, monoclorobenzeno e tebuconazol, apresentaram somente um valor acima do limite de quantificação durante o período de monitoramento, sendo todos abaixo dos limites das legislações aplicáveis. As cianotoxinas investigadas (microcistinas e saxitoxinas) também permaneceram abaixo do limite de quantificação em todos os municípios.

Os seguintes parâmetros, apesar de quantificados, não apresentaram resultados acima de seus respectivos limites das legislações aplicáveis: cianeto, clorofila a, cobre total, cobre dissolvido, densidade de cianobactérias, mercúrio total e sulfetos (como H2S não dissociado). Vale destacar que os parâmetros bromato, urânio total, parationa metílica, aldrin + dieldrin e endrin apresentaram alguns valores de LQ superiores ao limite da legislação aplicável e, portanto, não foram considerados como violação. Isso aconteceu pois no início do PMQACH todos os resultados eram comparados com a PRC n° 05/2017, motivo pelo qual os LQs não atendem ao estipulado. 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.

Considerando todos os dados de captação superficial, os parâmetros que apresentaram maiores percentuais de violação foram coliformes (totais e termotolerantes), *E. coli*, ferro dissolvido, alumínio dissolvido, manganês total e turbidez (**Figura 6-2**). Os demais parâmetros apresentaram percentuais totais ≤ 6% (**Figura 6-2**). Os dados de captação subterrânea, apresentaram maiores percentuais de violação para os parâmetros ferro total, manganês total, coliformes (totais e termotolerantes) e *E. coli.* Os demais parâmetros apresentaram percentuais totais ≤ 10% (**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/2022. *Rótulos indicam o% de violação.

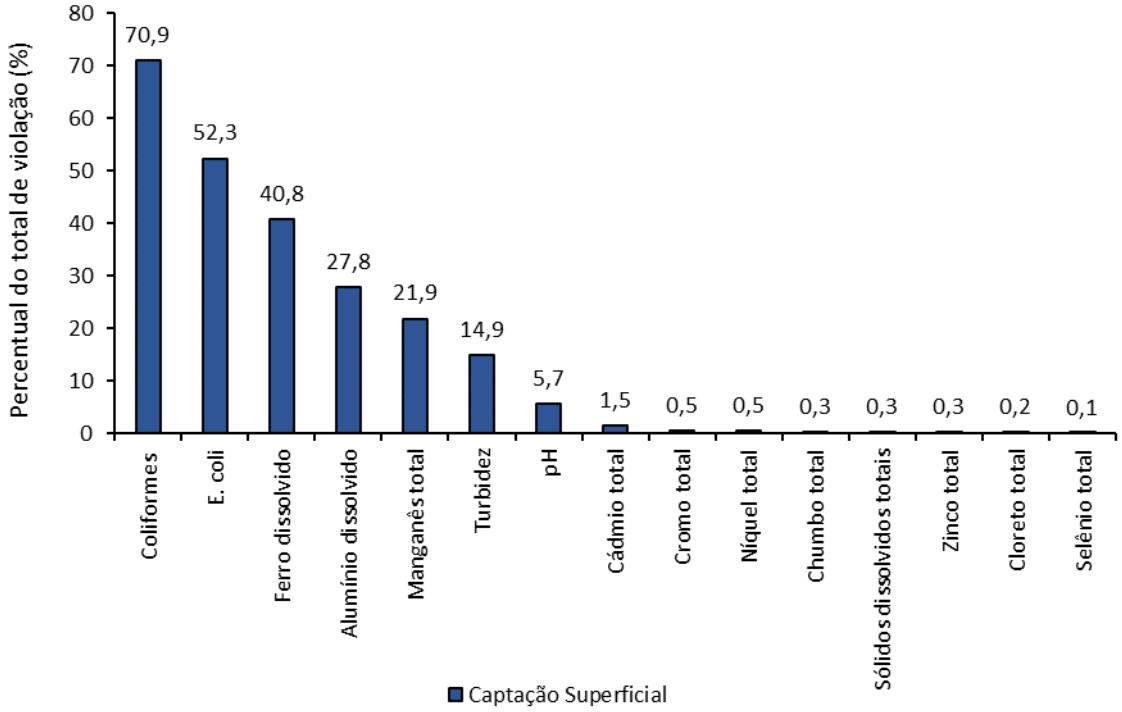
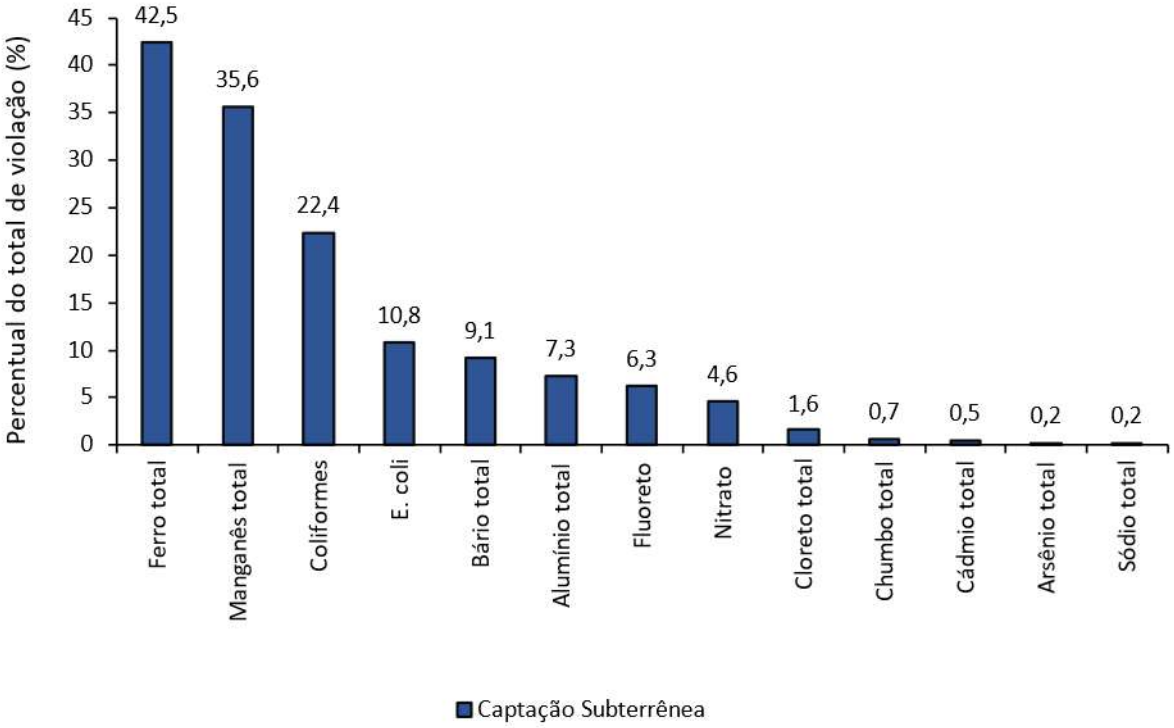


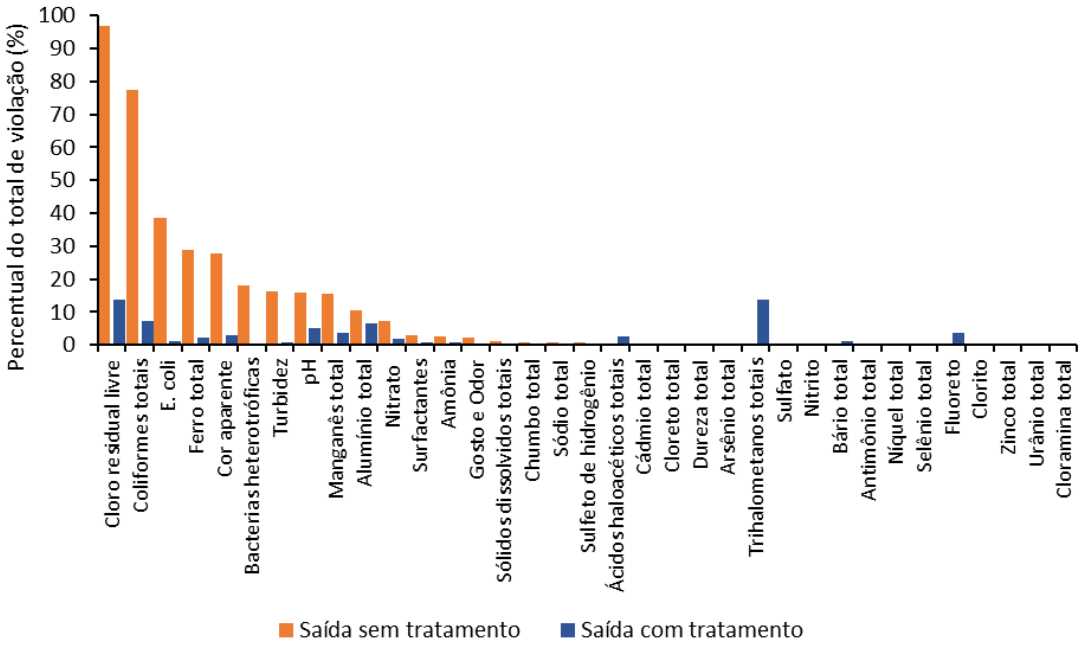
Figura 6-3 - Percentual total de violação dos parâmetros avaliados na captação subterrânea dos pontos amostrais do PMQACH no período de setembro/2018 a julho/2022. *Rótulos indicam o % de violação.



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, *E. coli,* ferro total, cor aparente, bactérias heterotróficas, turbidez, pH, manganês total, alumínio total e nitrato. Os demais parâmetros apresentaram percentuais totais ≤ 3% (**Figura 6-4**). Já considerando os dados com tratamento de água, os parâmetros mais importantes foram cloro residual livre, trihalometanos totais, coliformes totais, alumínio total e pH, sendo os demais com percentuais totais ≤ 4% (**Figura 6-4**). Vale destacar que apesar da importância de cloro residual livre e coliformes totais para ambos os casos, os percentuais totais de violação foram mais elevados considerando os dados sem tratamento. No caso de cloro residual livre, o percentual foi de 14% para pontos com tratamento e 97% para pontos sem tratamento (**Figura 6-4**). No caso de pontos sem

tratamento, as violações ocorreram especialmente por concentrações inferiores a faixa do limite legal, sendo que 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 7% para pontos com tratamento e de 77% para pontos sem tratamento (**Figura 6-4).** 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, assim como para alguns metais, em especial ferro total e manganês total. 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. O parâmetro alumínio total não apresentou diferença significativa entre os pontos sem e com tratamento, permanecendo em percentuais relativamente próximos, 10% e 7%, 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 6-4**). 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 do PMQACH no período de setembro/2018 a julho/2022. Em azul estão representados os dados dos pontos com tratamento. Em laranja estão representados os dados dos pontos sem tratamento.



6.1 - Mariana

No município de Mariana-MG, foram considerados os 27 pontos de monitoramento, sendo 05 (cinco) de Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), 09 (nove) de Soluções Alternativas Coletivas (SAC) e 13 (treze) Soluções Alternativas Individuais (SAI) (**Figura 6-5** 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.

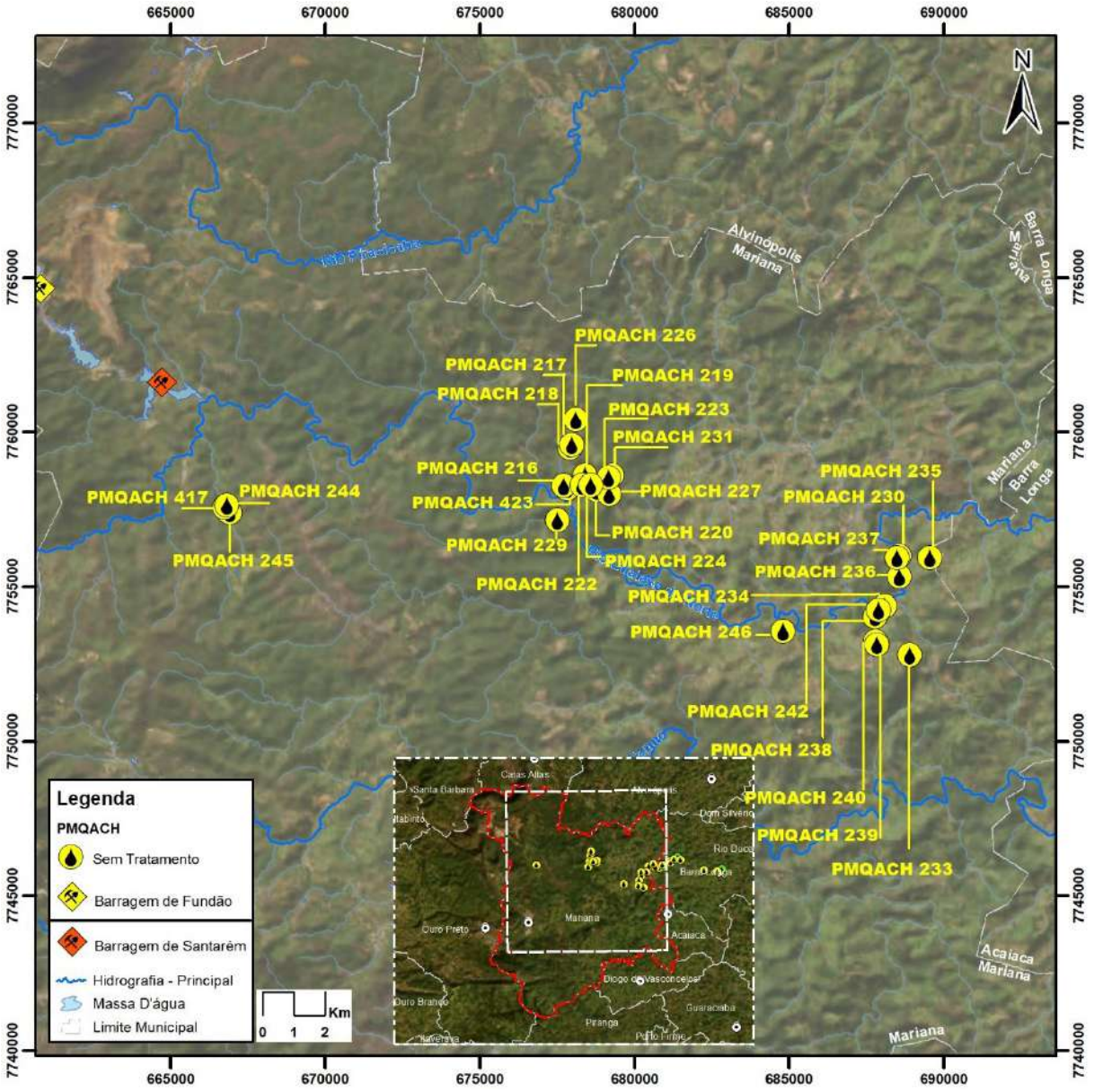
Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 219	Subterrânea	SAC	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 220	Subterrânea	SAC	Não	Saída		
PMQACH 222	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 223	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 224	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 229[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		17/07/2022
PMQACH 234[2)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		13/05/2022
PMQACH 242	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 230	Superficial	SAA	Não	Saída		
PMQACH 238	Superficial	SAA	Não	Saída		
PMQACH 245[1)]	Superficial	SAA	Não	Saída		17/01/2022
PMQACH 246	Superficial	SAA	Não	Saída		
PMQACH 417	Superficial	SAA	Não	Saída		
PMQACH 216[3)]	Superficial	SAC	Não	Saída		16/02/2022
PMQACH 217[1)]	Superficial	SAC	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 218[1)]	Superficial	SAC	Não	Saída		19/04/2022
PMQACH 231	Superficial	SAC	Não	Saída		
PMQACH 240[1)]	Superficial	SAC	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 244[1)]	Superficial	SAC	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 423	Superficial	SAC	Não	Saída		
PMQACH 226[1)]	Superficial	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 227	Superficial	SAI	Não	Saída		
PMQACH 233[1)]	Superficial	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 235	Superficial	SAI	Não	Saída		
PMQACH 236[1)]	Superficial	SAI	Não	Saída		16/07/2022
PMQACH 237[1)]	Superficial	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 239[1)]	Superficial	SAI	Não	Saída		30/06/2022

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

2) Não autorizou a realização da coleta, mas não assinou o termo de recusa.

3) Ponto seco desde setembro de 2021.

Figura 6-5 - 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, *Escherichia coli,* cor aparente e ferro total, sendo que os percentuais foram semelhantes entre o período chuvoso e seco (**Figura 6-6**). 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 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.

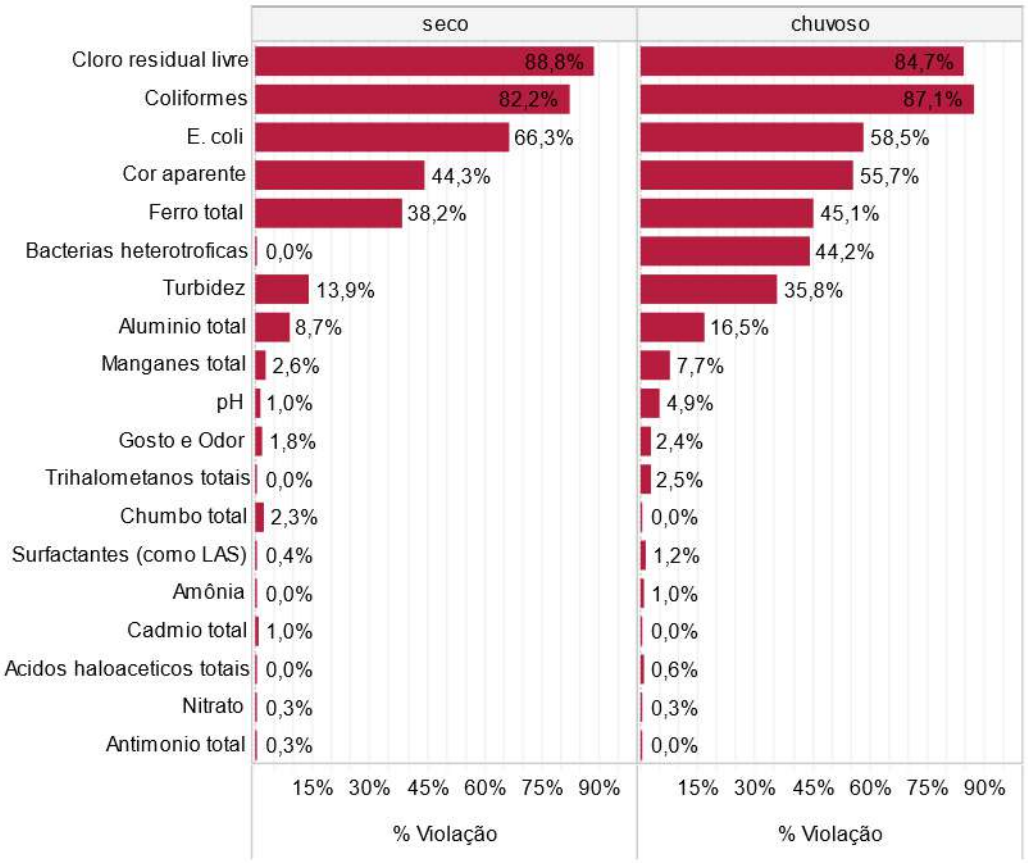
Os metais como ferro, alumínio e manganês, presentes na composição dos rejeitos da barragem, também possuem ocorrência natural na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). No caso, alumínio e manganês apresentaram violações pontuais entre os pontos monitorados, com percentual total de 16,5 e 7,7%, respectivamente na estação chuvosa e de 8,7 e 2,6% respectivamente no período seco. Foram observados percentuais mais elevados para turbidez, alumínio total e manganês total durante o período chuvoso (**Figura 6-6**). Esses parâmetros estão positivamente relacionados 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. A entrada na coluna d'água de partículas com metais adsorvidos, como ferro e manganês, podem contribuir no aumento das concentrações destes elementos, uma vez que o método quantifica a fração total e não a dissolvida.

De maneira geral, verificou-se a presença de coliformes totais e *E. coli* em todo período monitorado, indicando a relação com uso e ocupação do solo local, através da contaminação fecal proveniente de esgoto doméstico ou criação de animais. A mais recente

revisão do plano integrado da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021), apontou coliformes como parâmetro prioritário para busca de soluções, assim como apontado previamente no plano da bacia do rio Doce de 2010. 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 dos mesmos 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 pH, gosto e odor, trihalometanos totais, chumbo total, surfactantes, amônia, cádmio total, ácidos haloaceticos totais, nitrato e antimônio total apresentaram baixos percentuais de violação ao longo do monitoramento (< 5%), não sendo possível identificar padrões sazonais (**Figura 6-6**).

Figura 6-6 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



No município de Mariana, entre os pontos que possuem captação subterrânea, dois deles são do tipo SAC (PMQACH 219 e PMQACH 220) (**Figura 6-7**).

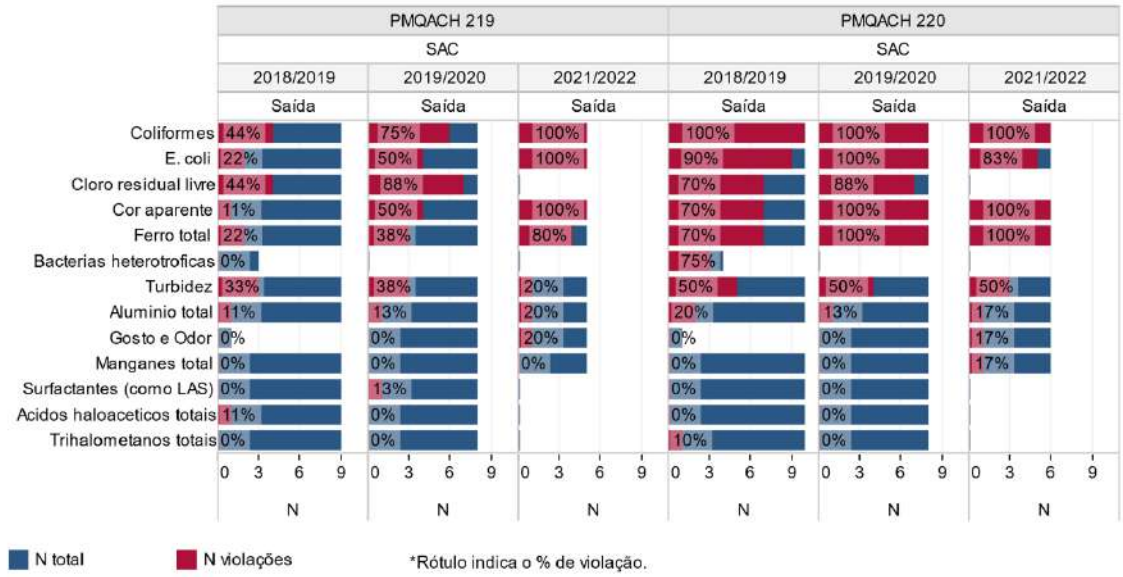
Nestes dois pontos coliformes e cor aparente apresentaram 100% de violação no último período avaliado de 2021/2022 (**Figura 6-7**).

No ponto PMQACH 219, destaca-se ainda *E. coli* com 100% de violação em 2021/2022 (todas as 5 amostras) e ferro total, com 80% de violação também neste período (4 de 5 amostras). Estes resultados representam um aumento no percentual desconforme em

relação a períodos anteriores. Observam-se ainda violações pontuais (20%, 1 de 5 amostras) para turbidez, alumínio dissolvido e gosto e odor (**Figura 6-7**).

No ponto PMQACH 220 além de coliformes e cor aparente com 100% de violação em 2021/2022, também apresentaram desconformidade em todas as amostras do período o parâmetro ferro total (todas as 6 amostras) em percentuais tão elevados quanto o de períodos pretéritos. *E. coli* apresentou também elevado percentual de violação no último período avaliado (83%, 5 de 6 amostras). Destaca-se ainda turbidez, com 50% de amostras em desconformidade em 2018/2019, 2019/2020 e 2021/2022. Alumínio, gosto e odor e manganês total apresentaram violações pontuais em 2021/2022 (15% 1 de 6 amostras) (**Figura 6-7**).

Figura 6-7 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 219 e PMQACH 220, localizados no município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, 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 222, PMQACH 223, PMQACH 224 e PMQACH 229, são do tipo SAI e possuem captação subterrânea.

Nestes pontos destacam-se os elevados percentuais de violação em 2021/2022 para coliformes, com 100% das amostras do período em desconformidade em todos os pontos, exceto em PMQACH 222 (com 40% de violação, 2 de 5 amostras) (**Figura 6-8**).

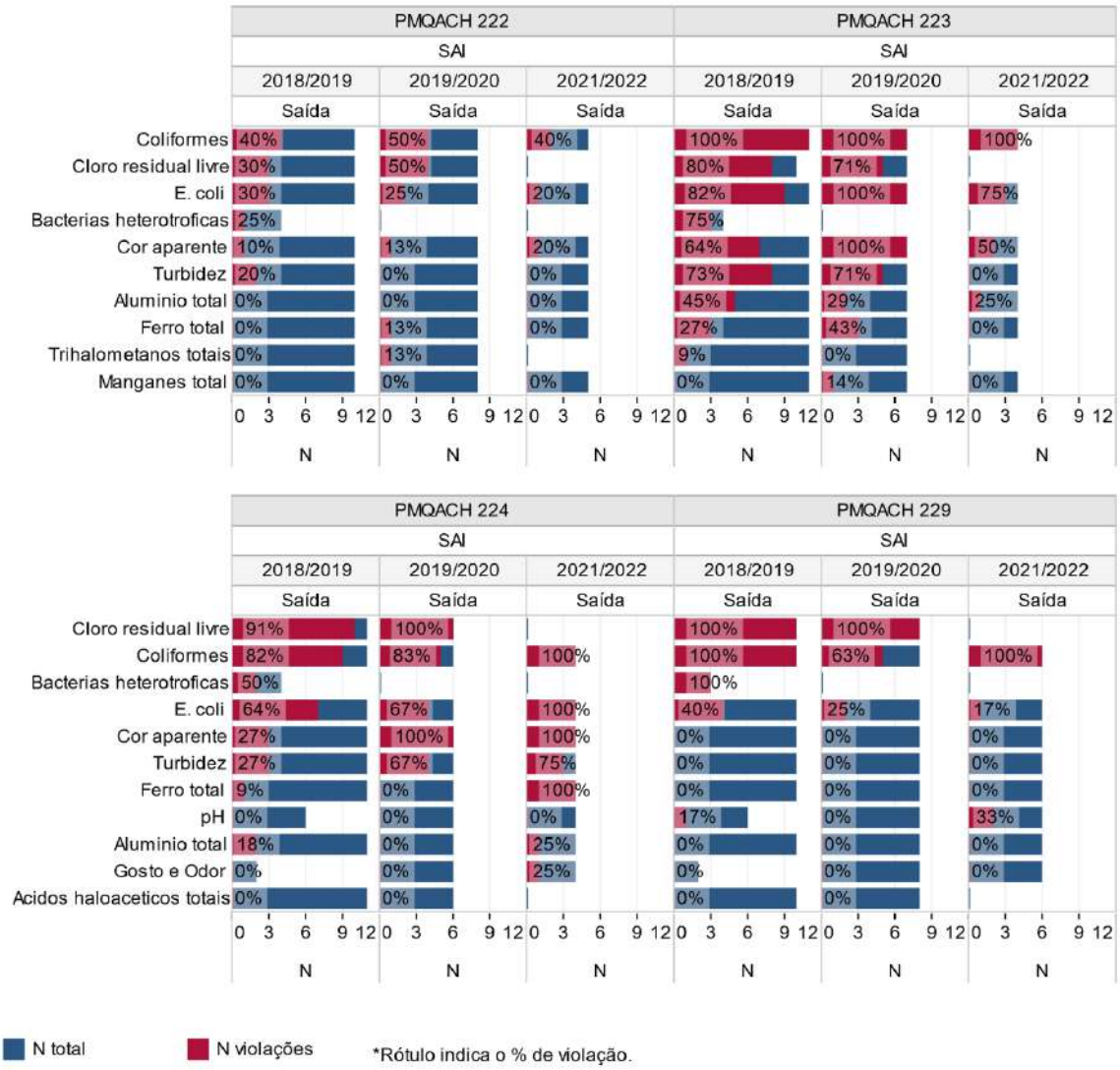
No ponto PMQACH 222, destacam-se ainda violações pontuais em 2021/2022 para *E. coli* e cor aparente (20%, 1 de 5 amostras) (**Figura 6-8**).

Em PMQACH 223, além de coliformes, também se observou elevados percentuais desconformes para E. coli (75%, 3 de 4 amostras). Cor aparente apresentou em 2021/2022, 50% de violação (2 de 4 amostras) e alumínio total 25% (1 de 4 amostras). Resultados estes que representaram uma redução em relação aos anos anteriores de monitoramento (**Figura 6-8**).

O ponto PMQACH 224 apresentou 100% de violação para coliformes, *E. coli*, cor aparente e ferro total (todas as 4 amostras). Turbidez apresentou 75% de amostras em desconformidade (3 de 4 amostras) e alumínio total e gosto e odor, 25% (1 de 4 amostras). Estes resultados indicam um aumento no percentual desconforme em relação aos períodos anteriores (**Figura 6-8**).

O ponto PMQACH 220, apresentou menores percentuais de violação, destacando-se ainda, além de coliformes, os parâmetros *E. coli* e pH, com 17% (1 de 6 amostras) e 33% (2 de 6 amostras) de violação em 2021/2022 (**Figura 6-8**).

Figura 6-8 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 222, PMQACH 223, PMQACH 224 e PMQACH 229, localizados no município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.



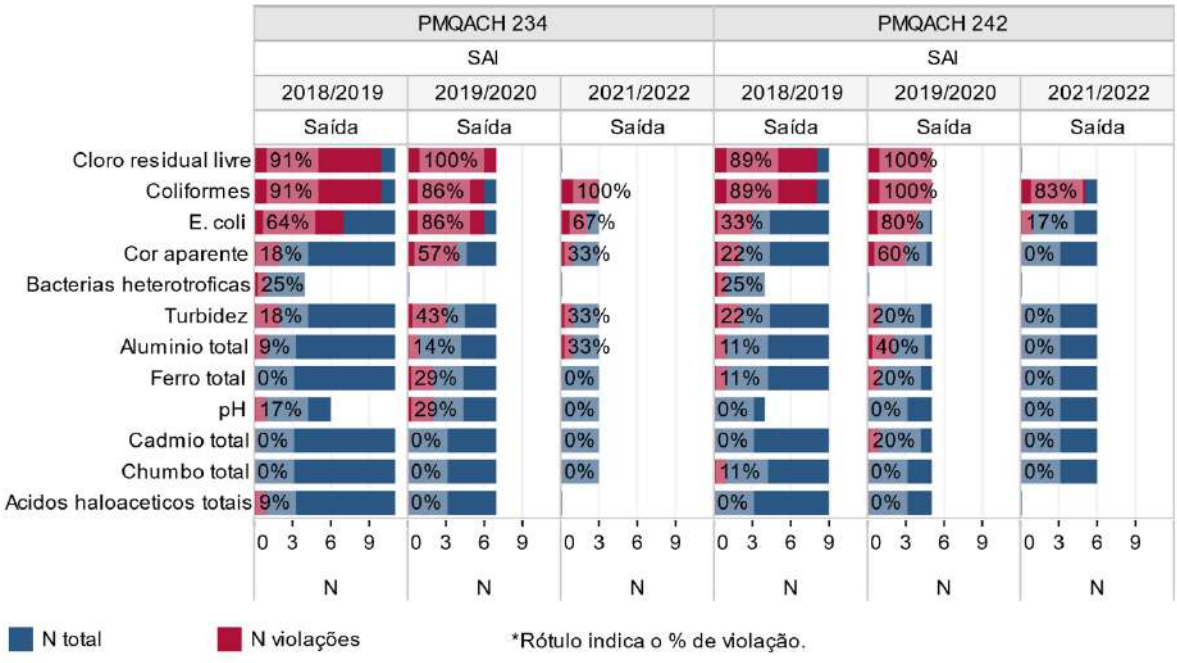
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos PMQACH 234 e PMQACH 242 também do tipo SAI e com captação subterrânea, apresentaram elevados percentuais de violação para coliformes em 2021/2022 (100% e 83%, respectivamente) (**Figura 6-9**).

No ponto PMQACH 234 *E. coli* registrou 67% de violação em 2021/2022 (2 de 3 amostras), uma pequena redução no percentual desconforme em relação ao período anterior. Turbidez, cor aparente e alumínio total apresentaram 33% de violação (1 de 3 amostras) (**Figura 6-9**).

No ponto PMQACH 242, além de coliformes, apenas *E. coli* registrou desconformidade, com 17% de violação (1 de 6 amostras). Demais parâmetros apresentaram conformidade (**Figura 6-9**).

Figura 6-9 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 234 e PMQACH 242, localizados no município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, 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 226, PMQACH 227, PMQACH 233 e PMQACH 235, todos do tipo SAI e com captação superficial, apresentaram 2021/2022, elevados percentuais de violação para coliformes (acima de 80%) (**Figura 6-10**).

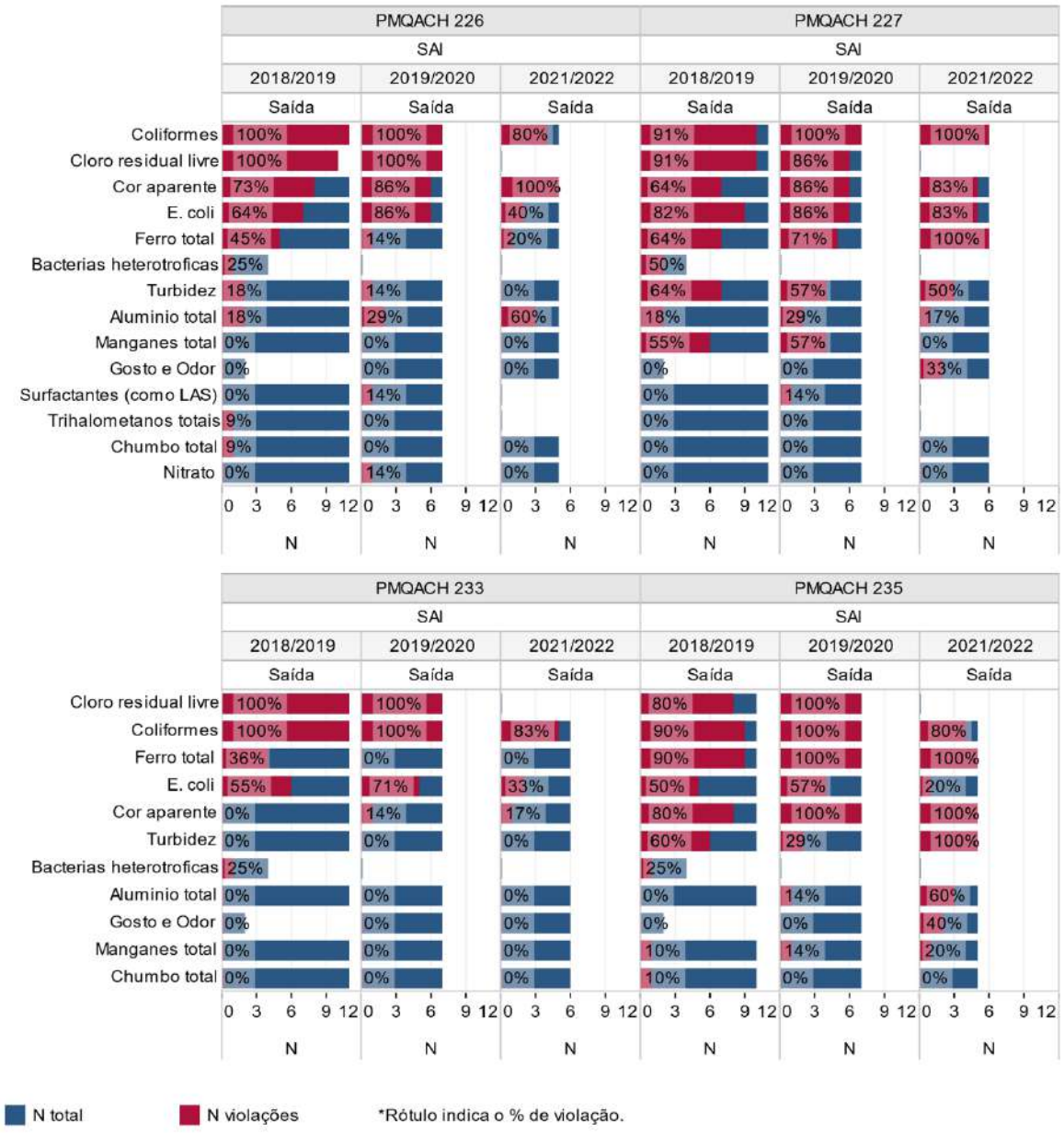
No ponto PMQACH 226 destaca-se ainda, em 2021/2022, 100% de violação para cor aparente (todas as 5 amostras) e 60% para alumínio total (3 de 5 amostras), resultados que indicaram um aumento no percentual desconforme ao longo do período monitorado. *E. coli*, por outro lado, apresentou redução no percentual de violação em 2021/2022 (40%, 1 de 5 amostras) em relação a períodos anteriores (**Figura 6-10**).

No ponto PMQACH 227, em 2021/2022, foi observado ainda elevados percentuais de violação para ferro total (100%, todas as 6 amostras), cor aparente e *E. coli* (83%, 5 de 6 amostras), resultados estes semelhantes ou mais elevados do que o observado no período anterior (**Figura 6-10**).

Além de coliformes, no ponto PMQACH 233, os parâmetros *E. coli* e cor aparente também apresentaram desconformidade (33% e 17%, respectivamente) (**Figura 6-10**).

No ponto PMQACH 235, todas as amostras de 2021/2022 dos parâmetros ferro total, cor aparente e turbidez apresentaram desconformidade (todas as 5 amostras). *E. coli*, com 20% de violação em 2021/2022, registrou diminuição no percentual desconforme em relação a períodos anteriores. Alumínio, gosto e odor e manganês total registraram aumento no percentual de violação em relação aos anos anteriores de monitoramento (**Figura 6-10**).

Figura 6-10 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 226, PMQACH 227, PMQACH 233 e PMQCH 235, localizados município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, 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.

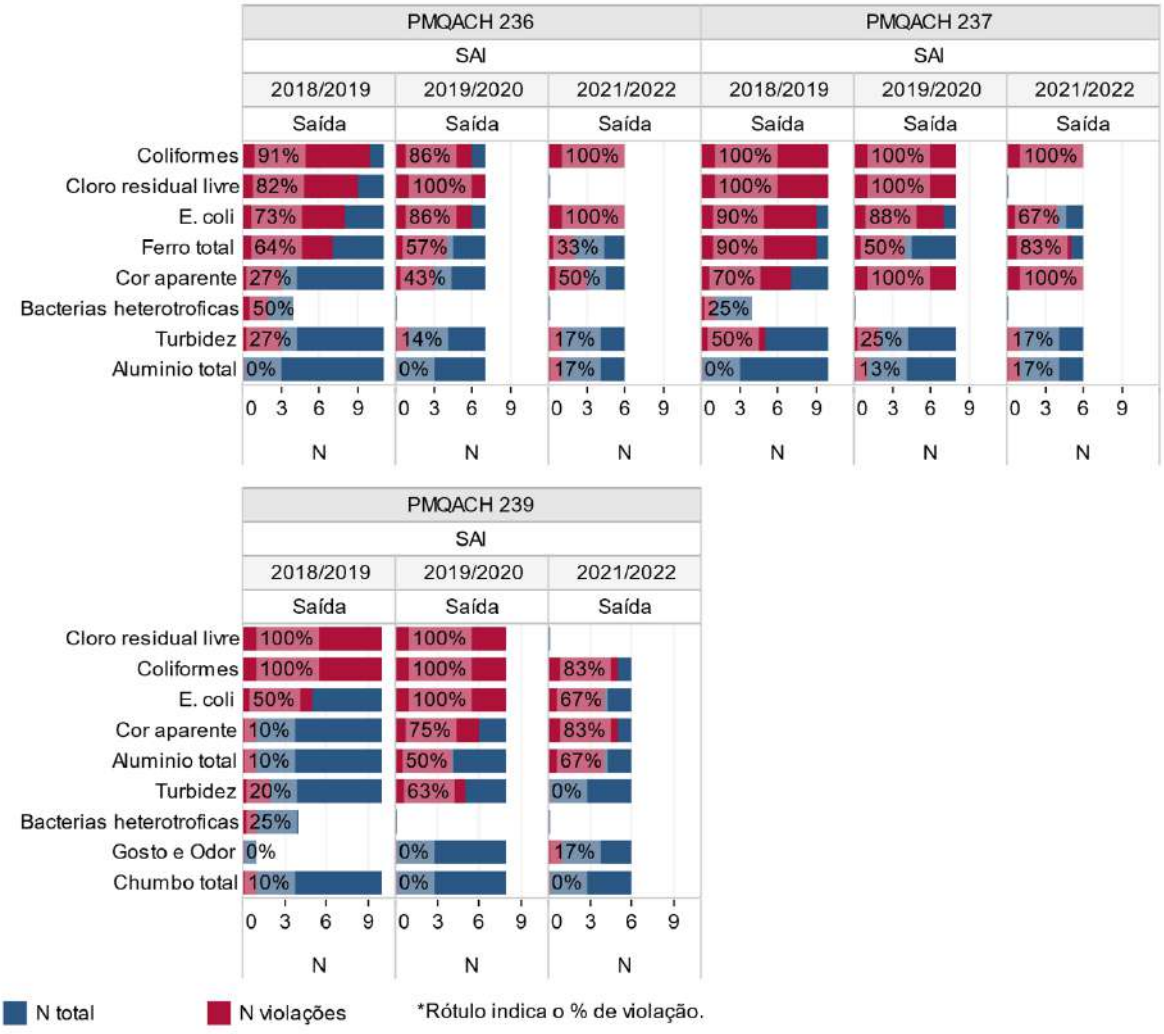
Os pontos PMQACH 236, PMQACH 237 e PMQACH 239 também são do tipo SAI com captação superficial. Nestes pontos coliformes, *E. coli* e cor aparente foram os parâmetros mais relevantes em termos de percentual de violação (**Figura 6-11**).

No ponto PMQACH 236, ferro total apresentou redução no percentual de violação ao longo dos anos, registrando 33% de violação em 2021/2022 (2 de 6 amostras). Turbidez e alumínio total apresentaram violação pontual de 17% em 2021/2022 (1 de 6 amostras) (**Figura 6-11**).

No ponto PMQACH 237, ferro total registrou 83% de violação em 2021/2022 (5 de 6 amostras), o que representou um aumento em relação ao ciclo anterior. Tal como no ponto PMQACH 236, turbidez e alumínio total também apresentaram violação pontual de 17% em 2021/2022 (1 de 6 amostras) (**Figura 6-11**).

No ponto PMQACH 239, destaca-se alumínio total com 67% de amostras em desconformidade em 2021/2022 (4 de 6 amostras), o que representou um aumento gradual ao longo do período monitorado. Gosto e odor registrou em 2021/2022, pela primeira no monitoramento, violação pontual (17%, 1 de 6 amostras) (**Figura 6-11**).

Figura 6-11 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 236, 237 e 239, localizados município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, 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 216, PMQACH 217, PMQACH 218, PMQCH 231 e PMQACH 423 possuem captação superficial e são do tipo SAC.

No ponto PMQACH 216, em 2021/2022, cloro residual livre apresentou desconformidade nas duas amostras do período (100%), tal como observado em clicos

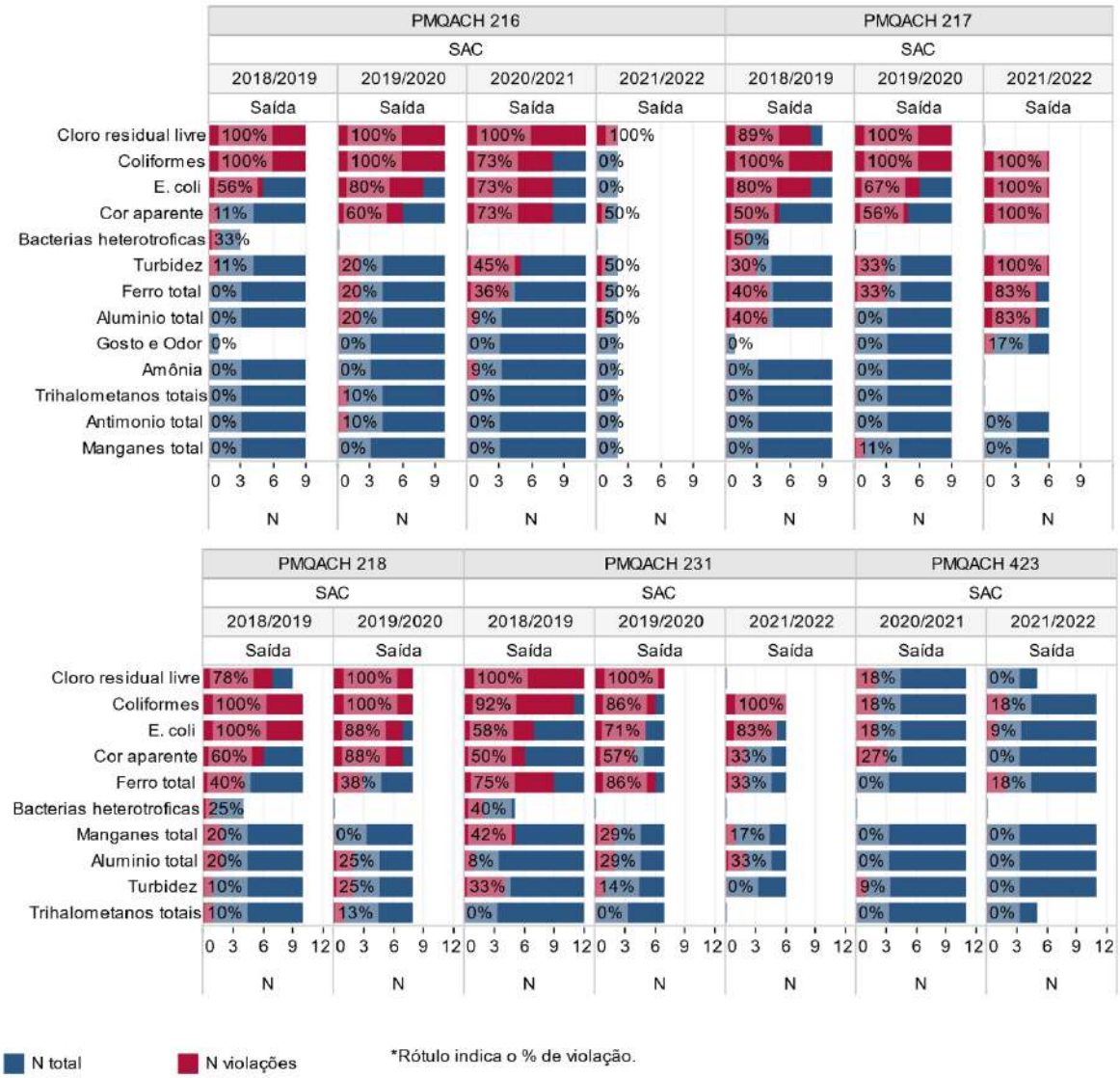
anteriores. Cor aparente, turbidez, ferro total e alumínio total apresentaram 50% de violação (1 de 2 amostras) (**Figura 6-12**).

O ponto PMQACH 217 apresentou desconformidade em todas as amostras de 2021/2022 para coliformes, *E. coli*, cor aparente e turbidez (100%, todas as 6 amostras). Ferro total e alumínio total apresentaram 83% de violação em 2021/2022 (5 de 6 amostras). Gosto e odor apresentou violação pontual de 17% (1 de 6 amostras). Estes resultados indicam percentuais de violação mais elevados em 2021/2022 em relação aos períodos anteriores (**Figura 6-12**).

O ponto PMQACH 231, em 2021/2022, apresentou 100% de violação para coliformes (todas as 6 amostras) e 83% para *E. coli* (5 de 6 amostras), um aumento em relação aos períodos anteriores. Cor aparente, ferro total e alumínio total registram 33% de violações (2 de 6 amostras). Manganês total registrou redução gradual no percentual de violação ao longo do tempo, com 17% de violação em 2021/2022 (1 de 6 amostras) (**Figura 6-12**).

O ponto PMQACH 423 apresentou baixos percentuais de violação em 2021/2022 (inferiores a 20%) para coliformes, *E. coli* e ferro total. Ponto PMQACH 218 não foi monitorado em 2021/2022 (**Figura 6-12**).

Figura 6-12 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 216, 217, 218, 231 e 423 localizado município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.

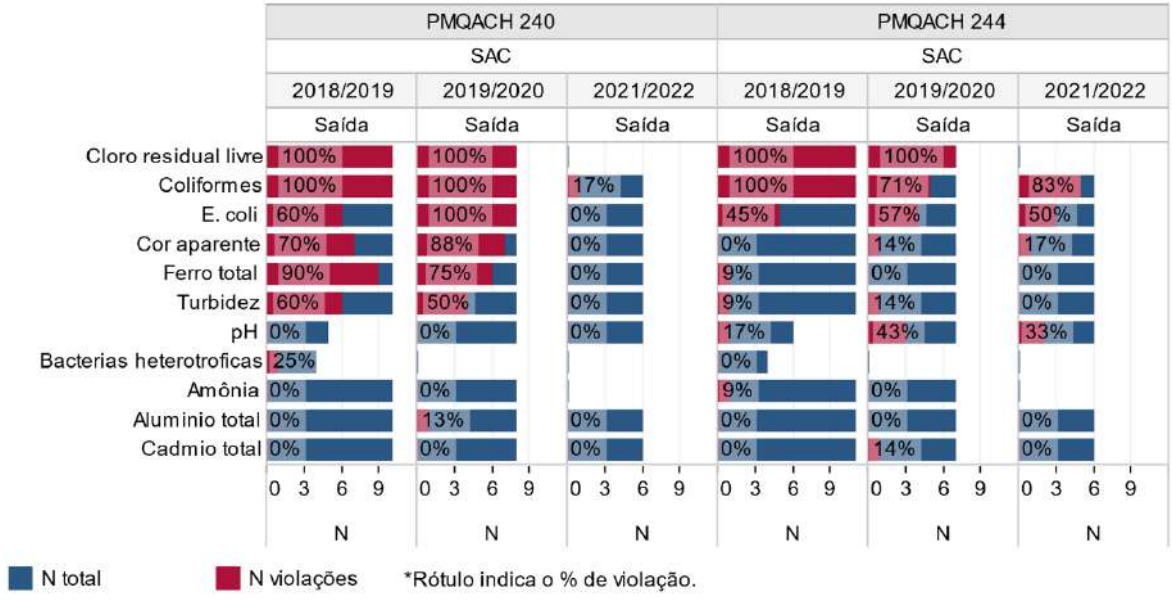


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos PMQACH 240 e PMQACH 244 também são do tipo SAC, com captação superficial. No ponto PMQACH 240, apenas coliformes apresentou violação pontual de 17% em 2021/2022 (1 de 6 amostras), uma significativa redução em relação a períodos anteriores. Ademais destaca-se que parâmetros como *E. coli*, cor aparente, ferro total e turbidez que em 2018/2019 e 2019/2020 apresentaram elevados percentuais de violação, em 2021/2022 estiveram em conformidade em todas as amostras avaliadas.

No ponto PMQACH 244 destaca-se coliformes com 83% de violação em 2021/2022 (5 de 6 amostras). Neste mesmo período, *E. coli* apresentou 50% de violação (3 de 6 amostras), cor aparente 17% (1 de 6 amostras) e pH 33% (2 de 6 amostras), resultados similares ao observado no período anterior.

Figura 6-13 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 240 e 244, localizados município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, 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, PMQACH 238, PMQACH 245 e PMQACH 246 possuem captação superficial e são do tipo SAA. Nestes pontos, em 2021/2022, cloro residual livre apresentou 100% de violação no último ciclo analisado, com exceção do ponto PMQACH 230, cujo percentual de violação foi de 40%. O parâmetro coliformes apresentou percentuais elevados (acima de 80%) em todos os pontos em 2021/2022, exceto no ponto PMQACH 230, cujo percentual de amostras que violaram o limite legal no período foi de 27% (**Figura 6-14**).

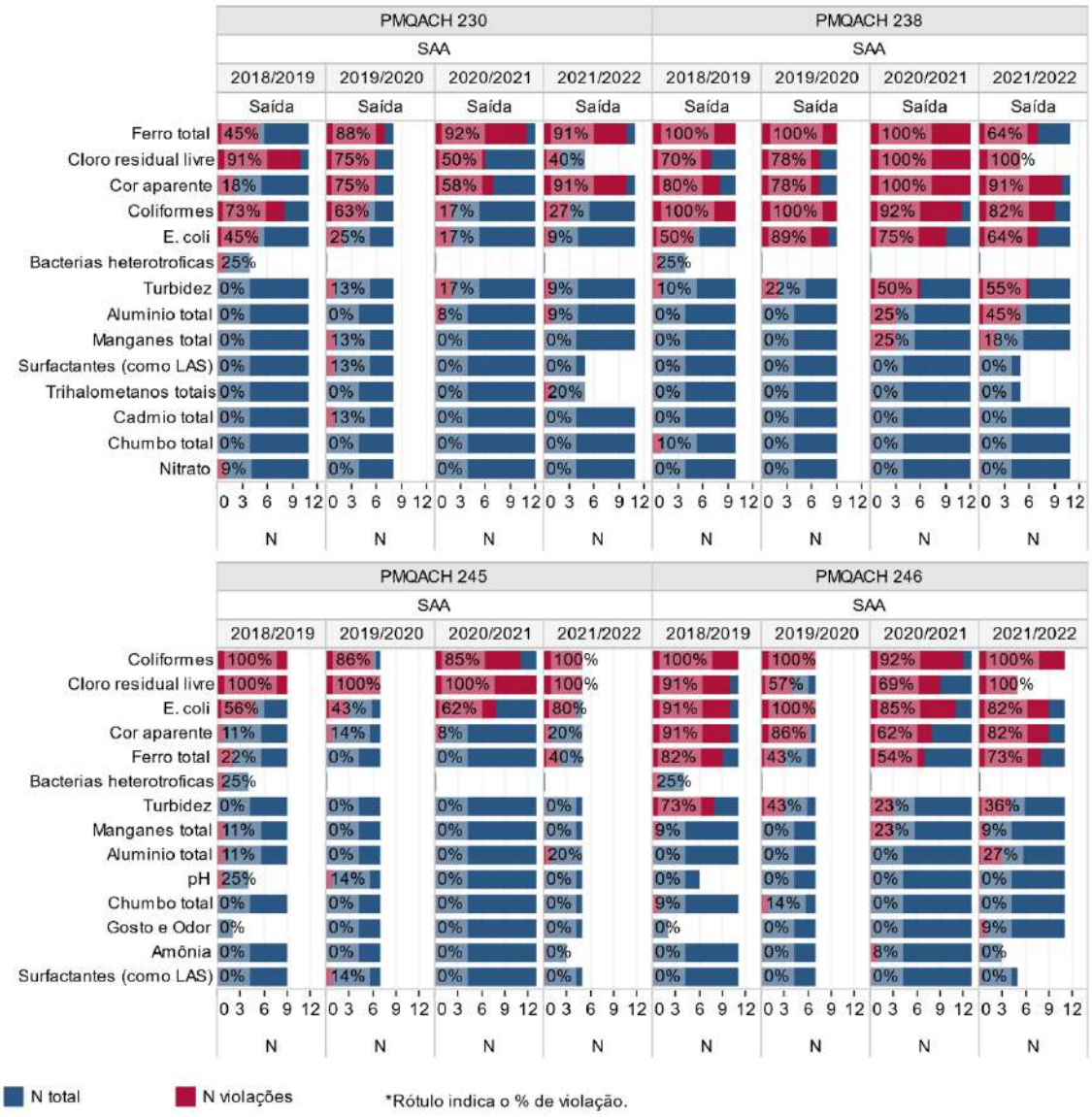
No ponto PMQACH 230 destacam-se ainda aos elevados percentuais de violação, em 2021/2022, para ferro total e cor aparente (91%, 10 de 11 amostras). Parâmetros como *E. coli*, turbidez e alumínio total apresentaram violação pontual em 2021/2022 (9%, 1 de 9 amostras) (**Figura 6-14**).

Em PMQACH 238, em 2021/2022, ferro total e *E. coli* apresentaram 64% de violação (7 de 11 amostras) e cor aparente 91% (10 de 11 amostras), resultados que representam uma redução no percentual desconforme em relação ao período anterior. Neste mesmo período o percentual de violação para turbidez foi 55% (6 de 11 amostras) e para alumínio total foi 45% (5 de 11 amostras) (**Figura 6-14**).

O ponto PMQACH 245 registrou 80% de violação para *E. coli* em 2021/2022 (todas as 5 amostras). Também em 2021/2022, cor aparente e alumínio total apresentaram 20% de violação (1 de 5 amostras) e ferro total 40% (2 de 5 amostras). Estes resultados indicam um aumento no percentual de violação em relação ao período anterior (**Figura 6-14**).

No ponto PMQACH 246 E. coli e cor aparente registraram 82% de violação em 2021/2022. Violações observadas em 2021/2022 para ferro total (73%, 8 de 11 amostras), turbidez (36%, 4 de 11 amostras), alumínio total (27%, 3 de 11 amostras) e gosto e odor (1 de 11 amostras) representaram um aumento quando comparados ao período anterior (**Figura 6-14**).

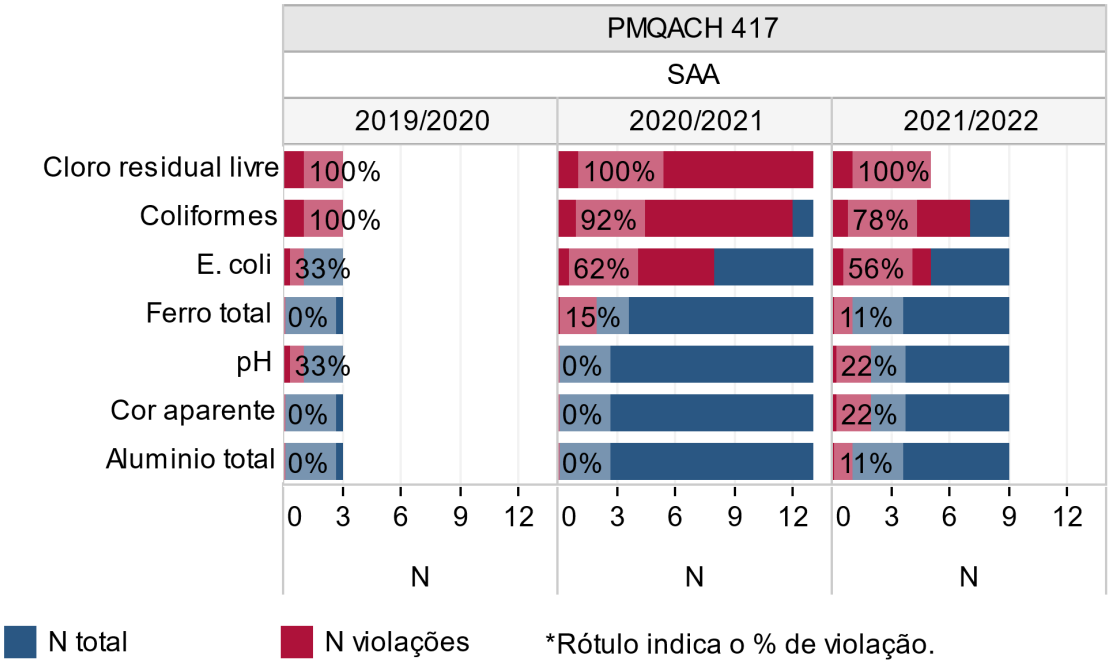
Figura 6-14 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 230, 238, 245 e 246, localizados no município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.



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

O ponto PMQACH 417 possui captação superficial e abastecimento tipo SAA. Em 2021/2022, coloro residual registrou 100% de amostras em desconformidade, tal como observado em períodos anteriores. Violações observadas, em 2021/2022, para coliformes (78%, 7 de 9 amostras), *E. coli* (56%, 5 de 9 amostras) e ferro total (11%, 1 de 9 amostras) foram menores do que aquelas registradas no período anterior. Por outro lado, violações observadas para pH e cor aparente (22%, 2 de 9 amostras) e alumínio total (11%, 1 de 9 amostras) registraram aumento em relação ao período anterior.

Figura 6-15 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 417, localizado município de Mariana, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.

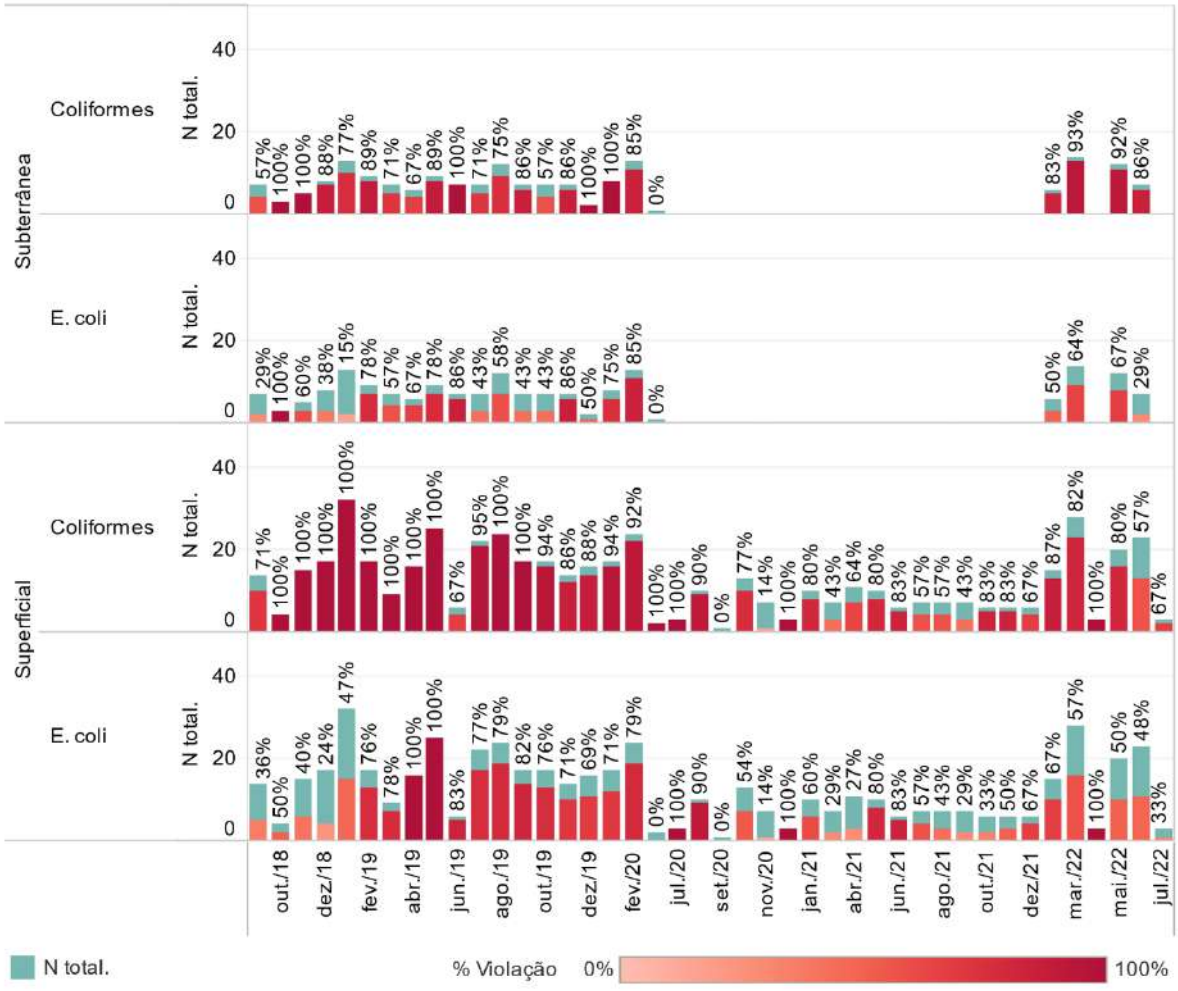


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.1.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

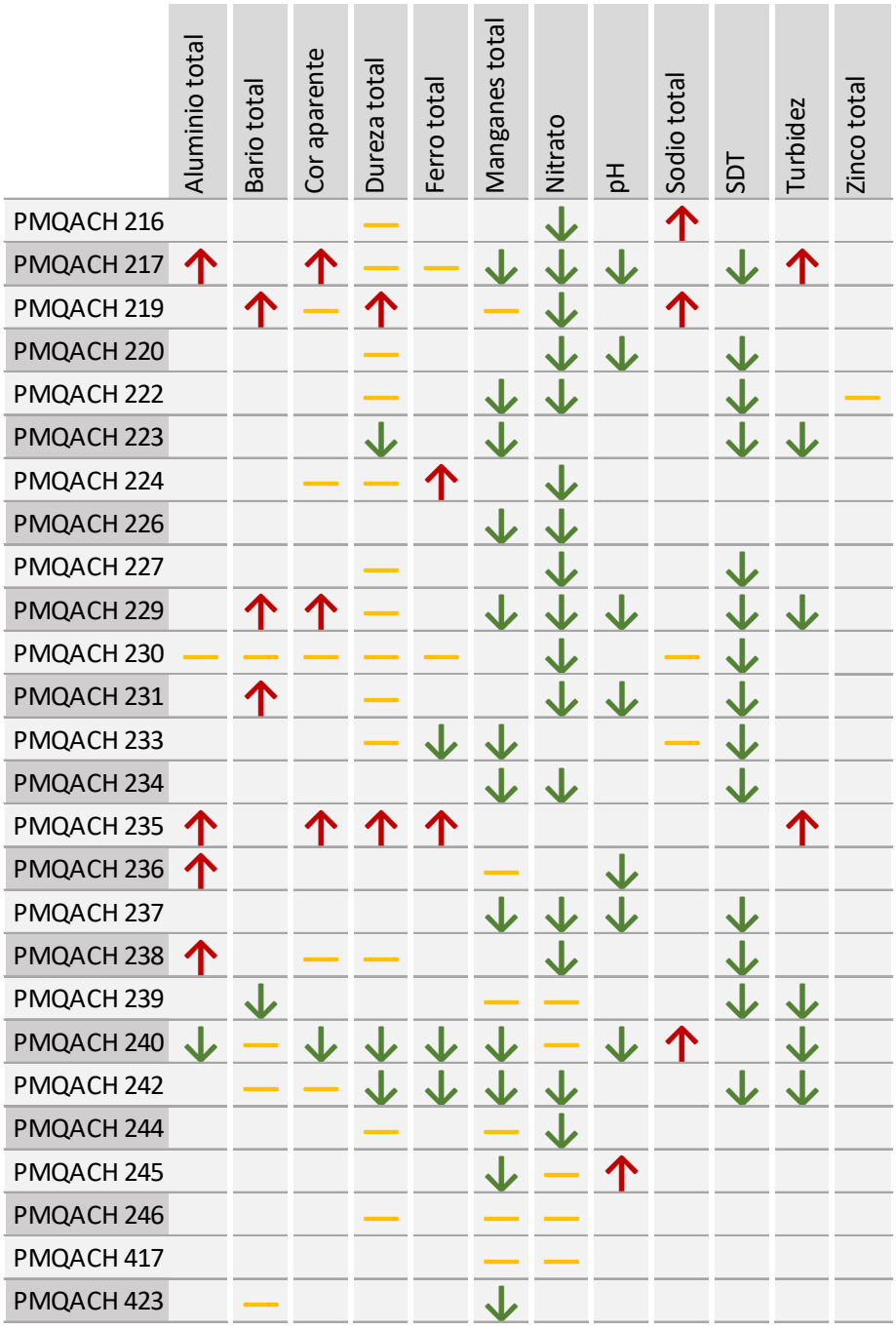
De modo geral, em todas as formas (superficial ou subterrânea), foi observada a presença de contaminante microbiológico, *E. coli* e coliformes totais, ao longo de todo o período monitorado. Não foi possível observar padrões sazonais (período chuvoso e seco) ou tendências temporais de aumento ou redução dessas ocorrências em águas subterrâneas ou superficiais (**Figura 6-16**).

Figura 6-16 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e *E. coli* na saída de pontos sem tratamento, no município de Mariana.



Para os demais parâmetros, alguns resultados foram significativos temporalmente, ou seja, com reduções ou aumentos entre os anos avaliados, especialmente dureza total, manganês total e nitrato ($p < 0,05$) (**Figura 6-17**). No entanto, quando avaliamos os padrões temporais significativos em relação ao período mais recente avaliado (2021/2022), nota-se que o parâmetro dureza total apresentou, de forma geral, resultados não consistentes, ou seja, não foi possível identificar aumento ou redução ao longo dos anos, com exceção da redução no ponto PMQACH 219 e aumento nos pontos PMQACH 223, 240 e 242 (**Figura 6-17**). De maneira geral, manganês total, nitrato, pH, sólidos dissolvidos totais e turbidez apresentaram redução quando os resultados foram significativos ($p < 0,05$) (**Figura 6-17**). Por outro lado, alumínio total apresentou, em sua maioria, padrões de aumento ($p < 0,05$) (**Figura 6-17**). O ponto PMQACH 218 não está representado na figura pois foi avaliado somente em 2018/2019 e 2019/2020 e, portanto, o comparativo estatístico com o último ano (2021/2022) não foi possível.

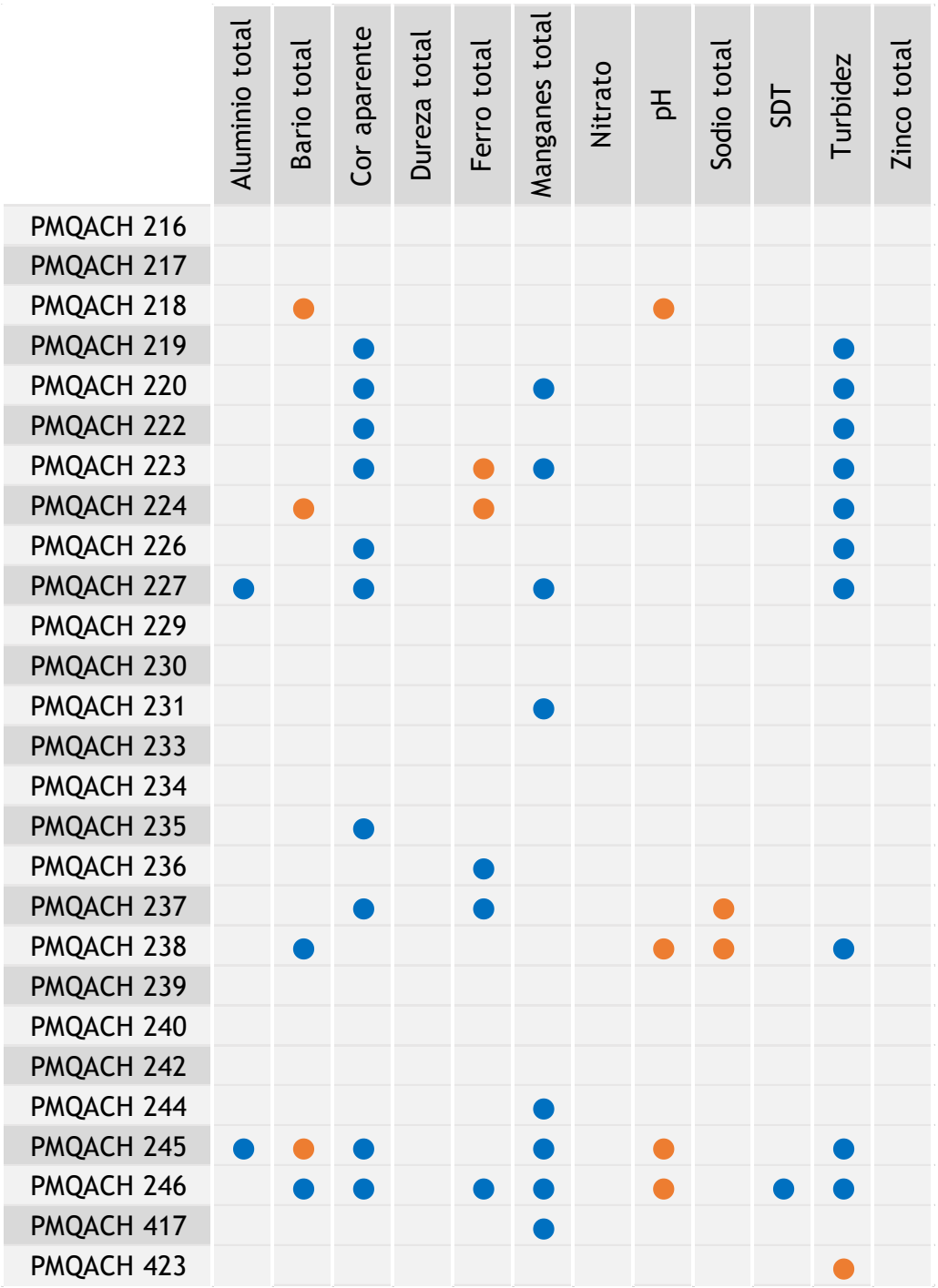
Figura 6-17 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, foram poucos os parâmetros e pontos que apresentaram resultados significativos (**Figura 6-18**). Ressaltam-se os parâmetros cor aparente e turbidez e os pontos PMQACH 245 e 246 (**Figura 6-18**). De maneira geral, quando significativos, os resultados de bário total, pH, *E. coli* e sódio total foram superiores durante o período seco, com algumas exceções. Por outro lado, cor aparente, turbidez, manganês total, ferro total, alumínio total e sólidos dissolvidos totais apresentaram resultados superiores nos períodos chuvosos, também com poucas exceções. O aumento destes parâmetros durante períodos chuvosos já foi demonstrado por diversos estudos, uma vez que a precipitação favorece o carreamento de partículas para os corpos hídricos. Os pontos PMQACH 216, 217, 229, 230, 233, 234, 239, 240, 242 e 244 não apresentaram diferença significativa entre o período chuvoso e seco.

Figura 6-18 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



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

6.2 - Barra Longa

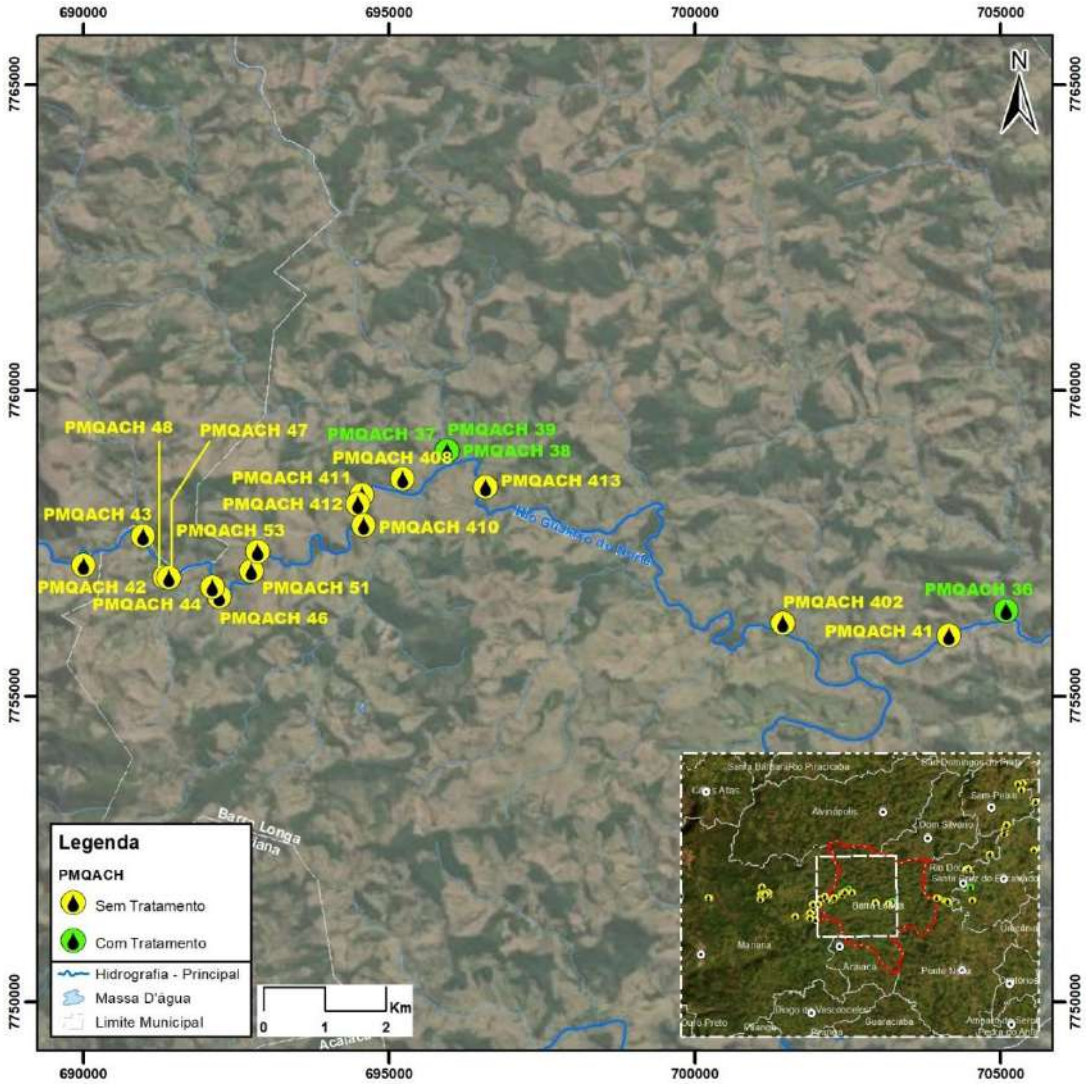
No município de Barra Longa-MG, foram considerados os 17 (dezessete) pontos ativos. Três deles possuem tratamento de água e são do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA). Os demais não possuem tratamento de água e são do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) (**Figura 6-19** e **Quadro 6-2**). Destaca-se que os pontos PMQACH 37, PMQACH 38 e PMQACH 39 correspondem ao mesmo sistema. A partir de janeiro/2022, após a 1ª Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtração.

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

Código	Forma de abastecimento	Tipo de captação	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 36	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 37-38	Subterrânea	SAA	Sim	Captação	CONAMA n° 396/2008	
PMQACH 39	Subterrânea	SAA	Sim	Pós-filtração e Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 41	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 42[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 43	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 44	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 46	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 47[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 48	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 51[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 53	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 402	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 408	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 410	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 411	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 412	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 413	Subterrânea	SAI	Não	Saída		

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

Figura 6-19 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Barra Longa-MG.



6.2.1 - Pontos sem tratamento

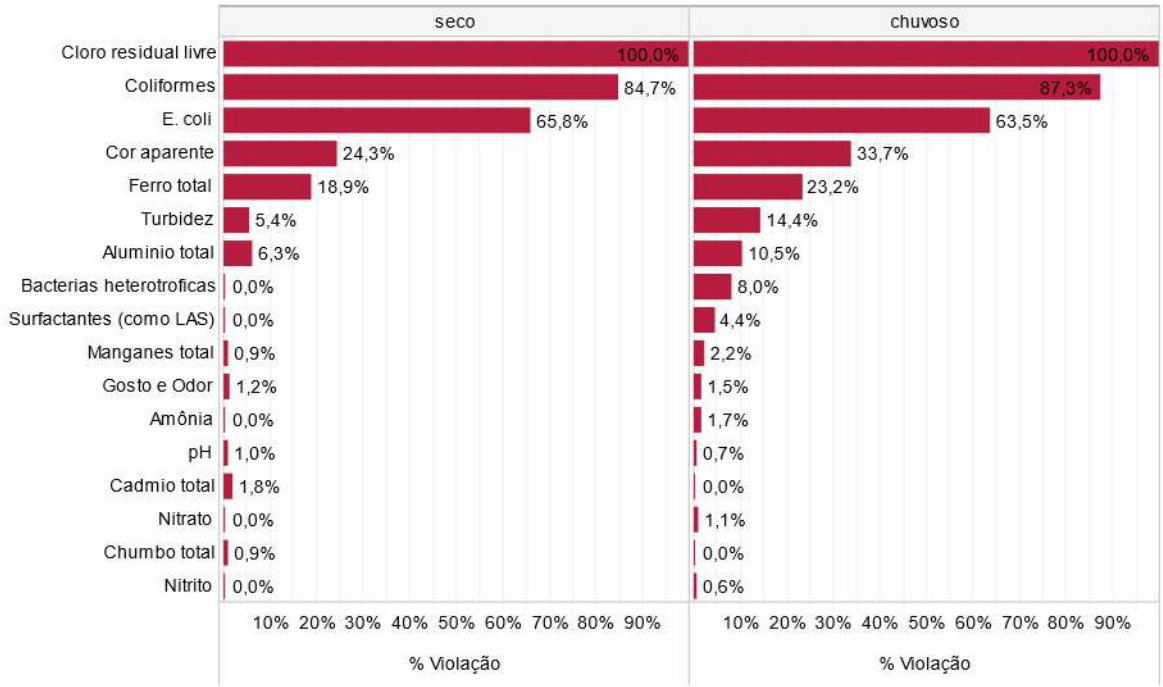
6.2.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Barra Longa-MG, os parâmetros cloro residual livre, coliformes e *E. coli* se destacaram por apresentarem os maiores percentuais de violação dos limites legais (**Figura 6-20**). 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 revisão bianual do PMQACH em janeiro de 2022, esse parâmetro deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento. Os altos percentuais de violação se referem ao período anterior à essa revisão.

Tanto coliformes (84,7% de violação no período seco, 87,3% no período chuvoso) quanto *E. coli* (65,8% de violação no período seco, 63,5% no período chuvoso) apresentaram percentual de violação acima de 35%. A presença destes microrganismos indica relação com contaminação fecal da água provenientes de esgoto doméstico ou criação de animais. 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), o que contribui para a contaminação de corpos d'água com esgoto contaminado com microrganismos patogênicos (**Figura 6-20**).

Os demais parâmetros tiveram percentual de violação < 35% para os chuvosos e secos. Nenhum dos parâmetros avaliados apresentaram diferenciação marcada entre os percentuais de violação nos períodos chuvosos e secos (**Figura 6-20)**.

Figura 6-20 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



Os pontos sem tratamento possuem captação subterrânea e são do tipo SAI. Para a maioria dos pontos, os dois parâmetros com maiores percentuais de violação no último período amostrado (2021/2022) foram coliformes e *E. coli*.

Entre os pontos avaliados, PMQACH 41 foi o que apresentou os menores percentuais de violação. Em 2021/2022 coliformes e E. coli registraram 40% de amostras em desconformidade em 2021/2022 (2 de 5 amostras analisadas). Cor aparente, pela primeira vez no monitoramento, registrou 20% de violação (1 de 5 amostras). Demais parâmetros estiveram em conformidade com a legislação na saída deste ponto em 2021/2022 (**Figura 6-21**).

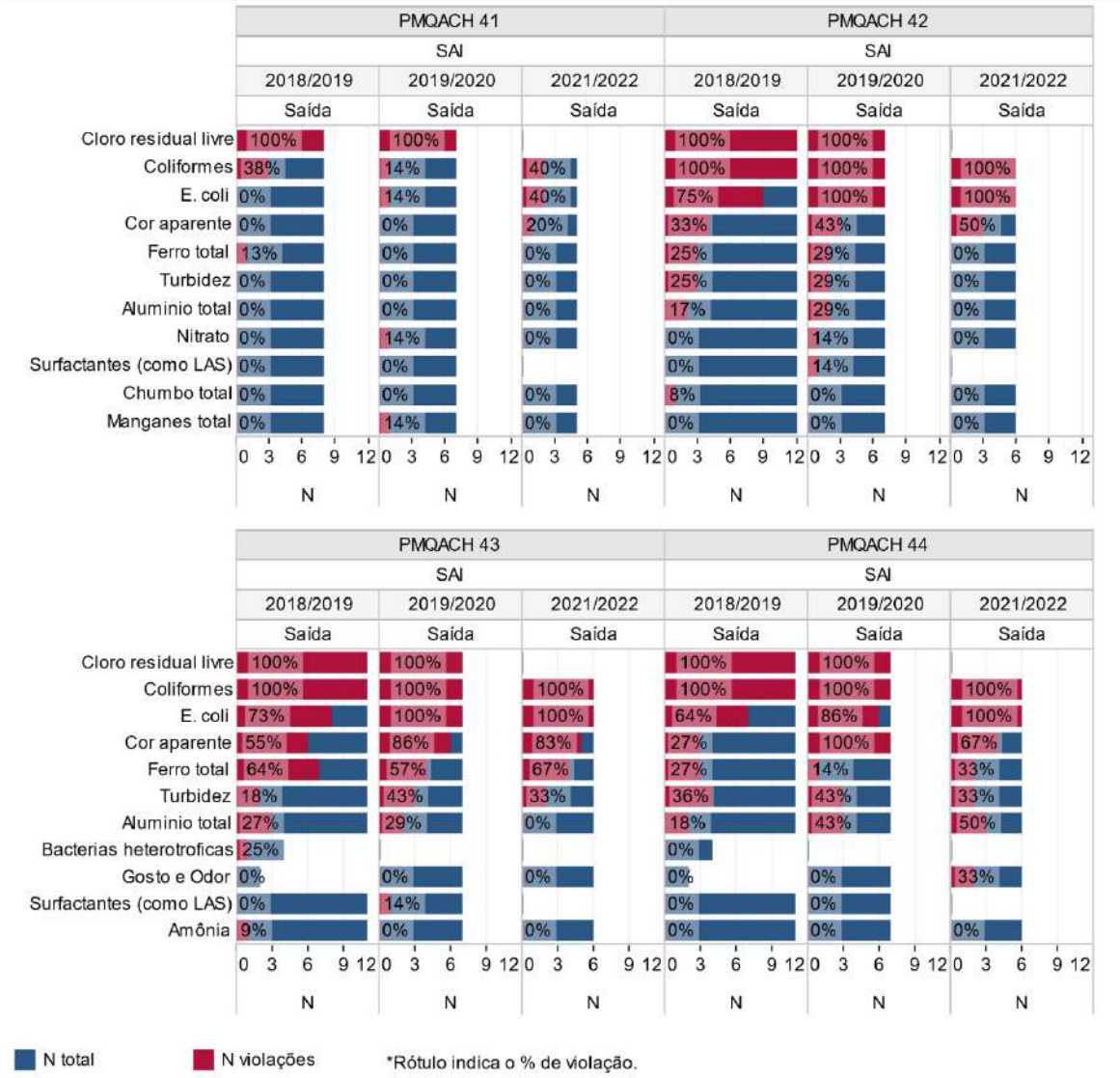
Os pontos PMQACH 42, PMQACH 43, PMQACH 44, apresentaram 100% de desconformidade para coliformes e *E. coli* em 2021/2022, padrão este observado também em períodos anteriores (**Figura 6-21**).

Em relação ao ponto PMQACH 42 destaca-se ainda cor aparente, que registrou 50% de violação em 2021/2022 (3 de 6 amostras), percentual similar ao de períodos anteriores. Demais parâmetros estiveram em conformidade com a legislação na saída deste ponto em 2021/2022 (**Figura 6-21**).

No ponto PMQACH 43, além dos parâmetros acima mencionados, verificou-se ainda violações em 2021/2022 para cor aparente (83%, 5 de 6 amostras), ferro total (67%, 4 de 6 amostras) e turbidez (33%, 2 de 6 amostras), resultados estes que foram similares ao período anterior (**Figura 6-21**).

Por fim, no ponto PMQACH 5, também foram registradas violações cor aparente, ferro total e turbidez. Além destes, destaca-se ainda o alumínio total com 50% de violação (3 de 6 amostras) e gosto e odor, que registrou pela primeira vez desconformidade com a legislação em 2021/2022 (2 de 6 amostras) (**Figura 6-21**).

Figura 6-21 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 41, PMQACH 42, PMQACH 43 e PMQACH 44 localizados no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, 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.

Nos pontos PMQACH 46, 47, 48 e 51 coliformes apresentou 100% de violação em 2021/2022. *E. coli* também registrou 100% de violação nestes pontos, com exceção de PMQACH 51, que registrou 50% de amostras em desconformidade.

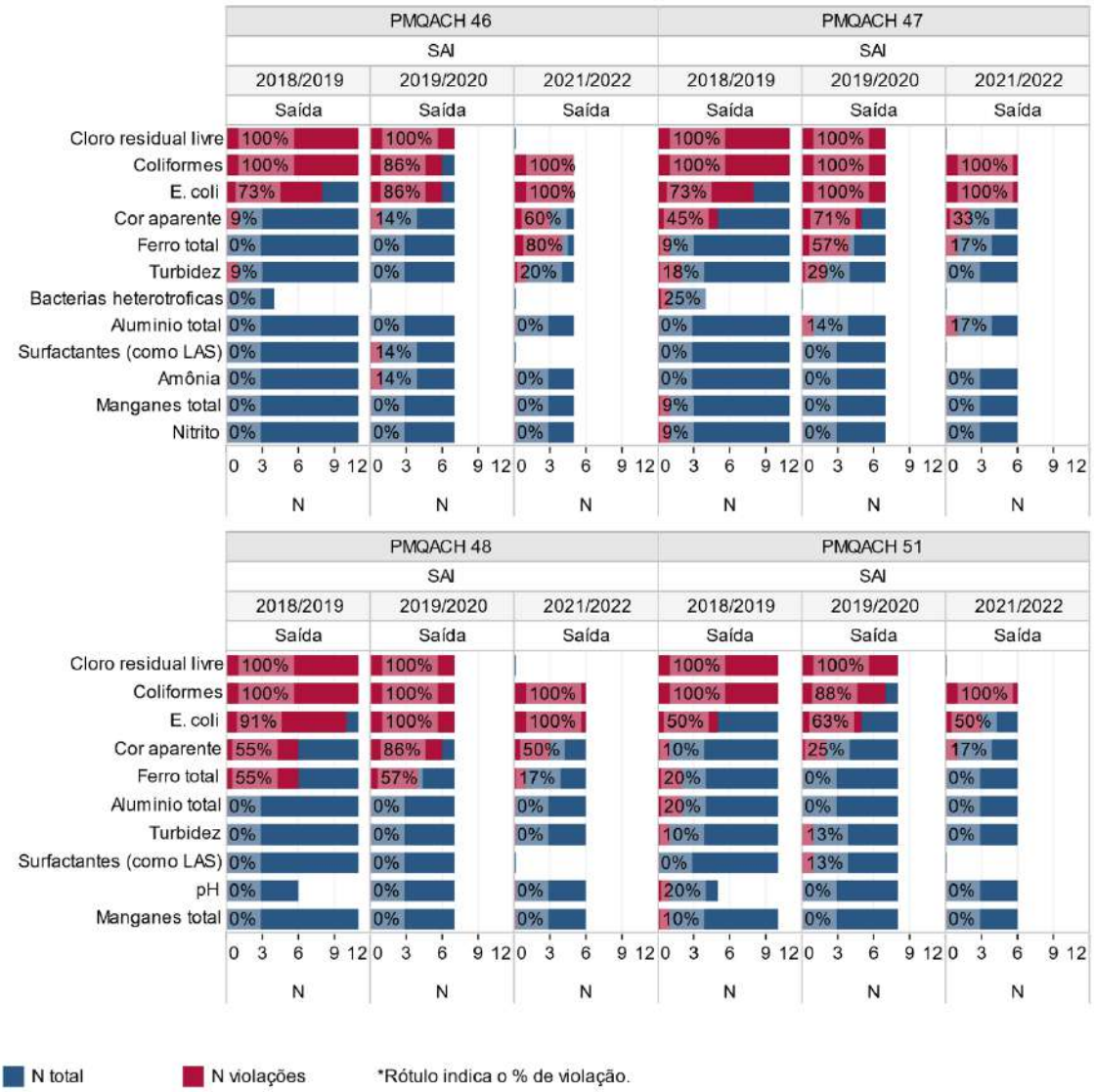
No ponto PMQACH 46 registrou-se ainda em 2021/2022, violações para os parâmetros cor aparente, (60%, 3 de 5 amostras), ferro total (80%, 4 de 5 amostras) e turbidez, (20%, 1 de 5 amostras), resultados que representaram um aumento no percentual de violação em relação aos períodos anteriores (**Figura 6-22**).

No ponto PMQACH 47 foi observado em 2021/2022, redução no percentual de violação para cor aparente (33%) e ferro total (17%) em relação aos anos anteriores (**Figura 6-22**).

Este mesmo padrão de redução em 20221 em relação ao período anterior, foi verificado para o ponto PMQACH 48, com violações de 50% para cor aparente (3 de 6 amostras) e 17% para ferro total (1 de 6 amostras (**Figura 6-22**).

No ponto PMQACH 51 cor aparente apresentou violação pontual de 17% (1 de 6 amostras), uma redução em relação ao período anterior (**Figura 6-22**).

Figura 6-22 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 46, PMQACH 47, PMQACH 48 e PMQACH 51 localizados no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.



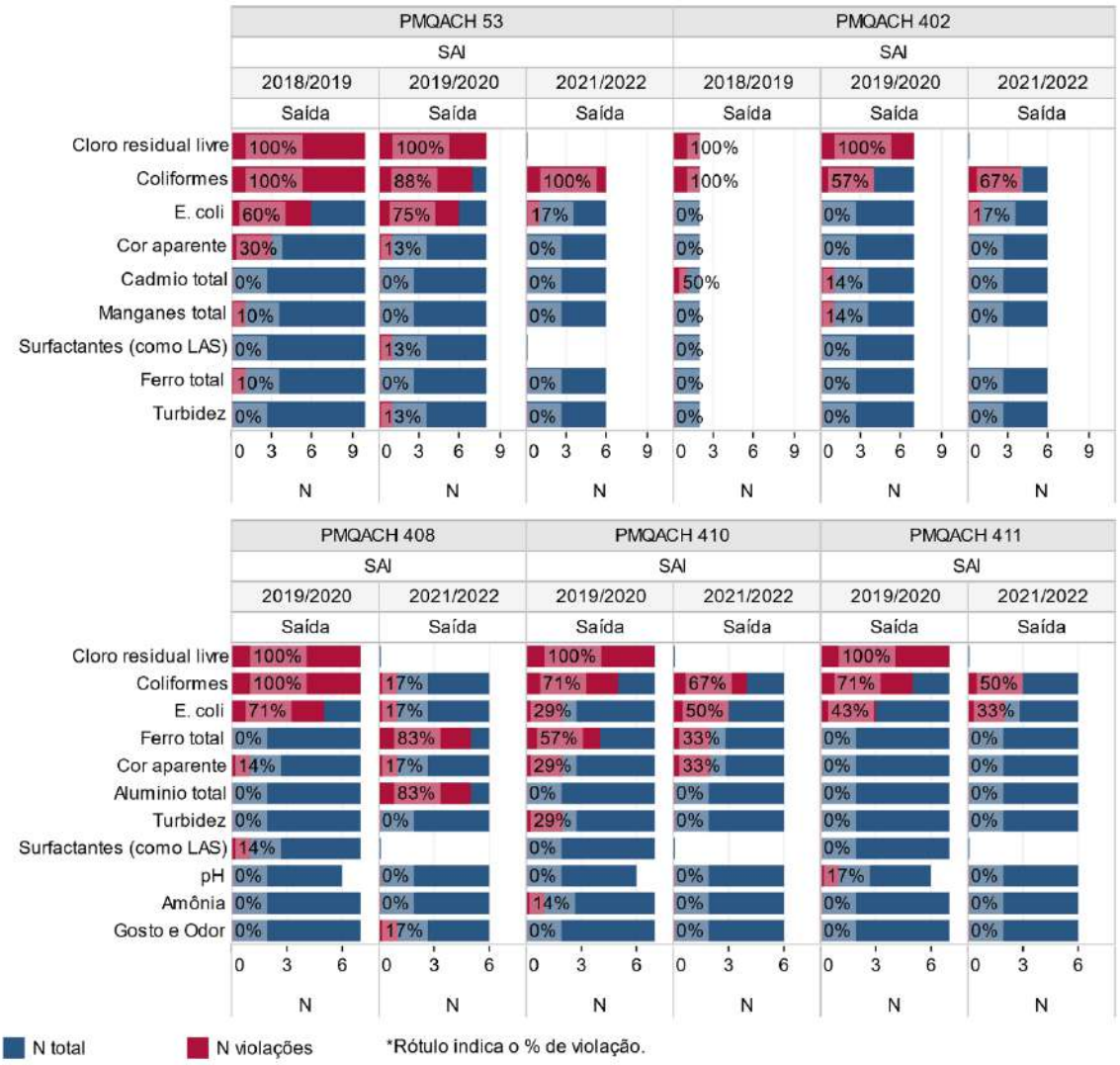
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Em 2021/2022, os pontos PMQACH 53, PMQACH 402 e PMQACH 411 somente apresentaram violações para coliformes e *E. coli*. Nestes pontos, percentual desconforme para coliformes variou entre 50% e 100%, e para *E. coli*, 17% e 33%. Demais parâmetros estiveram em conformidade nestes pontos em 2021/2022 (**Figura 6-23**).

No ponto PMQACH 408 coliformes e *E. coli* apresentaram violação pontual de 17% em 2021/2022 (1 de 6 amostras), o que representou uma redução considerável em relação ao período anterior. Por outro lado, em 2021/2022, violações observadas para ferro total e alumínio total (83%, 5 de 6 amostras), e gosto odor (17%, 1 de 6 amostras), foram os primeiros registros desconformes no monitoramento para este ponto (**Figura 6-23**).

Por fim, o ponto PMQACH 410 também registrou desconformidade para coliformes e *E. coli* em 2021/2022, com percentuais de 67% (4 de 6 amostras) e 50% (3 de 6 amostras), respectivamente. Além destes, ferro total e cor aparente também apresentaram desconformidade em 2021/2022 (33%, 2 de 6 amostras) (**Figura 6-23**).

Figura 6-23 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 53, PMQACH 402, PMQACH 408, PMQACH 410 e PMQACH 411 localizados no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.



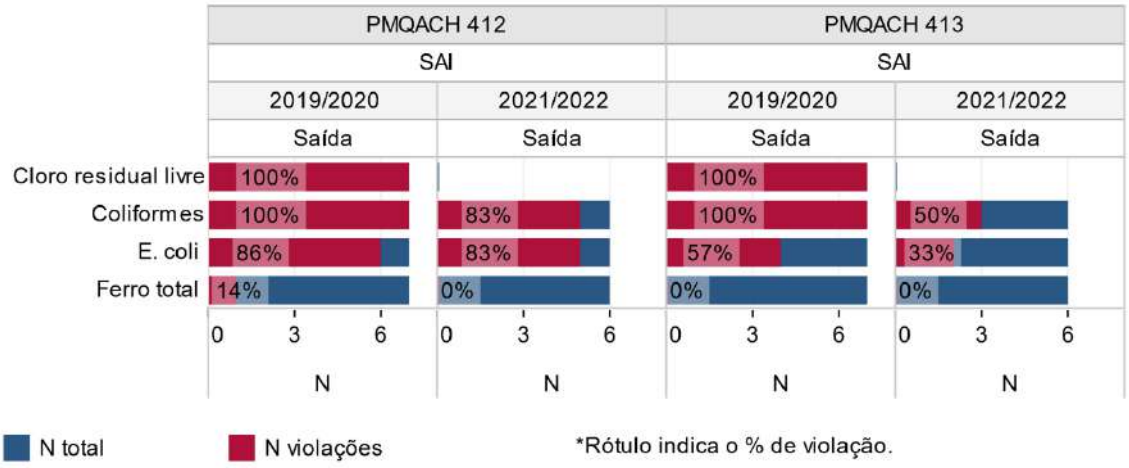
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos PMQACH 412 e 413 em 2021/2022 somente apresentaram violação para os parâmetros coliformes e *E. coli* (**Figura 6-24**).

No ponto PMQACH 412, o percentual observado para coliformes e *E. coli* foi de 83% para ambos em 2021/2022 (5 de 6 amostras), similar ao observados no período anterior.

No ponto PMQACH 413, observa-se uma redução no percentual de violação destes parâmetros em 2021/2022, com registros de 50% e 33%, respectivamente para coliformes e *E. coli* (**Figura 6-24**).

Figura 6-24 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 412 e PMQACH 413 localizados no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.

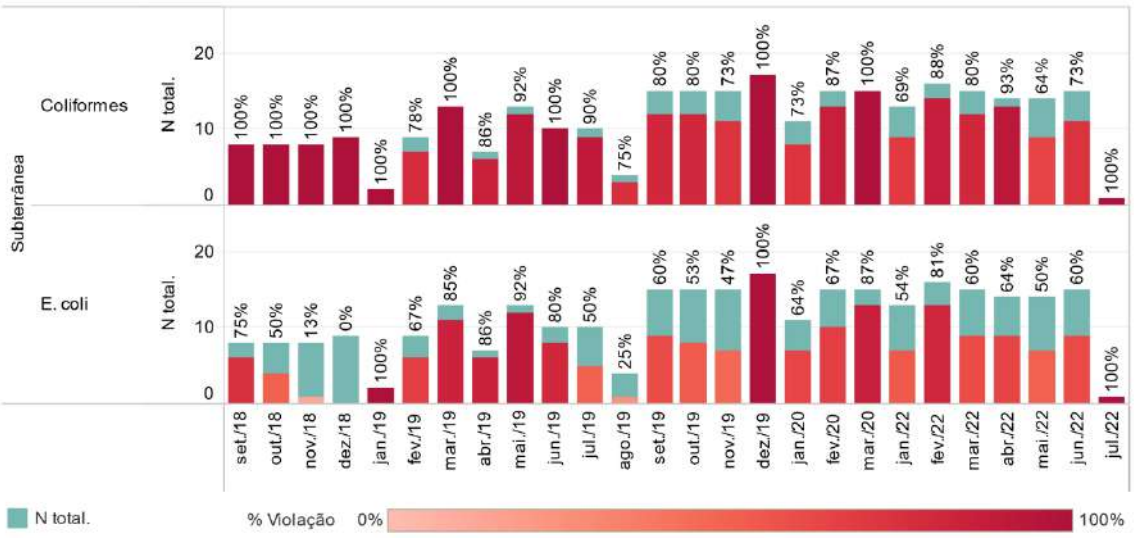


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.2.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Na saída dos pontos sem tratamento foi possível observar a presença de coliformes e *E. coli* em todos os meses de monitoramento, exceto dezembro/2018, que não foi registrada a presença de E. coli (**Figura 6-25**). Devido a ocorrência frequente de coliformes e *E. coli* não foi possível identificar um padrão temporal e sazonal claro na variação de ambos os parâmetros nos pontos sem tratamento (**Figura 6-25**).

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



No município de Barra Longa, os pontos PMQACH 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 51 e 52 não foram avaliados em 2020/2021 e os pontos PMQACH 402, 408, 410, 411, 412 e 413 a comparação foi feita somente entre 2019/2020 e 2021/2022. De maneira geral, o ano 2021/2022 apresentou um padrão de redução das concentrações de manganês total e sólidos dissolvidos totais ($p < 0,05$) (**Figura 6-26**). Além deste, cabe ressaltar reduções pontuais de nitrato, pH e sulfato ($p < 0,05$) (**Figura 6-26**). Aumentos pontuais foram observados para as concentrações de alumínio total, ferro total e zinco total ($p < 0,05$) (**Figura 6-26**).

Figura 6-26 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

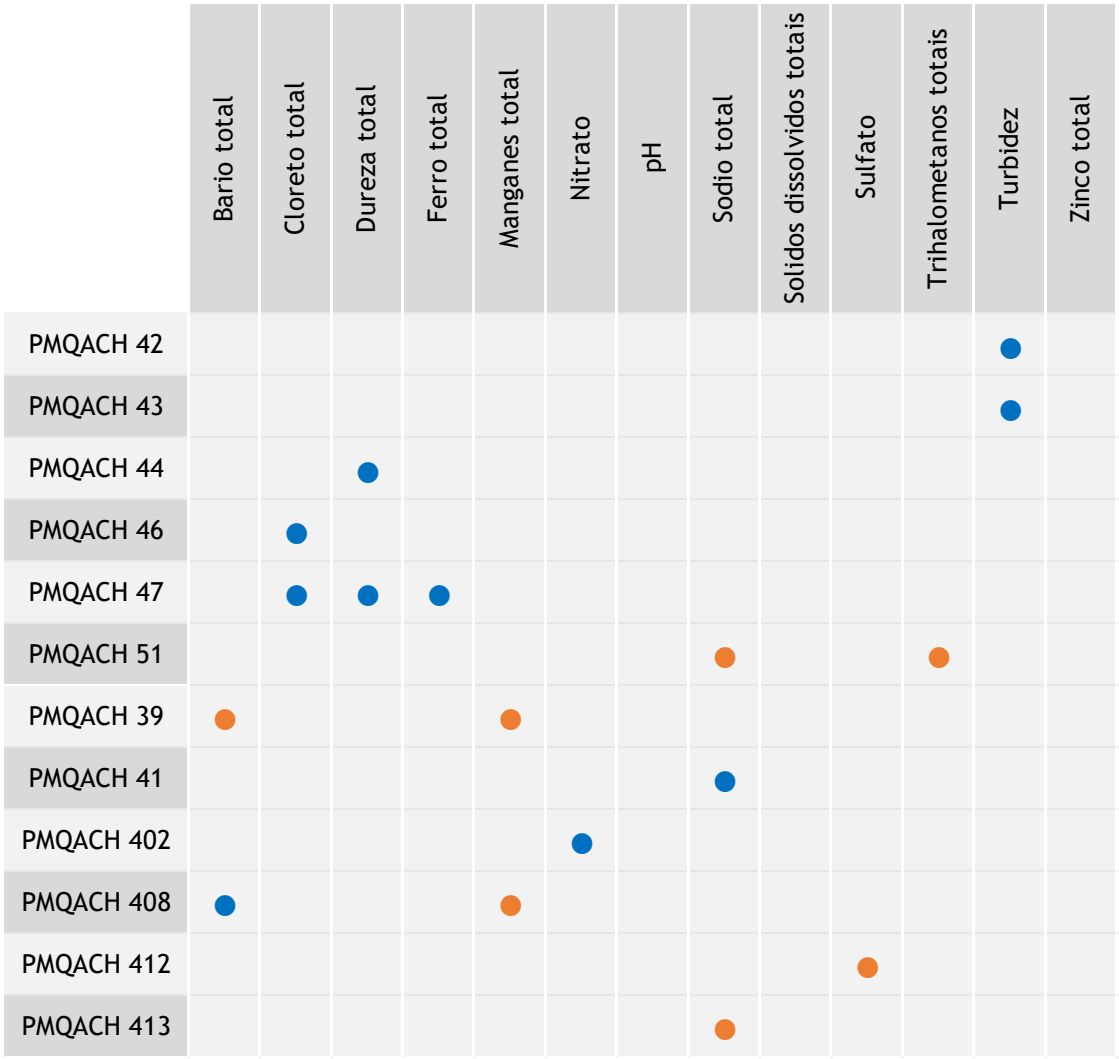
	Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Densidade de cianobacterias	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Trihalometanos totais	Turbidez	Zinco total
PMQACH 41				—			↓		↓			↓				↑
PMQACH 42		↓				—		↓	—			↓	—			
PMQACH 43								↓								
PMQACH 44	↑					—		↓				↓				
PMQACH 46	↑	↓		↑			↑	↓				↓	↓		↑	
PMQACH 47		↓						↓	↓	↓	—	↓	↓			
PMQACH 48						—		↓	↓			↓				
PMQACH 51								—	↓			↓				
PMQACH 53		↑	↑			↑		↓					↓			—
PMQACH 402								—				↓			—	
PMQACH 408	↑						↑				↓	↓				↑
PMQACH 410						↓			↓			↓				
PMQACH 411								—			↑	↓				
PMQACH 412							↓	—				↓				
PMQACH 413							↓	—				↓				

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, foram poucos os parâmetros e pontos que apresentaram resultados significativos ($p < 0,05$) (**Figura 6-27**). Os parâmetros turbidez, cloreto total e dureza total apresentaram um maior número de resultados significativos entre os pontos, apresentando concentrações maiores durante os períodos chuvosos ($p < 0,05$) (**Figura 6-27**). Por outro lado, as concentrações de manganês

total e sódio total, suas concentrações foram, primordialmente, mais elevadas durante os períodos secos ($p < 0,05$) (**Figura 6-27**).

Figura 6-27 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



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

6.2.2 - Pontos com tratamento

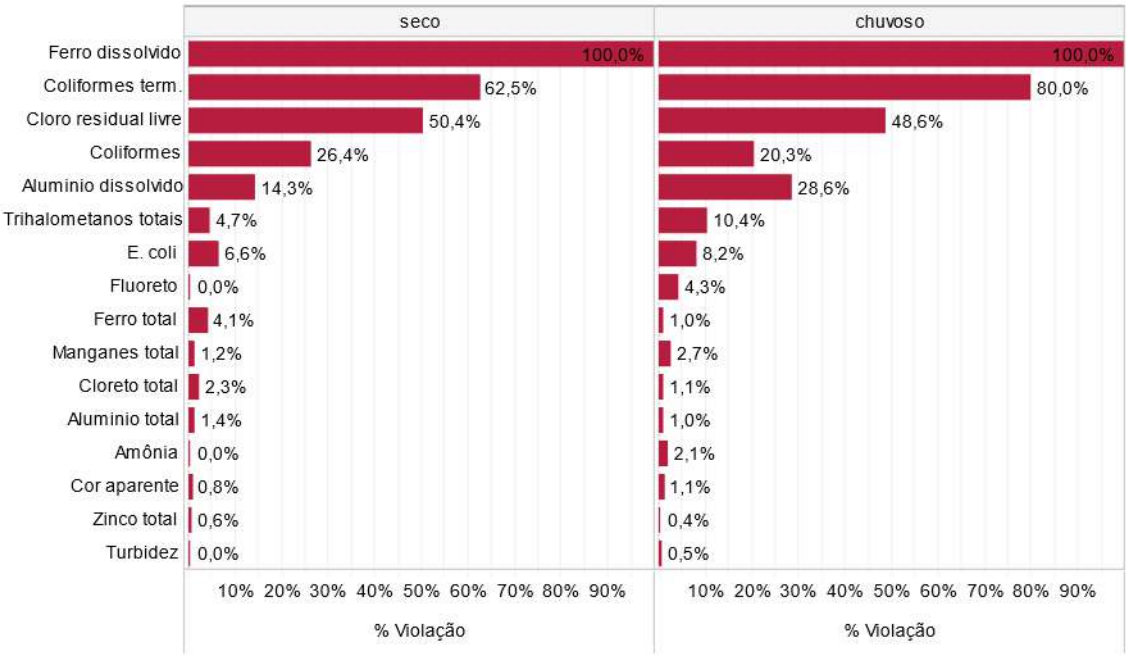
6.2.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

No município de Barra Longa-MG, nos pontos monitorados que passaram por tratamento de água, 3 parâmetros apresentaram pelo menos 50% de violação dos limites legais ou mais no período seco ou chuvoso, sendo eles ferro dissolvido (100% de violação nos dois períodos), coliformes termotolerantes (62,5% no período seco, 80% no período chuvoso) e cloro residual livre (50,4% no período seco, 48,6% no período chuvoso) (**Figura 6-28**). 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 cloro é um dos responsáveis pela desinfecção da água, e sua baixa concentração, mesmo em pontos com tratamento de água, ajuda a explicar a contaminação microbiológica observada.

O ferro dissolvido apresentou 100% de violação do limite legal para ambos os períodos analisados (**Figura 6-28**). Apesar da elevada concentração desse parâmetro na água, é importante destacar que parte dessa concentração pode ser explicada pela origem natural do ferro, que ocorre nas rochas e solos da bacia do rio Doce e contribuem com o elevado teor de ferro nas águas (PIRH Doce, 2021).

Com exceção de coliformes termotolerantes, que apresentou maior percentual de violação no período chuvoso em relação ao período seco, os demais parâmetros não apresentaram um padrão sazonal claro.

Figura 6-28 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



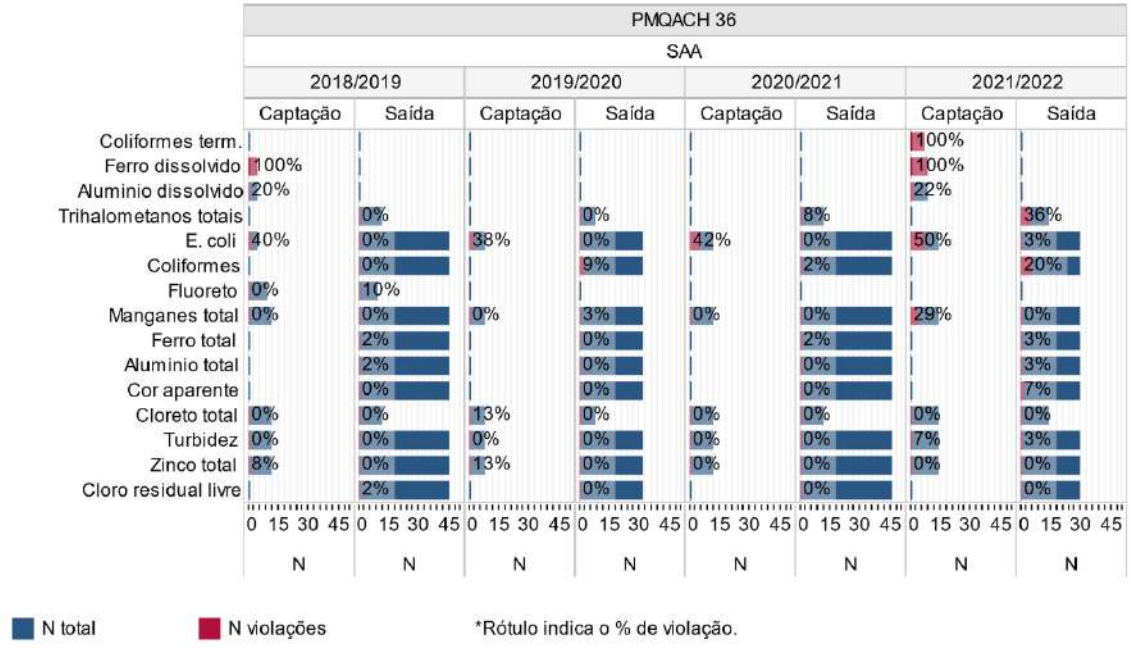
O ponto PMQACH 36 possui tratamento de água, captação superficial e abastecimento tipo SAA.

Na captação, este ponto apresentou 100% de violação para os parâmetros coliformes termotolerantes, ferro dissolvido e 22% de violação para alumínio dissolvido (2 amostras de 9). Estes parâmetros passaram a ser monitorados a partir da revisão bianual do PMQACH e, portanto, não possuem histórico para avaliação temporal (**Figura 6-29**).

Ainda em 2021/2022, *E. coli* apresentou 50% de desconformidade na captação (7 de 14 amostras) e apenas 3% quando avaliada na saída do ponto (1 de 30 amostras). Manganês total apresentou violação de 29%, pela primeira vez na captação (4 de 14 amostras), tendo apresentado conformidade quando avaliado na saída do tratamento. Turbidez apresentou percentuais de violação pontuais na captação (7%, 1 de 14 amostras) e na saída (3%, 1 de 30 amostras) (**Figura 6-29**).

Quando avaliado apenas os parâmetros monitorados na saída deste ponto observam-se violações pontuais para ferro total, alumínio total e cor aparente em 2021/2022(< 7%) (**Figura 6-29**).

Figura 6-29 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 36 localizado no município de Barra Longa-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, 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.

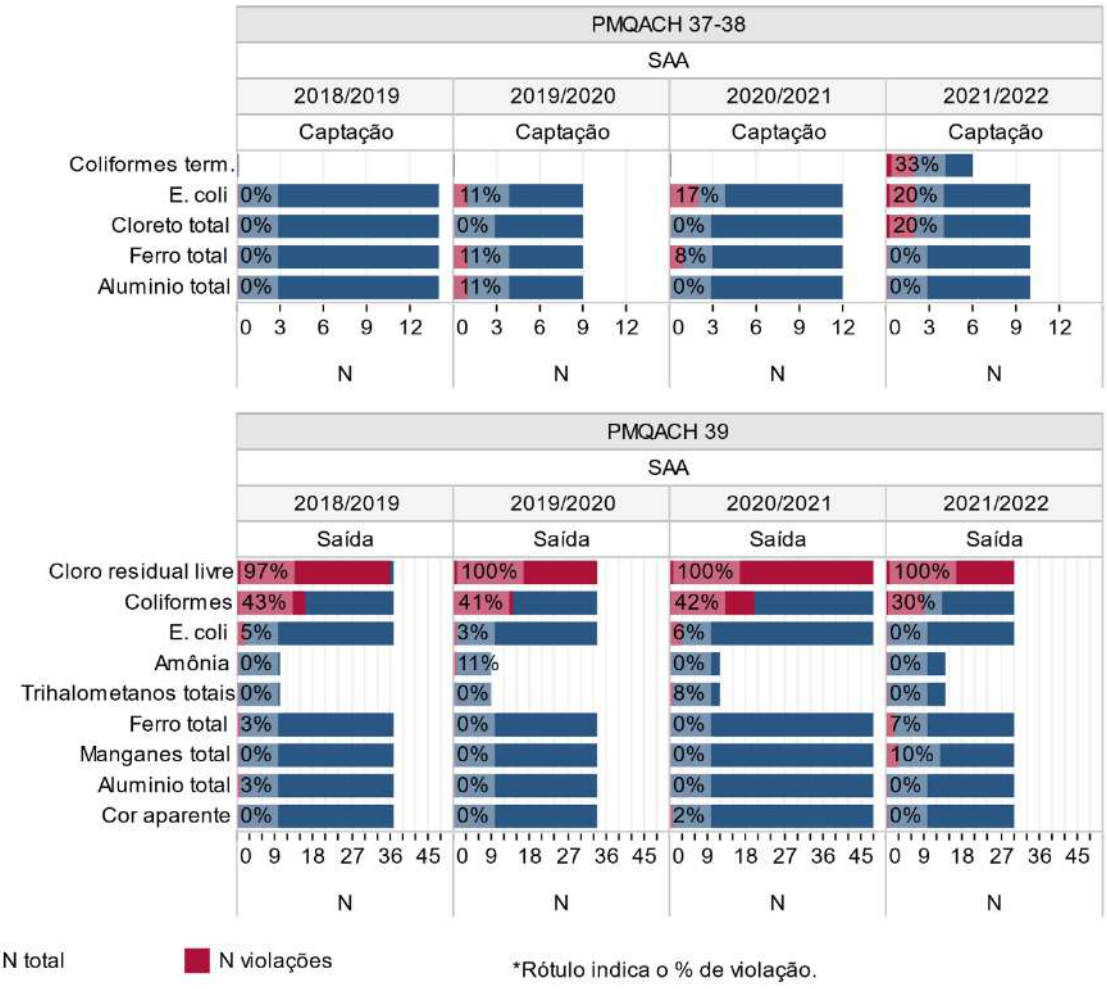
Os pontos PMQACH 37 e 38, ambos com captação subterrânea e abastecimento do tipo SAA, são poços tubulares que funcionam alternadamente. Eles são a captação do ponto PMQACH 39.

Na captação (ponto PMQACH 37-38) em 2021/2022, coliformes termotolerantes apresentou 33% de violação (2 de 6 amostras), no entanto este parâmetro não possui dados pretéritos para comparação. Ainda na captação, coliformes e cloreto total apresentaram violação pontual de 20% (2 de 10 amostras). Na saída deste ponto (PMQACH 39), E. coli apresentou conformidade com a legislação em todas as amostras do ciclo de 2021/2022 (**Figura 6-30**).

Considerando parâmetros monitorados exclusivamente na saída do tratamento (PMQACH 39), em 2021/2022, observam-se violações de 100% para cloro residual, tal como observado nos últimos ciclos. Coliformes apresentou violação de 30%em 2021/2022 (9 de 30 amostras), também similar a períodos pretéritos (**Figura 6-30**).

Ferro total e manganês total apresentaram violações pontuais de 7% (2 de 30 amostras) e 10% (3 de 30 amostras), respectivamente (**Figura 6-30**).

Figura 6-30 - 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/2022, 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.

6.2.2.2 - Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto de captação subterrânea, PMQACH 39, a presença de coliformes foi registrada na maioria dos meses monitorados, com destaque para junho e julho/2019 e janeiro/2022, em que todas as amostras do mês registraram a presença do contaminante (100%) (**Figura 6-31**). O elevado percentual de coliforme neste ponto chama atenção por se tratar de um ponto com tratamento de água. No entanto, interessante notar que, nos últimos 5 meses o parâmetro apresentou conformidade não tendo sido identificada sua presença nas amostras dos últimos meses, o que é um indicativo da adequação do tratamento de água. Neste ponto, a presença de E. coli foi registrada para 6 dos 43 meses monitorados. (**Figura 6-31**).

Na saída do ponto de captação superficial, PMQACH 36, a presença de coliformes e *E. coli* foi pontual. Coliformes foram presentes apenas em 8 dos 43 meses monitorados. E, *E. coli* foi presente apenas nas amostras de fevereiro/2022 (**Figura 6-31**).

Não foi possível identificar um padrão temporal para os percentuais de violação desses dois parâmetros em águas superficiais ou subterrâneas (**Figura 6-31**).

Figura 6-31 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* dos pontos com tratamento localizados no município de Barra Longa-MG, e sua variação entre período chuvoso e seco.



No ponto PMQACH 36, nota-se aumento das concentrações de cor aparente e manganês total tanto na captação quanto na saída no último período avaliado ($p < 0,05$) (**Figura 6-32**). Cabe ressaltar também a redução observada nas concentrações de sólidos dissolvidos totais, tanto para a captação quanto para a saída do ponto PMQACH 36 ($p < 0,05$) (**Figura 6-32**). O ponto PMQACH 37, no entanto, praticamente não apresentou padrões significativos e consistentes quando o último período foi avaliado, somente ressaltando a redução das concentrações de zinco total na captação deste ponto ($p < 0,05$) (**Figura 6-32**). No ponto PMQACH 39, as concentrações de turbidez apresentaram redução na pós filtração no último período avaliado, o que também foi observado para a saída do ponto ($p < 0,05$) (**Figura 6-32**). No geral, este ponto apresentou redução dos resultados de diversos parâmetros no último período avaliado, apesar de apresentar aumento das concentrações de bário e manganês total ($p < 0,05$) (**Figura 6-32**).

Figura 6-32 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Densidade de cianobacterias	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Trihalometanos totais	Turbidez	Zinco total
PMQACH 36	Captacao	↑			↑	—	—	—	↑	—			↓	—	—	—	↓
	Pos filtracao															—	
	Saida				↑		↓		↑	↓	↑		↓		↑		—
PMQACH 37	Captacao									—			—		—		↓
	Pos filtracao																
	Saida																
PMQACH 39	Captacao																
	Pos filtracao															↓	
	Saida	—	↑		—		—	↓	↑	↓	↓	↓	↓		↓	↓	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, foram poucos os parâmetros e pontos que apresentaram resultados significativos ($p < 0,05$) (**Figura 6-33**). Os parâmetros cloreto total e manganês total apresentaram mais resultados significativos entre os pontos, apresentando concentrações maiores durante os períodos chuvosos ($p < 0,05$) (**Figura 6-33**). Já os valores de bário total e pH apresentaram alguns resultados superiores durante o período seco, de maneira pontual ($p < 0,05$) (**Figura 6-33**).

Figura 6-33 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Bario total	Cloreto total	Dureza total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato
PMQACH 36	Captacao			●	●					
	Saida		●		●		●		●	●
PMQACH 37	Captacao		●							
	Saida									
PMQACH 38	Captacao	●				●		●		
	Saida									

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

6.3 - Ponte Nova

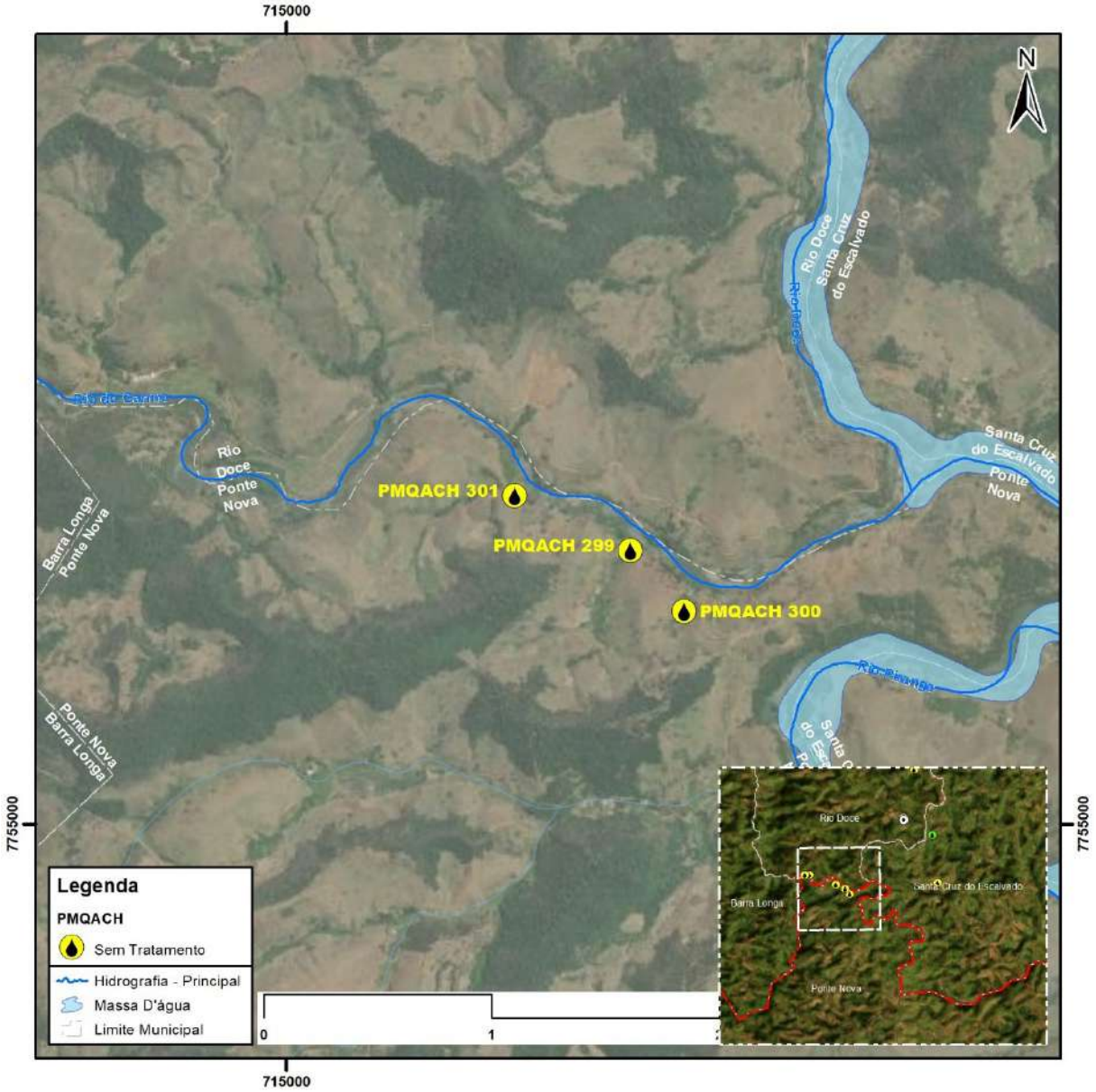
No município de Ponte Nova - MG, foram considerados 03 (três) pontos ativos, que não possuem tratamento, com captação subterrânea e abastecimento do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) (**Quadro 6-3** e **Figura 6-34**).

Quadro 6-3 - Características dos pontos do município de Ponte Nova - MG considerados no presente relatório.

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 299[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 300[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 301[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022

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

Figura 6-34 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Ponte Nova - MG.



6.3.1 - Pontos sem tratamento

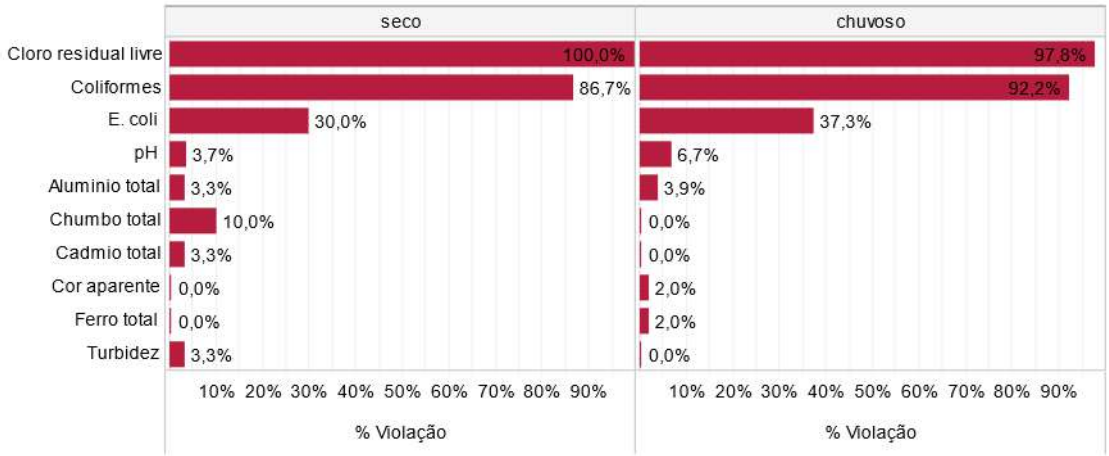
6.3.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

No município de Ponte Nova - MG, os parâmetros cloro residual livre, coliformes e *E. coli* se destacaram por apresentar elevados percentuais de violação (acima de 30%) para os dois períodos analisados (período chuvoso e seco). Cloro residual livre apresentou 100% de violação no período seco e 97,8% período chuvoso (**Figura 6-35**). Reforça-se, no entanto, que a partir de janeiro/2022, com a revisão bianual do PMQACH, este parâmetro deixou de ser monitorado. Os elevados percentuais observados são referentes aos períodos pretéritos à esta revisão.

Os elevados percentuais de violação observados para coliformes (86,7% no período seco e 92,2% no período chuvoso) e *E. coli* (30% no período seco e 37,3% no período chuvoso) (**Figura 6-35**). Estes dois parâmetros foram indicados como prioritários para gestão na bacia do rio Doce pela mais recente revisão do plano integrado da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Os elevados percentuais de violação de coliformes e *E. coli* indicam contaminação fecal da água, proveniente de esgoto doméstico ou provenientes da criação de animais. O município de Ponte Nova apresenta 85,6% de esgotamento sanitário (IBGE, 2010). Comparativamente com outros municípios do estado de Minas Gerais, Ponte Nova ocupa a 135ª posição entre 853 municípios com relação à taxa de esgotamento sanitário. Apesar de apresentar relativamente elevada taxa de esgotamento sanitário, é importante ressaltar 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 deles nos recursos hídricos.

Os demais parâmetros apresentaram percentual de violação igual ou menor a 10%. Destacam-se cor aparente (2% de violação) e ferro total (2%) que tiveram violação apenas no período chuvoso e chumbo total (10% de violação), cádmio total (3,3% de violação) e turbidez (3,3% de violação) que violaram os limites legais apenas no período seco (**Figura 6-35**).

Figura 6-35 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento do município de Ponte Nova - MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



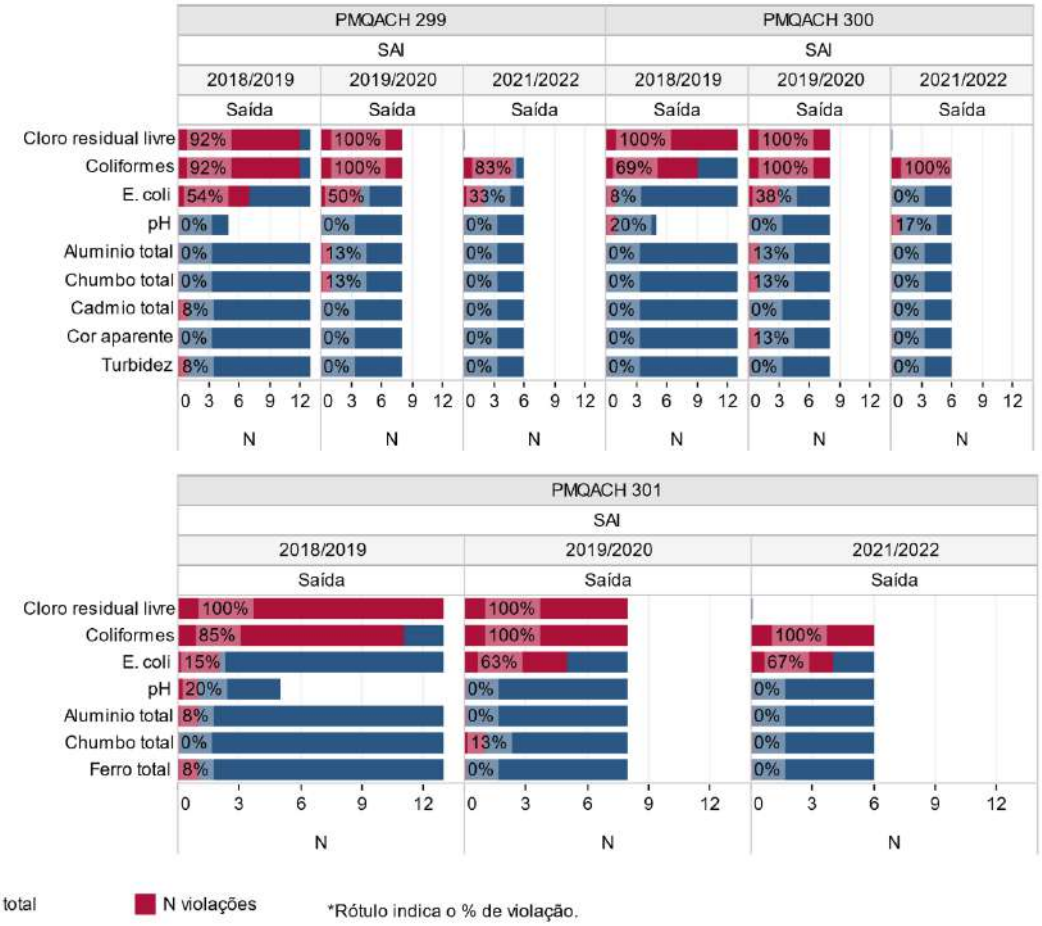
Os pontos monitorados no município de Ponte Nova eram considerados, no início, pontos com tratamento de água, porém, após a verificação da ausência do sistema de tratamento, a classificação do ponto foi alterada. Um total de 3 pontos foram monitorados, todos com captação subterrânea e abastecimento tipo SAI.

O ponto PMQACH 299 apresentou, no último ciclo (2021/2022), redução no percentual de violação em relação ao ciclo anterior para: coliformes (83%, violação de 5 das 6 amostras analisadas) e *E. coli* (33%, 2 das 6 amostras analisadas). Parâmetros como alumínio total, chumbo total, cádmio total e turbidez, que apresentaram violações em períodos anteriores, estiveram em conformidade no ciclo de 2021/2022 (**Figura 6-36**).

O ponto PMQACH 300 apresentou, no geral, baixos percentuais de violação no último ciclo (2021/2022), com exceção para coliformes, com 100% de violação (todas as 6 amostras analisadas). Além de coliformes, este ponto apresentou violação somente para pH (17%, violação de 1 das 6 amostras analisadas) (**Figura 6-36**). Alumínio total, chumbo total e cor aparente que tiveram violação pontual em 2019/2020, apresentaram conformidade em 2021/2022 (**Figura 6-36**).

O ponto PMQACH 301 apresentou 100% de violação para coliformes (todas as 6 amostras analisadas) e um aumento no percentual de violação no último ciclo (2021/2022) para *E. coli* (67%, violação de 4 das 6 amostras analisadas) (**Figura 6-36**). O pH, alumínio total, chumbo total, ferro total apresentaram conformidade em todas as amostras de 2021/2022 (**Figura 6-36**).

Figura 6-36 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 299, PMQACH 300 e PMQACH 301 localizados no município de Ponte Nova - MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



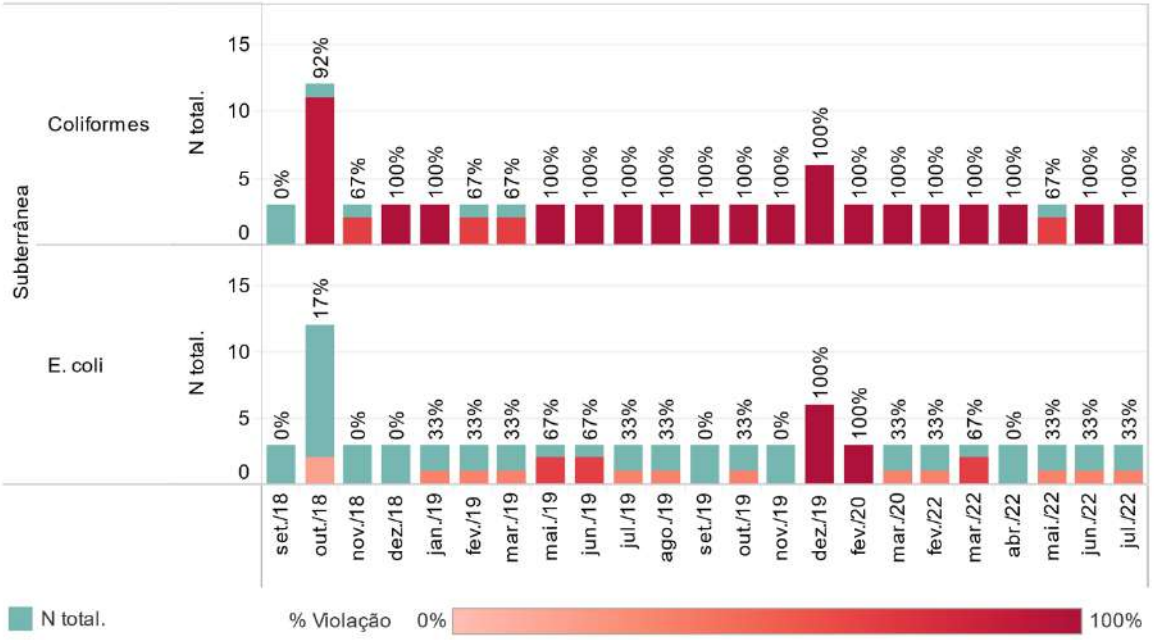
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.3.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos PMQACH 299, 300 e 301 a presença de coliformes foi predominante durante o monitoramento, exceto para o mês de setembro/2018, em que o contaminante não foi encontrado em nenhuma amostra do mês (**Figura 6-37**). Nos demais meses, coliformes esteve presente entre 67 e 100% das amostras avaliadas no mês.

De modo similar a presença de *E. coli* foi registrada em 17 dos 21 meses monitorados (**Figura 6-37**). Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para coliformes e *E. coli*.

Figura 6-37 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* dos pontos sem tratamento, localizados no município de Ponte Nova - MG, e sua variação entre período chuvoso e seco.



Os pontos avaliados no município de Ponte Nova não foram avaliados em 2020/2021 e, portanto, o ciclo do presente relatório (2021/2022) foi comparado com os anos anteriores. De maneira geral, destaca-se o padrão de redução das concentrações de cobre total no último período avaliado, o que foi observado para todos os pontos do município ($p < 0,05$) (**Figura**

6-38). De forma mais pontual, alumínio total, ferro total, manganês total, sódio total e sólidos dissolvidos totais também apresentaram padrões de redução de suas concentrações no último período avaliado ($p < 0,05$) (**Figura 6-38**). A dureza total apresentou padrão de redução de suas concentrações no ponto PMQACH 299, mas um padrão de aumento no ponto PMQACH 300 ($p < 0,05$) (**Figura 6-38**). Por fim, bário total, cloreto total e nitrato apresentaram concentrações mais elevadas no último ciclo em alguns pontos ($p < 0,05$) (**Figura 6-38**).

Figura 6-38 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cobre total	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	Sodio total	SDT	Zinco total
PMQACH 299	—			↓	↓		↓		↓	↓	
PMQACH 300	—	↑	↑	↓	↑	↓	—	↑	—		
PMQACH 301	↓		↑	↓			—	↑		↓	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, foram poucos os parâmetros que apresentaram padrões significativos (**Figura 6-39**). Bário total apresentou concentrações superiores no período seco no ponto PMQACH 300, enquanto dureza total, manganês total, sólidos dissolvidos totais e sulfato apresentaram concentrações mais elevadas no período chuvoso no ponto PMQACH 301 ($p < 0,05$) (**Figura 6-39**).

Figura 6-39 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Bario total	Dureza total	Manganes total	SDT	Sulfato
PMQACH 300	●				
PMQACH 301		●	●	●	●

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

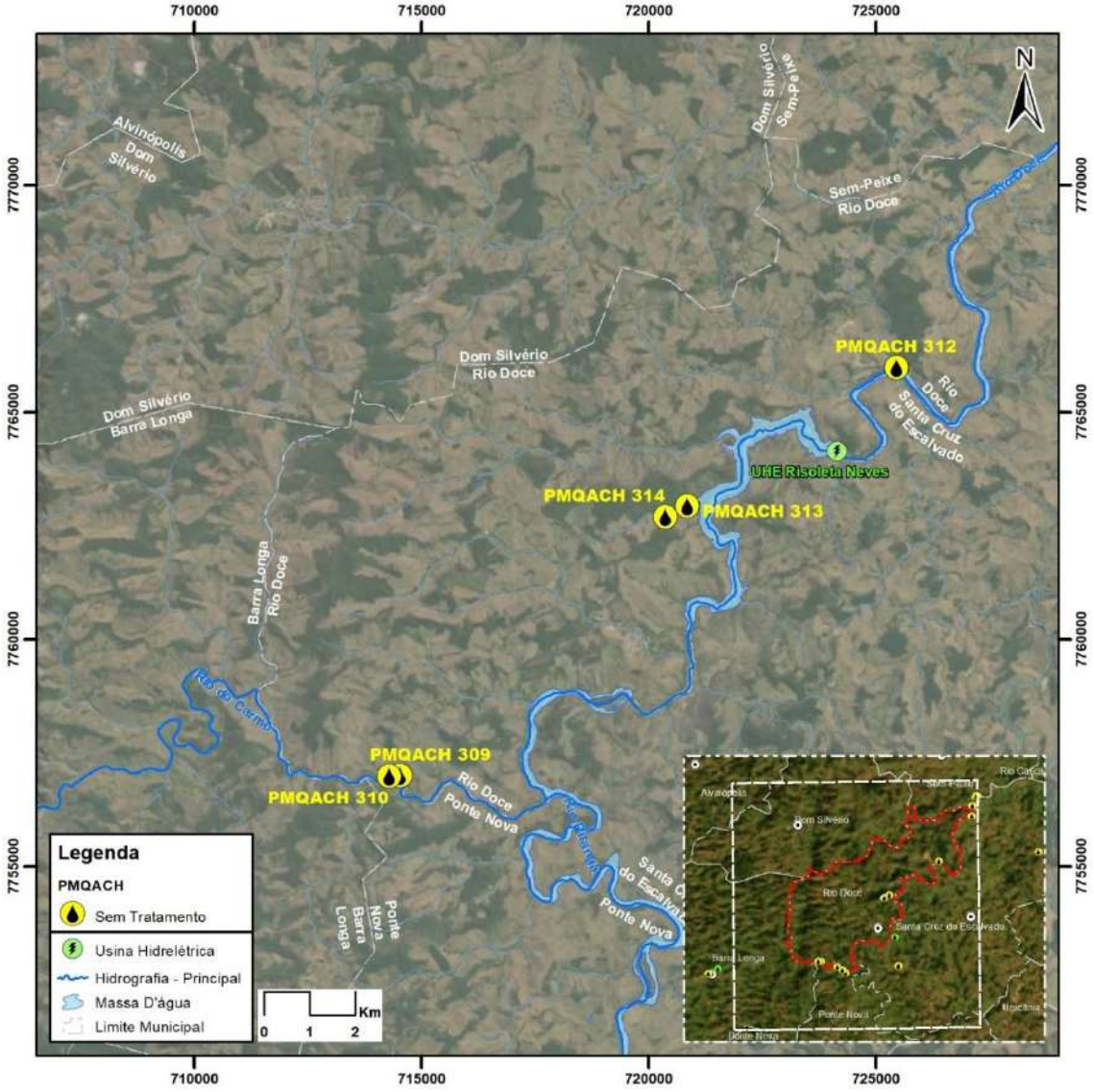
6.4 - Rio Doce

No município de Rio Doce - MG, foram considerados os 05 (cinco) pontos ativos, sem tratamento de água, sendo três do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) e dois do tipo Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) (**Figura 6-40** e **Quadro 6-4**).

Quadro 6-4 - Características dos pontos do município de Rio Doce considerados no presente relatório.

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação
PMQACH 309	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)
PMQACH 310	Superficial	SAI	Não	Saída	
PMQACH 312	Subterrânea	SAI	Não	Saída	
PMQACH 313	Subterrânea	SAA	Não	Saída	
PMQACH 314	Subterrânea	SAA	Não	Saída	

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



6.4.1 - Pontos sem tratamento

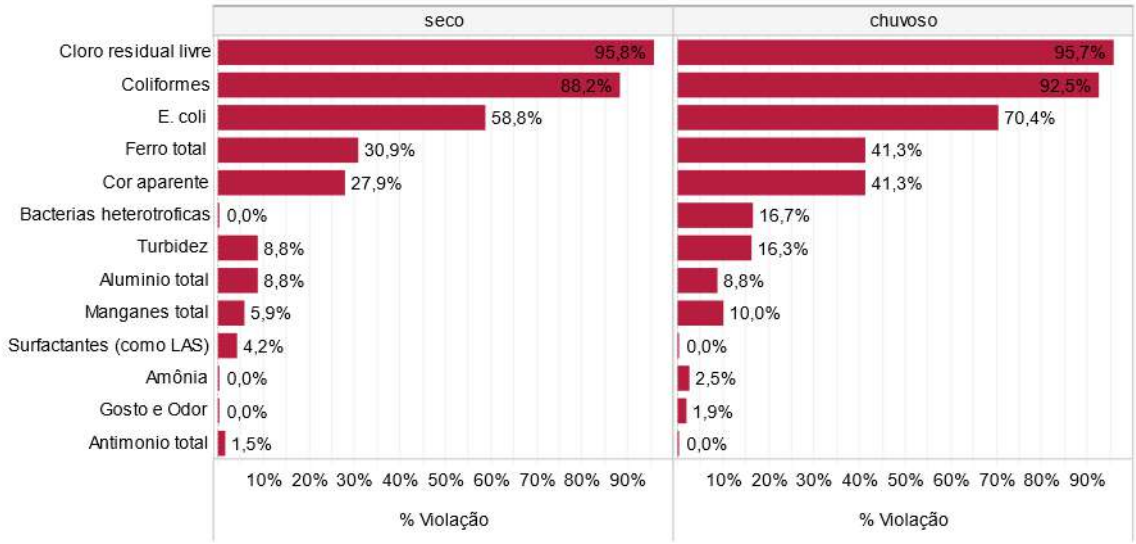
6.4.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Rio Doce - MG, os parâmetros com maiores percentuais de violação foram cloro residual livre, coliformes, *E. coli*, ferro total e cor aparente (**Figura 6-41**). Cloro residual livre violou o limite legal em 95,8% no período seco e 95,7% no período chuvoso. Reforça-se, no entanto, que com a 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 em pontos sem tratamento de água, pode explicar os elevados percentuais de violação para coliformes (88,2% no período seco e 92,5% no período chuvoso) e *E. coli* (58,5% no período seco e 70,4 no período chuvoso) (**Figura 6-41**). 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).

Os parâmetros bactérias heterotróficas (16,7% de violação), amônia (2,5% de violação) e gosto e odor (1,9% de violação) destacam-se por violarem os limites legais somente no período chuvoso, enquanto os surfactantes (4,2% de violação) e antimônio total (1,5% de violação) violaram os limites legais somente no período seco. Exceto para bactérias heterotróficas, não foi observado um padrão sazonal evidente para os parâmetros analisados (**Figura 6-41**).

Figura 6-41 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



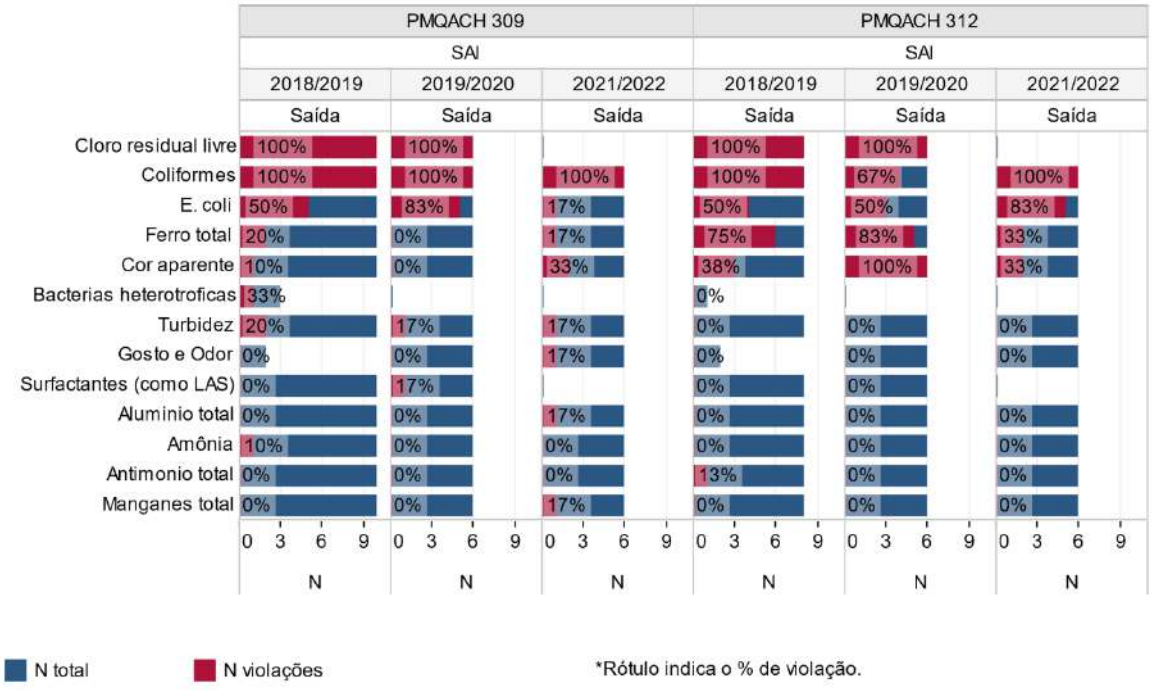
Os pontos sem tratamento são separados de acordo com o tipo de captação e a forma de abastecimento.

Os pontos PMQACH 309 e 312 possuem captação subterrânea e abastecimento tipo SAI. No último ciclo (2021/2022), ponto PMQACH 309 apresentou, no geral, baixos percentuais de violação, com exceção de coliformes, que apresentou 100% de violação (todas as 6 amostras analisadas) (**Figura 6-42**). E. coli apresentou redução substancial no percentual de violação do ciclo anterior (2019/2020) de 83% (violação de 5 das 6 amostras analisadas) para 17% no último ciclo (1 das 6 amostras analisadas). Ferro total e turbidez apresentaram 17% de violação no último período (1 de 6 amostras) e cor aparente 33% (2 de 6 amostras). Gosto e odor, alumínio total e manganês total violaram os limites legais no monitoramento pela primeira vez no último ciclo (17% de violação, 1 das 6 amostras analisadas) (**Figura 6-42**).

O ponto PMQACH 312 apresentou, no último ciclo, violação para apenas 4 parâmetros, sendo eles coliformes (100% de violação, todas as 6 amostras analisadas), *E. coli* (83% de violação, 5 das 6 amostras analisadas), ferro total (33% de violação, 2 das 6 amostras

analisadas) e cor aparente (33% de violação, 2 das 6 amostras analisadas) (**Figura 6-42**). No último ciclo, *E. coli* apresentou o mais elevado percentual de violação para o período monitorado, enquanto ferro total e cor aparente apresentaram os menores percentuais de violação do período.

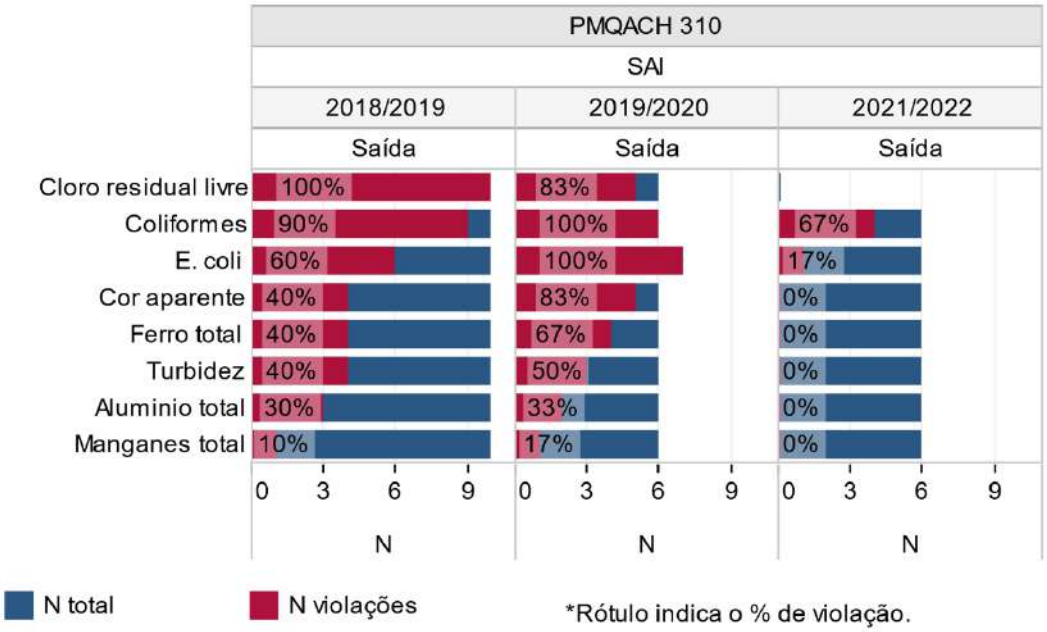
Figura 6-42 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 309 e PMQACH 312 localizados no município de Rio Doce - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.



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

O ponto PMQACH 310 possui captação superficial e abastecimento tipo SAI. No último ciclo (2021/2022) houve uma diminuição do percentual de violação em todos os parâmetros que apresentaram desconformidade nos períodos anteriores. Coliformes apresentou 67% de violação (4 das 6 amostras analisadas), *E. coli* apresentando 17% de violação (1 das 6 amostras analisadas) e os demais parâmetros não violaram os limites legais (0 das 6 amostras analisadas para cada parâmetro) (**Figura 6-43**).

Figura 6-43 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 310 localizado no município de Rio Doce - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.



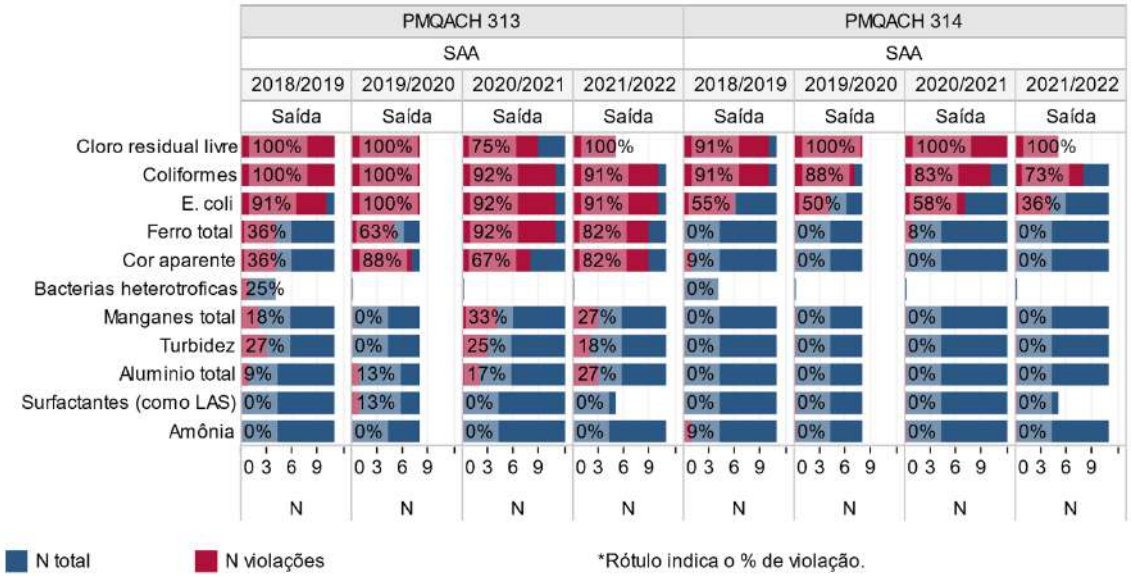
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

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

O ponto PMQACH 313 apresentou, no geral, elevados percentuais de violação para os parâmetros, destacando-se cloro residual livre (100% de violação, todas as 5 amostras analisadas), coliformes e *E. coli* (91% de violação, 10 das 11 amostras analisadas), ferro total e cor aparente (82% de violação, 9 das 11 amostras analisadas) por apresentarem mais de 80% de violação no último ciclo (2021/2022) (**Figura 6-44**). Manganês total, turbidez e alumínio total apresentaram menores percentuais de violação no último ciclo (<30%), similares ao do período anterior.

O ponto PMQACH 314 apresentou violação no último ciclo apenas para cloro residual livre (100%, violação de todas as 5 amostras analisadas), coliformes (73%, violação de 8 das 11 amostras analisadas) e *E. coli* (36%, violação de 4 das 11 amostras analisadas), similar ao observado no período anterior. Os demais parâmetros não violaram os limites legais nos últimos três ciclos (**Figura 6-44**).

Figura 6-44 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 313 e PMQACH 314 localizados no município de Rio Doce - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.



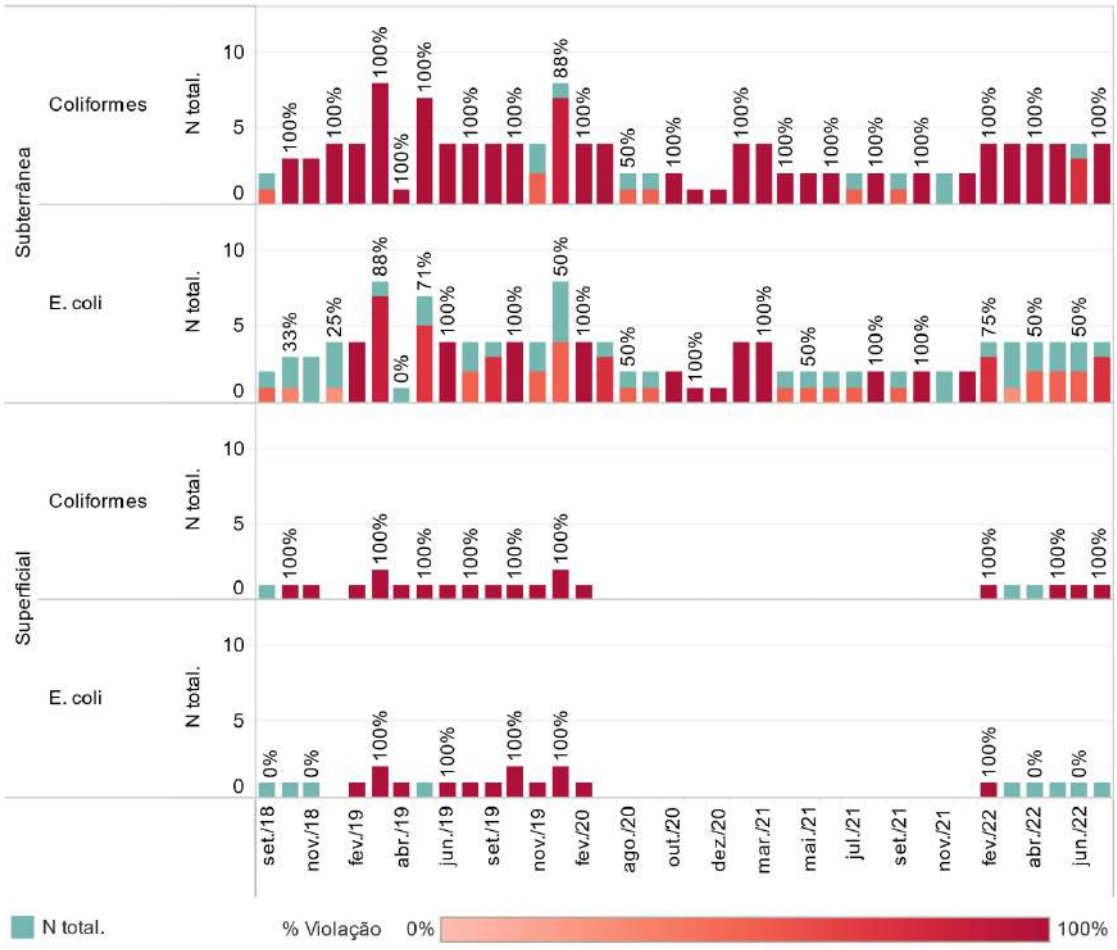
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.4.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Ambos os pontos sem tratamento com captação subterrânea e superficial tiveram a presença de coliformes e *E. coli* durante todo o período de monitoramento (**Figura 6-45**). Para os pontos de captação subterrânea, somente novembro/2021 não registrou a presença de coliformes. Para *E. coli*, apenas os meses de novembro/2018, abril /2019 e novembro/2021 não registraram a presença do microrganismo (**Figura 6-45**).

O ponto com captação superficial registrou a presença de coliformes e *E. coli* para a maioria dos meses monitorados (**Figura 6-45**). Coliformes não foi identificado em apenas 3 dos 20 meses. Para *E. coli*, 9 dos 20 não registraram o contaminante. Para todos os pontos, seja com captação subterrânea ou superficial, não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para coliformes ou *E. coli* (**Figura 6-45**).

Figura 6-45 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* dos pontos sem tratamento localizados no município de Rio Doce - MG, e sua variação entre período chuvoso e seco.



No município de Rio Doce, os pontos PMQACH 309, 310 e 312 não foram avaliados em 2020/2021 e, portanto, o ciclo do presente relatório (2021/2022) foi comparado com os anos anteriores. De maneira geral, destaca-se o padrão de redução das concentrações de

alumínio total, cloreto total, cobre total, cor aparente, manganês total, sólidos dissolvidos totais e turbidez no último período avaliado, o que foi observado para pelo menos dois pontos do município ($p < 0,05$) (**Figura 6-46**). O zinco total, por outro lado, apresentou concentrações mais elevadas no último período avaliado em comparação aos anos anteriores na maioria dos pontos do município ($p < 0,05$) (**Figura 6-46**). O ferro total apresentou padrão de redução de suas concentrações nos pontos PMQACH 310 e 312, mas de aumento no ponto PMQACH 313 no último período avaliado ($p < 0,05$) (**Figura 6-46**). Situação semelhante aconteceu com o pH, que apresentou padrão de redução nos pontos PMQACH 309, 310 e 312, mas de aumento no ponto PMQACH 313 ($p < 0,05$) (**Figura 6-46**). O mesmo aconteceu para o nitrato, que apresentou padrão de redução das suas concentrações no último período nos pontos PMQACH 309, 313 e 314, mas de aumento no ponto PMQACH 310 ($p < 0,05$) (**Figura 6-46**). Por fim, bário total, dureza total e sódio total apresentaram concentrações mais elevadas no último ciclo em alguns pontos ($p < 0,05$) (**Figura 6-46**).

Figura 6-46 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

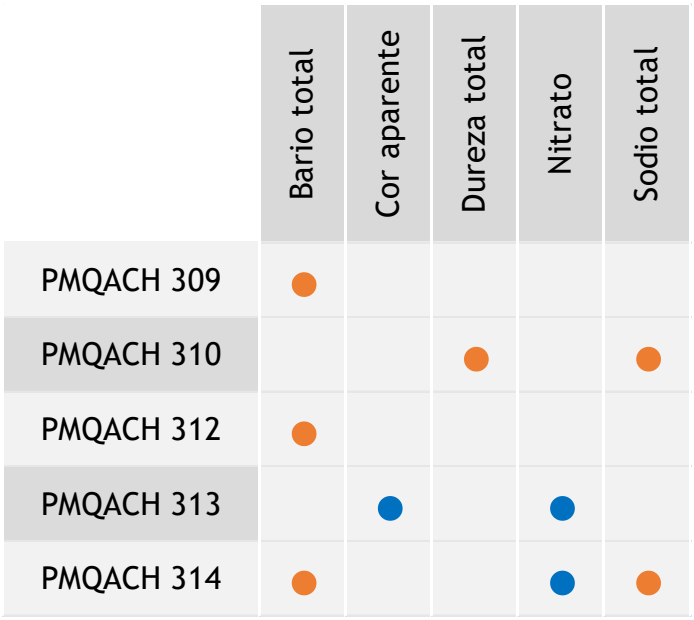
	Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cobre total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Turbidez	Zinco total
PMQACH 309	—			↓				—	↓	↓		↓		↑
PMQACH 310	↓	↑	—	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↑		↓	↑
PMQACH 312	↓	↑		—	↓	↑	↓	↓		↓	↑	↓	↓	↑
PMQACH 313			↓	↓	—	—	↑		↓	↑		—	—	
PMQACH 314	↓		↓	↓	—	—	—	—	↓	—	↑	↓		↑

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, foram poucos os parâmetros que apresentaram padrões significativos (**Figura 6-47**). Bário total apresentou concentrações superiores no período seco nos pontos PMQACH 309, 312 e 314,

enquanto dureza total somente no ponto PMQACH 310 e sódio total nos pontos PMQACH 310 e 314 ($p < 0,05$) (**Figura 6-47**). Por outro lado, cor aparente apresentou concentrações superiores no período chuvoso no ponto PMQACH 313, enquanto nitrato nos pontos PMQACH 313 e 314 ($p < 0,05$) (**Figura 6-47**).

Figura 6-47 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



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

6.5 - Santa Cruz do Escalvado

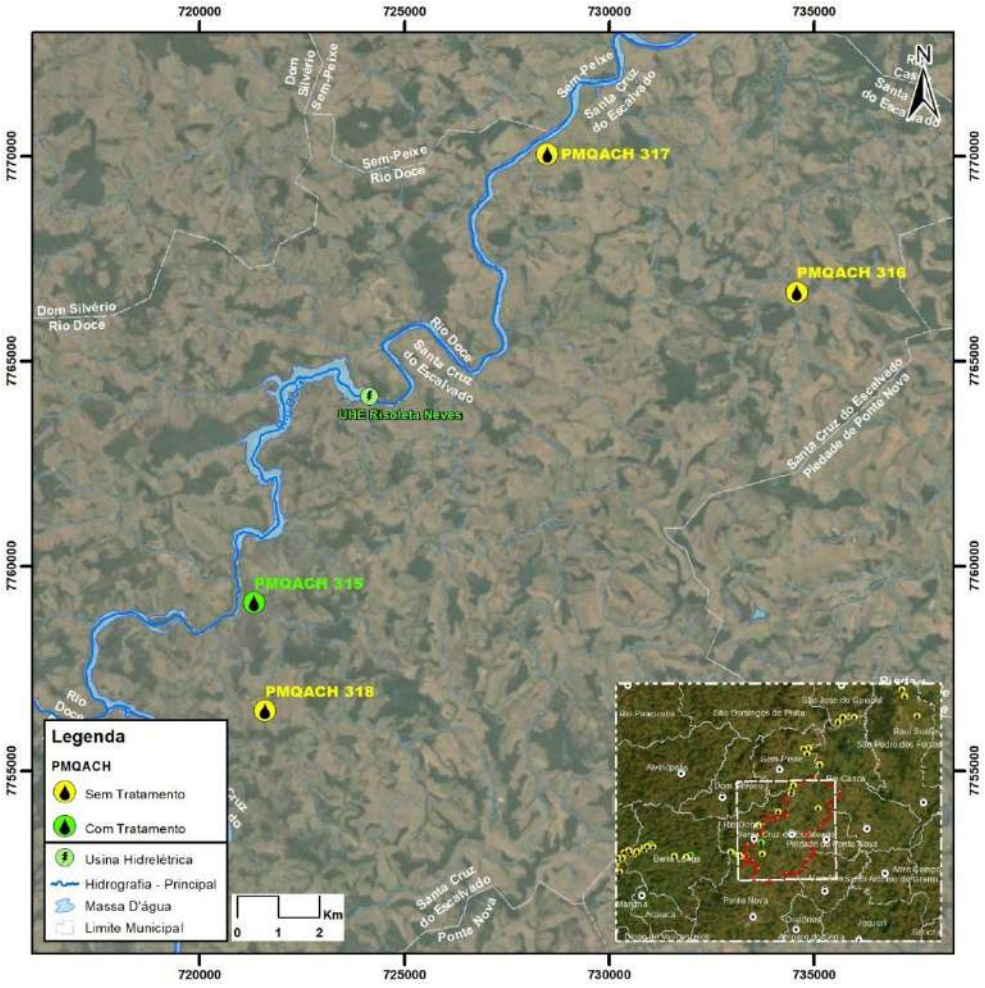
No município de Santa Cruz do Escalvado-MG, foram considerados 04 (quatro) pontos ativos, sendo um com tratamento de água do tipo Sistema de Abastecimento de Água, e três sem tratamento de água do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e Soluções Alternativas Coletivas (SAC) (**Figura 6-48** e **Quadro 6-5**). A partir de janeiro/2022, após a 1ª Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtração.

Quadro 6-5 - Características dos pontos do município de Santa Cruz do Escalvado considerados no presente relatório.

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 315[1)]	Subterrânea	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 396/2008 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	16/01/2022
PMQACH 316	Subterrânea	SAA	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 317	Subterrânea	SAA	Não	Saída		
PMQACH 318[1)]	Subterrânea	SAC	Não	Saída		30/06/2022

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

Figura 6-48 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Santa Cruz do Escalvado-MG.



6.5.1 - Pontos sem tratamento

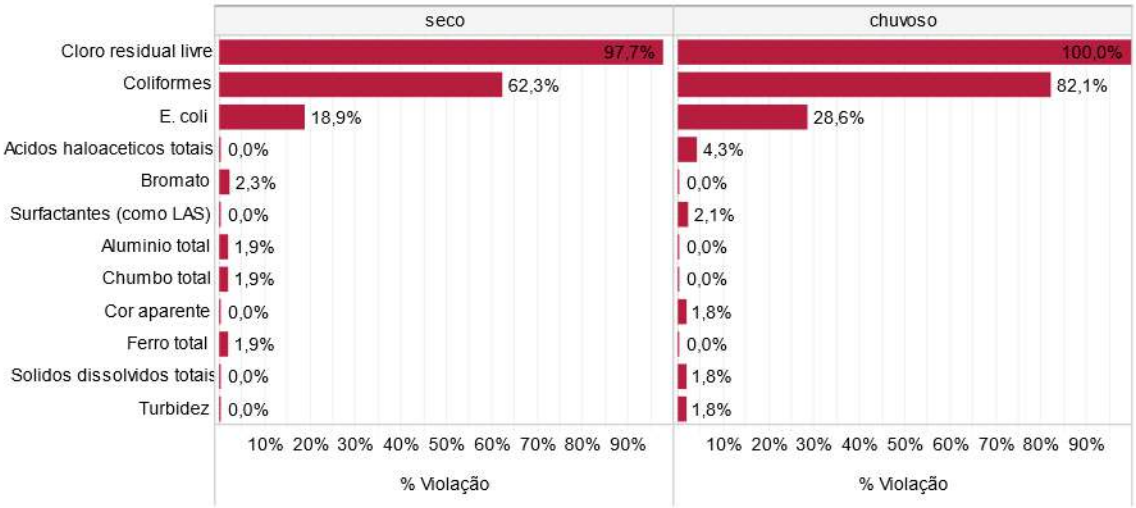
6.5.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Santa Cruz do Escalvado-MG, os percentuais de violação foram, no geral, baixos (menores que 5%), com exceção de cloro residual livre, coliformes e *E. coli* (**Figura 6-49**).

Cloro residual livre apresentou 97,7% de violação no período seco e 100% no período chuvoso (**Figura 6-49**). Reforça-se que a partir de janeiro/2022, com a 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, 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 (62,3% no período seco e 82,1% no período chuvoso) e *E. coli* (18,9% de violação no período seco e 28,6% no período chuvoso) (**Figura 6-49**). No município de Santa Cruz do Escalvado, o percentual de esgotamento sanitário é de 43,3%. Comparando-o com os municípios de Minas Gerais (um total de 853 municípios), Santa Cruz do Escalvado ocupa a 634ª posição entre os municípios com maior taxa de esgotamento sanitário, sendo que a 1ª posição corresponde ao município com a maior taxa de esgotamento sanitário. 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 5%.

Figura 6-49 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



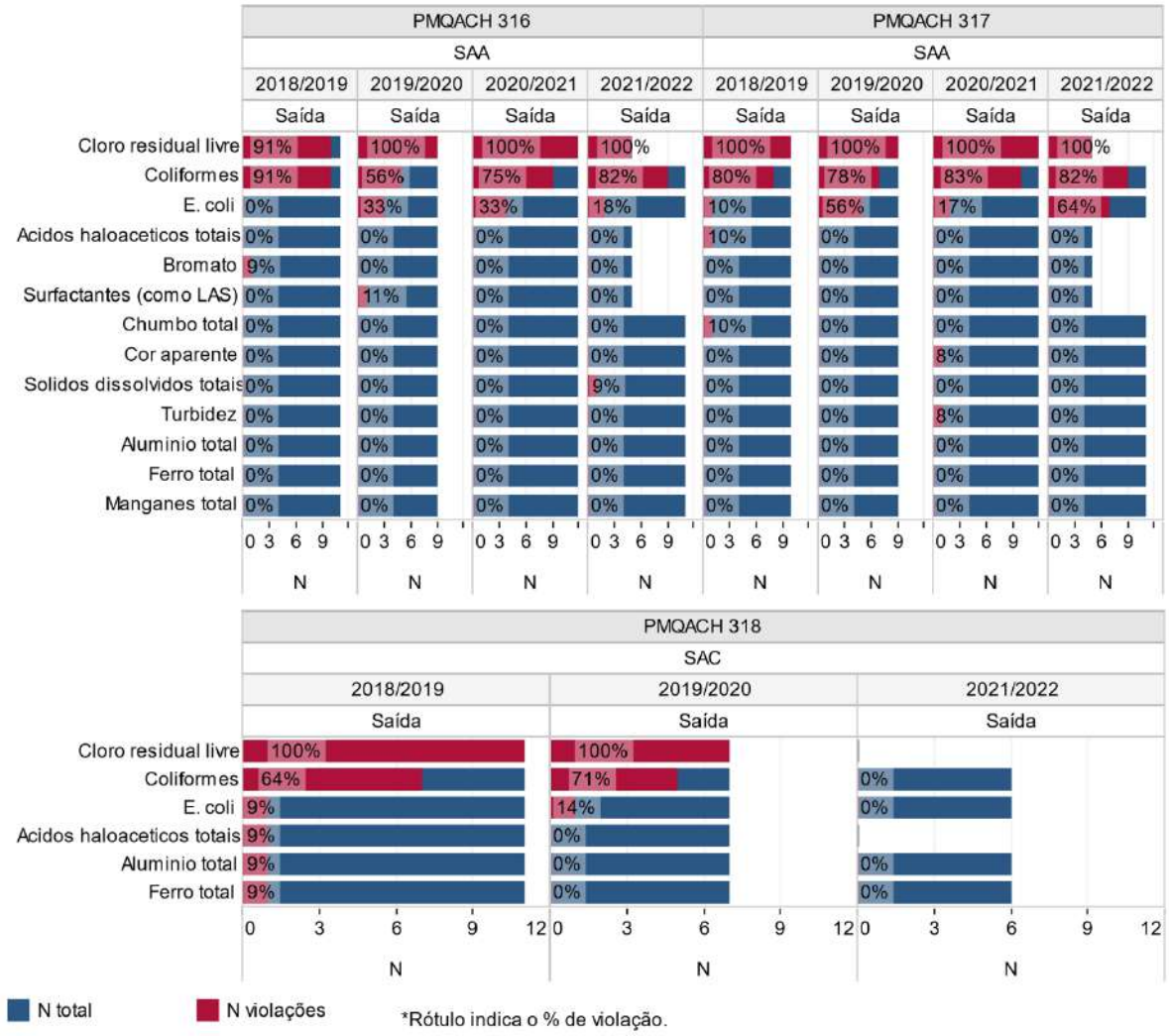
Um total de 3 pontos sem tratamento de água foram analisados, todos com captação subterrânea. Nos pontos PMQACH 316 e PMQACH 317, cloro residual livre apresentou predominantemente 100% de violação em todo o período monitorado. Em 2021/2022 nestes dois pontos, coliformes apresentou 82% de violação (9 de 11 amostras), percentual este similar ao dos períodos anteriores (**Figura 6-50**).

Destaca-se ainda no ponto PMQACH 316, violação de 18% para *E. coli* em 2021/2022 (2 de 11 amostras), o que representou pequena redução em relação ao período anterior. Neste ponto, em 2021/2022, sólidos dissolvidos totais apresentou pela primeira vez no monitoramento desconformidade, apresentando violação pontual de 9% (1 de 11 amostras) (**Figura 6-50**).

No ponto PMQACH 317, destaca-se ainda violação para E. coli em 2021/2022 de 64% (7 de 11 amostras), percentual que representou aumento em relação ao período anterior de 2020/2021. Demais parâmetros apresentaram conformidade no ciclo de 2021/2022 neste ponto (**Figura 6-50**).

O ponto PMQACH 318 não violou os limites legais para nenhum dos parâmetros monitorados, apresentando diminuição do percentual de violação para coliformes e *E. coli* no último ciclo com relação ao ciclo anterior (**Figura 6-50**).

Figura 6-50 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 316, PMQACH 317 e PMQACH 318 localizados no município de Santa Cruz do Escalvado-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, 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 sem tratamento, a presença de coliformes foi registrada em todo o monitoramento, com exceção dos meses de setembro/2018, agosto/2019 e julho/2021. Dos 41 meses monitorados, 19 deles apresentaram 100% das amostras do mês contaminadas por coliformes (**Figura 6-51**). A presença de *E. coli* foi mais pontual, tendo sido registrada em 22 dos 41 meses monitorados. Para os demais meses não foi observado violação dos limites legais. Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para *E. coli* no período analisado. No entanto, para coliformes, observa-se um padrão sazonal, com maior presença do contaminante nas amostras de meses chuvosos (**Figura 6-51**).

Figura 6-51 - 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.



O ponto PMQACH 318 não foi avaliado em 2020/2021 e, portanto, o ciclo do presente relatório (2021/2022) foi comparado com os anos anteriores. De todo modo, destaca-se o padrão de redução das concentrações de alumínio total, cobre total, ferro total, nitrato e sólidos dissolvidos totais no último período avaliado, o que foi observado para a maioria dos pontos do município ($p < 0,05$) (**Figura 6-52**). Cloreto total apresentou padrão de aumento

das concentrações no último período em comparação aos anos anteriores, mas somente para o ponto PMQACH 316 ($p < 0,05$) (**Figura 6-52**). Os resultados do manganês total não foram claros muito provavelmente pelo elevado número de resultados abaixo do limite de quantificação.

Figura 6-52 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cobre total	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	SDT	Sulfato	Zinco total
PMQACH 316	↓	—	↑	↓		↓	—		—	↓	—	—
PMQACH 317	↓		—	↓		↓	—	↓		↓		
PMQACH 318	—			—	—		—	↓		↓		

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, poucos parâmetros e pontos apresentaram diferença significativa entre os períodos chuvosos e secos. O cloreto total e sulfato apresentaram concentrações superiores no período chuvoso no ponto PMQACH 316, enquanto sódio total no período seco no ponto PMQACH 318 ($p < 0,05$) (**Figura 6-53**).

Figura 6-53 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Cloreto total	Sodio total	Sulfato
PMQACH 316	●		●
PMQACH 318		●	

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

6.5.2 - Pontos com tratamento

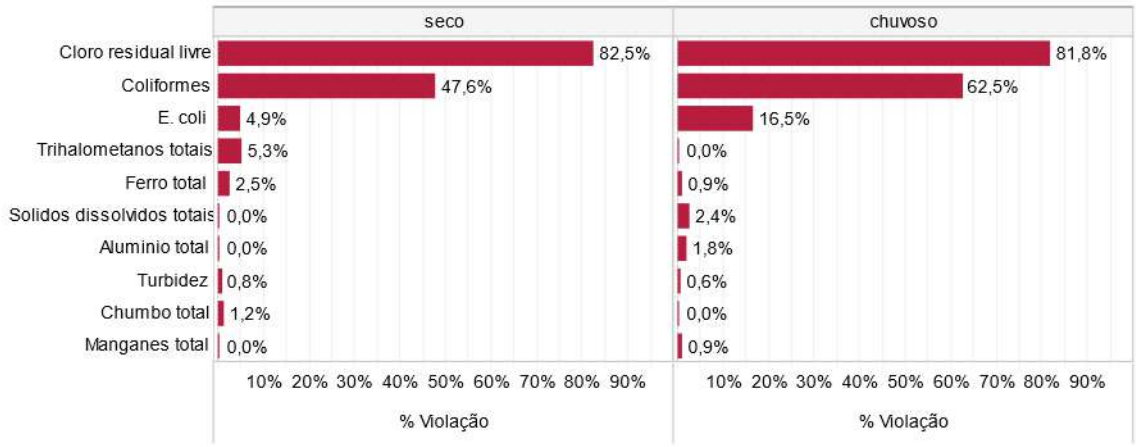
6.5.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

O ponto com tratamento do município de Santa Cruz do Escalvado apresentou baixos percentuais de violação para a maioria dos parâmetros, com exceção de cloro residual livre e coliformes.

Cloro residual livre apresentou 82,5% de violação no período seco e 81,8% no período chuvoso (**Figura 6-54**). A violação foi, no geral, do limite legal inferior, o que mostra que mesmo se tratando de um ponto com tratamento de água, a adição do cloro não foi suficiente. Assim, a contaminação microbiológica observada pelos percentuais de violação de coliformes (47,6% no período seco e 62,5% no período chuvoso), pode adição insuficiente de cloro nas águas para desinfecção.

Os demais parâmetros apresentaram menos de 5% de violação em pelo menos um dos períodos (chuvosos ou secos) (**Figura 6-54**).

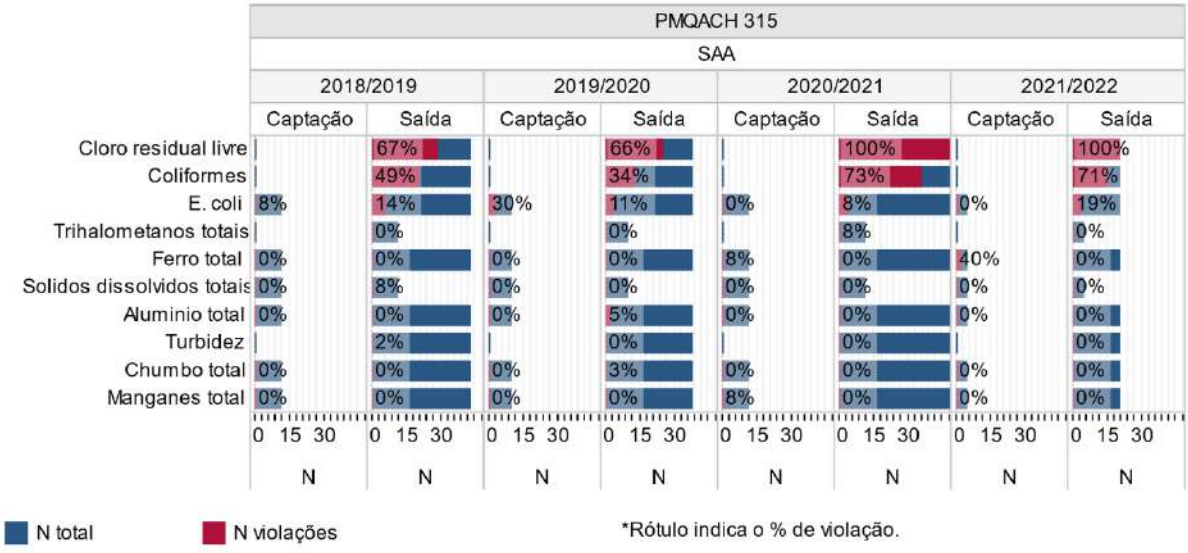
Figura 6-54 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem tratamento no município de Santa Cruz do Escalvado- MG no período chuvoso e seco com base nos limites aplicáveis no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



O ponto PMQACH 315 possui captação subterrânea e abastecimento tipo SAA. Em 2021/2022, na captação do ponto, ferro total apresentou 40% de violação (2 de 5 amostras), um aumento substancial no percentual desconforme em relação aos períodos anteriores. Na saída do tratamento, no entanto, este parâmetro apresentou conformidade. Por outro lado, *E. coli* que apresentou conformidade na captação em 2021/2022, registrou 19% de desconformidade na saída do tratamento (**Figura 6-55**).

Em relação aos parâmetros monitorados apenas na saída, em 2021/2022, cloro residual apresentou 100% de violação (todas as 21 amostras) e coliformes 71% de violação (15 de 21 amostras), resultados similares ao do período anterior (**Figura 6-55**).

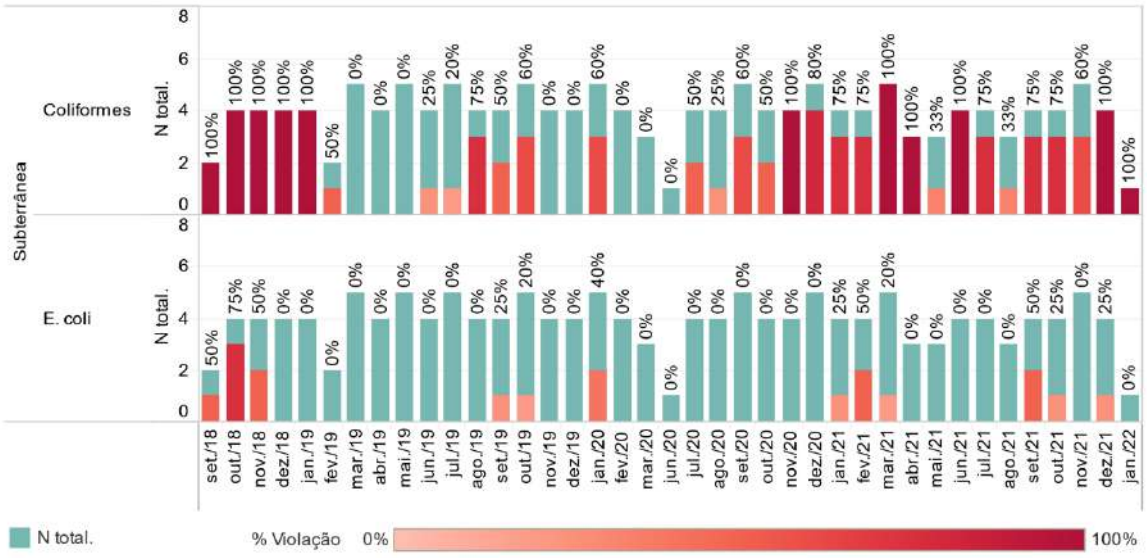
Figura 6-55 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 315 localizado no município de Santa Cruz do Escalvado-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.


PMQACH 315
SAA
2018/2019
2019/2020
2020/2021
2021/2022
Captação
Saída
Cloro residual livre
Coliformes
E. coli
Trihalometanos totais
Ferro total
Solidos dissolvidos totais
Aluminio total
Turbidez
Chumbo total
Manganes total
67%
49%
8%
14%
0%
0%
2%
66%
34%
30%
11%
0%
5%
3%
100%
73%
0%
8%
8%
0%
0%
0

6.5.2.2 - Avaliação temporal e sazonal

No ponto PMQACH 315, apesar do tratamento, a presença de coliformes foi identificada em 31 dos 39 meses monitorados, com percentuais que variaram entre 20% e 100% de amostras no mês com a presença do contaminante. A presença de *E. coli* foi mais pontual ao longo do monitoramento, não ultrapassando 75% de amostras com a presença do microrganismo. Não foi identificado padrões temporais ou sazonais claros para estes parâmetros (**Figura 6-56**).

Figura 6-56 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* dos pontos sem tratamento localizados no município de Santa Cruz do Escalvado-MG, e sua variação entre período chuvoso e seco.



No ponto PMQACH 315, alumínio total apresentou concentrações inferiores no período do presente relatório (2021/2022) em comparação aos anos anteriores tanto na captação quanto na saída ($p < 0,05$) (**Figura 6-57**). Dureza total, nitrato, sódio total e sólidos dissolvidos totais também apresentaram padrão de redução, mas somente na captação do ponto ($p < 0,05$) (**Figura 6-57**). Bário total e ferro total apresentaram um padrão de aumento, ou seja, concentrações superiores em 2021/2022 em relação aos anos anteriores, mas somente na captação do ponto ($p < 0,05$) (**Figura 6-57**). A turbidez apresentou padrão de redução das

concentrações tanto na pós-filtração quanto na saída ($p < 0,05$) (**Figura 6-57**). Cobre total e ferro total também apresentaram padrão de redução, mas somente na saída, enquanto zinco total apresentou padrão de aumento também na saída ($p < 0,05$) (**Figura 6-57**).

Figura 6-57 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cobre total	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Turbidez	Zinco total
PMQACH 315	Captacao	↓	↑		↓	↑	—	↓	—	↓	↓		—
	Pos filtracao											↓	
	Saida	↓	—	↓	—	↓	—	—	—	—	—	↓	↑

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, poucos parâmetros apresentaram diferença significativa entre os períodos chuvosos e secos. Resultados significativos foram observados somente na saída, sendo que pH e sódio total apresentaram valores superiores durante o período seco e sulfato durante o período chuvoso ($p < 0,05$) (**Figura 6-58**).

Figura 6-58 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		pH	Sodio total	Sulfato
PMQACH 315	Saida	●	●	●

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

6.6 - Sem Peixe

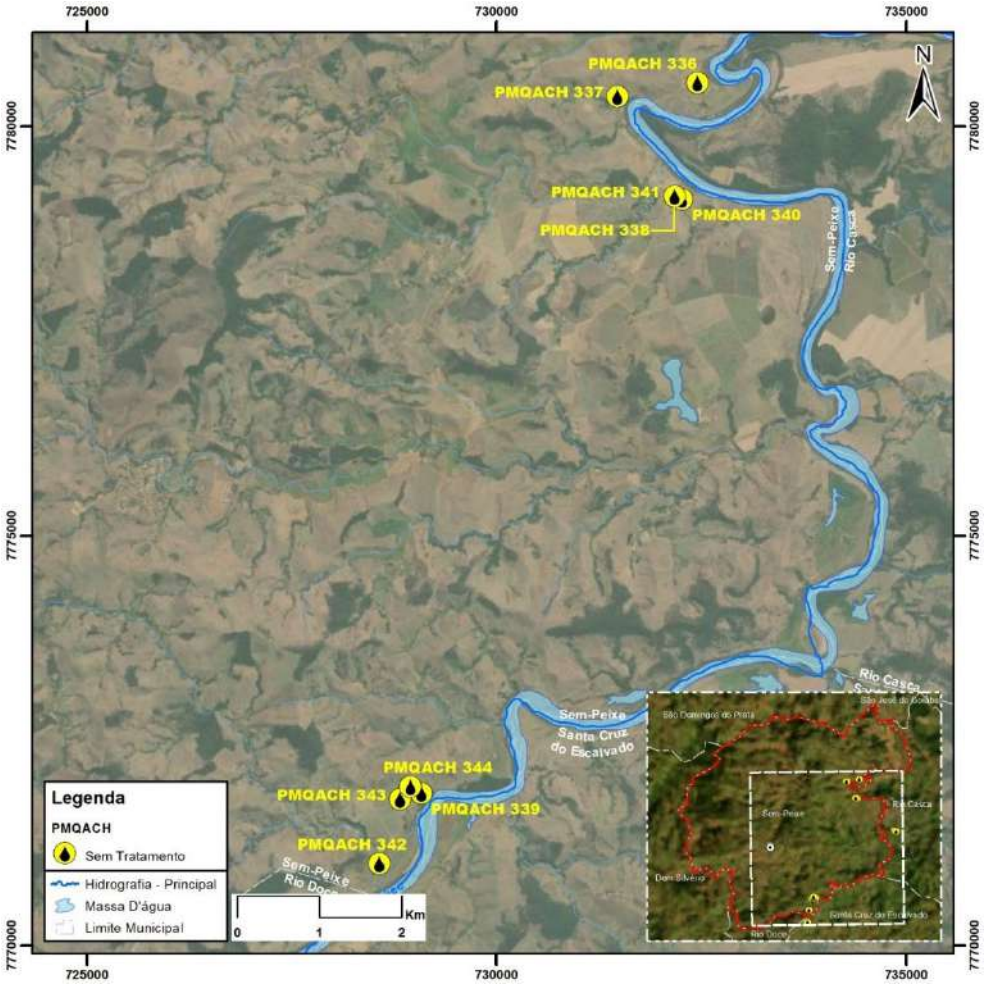
No município de Sem Peixe-MG, foram considerados 09 (nove) pontos ativos, que não possuem tratamento de água e são do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) (**Figura 6-59** e **Quadro 6-1**).

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

Código	Forma de abastecimento	Tipo de captação	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 336[1)]	SAI	Subterrânea	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	30/06/2022
PMQACH 337	SAI	Subterrânea	Não	Saída		
PMQACH 338[1)]	SAI	Subterrânea	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 339	SAI	Subterrânea	Não	Saída		
PMQACH 340[1)]	SAI	Subterrânea	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 341[1)]	SAI	Subterrânea	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 342	SAI	Subterrânea	Não	Saída		
PMQACH 343	SAI	Subterrânea	Não	Saída		
PMQACH 344	SAI	Subterrânea	Não	Saída		

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

Figura 6-59 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Sem Peixe - MG.



6.6.1 - Pontos sem tratamento

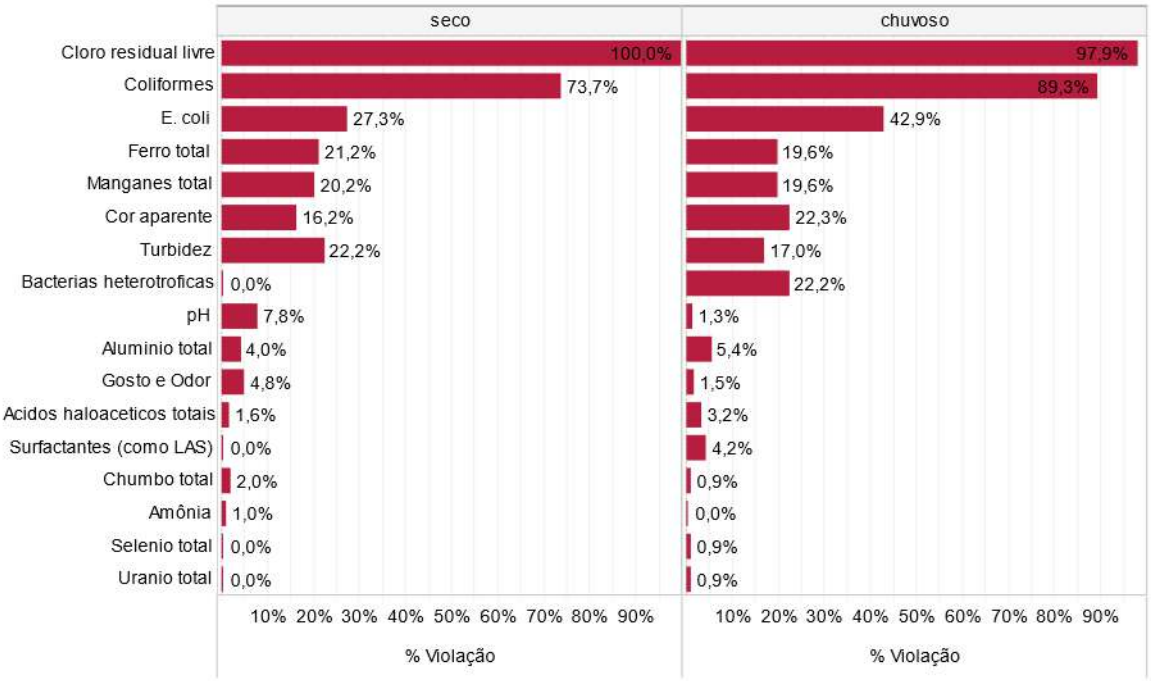
6.6.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Sem Peixe-MG, os parâmetros com os mais elevados percentuais de violação foram cloro residual livre, coliformes e *E. coli*. O cloro residual livre apresentou 100% de violação no período seco e 97,9% no período chuvoso (**Figura 6-60**). Reforça-se, no entanto, que este parâmetro deixou de ser monitorado a partir de janeiro de 2022, com a revisão do PMQACH. Os elevados percentuais de violação observados são relativos ao período anterior à esta revisão.

O cloro residual livre violou, em sua maioria, o limite legal inferior, apresentando concentrações mais baixas do que o limite estipulado pela legislação vigente. O cloro é um dos principais agentes de purificação da água, e a ausência deste explica a contaminação microbiológica, onde os percentuais de coliformes foram elevados (73,7% no período seco e 89,3% no período chuvoso), assim como os de *E. coli* (27,3% no período seco e 42,9% no período chuvoso) (**Figura 6-60**). A presença destes elementos indica a relação com uso e ocupação do solo local, através da contaminação fecal proveniente de esgoto doméstico ou criação de animais. O município de Sem Peixe possui 45,2% de esgotamento sanitário (IBGE, 2010). O baixo percentual de tratamento adequado em mais da metade do município ajuda a explicar a contaminação por coliformes e *E. coli*, dois parâmetros indicados como prioritários para gestão na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021).

Coliformes, *E. coli* e bactérias heterotróficas apresentaram padrão sazonal, com maior percentual de violação no período chuvoso. Surfactantes, selênio total e urânio total também violaram os limites preconizados pela legislação vigente somente no período chuvoso. Já as concentrações de amônia ficaram acima do limite legal no período seco (**Figura 6-60**).

Figura 6-60 – Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto sem tratamento do município de Sem Peixe-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

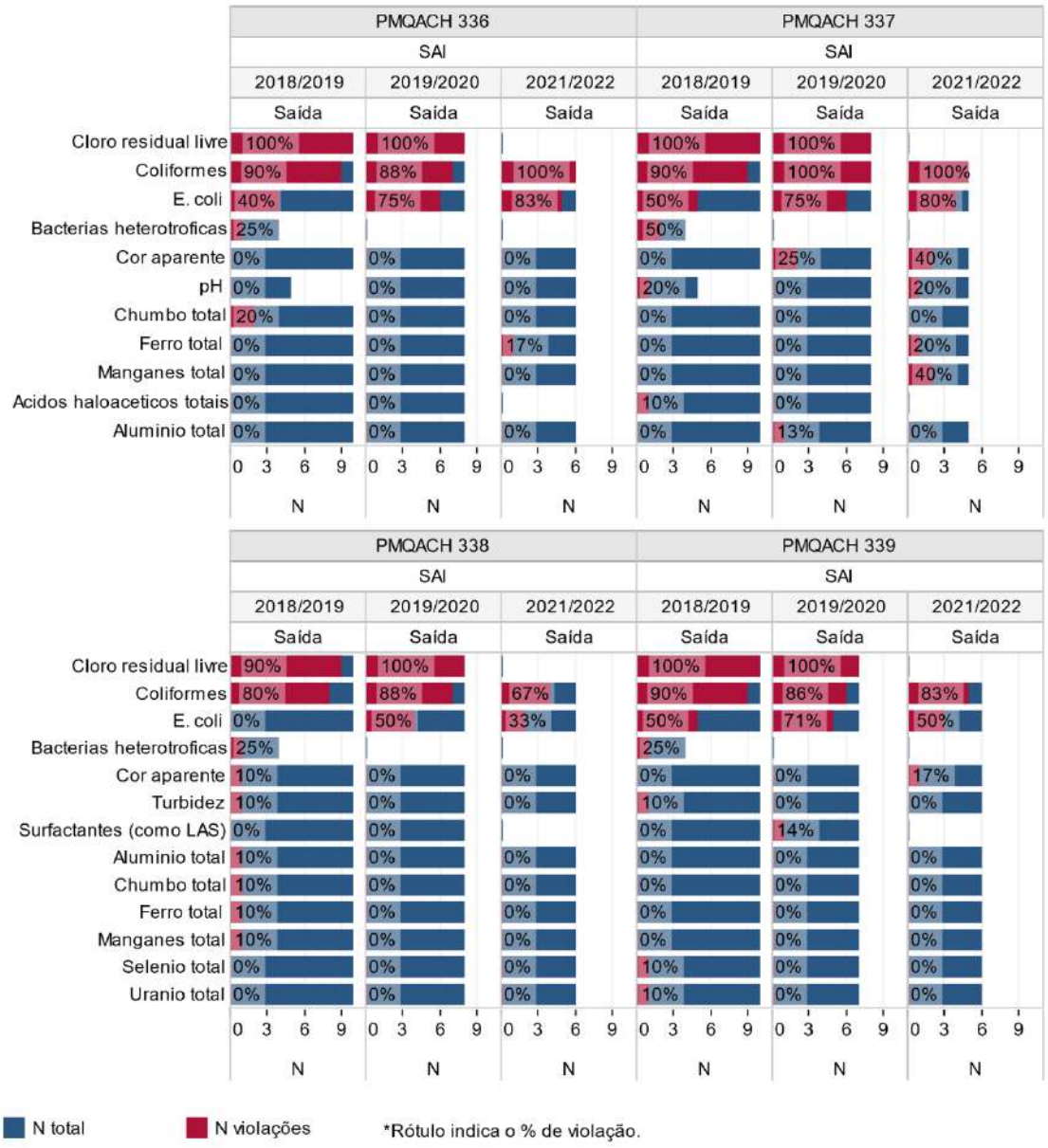


Um total de 9 pontos foram monitorados no município de Sem Peixe-MG, todos sem tratamento, com captação subterrânea e abastecimento tipo SAI. No geral, os pontos apresentaram reduzidos percentuais de violação para os parâmetros no último ciclo monitorado (2021/2022). Coliformes e *E. coli* foram os parâmetros que apresentaram os maiores percentuais de violação em todo o período monitorado.

O percentual de violação para coliformes foi de 100% nos pontos PMQACH 336 e PMQACH 337 no ciclo de 2021/2022 (**Figura 6-61**). Nestes pontos, os percentuais de violação de *E. coli*, também foram elevados (acima de 80% nos dois pontos). Destaca-se ainda, nestes dois pontos, pela primeira vez durante o monitoramento, desconformidade para ferro total no último ciclo de monitoramento (17% e 20%, respectivamente) (**Figura 6-61**).

Nos pontos PMQACH 338 e PMQACH 339, embora ainda tenham sido elevados, foi observada pequena redução nos percentuais de violação de coliformes no período de 2021/2022 em relação ao período anterior (67% e 83%, respectivamente) (**Figura 6-61**). Nestes dois pontos, os demais parâmetros estiveram e conformidade com a legislação, com exceção de cor aparente cujo percentual de violação foi de 17% no ponto PMQACH 339 (uma amostra de um total de seis) (**Figura 6-61**).

Figura 6-61 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 336, PMQACH 337, PMQACH 338 e PMQACH 339 localizados no município de Sem Peixe-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



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

O ponto PMQACH 340 (**Figura 6-62**) apresentou violação de 50% (3 das 6 amostras analisadas) para coliformes, o que representou uma redução em relação aos períodos anteriores. Este mesmo percentual foi observado para manganês total, sendo a primeira violação deste parâmetro neste ponto durante o monitoramento. Estes foram os únicos parâmetros em desconformidade no último ciclo neste ponto.

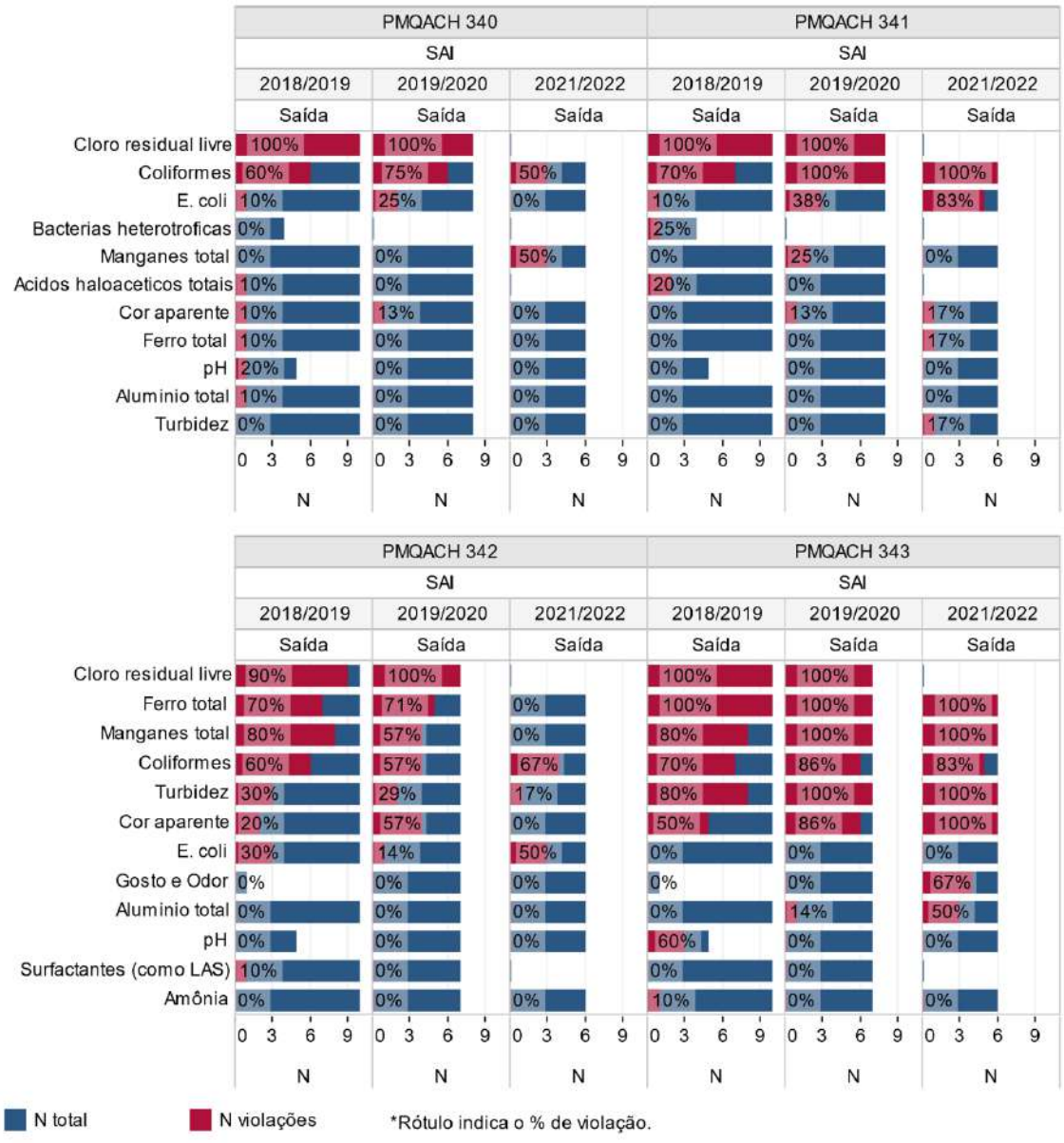
Os pontos PMQACH 341, PMQACH 343 e PMQACH 344 apresentaram desconformidade em todas as amostras do último ciclo para coliformes (100% de violação, todas as 6 amostras do período) (**Figura 6-62** e **Figura 6-63**).

No ponto PMQACH 342 e PMQACH 344, além de coliformes, foi observada violação para *E. coli* (50%, 3 de 6 amostras avaliadas) (**Figura 6-62** e **Figura 6-63**). No ponto PMQACH 342, foi registrada desconformidade para turbidez e no ponto PMQACH 344 para cor aparente (17%, 1 de 6 amostras, nos dois casos). Estes foram os únicos parâmetros em desconformidade no último ciclo nestes dois pontos (**Figura 6-62**).

No ponto PMQACH 341, além dos elevados percentuais de violação para coliformes e *E. coli* (acima de 80%), foi registrado ainda, pela primeira vez, desconformidade para turbidez e ferro total (17%, 1 de 6 amostras) no último ciclo (**Figura 6-62**).

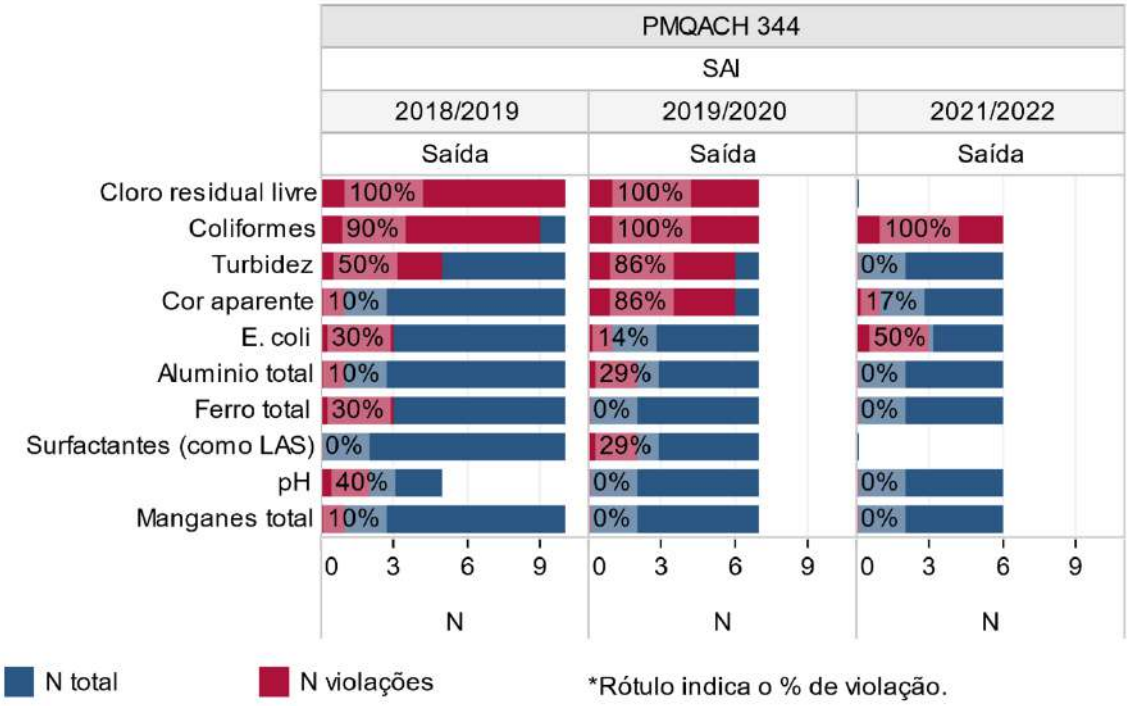
No ponto PMQACH 343, além de coliformes, destaca-se ainda o ferro total que apresentou percentuais de violação de 100% durante todo o monitoramento. Manganês total, turbidez e cor aparente também violaram todas as amostras do último ciclo de monitoramento (100%, todas as 6 amostras) (**Figura 6-62**). Destaca-se ainda, no último ciclo deste ponto, o elevado percentual de violação para E. coli (83%, 5 de 6 amostras avaliadas), alumínio total (50%, 3 das 6 amostras avaliadas) e gosto e odor (67%, 4 das 6 amostras avaliadas) (**Figura 6-62**).

Figura 6-62 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 340, PMQACH 341, PMQACH 342 e PMQACH 343 localizados no município de Sem Peixe-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 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.

Figura 6-63 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 344 localizado no município de Sem Peixe-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 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

Nos pontos sem tratamento do município de Sem Peixe, foi registrada a presença do contaminante coliformes em todo o período monitorado. Em 16 dos 24 meses, a presença de coliformes superou 80% das amostras do mês (**Figura 6-64**). A presença de *E. coli* foi registrada em 21 dos 24 meses monitorados, com ocorrência variando entre 11 e 100% das amostras do mês. Em três meses, no entanto, parâmetro *E. coli* apresentou conformidade com a legislação (setembro, novembro e dezembro/2018) (**Figura 6-64**). Não foi possível observar padrões sazonais claros para os dois parâmetros.

Figura 6-64 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Sem Peixe -MG.



Os pontos monitorados no município Sem Peixe não foram avaliados em 2020/2021 e, portanto, o ciclo do presente relatório (2021/2022) foi comparado com os anos anteriores. De maneira geral, destaca-se o padrão de redução dos valores de pH e das concentrações de sólidos dissolvidos totais no último período avaliado, o que foi observado para a maioria dos pontos do município ($p < 0,05$) (**Figura 6-65**). Os outros parâmetros apresentaram padrões diferenciados entre os pontos, vezes apresentando concentrações superiores no último período e em outros pontos apresentando concentrações inferiores ($p < 0,05$) (**Figura 6-65**). Ressaltam-se os pontos PMQACH 340 e 342, onde os parâmetros apresentaram somente padrão de redução de suas concentrações ($p < 0,05$) (**Figura 6-65**). No ponto PMQACH 343 a maioria dos parâmetros apresentou concentrações superiores no último período avaliado ($p < 0,05$) (**Figura 6-65**).

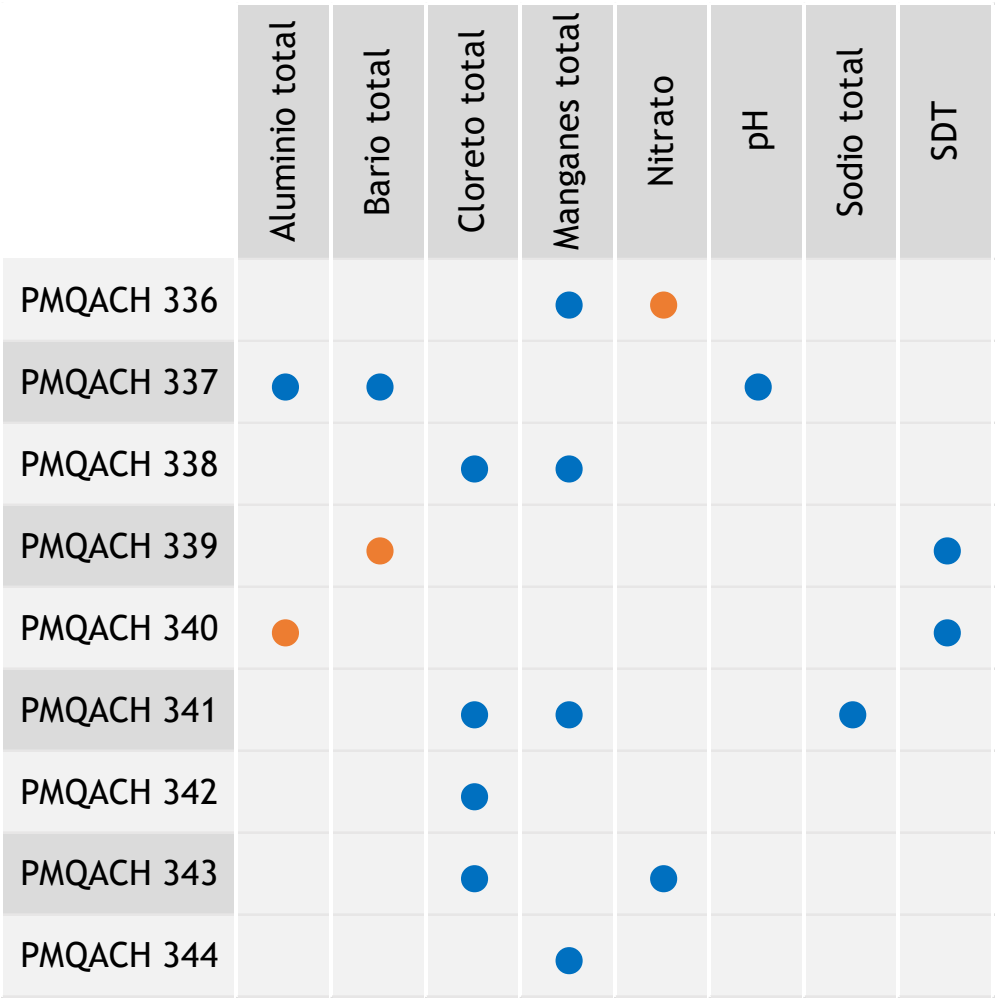
Figura 6-65 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 336	—	↑	—	—	—		↓	↑			↓			
PMQACH 337			—	↑	—	↑	↑		↓					
PMQACH 338	—	↑	↓	↓		↓					↓	↓	—	
PMQACH 339	↓	↑	↑					↑	↓	↑	↓			
PMQACH 340			↓		↓	↓		↓	↓	↓	↓			
PMQACH 341			↓		—				↓	↓	↓	↓		↑
PMQACH 342					↓	↓	↓				↓		↓	
PMQACH 343	↑	↓		↑	↑	↑	↑			↓	—	↑	↑	
PMQACH 344	↓	↑		—		↓	↓				↓		↓	

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, destacam-se os parâmetros cloreto total e manganês total que apresentaram concentrações superiores no período chuvoso em quatro pontos do município de Sem Peixe ($p < 0,05$) (**Figura 6-66**). Os parâmetros pH, sódio total e sólidos dissolvidos apresentaram resultados superiores no período chuvoso de forma mais pontual ($p < 0,05$) (**Figura 6-66**). Alumínio total, bário total e nitrato apresentaram padrões diferentes de acordo com os pontos, em alguns momentos apresentando concentrações superiores no período chuvoso e em outros pontos no período seco ($p < 0,05$) (**Figura 6-66**).

Figura 6-66 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



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

6.7 - São José do Goiabal

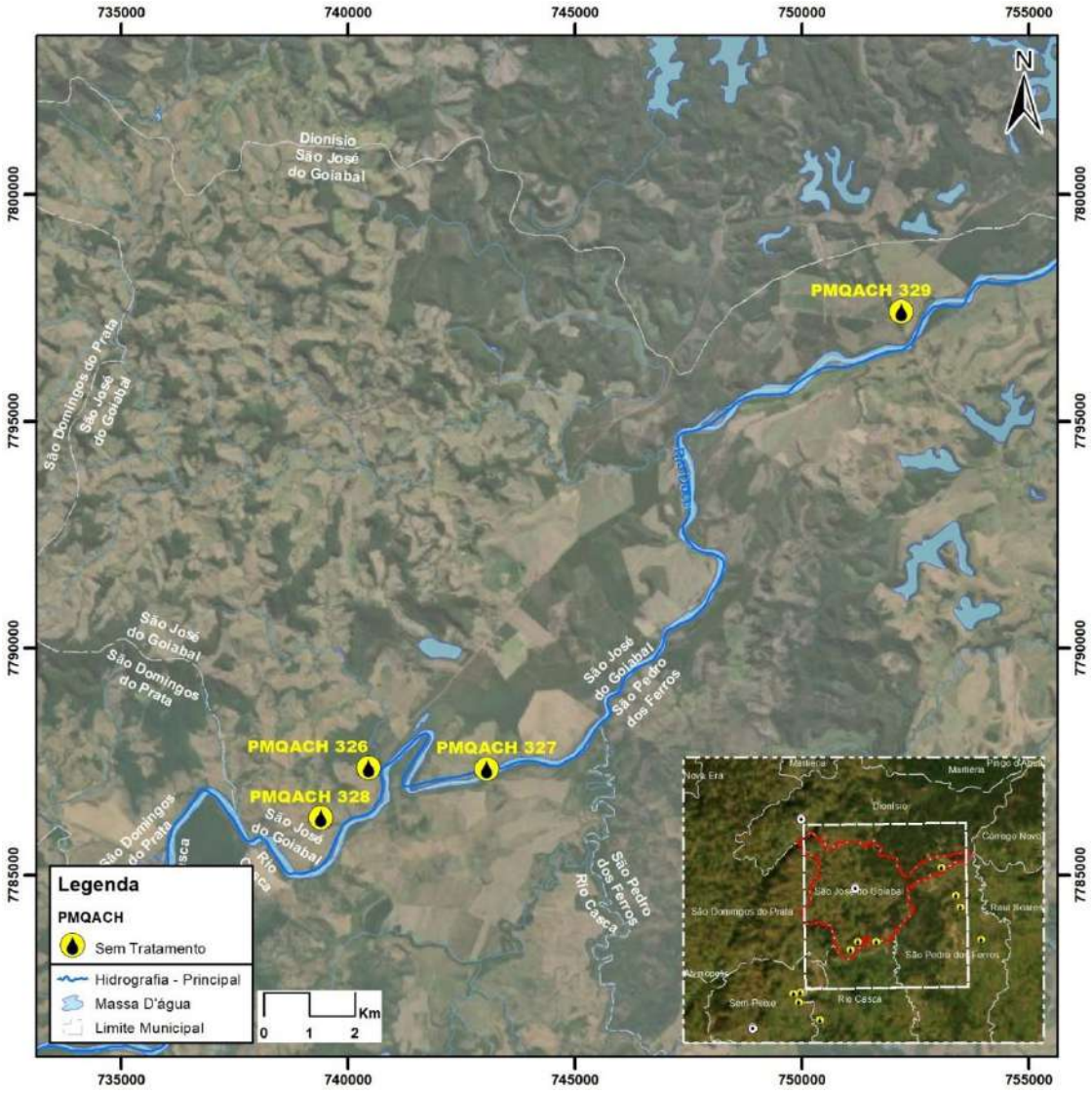
No município de São José do Goiabal-MG, foram considerados 04 (quatro) pontos ativos e sem tratamento, sendo dois do tipo Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e dois do tipo Solução Alternativa Individual (SAI) (**Figura 6-67** e **Quadro 6-7**).

Quadro 6-7 - Características dos pontos do município de São José do Goiabal considerados no presente relatório.

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	**Término do monitoramento**
PMQACH 326	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 327[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 328	Subterrânea	SAA	Não	Saída		
PMQACH 329	Subterrânea	SAA	Não	Saída		

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

Figura 6-67 - Localização geográfica dos pontos monitorados em São José do Goiabal-MG.



6.7.1 - Pontos sem tratamento

6.7.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

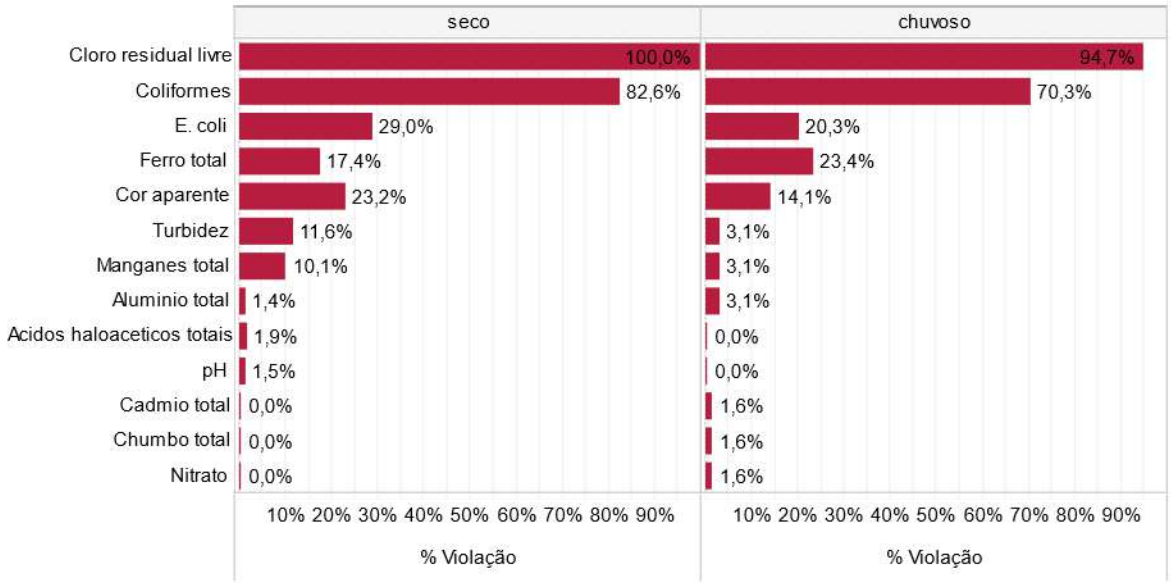
Para o município de São José do Goiabal-MG, as maiores desconformidades com a legislação ocorreram para cloro residual livre e coliformes, atingindo percentuais acima de 70% para os dois períodos (chuvoso e seco) (**Figura 6-68**).

Cloro residual livre teve 100% de violação no período seco e 94,7% no período chuvoso (**Figura 6-68**). De maneira geral, o cloro residual livre violou o limite inferior legal, devido às baixas concentrações, 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 a revisão bianual do PMQACH, em janeiro de 2022, o parâmetro cloro residual deixou de ser monitorado. Os elevados percentuais observados são correspondentes à períodos pretéritos à esta revisão.

Coliformes, parâmetro com o segundo mais elevado percentual de violação, registrou 82,6% de violação no período seco e 70,3% no período chuvoso (**Figura 6-68**), o que indica uma possível contaminação fecal proveniente de esgotos domésticos ou da criação de animais. No município de São José do Goiabal, o percentual de esgotamento sanitário 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 302ª posição na ordem de municípios com maior taxa de esgotamento sanitário adequado. 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 6-68**) dois parâmetros que, o plano integrado da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021), são indicados como prioritários para gestão da qualidade da água.

Os demais parâmetros apresentaram percentuais de violação abaixo de 30%. Entre eles, destacam-se ácidos haloacéticos totais (1,9% de violação) e pH (1,5%), por terem violado os limites legais somente no período seco. E o cádmio total (1,6% de violação), chumbo total (1,6%) e nitrato (1,6%) que violaram os limites legais somente no período chuvoso (**Figura 6-68**). Por fim, é importante ressaltar a variação dos percentuais de violação do ferro total (17,4% de violação no período seco e 23,4% no período chuvoso), manganês total (10,1% no período seco e 3,1% no período chuvoso) e alumínio total (1,4% de violação no período seco e 3,1% no período chuvoso) (**Figura 6-68**), metais naturalmente encontrados em rochas e nos solos da bacia do rio Doce (PIRH Doce 2021).

Figura 6-68 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



Um total de 4 pontos foram monitorados no município de São José do Goiabal, todos com captação subterrânea, dois do tipo SAI (PMQACH 326 e 327) e dois do tipo SAA (PMQACH 328 e 329).

No ponto PMQACH 326 foi possível observar 80% de violação (4 das 5 amostras analisadas) para coliformes no último período analisado, correspondendo à um aumento do percentual de violação com relação ao ciclo anterior (2019/2020) (**Figura 6-69**). Alumínio total (40% de violação, 2 das 5 amostras analisadas), turbidez (40% de violação, 2 das 5 amostras analisadas), E. coli (80% de violação, 4 das 5 amostras analisadas) e cor aparente (100% de violação, todas as 5 amostras analisadas) sofreram aumento em 2021/2022, tendo apresentado os percentuais de violação mais altos de todo o monitoramento (**Figura 6-69**). E. coli e cor aparente violaram os limites legais pela primeira vez no ciclo de 2021/2022 (**Figura 6-69**).

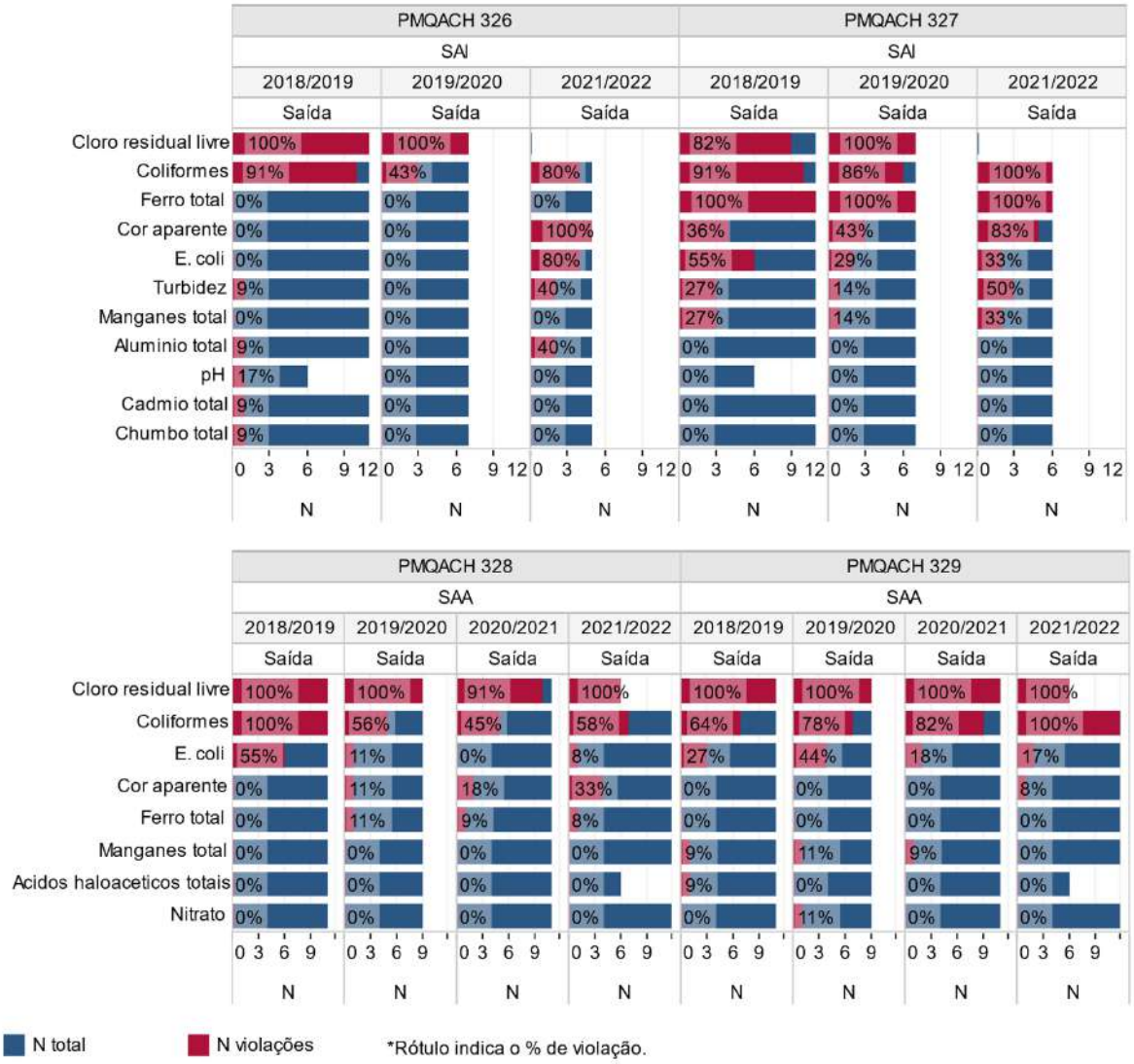
O ponto PMQACH 327 apresentou 100% de violação para ferro total em todos os ciclos monitorados. No último ciclo (2021/2022), violações para os parâmetros coliformes (100% de violação, todas as 6 amostras analisadas), cor aparente (83% de violação, 5 das 6 amostras analisadas), turbidez (50% de violação, 3 das 6 amostras analisadas) e manganês total (33% de violação, 2 das 6 amostras analisadas) sofreram um aumento em relação ao período anterior (**Figura 6-69**).

O ponto PMQACH 328, com abastecimento tipo SAA, apresentou 100% de violação para cloro residual livre (todas as 6 amostras monitoradas) (**Figura 6-69**). No último ciclo (2021/2022), o percentual de violação para coliformes foi 58% (7 de 12 amostras), cor aparente 33% (4 de 12 amostras) e *E. coli* 8% (1 das 12 amostras analisadas). Estes resultados indicam um aumento em relação ao período anterior. Ferro total apresentou 8% de amostras em desconformidade (1 de 12 amostras), resultado semelhante ao de períodos anteriores (**Figura 6-69**).

O ponto PMQACH 329 violou 100% do limite legal para cloro residual livre em todos os ciclos monitorados (**Figura 6-69**). As violações observadas em 2021/2022 para coliformes (100% de violação, todas as 12 amostras analisadas) e cor aparente (8% de violação, 1 das 12 amostras analisadas) foram as mais elevadas de todo o monitoramento. No entanto, *E. coli* (17% de violação, 2 das 12 amostras analisadas) e manganês total (0% de violação, 0 das 12

amostras analisadas) tiveram, no último ciclo (2021/2022) os menores percentuais de violação de todo o monitoramento (**Figura 6-69**).

Figura 6-69 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 326, PMQACH 327, PMQACH 328 e PMQACH 329 localizados no município de São José do Goiabal-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.

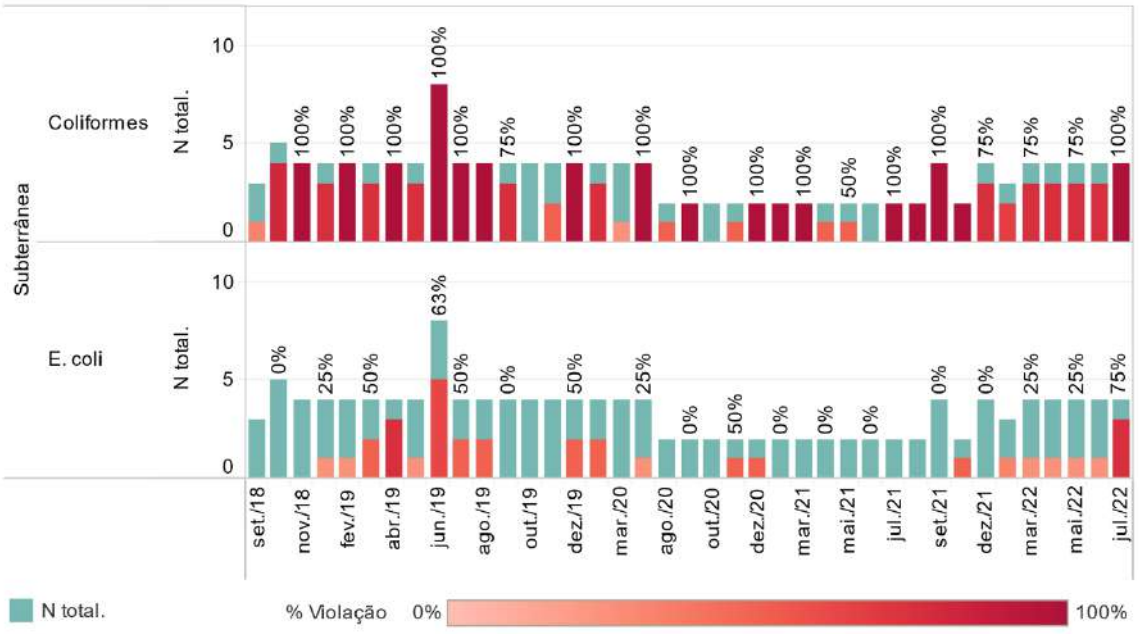


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.7.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos sem tratamento monitorados, a presença de coliformes foi identificada nas amostras de 36 dos 39 meses monitorados (**Figura 6-70**). *E. coli* também ocorreu na maioria dos meses analisados (20 dos 39 meses monitorados). Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para coliformes e *E. coli* no período analisado (**Figura 6-70**).

Figura 6-70 - 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.



Os pontos PMQACH 326 e 327 não foram avaliados em 2020/2021 e, portanto, o ciclo do presente relatório (2021/2022) foi comparado com os anos anteriores. De maneira geral, destaca-se o padrão de redução das concentrações de sólidos dissolvidos totais no último período avaliado, o que foi observado para todos os pontos de São José do Goiabal - MG ($p < 0,05$) (**Figura 6-71**). De forma mais pontual, alumínio total, dureza total, manganês total, nitrato e sulfato também apresentaram padrões de redução de suas concentrações no último período avaliado ($p < 0,05$) (**Figura 6-71**). Bário total apresentou padrão de redução de suas concentrações no ponto PMQACH 326, mas de aumento nos pontos PMQACH 327 e 329 (*p*

< 0,05) (**Figura 6-71**). De maneira similar, sódio total apresentou padrão de redução de suas concentrações no ponto PMQACH 327, mas de aumento no ponto PMQACH 329 ($p < 0,05$) (**Figura 6-71**). O mesmo aconteceu para a turbidez, que apresentou padrão de redução de suas concentrações no ponto PMQACH 329, mas de aumento no ponto PMQACH 326 ($p < 0,05$) (**Figura 6-71**). Por fim, cor aparente, pH e zinco total apresentaram valores mais elevados no último ciclo em alguns pontos ($p < 0,05$) (**Figura 6-71**).

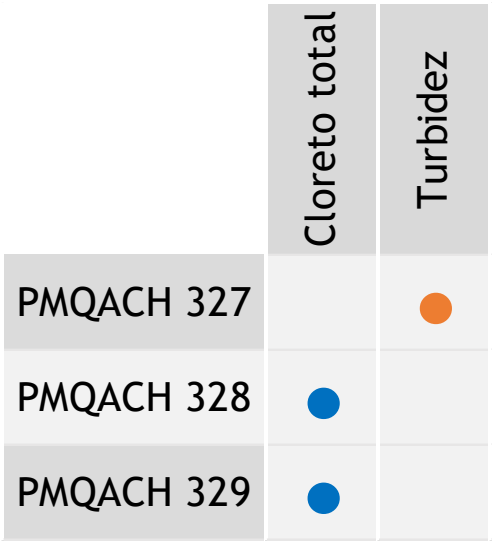
Figura 6-71 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Bario total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 326		↓	↑	↓	↑	—				↓		↑	
PMQACH 327	↓	↑	↑		↑				↓	↓	↓		↑
PMQACH 328	—	—	↑	—		↓	↓	—	—	↓			
PMQACH 329	↓	↑		↓	↓	↓	↓	↑	↑	↓		↓	

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, foram poucos os parâmetros que apresentaram padrões significativos (**Figura 6-72**). Cloreto total apresentou concentrações superiores no período chuvoso nos pontos PMQACH 328 e 329, enquanto turbidez apresentou concentrações mais elevadas no período seco no ponto PMQACH 327 ($p < 0,05$) (**Figura 6-72**).

Figura 6-72 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



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

6.8 - Rio Casca

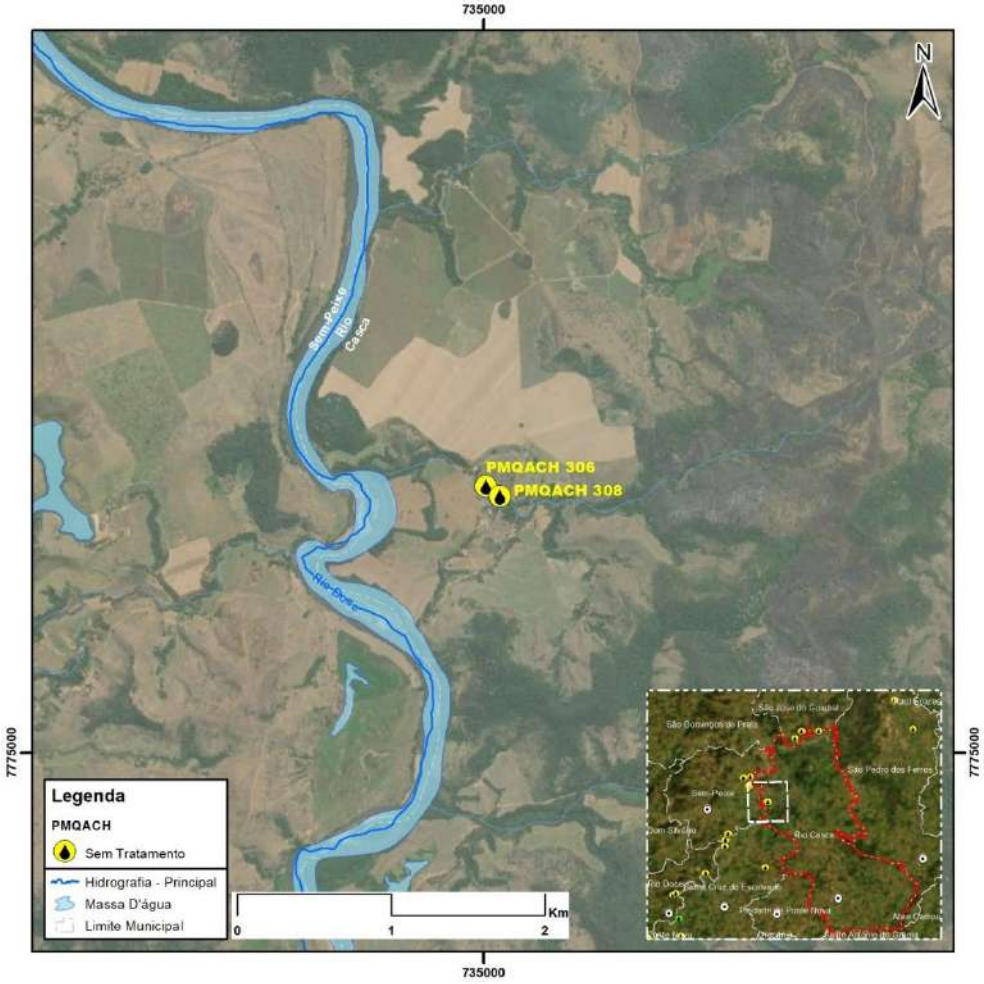
No município de Rio Casca-MG, foram considerados 02 (dois) pontos ativos, que possuem abastecimento do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) e não possuem tratamento de água (**Figura 6-73** e **Quadro 6-21**).

Quadro 6-8 - Características dos pontos do município de Rio Casca - MG considerados no presente relatório.

Código	Forma de abastecimento	Tipo de captação	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 306[1)]	SAI	Subterrânea	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	30/06/2022
PMQACH 308[1)]	SAI	Subterrânea	Não	Saída		30/06/2022

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

Figura 6-73 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Rio Casca - MG.



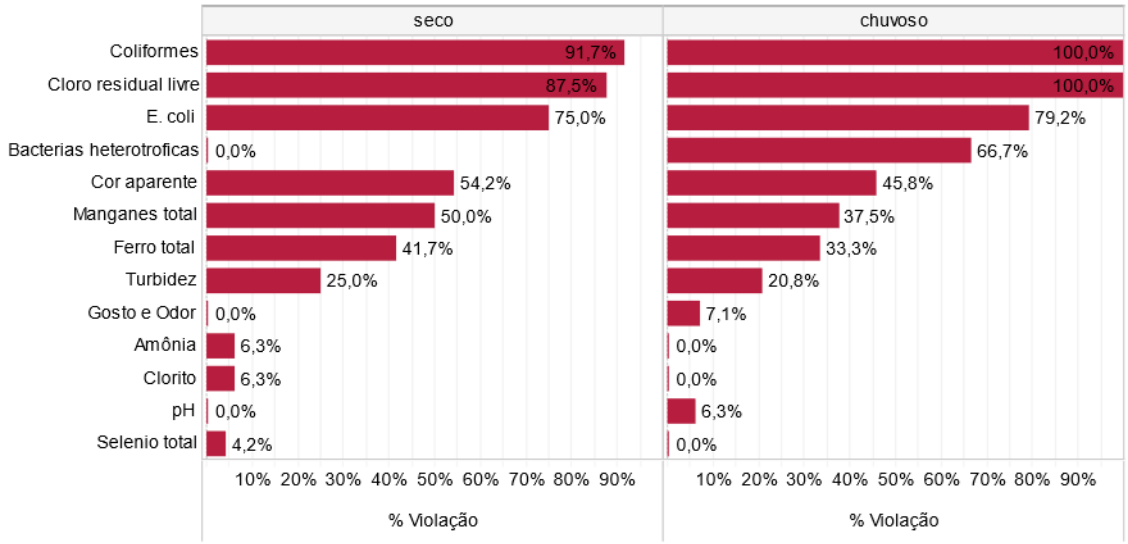
6.8.1 - Pontos sem tratamento

6.8.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Rio Casca - MG, os percentuais de violação aos limites preconizados pela legislação vigente foram, no geral, elevados. Coliformes, cloro residual livre e *E. coli* apresentaram violação acima de 70% para os dois períodos (chuvoso e seco) (**Figura 6-74)**. Cloro residual livre (violação de 87,5% no período seco e 100% no período chuvoso) violou o limite inferior legal, apresentando concentrações abaixo do adequado. Reforça-se, no entanto, que após a revisão bianual do PMQACH, em janeiro de 2022, este parâmetro deixou de ser monitorado. Os elevados percentuais observados correspondem ao período pretérito à esta revisão. O tratamento da água com cloro é etapa imprescindível para eliminação de coliformes e *E. coli*. Isto explica os percentuais de violação destes parâmetros. O aumento da concentração destes parâmetros ocorre pela contaminação fecal da água proveniente de esgoto doméstico e criação de animais. De acordo com a mais recente revisão do plano integrado da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021), coliformes e *E. coli* são parâmetros indicados como prioritários para gestão da qualidade da água na bacia.

Destacam-se ainda os percentuais de desconformidade acima de 30% para manganês e ferro total nos dois períodos sazonais. Estes parâmetros estão presentes na composição dos rejeitos da barragem e possuem ocorrência natural na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Violações para os parâmetros gosto e odor (7,1% de violação) e pH (6,3% de violação) ocorreram somente no período chuvoso, enquanto as violações de amônia (6,3% de violação), clorito (6,3% de violação) e selênio total (4,2% de violação) ocorreram somente no período seco (**Figura 6-74**). Turbidez apresentou percentual de violação semelhante no período seco (25%) e chuvoso (21%) (**Figura 6-74**).

Figura 6-74 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto sem tratamento do município de Rio Casca-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

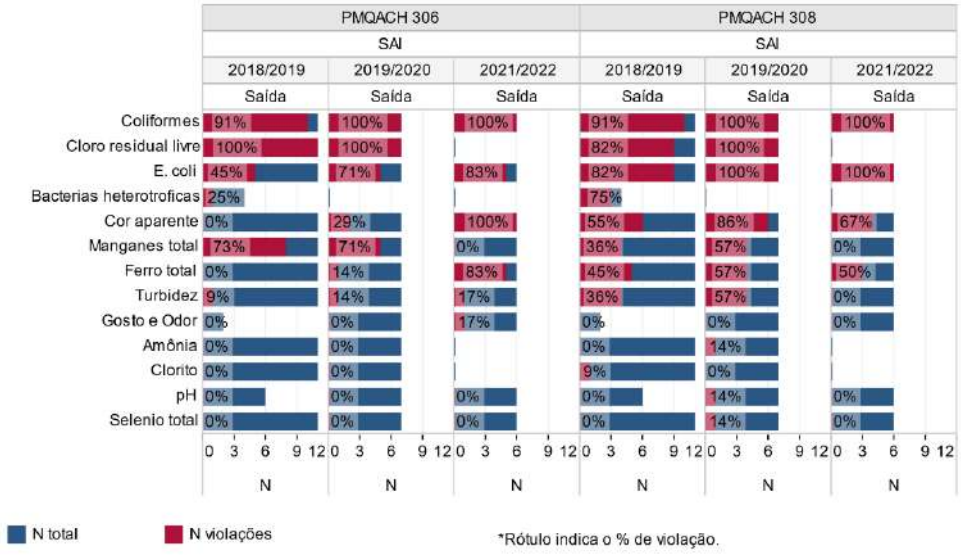


Dois pontos foram monitorados no município de Rio Casca, ambos sem tratamento, com captação subterrânea e abastecimento do tipo SAI. O ponto PMQACH 306 apresentou violação acima de 90% para coliformes durante todo o monitoramento (**Figura 6-75**). As violações dos parâmetros *E. coli* (83%, violação de 5 das 6 amostras monitoradas), cor aparente (100%, violação de todas as 6 amostras monitoradas), ferro total (83%, violação de 5 das 6 amostras monitoradas), turbidez (17%, violação de 1 das 6 amostras analisadas) e gosto e odor (17%, 1 das 6 amostras analisadas) foram maiores no último ciclo do monitoramento (2021/2022). Por outro lado, manganês total não apresentou desconformidade no último ciclo de monitoramento (2021/2022) (**Figura 6-75**).

O ponto PMQACH 308 apresentou elevados percentuais de violação para coliformes e E. coli (100%, todas as 6 amostras analisadas para os dois parâmetros). Cor aparente (67% de violação, 4 das 6 amostras analisadas), manganês total (0% de violação, 0 das 6 amostras analisadas), ferro total (50% de violação, 3 das 6 amostras analisadas), turbidez (0% de violação, 0 das 6 amostras analisadas), pH (0% de violação, 0 das 6 amostras analisadas) e selênio total (0%

de violação, 0 das 6 amostras analisadas) apresentaram redução do percentual de violação no último ciclo com relação ao ciclo anterior (2019/2020) (**Figura 6-75**).

Figura 6-75 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 306 e PMQACH 308 localizados no município de Rio Casca-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

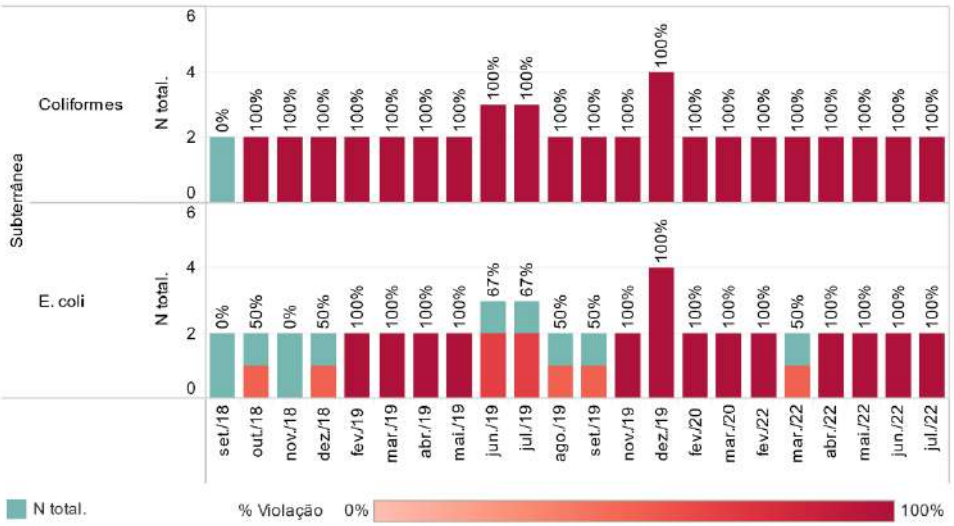


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.8.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

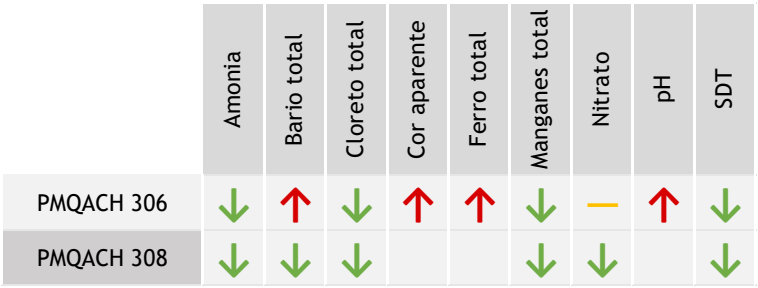
Na análise temporal, nos pontos sem tratamento, PMQACH 306 e 308, a presença de coliformes foi registrada em 21 dos 22 meses em todas as amostras coletadas no mês. O único mês em que não foi observada a presença de coliformes foi em setembro/2018. *E. coli* foi registrada em amostras coletadas em 20 dos 22 meses. Quando detectada, a presença do contaminante variou entre 50 e 100% das amostras coletadas no mês. Nos meses de setembro e novembro/2018, *E. coli* não foi registrada em nenhuma amostra (**Figura 6-76**). Não foi observado um padrão sazonal evidente para estes dois parâmetros.

Figura 6-76 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Rio Casca -MG.



Os pontos monitorados no município de Rio Casca não foram avaliados em 2020/2021 e, portanto, o ciclo do presente relatório (2021/2022) foi comparado com os anos anteriores. De maneira geral, destaca-se o padrão de redução das concentrações de amônia, cloreto total, manganês total e sólidos dissolvidos totais no último período avaliado, o que foi observado para ambos os pontos do município ($p < 0,05$) (**Figura 6-77**). O nitrato também apresentou redução de suas concentrações no último período avaliado no ponto PMQACH 308 ($p < 0,05$), mas o padrão não foi consistente no ponto PMQACH 306 (**Figura 6-77**). O bário total apresentou padrão de redução de suas concentrações no ponto PMQACH 308, mas aumento no ponto PMQACH 306 ($p < 0,05$) (**Figura 6-77**). Por fim, cor aparente, ferro total e pH apresentaram concentrações mais elevadas no último ciclo no ponto PMQACH 306 ($p < 0,05$) (**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/2022.



↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, nenhum parâmetro apresentou padrão significativo nos pontos do município de Rio Casca ($p > 0,05$).

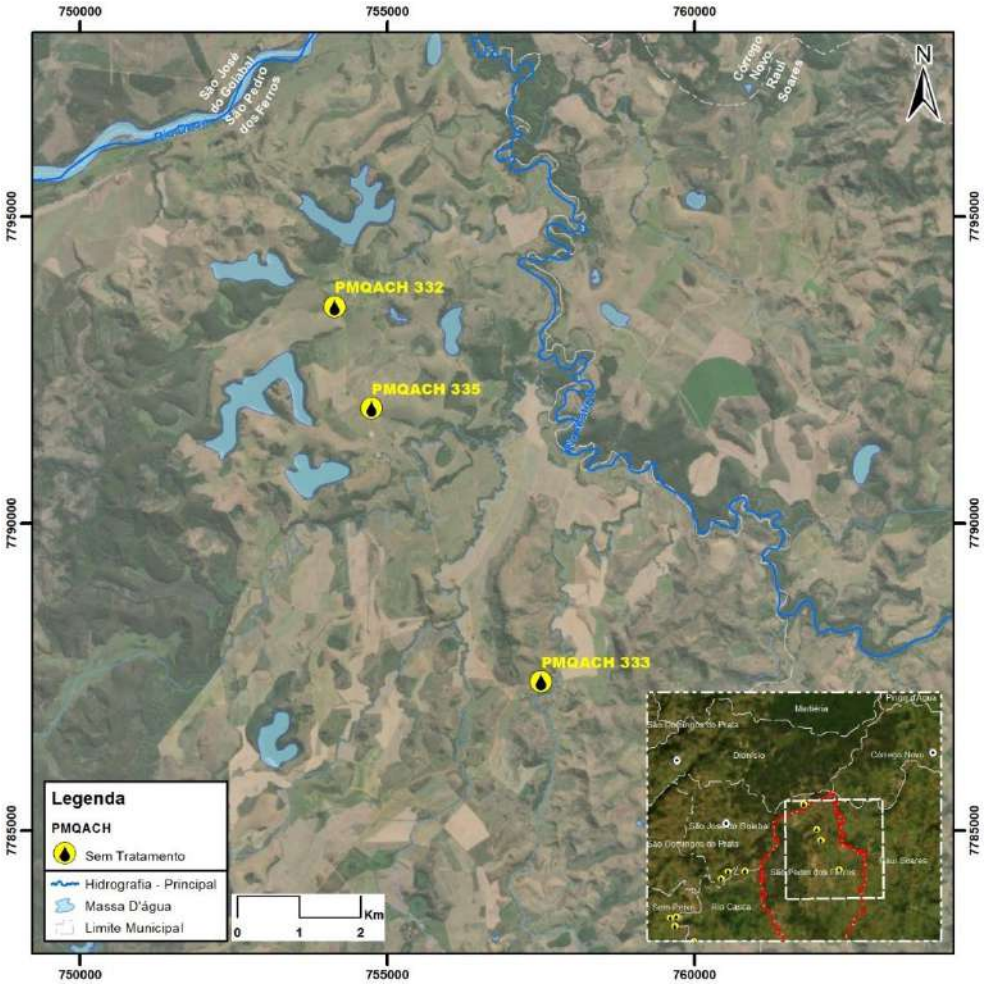
6.9 - São Pedro dos Ferros

No município de São Pedro dos Ferros-MG, foram considerados 03 (três) pontos ativos, que não possuem tratamento: dois Solução Alternativa Individual (SAI) e do tipo Solução Alternativa Coletiva (SAC) (**Figura 6-78** e **Quadro 6-30**).

Quadro 6-9 - Características do ponto do município de São Pedro dos Ferros considerado no presente relatório.

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação
PMQACH 332	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)
PMQACH 333	Subterrânea	SAC	Não	Saída	
PMQACH 335	Subterrânea	SAI	Não	Saída	

Figura 6-78 - Localização geográfica dos pontos monitorados em São Pedro dos Ferros - MG.



6.9.1 - Pontos sem tratamento

6.9.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de São Pedro dos Ferros-MG, destacam-se cloro residual livre, coliformes, *E. coli* e pH por terem apresentado percentuais de violação acima de 20% tanto no período seco quanto no chuvoso (**Figura 6-79**).

Cloro residual livre apresentou 100% de violação tanto no período seco quanto no período chuvoso (**Figura 6-79**). Reforça-se, no entanto, que após janeiro de 2022, com a revisão bianual do PMQACH, 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.

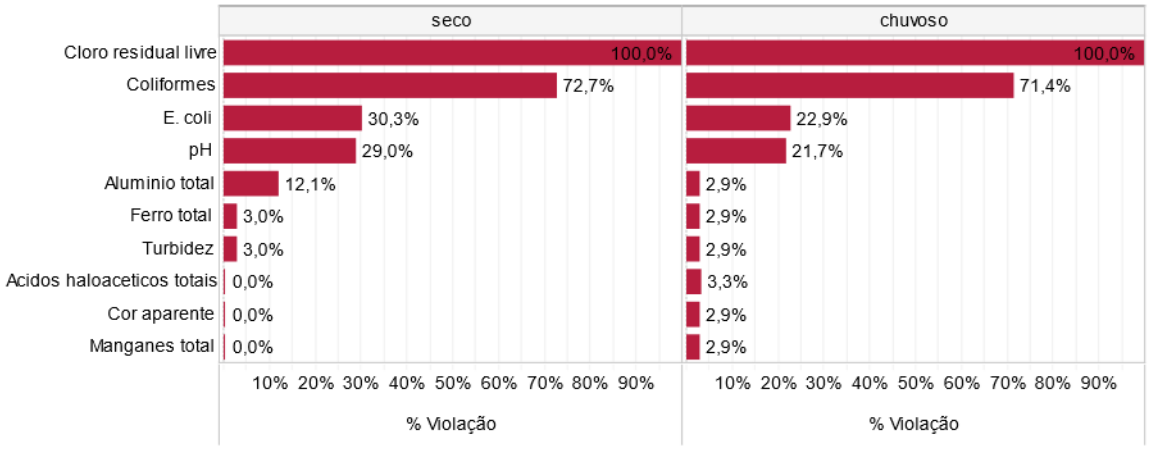
Os elevados percentuais de violação do cloro residual livre se dão principalmente no limite inferior, ou seja, as concentrações mensuradas foram menores do que o preconizado pela legislação vigente. No entanto, estas baixas concentrações são esperadas, uma vez que estes os pontos não têm sistema de tratamento de água. As consequências da ausência de cloração neste ponto incluem a colonização da água por microrganismos e patógenos, com a ocorrência de coliformes e *E. coli.*

Coliformes apresentou 72,7% e 71,4% de violação no período seco e chuvoso, respectivamente. *E. coli*, por sua vez, apresentou 30,3% de violação no período seco e 22,9% no período chuvoso. Estes dois parâmetros foram indicados como prioritários para gestão na bacia do rio Doce pela mais recente revisão do plano integrado da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Os elevados percentuais de violação de coliformes e *E. coli* indicam contaminação fecal da água, proveniente de esgoto doméstico ou provenientes da criação de animais não tratados. No município de São Pedro dos Ferros, o percentual de esgotamento sanitário é de 82,5% (IBGE, 2010). Comparando com os municípios de Minas Gerais (853 municípios no total), São Pedro dos Ferros ocupa a 177ª posição entre os municípios com

maior taxa de esgotamento sanitário adequado, sendo que a 1ª posição corresponde ao município com maior taxa de esgotamento sanitário. É importante ressaltar que 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 dos mesmos nos recursos hídricos.

Entre os demais parâmetros, destacam-se os ácidos haloacéticos totais (3,3% de violação), cor aparente (2,9% de violação) e manganês total (2,9% de violação) por violarem os limites legais somente no período chuvoso (**Figura 6-79**).

Figura 6-79 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto sem tratamento do município de São Pedro dos Ferros-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



Um total de 3 pontos foram monitorados no município de São Pedro dos Ferros, todos sem tratamento de água e captação subterrânea.

O ponto PMQACH 332 possui abastecimento tipo SAI e apresentou, no geral, baixos percentuais de violação no último ciclo (2021/2022). Neste ponto, coliformes apresentou o maior percentual de violação de todo o monitoramento no último ciclo (83% de violação, 5 de 6 amostras analisadas).

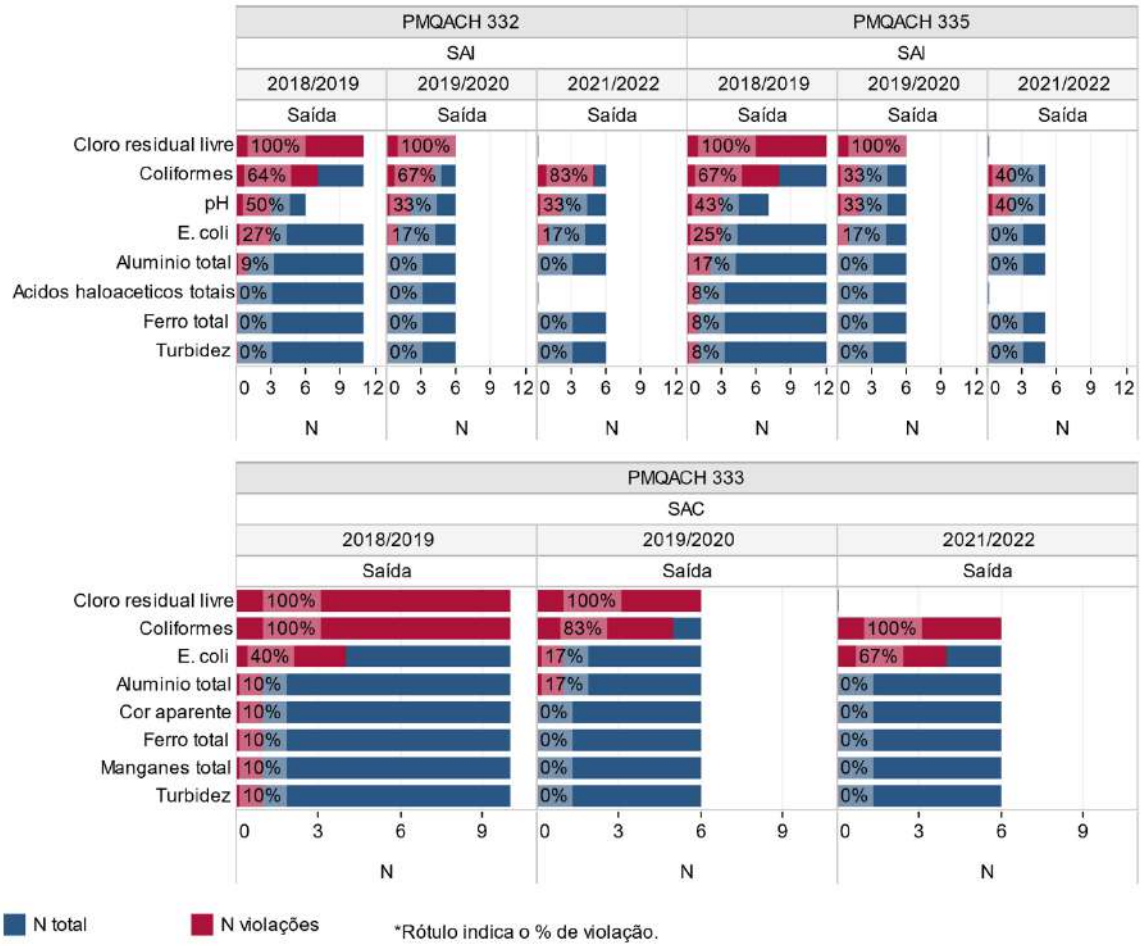
Em 2021/2022, pH apresentou 33% de violação (2 das 6 amostras analisadas) e *E. coli* 17% de violação (1 das 6 amostras analisadas), mesmos resultados observados no ciclo anterior, de 2019/2020. Demais parâmetros estiveram em conformidade com a legislação neste ponto em 2021/2022 (**Figura 6-80**).

O ponto PMQACH 335, também com abastecimento tipo SAI, apresentou baixos percentuais de violação para o ciclo de 2021/2022. Apenas coliformes e pH apresentaram desconformidade no período (40% de violação, 2 de 5 amostras analisadas). Demais parâmetros como *E. coli*, alumínio total, ácidos haloacéticos, ferro total e turbidez que em períodos anteriores do monitoramento apresentaram violação, em 2021/2022 estiveram em conformidade (**Figura 6-80**).

O ponto PMQACH 333, com abastecimento tipo SAC, apresentou ao longo de todo monitoramento percentuais elevados de violação para coliformes. No último ciclo, o percentual de violação deste parâmetro foi de 100% (todas as 6 amostras analisadas).

Em 2021/2022, *E. coli* registrou 67% de violação (4 de 6 amostras), o que representou um aumento em relação a períodos anteriores. Demais parâmetros como alumínio total, cor aparente, ferro total, manganês total e turbidez, que em 2018/2019 apresentou violações pontuais (10%), esteve em conformidade nos dois períodos seguintes (2019/2020 e 2021/2022) (**Figura 6-80**).

Figura 6-80 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 332, PMQACH 335 e PMQACH 333 localizados no município de São Pedro dos Ferros-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



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

6.9.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Os pontos sem tratamento de água monitorados no município de São Pedro dos Ferros registraram presença de coliformes em todos os 20 meses monitorados. Já *E. coli* só não foi identificada em amostras dos meses de novembro/2018, outubro/2019, abril/2022 e julho/2022. Não foi observado padrão sazonal ou temporal evidente para coliformes e *E. coli* no período analisado (**Figura 6-81**).

Figura 6-81 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* dos pontos sem tratamento, localizados no município de São Pedro dos Ferros-MG, e sua variação entre período chuvoso e seco.



Os pontos do município de São Pedro dos Ferros não foram avaliados em 2020/2021 e, portanto, o ciclo do presente relatório (2021/2022) foi comparado com os anos anteriores. De maneira geral, destaca-se o padrão de redução das concentrações de cobre total no último período avaliado, o que foi observado para todos os pontos do município ($p < 0,05$) (**Figura 6-82**).

Por outro lado, as concentrações de bário total apresentaram concentrações mais elevadas no último ciclo em todos os pontos do município ($p < 0,05$) (**Figura 6-82**). De forma mais pontual, alumínio total, ferro total e manganês total apresentaram padrões de redução de suas concentrações no último período avaliado ($p < 0,05$) (**Figura 6-82**). Sólidos dissolvidos

totais apresentou padrão de redução de suas concentrações no ponto PMQACH 333, mas aumento no ponto PMQACH 335 ($p < 0,05$) (**Figura 6-82**). Por fim, cloreto total, dureza total, sódio total, sulfato e zinco total apresentaram concentrações mais elevadas no último ciclo em alguns pontos ($p < 0,05$) (**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/2022.

	Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cobre total	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Sodio total	SDT	Sulfato	Zinco total
PMQACH 332	↓	↑	↑	↓	—			↑		↑	
PMQACH 333	—	↑		↓		—	—		↓	↑	↑
PMQACH 335	↓	↑		↓	↑	↓	↓	↑	↑		

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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 cloreto total apresentou padrão significativo, sendo suas concentrações superiores no período seco nos pontos PMQACH 333 e PMQACH 335 ($p < 0,05$) (**Figura 6-83**).

Figura 6-83 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Cloreto total
PMQACH 333	●
PMQACH 335	●

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

6.10 - Caratinga

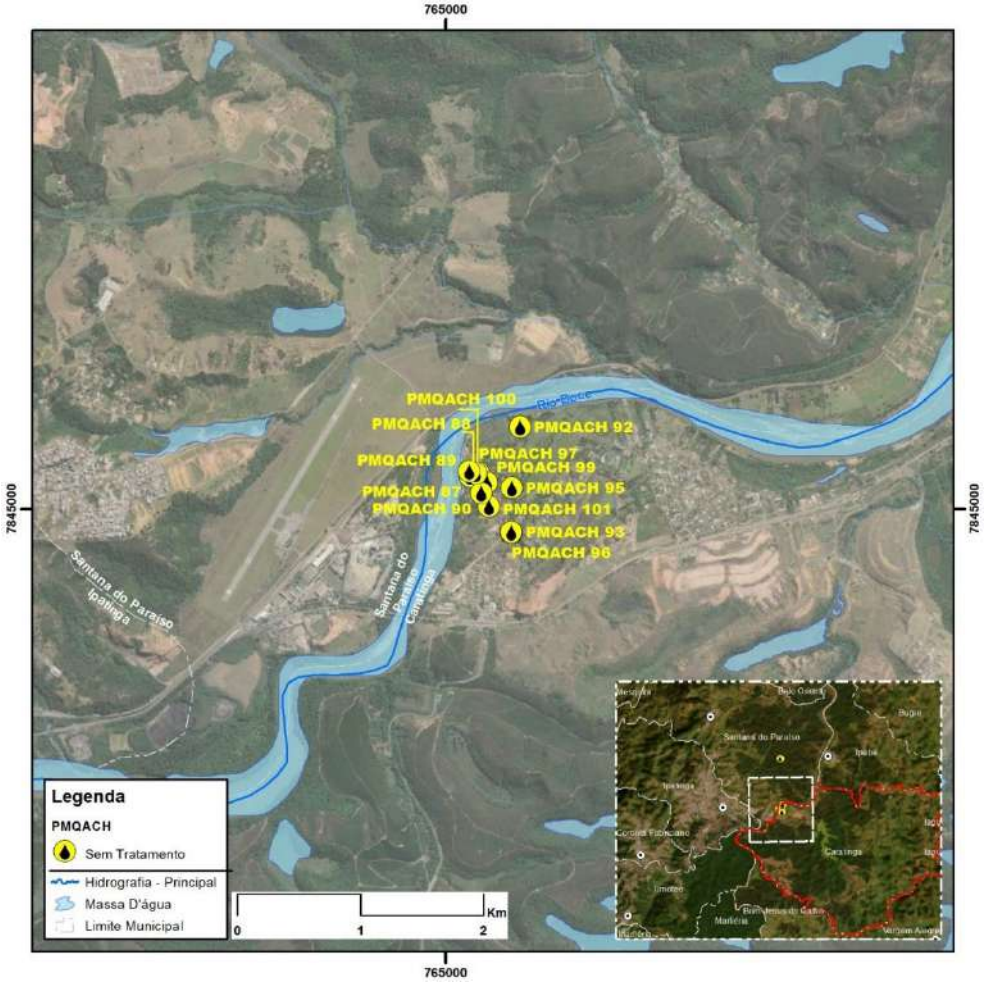
No município de Caratinga foram considerados 12 (doze) pontos ativos, todos eles com captação subterrânea do tipo Solução Alternativa Individual (SAI), sem tratamento de água (**Figura 6-84** e **Quadro 6-10**).

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

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 87	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 88	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 89	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 90	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 92	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 93	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 95	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 96	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 97	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 99	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 100[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		26/05/2022
PMQACH 101	Subterrânea	SAI	Não	Saída		

Ponto excluído após 3 tentativas de coletas consecutivas sem sucesso.

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



6.10.1 - Pontos sem tratamento

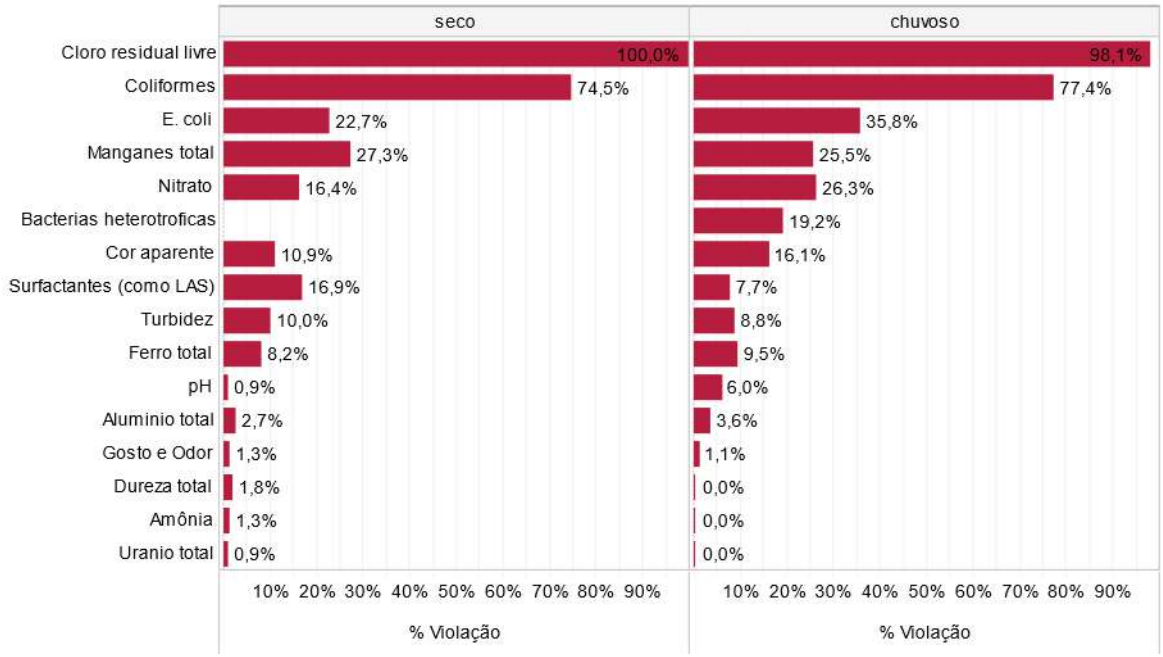
6.10.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

No município de Caratinga-MG, cloro residual livre e coliformes foram os parâmetros que apresentaram os maiores percentuais de violação (**Figura 6-85**). De maneira geral, as concentrações de cloro residual livre foram baixas, violando o limite inferior legal. É importante reforçar que, com a revisão bianual do PMQACH, o parâmetro cloro residual livre deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento, a partir de janeiro/2022, e os elevados percentuais de violação desse parâmetro se referem aos períodos de medição anteriores à esta revisão.

A existência de contaminação por microrganismos indica relação com contaminação fecal proveniente de esgoto doméstico ou criação de animais. A mais recente revisão do plano integrado da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021), apontou coliformes como parâmetro prioritário para busca de soluções, assim como apontado previamente no plano da bacia do rio Doce de 2010. A ausência de tratamento do esgoto doméstico gerado pelos municípios da bacia do rio Doce (aproximadamente 68% do esgoto vai diretamente para os cursos d'água) é um problema histórico na bacia (PIRH Doce, 2021). De acordo com os dados do IBGE (2010), o município de Caratinga (MG) trata um total de 71,4% do esgoto, sendo o tratamento caracterizado como convencional (contemplando as etapas de floculação, decantação, filtração, desinfecção). Comparando com as cidades de Minas Gerais (total de 853 cidades), Caratinga ocupa a 341ª posição com relação à adequação do esgotamento sanitário (a 1ª posição é a que contém melhor adequação de esgotamento sanitário). Vale destacar que, a taxa de esgotamento sanitário não reflete sua eficiência, ou seja, um tratamento ineficiente ainda terá como resultado o lançamento de matéria orgânica e patógenos nos recursos hídricos.

E. coli, manganês total e nitrato também apresentaram percentual de violação acima de 20% (nitrato somente para a estação chuvosa). Os demais parâmetros apresentaram percentual de violação < 20%, ressaltando bactérias heterotróficas, cor aparente, surfactantes (como LAS), turbidez, ferro total, pH, alumínio total, gosto e odor, dureza total, amônia e urânio total (**Figura 6-85**). Para a maioria dos parâmetros não houve grandes diferenças entre os percentuais de violação entre o período seco e chuvoso, porém os parâmetros dureza total, amônia e urânio total não apresentaram violação (0%) para o período chuvoso e violações pontuais no período seco (<2%).

Figura 6-85 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Caratinga-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



Um total de 12 pontos foram analisados no município de Caratinga (PMQACH 87, PMQACH 88, PMQACH 89, PMQACH 90, PMQACH 92, PMQACH 93, PMQACH 95, PMQACH 96, PMQACH 97, PMQACH 99, PMQACH 100 e PMQACH 101). Todos os pontos apresentaram captação subterrânea e são do tipo SAI.

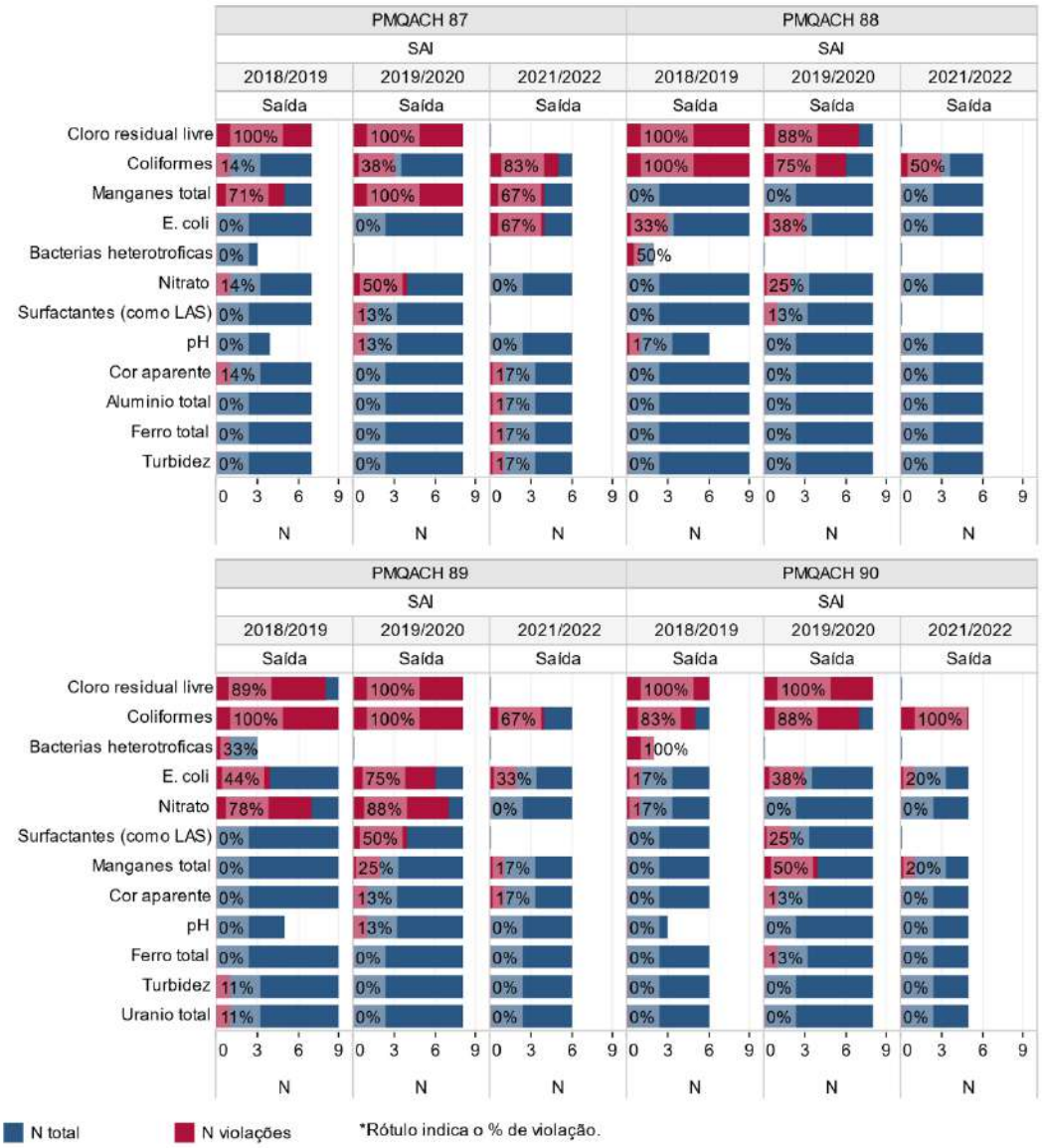
O ponto PMQACH 87 registrou, em 2021/2022, aumento nos percentuais de violação para coliformes (83%, 5 de 6 amostras), *E. coli* (67%, 4 de 6 amostras) e cor aparente, alumínio total, ferro total e turbidez (17%, 1 de 6 amostras) em relação aos anos anteriores. Manganês total registrou 67% de amostras em desconformidade em 2021/2022, uma redução em relação ao período anterior (**Figura 6-86**).

O ponto PMQACH 88 somente apresentou desconformidade em 2021/2022 para coliformes, com 50% de violação (3 de 6 amostras), uma redução gradual desde o início do monitoramento (**Figura 6-86**).

No ponto PMQACH 89 foi registrado em 2021/2022 redução nos percentuais de violação para coliformes (67%, 4 de 6 amostras) e *E. coli* (33%, 2 de 6 amostras). Manganês total e cor aparente registraram violação pontual de 17% (1 de 6 amostras) (**Figura 6-86**).

Em PMQACH 70 coliformes apresentou, em 2021/2022, todas as amostras em desconformidade (100%, 5 amostras). *E. coli* e manganês total registraram violação pontual de 20% (1 de 5 amostras) (**Figura 6-86**).

Figura 6-86 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 87, PMQACH 88, PMQACH 89 e PMQACH 90, localizado no município de Caratinga-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, 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.

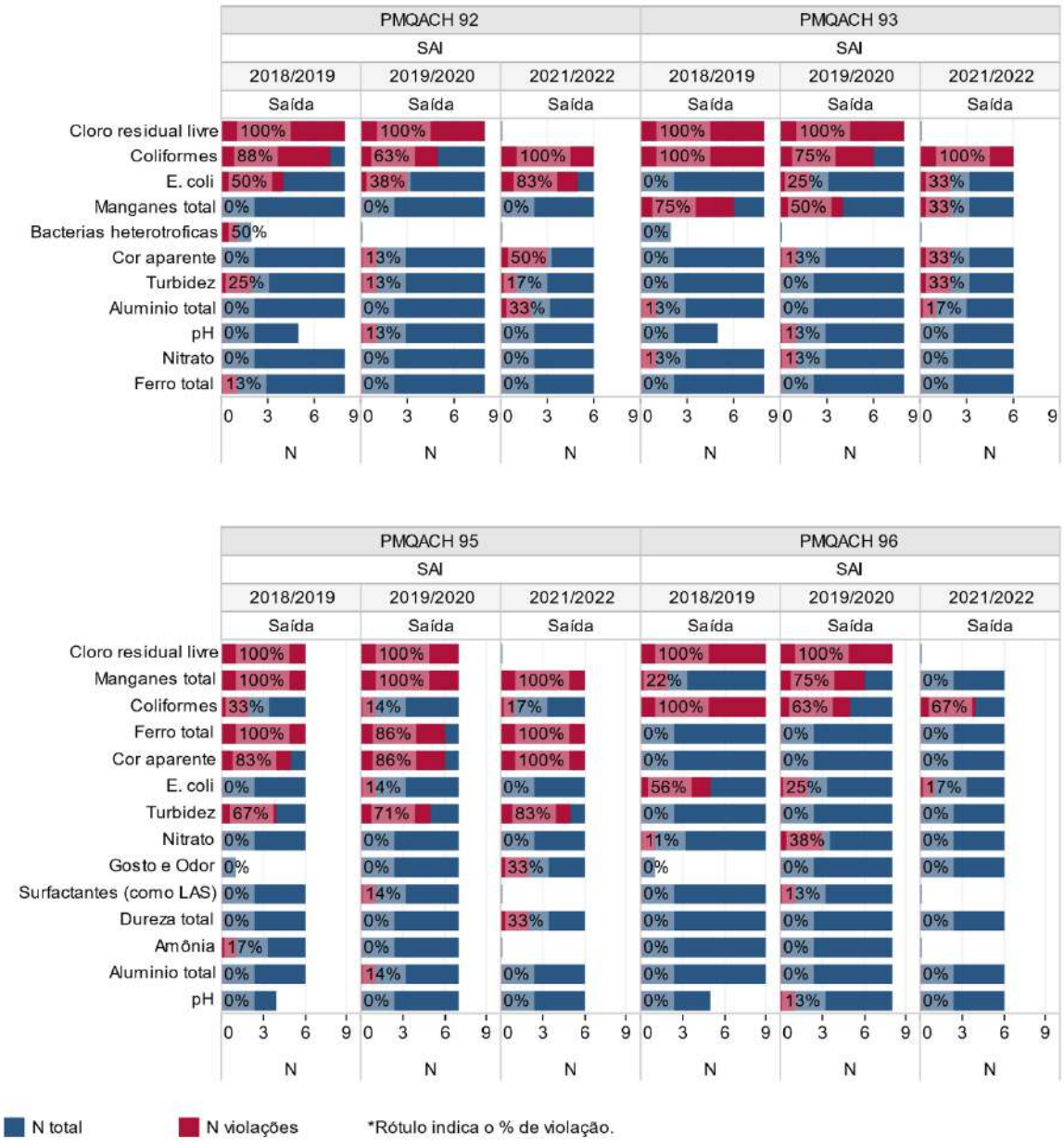
Nos pontos PMQACH 92, em 2021/2022, coliformes registrou 100% de violação (6 amostras), *E. coli* 83% (5 de 6 amostras), cor aparente 50% (3 de 6 amostras) turbidez 17% (1 de 6 amostras) e alumínio total 33% (2 de 6 amostras). Todos estes resultados representaram um aumento em relação ao período anterior (**Figura 6-87**).

No ponto PMQACH 93, coliformes também registrou 100% de violação (todas as 6 amostras). *E. coli*, manganês total, cor aparente e turbidez apresentaram violação de 33% (2 de 6 amostras) e alumínio total, violação pontual de 17% (1 de 6 amostras) (**Figura 6-87**).

O ponto PMQACH 95 registrou, em 2021/2022, 100% de violação para manganês total, ferro total e cor aparente (todas as 6 amostras). Neste mesmo período turbidez registrou 83% de violação (45 de 6 amostras), gosto e odor e dureza total 33% (2 de 6 amostras) e coliformes 17% (1 de 6 amostras. No geral, estes resultados de 2021/2022 foram mais elevados do que o observado no período anterior (**Figura 6-87**).

Em 2021/2022 o ponto PMQACH 96 somente registrou desconformidade para coliformes (67% de violação 4 de 6 amostras) e *E. coli* (17%, 1 de 6 amostras) (**Figura 6-87**).

Figura 6-87 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 92, PMQACH 93, PMQACH 95 e PMQACH 96, localizado no município de Caratinga-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.



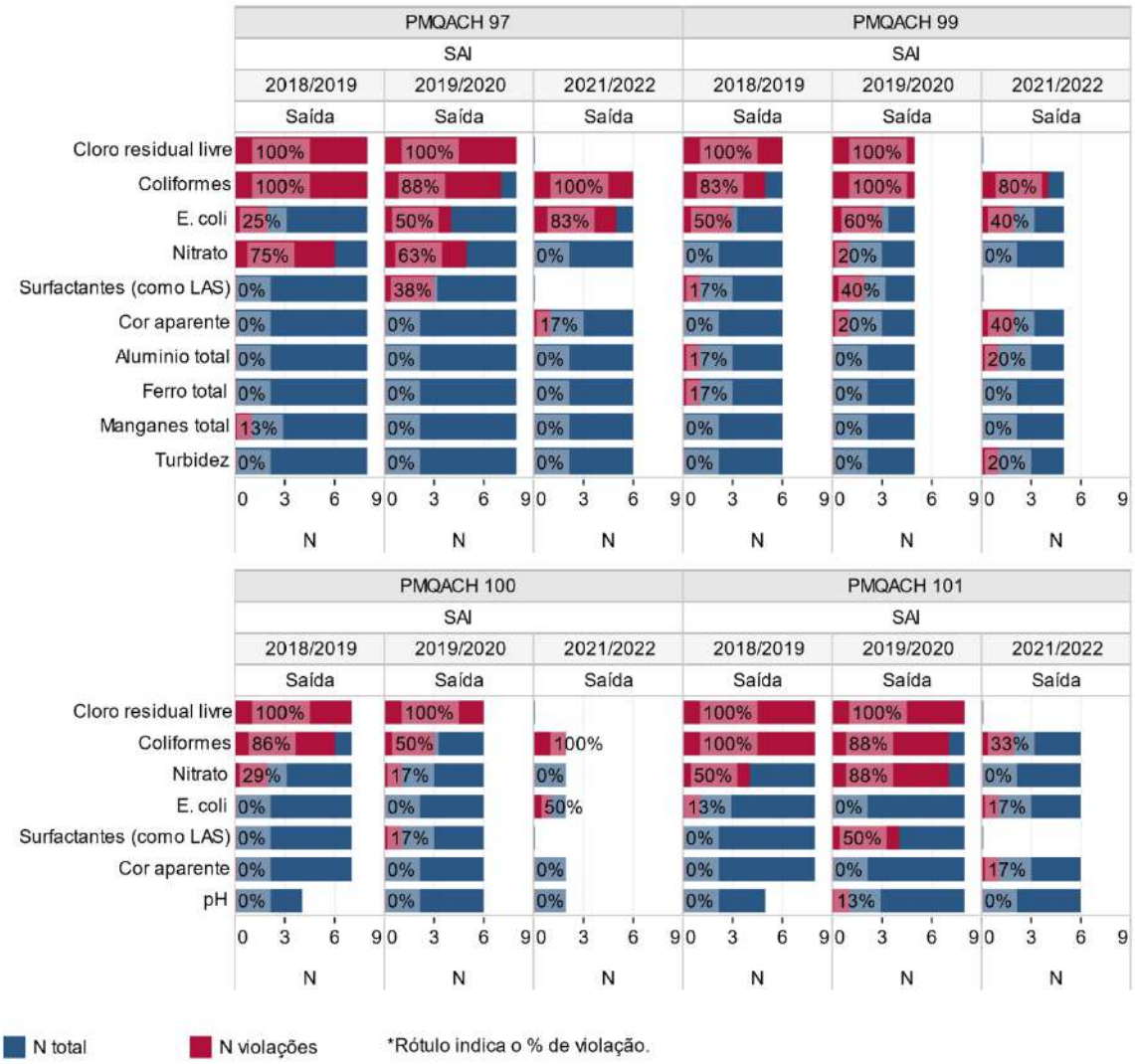
No ponto PMQACH 97 coliformes registrou100% de violação em 2021/2022 (todas as 6 amostras), *E. coli* 83% (5 de 6 amostras) e cor aparente 17% (1 de 6 amostras). Estes resultados representaram um aumento no percentual desconforme em relação ao período anterior (**Figura 6-88**).

No ponto PMQACH 99 o parâmetro coliformes registrou 80% de violação em 2021/2022 (4 de 5 amostras) e coliformes 40% (2 de 5 amostras), uma redução no percentual de violação em relação a períodos anteriores. Por outro lado, cor aparente apresentou 40% de violação (2 de 5 amostras) e alumínio total e turbidez 20% (1 de 5 amostras), o que representou um aumento em relação aos períodos anteriores (**Figura 6-88**).

Em PMQACH 100 apenas coliformes e *E. coli* registraram desconformidade em 2021/2022 com 100% (todas 2 amostras) e 50% de violação (1 de 2 amostras), respectivamente (**Figura 6-88**).

No ponto PMQACH 101 coliformes violou 33% das amostras do período de 2021/220 (2 de 6 amostras), uma redução significativa em relação a períodos anteriores. *E. coli* e cor aparente registraram violação pontual de 17% (1 de 6 amostras) (**Figura 6-88**).

Figura 6-88 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 97, PMQACH 99, PMQACH 100 e PMQACH 101, localizado no município de Caratinga-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.

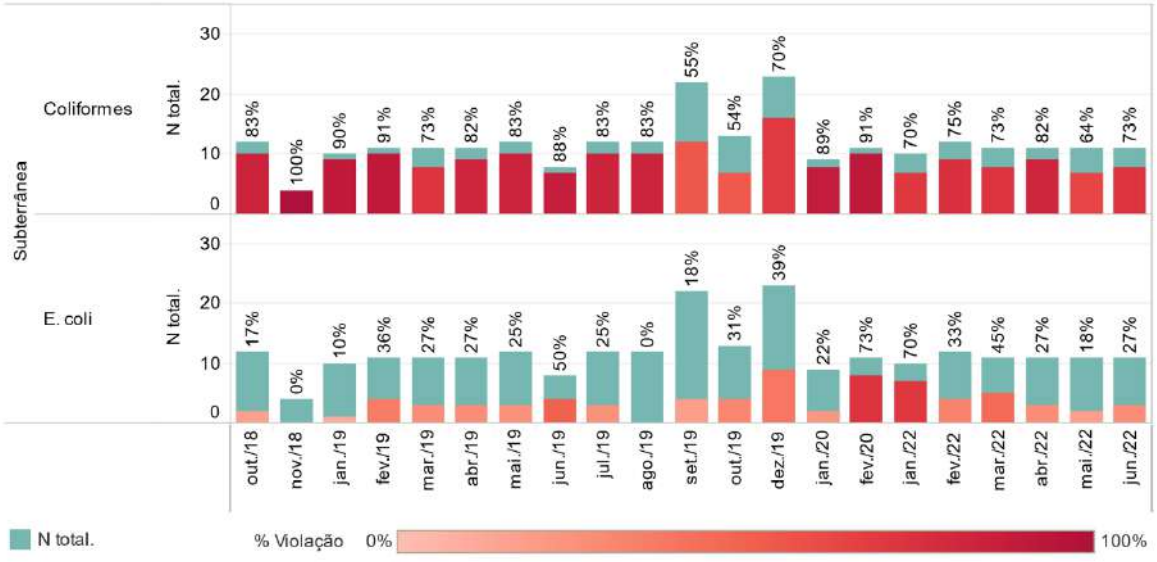


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.10.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Ao longo de todo monitoramento, os pontos de captação subterrânea do município de Caratinga registraram a presença de coliformes em todos os meses de monitoramento, com percentuais acima 70% de violação nas amostras coletadas. Em menores percentuais, *E. coli* também foi detectado nas amostras coletadas em todos os meses monitorados (exceto em novembro/2018). Para nenhum dos dois parâmetros foi possível observar um padrão temporal ou sazonal da presença destes contaminantes microbiológicos (**Figura 6-89**).

Figura 6-89 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e *E. coli* e percentuais de violação em captação subterrânea, no município de Caratinga.



Para os demais parâmetros, alguns resultados foram significativos temporalmente, ou seja, com reduções ou aumentos entre os anos avaliados, especialmente cloreto total, cobre total, manganês total e sólidos dissolvidos totais ($p < 0,05$) (**Figura 6-90**). De maneira geral, bário total, cobre total, manganês total, nitrato, sódio total e sólidos dissolvidos totais apresentaram redução de seus valores no ano de 2021/2022 ($p < 0,05$) (**Figura 6-90**). Por outro lado, dureza total, sulfato, turbidez e zinco total apresentaram aumento em alguns pontos do município de Caratinga ($p < 0,05$) (**Figura 6-90**).

Figura 6-90 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Alumínio total	Bário total	Cloreto total	Cobre total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sódio total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 87			↓	↓			—	↓	—			↓	↑	—	
PMQACH 88		↓	↓	↓	↓			↓	↓			↓	↑		
PMQACH 89	—	↓	↓	↓		↓		↓	↓		↓	↓	—		↑
PMQACH 90		—		—		—			—	—		↓			
PMQACH 92	↑		↑	↓	↑	—		↓	↑					—	
PMQACH 93				—		↑	↑			↑				↑	—
PMQACH 95		—	↑	↓		↑				—	—	—	↑		
PMQACH 96		—		↓		↑		↓		↑					
PMQACH 97		↓	↓	↓			↑	↓	↓		↓	↓	—		
PMQACH 99	—			—				—						↑	↑
PMQACH 100								↓							
PMQACH 101				↓				↓	↓		↓	↓			

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, foram poucos os parâmetros e pontos que apresentaram resultados significativos ($p < 0,05$) (**Figura 6-91**). Os pontos PMQACH 89, 93, 95 e 97 não apresentaram nenhum parâmetro com diferença significativa entre os períodos chuvosos e secos ($p > 0,05$). O parâmetro dureza total apresentou resultados significativos em um maior número de pontos do município de Caratinga, com resultados superiores no período chuvoso ($p < 0,05$) (**Figura 6-91**). Em relação aos pontos, destaca-se o PMQACH 100, que apresentou um maior número de parâmetros com resultados significativos, sendo a maioria com resultados superiores no período chuvoso, com exceção do cobre total ($p < 0,05$) (**Figura 6-91**). Vale destacar os resultados de trihalometanos totais, que apresentaram resultados superiores no período seco nos pontos PMQACH 87 e 96 ($p < 0,05$) (**Figura 6-91**).

Figura 6-91 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Bario total	Cloreto total	Cobre total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Trihalometanos totais	Turbidez
PMQACH 87					●							●	
PMQACH 88					●				●				
PMQACH 90							●						●
PMQACH 92		●			●					●			
PMQACH 96												●	
PMQACH 99								●					
PMQACH 100	●	●	●	●					●		●		
PMQACH 101						●							

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

6.11 - Santana do Paraíso

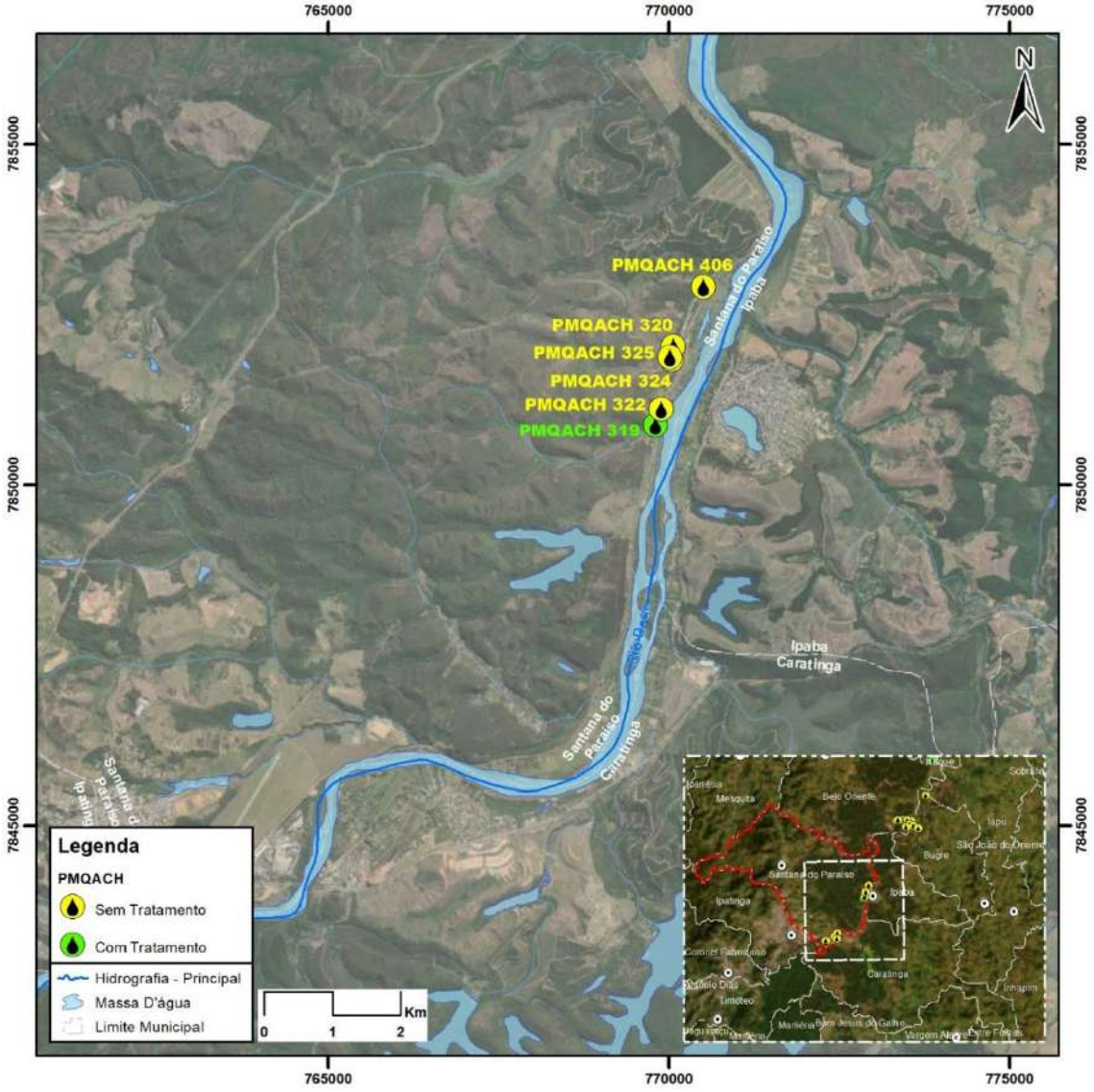
No município de Santana do Paraíso-MG, foram considerados 06 (seis) pontos ativos, sendo que um é do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e possui tratamento. Os demais não possuem tratamento de água e são do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) (**Figura 6-92** e **Quadro 6-11**).

Quadro 6-11 - Características do ponto do município de Santana do Paraíso considerado no presente relatório.

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 319	Subterrânea	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA n° 396/2008 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 320	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	10/05/2022
PMQACH 322[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 324	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 325	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 406	Subterrânea	SAI	Não	Saída		

1) **Ponto retirado em 28/04/2022 - e-mail CT Saúde.**

Figura 6-92 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Santana do Paraíso-MG.



6.11.1 - Pontos sem tratamento

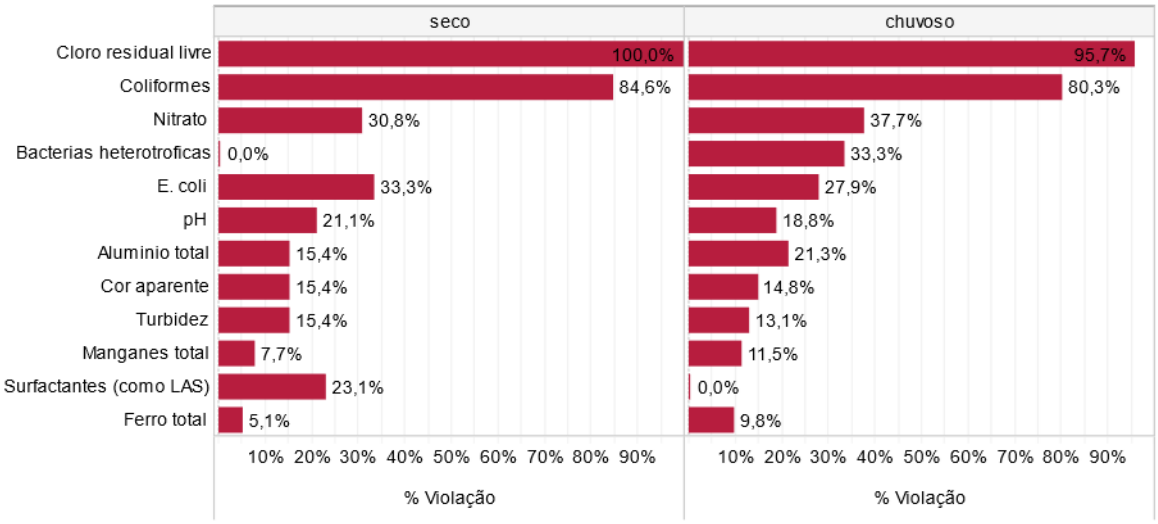
6.11.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Santana do Paraíso-MG, destacam-se cloro residual livre e coliformes por apresentarem percentuais de violação acima de 80% para os dois períodos, chuvoso e seco (**Figura 6-93**). Cloro residual livre apresentou 100% de violação no período seco e 95,7% no período chuvoso. Reforça-se que após a revisão bianual do PMQACH em janeiro de 2022, este parâmetro deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento. Os elevados percentuais de violação observados correspondem a períodos pretéritos à esta revisão.

O segundo parâmetro com o maior percentual de violação foi coliformes (84,6% no período seco e 80,3% no período chuvoso) (**Figura 6-93**), indicando contaminação fecal proveniente de esgoto não tratado, doméstico ou de criação de animais. No município de Santana do Paraíso, o percentual de esgotamento sanitário é de 77,2% (IBGE, 2010). Comparando-o com os municípios de Minas Gerais (total de 853 municípios), Santana do Paraíso ocupa a 246ª posição entre os municípios com maior taxa de esgotamento sanitário (IBGE, 2010), sendo que a 1ª posição corresponde ao município com maior taxa de esgotamento sanitário. Vale destacar que a taxa de esgotamento sanitário não reflete sua eficiência, ou seja, um tratamento ineficiente ainda terá como resultado o lançamento de matéria orgânica e patógenos nos recursos hídricos.

Entre os demais parâmetros, destacam-se bactérias heterotróficas (33,3% de violação) por violar o limite legal somente no período chuvoso, e surfactantes (23,1% de violação), por apresentar violação somente no período seco (**Figura 6-93**).

Figura 6-93 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Santana do Paraíso- 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



Um total de 5 pontos sem tratamento foram monitorados, todos com captação subterrânea e forma de abastecimento tipo SAI.

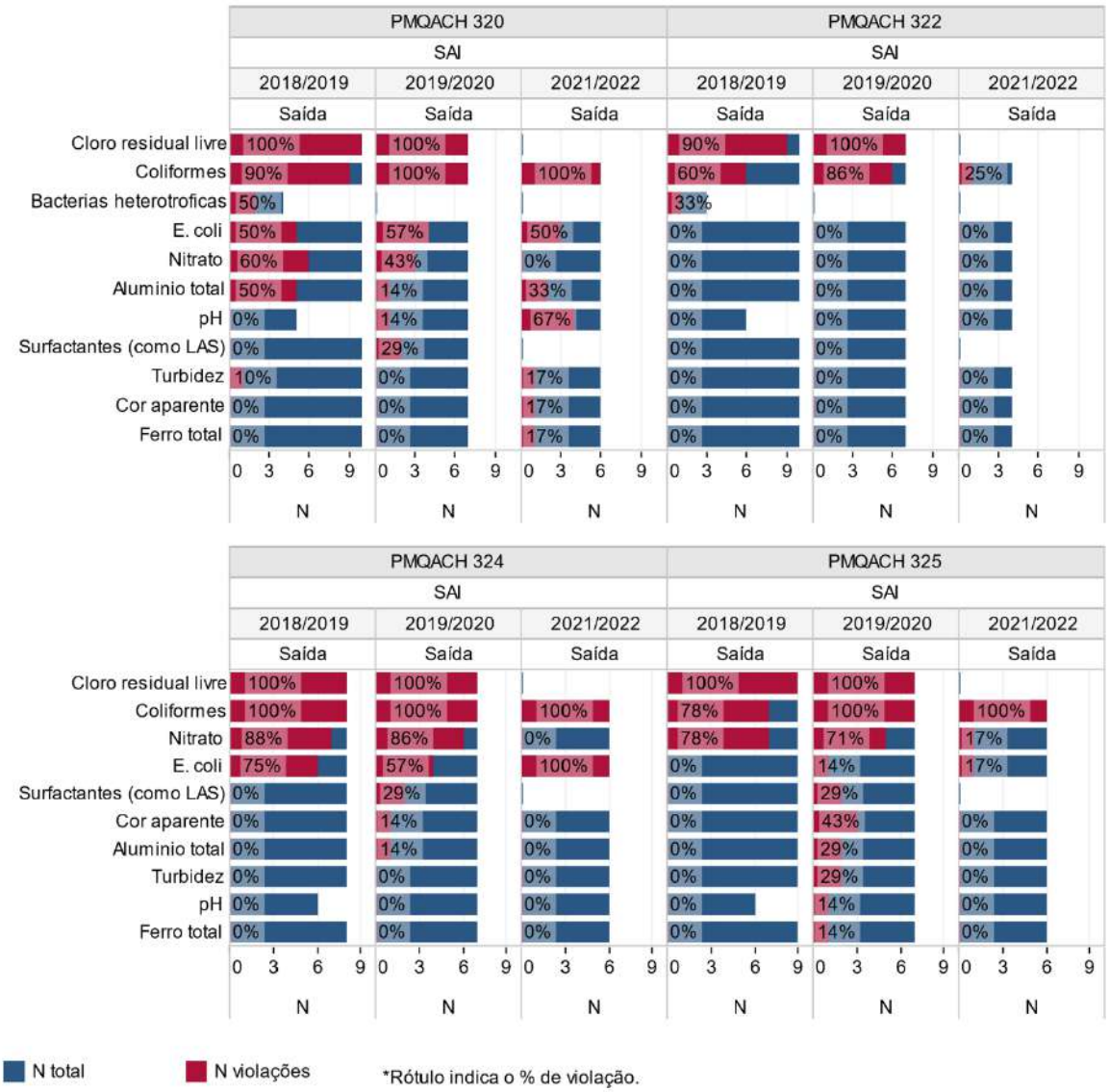
O ponto PMQACH 320 apresentou 100% de violação para coliformes nos últimos dois ciclos monitorados (2019/2020 e 2021/2022) (**Figura 6-94**). Foi observada uma diminuição nos percentuais de violação para *E. coli* (50% de violação, 3 das 6 amostras analisadas) e nitrato (0% de violação, 0 das 6 amostras analisadas) no último ciclo (2021/2022) com relação ao ciclo anterior (2019/2020). No entanto, em 2021/2022, violações para alumínio total (33% de violação, 2 das 6 amostras analisadas), pH (67% de violação, 4 das 6 amostras analisadas), turbidez (17% de violação, 1 das 6 amostras analisadas), cor aparente (17% de violação, 1 das 6 amostras analisadas) e ferro total (17% de violação, 1 das 6 amostras analisadas) foram maiores em relação ao ciclo anterior (**Figura 6-94**).

No ponto PMQACH 322, foi observado, no último ciclo, violação somente para coliformes (25%, violação de 1 das 4 amostras analisadas). Os demais parâmetros apresentaram conformidade com os limites legais (**Figura 6-94**).

No ponto PMQACH 324, foi observado 100% de violação em todo o período amostrado para coliformes (**Figura 6-94**). *E. coli* apresentou aumento do percentual de violação no último ciclo (100% de violação, todas as 6 amostras analisadas) com relação aos ciclos anteriores. Parâmetros como cor aparente e alumínio total que apresentaram violações em 2019/2020, estiveram em conformidade no último ciclo de 2021/2022 (**Figura 6-94**).

No ponto PMQACH 325, coliformes apresentou 100% de violação nos últimos dois ciclos (2019/2020 e 2021/2022). Nitrato e *E. coli* apresentaram violação pontual de 17% (1 de 6 amostras analisadas). Os demais parâmetros não violaram os limites legais no último ciclo (**Figura 6-94**).

Figura 6-94 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 320, PMQACH 322, PMQACH 324 e PMQACH 325 localizados no município de Santana do Paraíso-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.

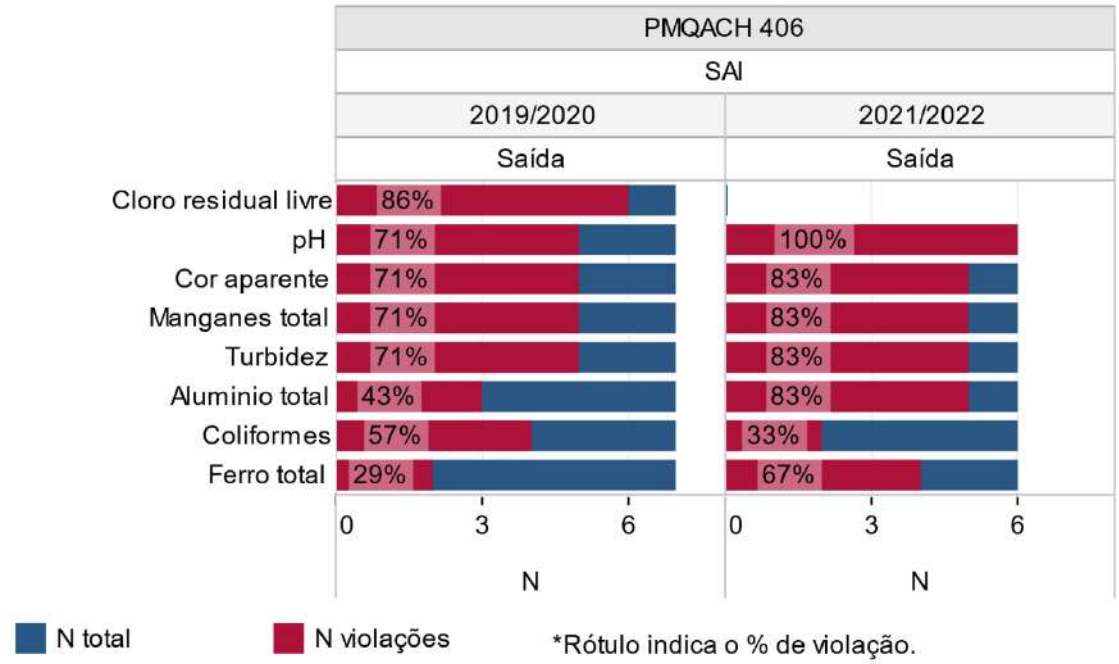


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

No ponto PMQACH 406 foram observados os mais elevados percentuais de violação entre os pontos monitorados em Santana do Paraíso nos ciclos de 2019/2020 e 2021/2022.

Neste ponto, em 2021/2022, pH apresentou 100% de violação (todas as 6 amostras analisadas), cor aparente, manganês total, turbidez e alumínio total apresentando cada um 83% de violação (5 das 6 amostras analisadas para cada parâmetro) e ferro total apresentou 67% de violação (4 das 6 amostras analisadas), percentuais estes mais elevados do que o observado no período anterior. Coliformes foi o único parâmetro que em 2021/2022 apresentou redução no percentual de violação em relação ao período anterior, com 33% (2 das 6 amostras analisadas), (**Figura 6-95**).

Figura 6-95 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 406 localizado no município de Santana do Paraíso-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.

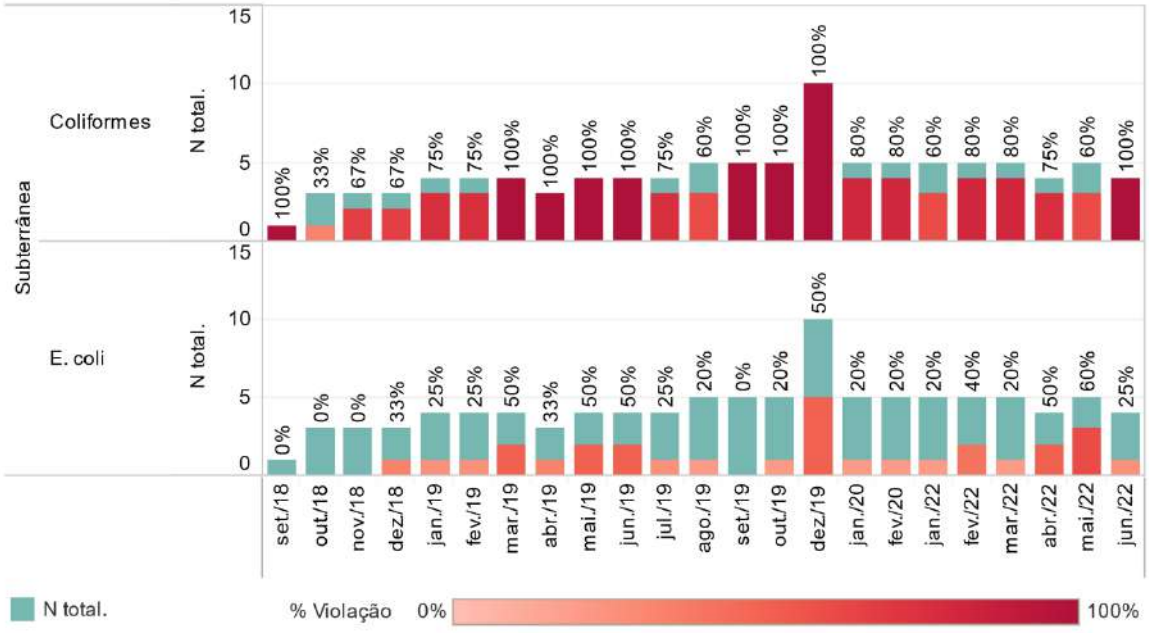


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.11.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos sem tratamento, a presença de coliformes foi registrada em todos os meses de monitoramento, com percentuais variando entre 33 e 100% de amostras que no mês registraram a presença do contaminante (**Figura 6-96**). Para *E. coli*, os percentuais de amostras no mês com a presença do microrganismo não ultrapassaram 60%. Dos 23 meses monitorados, 4 deles não registraram a presença de *E. coli* (**Figura 6-96**). Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para presença de coliformes ou *E. coli* no período analisado (**Figura 6-96**).

Figura 6-96 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* dos pontos sem tratamento localizados no município de Santana do Paraíso-MG, e sua variação entre período chuvoso e seco.



Os pontos sem tratamento avaliados no município Santana do Paraíso não foram avaliados em 2020/2021 e, portanto, o ciclo do presente relatório (2021/2022) foi comparado com os anos anteriores. O ponto PMQACH 406 foi amostrado somente em 2019/2020 e 2021/2022, os resultados, portanto, referem-se à comparação somente entre estes dois anos.

De maneira geral, destaca-se o padrão de redução das concentrações de sólidos dissolvidos totais no último período avaliado, o que foi observado em todos dos pontos do município ($p < 0,05$) (**Figura 6-97**). Além deste parâmetro, manganês total, nitrato, ferro total e bário total também apresentaram padrão de redução de suas concentrações em 2021/2022 em relação a anos anteriores em alguns pontos do município ($p < 0,05$) (**Figura 6-97**). O sulfato, por outro lado, apresentou concentrações mais elevadas nos pontos PMQACH 324 e 325 no último período avaliado ($p < 0,05$) (**Figura 6-97**). Cloreto total e dureza total apresentaram padrões diferenciados entre os pontos, vezes apresentando concentrações superiores no último período e em outros pontos apresentando concentrações inferiores ($p < 0,05$) (**Figura 6-97**). Os demais parâmetros apresentaram resultados significativos de maneira pontual ($p < 0,05$) (**Figura 6-97**).

Figura 6-97 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

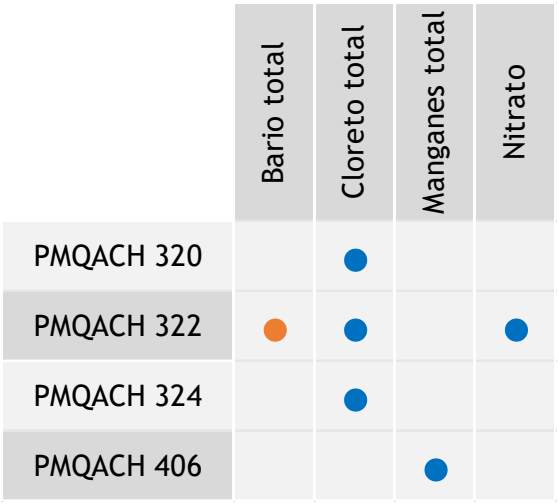
	Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 320		↓	↓	↓		—	↓	↓	↓			
PMQACH 322			↑		↓		↑		↓			
PMQACH 324			—	↑	↓	↓	↓		↓	↑		
PMQACH 325	↓	↓	—	—		↓			↓	↑	↓	↑
PMQACH 406									↓	—		

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, poucos pontos e parâmetros apresentaram diferença significativa entre os períodos chuvosos e secos. Cloreto total apresentou, de maneira geral, concentrações superiores durante o período chuvoso ($p < 0,05$) (**Figura 6-98**). Manganês total

e nitrato também apresentaram concentrações mais elevadas durante o período chuvoso, mas de forma pontual ($p < 0,05$) (**Figura 6-98**). Bário total apresentou concentrações mais elevadas durante o período seco no ponto PMQACH 322 ($p < 0,05$) (**Figura 6-98**).

Figura 6-98 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



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

6.11.2 - Pontos com tratamento

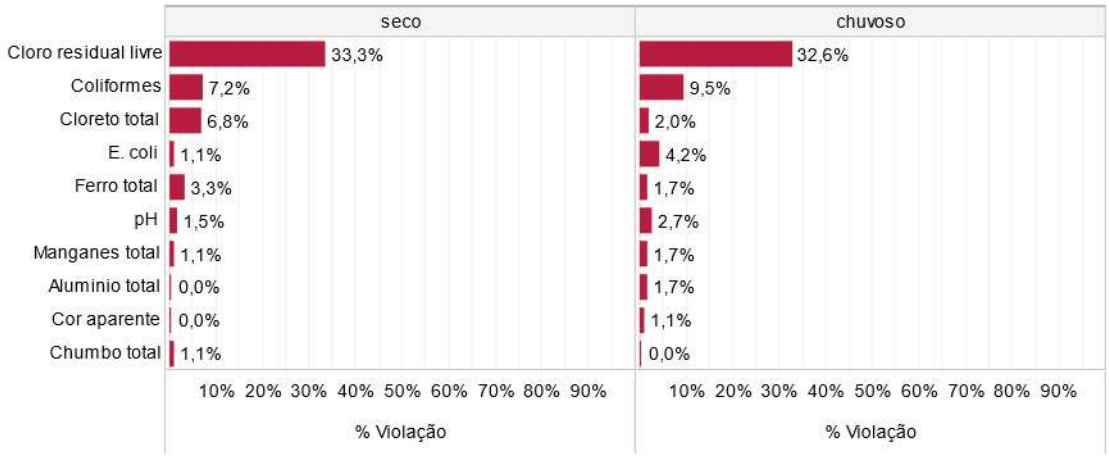
6.11.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o ponto com tratamento do município de Santa do Paraíso, foram observados, no geral, baixos percentuais de violação não ultrapassando 34% para os dois períodos (chuvoso e seco) (**Figura 6-99**).

Cloro residual livre se destaca por apresentar os maiores percentuais de violação tanto no período seco (33,3%) quanto no período chuvoso (32,6%). 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 o segundo maior percentual de violação para os dois períodos (7,2% no período seco e 9,5% no período chuvoso) (**Figura 6-99**). Com relação aos demais

parâmetros, destacam-se alumínio total (1,7% de violação) e cor aparente (1,1% de violação) por não violarem os limites legais no período seco, e chumbo total (1,1% de violação) por não apresentar violação no período chuvoso.

Figura 6-99 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



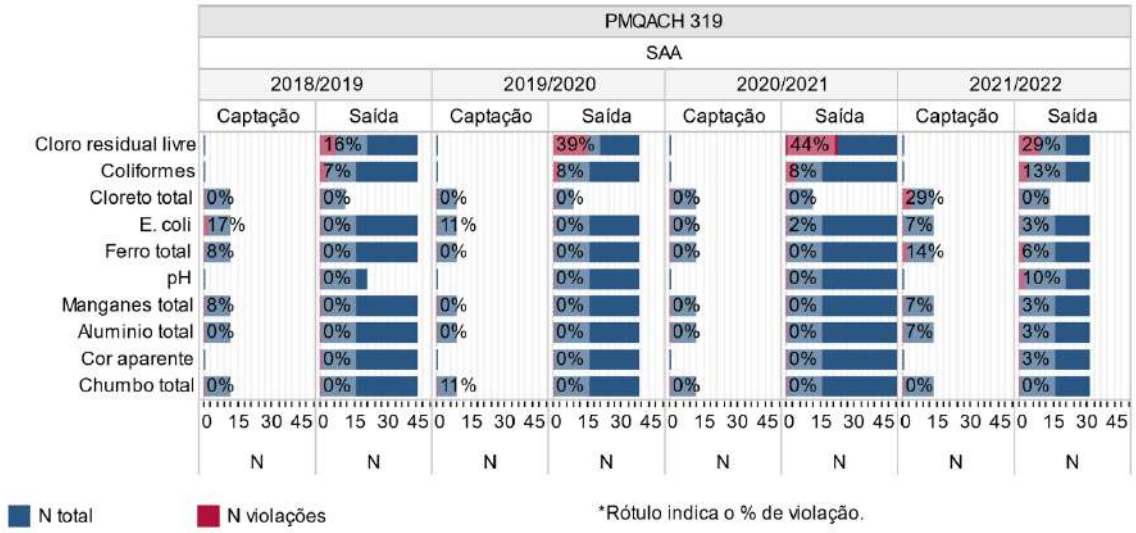
O ponto PMQACH 319, possui tratamento de água, captação subterrânea e abastecimento tipo SAA.

Em 2021/2022, na catação deste ponto, foi observado violação de 29% para cloreto total (4 de 14 amostras), pela primeira vez no monitoramento. Na saída do ponto, no entanto, o parâmetro apresentou conformidade. Ferro total apresentou 14% de violação na captação (2 de 14 amostras) e 6% na saída (2 de 31 amostras). Manganês total e alumínio total também apresentaram violação pontual na captação (7% para ambos, 1 de 14 amostras) e na saída (3% para ambos, 1 de 31 amostras), resultados estes superiores ao observado em períodos pretéritos.

Em relação a pontos monitorados exclusivamente na saída, foi observada uma diminuição do percentual de violação no último ciclo para cloro residual livre (29% de violação, 9 de 31 amostras analisadas) com relação aos dois ciclos anteriores (2019/2020 e

2020/2021). Coliformes, pH e cor aparente apresentaram aumento nos percentuais de violação na saída do último ciclo quando comparado com os ciclos anteriores (**Figura 6-100**).

Figura 6-100 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 319 localizado no município de Santana do Paraíso-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.



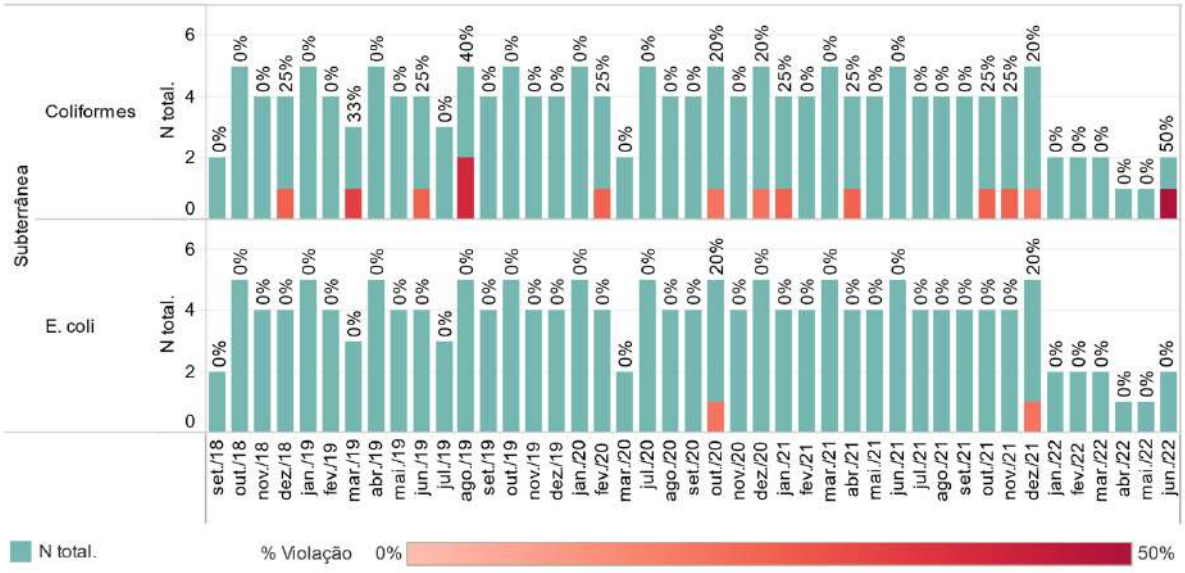
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.11.2.2 - 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 13 dos 43 meses monitorados, com variações entre 20 e 50% de amostras no mês com a presença do contaminante (**Figura 6-101**).

E. coli foi registrada em apenas 2 dos 43 meses amostrados (outubro/2020 e dezembro/2021). O percentual de amostras no mês com a presença de *E. coli* nestes dois meses foi de 20%. No geral, não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para presença de coliformes ou *E. coli* no período analisado (**Figura 6-101**).

Figura 6-101 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento localizados no município de Santana do Paraíso-MG.



No ponto PMQACH 319, todos os resultados significativos apresentaram redução dos valores em 2021/2022 em relação aos anos anteriores ou padrões não claros. Os padrões não claros estão relacionados a aumentos e reduções ao longo do monitoramento sem um padrão consistente, ou mudanças nos valores dos limites de quantificação dos métodos analíticos. Alumínio total, nitrato, pH, sólidos dissolvidos totais e turbidez apresentaram redução dos valores em 2021/2022 em comparação aos anos anteriores tanto na captação quanto na saída do ponto ($p < 0,05$) (**Figura 6-102**). Sulfato apresentou o mesmo padrão, mas somente na captação, enquanto ferro total e manganês total somente na saída do ponto ($p < 0,05$) (**Figura 6-102**).

Figura 6-102 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 319	Captacao	↓				—	↓	↓	—	↓	↓	↓	—
	Saida	↓	—	—	↓	↓	↓	↓		↓		↓	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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.

No ponto PMQACH 319, somente o pH na saída do ponto apresentou diferença significativa sazonalmente, apresentando resultados superiores durante o período seco ($p < 0,05$).

6.12 - Bugre

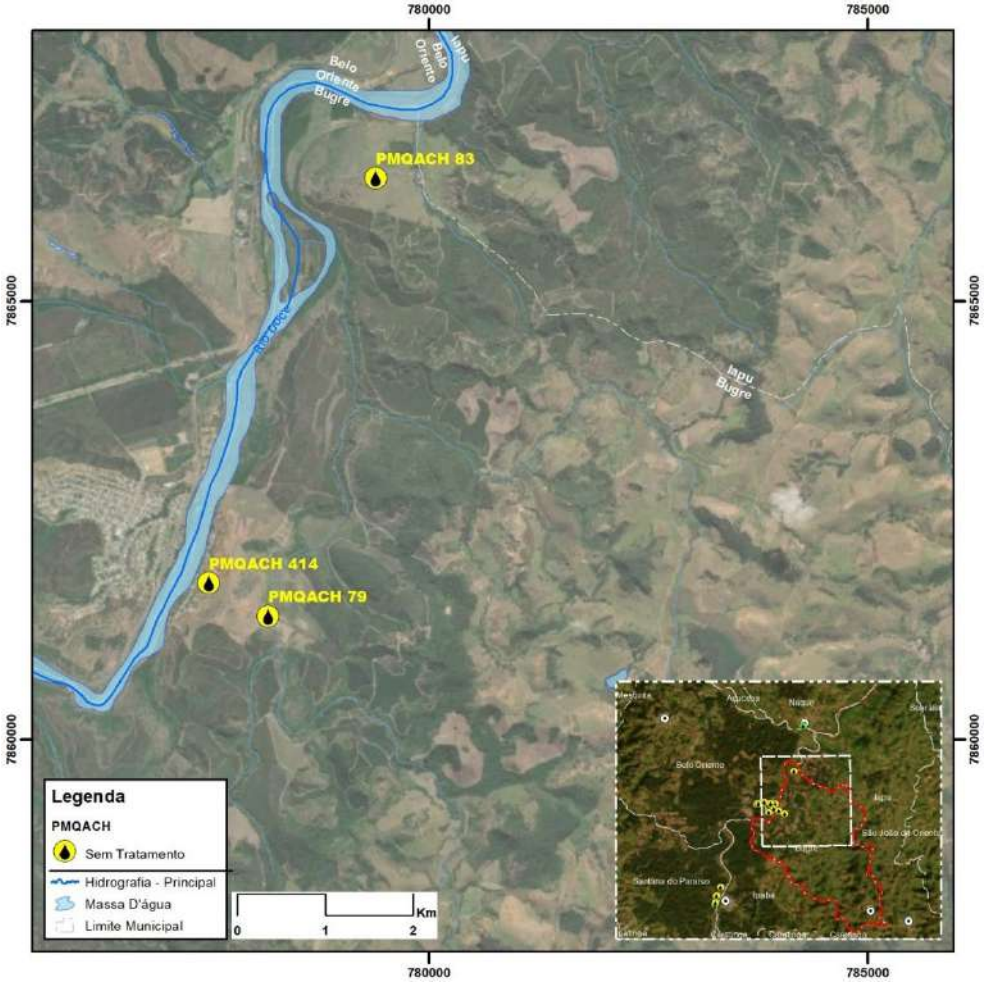
No município de Bugre-MG, foram considerados 03 (três) pontos ativos, sem tratamento de água, sendo dois que possuem abastecimento do tipo Solução Alternativa Individual (SAI) e um do tipo Soluções Alternativas Coletivas (SAC) (**Figura 6-103** e **Quadro 6-12**).

Quadro 6-12 - 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 79	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 83[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 414	Subterrânea	SAC	Não	Saída		

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

Figura 6-103 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Bugre-MG.



6.12.1 - Pontos sem tratamento

6.12.1.1 - 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 97,5% no período chuvoso (**Figura 6-104**). As violações observadas para o cloro residual livre foram, no geral, com resultados abaixo da faixa do limite estabelecido no Anexo XX da PRC n° 5/2017, 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 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.

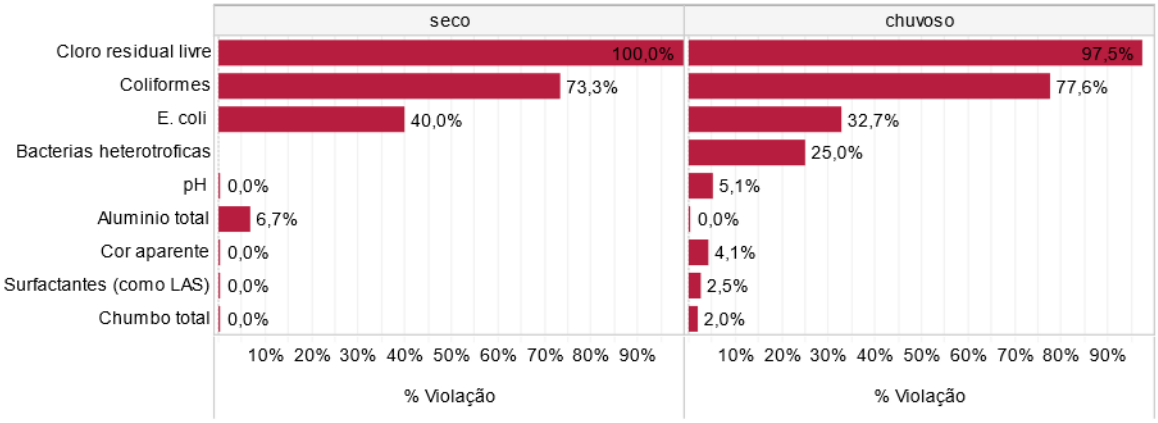
Dessa forma, a contaminação microbiológica observada pode estar relacionada a não adição de cloro nas águas. Os coliformes apresentaram percentual de violação similar entre o período chuvoso (77,6%) e o período seco (73,3%), assim como *E. coli*, cujo percentual de violação foi de 40% no período seco e 32,7% no período chuvoso (**Figura 6-104**).

Em menores percentuais, os parâmetros pH (5,1%), cor aparente (4,1%), surfactantes (como LAS) (2,5%) e chumbo total (2%) apresentaram violações apenas no período chuvoso, enquanto alumínio total apresentou violação apenas no período seco (7%) (**Figura 6-104**).

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 804ª posição de 853 cidades em nível de esgotamento sanitário adequado (considera-se a 1ª posição como a que contém esgotamento sanitário mais adequado). O reduzido percentual de tratamento adequado do

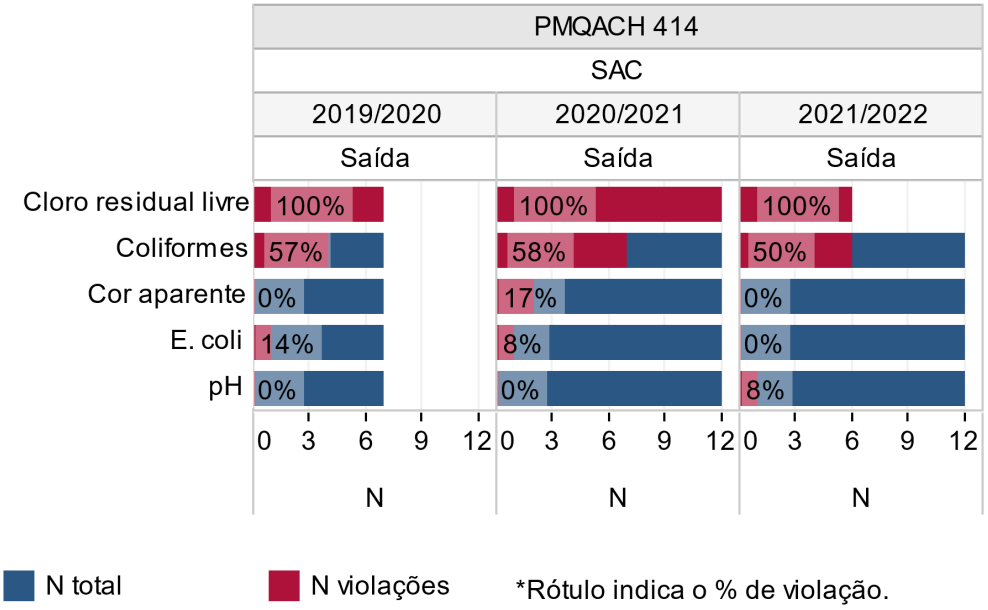
esgoto sanitário no município ajuda a explicar a contaminação por coliformes e *E. coli*, dois parâmetros indicados como prioritários para gestão na bacia do rio Doce.

Figura 6-104 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



O ponto PMQACH 414, que possui abastecimento tipo SAC e captação subterrânea, apresentou 100% de violação para cloro residual livre em todos os períodos avaliados. No período de 2021/2022, coliformes apresentou 50% de violação (violação de 6 das 12 amostras avaliadas) o que representa uma pequena redução em relação aos períodos anteriores (58% em 2020/2021 e 57% em 2019/2020. Os demais parâmetros analisados (cor aparente, *E. coli* e pH) apresentaram < 10% de violação para o mesmo período, sendo que cor aparente e *E. coli* não apresentaram violação no período avaliado neste relatório (2021/2022) (**Figura 6-105**).

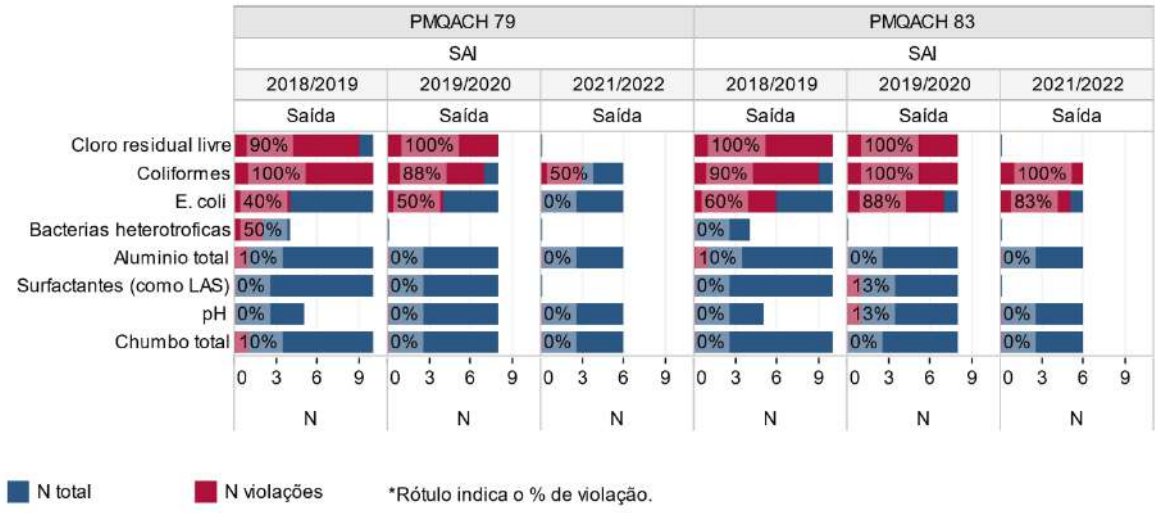
Figura 6-105 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 414, localizado no município de Bugre-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.



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 de abastecimento tipo SAI e captação subterrânea (PMQACH 79 e 83) não apresentaram violação para o período de 2021/2022 para alumínio total, pH e chumbo (**Figura 6-106**). O ponto PMQACH 79 também não apresentou violação para *E. coli* (0 violações das 6 amostras avaliadas) o que representa uma redução relevante em relação aos períodos anteriores (40% em 2018/2019 e 50% em 2019/2020). Este mesmo parâmetro apresentou 83% de violação (5 das 6 amostras avaliadas) para o ponto PMQACH 83, resultado similar ao do período anterior (88%). Este ponto também apresentou elevado percentual de violação para coliformes nos dois últimos períodos monitorados (100% – todas as amostras avaliadas) (**Figura 6-106**).

Figura 6-106 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 79 e PMQACH 83, localizado no município de Bugre-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.

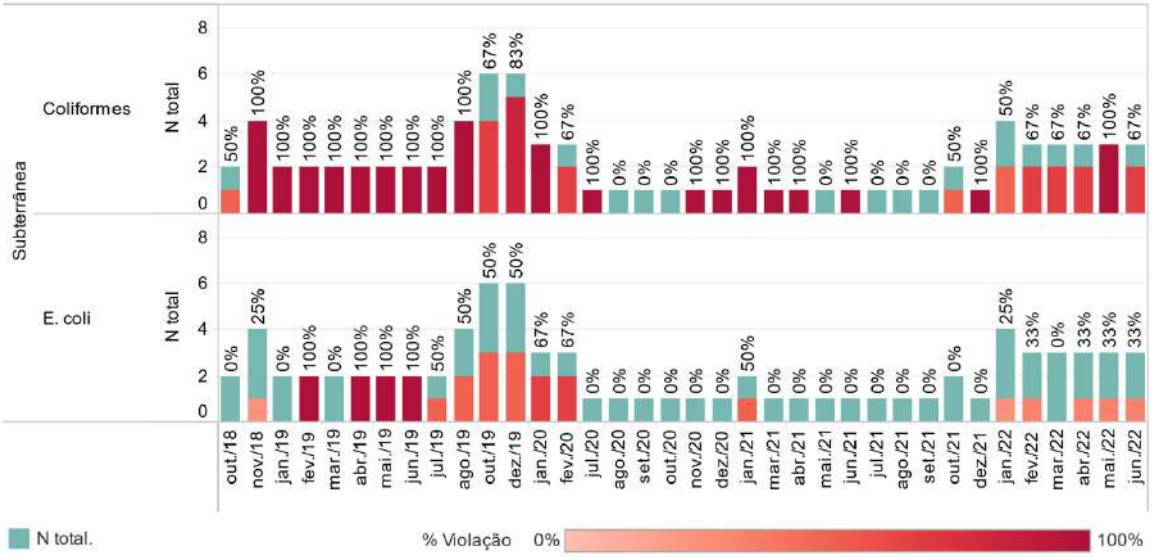


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.12.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Os pontos de captação subterrânea do tipo SAC e SAI (todos os pontos) não apresentaram 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/21 a julho/22 a presença de *E. coli* variou entre 0% e 33%, uma redução em relação ao início do monitoramento, onde a presença de *E. coli* alcançava 50 a 100% com maior frequência. De modo similar, coliformes que no início do monitoramento foi detectada a presença em 100% das análises, no período do relatório variou mais entre 0 e 67% de presença nas amostras avaliadas (**Figura 6-107**).

Figura 6-107 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e *E. coli* e percentuais de violação em captação subterrânea, no município de Bugre.



Para os demais parâmetros, alguns resultados foram significativos temporalmente, ou seja, com reduções ou aumentos entre os anos avaliados, especialmente cobre total, dureza total, ferro total, manganês total, sódio total e sólidos dissolvidos totais ($p < 0,05$) (**Figura 6-108**). Quando avaliamos os padrões temporais significativos em relação ao último período avaliado (2021/2022), nota-se que os parâmetros cor aparente e sulfato apresentaram, de forma geral, resultados não consistentes, ou seja, não foi possível identificar aumento ou redução ao longo dos anos (**Figura 6-108**). De maneira geral, cobre total, ferro total e manganês total apresentaram redução em 2021/2022, especialmente nos pontos PMQACH 79 e 83 ($p < 0,05$) (**Figura 6-108**). Por outro lado, dureza total apresentou, em sua maioria, padrões de aumento ($p < 0,05$) (**Figura 6-108**). No ponto PMQACH 414 também se notou aumento do pH, sódio total e sólidos dissolvidos totais ($p < 0,05$) (**Figura 6-108**).

Figura 6-108 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Bario total	Cobre total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 414	↓	↓		↑				↑	↑	↑			
PMQACH 79		↓	—	↑	↓	↓				↓	—	↓	
PMQACH 83		↓	—		↓	↓	↓		↓	↓			↑

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, foram poucos os parâmetros que apresentaram resultados significativos nos pontos avaliados no município de Bugre (**Figura 6-109**). Ressaltam-se o parâmetro sulfato, que apresentou resultados superiores no período chuvoso para os pontos PMQACH 79 e 83 ($p < 0,05$) (**Figura 6-109**). Cloreto total apresentou resultados superiores no período chuvoso somente no ponto PMQACH 79, enquanto manganês total somente no ponto PMQACH 414 ($p < 0,05$) (**Figura 6-109**). Por fim, o pH apresentou resultados superiores no período seco no ponto PMQACH 83 ($p < 0,05$) (**Figura 6-109**).

Figura 6-109 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Cloreto total	Manganes total	pH	Sulfato
PMQACH 414		●		
PMQACH 79	●			●
PMQACH 83			●	●

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

6.13 - Naque

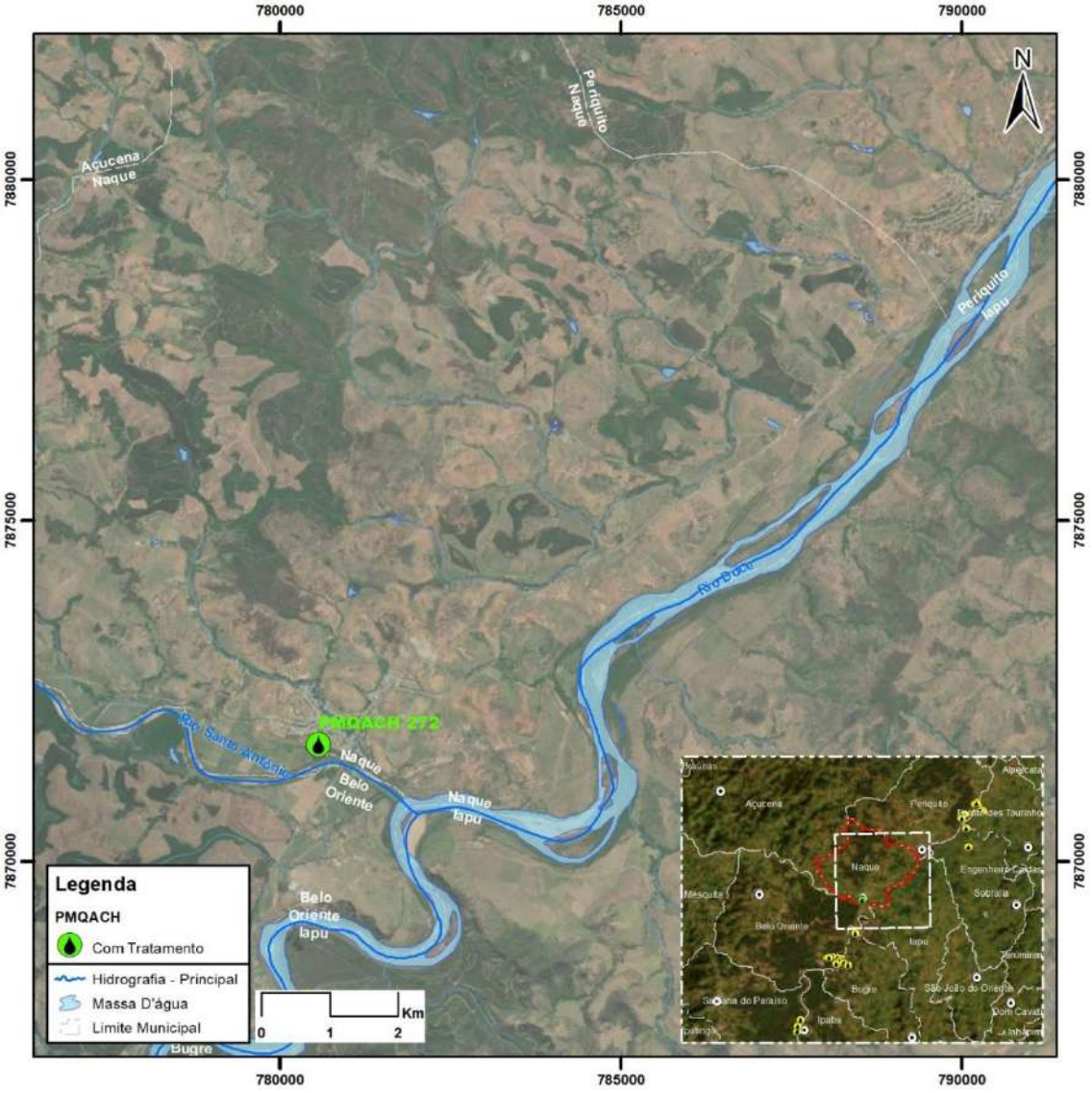
No município de Naque-MG, foi considerado 01 (um) ponto ativo, que possui Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e tratamento de água (**Figura 6-110** e **Quadro 6-13**). Por ter completado 24 campanhas, o monitoramento no ponto PMQACH 272 foi descontinuado.

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

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 272[1)]	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA n° 357/2005, Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	16/01/2022

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

Figura 6-110 - Localização geográfica do ponto monitorado em Naque-MG.

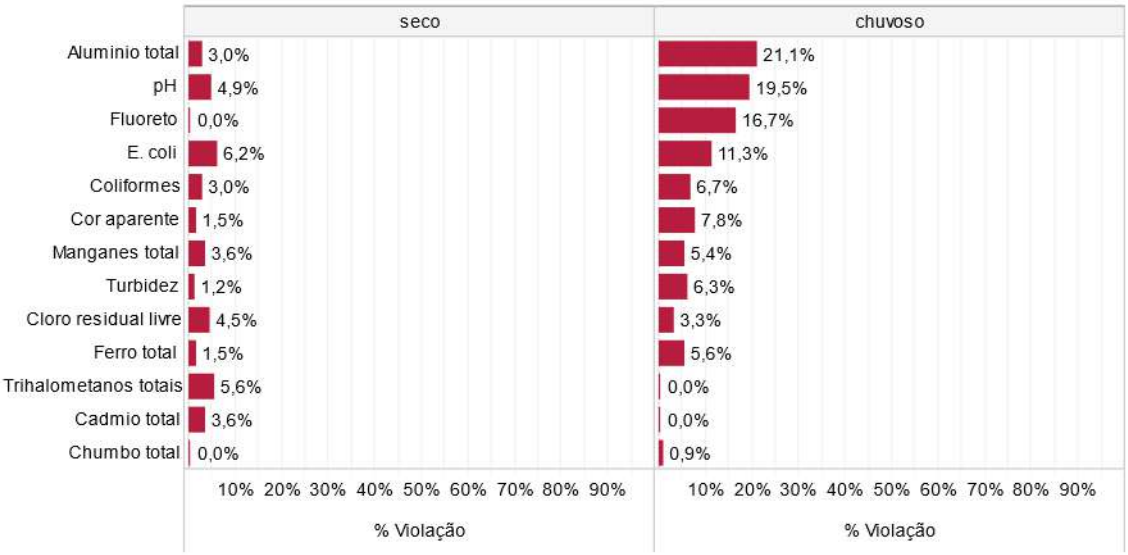


6.13.1 - Pontos com tratamento

6.13.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Os parâmetros que apresentaram maior percentual de violação para o município de Naque-MG foram alumínio total (3% período seco, 21,1% no período chuvoso), pH (4,9% período seco, 19,5% no período chuvoso), fluoreto (0% período seco, 16,7% chuvoso) e *E. coli* (6,2% período seco, 11,3% período chuvoso) (**Figura 6-111**). Os demais parâmetros apresentaram violação abaixo de 10% nas duas estações (período chuvoso e seco). Entre esses parâmetros com baixos percentuais de violação estão o manganês e o ferro, metais encontrados na composição de rejeitos de barragens, mas cuja presença também tem origem natural na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Com relação aos parâmetros com mais de 10% de violação para ao menos uma das estações, todos apresentaram percentuais de violação maior no período chuvoso, com destaque para o alumínio e o fluoreto que não apresentaram violação no período seco (**Figura 6-111**). Esse maior percentual de violação no período chuvoso pode ser atribuído à lixiviação e transporte de elementos para os corpos d'água durante esse período (**Figura 6-111**).

Figura 6-111 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Naque-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



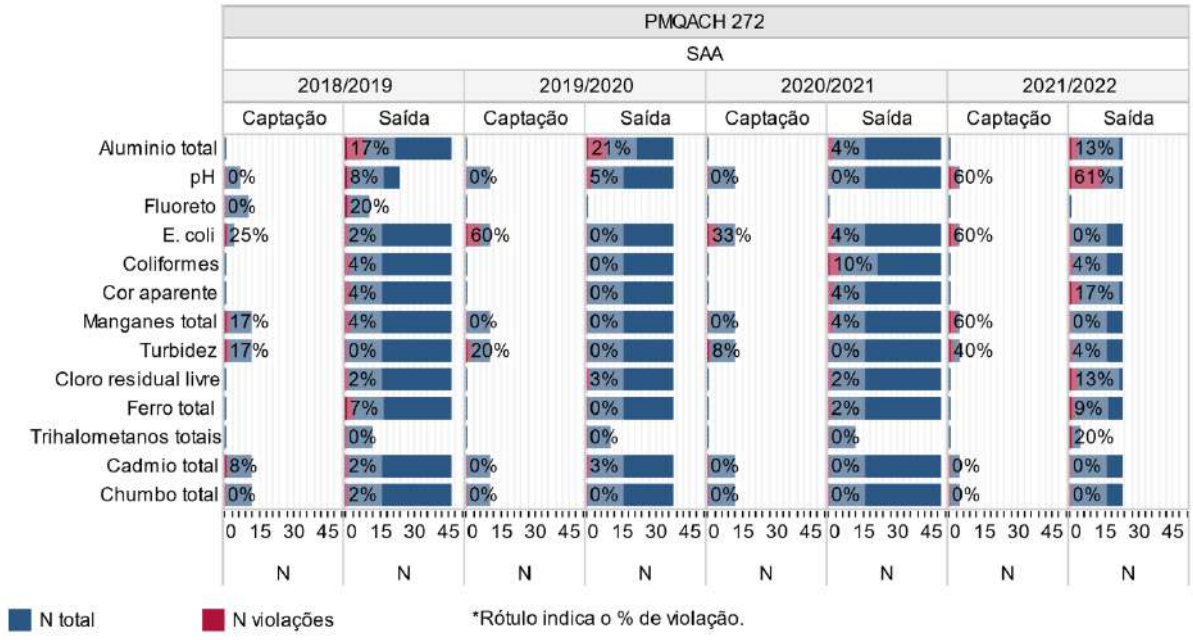
O ponto PMQACH 272 apresenta abastecimento tipo SAA e captação superficial. Dos parâmetros amostrados na captação, 4 apresentaram violação no período de 2021/2022 sendo o pH com 60% de violação (violação de 3 das 5 amostras analisadas), *E. coli* com 60% (violação de 3 das 5 amostras analisadas), manganês total com 60% (violação de 3 das 5 amostras analisadas) e turbidez com 40% (violação de 2 das 5 amostras analisadas) (**Figura 6-112**). De modo geral, as violações destes parâmetros no ciclo de 2021/2022 representaram um aumento quando comparados com os períodos anteriores. No entanto, com exceção de pH, estes parâmetros apresentaram violações abaixo de 4% quando avaliados no ponto de saída, indicando uma eficiência no sistema de tratamento e controle de qualidade da água fornecida.

Entre os parâmetros analisados apenas na saída, houve um decréscimo do percentual de violação no último período amostrado para alumínio total (13% de violação, 3 das 23 amostras analisadas), coliformes (4% de violação, 1 das 23 amostras analisadas) com relação aos anos anteriores. Entretanto, para os parâmetros cor aparente (17% de violação, 4 das 23 amostras analisadas), cloro residual livre (13% de violação, 3 das 23 amostras analisadas),

ferro total (9% de violação, 2 das 23 amostras analisadas) e trihalometanos totais (20% de violação, 1 das 5 amostras analisadas) houve um aumento do percentual de violação no último período com relação aos períodos anteriores (**Figura 6-112**).

Ademais, parâmetros como cádmio total e chumbo total que apresentaram violação no primeiro e segundo ciclo de monitoramento, estiverem em conformidade em 2020/2021 e 2021/2022 (**Figura 6-112**).

Figura 6-112 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 272, localizado no município de Naque-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.



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

6.13.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

A presença de coliformes e *E. coli* foi analisada para identificação de padrões temporais na saída do ponto com tratamento, PMQACH 272. Os percentuais de violação foram apresentados mensalmente durante todo o período amostrado. Não foi encontrado nenhum padrão temporal evidente para *E. coli*. Entretanto, para coliformes, foi observada uma

frequência maior de violações no final de 2020 até meados de 2021 (**Figura 6-113**). Os percentuais de violação para os dois parâmetros não ultrapassaram 50%, sendo predominantemente ausentes durante o período monitorado (**Figura 6-113**).

Figura 6-113 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto PMQACH 272, localizado no município de Naque.



Considerando os demais parâmetros, diversos resultados foram significativos temporalmente, ou seja, com reduções ou aumentos entre os anos avaliados ($p < 0,05$) (**Figura 6-114**). Quando avaliado as diferenças temporais em relação ao último período avaliado (2021/2022), nota-se que os parâmetros alumínio total e sódio total apresentaram resultados não consistentes, ou seja, não foi possível identificar aumento ou redução ao longo dos anos (**Figura 6-114**). Por outro lado, pH, sólidos dissolvidos totais e sulfato apresentaram redução no ano de 2021/2022 tanto na captação quanto na saída do ponto PMQACH 272 ($p < 0,05$) (**Figura 6-114**). Na captação, cloreto total, densidade de cianobactérias e nitrato também apresentaram resultados menores em 2021/2022, enquanto ferro total e zinco total apresentaram resultados superiores para o mesmo período ($p < 0,05$) (**Figura 6-114**). Na saída, cobre total, manganês total e zinco total apresentaram redução, enquanto cor aparente, trihalometanos totais e turbidez apresentaram aumento ($p < 0,05$) (**Figura 6-114**).

Figura 6-114 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Cloreto total	Cobre total	Cor aparente	Densidade de cianobacterias	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Trihalometanos totais	Turbidez	Zinco total
PMQACH 272	Captacao		↓			↓	↑		↓	↓		↓	↓	—		↑
	Saida	—		↓	↑		—	↓	—	↓	—	↓	↓	↑	↑	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, poucos parâmetros apresentaram diferença significativa entre o período chuvoso e seco, sendo que, quando significativo, o padrão foi de resultados superiores durante o período chuvoso ($p < 0,05$) (**Figura 6-115**). Na captação, alumínio total, cor aparente e turbidez apresentaram resultados superiores no período chuvoso, enquanto na saída, além do alumínio total e da turbidez, bário total, ferro total e sódio total também apresentaram resultados superiores durante o período chuvoso ($p < 0,05$). Não foi observada influência significativa do período seco nas concentrações dos parâmetros monitorados (**Figura 6-115**).

Figura 6-115 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cor aparente	Ferro total	Sodio total	Turbidez
PMQACH 272	Captacao	●		●			●
	Saida	●	●		●	●	●

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

6.14 - Belo Oriente

No município de Belo Oriente - MG, foram considerados 21 pontos. 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 6-116** e **Quadro 6-14**).

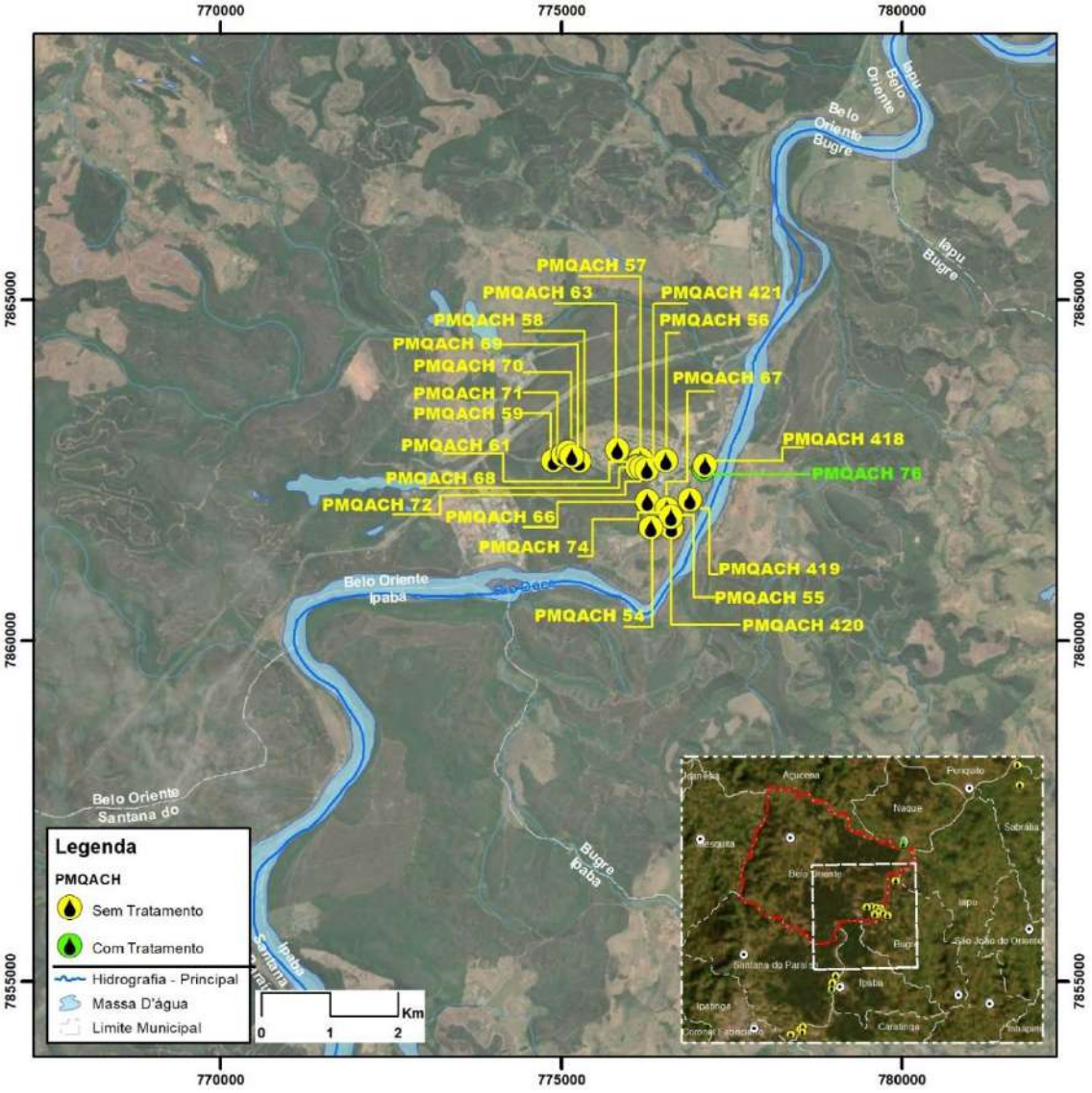
Quadro 6-14 - Características dos pontos do município de Belo Oriente considerados no presente relatório.

Código	Forma de abastecimento	Tipo de captação	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 54[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	30/06/2022
PMQACH 55[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 56	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 57[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 58[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 59[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 61[2)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		23/06/2022
PMQACH 63	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 66[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 67	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 68	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 69	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 70	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 71	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 72	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 74[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 418	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 419	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 420	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 421	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 76	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	

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

Assinou termo de recusa.

Figura 6-116 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Belo Oriente - MG.



6.14.1 - Pontos sem tratamento

6.14.1.1 - 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 (>70%). Cloro residual livre apresentou 100 e 97,8% de violação para o período seco e no período chuvoso, respectivamente (**Figura 6-117**). 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.

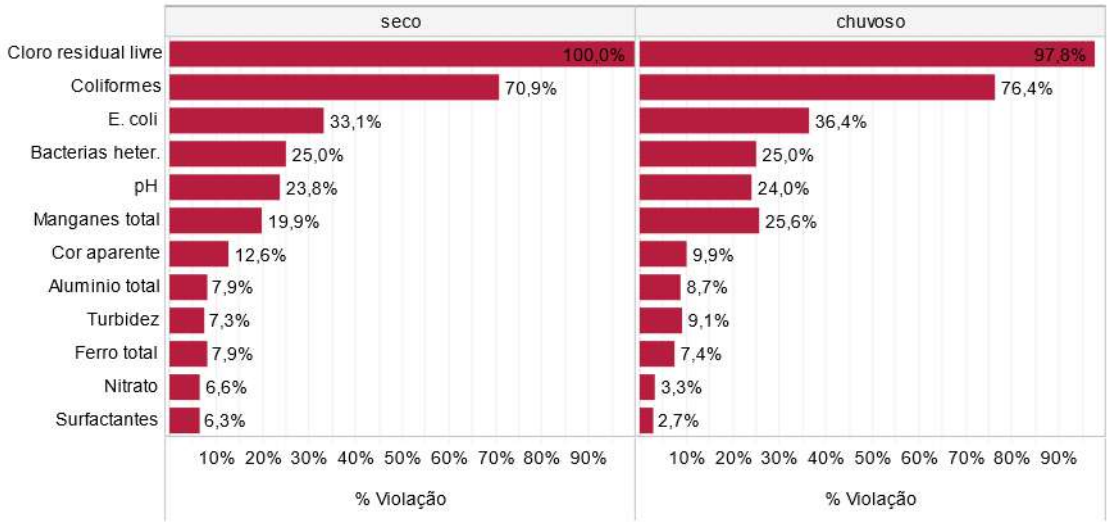
Os elevados percentuais de violação do cloro residual livre se deram principalmente no limite inferior, ou seja, os valores mensurados foram menores do que o preconizado pela legislação vigente. No entanto, estas baixas concentrações são esperadas, uma vez que estes os pontos não têm sistema de tratamento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

Coliformes apresentou o segundo maior percentual de violação, sendo 70,9% no período seco e 76,4% no período chuvoso, seguido por e *E. coli* (33,1% de violação no período seco e 36,4% no período chuvoso), indicando a relação com uso e ocupação do solo local, através da contaminação fecal proveniente de esgoto doméstico ou criação de animais. (**Figura 6-117**). 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 266ª posição na ordem de maior quantidade de esgotamento sanitário adequado (a 1ª 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 6-117**).

Bactérias heterotróficas, pH, manganês total e cor aparente apresentaram percentuais de violação abaixo de 30% para ambos os períodos, porém acima de 10% para pelo menos um dos períodos. Os demais parâmetros apresentaram percentuais de violação abaixo de 10%. Observa-se que não há influência do período sazonal nos percentuais de violação dos parâmetros que apresentaram violação no período monitorado.

Figura 6-117 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados sem tratamento no município de Belo Oriente- 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



Um total de 20 pontos sem tratamento foram monitorados, todos eles com captação subterrânea e abastecimento tipo SAI.

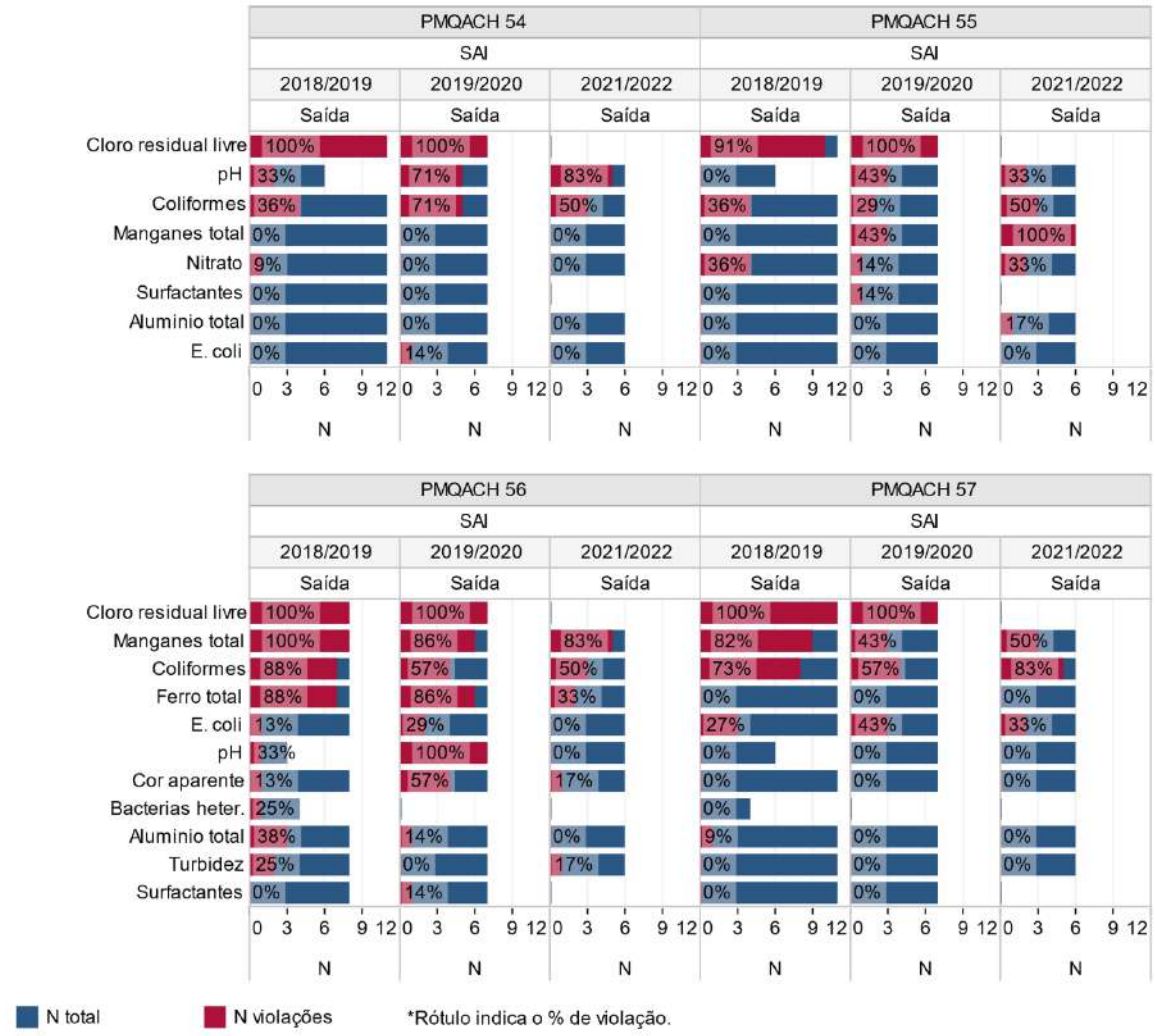
Na saída do ponto PMQACH 54, em 2021/2022, pH apresentou 83% de violação (5 de 6 amostras), o que representou um aumento progressivo desde o início do monitoramento. E. coli apresentou 50% de violação em 2021/2022 (3 de 6 amostras), uma redução em relação a períodos anteriores. Demais parâmetros apresentaram conformidade neste ponto (**Figura 6-118**).

No ponto PMQACH 55, as violações observadas em 2021/2022 para coliformes (50%, 3 de 6 amostras), manganês total (100%, 6 amostras), nitrato (33%, 2 de 6 amostras) e alumínio total (17% 1 de 6 amostras), representaram um aumento em relação ao período anterior. O parâmetro pH, por outro lado, apresentou pequena redução, com 33% de amostras no período de 2021/2022 em desconformidade (**Figura 6-118**).

O ponto PMQACH 56 apresentou elevados percentuais desconformes para manganês total em todo período monitorado, com registro de 83% de violação em 2021/2022 (5 de 6 amostras). Em 2021/2022, coliformes (50% de violação, 3 de 6 amostras), ferro total (33% de violação, 2 de 6 amostras) e cor aparente (17% de violação, 1 de 6 amostras) registraram diminuição nos percentuais de violação em relação ao período anterior. Turbidez, por outro lado, apresentou aumento no percentual de violação em 2021/2022, com violação pontual de 17% (1 de 6 amostras) (**Figura 6-118**).

O ponto PMQACH 57, apresentou em 2021/2022, aumento nos percentuais de violação para manganês total (50%, 3 de 6 amostras) e coliformes (83%, 5 de 6 amostras). *E. coli* apresentou redução no percentual de violação em 2021/2022 (33%, 2 de 6 amostras), em relação ao período anterior (**Figura 6-118**).

Figura 6-118 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 54, PMQACH 55, PMQACH 56 e PMQACH 57 localizados no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.



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

O ponto PMQACH 58, apresentou elevados percentuais de violação (acima de 80%), nos dois últimos períodos monitorados (2019/2020 e 2021/2022) para coliformes e pH. Neste ponto em 2021/2022, cor aparente apresentou aumento progressivo no percentual de violação, registrando 33% no último ciclo (2 de 6 amostras). Turbidez, pela primeira vez em

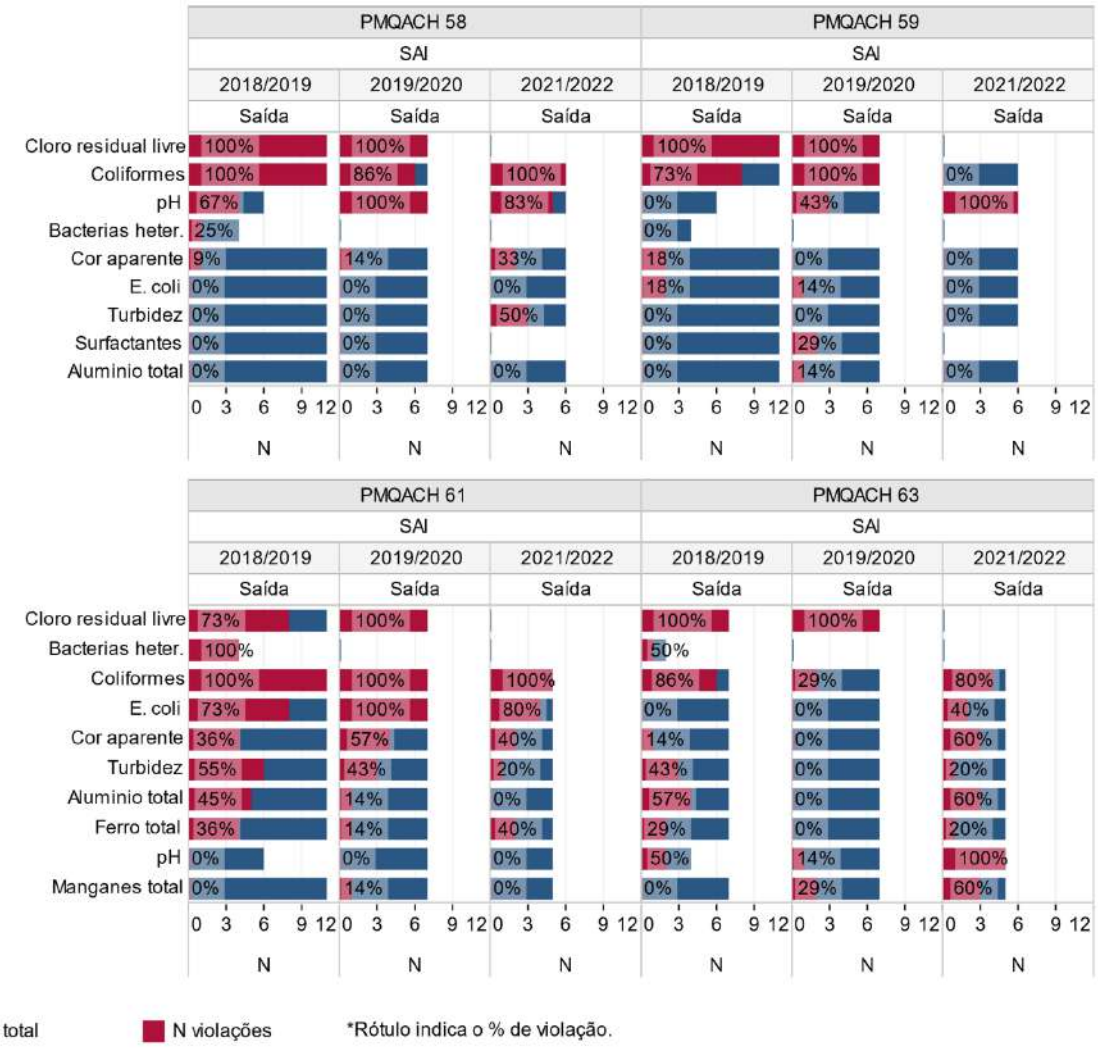
2021/2022, apresentou desconformidade com a legislação, registrando 50% de violação (3 de 6 amostras) (**Figura 6-119**).

O ponto PMACH 59 apresentou desconformidade apenas para pH, com registro de 100% de violação nas amostras de 2021/2022, o que representou um aumento em relação aos períodos anteriores. Demais parâmetros não apresentaram violação (**Figura 6-119**).

Ponto PMQACH 61 apresentou percentuais de violação acima de 80% para coliformes e *E. coli* nos dois últimos ciclos de monitoramento. Em 2021/2022, violações observadas para cor aparente (40%, 2 de 5 amostras) e turbidez (20%, 1 de 5 amostras), representaram uma redução em relação a períodos anteriores. Ferro total, por outro lado, registrou 40% de amostras em desconformidade em 2021/2022 (2 de 5 amostras), o que configurou um aumento em relação aos ciclos anteriores (**Figura 6-119**).

No ponto PMQACH 63, todas as violações observadas em 2021/2022 foram superiores do que o período anterior de 2019/2020. Coliformes apresentou 80% de violação (4 de 5 amostras), *E. coli* 40% (2 de 5 amostras), cor aparente, alumínio total e manganês total 60% (3 de 5 amostras), turbidez e ferro total 20% (1 de 5 amostras), e pH 100% (todas as 5 amostras) (**Figura 6-119**).

Figura 6-119 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 58, PMQACH 59, PMQACH 61 e PMQACH 63 localizados no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, 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 geral, nos pontos PMQACH 66, PMQACH 67, PMQACH 68 e PMQACH 69 os percentuais de violação para coliformes foram elevados em todo período monitorado, variando entre 83% e 100% no último período monitorado 2021/2022. *E. coli* também foi um parâmetro que se destacou em 2021/2022 pelos elevados percentuais de violação em todos os

pontos (acima de 67%), exceto em PMQACH 68, que apresentou conformidade para o parâmetro no último período monitorado (**Figura 6-120**).

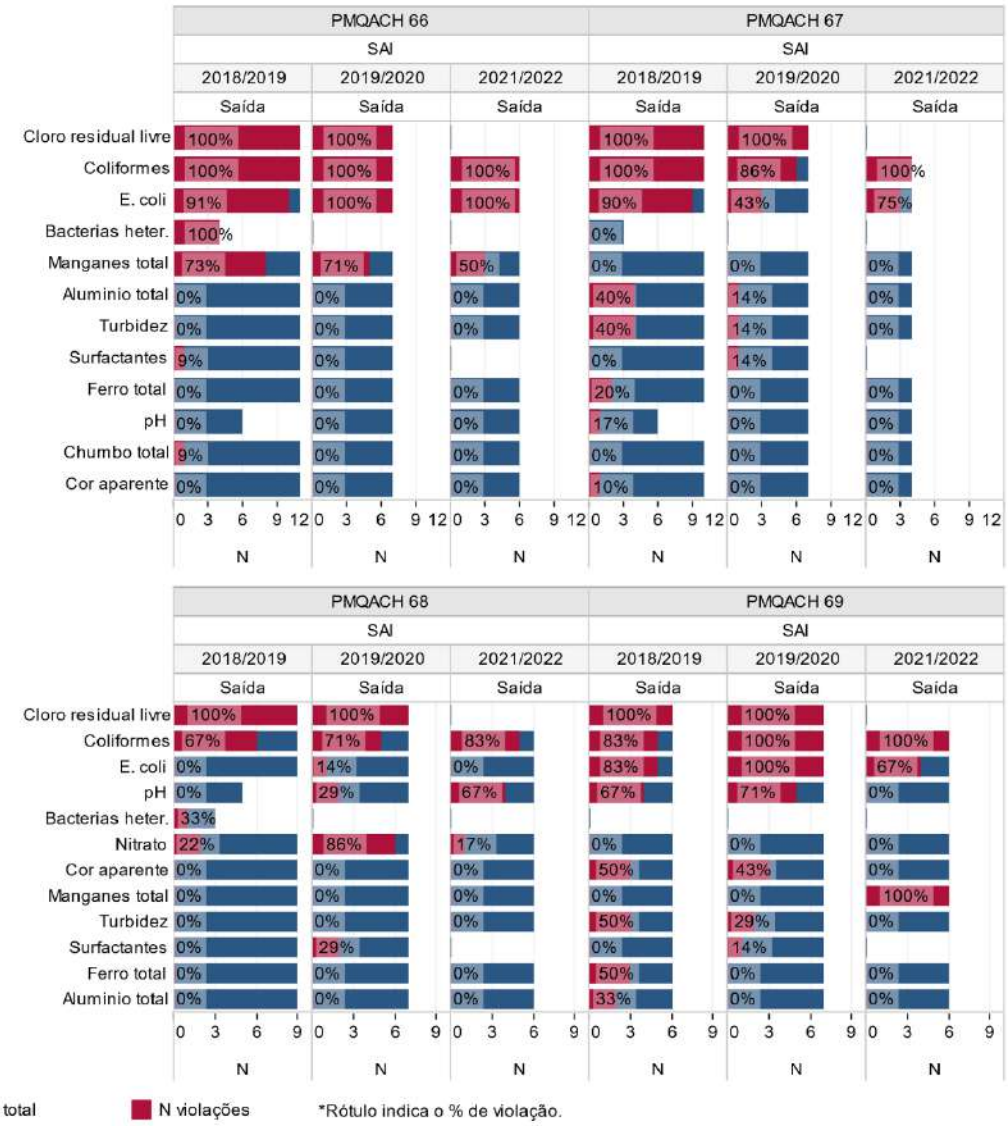
No ponto PMQACH 66, destaca-se ainda o parâmetro manganês total que apresentou redução progressiva no percentual de violação desde o início do monitoramento, registrando, em 2021/2022, 50% de violação (3 de 6 amostras) (**Figura 6-120**).

No ponto PMQACH 67, coliformes e *E. coli* foram os únicos parâmetros em desconformidade em 2021/2022 (**Figura 6-120**).

No ponto PMQACH 68, destaca-se ainda o nitrato, com pontual percentual de violação de 17% (1 de 6 amostras), uma redução substancial em relação ao período anterior (**Figura 6-120**).

Por fim, no ponto PMQACH 69, manganês apresentou 100% de violação em 2021/2022, o que representa um aumento, considerando que em todo período anterior o parâmetro apresentou conformidade (**Figura 6-120**).

Figura 6-120 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 66, PMQACH 67, PMQACH 68 e PMQACH 69 localizados no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.

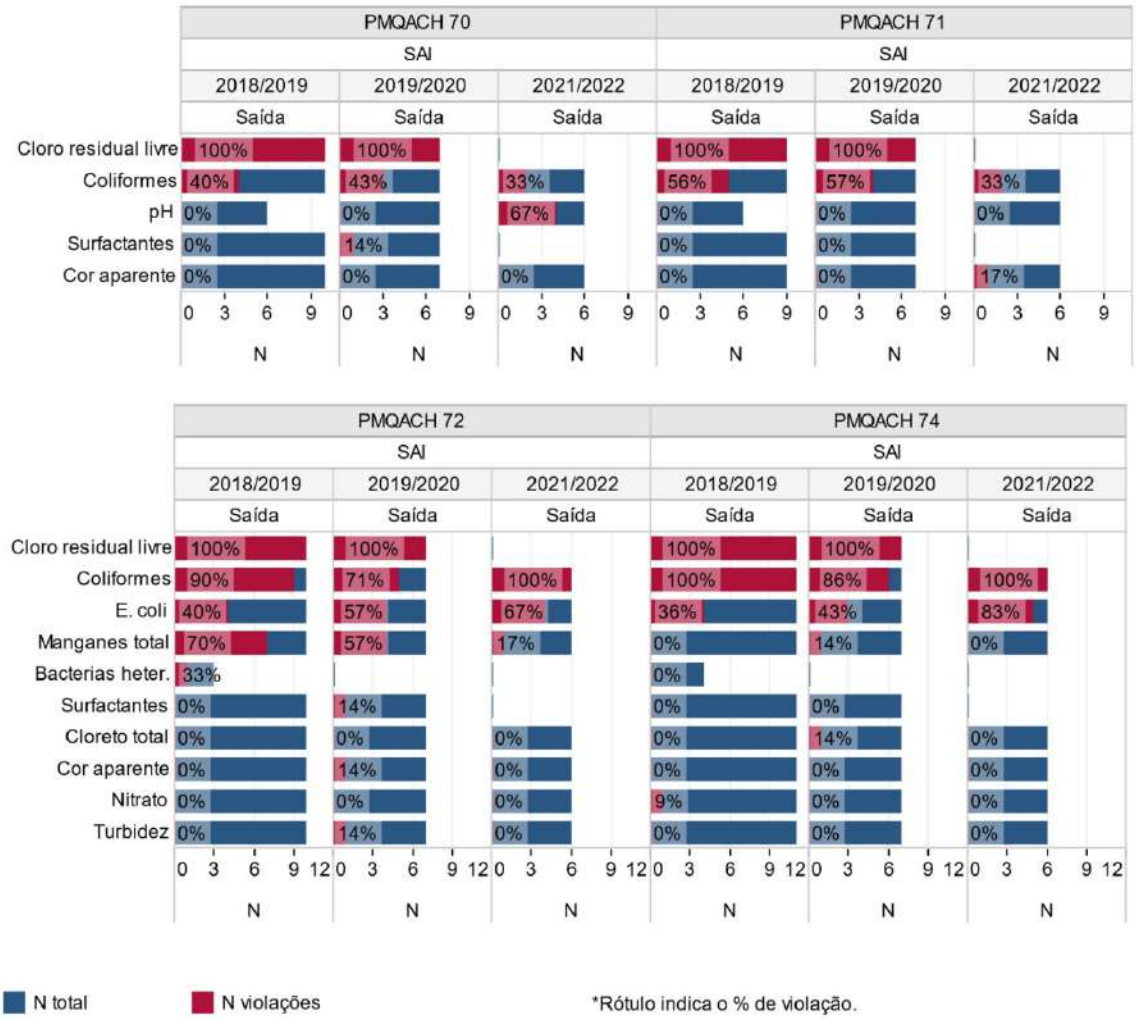


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Nos pontos PMQCH 70 e PMQACH 71, coliformes apresentou, em 2021/2022, 33% de violação (2 de 6 amostras), o que representou uma redução e relação ao período anterior (2019/2020) nestes dois pontos. Além disso, destaca-se ainda em 2021/2022, o pH, com 67% de violação no ponto PMQACH 70 (4 de 6 amostras) e o cor aparente com 17% de violação no ponto PMQACH 71 (1 de 6 amostras). Estas violações ocorreram pela primeira vez em 2021/2022 (**Figura 6-121**).

Em 2021/2022, nos pontos PMQACH 72 e PMQACH 74 coliformes violou 100% das amostras de 2021/2022 (6 amostras). *E. coli* apresentou 67% de violação no ponto PMQACH 72 (4 de 6 amostras) e 83% no ponto PMQACH 74 (5 de 6 amostras), resultados que configuraram um aumento no percentual desconforme em relação aos períodos anteriores (**Figura 6-121**).

Figura 6-121 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 70, PMQACH 71, PMQACH 72 e PMQACH 74 localizados no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, 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.

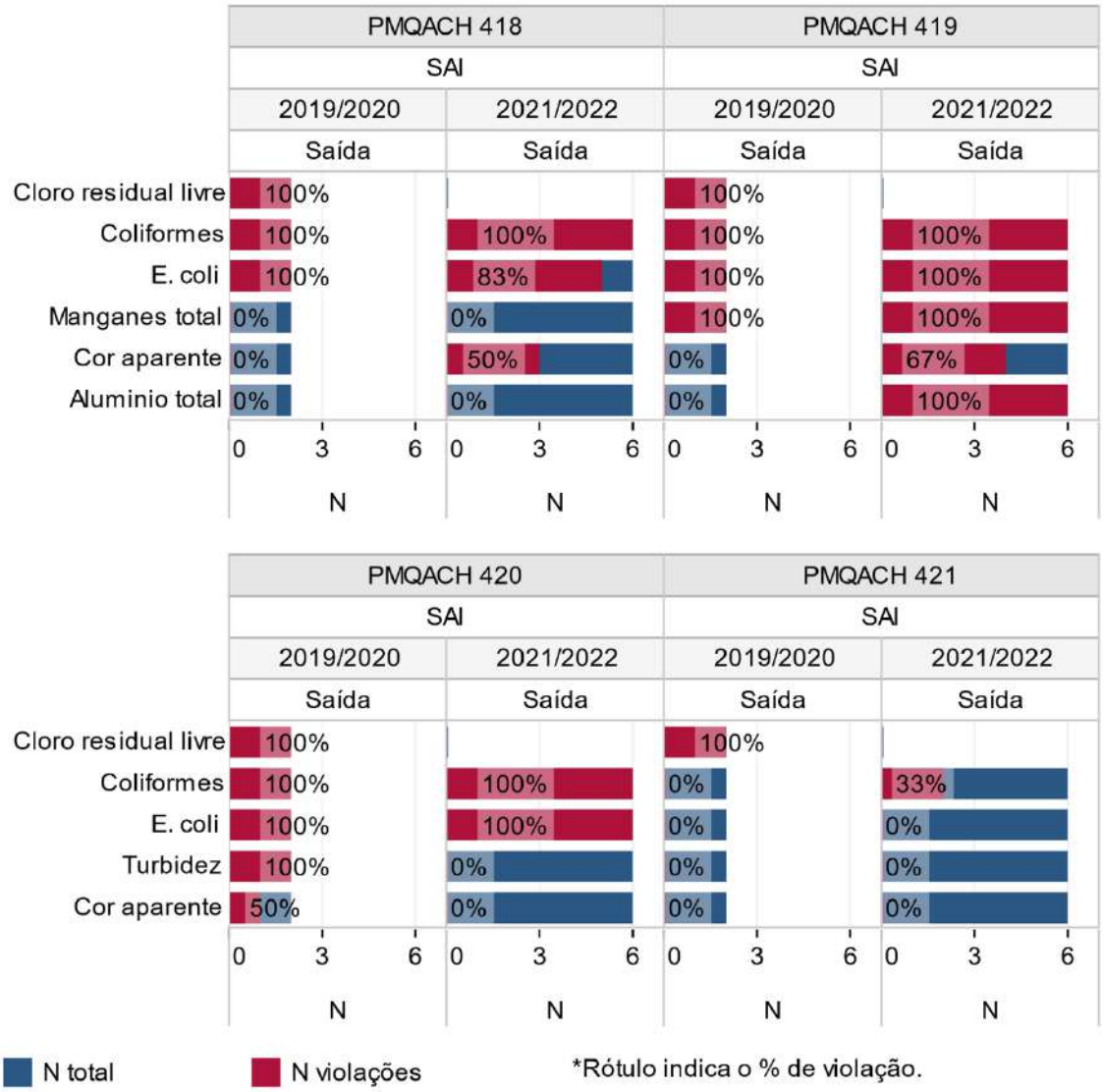
No ponto PMQACH 418, coliformes e *E. coli* apresentaram elevado percentual de violação em 2021/2022 (acima de 80%), tal como visto no período anterior. Além disso, cor aparente apresentou 50% de violação em 2021/2022 (3 de 6 amostras) pela primeira vez no monitoramento (**Figura 6-150**).

No ponto PMQACH 419, coliformes, *E. coli* e manganês total, violaram todas as amostras de 2019/2020 e de 2021/2022. Além disso, violações para cor aparente (67%, 4 de 6 amostras) e alumínio total (100%, 6 amostras), aconteceram pela primeira em 2021/2022 (**Figura 6-150**).

No ponto PMQACH 420 coliformes e *E. coli* apresentaram 100% de violação nos dois períodos monitorados (2019/2020 e 2021/2022), turbidez e cor aparente que apresentaram violação em 2019/2020, estiveram em conformidade no ciclo seguinte (**Figura 6-150**).

Em PMQACH 421, apenas coliformes apresentou desconformidade, com violação de 33% (2 de 6 amostras) (**Figura 6-150**).

Figura 6-122 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 418, PMQACH 419, PMQACH 420 e PMQACH 421 localizados no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.

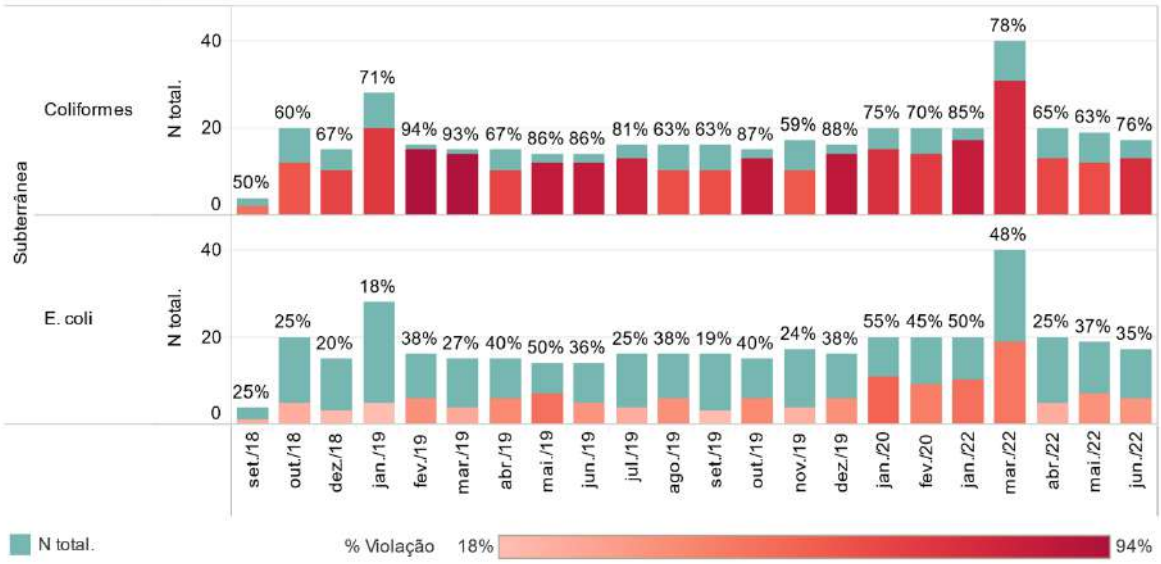


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.14.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos sem tratamento, a presença de coliformes foi registrada em todos os meses de monitoramento, com percentuais variando entre 50% e 94% das amostras do mês com a presença do contaminante (**Figura 6-123**). Os meses de fevereiro, março, maio, junho, outubro e dezembro/2019 e janeiro/2022 destacam-se por apresentar 85% ou mais de amostras contaminadas. *E. coli* apresentou percentuais da presença do microrganismo no mês variando entre 18% e 55%. Não foi possível observar um padrão temporal ou sazonal evidente para presença de coliformes ou *E. coli* para o período monitorado (**Figura 6-123**).

Figura 6-123 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento localizados no município de Belo Oriente - MG.



Os pontos sem tratamento do município de Belo Oriente não foram avaliados em 2020/2021, sendo assim, as avaliações foram realizadas entre 2021/2022 e os outros anos anteriores. Cabe ressaltar ainda que os pontos PMQACH 418, 419, 420 e 421 apresentaram somente duas amostragens em 2019/2020, não sendo possível realizar avaliações estatísticas de forma robusta.

As concentrações de cobre total apresentaram padrão de redução no ano 2021/2022 em todos os pontos amostrados ($p < 0,05$) (**Figura 6-124**). Outros parâmetros que também se destacaram com diversos pontos apresentando padrão de redução foram ferro total, manganês total, pH e sólidos dissolvidos totais ($p < 0,05$) (**Figura 6-124**). Em relação a padrões de aumento em 2021/2022, destacam-se os parâmetros bário total, sódio total e sulfato ($p < 0,05$) (**Figura 6-124**).

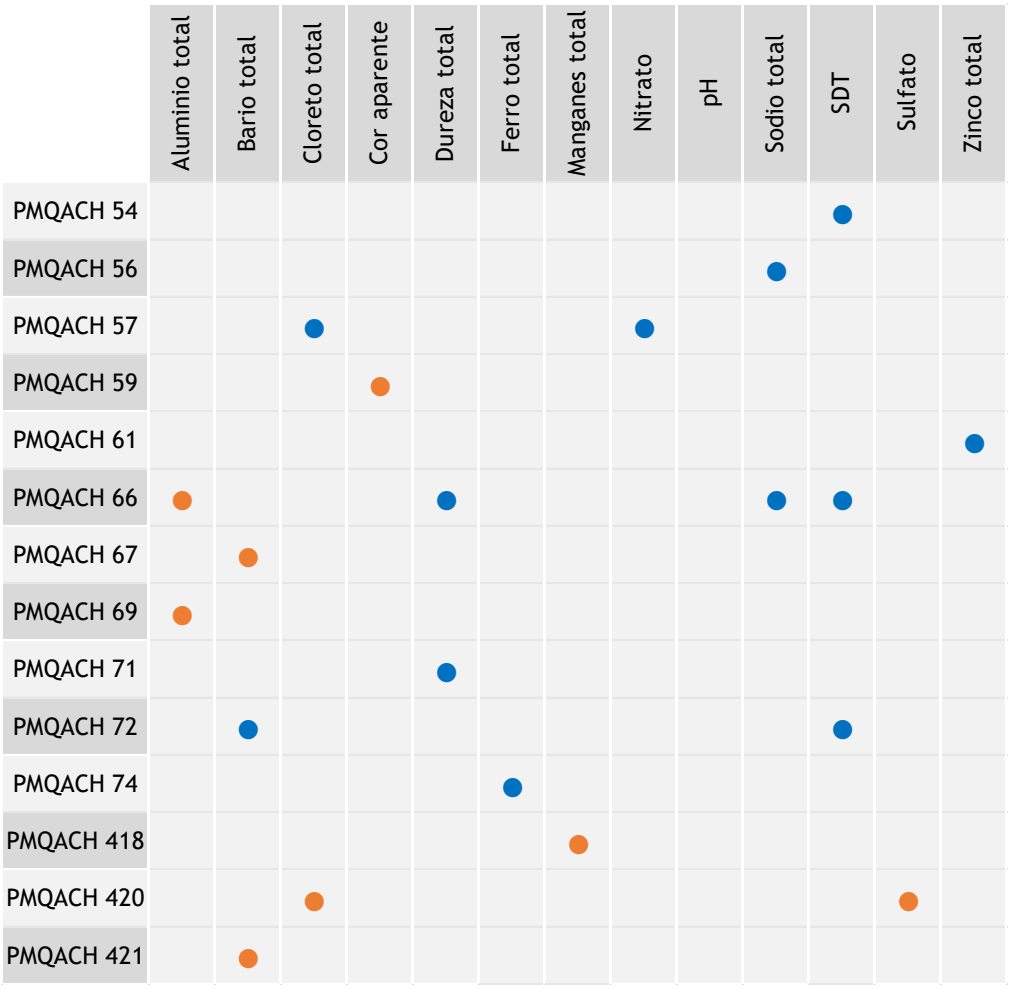
Figura 6-124 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cobre total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 54				↓	↓	↑	↓	↓			↑			↓	
PMQACH 55			↓	↓	—	—		↑			↑				
PMQACH 56	↓		↓	↓						—	↓	↓			
PMQACH 57		↑	↑	↓		↑				↓	↑	↑	↑		↑
PMQACH 58	↑	↑	↑	↓			↑		↑	—	↑			↑	
PMQACH 59			↑	↓		↓		↓		↓	↑				
PMQACH 61		↑		↓		↑									↑
PMQACH 63		↑		↓	↑	↑		↑		↓	↑	↓			↑
PMQACH 66		↑	—	↓					↑	↓		↓			
PMQACH 67	↓		—	↓			↓					↓		↓	
PMQACH 68		↓	↑	↓		—	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	—	
PMQACH 69		↑	↓	↓	↓	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	
PMQACH 70		↓	↑	↓			↓	↓	↑	↓	↓	↓			
PMQACH 71		↓	↑	↓			↓	↓				↓	↑	↓	—
PMQACH 72			↑	↓				↓			↓	↓	↑	—	
PMQACH 74		↑		↓	—	↑		↓	↑	↓			↑		

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, foram poucos os parâmetros e pontos que apresentaram resultados significativos ($p < 0,05$) (**Figura 6-125**). Os parâmetros dureza total, sódio total e sólidos dissolvidos totais apresentaram concentrações mais elevadas durante o período chuvoso em mais de um ponto amostral, enquanto os parâmetros alumínio total e bário total apresentaram concentrações mais elevadas durante o período seco ($p < 0,05$) (**Figura 6-125**). Os outros parâmetros apresentaram resultados significativos de forma pontual ($p < 0,05$) (**Figura 6-125**).

Figura 6-125 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



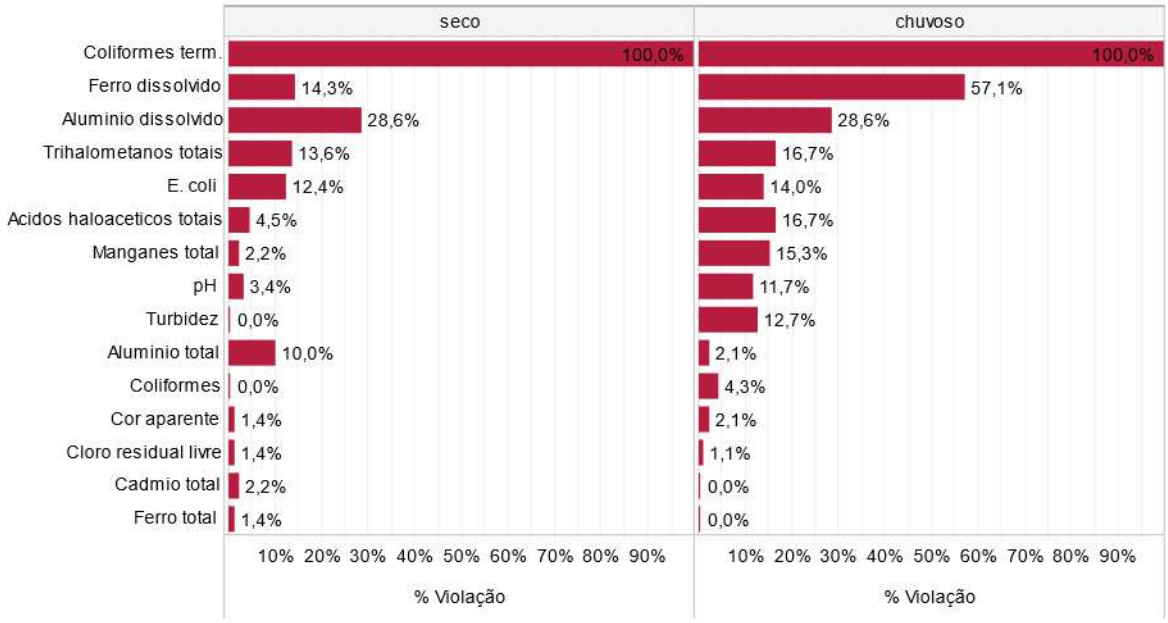
● valores significativamente superiores no período chuvoso;
● valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

6.14.2 - Pontos com tratamento

6.14.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para os pontos com tratamento do município de Belo Oriente - MG, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido e alumínio dissolvido apresentaram percentuais de violação próximo ou acima de 30% para pelo menos um dos períodos chuvosos ou secos (**Figura 6-126**). Ressalta-se, no entanto, que estes parâmetros passaram a ser monitorados apenas em 2021/2022. Coliformes termotolerantes apresentou 100% de violação em ambos os períodos. Igualmente, alumínio dissolvido apresentou o mesmo percentual de violação em ambos os períodos (28,6%). Ferro dissolvido apresentou padrão sazonal onde o percentual de violação foi mais elevado no período chuvoso (57,1% no período chuvoso e 14,3% no período seco). O elevado percentual de violação para ferro dissolvido no período chuvoso pode estar associado à maior taxa de lixiviação durante este período, o que leva partículas de ferro 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 baixos percentuais de violação e ausência de padrão sazonal evidente (**Figura 6-126**).

Figura 6-126 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados com tratamento no município de Belo Oriente- 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



No ponto PMQACH 76, que apresenta captação superficial e abastecimento do tipo SAA, um maior número de parâmetros violou os limites legais no ciclo de 2021/2022 quando comparado com os ciclos anteriores (**Figura 6-127**).

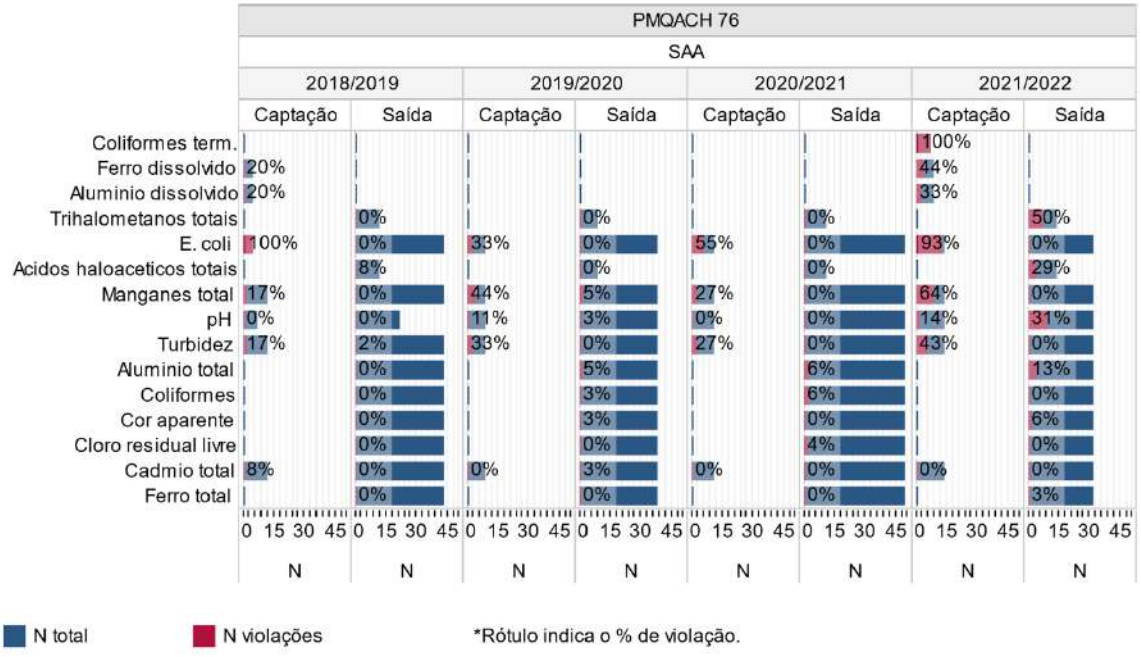
Entre os parâmetros monitorados exclusivamente na captação, foi observado em 2021/2022, 100% de violação para coliformes termotolerante (7 amostras), 44% para ferro dissolvido (4 de 9 amostras) e 33% para alumínio dissolvido (3 de 9 amostras). Estes parâmetros não possuem resultados anteriores a 2021/2022 para comparação.

Ainda na captação, violações observadas em 2021/2022 para E. coli (93%, 13 de 14) manganês total (64%, 9 de 14) e turbidez (43%,6 de 14) foram superiores em relação a períodos anteriores. No entanto, quando avaliados na saída estes parâmetros apresentaram conformidade (0% de violação). O parâmetro pH apresentou, em 2021/2022, violação tanto na

captação (14%, 2 de 14 amostras), quanto na saída do tratamento (31%, 10 de 32 amostras), percentuais estes mais elevados que períodos pretéritos (**Figura 6-127**).

Em relação a parâmetros monitorados exclusivamente na saída do tratamento, em 2021/2022, destacam-se trihalometanos total com 50% de violação (7 de 14 amostras), ácidos haloacéticos com 29% de violação (4 de 14 amostras) e alumínio total com 13% de violação (4 de 32 amostras). Cor aparente e ferro total apresentaram violação pontual (<10%). Todas as violações observadas na saída do tratamento em 2021/2022, superaram os registros pretéritos (**Figura 6-127**).

Figura 6-127 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 76 localizado no município de Belo Oriente - MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.

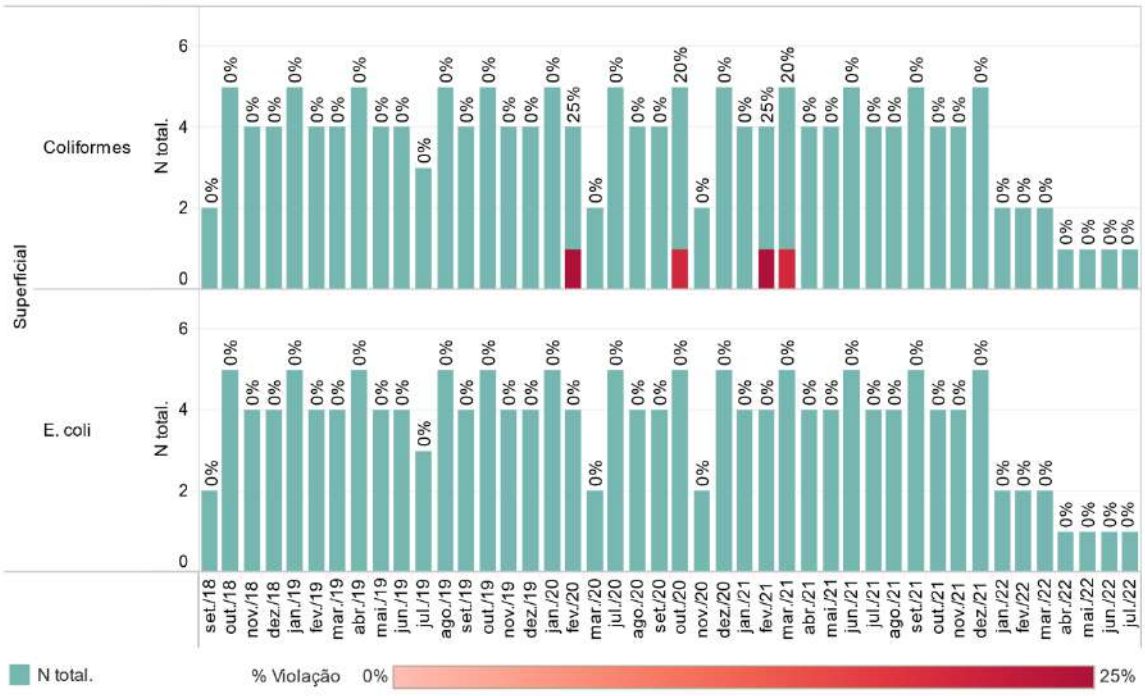


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.14.2.2 - Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto PMQACH 76, a presença de coliformes foi registrada em apenas 4 meses do monitoramento (fevereiro e outubro/2020, e fevereiro e março/2021), com percentuais da presença do contaminante em menos de 25% das amostras do mês (**Figura 6-128**). 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 6-128 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* do ponto com tratamento localizados no município de Belo Oriente - MG, e sua variação entre período chuvoso e seco.



Em 2021/2022, o ponto PMQACH 76 apresentou redução dos valores de nitrato, pH, sólidos dissolvidos totais e sulfato tanto na captação quanto na saída, enquanto um aumento das concentrações de cor aparente foi observado ($p < 0,05$) (**Figura 6-129**). Ainda foi possível observar a redução das concentrações de dureza total, sódio total e zinco total e aumento das concentrações de manganês total na captação ($p < 0,05$) (**Figura 6-129**). Os parâmetros bário

total e cobre total apresentaram redução de suas concentrações somente na saída do ponto, enquanto trihalometanos totais apresentaram um aumento ($p < 0,05$) (**Figura 6-129**).

Figura 6-129 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cobre total	Cor aparente	Densidade de cianobacterias	Dureza total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Trihalometanos totais	Zinco total
Captacao		—	—		↑	—	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	—	↓
Saida	—	↓	—	↓	↑			↓	↓	↓		↓	↓	↑	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, os parâmetros bário total e turbidez apresentaram concentrações mais elevadas durante o período chuvoso tanto na captação quanto na saída do ponto PMQACH 76 ($p < 0,05$) (**Figura 6-130**). O sódio total, por outro lado, apresentou concentrações mais elevadas no período seco ($p < 0,05$) (**Figura 6-130**). A captação apresentou mais padrões significativos, ressaltando ainda as concentrações mais elevadas de cobre total, cor aparente, ferro total e manganês total durante o período chuvoso, enquanto nitrato e sólidos dissolvidos totais apresentaram concentrações superiores durante o período seco ($p < 0,05$) (**Figura 6-130**).

Figura 6-130 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cobre total	Cor aparente	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Turbidez
PMQACH 76	Captacao	●	●		●	●	●	●	●		●	●	●
	Saida	●	●	●						●	●		●

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

6.15 - Sobrália

No município de Sobrália-MG, foram considerados 02 (dois) pontos ativos, que não possuem tratamento e são do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) (**Figura 6-131** e **Quadro 6-21**).

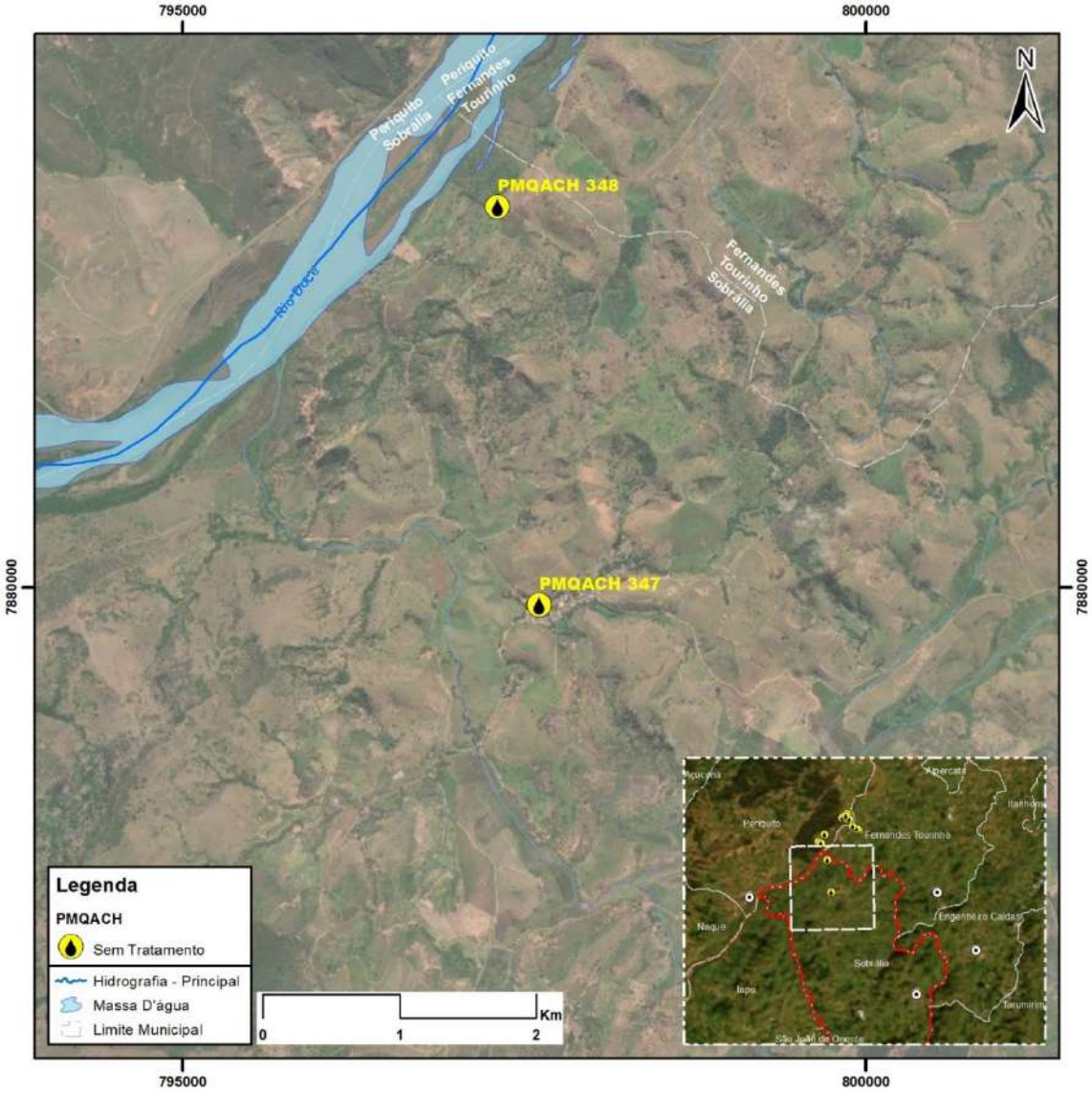
Quadro 6-15 - Características dos pontos do município de Sobrália - MG considerados no presente relatório.

Código	Forma de abastecimento	Tipo de captação	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 347[1)]	SAI	Subterrânea	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	30/06/2022
PMQACH 348[2)]	SAI	Subterrânea	Não	Saída		16/02/2022

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

2) Assinou termo de recusa.

Figura 6-131 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Sobrália-MG.



6.15.1 - Pontos sem tratamento

6.15.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

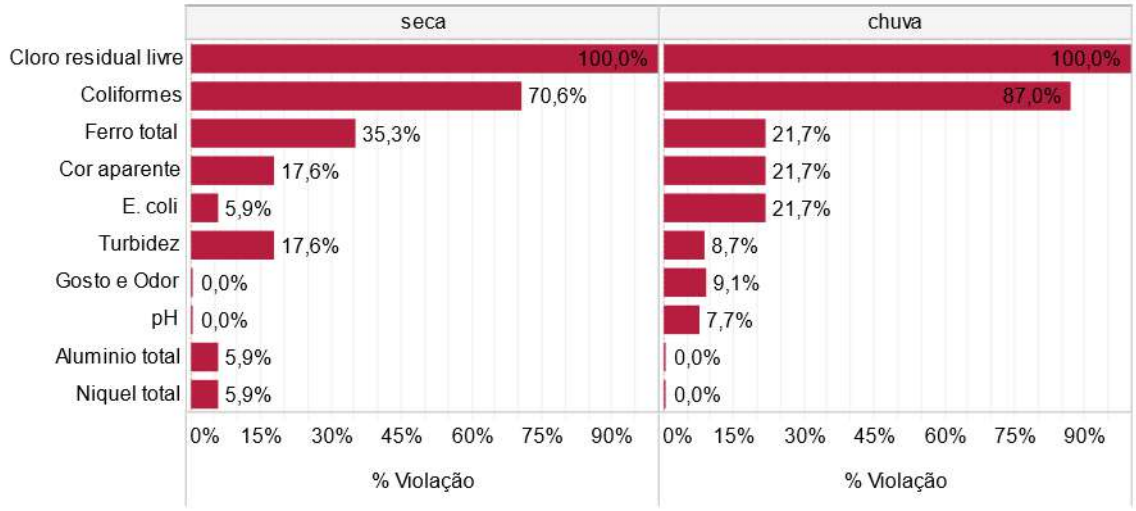
No município de Sobrália-MG, o parâmetro cloro residual livre apresentou 100% de violação para os períodos chuvoso e seco. Reforça-se, no entanto, que após a revisão bianual do PMQACH, em janeiro de 2022, este parâmetro deixou de ser monitorado. Os elevados percentuais de violação observados para cloro residual livre correspondem ao período pretérito à esta revisão.

Coliformes apresentou 70,6 e 87% de violação no período seco e no período chuvoso, respectivamente (**Figura 6-132**), indicando contaminação fecal proveniente de esgoto doméstico não tratado ou oriundo da criação de animais que chegam ao corpo d'água. No município de Sobrália, o percentual de esgotamento sanitário é de 57,7% (IBGE, 2010). Comparando com os municípios do estado de Minas Gerais (total de 853 municípios), Sobrália ocupa a 496ª posição, sendo que a 1ª posição corresponde ao município que apresenta a maior taxa de esgotamento sanitário adequado. A ausência do tratamento adequado do esgoto sanitário em quase metade do município ajuda a explicar a contaminação por coliformes e *E. coli*, dois parâmetros que, de acordo com a mais recente revisão do plano integrado da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021), são parâmetros prioritários para gestão na região da bacia. É importante ressaltar que tanto coliformes quanto *E. coli* apresentaram padrão sazonal com maiores percentuais de violação no período chuvoso (**Figura 6-132**). O aumento das concentrações destes parâmetros está associado ao carreamento de partículas para os corpos hídricos, que é maior em períodos de maior pluviosidade.

Ferro total apresentou percentuais de violação de 35,3% no período seco e 21,7% no período chuvoso. A ocorrência do elemento ferro pode estar associada à sua origem natural em rochas e solos da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021).

Destacam-se, ainda, o alumínio total (5,9% de violação) e níquel total (5,9% de violação) por violarem os limites legais apenas no período seco, e gosto e odor (9,1% de violação) e pH (7,7% de violação) por violarem os limites legais somente no período chuvoso (**Figura 6-132**).

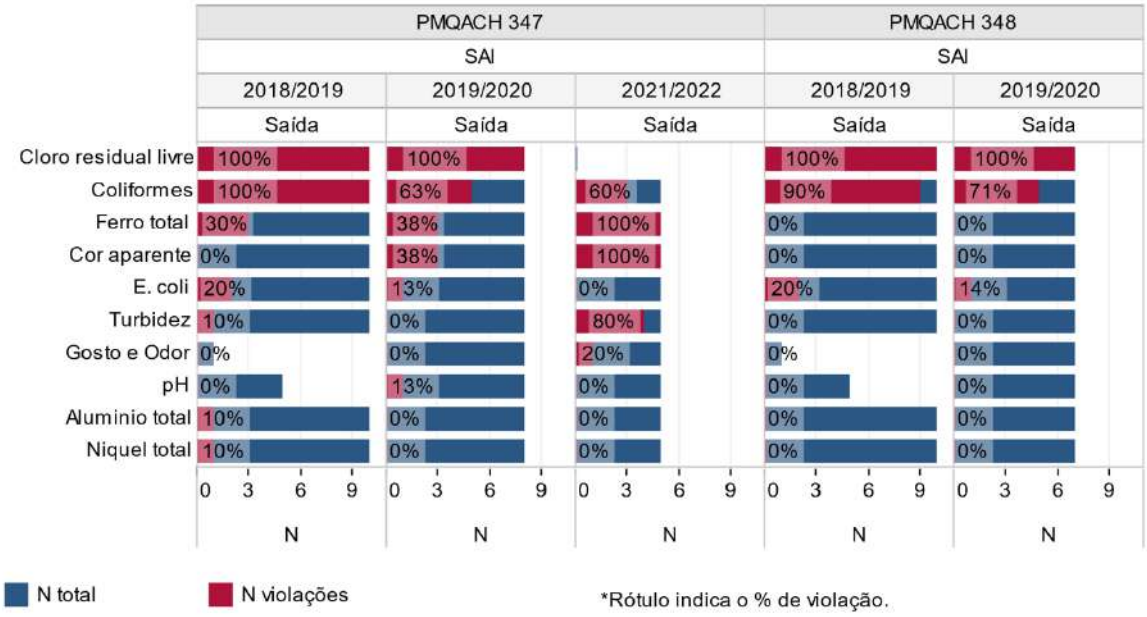
Figura 6-132 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto sem tratamento do município de Sobrália-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



Dois pontos foram monitorados no município de Sobrália, ambos sem tratamento, com captação subterrânea e abastecimento tipo SAI. O ponto PMQACH 347 foi monitorado durante três ciclos: 2018/2019, 2019/2020 e 2021/2022. Neste ponto, foi observado aumento no percentual de violação para ferro total (100% de violação, todas as 5 amostras analisadas), cor aparente (100% de violação, todas as 5 amostras analisadas), turbidez (80% de violação, 4 das 5 amostras analisadas) e gosto e odor (20% de violação, 1 das 5 amostras analisadas) no último ciclo quando comparado aos ciclos anteriores (**Figura 6-133**). No entanto, foi observada pequena diminuição dos percentuais de violação no último ciclo para coliformes (60% de violação, 3 das 5 amostras analisadas). Ademais, os parâmetros *E. coli*, pH, alumínio total e níquel total que em períodos anteriores do monitoramento apresentaram violações, estiveram em conformidade no último ciclo (2021/2022) (**Figura 6-133**).

O ponto PMQACH 348 foi monitorado apenas nos ciclos 2018/2019 e 2019/2020. Em ambos os ciclos foi observado um elevado percentual de violação para cloro residual livre e coliformes. *E. coli*, no entanto, apresentou reduzidos percentuais de violação (20% de violação no ciclo de 2018/2019 e 14% no ciclo de 2019/2020). Os demais parâmetros não violaram os limites legais durante todo o monitoramento (**Figura 6-133**).

Figura 6-133 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 347 e PMQACH 348 localizados no município de Sobrália-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



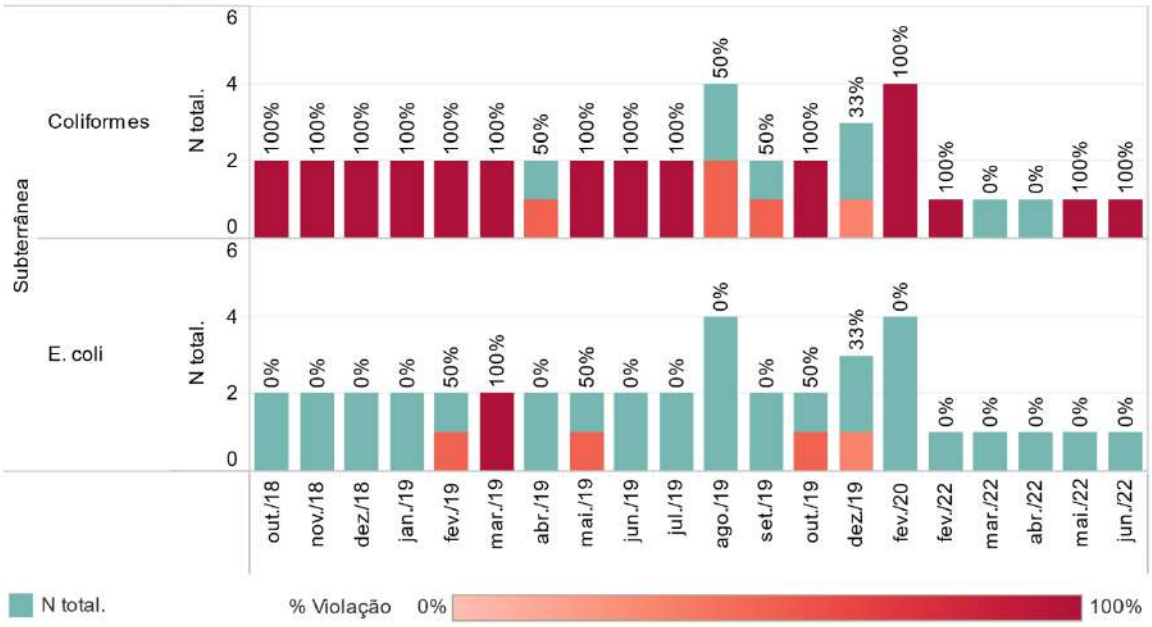
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.15.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos PMQACH 347 e 348, a presença de coliformes foi registrada em 18 dos 20 meses monitorados (**Figura 6-134**), ausentes apenas nos meses de março e abril/2022. O percentual de amostras no mês com a presença de coliformes variou entre 33 e 100% nestes 18 meses. A presença de *E. coli* foi registrada em apenas 5 meses, variando entre 33 e 100% o percentual de amostras no mês contaminadas com o microrganismo. Não foi possível observar

um padrão sazonal ou temporal nos dados obtidos de coliformes e *E.coli* para os pontos sem tratamento no município de Sobrália-MG (**Figura 6-134**).

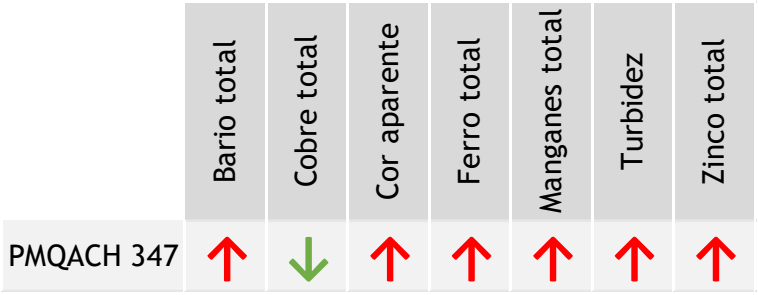
Figura 6-134 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Sobrália-MG.



O ponto PMQACH 347 não foi avaliado em 2020/2021 e, portanto, o ciclo do presente relatório (2021/2022) foi comparado com os anos anteriores. Para o ponto PMQACH 348, no entanto, a amostragem foi realizada somente até 2019/2020 e, portanto, a avaliação estatística temporal não foi realizada, somente a sazonal.

Para o ponto PMQACH 347, destaca-se o padrão de aumento das concentrações de bário total, cor aparente, ferro total, manganês total, turbidez e zinco total no último período avaliado ($p < 0,05$) (**Figura 6-135**). Somente o parâmetro cobre total apresentou padrão de redução das concentrações no ponto PMQACH 347 ($p < 0,05$) (**Figura 6-135**).

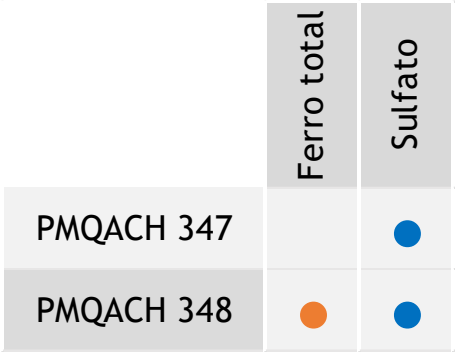
Figura 6-135 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, foram poucos os parâmetros que apresentaram padrões significativos (**Figura 6-136**). O sulfato apresentou concentrações superiores no período chuvoso para os dois pontos avaliados, enquanto ferro total apresentou concentrações mais elevadas no período seco, mas somente no ponto PMQACH 348 ($p < 0,05$) (**Figura 6-136**).

Figura 6-136 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



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

6.16 - Fernandes Tourinho

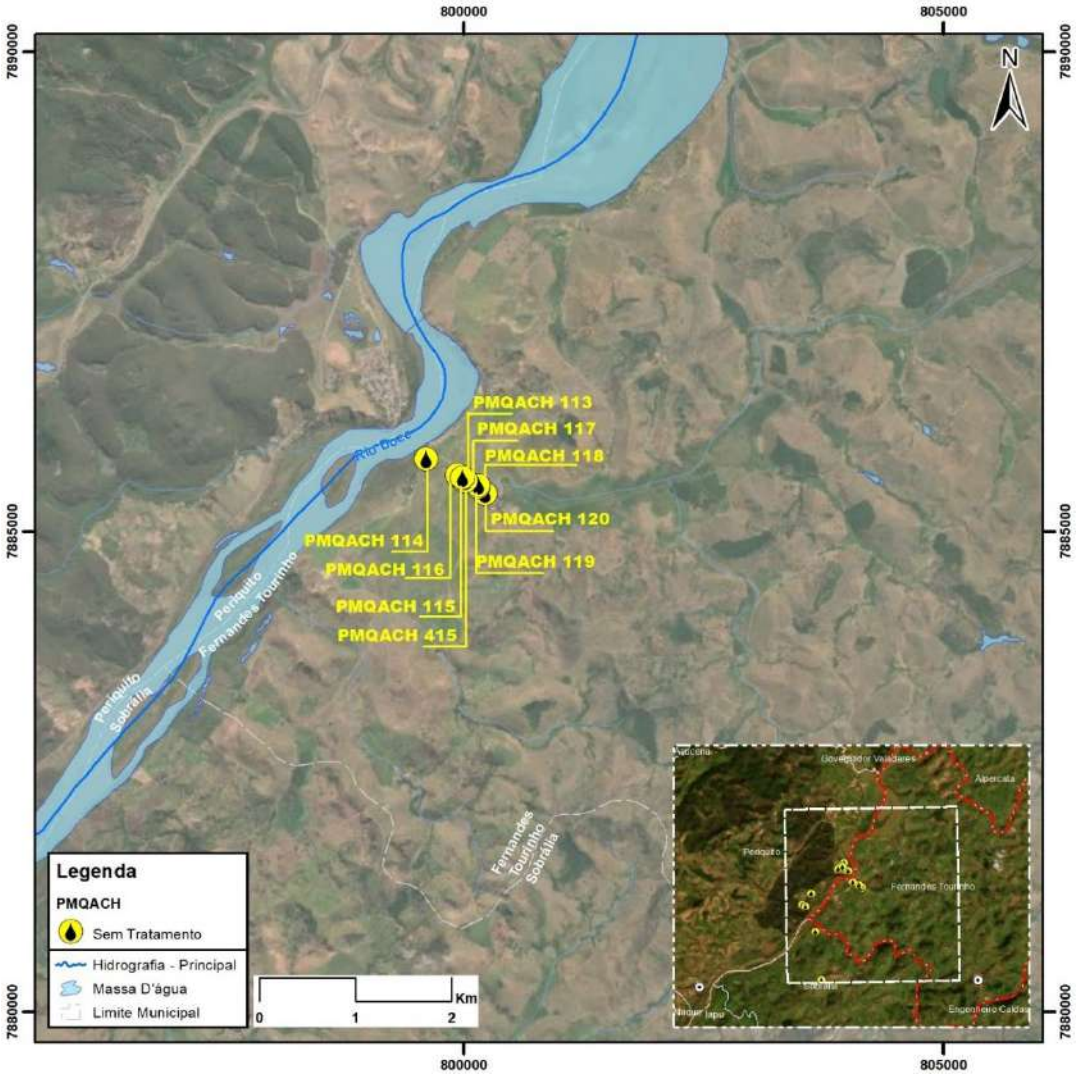
No município de Fernandes Tourinho-MG, foram considerados os 09 (nove) pontos ativos, sem tratamento de água. Deste total, dois são do tipo Soluções Alternativas Coletivas (SAC) e sete são do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) (**Figura 6-137** e **Quadro 6-16**).

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

Código	Forma de abastecimento	Tipo de captação	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 113[1)]	Subterrânea	SAC	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	16/01/2022
PMQACH 114[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 115[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 116[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 117[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 118[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 119	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 120	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 415	Subterrânea	SAC	Não	Saída		

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

Figura 6-137 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Fernandes Tourinho-MG.



6.16.1 - Pontos sem tratamento

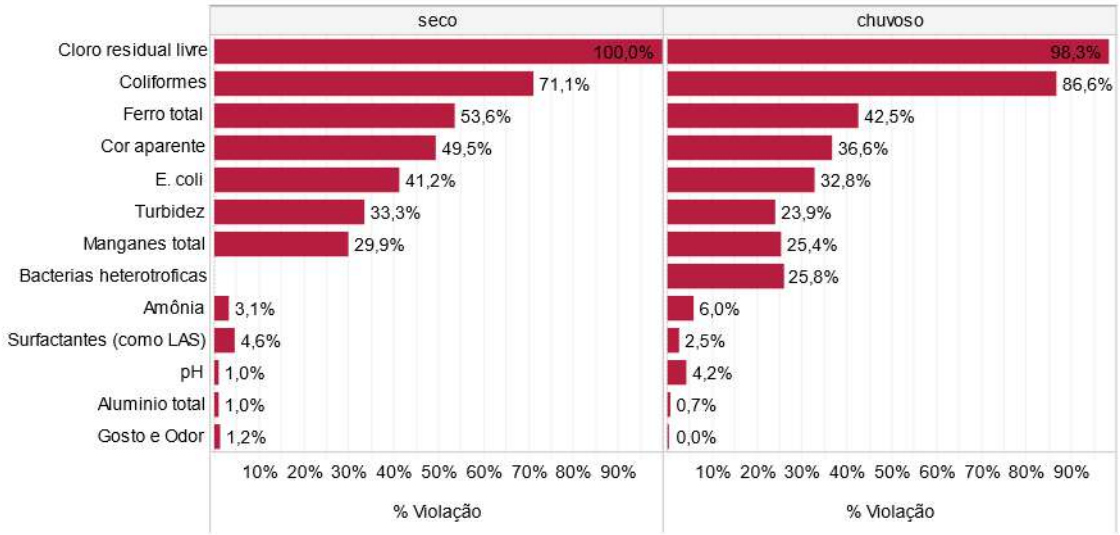
6.16.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para os pontos sem tratamento analisados no município de Fernandes Tourinho-MG no período seco e de no período chuvoso, dois parâmetros se destacaram por apresentar elevados percentuais de violação: cloro residual livre e coliformes (**Figura 6-138**). Cloro residual livre apresentou 100% e 98,3% de violação do limite legal no período seco e no período chuvoso respectivamente. Para esse parâmetro, a violação foi 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 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.

A contaminação microbiológica observada nos pontos desse município pode estar relacionada à não adição de cloro e à sua baixa concentração na água. Coliformes apresentou um percentual de 71,1% no período seco e 86,6% no período chuvoso (**Figura 6-138**). O município usa um tratamento de desinfecção com cloração, e apresenta 64,6% de esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2010). Fernandes Tourinho ocupa a 419ª posição entre os 853 municípios de Minas Gerais com mais esgotamento sanitário adequado (a 1ª posição corresponde ao município com mais esgotamento sanitário adequado). Apesar de apresentar mais de 50% do município com esgotamento sanitário adequado, essa taxa pode não corresponder à eficiência do tratamento de esgoto que, quando ineficiente, resultará em lançamento de matéria orgânica e patógenos nos corpos d'água. Como pode ser observado, o percentual de coliformes foi maior no período chuvoso. Em águas subterrâneas, tipo de água correspondente aos pontos analisados para Fernandes Tourinho, a chuva pode levar a um maior carreamento de matéria orgânica e patógenos por infiltração ou escoamento superficial (SILVA *et al*., 2018).

Ferro total, cor aparente, *E. coli*, turbidez e manganês total apresentaram violação dos parâmetros de aproximadamente 30% ou mais para pelo menos um dos períodos chuvoso ou seco, porém sem apresentar um padrão sazonal claro (**Figura 6-138**). Amônia, surfactantes (como LAS), pH, alumínio total e gosto e odor apresentaram percentuais de violação abaixo de 10% para ambos os períodos (**Figura 6-138**).

Figura 6-138 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



Um total de 9 pontos foram monitorados no município de Fernandes Tourinho-MG, todos apresentando captação subterrânea.

Os pontos PMQACH 114, PMQACH 115, PMQCH 116, e PMQACH 117 são do tipo SAI. No último ciclo, 2021/2022, todos estes pontos apresentaram 100% de violação para coliformes, com exceção do ponto PMQACH 115, que apresentou 83% (**Figura 6-139**).

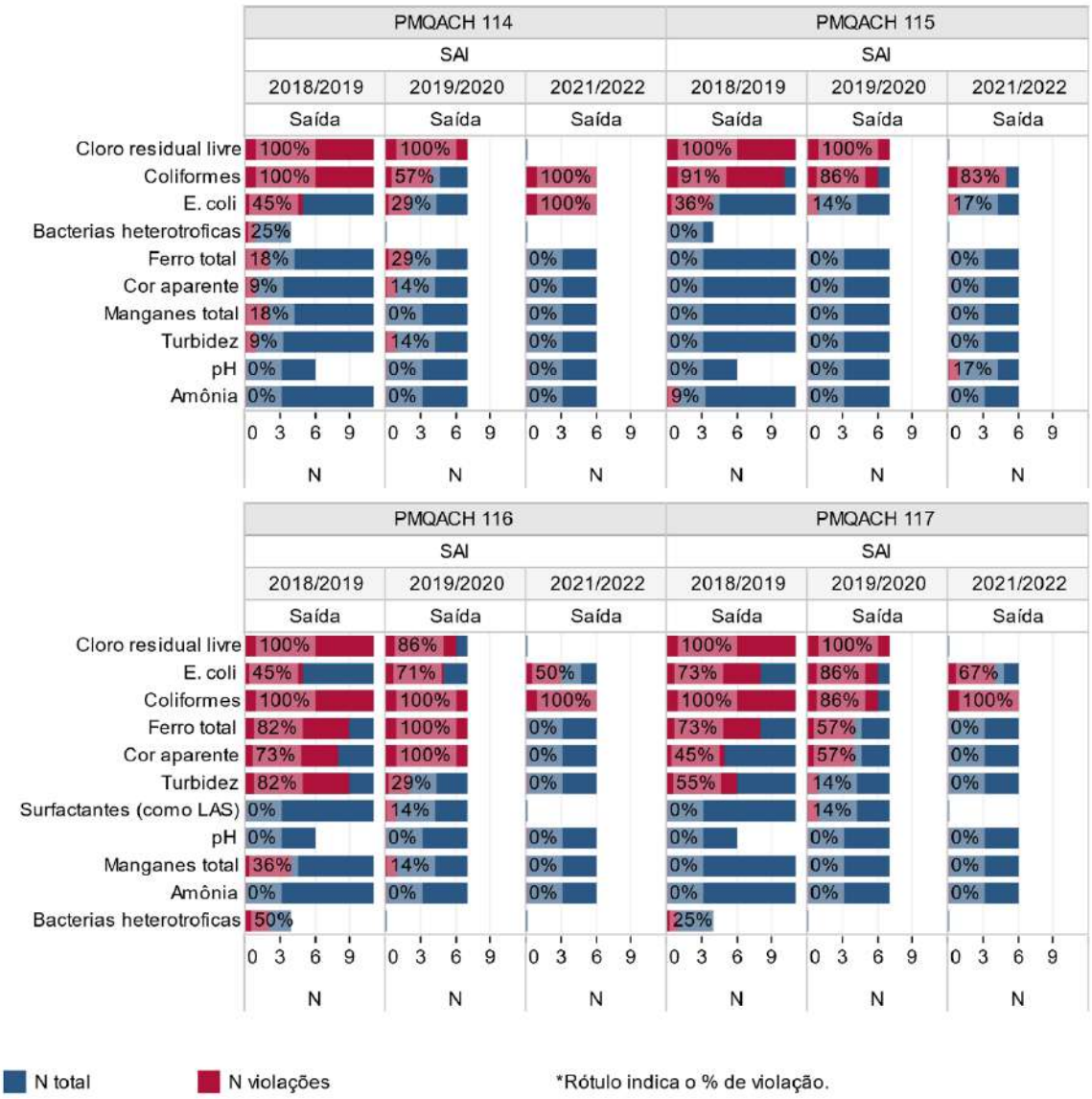
No ponto PMQACH 114 destaca-se ainda *E. coli*, também com 100% de violação em 2021/2022 (todas as 6 amostras). Os percentuais de violação tanto de *E. coli*, quanto de

coliformes, em 2021/2022, representaram um aumento em relação ao período anterior (**Figura 6-139**).

No ponto PMQACH 115, *E. coli* e pH apresentaram em 2021/2022 violação pontual de 17% (1 de 6 amostras) (**Figura 6-139**).

Nos pontos PMQACH 116 e PMQACH 117, E. coli apresentou redução no percentual de violação em 2021/2022 em relação ao período anterior, registrando 50% (3 de 6 amostras) e 67% (4 de 6 amostras), respectivamente nestes pontos (**Figura 6-139**).

Figura 6-139 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 114, PMQACH 115, PMQACH 116 e PMQACH 117 localizados no município de Fernandes Tourinho-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, 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.

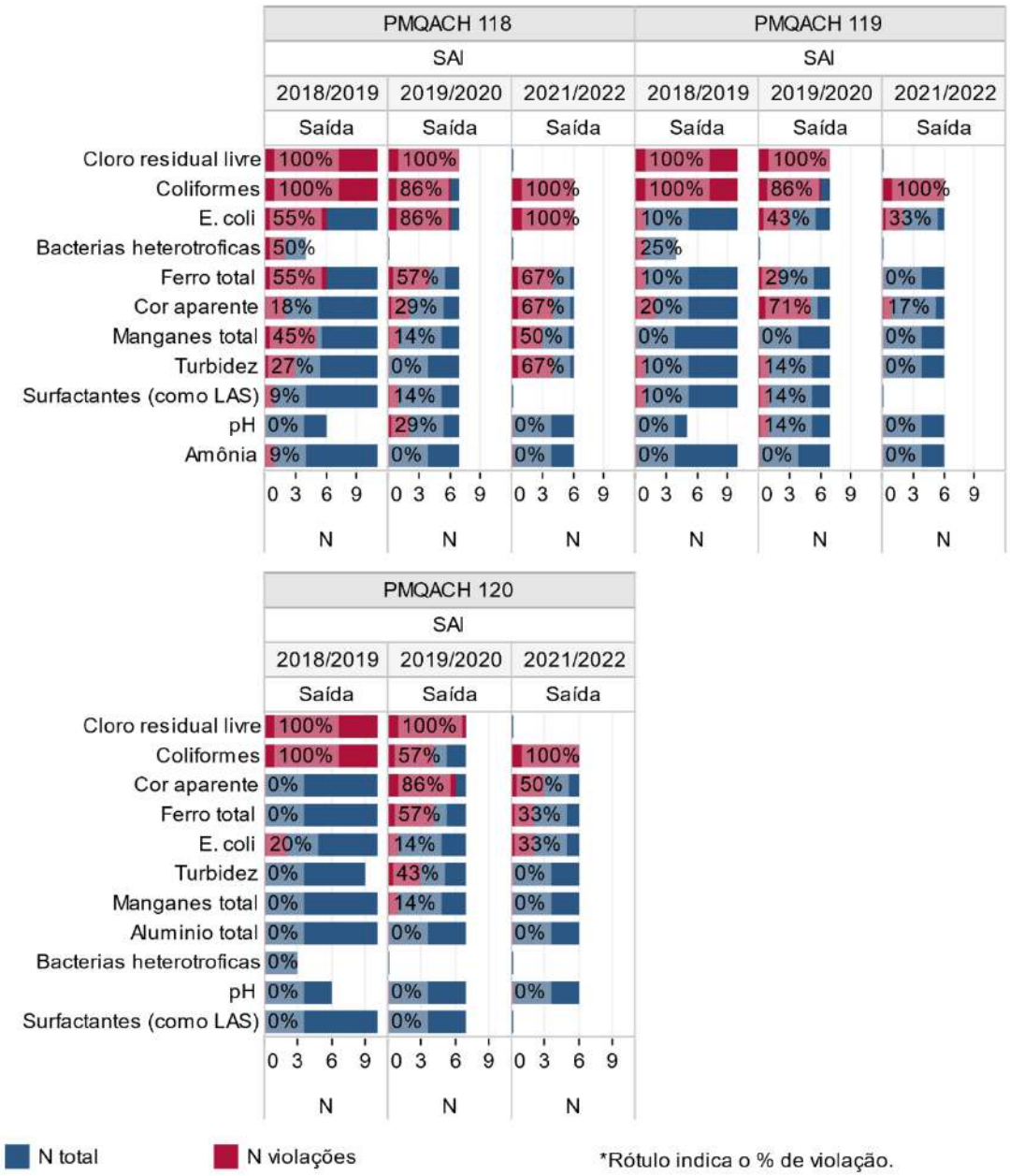
Os pontos PMQACH 118, PMQACH 119 e PMQACH 120 também são do tipo SAI e assim como os demais, apresentaram 100% de violação para coliformes no último ciclo (**Figura 6-140**).

No ponto PMQACH 118, destaca-se ainda *E. coli*, que também apresentou 100% de violação no último ciclo (todas as 6 amostras). Em 2021/2022, ferro total, cor aparente e turbidez registraram 67% de violação (4 de 6 amostras) e manganês total 50% (3 de 6 amostras), o que representa um aumento em relação ao período anterior (**Figura 6-140**).

No ponto PMQACH 119, em 2021/2022, E. coli registrou 33% de violação (2 de 6 amostras) e cor aparente violação pontual de 17% (1 de 6 amostras), estes resultados configuram uma redução no percentual desconforme em relação ao período anterior (**Figura 6-140**).

No ponto PMQACH 120 cabe destacar ainda, a redução nos percentuais de violação observadas em 2021/2022 para cor aparente (50%, 3 de 6 amostras) e ferro total (33%, 2 de 6 amostras) em relação ao período anterior (**Figura 6-140**).

Figura 6-140 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 118, PMQACH 119 e PMQACH 120 localizados no município de Fernandes Tourinho-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.



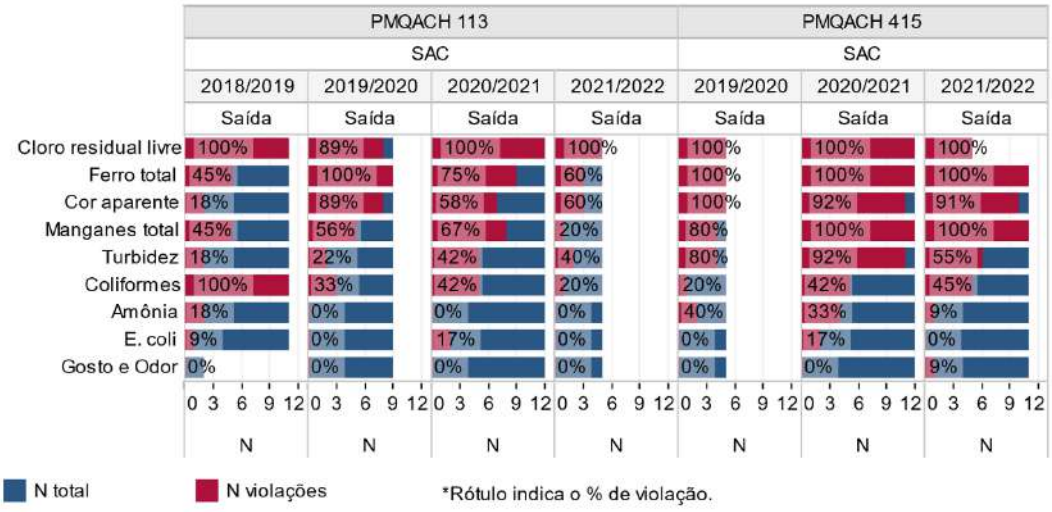
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos de abastecimento tipo SAC, PMQACH 113 e 415, apresentaram 100% de violação para cloro residual no ciclo de 2021/2022 (**Figura 6-141**).

No ponto PMQACH 113, em 2021/2022, houve redução no percentual de violação para ferro total (60%, 3 de 5 amostras), manganês total e coliformes (20%, 1 de 5 amostras). Cor aparente, por outro lado, registrou pequeno aumento no percentual de violação em 2021/2022 (60%, 3 de 5 amostras) (**Figura 6-141**).

No ponto PMQACH 415, além de cloro, os parâmetros ferro total e manganês total apresentaram 100% de violação em 2021/2022 (todas as 11 amostras). Cor aparente registrou 91% (10 de 11 amostras) e coliformes 45% (5 de 11 amostras). Estes resultados foram iguais ou muito similares ao do período anterior. Por outro lado, turbidez registrou 55% de violação em 2021/2022 (6 de 11 amostras) e amônia 9% (1 de 11 amostras), o que configurou uma redução no percentual desconforme em relação aos anos anteriores (**Figura 6-141**).

Figura 6-141 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 113 e PMQACH 415 localizados no município de Fernandes Tourinho-MG, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.

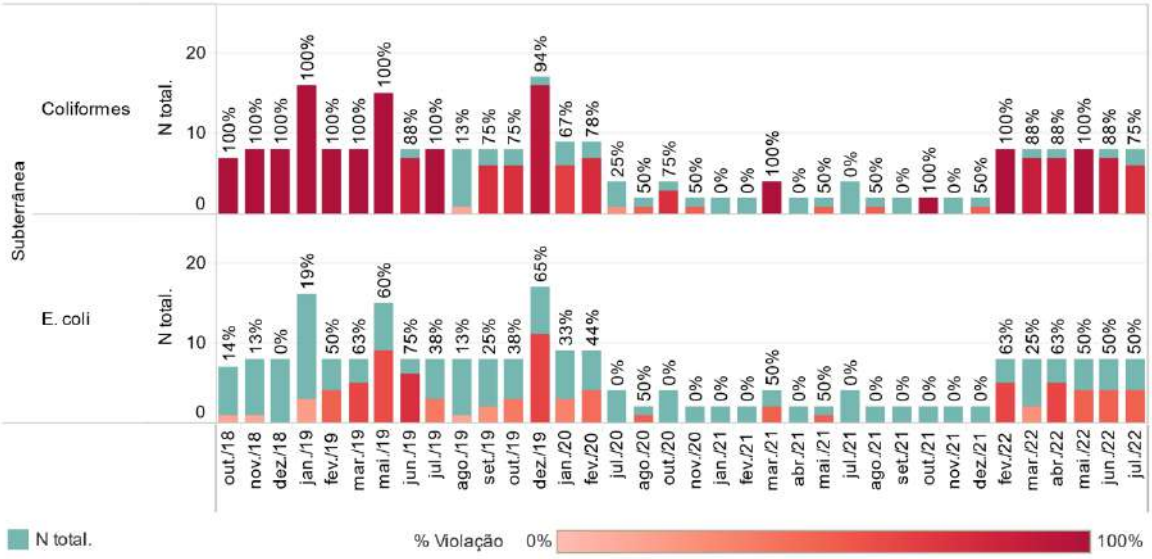


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.16.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Para os pontos sem tratamento de captação subterrânea, não foi possível identificar um padrão temporal para o percentual de violação dos parâmetros coliformes e *E. coli*. A presença dos contaminantes nas amostras ocorreu em praticamente todo o período. Os menores percentuais da ocorrência destes contaminantes, ocorreu entre julho/2020 e dezembro/2021, exatamente o período em que os pontos do tipo SAI não estavam sendo monitorados (**Figura 6-142**).

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



Os pontos do tipo SAI no município de Fernandes Tourinho não foram avaliados no período de 2020/2021 e, portanto, os resultados de 2021/2022 foram comparados aos outros anos anteriores (2018/2019 e 2019/2020). Os pontos do tipo SAC tiveram monitoramento contínuo, sendo, portanto, o período de 2021/2022 comparado com o ciclo de 2020/2021. Nota-se que, de maneira geral, alumínio total, ferro total, manganês total e sólidos dissolvidos totais apresentaram valores inferiores em 2021/2022 em relação aos anos anteriores ($p < 0,05$) (**Figura 6-143**). Cor aparente também apresentou padrão de redução no último período

avaliado em PMQACH 116, 117 e 120, pH em PMQACH 113, sulfato em PMQACH 115 e turbidez nos pontos PMQACH 114, 116 e 117 ($p < 0,05$) (**Figura 6-143**). Os padrões de aumento no último período avaliado foram observados para bário total no ponto PMQACH 120, dureza total nos pontos PMQACH 116 e 120, nitrato e pH no ponto PMQACH 116, sulfato nos pontos PMQACH 114 e 116 e zinco total nos pontos PMQACH 114, 115 e 120 ($p < 0,05$) (**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/2022.

	Alumínio total	Bário total	Cloreto total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 113									↓					—
PMQACH 114	↓					↓	↓				↓	↑	↓	↑
PMQACH 115	↓	—			—		↓					↓		↑
PMQACH 116	—	—		↓	↑	↓	↓	↑	↑		↓	↑	↓	—
PMQACH 117	↓			↓		↓	↓						↓	—
PMQACH 118	—										↓			
PMQACH 119	↓		—	—		↓	↓	↓	—		↓			
PMQACH 120	—	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓		—	↓		—	↑

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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 dureza total, nitrato, sódio total e sólidos dissolvidos totais apresentaram resultados significativamente superiores durante o período chuvoso ($p < 0,05$) (**Figura 6-144**). Manganês total apresentou resultados superiores no período chuvoso no ponto PMQACH 114, enquanto no ponto PMQACH 118 os resultados foram superiores no período seco ($p < 0,05$) (**Figura 6-144**). Bário total, cor aparente, ferro total e turbidez apresentaram resultados superiores no período seco para alguns pontos ($p < 0,05$) (**Figura 6-144**).

Figura 6-144 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Bario total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	Sodio total	SDT	Turbidez
PMQACH 113		●							
PMQACH 114					●				
PMQACH 115						●		●	
PMQACH 116	●						●		
PMQACH 117			●			●	●	●	
PMQACH 118	●	●		●	●	●	●		●
PMQACH 415						●			

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

6.17 - Periquito

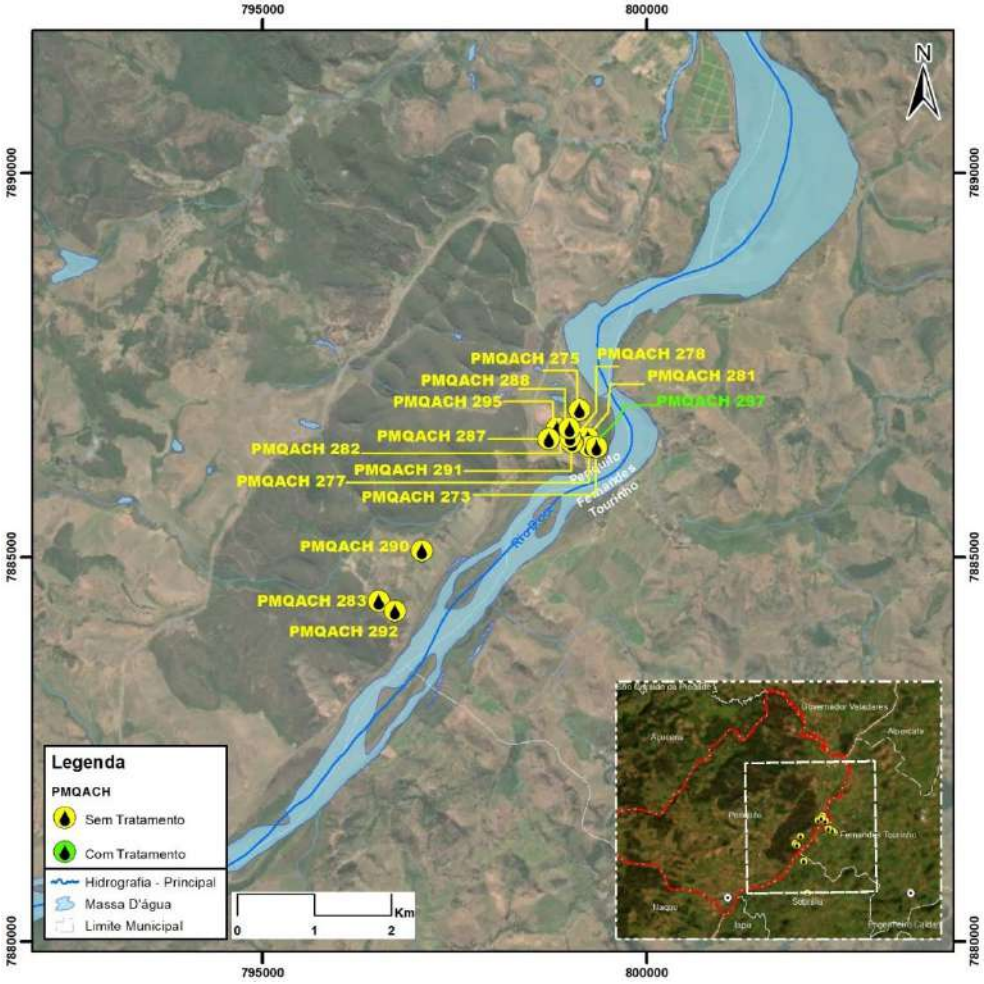
No município de Periquito-MG, foram considerados 14 (quatorze) pontos ativos, sendo um com tratamento de água, do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e 13 (treze) pontos sem tratamento, do tipo Solução Alternativa Individual (SAI) (**Figura 6-145** e **Quadro 6-17**). A partir de janeiro/2022, após a 1ª Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtração.

Quadro 6-17 - Características do ponto do município de Periquito considerado no presente relatório.

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 273	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 275[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 277	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 278	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 281	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 282[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 283	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 287	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 288	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 290	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 291	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 292	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 295	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 297	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	

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

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



6.17.1 - Pontos sem tratamento

6.17.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Periquito-MG, destacam-se cloro residual livre, coliformes e *E. coli* por apresentarem percentual de violação acima de 30% em pelo menos um dos períodos analisados (chuvoso ou seco) (**Figura 6-146**). Cloro residual livre apresentou 100% de violação para o período seco e 97,1% para o período chuvoso. Reforça-se, no entanto, que a partir da revisão bianual do PMQACH, em janeiro de 2022, este parâmetro deixou de ser

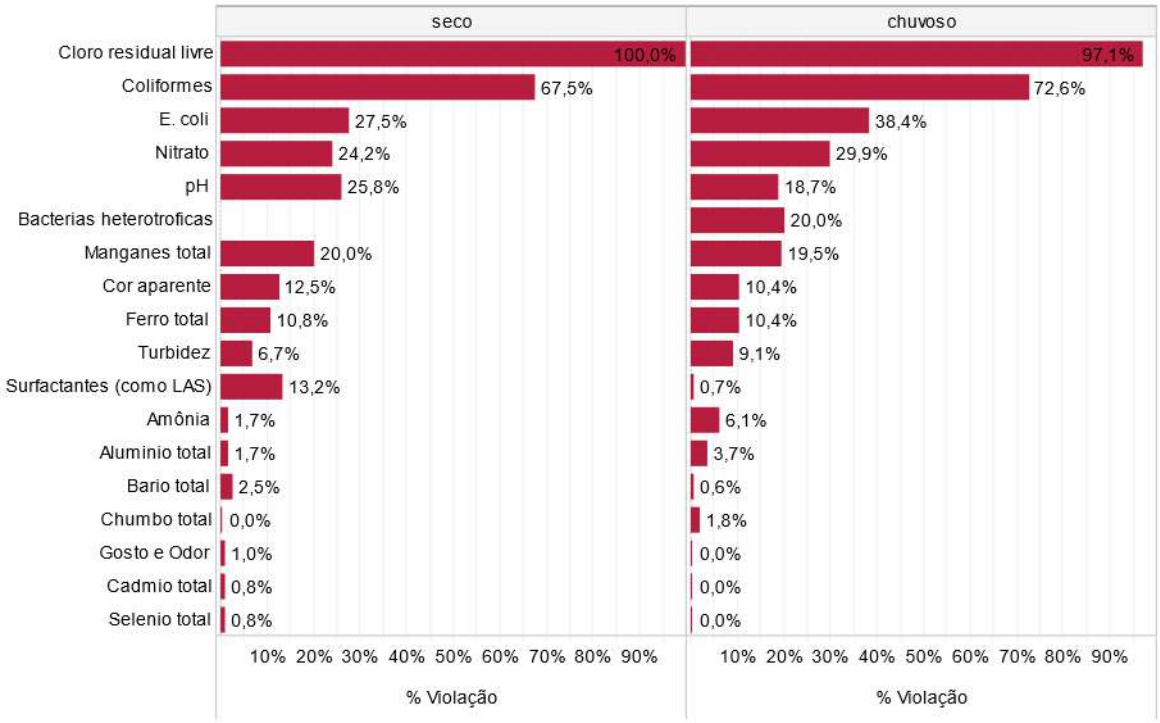
monitorado em pontos sem tratamento. Os elevados percentuais observados referem-se à períodos pretéritos à esta revisão.

De maneira geral, o cloro residual livre violou o limite inferior legal, devido às baixas concentrações, o que é esperado em pontos sem tratamento de água. Por ser empregado nos processos de tratamento de água e ser eficiente para a remoção 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*, dois parâmetros indicados como prioritários para gestão na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021).

Ambos os parâmetros coliformes (67,5% de violação no período seco e 72,6% no período chuvoso) e *E. coli* (27,5% de violação no período seco e 38,4% no período chuvoso) (**Figura 6-146**) indicam contaminação fecal proveniente de esgoto não tratado doméstico e da criação de animais. De acordo com o IBGE (2010), o município de Periquito apresenta 72% de esgotamento sanitário. Comparando-o com os municípios do estado de Minas Gerais (total de 853 municípios), Periquito ocupa a 332ª posição entre os municípios com maior taxa de esgotamento sanitário adequado. Apesar de relativamente elevada taxa de esgotamento sanitário, é importante ressaltar 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 deles nos recursos hídricos.

Os demais parâmetros apresentaram percentuais de violação abaixo de 30%. Entre eles, destacam-se gosto e odor (1% de violação), cádmio total (0,8% de violação) e selênio total (0,8% de violação), por violarem os limites legais somente no período seco, e chumbo total (1,8% de violação) por violar o limite legal somente no período chuvoso (**Figura 6-146**).

Figura 6-146 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados 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/2022 com base nos limites aplicáveis



Um total de 13 pontos sem tratamento foram monitorados. Todos apresentam captação subterrânea e abastecimento tipo SAI.

No ponto PMQACH 273, coliformes apresentou 83% de violações no período de 2021/2022 (5 de 6 amostras), resultado este similar ao de períodos anteriores. Nitrato apresentou redução no percentual de violação em 2021/2022, com 33% de amostras em desconformidade (2 de 6 amostras). O pH, pela primeira vez em 2021/2022, apresentou violação à legislação com 17% (1 de 6 amostras). Demais parâmetros apresentaram conformidade neste ponto no período de 2021/2022 (**Figura 6-147**).

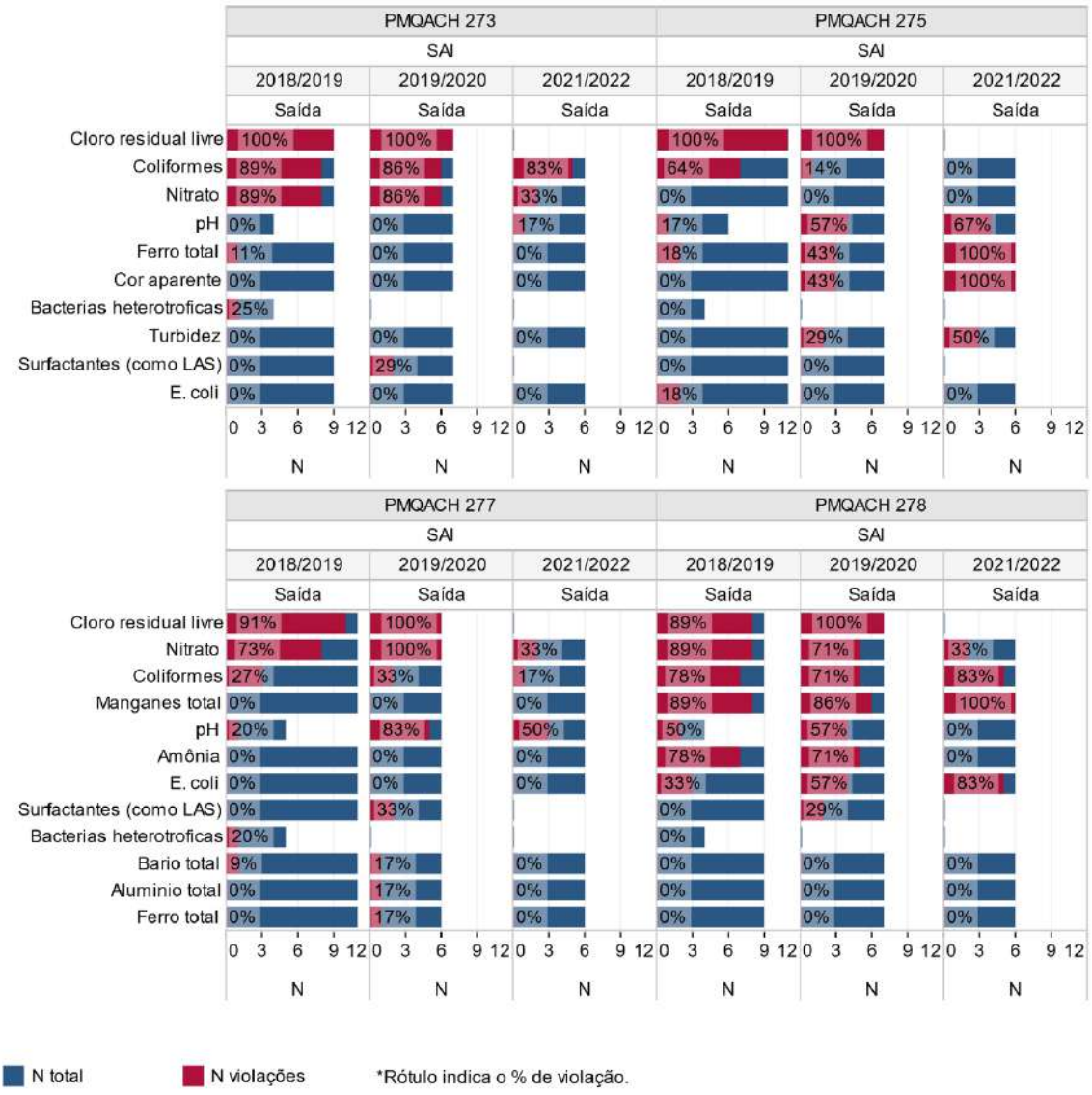
No ponto PMQACH 275, destacam-se os parâmetros ferro total e cor aparente com 100% de violações em 2021/2022 (todas as 6 amostras), resultado que representa um aumento em relação a períodos anteriores. Também apresentou aumento em 2021/2022 em relação a

períodos pretéritos, pH, com 67% de violação (4 de 6 amostras) e turbidez, com 50% de violação (3 de 6 amostras). Neste ponto coliformes e *E. coli* apresentaram conformidade em todas as amostras do período de 2021/2022 (**Figura 6-147**).

No ponto PMQACH 277, os três parâmetros que violaram os limites legais em 2021/2021 aprestaram percentuais inferiores ao de períodos anteriores. Foram eles, nitrato com 33% de violação, coliformes com 17% e pH com 50%. Demais parâmetros estiveram em conformidade (**Figura 6-147**).

No ponto PMQACH 278, nitrato apresentou 33% de violação em 2021/2022 (2 de 6 amostras), uma redução em relação aos períodos anteriores. Por outro lado, violações observadas para coliformes e *E. coli* (83%, 4 de 6 amostras) e manganês total (100%, 6 amostras), foram superiores àquelas de períodos pretéritos (**Figura 6-147**).

Figura 6-147 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 273, PMQACH 275, PMQACH 277 e PMQACH 278 localizados no município de Periquito-MG entre setembro/2018 e julho/2022 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.

Nos pontos PMQACH 281, 282, 283 e 287 (**Figura 6-148**) os coliformes tiveram 100% de violação no último ciclo analisado (2021/2022), ocorrendo em 6 das 6 amostras analisadas. Para os valores de violação de *E. coli* foi possível notar um aumento no último ciclo em relação a 2019/2020 nos pontos PMQACH 282, 283 e 287 (67% de violação, 4 das 6 amostras analisadas em cada ponto). Por outro lado, este parâmetro teve redução em PMQACH 281 em 2021/2022 (17% de violação, 1 de 6 amostras) quando comparado com o ciclo anterior (**Figura 6-148**).

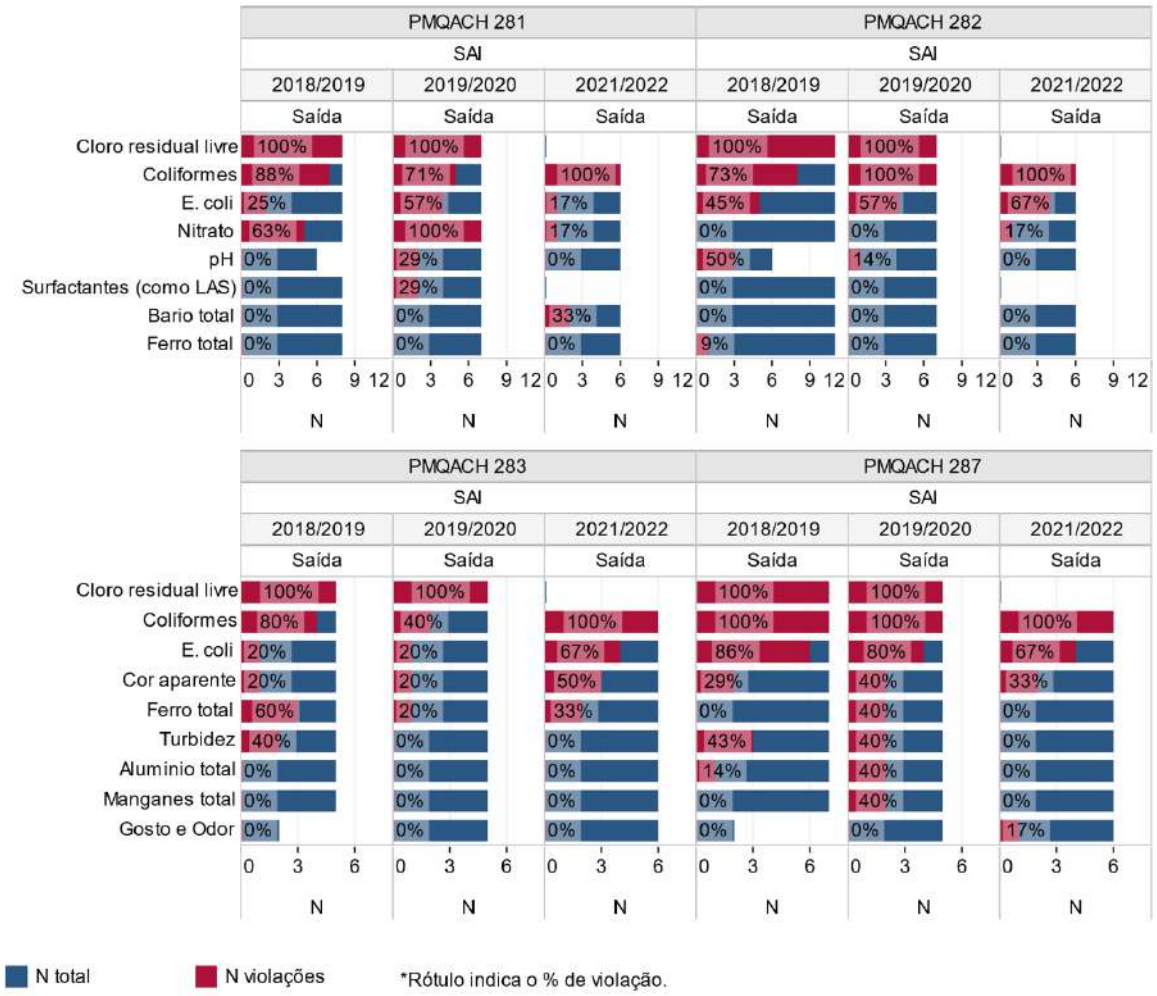
Além dessas observações gerais, destaca-se ainda no ponto PMQACH 281, violação de 17% para nitrato (1 de 6 amostras), uma redução em relação a períodos anteriores. Bário total apresentou pela primeira violação em 2021/2022, com 33% de amostras em desconformidade (2 de 6 amostras) (**Figura 6-148**).

No ponto PMQACH 282, nitrato também aparece pela primeira vez em desconformidade, com violação pontual de 17% (1 de 6 amostras).

No ponto PMQACH 283, violações observadas para cor aparente (50%, 3 de 6 amostras) e ferro total (33%, 2 de 6 amostras) em 2021/2022, representaram um aumento em relação ao período anterior (**Figura 6-148**).

Por fim em PMQACH 287, destacam-se cor aparente com 33% de violação em 2021/2022, similar a períodos anteriores, e gosto e odor, em desconformidade pela primeira vez neste ponto, com 17% de violação em 2021/2022 (**Figura 6-148**).

Figura 6-148 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 281, PMQACH 282, PMQACH 283 e PMQACH 287 localizados no município de Periquito-MG entre setembro/2018 e julho/2022 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 288, 290 e 292 apresentaram 100% de violação para coliformes no último ciclo monitorado (**Figura 6-149**). O ponto PMQACH 291, por outro lado sofreu redução do percentual de violação de coliformes no último ciclo em comparação com períodos anteriores (17% de violação, 1 de 6 amostras analisadas) (**Figura 6-149**). Em relação a *E. coli,* o ciclo de 2021/2022 foi em geral marcado por redução no percentual de violação

nos pontos PMQACH 290, 291 e 292 em relação aos anos anteriores. Em PMQACH 288, no entanto, observa-se aumento do percentual de violação deste parâmetro (83%, 5 de 6 amostras analisadas) em 2021/2022.

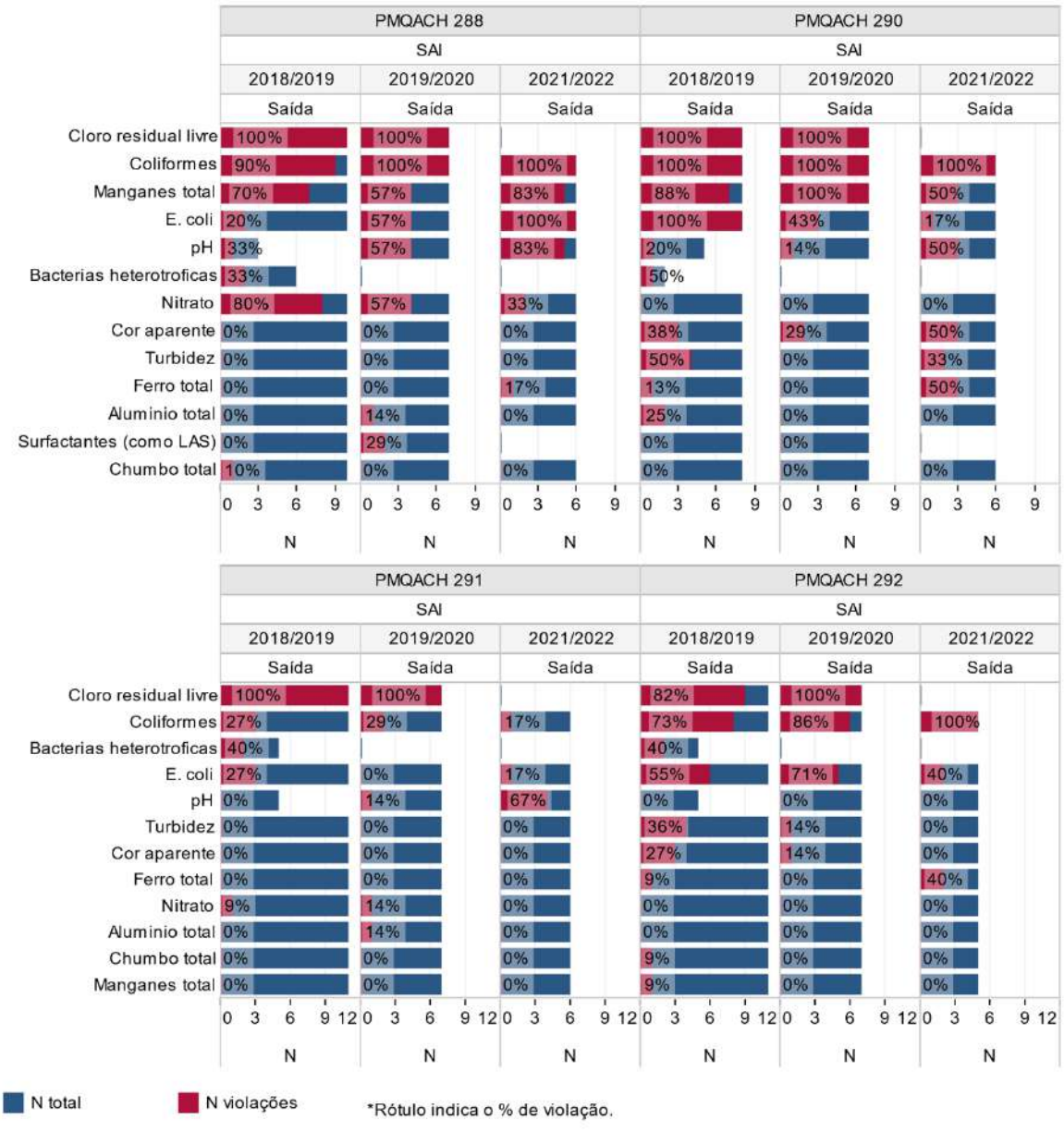
Além dos parâmetros mencionados, no ponto PMQACH 288, destaca-se ainda 83% de violação para manganês total e pH (5 de 6 amostras) em 2021/2022, o que representou um aumento em relação a períodos anteriores. Nitrato apresentou redução no percentual de violação com 33% em 2021/2022 (2 de 6 amostras). Ferro total apresentou pela primeira vez no monitoramento desconformidade, com violação pontual de 17% (1 de 6 amostras) (**Figura 6-149**).

No ponto PMQACH 290, as violações de pH, cor aparente e ferro total (50%, 3 de 6 amostras) em 2021/2022, representaram um aumento em relação aos anos anteriores (**Figura 6-149**).

No ponto PMQACH 291, pH apresentou 67% de violação e 2021/2022 (4 de 6 amostras), um aumento se comparado com os períodos anteriores (**Figura 6-149**).

Por fim, o ponto PMQACH 292 apresentou aumento no percentual de violação para ferro total (40%, 2 de 5 amostras) (**Figura 6-149**).

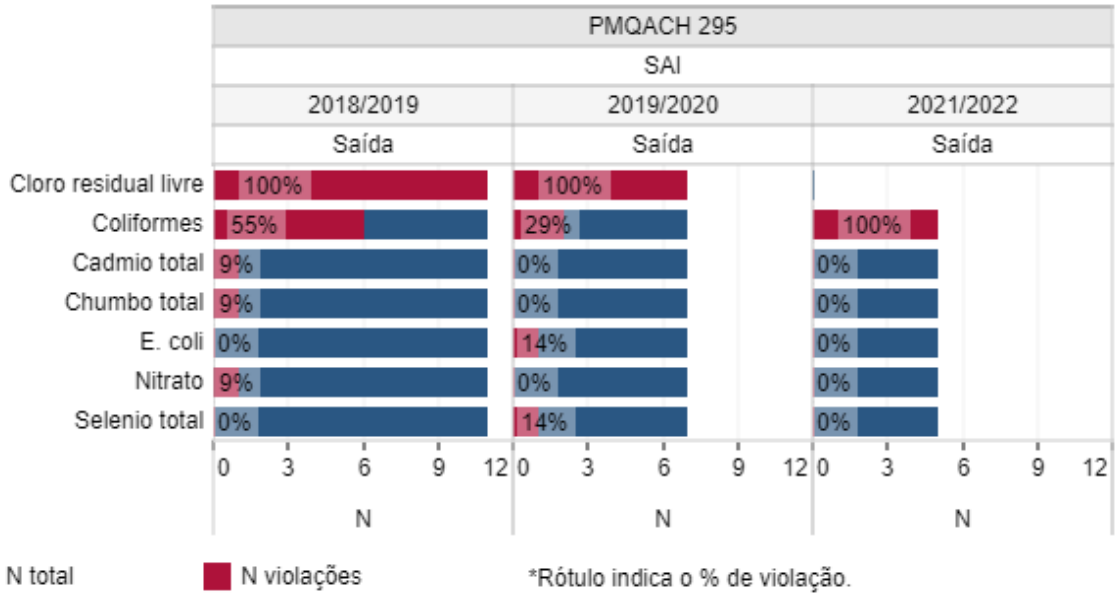
Figura 6-149 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 288, PMQACH 290, PMQACH 291 e PMQACH 292 localizados no município de Periquito-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



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.

Em 2021/2022, O ponto PMQACH 295 somente apresentou desconformidade com a legislação para o parâmetro coliformes, com 100% de violação (**Figura 6-150**). Demais parâmetros como cádmio total, chumbo total, *E. coli*, nitrato e selênio total que apresentaram violações e períodos pretéritos, estiveram em conformidade em 2021/2022 (**Figura 6-150).**

Figura 6-150 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 295 localizado no município de Periquito-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

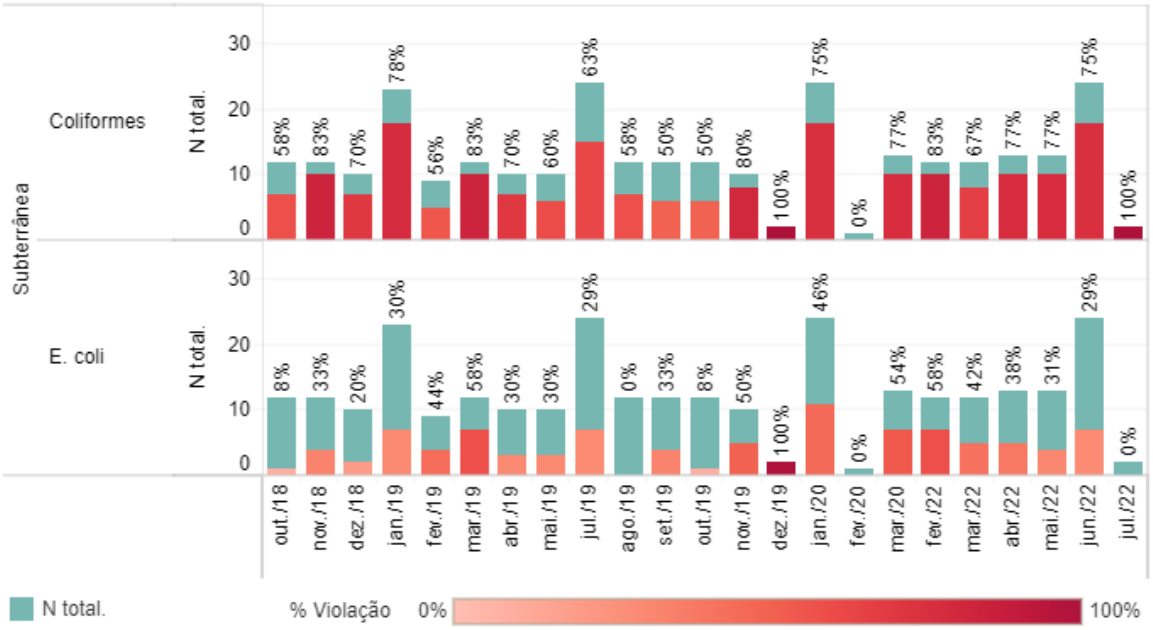


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.17.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos sem tratamento, a presença de coliformes e *E. coli* foi registrada durante todo o monitoramento, exceto em fevereiro/2020 (ausência de coliformes) e fevereiro/2020 e julho/22 (ausência de *E. coli*) (**Figura 6-151**). Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para a presença destes contaminantes no período analisado (**Figura 6-151**).

Figura 6-151 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento localizados no município de Periquito- MG.



Os pontos sem tratamento avaliados no município Periquito não foram avaliados em 2020/2021 e, portanto, o ciclo do presente relatório (2021/2022) foi comparado com os anos anteriores. De maneira geral, destaca-se o padrão de redução das concentrações de alumínio total, manganês total e nitrato no último período avaliado, o que foi observado em alguns dos pontos do município ($p < 0,05$) (**Figura 6-152**). Ferro total e sólidos dissolvidos totais apresentaram, em sua maioria, redução das concentrações no último período avaliado, mas com algumas exceções com padrão de aumento ($p < 0,05$) (**Figura 6-152**). Nomeadamente, o ferro total apresentou padrão de aumento de suas concentrações nos pontos PMQACH 275 e

288 e sólidos dissolvidos totais no ponto PMQACH 281 ($p < 0,05$) (**Figura 6-152**). Dureza total, sulfato e zinco total apresentaram exclusivamente padrões de aumento de suas concentrações no último período avaliado, no entanto, somente a dureza total apresentou em diversos pontos, sendo os outros de forma pontual ($p < 0,05$) (**Figura 6-152**). Ressalta-se ainda os resultados de bário total e sódio total que apresentaram, em sua maioria, aumento nas concentrações no último período avaliado em relação aos anos anteriores. Os demais parâmetros apresentaram padrões de forma mais pontual ($p < 0,05$) (**Figura 6-152**).

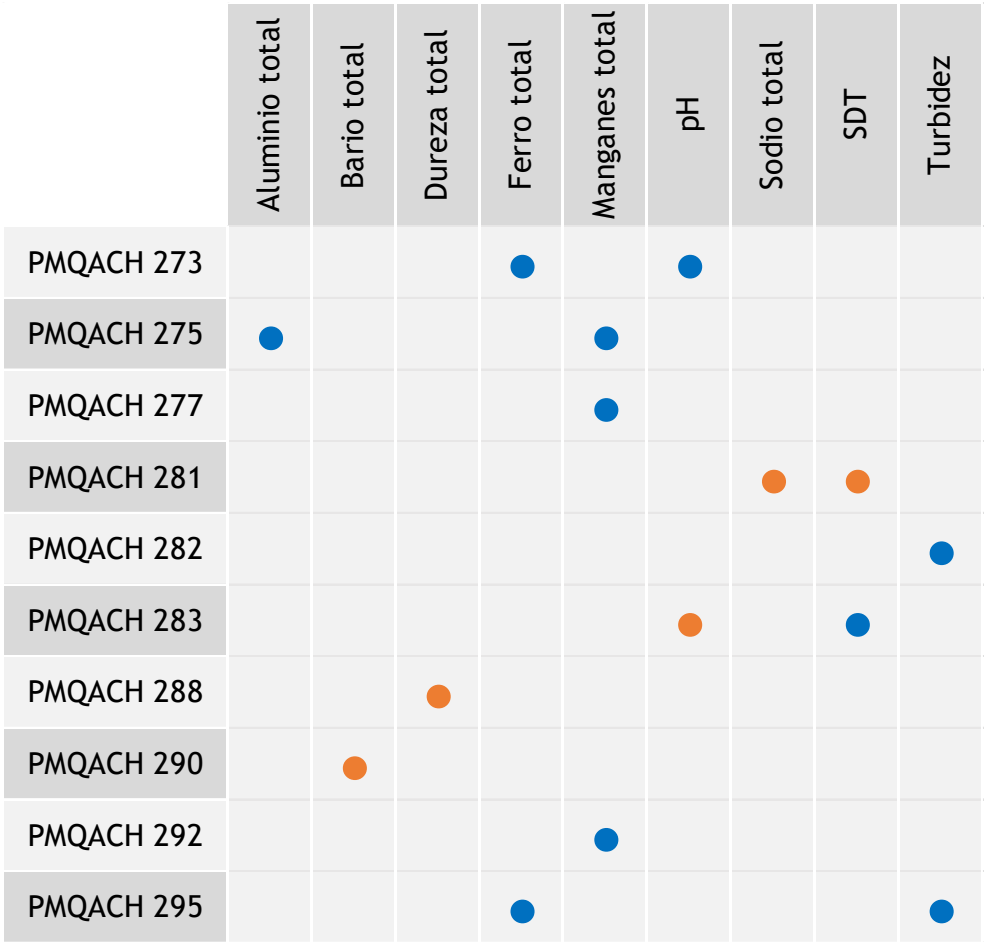
Figura 6-152 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 273	↓	↓		—		↓	—	↓		↑	↓			
PMQACH 275		↑	—	—	—	↑			↓	↑			—	—
PMQACH 277				—	—	—	↓	↓			↓			↑
PMQACH 278				—				↓	↑			—		
PMQACH 281	↓	↑			↑	↓	↓			↑	↑	↑	—	
PMQACH 282	↓				↑	↓	↓					—		—
PMQACH 283		↑									↓		—	
PMQACH 287					↑	↓	—			↑				—
PMQACH 288			↓		—	↑					↓	↑		
PMQACH 290					—	—	↓			↓	↓	—		
PMQACH 291	—	↑	—	—	↑	↓	—		↓	↑		—	↓	
PMQACH 292	—			—		—	—				↓			
PMQACH 295		—				↓	—			—	↓			

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, os padrões foram mais pontuais. Destaca-se o manganês total, que apresentou concentrações mais elevadas durante o período chuvoso em três diferentes pontos no município ($p < 0,05$) (**Figura 6-153**). Alumínio total, ferro total e turbidez também apresentaram concentrações mais elevadas durante o período chuvoso em alguns pontos ($p < 0,05$) (**Figura 6-153**). Bário total, dureza total e sódio total apresentaram concentrações mais elevadas durante o período seco, mas de forma pontual ($p < 0,05$) (**Figura 6-153**). Por fim, pH e sólidos dissolvidos totais apresentaram padrões divergentes ($p < 0,05$) (**Figura 6-153**).

Figura 6-153 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



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

6.17.2 - Pontos com tratamento

6.17.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

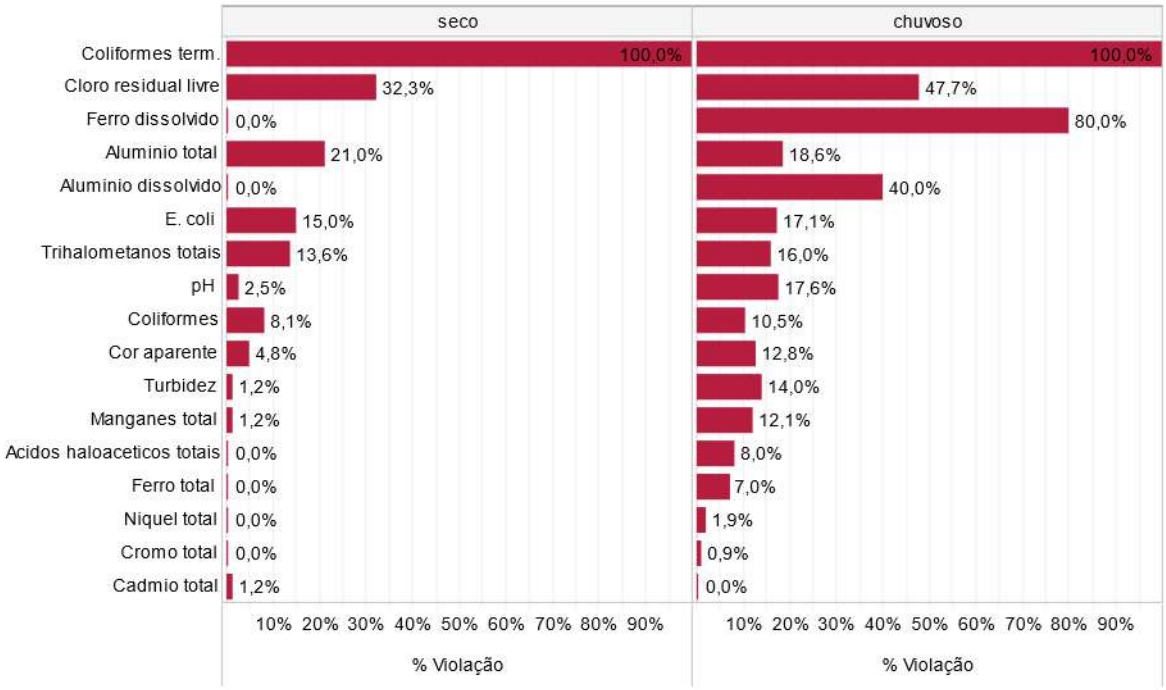
Para o ponto com tratamento do município de Periquito-MG, destacam-se coliformes termotolerantes, cloro residual livre, ferro dissolvido, alumínio total e alumínio dissolvido por apresentarem percentuais de violação acima de 20% em pelo menos um dos períodos analisados (**Figura 6-154**).

Cloro residual livre violou 32,3% do limite legal no período seco e 47,7% no período chuvoso (**Figura 6-154**). 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 ser insuficiente para desinfecção total. Isto ajuda a explicar o percentual de violação para coliformes termotolerantes, que violou 100% do limite legal no período seco e chuvoso.

Ferro dissolvido (80% de violação) e alumínio dissolvido (40% de violação) se destacaram por violarem os limites legais apenas no período chuvoso (**Figura 6-154**). O aumento da lixiviação e carreamento de partículas no período chuvoso favorece o aumento da concentração do ferro nos corpos hídricos, parâmetro que é encontrado 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 apenas em 2021/2022.

Ácidos haloacéticos totais (8% de violação), ferro total (7% de violação), níquel total (1,9% de violação) e cromo total (0.9% de violação) não violaram os limites legais no período seco. E, o cádmio total (1,2% de violação) não violou o limite legal no período chuvoso (**Figura 6-154**).

Figura 6-154 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis

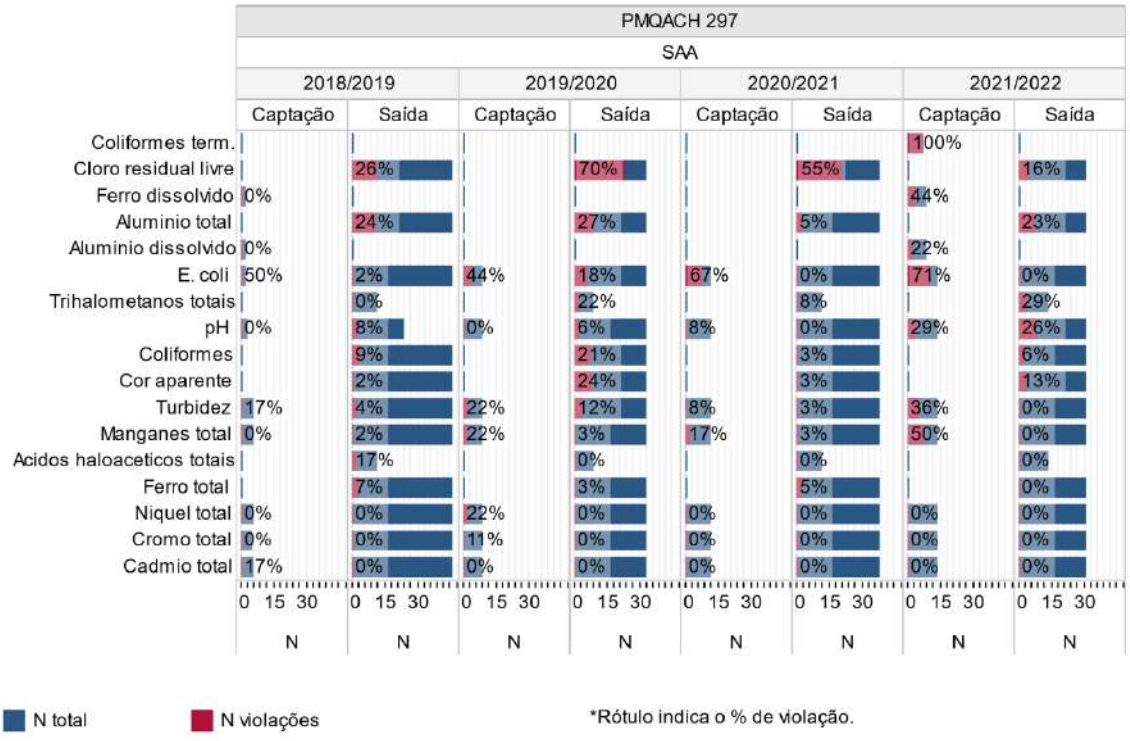


Um ponto com tratamento e captação superficial, do tipo SAA, PMQACH 297, foi analisado. Na captação deste ponto, foram registradas violações para os parâmetros coliformes termotolerantes (100%, 7 amostras), ferro dissolvido (44%, 4 de 9 amostras) e alumínio dissolvido (2 de 9 amostras) em 2021/2022. Estes parâmetros não possuem dados pretéritos para comparação (**Figura 6-155**).

Na captação deste ponto, em 2021/2022, as violações de E. coli (71%, 10 de 14 amostras), turbidez (36%, 5 de 14 amostras) e manganês total (7 de 14 amostras) foram superiores do que as observadas em períodos pretéritos. No entanto, ao avaliar estes mesmos parâmetros na saída do tratamento, observa-se conformidade para todos eles. Em 2021/2022, pH apresentou violações semelhantes tanto na captação (29%, 4 de 14 amostras), quanto na saída (26%, 8 de 31 amostras), resultados estes superiores aos dos anos anteriores (**Figura 6-155**).

Na saída deste ponto foi possível observar no último ciclo uma diminuição dos percentuais de violação para cloro residual livre (16% de violação, 5 das 31 amostras analisadas, e ferro total (0% de violação, 0 das 31 amostras analisadas) em 2021/2022. Por outro lado, o alumínio total (23% de violação, 7 das 31 amostras analisadas), trihalometanos totais (29% de violação, 4 das 14 amostras analisadas), pH (26% de violação, 8 das 31 amostras analisadas), coliformes (6% de violação, 2 das 31 amostras analisadas) e cor aparente (13% de violação, 4 das 31 amostras analisadas), apresentaram aumento nos percentuais de violação em 2020/2021, quando comparados com o ciclo anterior (**Figura 6-155**).

Figura 6-155 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 297 localizado no município de Periquito-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

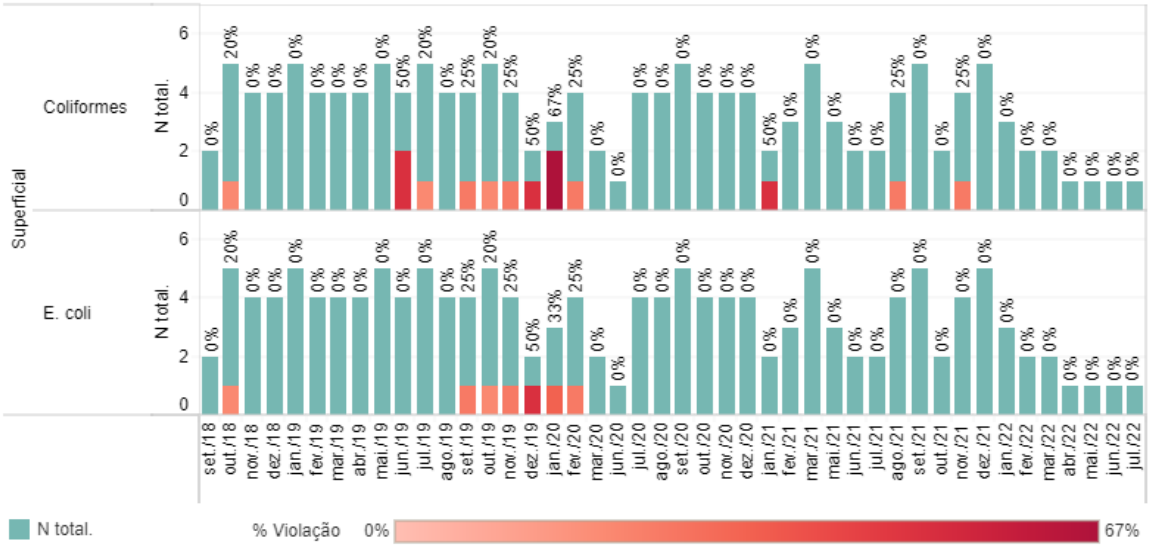


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.17.2.2 - 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 6-156**). Coliformes foi registrado em 12 dos 44 meses monitorados (**Figura 6-156**). E, *E. coli* foi presente em 7 dos 44 meses monitorados. Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para a presença de coliformes e *E. coli* no período analisado (**Figura 6-156**).

Figura 6-156 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento localizados no município de Periquito- MG.



No ponto PMQACH 297, os parâmetros nitrato, pH e sulfato apresentaram redução de seus valores no último período avaliado (2021/2022) tanto na captação quanto na saída, enquanto manganês total e sólidos dissolvidos totais somente na saída ($p < 0,05$) (**Figura 6-157**). Bário total e zinco total apresentaram concentrações mais elevadas no último período avaliado em relação aos anos anteriores, mas somente na captação do ponto ($p < 0,05$) (**Figura 6-157**).

Figura 6-157 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Zinco total
PMQACH 297	Captacao	—	↑	—	—	—		—	↓	↓	—	—	↓	↑
	Saida		—	—	—	—	—	↓	↓	↓		↓	↓	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, bário total, cor aparente, ferro total e manganês total apresentaram concentrações mais elevadas durante o período chuvoso tanto na captação quanto na saída do ponto, enquanto alumínio total e turbidez somente na captação ($p < 0,05$) (**Figura 6-158**). Nitrato, sódio total e sólidos dissolvidos totais, por sua vez, apresentaram concentrações mais elevadas durante o período seco na captação e na saída, enquanto cloreto total e sulfato somente na captação e dureza total na saída ($p < 0,05$) (**Figura 6-158**).

Figura 6-158 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez
PMQACH 297	Captacao	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●
	Saida		●		●	●	●	●	●	●	●		

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

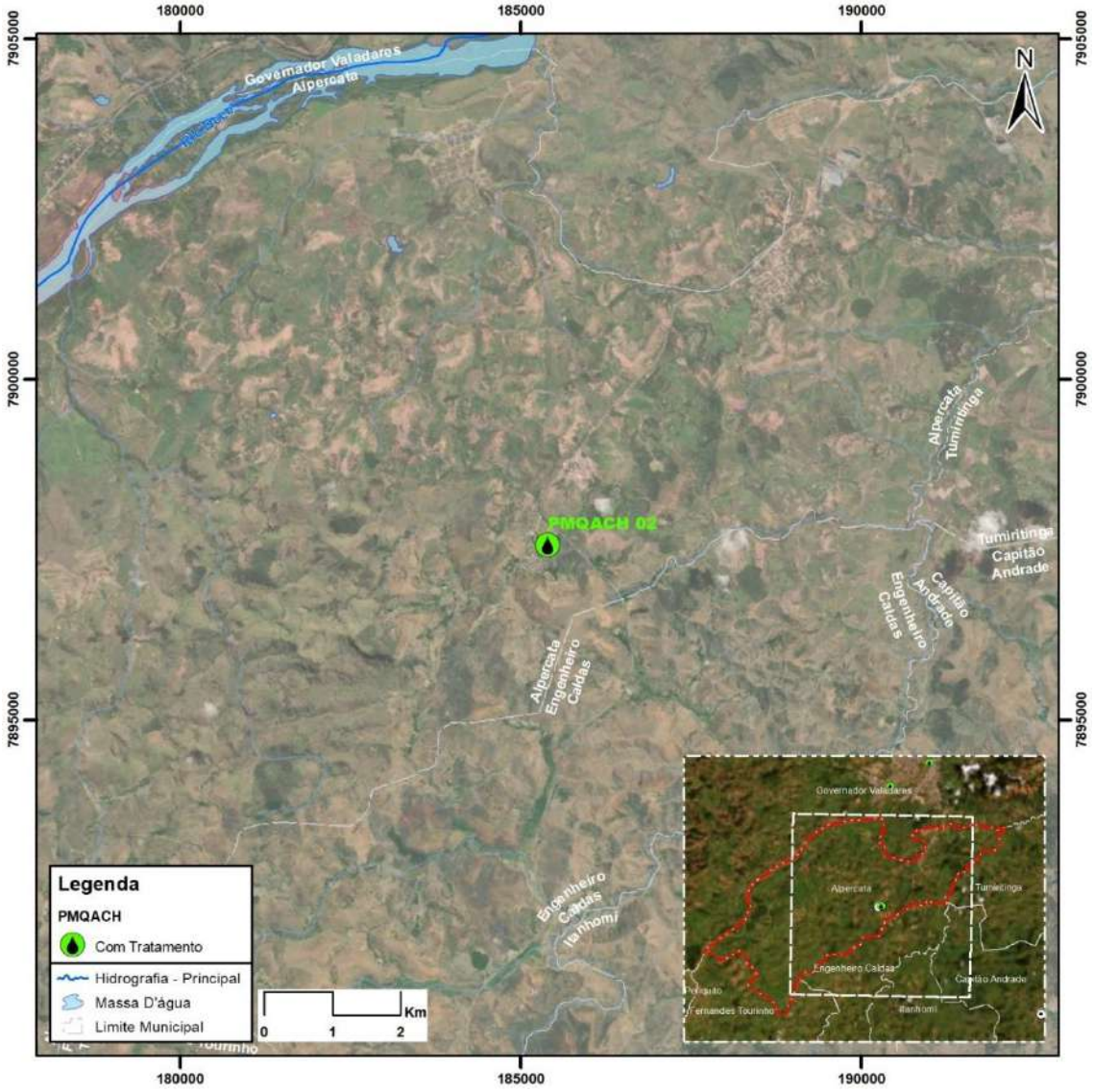
6.18 - Alpercata

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 6-159** e **Quadro 6-18**).

Quadro 6-18 - Características do ponto do município de Alpercata considerado no presente relatório.

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação
PMQACH 02	Superficial	SAA	Sim	Captação e saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)

Figura 6-159 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Alpercata-MG.



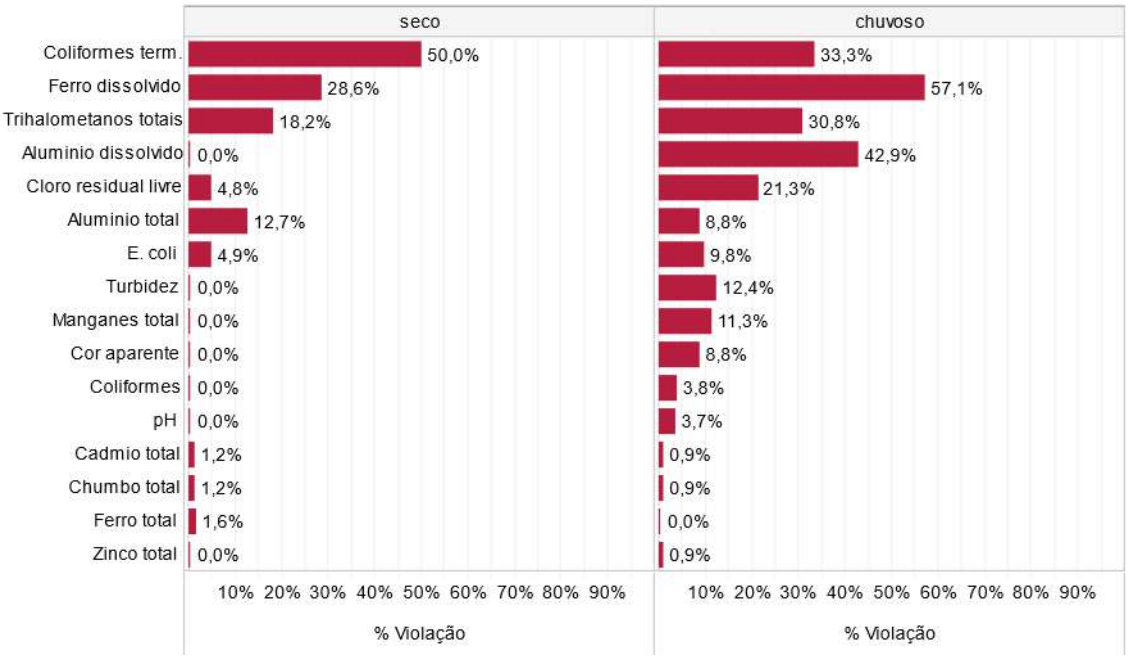
6.18.1 - Pontos com tratamento

6.18.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Os parâmetros com os maiores percentuais de violação para o município de Alpercata-MG foram coliformes termotolerantes, ferro dissolvido, trihalometanos totais e alumínio dissolvido (**Figura 6-160**). Esses parâmetros apresentaram violação de pelo menos 30% em uma ou ambas as estações (período chuvoso e seco). Para coliformes termotolerantes, as violações foram maiores no período seco, diferente do observado para ferro dissolvido, trihalometanos totais e alumínio dissolvido cujas violações foram mais elevadas no período chuvoso. Importante atentar para o último parâmetro (alumínio dissolvido) que apresentou violação apenas para o período chuvoso (42,9%). A água tratada, além de apresentar alumínio de forma natural em sua composição, pode também apresentar concentrações residuais desse parâmetro devido ao processo de tratamento de água com o uso de coagulantes à base de sais de alumínio (ROSALINO, 2011).

O padrão de violação no período chuvoso com ausência de violação no período seco também foi observado para a turbidez (12,4% no período chuvoso), manganês total (11,3% no período chuvoso), cor aparente (8,8% no período chuvoso), coliformes (3,8% no período chuvoso) e pH (3,7% no período chuvoso) (**Figura 6-160**). O escoamento superficial, especialmente em locais de solo exposto, intensificado no período chuvoso, causa o carreamento de sólidos para corpos d'água, podendo assim ter causado o aumento da concentração dos parâmetros indicados acima. Os parâmetros cádmio total, chumbo total, ferro total e zinco total apresentaram menos de 2% de violação nos períodos chuvosos ou secos. Apesar de *E. coli* ter apresentado maior percentual de violação no período chuvoso (9,8%), a diferença para o percentual de violação no período seco foi pequena (4,9% de diferença – 4,9% de violação no período seco) (**Figura 6-160**).

Figura 6-160 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.

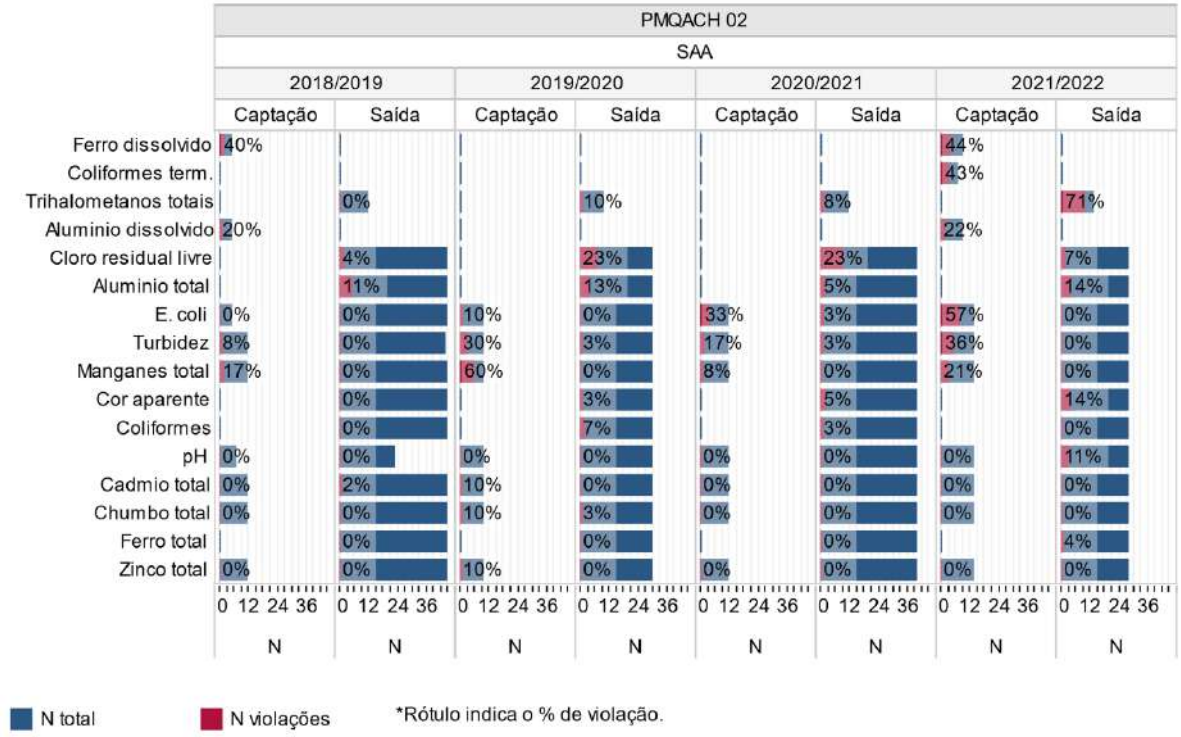


No ponto PMQACH 02, que possui abastecimento tipo SAA e captação superficial, no ciclo de 2021/2022, ferro dissolvido (44%; 4 violações de um total de 9 amostras), coliformes termotolerantes (43%; 3 violações de um total de 7 amostras), alumínio dissolvido (22%; 2 violações de um total de 9 amostras), *E. coli* (57%; 8 violações de um total de 14 amostras), turbidez (36%; 5 violações de um total de 14 amostras) e manganês total (21%; 3 violações de um total de 14 amostras) foram os parâmetros que violaram os limites aplicáveis na captação (**Figura 6-161**). Neste mesmo período, trihalometanos totais (71%; 10 violações de um total de 14 amostras), cloro residual livre (7%; 2 violações de um total de 28 amostras), alumínio total (14%; 4 violações de um total de 28 amostras), cor aparente (14%; 4 violações de um total de 28 amostras), pH (11%; 3 violações de um total de 28 amostras) e ferro total (4%; 1 violação de 28 amostras) apresentaram violação no ponto de saída da estação de tratamento (**Figura 6-161**). Os parâmetros *E. coli*, turbidez e manganês total que apresentaram violações no ponto da captação, estiveram em conformidade quando avaliados no ponto de saída do

tratamento de água. Para pH, no entanto, foi observada conformidade na captação e violação no ponto de saída (11%, 3 violações de um total de 28 amostras) (**Figura 6-161**).

Observam-se ainda violações pontuais em períodos pretéritos para coliformes (saída do tratamento), zinco total, chumbo total (captação) e cádmio total (captação e saída), mas que no ciclo de 2021/2022 estiveram em conformidade com a legislação (**Figura 6-161**).

Figura 6-161 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 02 localizado no município de Alpercata-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

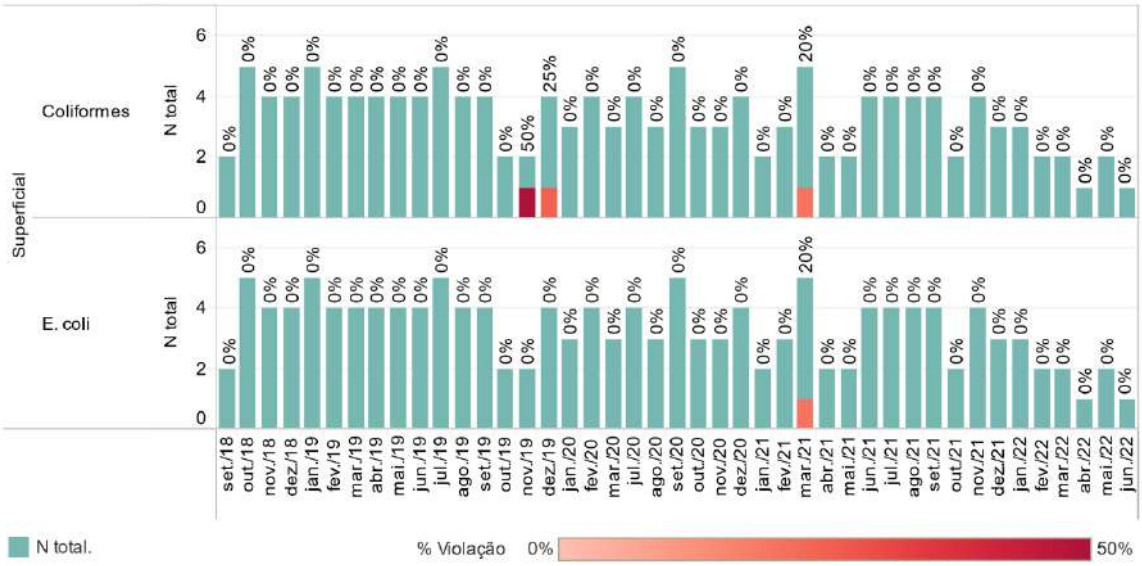


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.18.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Na saída 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 6-162**).

Figura 6-162 - 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.



Para os demais parâmetros, alguns resultados foram significativos temporalmente, ou seja, com reduções ou aumentos entre os anos avaliados, especialmente pH, cor aparente e sólidos dissolvidos totais, tanto na captação quanto na saída do tratamento ($p < 0,05$) (**Figura 6-163**). Quando os resultados foram comparados somente em relação ao último período avaliado (2021/2022), nota-se que os parâmetros bário total, ferro total e zinco total não apresentaram resultados consistentes, ou seja, não foi possível identificar aumento ou redução ao longo dos anos de monitoramento (**Figura 6-163**). De maneira geral, sólidos dissolvidos totais e pH apresentaram redução, na captação e na saída, quando os resultados foram significativos ($p < 0,05$) (**Figura 6-163**). Por outro lado, cor aparente apresentou padrões de

aumento tanto na captação quanto na saída ($p < 0,05$) (**Figura 6-163**). Por fim, cabe ressaltar o aumento da densidade de cianobactérias na captação em 2021/2022 ($p < 0,05$) (**Figura 6-163**).

Figura 6-163 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Acidos haloaceticos totais	Bario total	Cobre total	Cor aparente	Densidade de cianobacterias	Dureza total	Ferro total	Manganes total	pH	Solidos dissolvidos totais	Sulfato	Trihalometanos totais	Zinco total
PMQACH 02	Captacao	—			↑	↑	↓			↓	↓		—	—
	Saida	↑	—	↓	↑		—	—	↓	↓	↓	↓	↑	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, foram poucos os parâmetros que apresentaram resultados significativos no ponto PMQACH 02 (**Figura 6-164**). Os parâmetros bário total e cor aparente apresentaram significativamente maiores concentrações no período chuvoso tanto na captação quanto na saída ($p < 0,05$) (**Figura 6-164**). Na captação, as concentrações de alumínio total, ferro total, manganês total e turbidez foram superiores no período chuvoso, de maneira geral, enquanto sódio total apresentou concentrações superiores no período seco na saída ($p < 0,05$) (**Figura 6-164**). O aumento dos parâmetros cor aparente, turbidez e dos elementos químicos alumínio, bário, ferro e manganês durante períodos chuvosos já foi demonstrada por diversos estudos, uma vez que a precipitação favorece o carreamento de partículas para os corpos hídricos.

Figura 6-164 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cor aparente	Ferro total	Manganes total	Sodio total	Turbidez
PMQACH 02	Captacao	●	●	●	●	●		●
	Saida		●	●			●	

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

6.19 - Governador Valadares

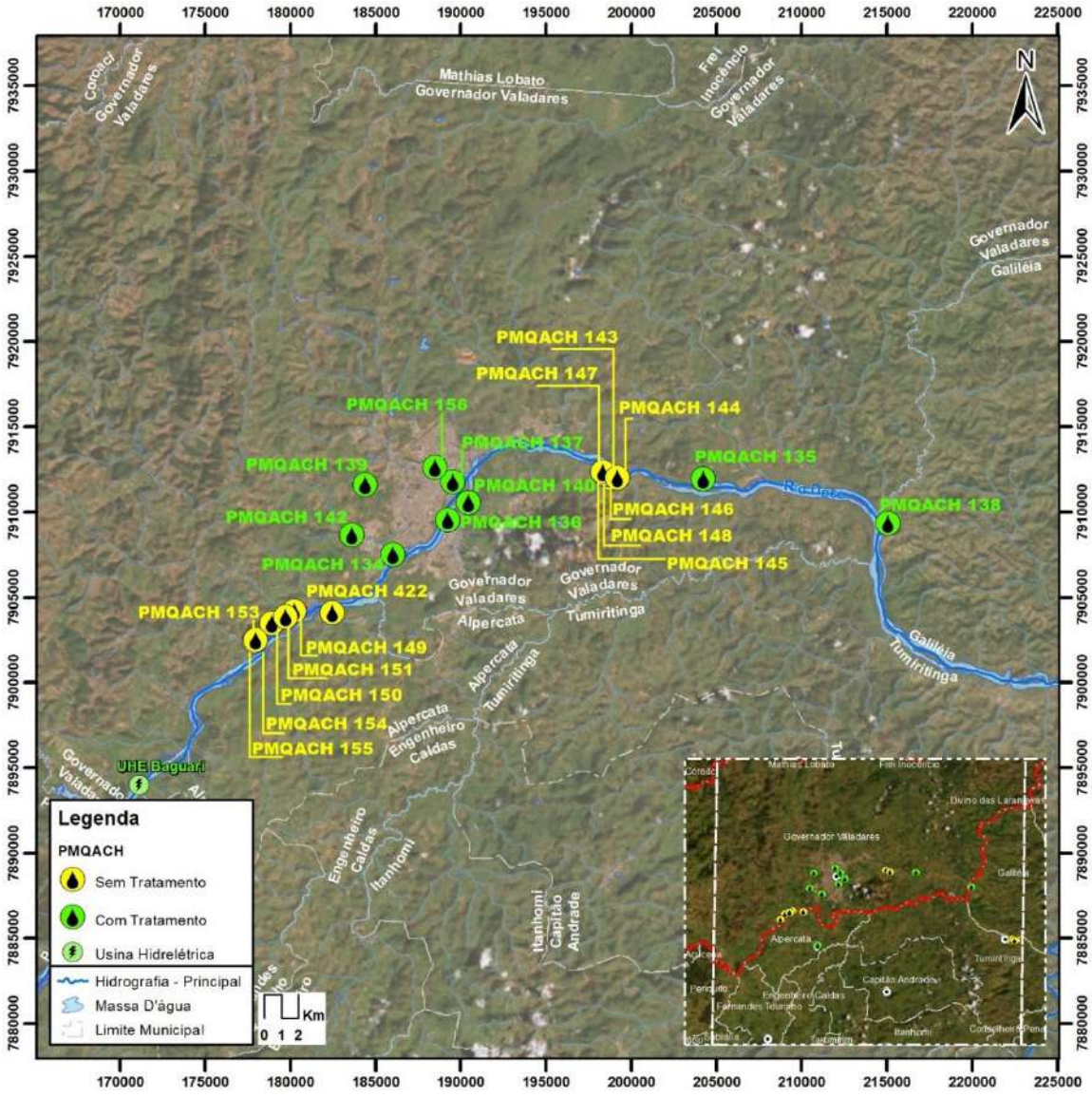
No município de Governador Valadares-MG, foram considerados 22 (vinte e dois) pontos ativos. Nove pontos possuem tratamento de água, sendo 6 (seis) do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e 3 (três) do tipo Soluções Alternativas Coletivas (SAC). Os demais não possuem tratamento de água e são do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI). A partir de janeiro/2022, após a 1ª Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtração (**Figura 6-165** e **Quadro 6-19**).

Quadro 6-19 - Características dos pontos do município de Governador Valadares considerados no presente relatório.

Código	Forma de abastecimento	Tipo de captação	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 143[2)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	24/03/2022
PMQACH 144[3)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		19/04/2022
PMQACH 145[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 146	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 147[4)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		23/05/2022
PMQACH 148	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 149	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 150	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 151	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 153	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 154[5)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		24/03/2022
PMQACH 155	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 422[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		24/03/2022
PMQACH 139[1)]	Subterrânea	SAA	Sim	Captação e Saída	CONAMA n° 396/2008 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	16/01/2022
PMQACH 140	Subterrânea	SAC	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		
PMQACH 142	Subterrânea	SAC	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		
PMQACH 156	Subterrânea	SAC	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		
PMQACH 134	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 135	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		
PMQACH 136	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		
PMQACH 137	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		
PMQACH 138	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		

1) **Completou 24 coletas previstas na NT nº 54, Deliberação CIF nº 513.**
2) **Poço está desativado.**
3) **Local abandonado.**
4) **Não autorizou a realização da coleta, mas não assinou o termo de recusa.**

Figura 6-165 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Governador Valadares-MG.



6.19.1 - Pontos sem tratamento

6.19.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Governador Valadares-MG, em geral, houve similaridade nos percentuais de violação dos parâmetros dos pontos sem tratamento em ambos os períodos amostrados (período chuvoso e seco). Três parâmetros, entretanto, destacam-se por terem apresentado elevados percentuais de violação: cloro residual livre, coliformes e *E. coli*. Cloro residual livre apresentou 94,3% de violação no período seco e 92,5% no período chuvoso (**Figura 6-166**). Reforça-se, no entanto, que a partir de janeiro/2022 com a revisão bi-anual 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.

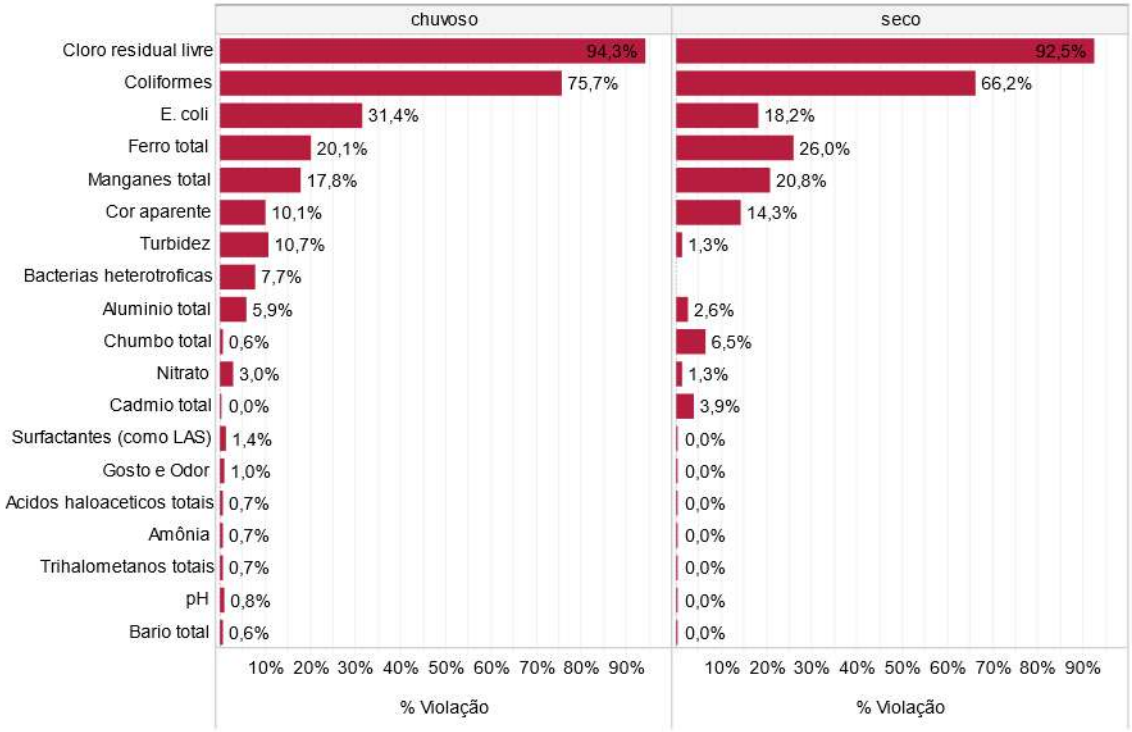
Também apresentaram elevados percentuais de violação o parâmetro coliforme (75,7% de violação no período seco e 66,2% no período chuvoso) e *E. coli* (31,4% de violação no período seco e 18,2% no período chuvoso) (**Figura 6-166**). Estes resultados indicam a contaminação fecal da água proveniente de esgoto doméstico ou da criação de animais. Cabe destacar que estes parâmetros foram apontados como prioritários para busca de soluções de acordo com a mais recente revisão do plano integrado da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Embora o município apresente taxa relativamente elevada de esgotamento sanitário (92,8% de acordo com o IBGE, 2010) – o que pode minimizar a influência regional para os pontos avaliados – os aspectos locais também são importantes para a avaliação da qualidade da água para o consumo humano. Além disso, a taxa de esgotamento sanitário não reflete sua eficiência, e, no caso de um tratamento ineficiente, ainda pode ocorrer o lançamento de matéria orgânica e patógenos nos corpos d'água.

Ainda, aponta-se para a relação entre os percentuais de violação do cloro e coliformes nos pontos sem tratamento. Os elevados percentuais de violação do limite inferior de cloro residual livre estão relacionados ao não tratamento da água. Isso contribui para a

contaminação microbiológica nos sistemas de água para consumo humano (FUNASA, 2014), o que pode ser observado pelos elevados percentuais de coliformes totais observados.

Os demais parâmetros apresentaram percentuais de violação abaixo de 30% e não apresentaram um padrão evidente de variação sazonal (**Figura 6-166**).

Figura 6-166 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



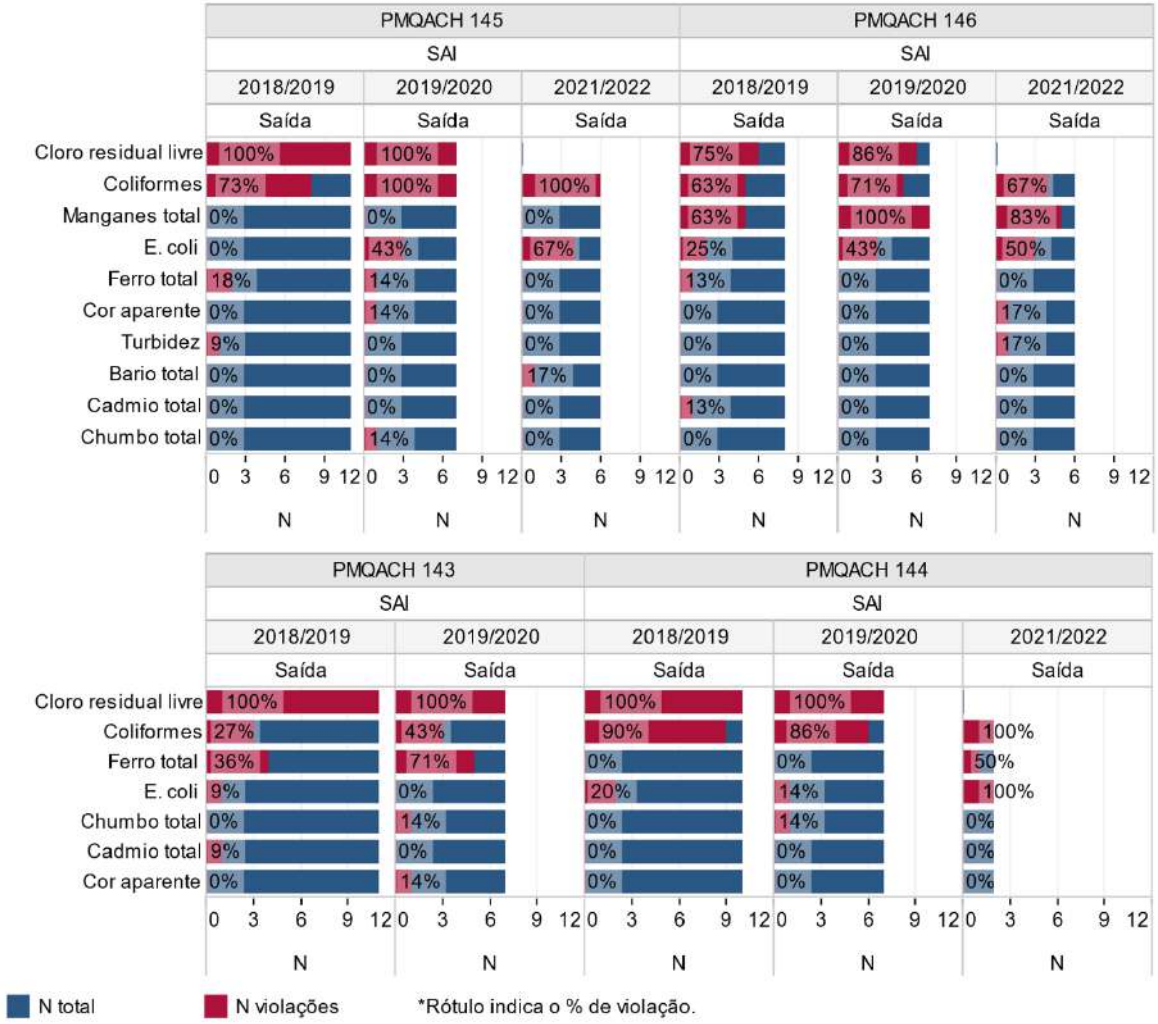
No município de Governador Valadares-MG, 13 pontos sem tratamento foram monitorados, todos com captação subterrânea e abastecimento tipo SAI. Considerando todos estes pontos, de maneira geral, o parâmetro coliformes apresentou variação nos percentuais de violação entre 17 e 100%. Além disso, também foi possível observar aumento percentual de violação de *E.coli* no último período monitorado (2021/2022) em relação ao período anterior (2019/2020) na maioria dos pontos monitorados.

Nos pontos PMQACH 144 e PMQACH 145 (**Figura 6-167**) em 2021/2022 registrou-se 100% de violação de coliformes, enquanto *E.coli* apresentou 100% e 67% de percentual de violação nestes pontos, respectivamente). No ponto PMQACH 144 notou-se ainda um aumento da violação aos limites preconizados pela legislação do ferro total (50%, 1 de 2 amostras analisadas em 2021/2022) e no ponto PMQACH 145, violação pontual de bário total pela primeira vez no monitoramento (17%, 1 de 6 amostras) (**Figura 6-167**).

O ponto PMQACH 146, apresentou 67% de violação para coliformes (4 de 6 amostras) e 50% para *E. coli* (3 de 6 amostras) em 2021/2022. Além registrou também elevados percentuais de violação para manganês total ao longo de todo monitorando, com registro de 83% de violação em 2021/2022 (5 de 6 amostras). Neste ponto, cor aparente e turbidez apresentaram violação pontual pela primeira vez em 2021/2022 (17%, 1 de 6 amostras) (**Figura 6-167**).

O ponto PMQACH 143 não foi monitorado no período de 2021/2022, porque o poço está desativado.

Figura 6-167 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 143, PMQACH 144, PMQACH 145 e PMQACH 146 localizados no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



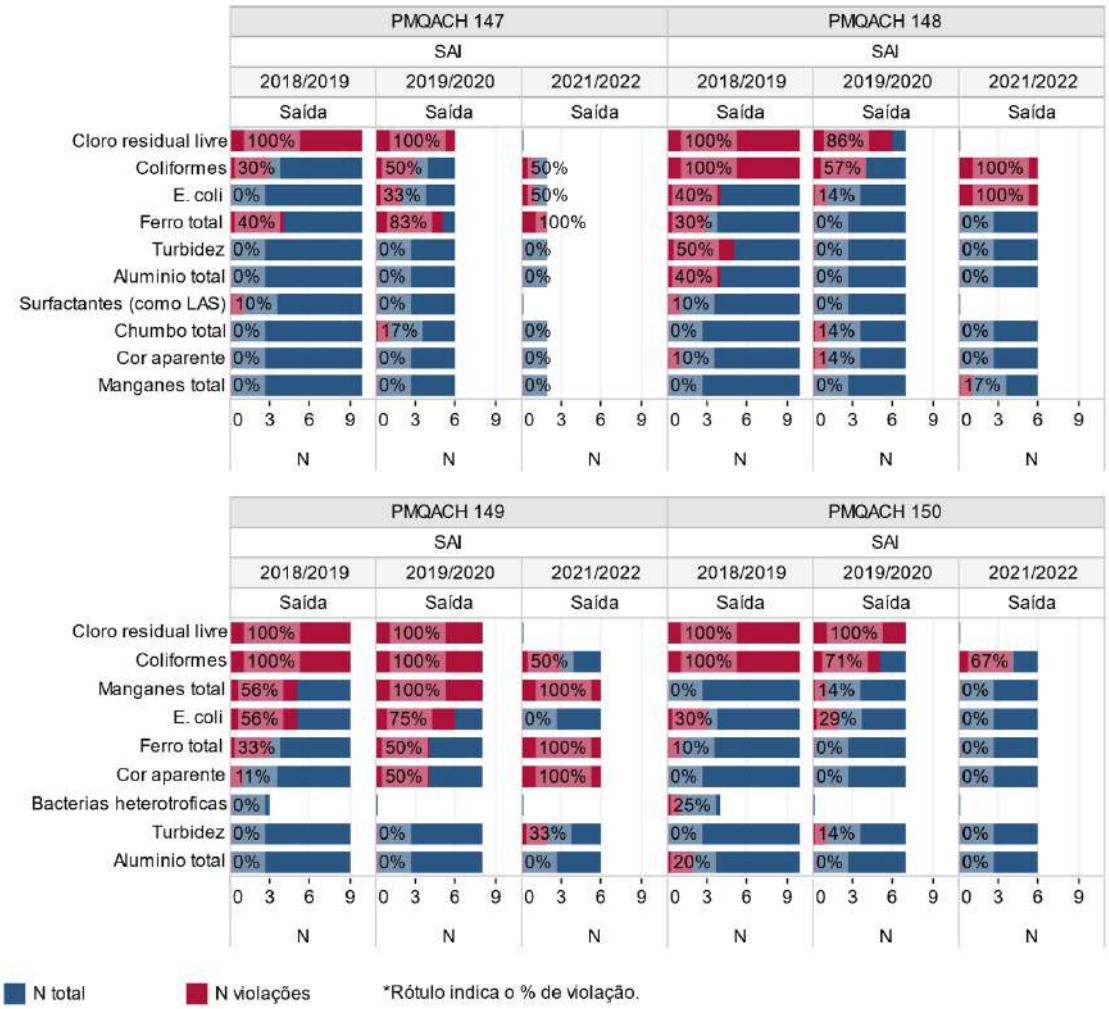
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos PMQACH 147 e PMQACH 148 apresentaram desconformidade em todas as amostras de 2021/2022 para o parâmetro coliformes (100%, 6 das 6 amostras analisadas). Também apresentou desconformidade, todas as amostras de *E. coli* para o ponto PMQACH 148 e ferro total para o ponto PMQACH 147 (**Figura 6-168**) no último ciclo monitorado (2021/2022).

No ponto PMQACH 149 pode-se observar uma redução do percentual de violação de coliformes no último ciclo quando comparado a períodos anteriores (50% de violação, 3 de 6 amostras). No entanto, neste ponto, os parâmetros manganês total, ferro total e cor aparente apresentaram desconformidade em todas as amostras (100%, todas as 6 amostras) no último ciclo de monitoramento, o que representou um aumento no percentual de violação em relação a períodos anteriores (**Figura 6-168**).

O ponto PMQACH 150, somente apresentou desconformidade para coliformes, com 67% de violação no período de 2021/2022 (4 de 6 amostras), o que representou uma pequena redução em relação a períodos anteriores (**Figura 6-168**).

Figura 6-168 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 147, PMQACH 148, PMQACH 149 e PMQACH 150 localizados no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

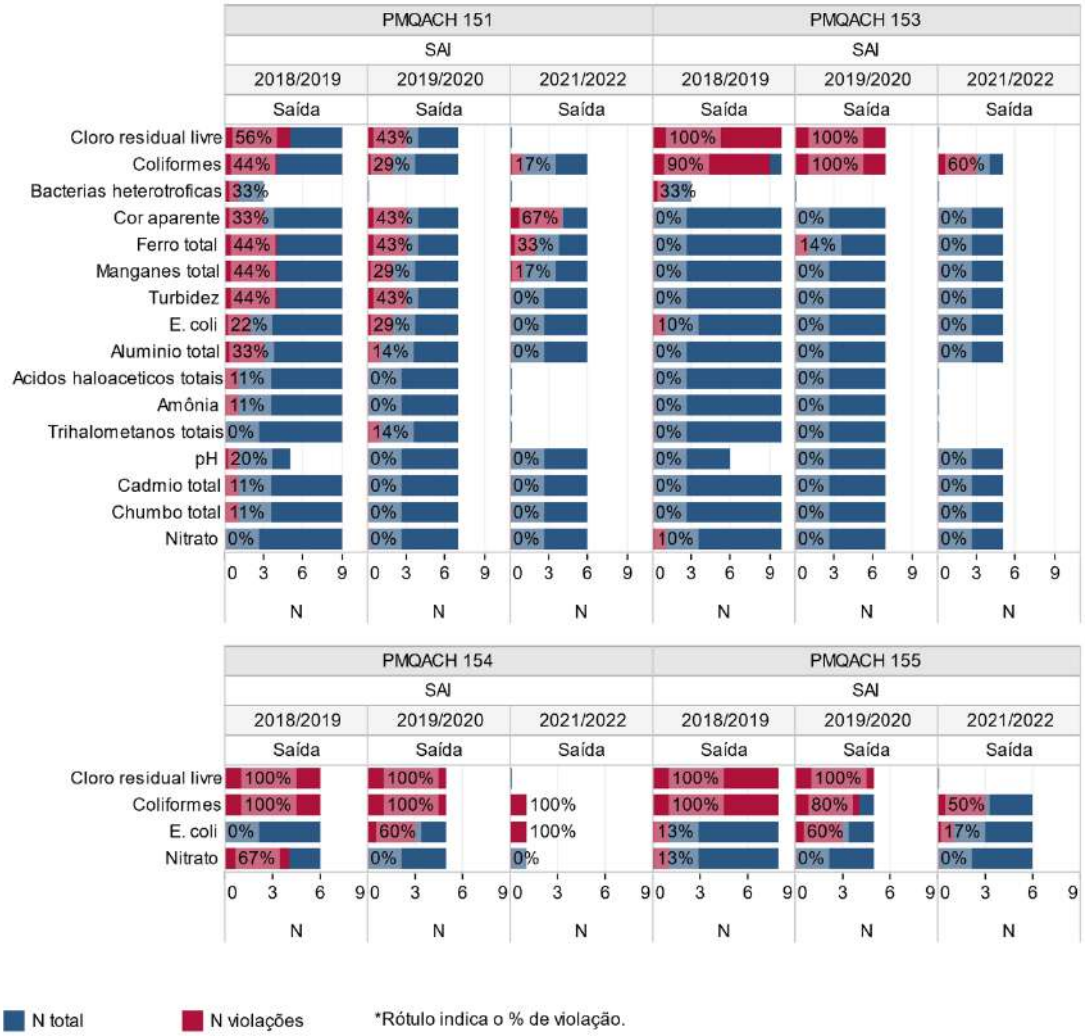


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

O ponto PMQACH 151 apresentou o menor percentual de violação para o parâmetro coliformes (17%, 1 de 6 amostras) em 2021/2022. Manganês total também apresentou este mesmo percentual no ciclo de 2021/2022. Estes resultados representam uma redução nos percentuais desconformes em relação aos períodos anteriores (**Figura 6-169**).

O ponto PMQACH 153 apresentou violação apenas para coliformes (60%, 3 de 5 amostras) no ciclo de 2021/2022, uma redução em relação a períodos anteriores. O ponto PMQACH 154 e PMQACH 155 somente apresentaram violação para os parâmetros coliformes (100% e 50%, respectivamente) e *E. coli* (100% e 17%, respectivamente) (**Figura 6-169**). Demais parâmetros nestes pontos estiveram em conformidade com a legislação no período avaliado (2021/2022) (**Figura 6-169**).

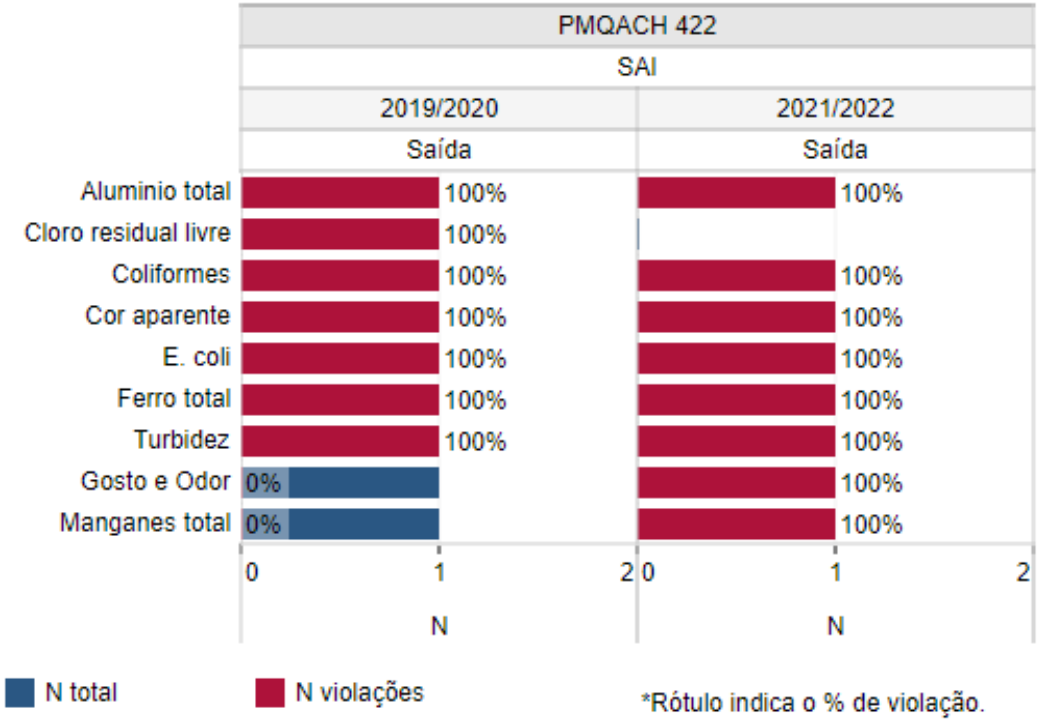
Figura 6-169 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 151, PMQACH 153, PMQACH 154 e PMQACH 155 localizados no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



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.

Por fim, o ponto PMQACH 422 apresentou 100% de violação para alumínio total, coliformes, cor aparente, *E. coli*, ferro total, e turbidez no ciclo de 2019/2020 e 2021/2022, além de gosto e odor e manganês total apenas em 2021/2022 (**Figura 6-170**). No entanto, é importante ressaltar que neste ponto foi analisado apenas uma amostra tanto em 2019/2020 quanto em 2021/2022.

Figura 6-170 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 422 localizado no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

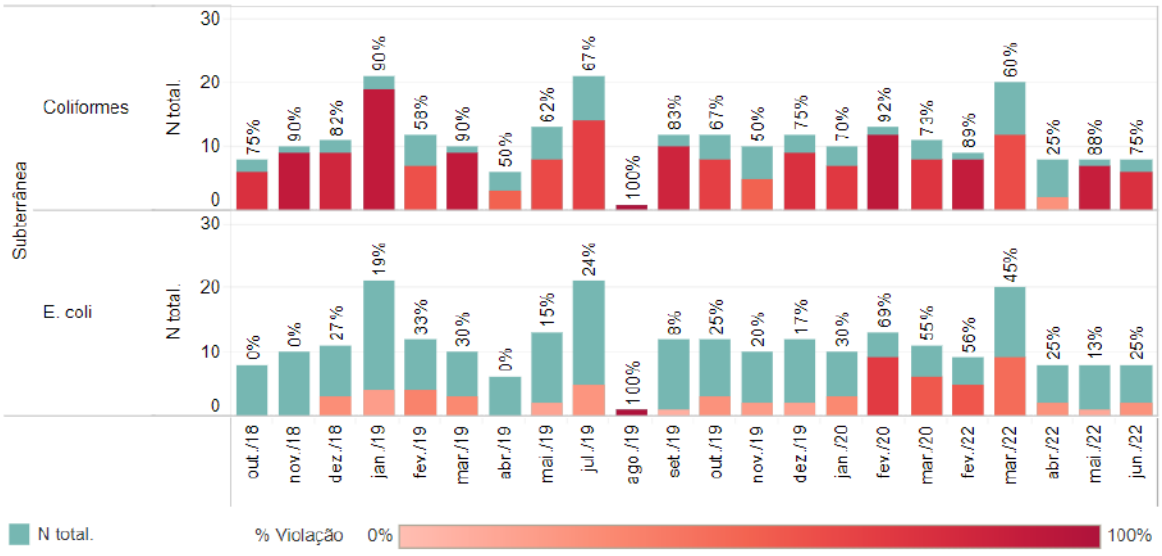


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.19.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos sem tratamento, foi registrada a presença de coliformes e *E. coli* predominantemente em todo período monitorado (**Figura 6-171)**. A presença de coliformes foi registrada em todos os meses de monitoramento, com percentuais da presença do contaminante nas amostras do mês acima de 80% com frequência (**Figura 6-171**). *E. coli* somente não foi registrada em 3 meses de monitoramento (outubro e novembro/2018 e abril/2019) (**Figura 6-171**). Não foi possível observar um padrão temporal ou sazonal evidente para coliformes e *E. coli*, no entanto, meses de maior incidência de chuvas (como janeiro/2019 e fevereiro/2020) foram meses com maiores percentuais de violação.

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



A maioria dos pontos sem tratamento do município de Governador Valadares não foram monitorados em 2020/2021 e, portanto, os resultados temporais do último período (2021/2022) foram comparados com os anos anteriores. Vale ressaltar ainda, que os pontos PMQACH 144 e PMQACH 422 apresentaram somente duas amostragens em 2021/2022 e o ponto PMQACH 154 apenas uma, não sendo possível fazer avaliações estatísticas temporais.

Por fim, os resultados do ponto PMQACH 143 não foram apresentados, pois o ponto não foi avaliado nos dois últimos períodos.

Nota-se a redução das concentrações de alumínio total, manganês total, sólidos dissolvidos totais e turbidez no último período avaliado (2021/2022) em diversos pontos ($p < 0,05$) (**Figura 6-172**). O ponto PMQACH 148 destacou-se com diversos parâmetros apresentando padrão de redução neste último período ($p < 0,05$) (**Figura 6-172**). Já os pontos PMQACH 149 e 151 apresentaram alguns parâmetros com concentrações mais elevadas no último período avaliado, como a dureza total ($p < 0,05$) (**Figura 6-172**).

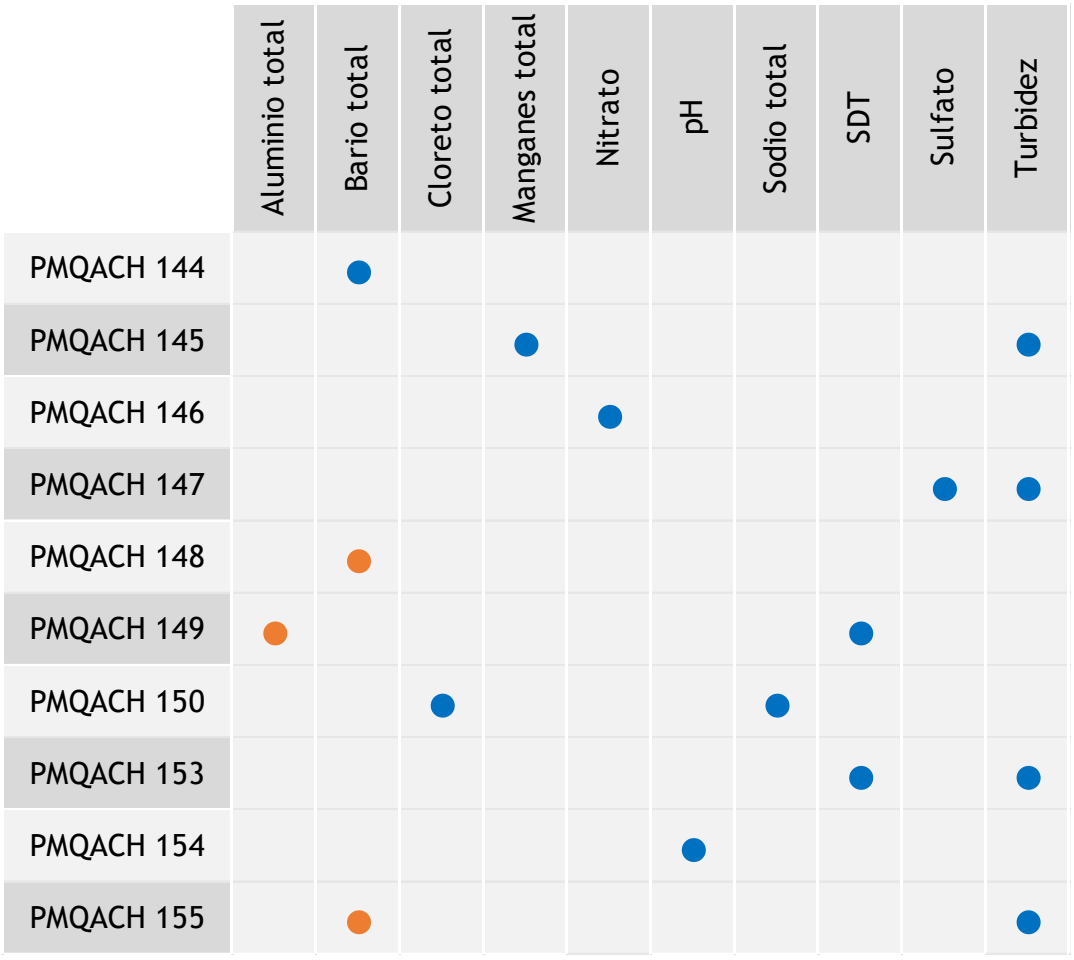
Figura 6-172 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez
PMQACH 145	↓	↑	↑	—	↑	↓					↓		↓
PMQACH 146											↓		
PMQACH 147	↓										↓		
PMQACH 148	↓	↑	—	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓
PMQACH 149		↓		↑	↑	↑	↑		↓	↓	↓		
PMQACH 150					↑	↓	↓						↓
PMQACH 151		↑	↑		↑			↑					
PMQACH 153	↓						↓		↓				
PMQACH 155							↓			↑	—		—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, foram poucos os parâmetros e pontos que apresentaram resultados significativos, sendo sempre de forma pontual ($p < 0,05$) (**Figura 6-173**). Alguns parâmetros que apresentaram valores mais elevados durante os períodos chuvosos foram cloreto total, manganês total, nitrato, pH, sódio total, sólidos dissolvidos totais, sulfato e turbidez ($p < 0,05$) (**Figura 6-173**). Por outro lado, alumínio total e bário total apresentaram concentrações superiores durante o período seco ($p < 0,05$) (**Figura 6-173**).

Figura 6-173 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



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

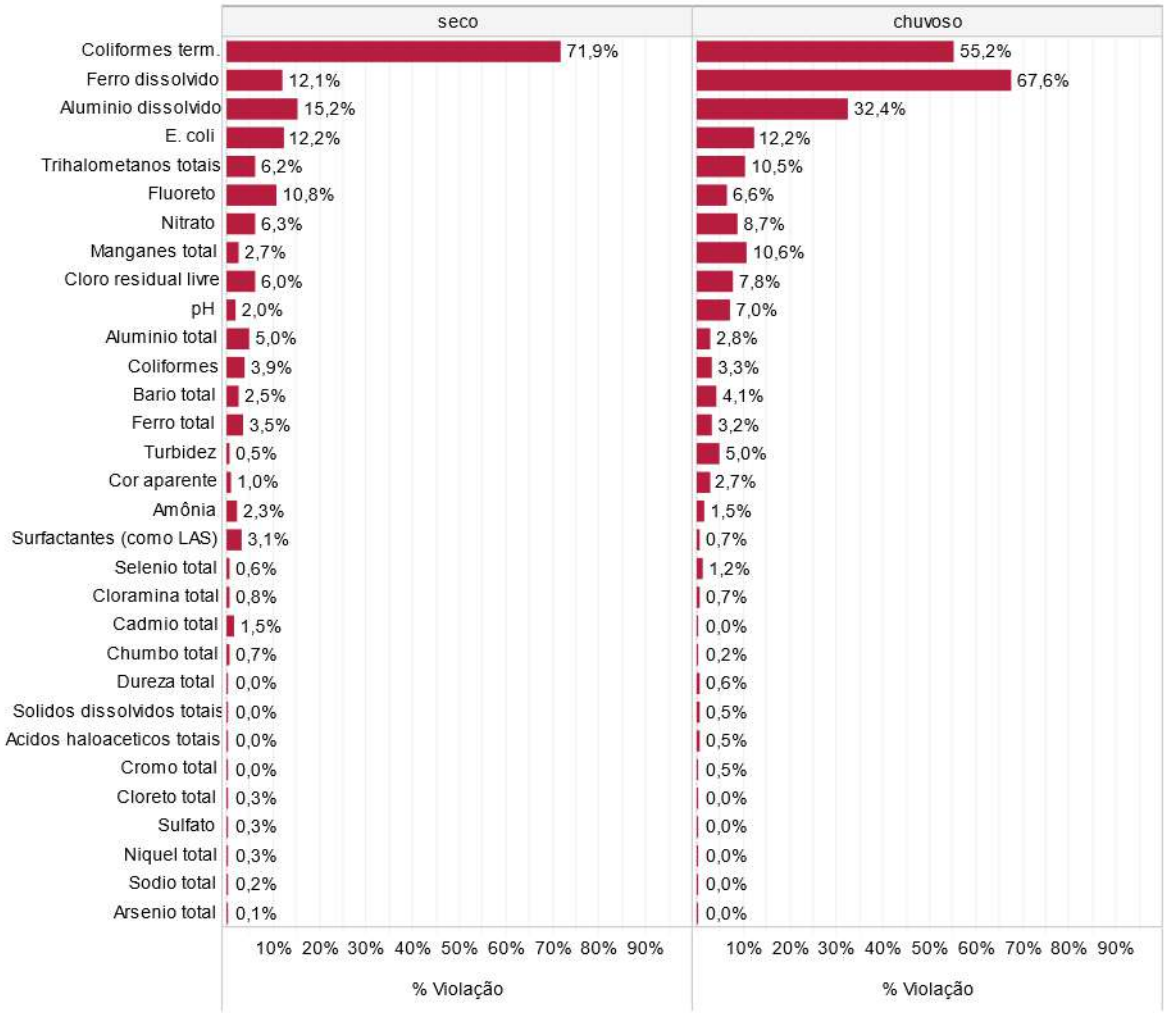
6.19.2 - Pontos com tratamento

6.19.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para os pontos com tratamento no município de Governador Valadares, os parâmetros apresentaram, no geral, percentuais de violação similares entre os períodos seco e chuvoso (**Figura 6-174**). Ferro dissolvido e alumínio dissolvido, entretanto, apresentaram maiores percentuais de violação no período chuvoso (67,6% e 32,4%, respectivamente). De acordo com a mais recente revisão do 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 em ambientes 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 percentual de violação neste período. Coliformes termotolerantes também apresentaram elevados percentuais de violação tanto no período chuvoso (55,2%) quanto no período seco (71,9%). 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 elevado percentual de violação de coliformes termotolerantes, como o observado na **Figura 6-174**. Ademais é importante ressaltar que, estes três parâmetros, ferro dissolvido, alumínio dissolvido e coliformes termotolerantes, passaram e ser monitorados no período de 2021/2022, sendo necessário o acompanhamento ao longo dos próximos anos.

Os demais parâmetros apresentaram percentuais de violação abaixo de 15% para ambos os períodos (**Figura 6-174**).

Figura 6-174 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.

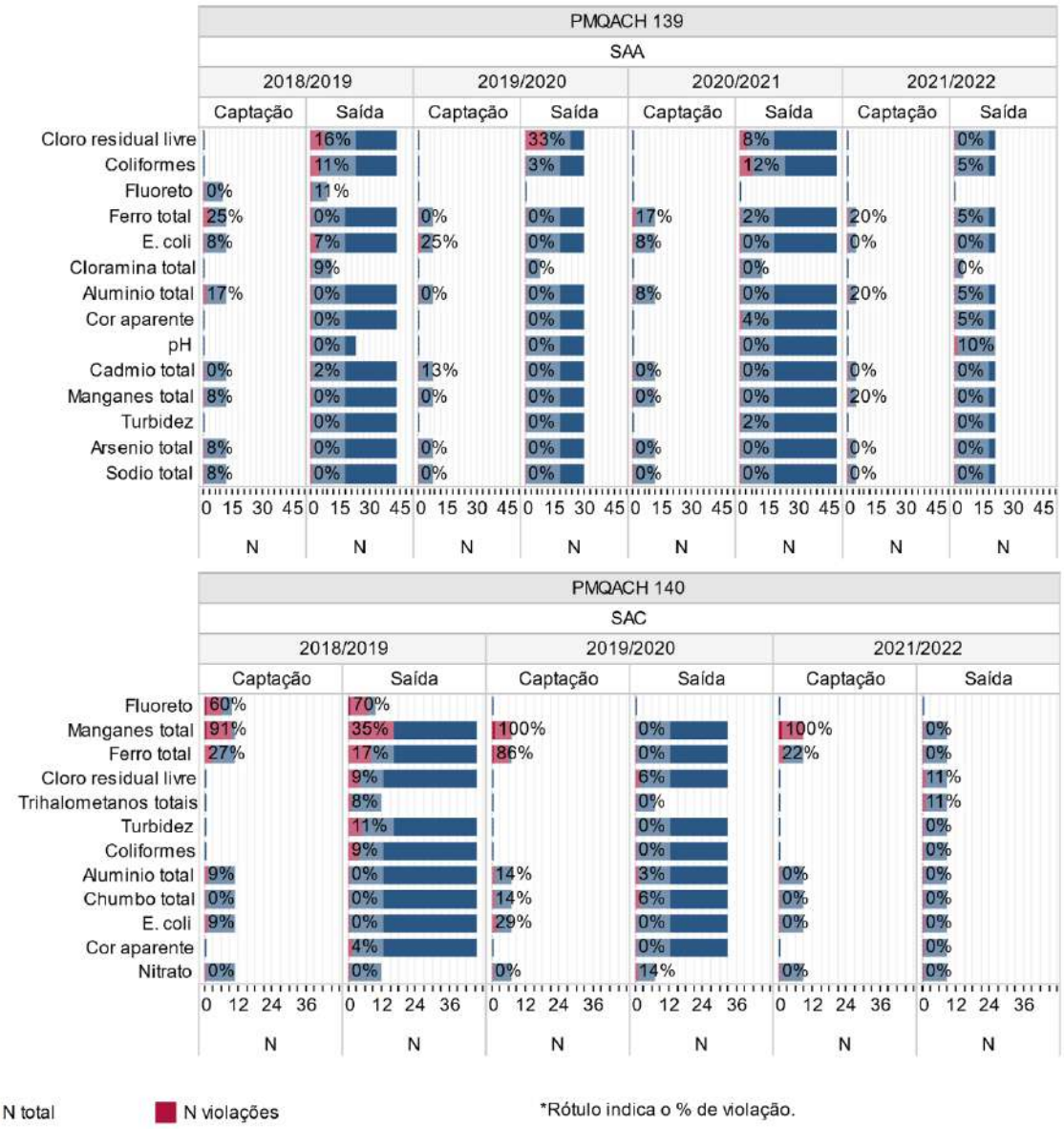


No município de Governador Valadares-MG, 9 pontos foram monitorados, sendo 4 de captação subterrânea e 5 de captação superficial. Os 4 pontos de captação subterrânea podem ser separados de acordo com o abastecimento (tipo SAA: ponto PMQACH 139; tipo SAC: pontos PMQACH 140, PMQACH 142 e PMQACH 156). Os 5 pontos de captação superficial possuem abastecimento do tipo SAA (pontos PMQACH 134, PMQACH 135, PMQACH 136, PMQACH 137 e PMQACH 138).

No geral, o ponto PMQACH 139, apresentou violações pontuais para os parâmetros monitorados no ciclo de 2021/2022 (**Figura 6-175**). Ferro total, alumínio total e manganês total apresentaram, na captação, 20% de violação (1 das 5 amostras analisadas) (**Figura 6-175**). Após o tratamento, na saída, o percentual de violação ficou abaixo de 5% para estes parâmetros. Coliformes e cor aparente, monitorados na saída do tratamento, apresentaram percentual de violação de 5% (1 de 21 amostras), e pH percentual de 10% (2 de 21 amostras). Demais parâmetros estiveram em conformidade no ciclo de 2021/2022.

O ponto PMQACH 140 apresentou desconformidade com a legislação na captação apenas para manganês total (100%, todas as 9 amostras) e ferro total (22%, 2 de 9 amostras). Na saída, no entanto, estes parâmetros apresentaram conformidade (**Figura 6-175)**. Destacam-se ainda, na saída, violações pontuais de cloro residual livre e trihalometanos totais (11%, 1 de 9 amostras) no ciclo de 2021/2022, o que representou pequeno aumento em relação a períodos anteriores (**Figura 6-175)**. Demais parâmetros como coliformes, turbidez, nitrato e cor aparente (na saída do tratamento) e alumínio total, chumbo total, *E. coli* (na captação e na saída), que em períodos anteriores apresentaram violações, em 2021/20222, estiveram em conformidade com os limites legais (**Figura 6-175)**.

Figura 6-175 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 139, PMQACH 140 localizados no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



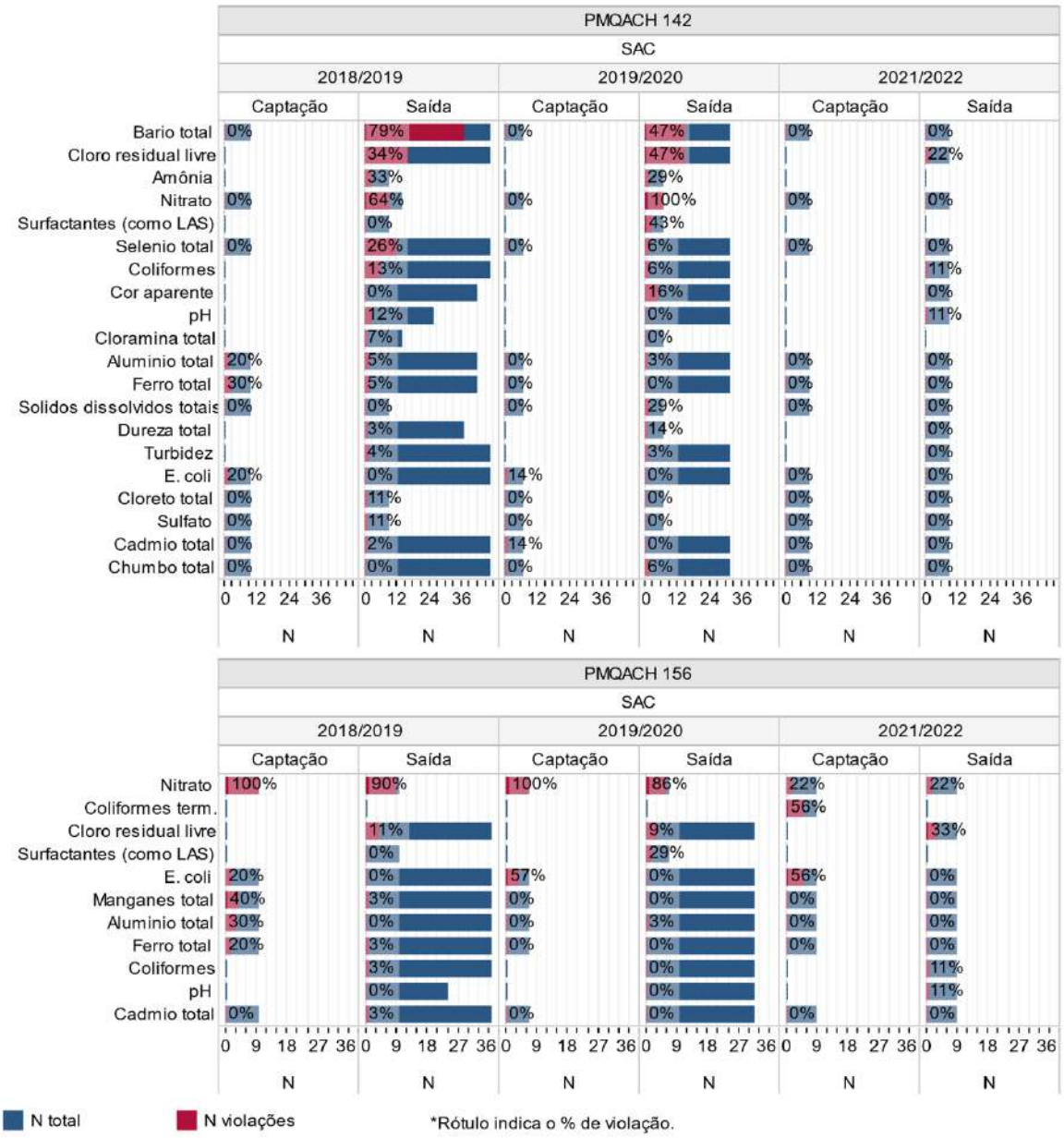
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos PMQACH 142 e PMQACH 156, todos com captação subterrânea e abastecimento tipo SAC, apresentaram, no geral, baixos percentuais de violação, tanto na captação quanto na saída, para os parâmetros no último ciclo (**Figura 6-176**).

No ponto PMQACH 142, nenhum parâmetro apresentou violação dos limites legais na captação em 2021/2022 (**Figura 6-176)**. Já na saída, três parâmetros violaram os limites legais no último ciclo, sendo eles coliformes e pH com 11% (1 das 9 amostras analisadas) e cloro residual livre, que apresentou 22% de violação (2 das 9 amostras analisadas), este percentual observado em 2021/2022 foi menor em comparação com ciclos anteriores.

No ponto PMQACH 156, destaca-se o nitrato, por ter apresentado redução no percentual de violação em 2021/2022, tanto na captação quanto na saída, com 22% de violação nos dois casos (2 das 9 amostras analisadas) (**Figura 6-176**). Na captação, *E. coli* manteve percentual de violação similar no último ciclo de monitoramento (56%, violação de 5 das 9 amostras analisadas) quando comparado a 2019/2020 (57%, violação de 4 das 7 amostras analisadas). Este mesmo percentual, 56%, foi observado para coliformes termotolerantes, na captação, em 2021/2022. Ressalta-se que este parâmetro só passou a ser monitorado neste último ciclo. Já na saída, *E. coli* não violou os limites legais em nenhum dos ciclos durante o monitoramento. Os parâmetros cloro residual livre (violação de 33%, 3 das 9 amostras analisadas), coliformes (violação de 11%, 1 das 9 amostras analisadas) e pH (violação de 11%, 1 das 9 amostras analisadas) apresentaram, na saída, no último ciclo de monitoramento, maiores percentuais de violação em relação aos períodos anteriores.

Figura 6-176 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 142, PMQACH 156 localizados no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



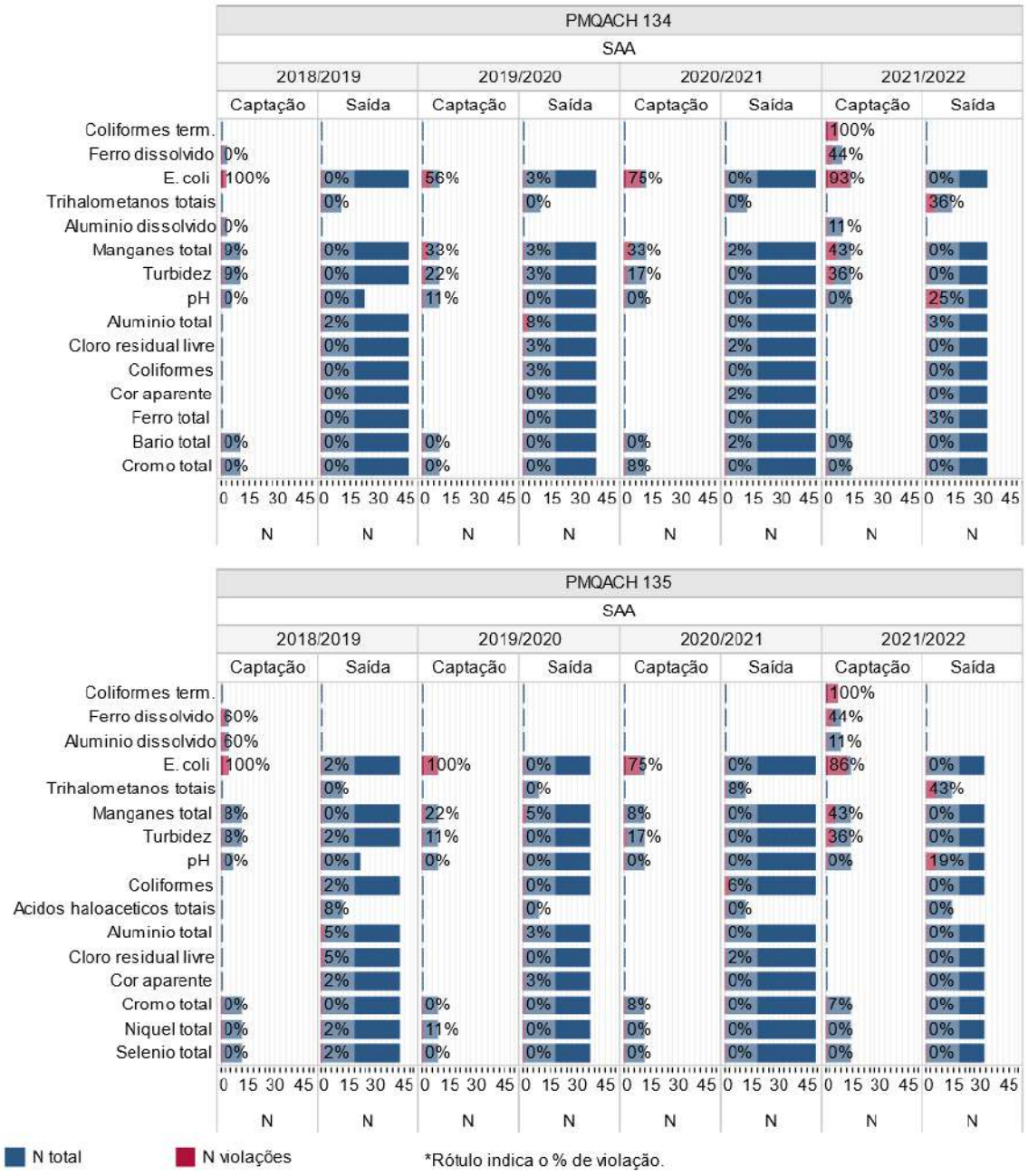
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos PMQACH 134 e PMQACH 135 (**Figura 6-177**), PMQACH 136 e PMQACH 137 (**Figura 6-178**) e PMQACH 138 (**Figura 6-179**), todos com captação superficial e abastecimento tipo SAA, apresentaram maiores percentuais de violação em relação aos pontos cuja captação é subterrânea. Em todos eles observa-se 100% de violação para coliformes termotolerantes, parâmetro que passou a ser monitorado na captação em 2021/2022.

O padrão de violação foi similar entre estes pontos, na captação, para ferro dissolvido (violações entre 44% e 56%), alumínio dissolvido (violações entre 11% e 22%), *E. coli* (violações entre 77% e 93%) e turbidez (violações entre 21% e 36%). Este padrão mostra que as características da água superficial na captação são similares entre estes pontos (**Figura 6-177**, **Figura 6-178** e **Figura 6-179)**. Na saída do tratamento, trihalometanos apresentou percentual violação variando entre 29% e 46% entre os pontos monitorados, e em conformidade apenas no ponto PMQACH 136 (**Figura 6-177**, **Figura 6-178** e **Figura 6-179)**.

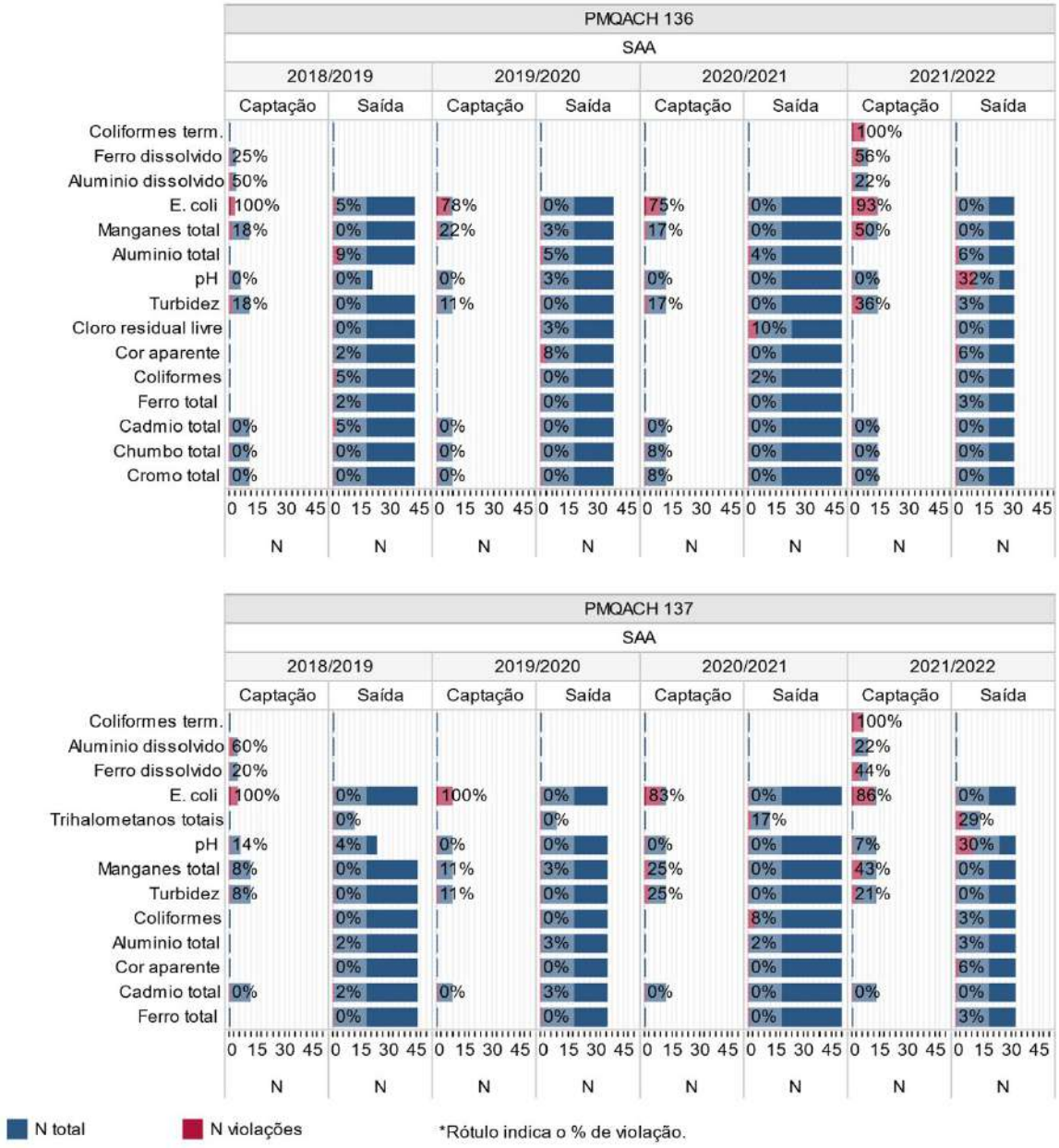
E. coli, que como mencionado, foi um parâmetro que apresentou elevados percentuais de violação na captação, apresentou conformidade na saída do tratamento em todos estes pontos, indicando, para este parâmetro, a eficiência na descontaminação da água (**Figura 6-177**, **Figura 6-178** e **Figura 6-179)**.

Figura 6-177 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 134, PMQACH 135 localizados no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



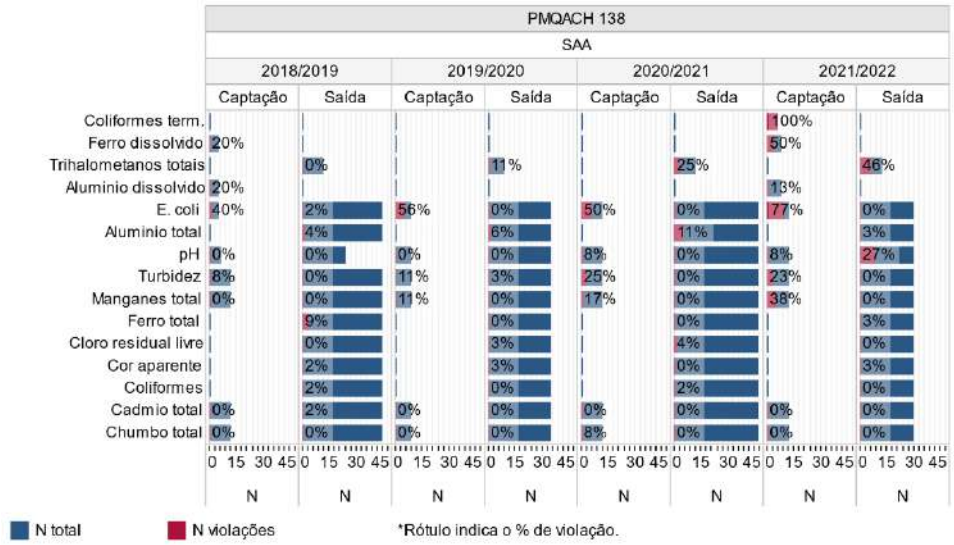
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Figura 6-178 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 136, PMQACH 137 localizados no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 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.

Figura 6-179 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 138 localizado no município de Governador Valadares-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



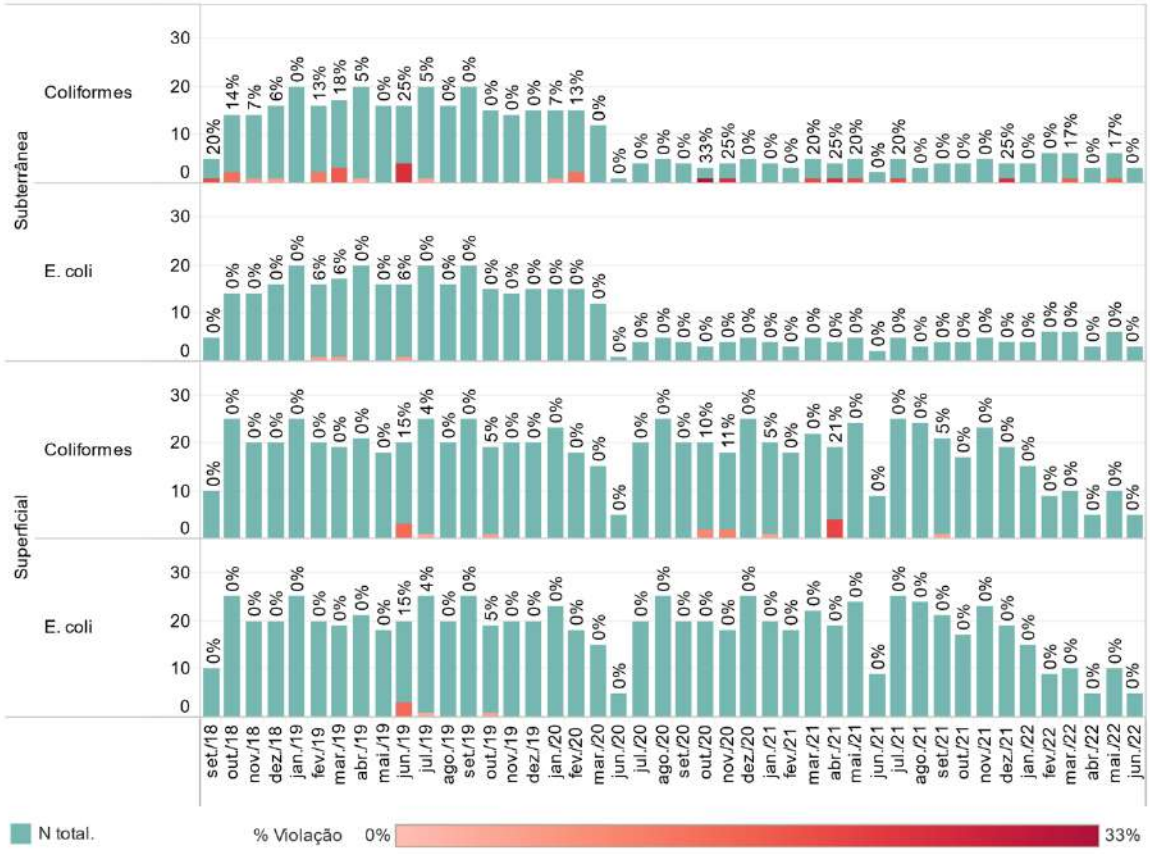
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.19.2.2 - Avaliação temporal e sazonal

Na saída dos pontos com tratamento e captação subterrânea, a presença de coliformes foi registrada na maioria dos meses, porém em um número reduzido de amostras (máximo de 33% das amostras do mês com a presença de coliformes). A presença de E. coli foi registrada apenas em 3 meses, não ultrapassando 6% das amostras com o microrganismo (**Figura 6-180**).

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 6-180**). Não há um padrão sazonal evidente para a presença destes microrganismos seja na captação subterrânea ou superficial.

Figura 6-180 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento localizados no município de Governador Valadares- MG.



Os pontos PMQACH 140, 142 e 156 não foram monitorados em 2020/2021 e, portanto, os resultados temporais do último período (2021/2022) foram comparados com os anos anteriores. Nota-se a redução nas concentrações de alumínio total (principalmente na saída), dureza total (captação e saída), manganês total (saída), pH (captação e saída) e sólidos dissolvidos totais (captação e saída) no último período avaliado (2021/2022) em diversos pontos ($p < 0,05$) (**Figura 6-181**). A saída do ponto PMQACH 142 destacou-se com diversos parâmetros apresentando padrão de redução neste último período ($p < 0,05$) (**Figura 6-181**). Já o ponto PMQACH 137 apresentou alguns parâmetros com concentrações mais elevadas no último período avaliado, como a cor aparente, densidade de cianobactérias e zinco total ($p < 0,05$). Zinco total e cor apresentaram este mesmo padrão em outros pontos ($p < 0,05$) (**Figura 6-181**).

Figura 6-181 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Densidade de cianobacterias	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Trihalometanos totais	Turbidez	Zinco total
PMQACH 134	Captacao				↑	↑	↓			↓	↓		↓	↓	—		—
	Saida		—	—	—		↓	↓	↓		↓		↓	—	↑		—
PMQACH 135	Captacao			↓	↑	↓	↓		—		↓		↓	↓	—		↑
	Saida	↓	↑	—	↑		—		↓	↓	↓	—	↓		↑	↓	↑
PMQACH 136	Captacao			—	↑		—		↑	—			↓		—		—
	Saida		↑		—		↓	↓	↓		↓		↓				↑
PMQACH 137	Captacao	↑		↑	↑	↑	↓		↑		↓	↓	↓		—		↑
	Saida	↑	↓		↑		—	—	↓		↓		↓	↓			↑
PMQACH 138	Captacao				↑	↑	↑		↑	↓			↓	↓	—		↑
	Pos filtracao															—	
	Saida	↓	↑		↑		—			↓	↓		—		—	↑	—
PMQACH 139	Captacao		↓	↓				↑		↓			↓		—	↓	—
	Saida	↓		↓	↑		↓		↓		↓	↓	↓				↑
PMQACH 140	Captacao	↓	↓		↓		↓	↓		↑	↓		↓			↓	↑
	Saida	—			—		—	↓	↓	↑	↓		↓			↓	↑
PMQACH 142	Captacao				↓		—	↓	↓			↑				↓	↑
	Saida	↓	↓	↓	↓		↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑
PMQACH 156	Captacao	↓	↓		—		↓		↓	↓	↑	↓	↓				↑
	Saida	↓	↓	↓	—		↓	↓		↓		↓	↓		↓		—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, alguns parâmetros apresentaram concentrações mais elevadas durante os períodos chuvosos, como bário total (na captação e na saída), cor aparente, ferro total, manganês total e turbidez (principalmente na captação) ($p < 0,05$) (**Figura 6-182**). Por outro lado, pH (principalmente na saída) e sódio total (na captação e na saída) apresentaram resultados superiores durante o período seco ($p < 0,05$) (**Figura 6-182**). Alumínio total e nitrato apresentaram resultados diferentes dependendo do ponto ($p < 0,05$) (**Figura 6-182**).

Figura 6-182 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Trihalometanos totais	Turbidez	Zinco total
PMQACH 134	Captacao	●	●		●	●	●			●				●	
	Saida	●	●		●		●	●		●					
PMQACH 135	Captacao	●	●		●	●	●			●				●	
	Saida		●			●						●	●		
PMQACH 136	Captacao	●	●		●	●	●			●				●	
	Saida	●	●							●		●			
PMQACH 137	Captacao		●	●	●	●	●			●				●	
	Saida		●					●		●		●		●	●
PMQACH 138	Captacao	●	●		●	●	●		●	●				●	
	Pos filtracao													●	
	Saida	●	●						●	●		●			
PMQACH 139	Captacao														
	Saida	●			●	●		●	●						●
PMQACH 140	Captacao														
	Saida						●		●	●		●			
PMQACH 142	Captacao										●				
	Pos filtracao													●	
	Saida		●			●				●				●	
PMQACH 156	Captacao					●								●	
	Pos filtracao													●	
	Saida						●							●	

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

6.20 - Tumiritinga

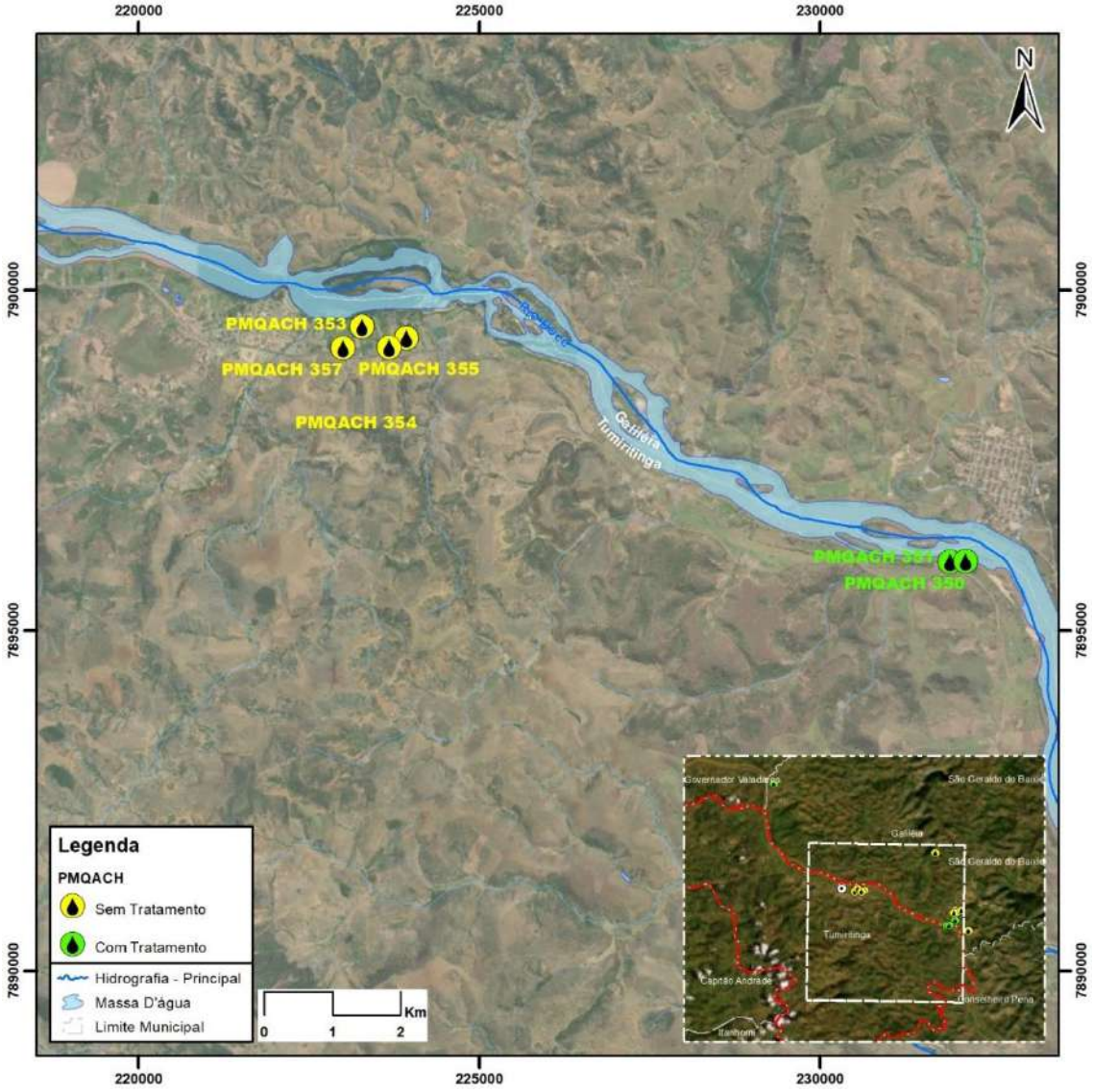
No município de Tumiritinga-MG, foram considerados 04 (quatro) pontos ativos sem tratamento de água, todos do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) e 02 (dois) pontos com tratamento do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) **(Figura 6-183** e **Quadro 6-20**). A partir de janeiro/2022, após a 1ª Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtração.

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

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 350	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 351	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída		
PMQACH 353[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	30/06/2022
PMQACH 354[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 355[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 357	Subterrânea	SAI	Não	Saída		

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

Figura 6-183 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Tumiritinga-MG.



6.20.1 - Pontos sem tratamento

6.20.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

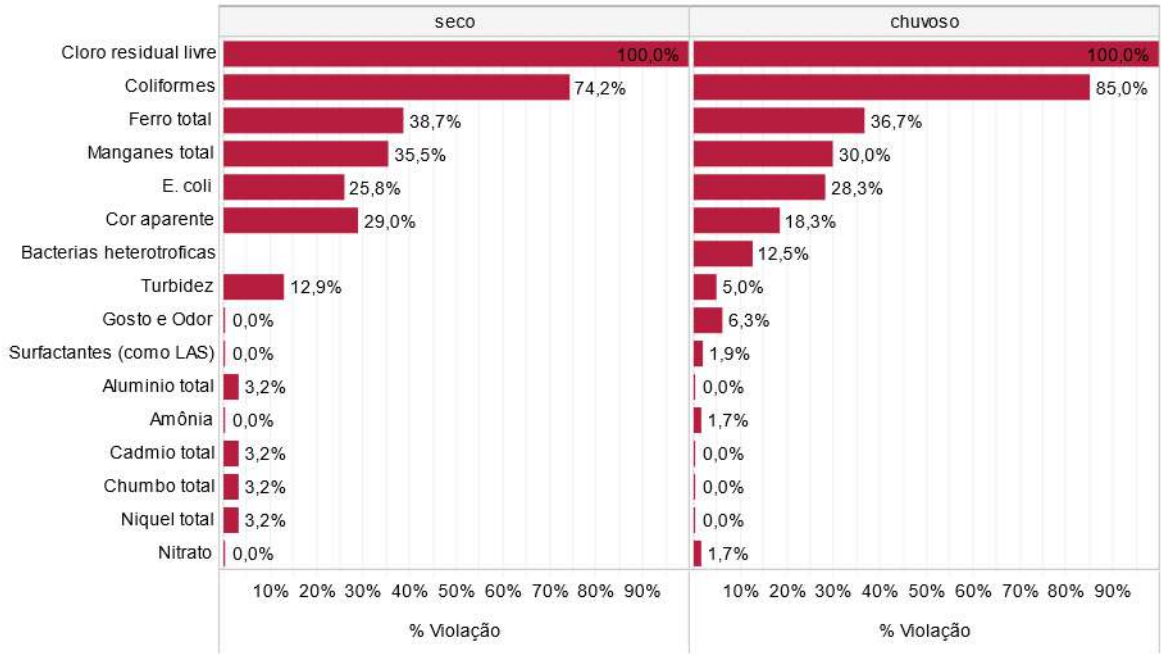
Para o município de Tumiritinga-MG, destacam-se o cloro residual livre e coliformes, por apresentarem percentuais de violação maiores que 70% tanto para o período seco quanto para o chuvoso. Cloro residual livre apresentou 100% de violação em ambos os períodos analisados (**Figura 6-184**). Reforça-se, no entanto, que a partir de janeiro/2022, com a revisão bianual do PMQACH, este parâmetro deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento. Os elevados percentuais de violação observados referem-se ao período anterior a este relatório.

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. As consequências da ausência de cloração neste ponto incluem a colonização da água por microrganismos e patógenos, com a ocorrência de coliformes e *E. coli*. Estes dois parâmetros são indicados como prioritários para gestão na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Coliformes apresentou 74,2% de violação no período seco e 85% no período chuvoso (**Figura 6-184**), indicando contaminação fecal proveniente de esgoto doméstico não tratado ou da criação de animais. No município de Tumiritinga, o percentual de esgotamento sanitário é de 33% (IBGE, 2010). Comparando-o com outros municípios de Minas Gerais (total de 853 municípios), Tumiritinga ocupa a 705ª posição entre os municípios com maiores taxas de esgotamento sanitário (IBGE, 2010), ou seja, o esgotamento sanitário de Tumiritinga ainda está aquém de ser eficiente e a ausência de tratamento adequado do esgoto sanitário em mais da metade do município ajuda a explicar a contaminação por coliformes e *E. coli* e, consequentemente, os elevados percentuais de violação destes parâmetros (**Figura 6-184**).

O ferro total teve violação de 38,7% no período seco e 36,7% no período chuvoso. E o manganês total teve percentuais de violação iguais a 35,5% (período seco) e 30% (chuva) (**Figura 6-184**). A ocorrência destes elementos pode estar associada à sua origem natural em rochas e solos da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021), o que pode explicar sua concentração e consequentemente o percentual de violação do limite legal.

Gosto e odor (6,3% de violação), surfactantes (1,9% de violação), amônia (1,7% de violação) e nitrato (1,7% de violação) violaram os limites legais somente no período chuvoso. O alumínio total (3,2% de violação), cádmio total (3,2% de violação), chumbo total (3,2% de violação) e níquel total (3,2% de violação) violaram os limites legais somente no período seco (**Figura 6-184**).

Figura 6-184 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



Um total de 4 pontos sem tratamento foram analisados, todos com captação subterrânea e abastecimento tipo SAI. De modo gera destaca-se que coliformes foi o parâmetro que apresentou os mais elevados percentuais de violação no ciclo de 2021/2022, variando entre 80% e 100% entre os pontos monitorados.

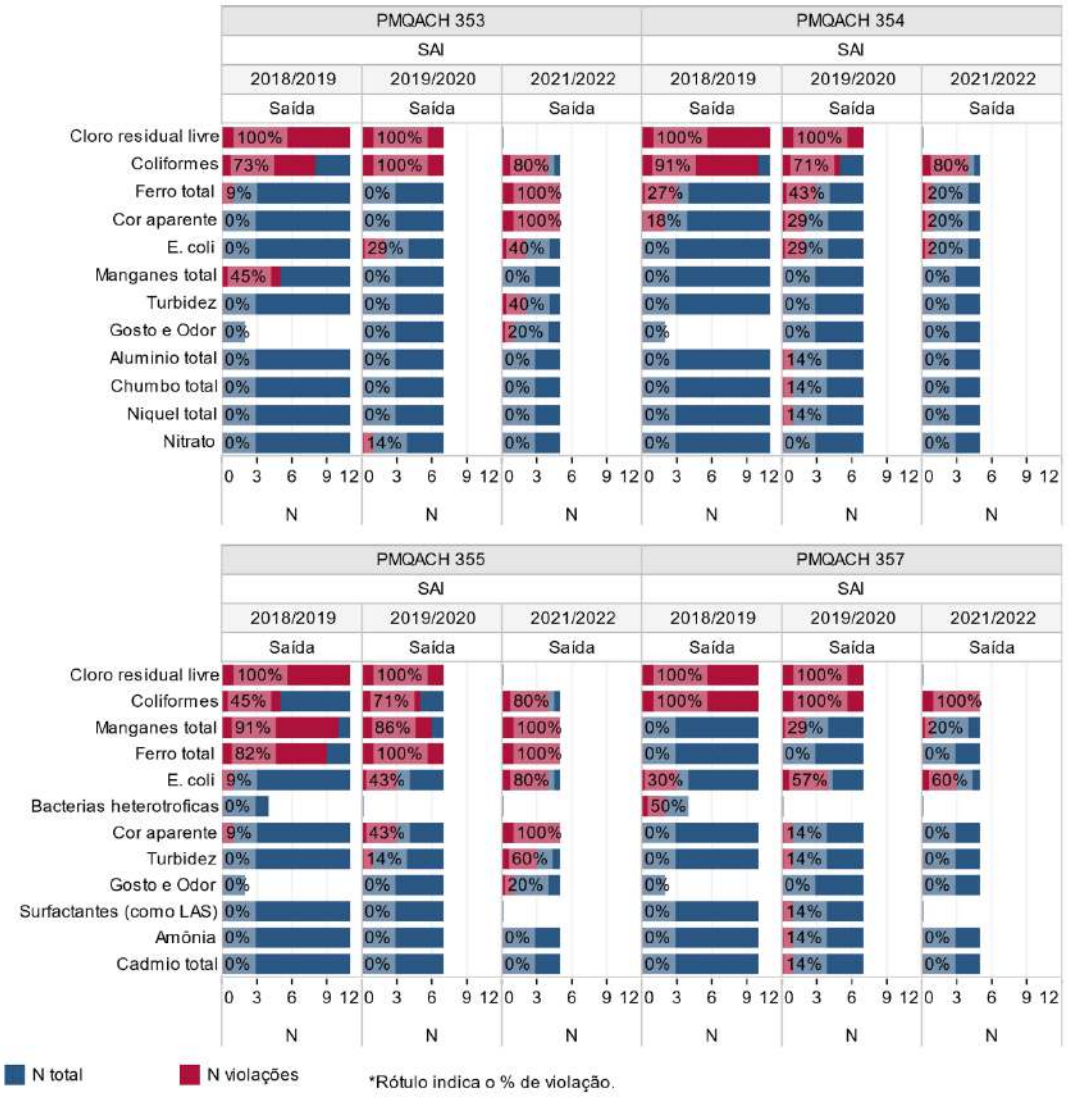
O ponto PMQACH 353 apresentou aumento dos percentuais de violação no último ciclo (2021/2022) para: ferro total e cor aparente (100% de violação, todas as 5 amostras analisadas), *E. coli* (40% de violação, presente em duas das 5 amostras analisadas), turbidez (40% de violação, 2 das 5 amostras analisadas) e gosto e odor (20% de violação, 1 das 5 amostras analisadas). Destaca-se que coliformes (80% de violação, 4 das 5 amostras analisadas) e nitrato (0% de violação, 0 das 5 amostras analisadas) apresentaram diminuição dos percentuais de violação no último ciclo analisado (2021/2022) (**Figura 6-185**).

O ponto PMQACH 354 apresentou diminuição dos percentuais de violação no último ciclo para ferro total e cor aparente (20% de violação, 1 das 5 amostras analisadas) e *E. coli* (20% de violação, presente em 1 das 5 amostras analisadas). Chumbo, alumínio e níquel sofreram redução no percentual de violação quando comparado o período de 2019/2020 (14% de violação) com o período de 2021/2022 (0% de violação). Em 2021/2022, coliformes apresentou percentual de violação de 80% (4 das 5 amostras analisadas), tão elevado quanto e ciclos anteriores (acima de 70% de violação) (**Figura 6-185**).

O ponto PMQACH 355 apresentou, no geral, elevada desconformidade com a legislação no último período analisado. Neste período, as violações de coliformes e *E. coli* (80%, 4 das 5 amostras analisadas), manganês total, ferro total e cor aparente (100%, todas as 5 amostras analisadas), turbidez (60%, 3 das 5 amostras analisadas) e gosto e odor (20%, 1 das 5 amostras analisadas) representaram um aumento em relação a períodos anteriores (**Figura 6-185**).

No ponto PMQACH 357 coliformes apresentou desconformidade com a legislação em todo o período monitorado (100% de violação). Em 2021/2022, violações observadas para manganês total (20%, 2 de 5 amostras) e *E. coli* (60% de violação, 3 das 5 amostras analisadas) foram similares ao período anterior (**Figura 6-185**).

Figura 6-185 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 353, PMQACH 354, PMQACH 355 e PMQACH 357 localizados no município de Tumiritinga-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

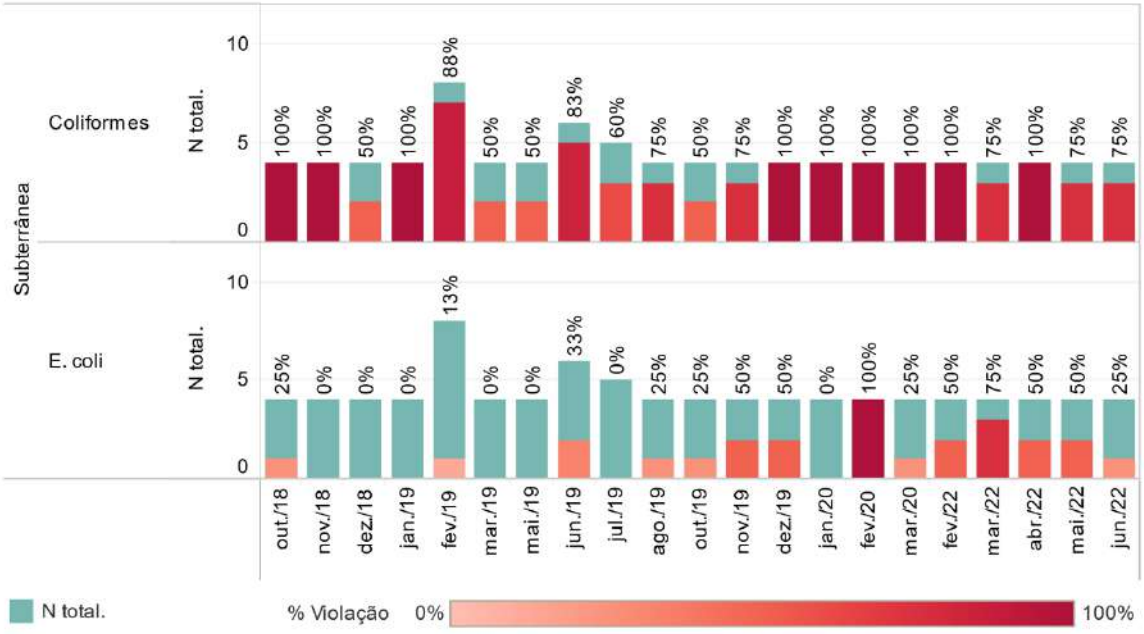


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.20.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos sem tratamento de água de Tumiritinga, a presença de coliformes foi identificada em todos os 21 meses monitorados, com percentuais variando entre 50% e 100% de amostras contaminadas no mês. *E. coli*, por sua vez, somente não foi detectada em 7 dos 21 meses. Quando presente, o percentual de amostras no mês com a presença dos microrganismos variou entre 13% e 100%. Para nenhum dos dois parâmetros foi possível identificar um padrão sazonal ou temporal claro (**Figura 6-186**).

Figura 6-186 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* dos pontos sem tratamento localizados no município de Tumiritinga- MG, e sua variação entre período chuvoso e seco.



Os pontos sem tratamento avaliados no município Tumiritinga não foram avaliados em 2020/2021 e, portanto, o ciclo do presente relatório (2021/2022) foi comparado com os anos anteriores. De maneira geral, destaca-se o padrão de aumento das concentrações de bário total, cor aparente, ferro total, turbidez e zinco total no último período avaliado em relação aos anos anteriores, o que foi observado para a maioria dos pontos do município ($p < 0,05$) (**Figura 6-187**). Por outro lado, alumínio total e manganês total apresentaram redução de suas

concentrações no último ano em dois pontos do município ($p < 0,05$) (**Figura 6-187**). Cloreto total, dureza total, sódio total e sulfato apresentaram padrões divergentes entre os pontos ($p < 0,05$) (**Figura 6-187**).

Figura 6-187 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 353	↓		↓	↑	↓	↑	—	↓	↓	↓	↓	↑	
PMQACH 354	↓	↑	↑				↓		↑		↑		↑
PMQACH 355		↑		↑		↑	↓					↑	↑
PMQACH 357		↑	↑		↑	↑							

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022;
— 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 no ponto PMQACH 354 apresentou diferença significativa entre os períodos chuvosos e secos, sendo suas concentrações superiores durante o período seco ($p < 0,05$).

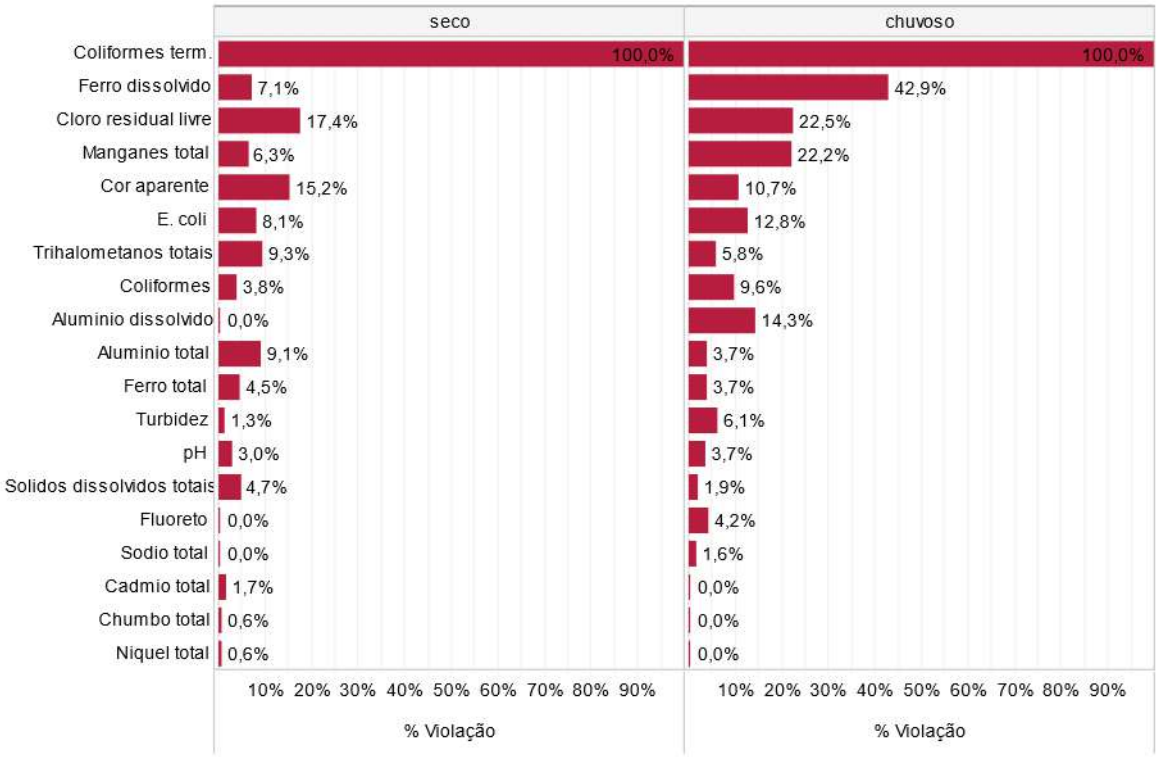
6.20.2 - Pontos com tratamento

6.20.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Os pontos com tratamento apresentaram, no geral, percentuais de violação mais reduzidos (inferiores a 30%) para a maioria dos parâmetros. É importante destacar os coliformes termotolerantes e o ferro dissolvido que tiveram os maiores percentuais de violação, embora só tenham sido monitorados a partir de 2021/2022.

Coliformes termotolerantes apresentou os maiores percentuais de violação (100% de violação no período seco e chuvoso), seguido por ferro dissolvido (7,1% de violação no período seco e 42,9% de violação no período chuvoso) (**Figura 6-188**). Os demais parâmetros apresentaram percentuais de violação abaixo de 23%. Entre eles, destacam-se, por terem apresentado violação somente no período chuvoso, o alumínio dissolvido (14,3% de violação), fluoreto (4,2% de violação) e sódio total (1,6% de violação). No período seco, o cádmio total (1,7% de violação), chumbo total (0,6% de violação) e níquel total (0,6% de violação) também violaram os limites preconizados pela legislação (**Figura 6-188**).

Figura 6-188 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



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

No último período analisado, na captação do ponto PMQACH 350, coliformes termotolerantes apresentou 100% de violação (todas as 7 amostras avaliadas), ferro dissolvido 22% (3 de 9 amostras) e alumínio dissolvido 11% (1 de 9 amostras). Estes parâmetros não possuem resultados pretéritos para comparação com o período de 2021/2022. Ainda na captação foram observadas violações para *E. coli* (86%, 12 de 14 amostras), manganês e turbidez (43%, 6 de 14 amostras), o que representou aumento em relação a períodos anteriores. O pH apresentou desconformidade tanto na captação (7%, 1 de 14 amostras) quanto na saída (24%, de 33 amostras), valores acima do observado em ciclos anteriores (**Figura 6-189**).

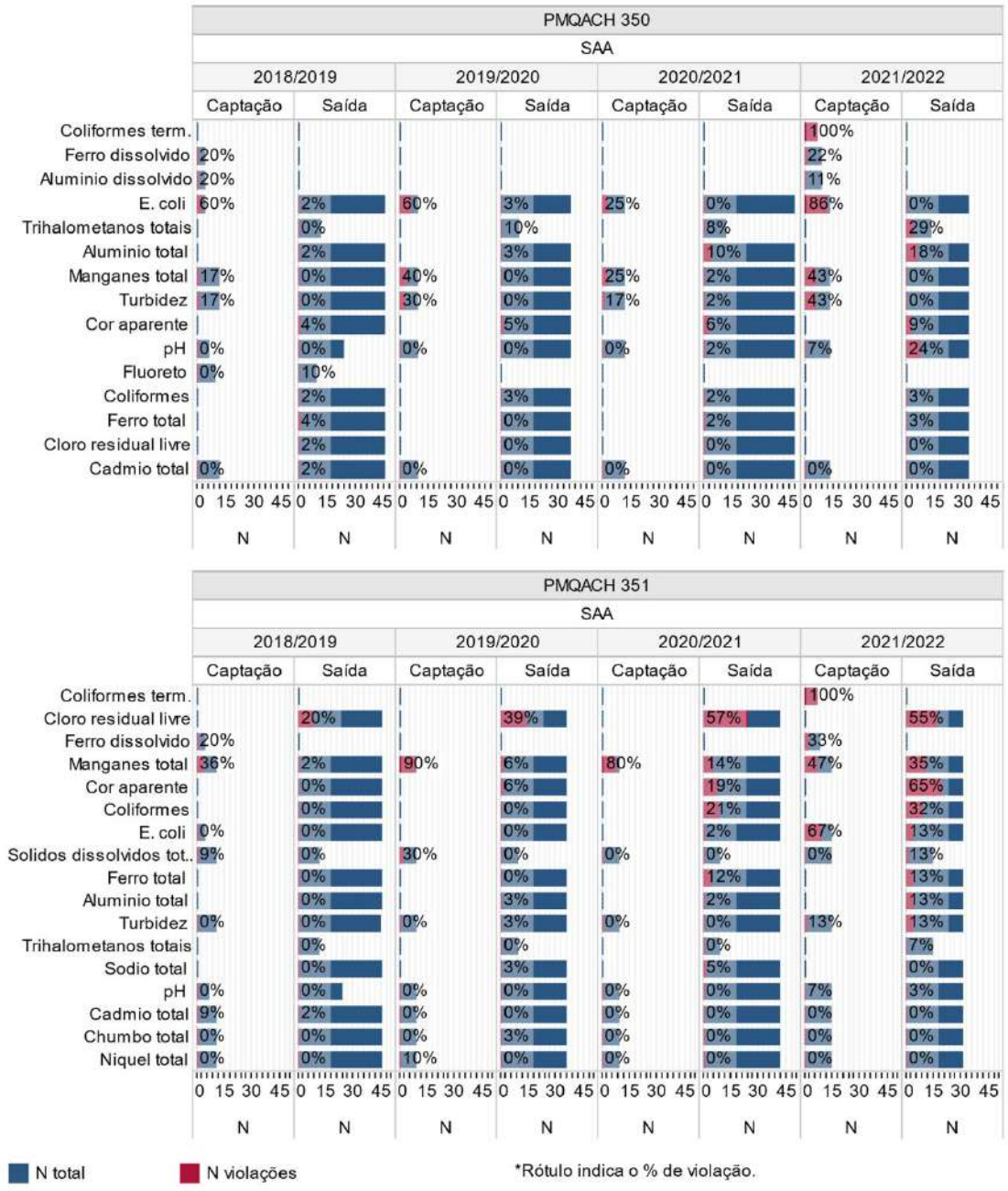
Na saída do tratamento, observa-se ainda, em 2021/2022, aumento nas violações para trihalometanos totais (29%, 4 de 14 amostras), alumínio total (18%, 6 de 33 amostras) e cor aparente (9%, 3 de 33 amostras). Pontualmente coliformes e ferro total também apresentaram desconformidade similar a períodos anteriores (3%, 1 de 33 amostras) (**Figura 6-189**).

A turbidez avaliada nas amostras de pós-filtração não apresentou violação para no período mais recente de monitoramento (2021/2022).

O ponto PMQACH 351 apresentou, na captação, 100% de violação para coliformes termotolerantes (todas as 7 amostras analisadas) e 33% para ferro dissolvido (3 de 9 amostras). Estes parâmetros não possuem resultados pretéritos para comparação com o período de 2021/2022. Violações de manganês total ocorreram tanto na captação (47%, 7 de 15 amostras) quanto na saída do tratamento (35%, 11 de 31 amostras). Da mesma forma, *E. coli* apresentou 67% de violação na captação (10 de 15 amostras) e 13% da saída do tratamento (4 de 31 amostras). Turbidez apresentou 13% de violação tanto na captação quanto na saída, assim como pH (7% na captação e 3% na saída). Sólidos dissolvidos totais, que apresentou conformidade na captação, registrou desconformidade, pela primeira vez durante todo o monitoramento, na saída do tratamento, com 13% de violação (2 de 15 amostras) (**Figura 6-189**).

Na saída do ponto PMQACH 351, observa-se um incremento nos percentuais de violação no último ciclo (2021/2022), com relação ao ciclo anterior, para: cor aparente (65% de violação, 20 das 31 amostras analisadas), coliformes (32% de violação, 10 das 31 amostras analisadas), ferro total (13% de violação, 4 das 31 amostras analisadas), alumínio total (13% de violação, 4 das 31 amostras analisadas), trihalometanos totais (7% de violação, 1 das 15 amostras analisadas). Cloro residual apresentou, em 2021/2022, percentual de violação de 55% (17 de 31 amostras), similar ao observado no período anterior (**Figura 6-189**).

Figura 6-189 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 350, PMQACH 351 localizados no município de Tumiritinga-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

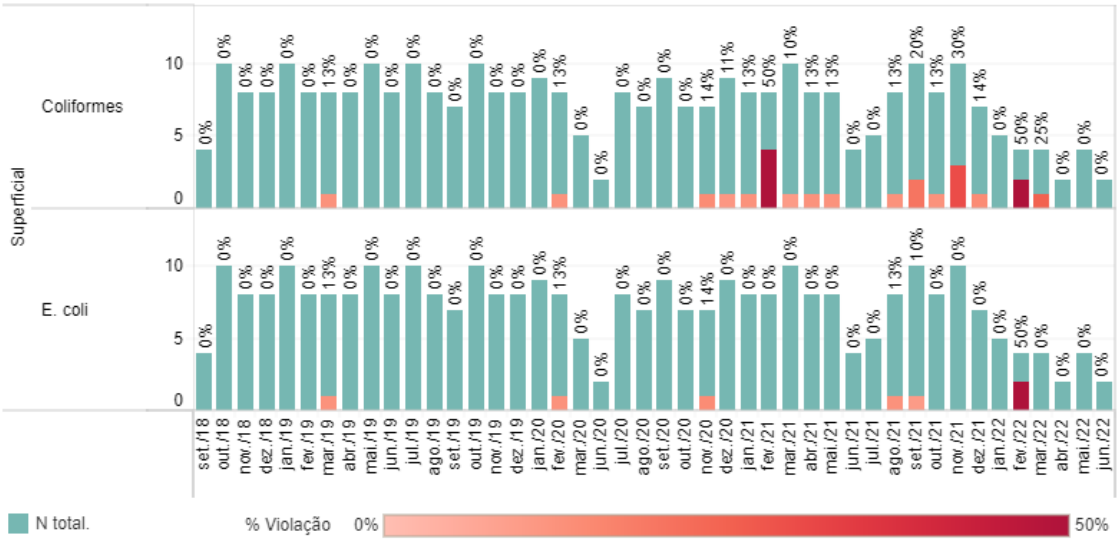


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.20.2.2 - Avaliação temporal e sazonal

Na saída dos pontos com tratamento de água, coliformes e *E. coli* apresentaram resultados predominantemente "ausentes" ao longo do monitoramento. A presença de coliformes nas amostras dos meses monitorados (entre setembro/2018 e junho/2022) variou entre 0 e 50%. A presença de *E. coli* também foi pontual, restrita aos meses de março/2019, fevereiro e novembro/2020, agosto e setembro/2021 e fevereiro/2022. Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para a presença de coliformes ou *E. coli* no período analisado (**Figura 6-190**).

Figura 6-190 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento localizados no município de Tumiritinga- MG.



Em relação aos demais parâmetros, de maneira geral, destaca-se o padrão de redução dos valores de pH e das concentrações de cloreto total, sódio total, sólidos dissolvidos totais e sulfato no último período avaliado, o que foi observado com certa frequência ($p < 0,05$) (**Figura 6-191**). Por outro lado, alumínio total, bário total, cor aparente e turbidez apresentaram concentrações mais elevadas no último período avaliado ($p < 0,05$) (**Figura 6-191**). Ressalta-se a saída do ponto PMQACH 351 que apresentou aumento das

concentrações de diversos parâmetros no último período avaliado em comparação aos anos anteriores ($p < 0,05$) (**Figura 6-191**).

Figura 6-191 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 350	Captacao				—	—			—	↓	—	↓	—		—
	Saida	↑	—	↓	↑		—	—	↓	↓	↓	↓	↓	↑	—
PMQACH 351	Captacao	—	↑	↓	↑	↓			—		↓	↓	↓	↑	↑
	Saida	↑	↑	↓	↑		↑	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↑	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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.

Diversos parâmetros apresentaram concentrações mais elevadas durante o período chuvoso na captação do ponto PMQACH 350, como os metais alumínio, bário, ferro e manganês, enquanto na saída, alguns destes mesmos parâmetros apresentaram concentrações mais elevadas durante o período seco, como o alumínio total e o manganês total ($p < 0,05$) (**Figura 6-192**). No ponto PMQACH 351, os parâmetros apresentaram, em sua maioria, valores mais altos durante o período seco, como a densidade de cianobactérias na captação e alumínio total e pH na saída ($p < 0,05$) (**Figura 6-192**).

Figura 6-192 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cor aparente	Densidade de cianobacterias	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	Sulfato	Trihalometanos totais	Turbidez
PMQACH 350	Captacao	●	●	●		●	●	●		●			●
	Pos filtracao												●
	Saida	●	●				●	●		●			
PMQACH 351	Captacao				●								
	Saida	●							●		●	●	

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

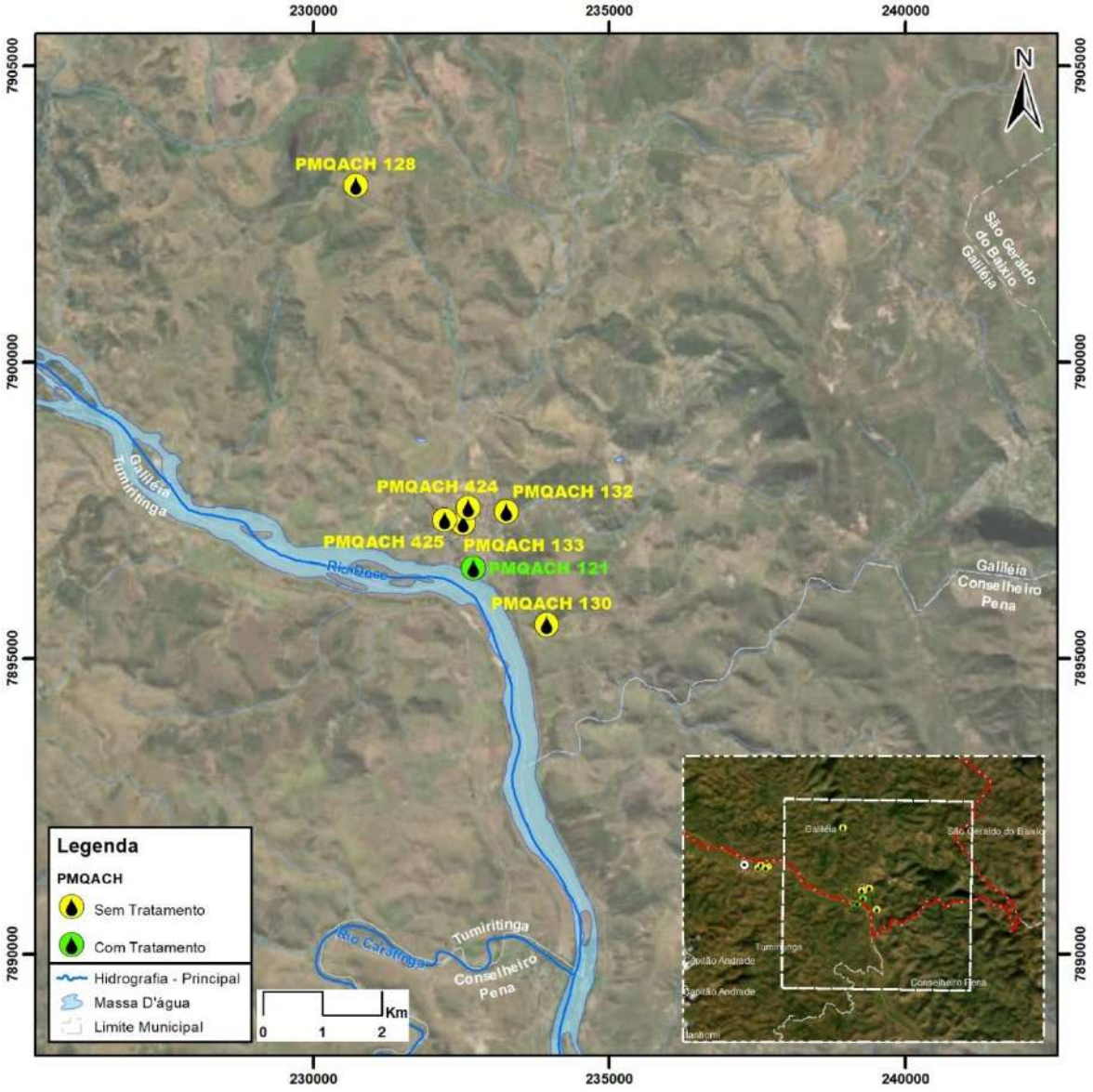
6.21 - Galiléia

No município de Galiléia-MG, foram considerados 7 (sete) pontos ativos, sendo 1 (um) com tratamento de água do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e 6 (seis) sem tratamento de água do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) (**Figura 6-193** e **Quadro 6-21**). A partir de janeiro/2022, após a 1ª Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtração.

Quadro 6-21 - Características dos pontos do município de Galiléia considerados no presente relatório.

Código	Forma de abastecimento	Tipo de captação	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação
PMQACH 121	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)
PMQACH 128	Superficial	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)
PMQACH 130	Subterrânea	SAI	Não	Saída	
PMQACH 132	Superficial	SAI	Não	Saída	
PMQACH 133	Subterrânea	SAI	Não	Saída	
PMQACH 424	Subterrânea	SAI	Não	Saída	
PMQACH 425	Subterrânea	SAI	Não	Saída	

Figura 6-193 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Galiléia-MG.



6.21.1 - Pontos sem tratamento

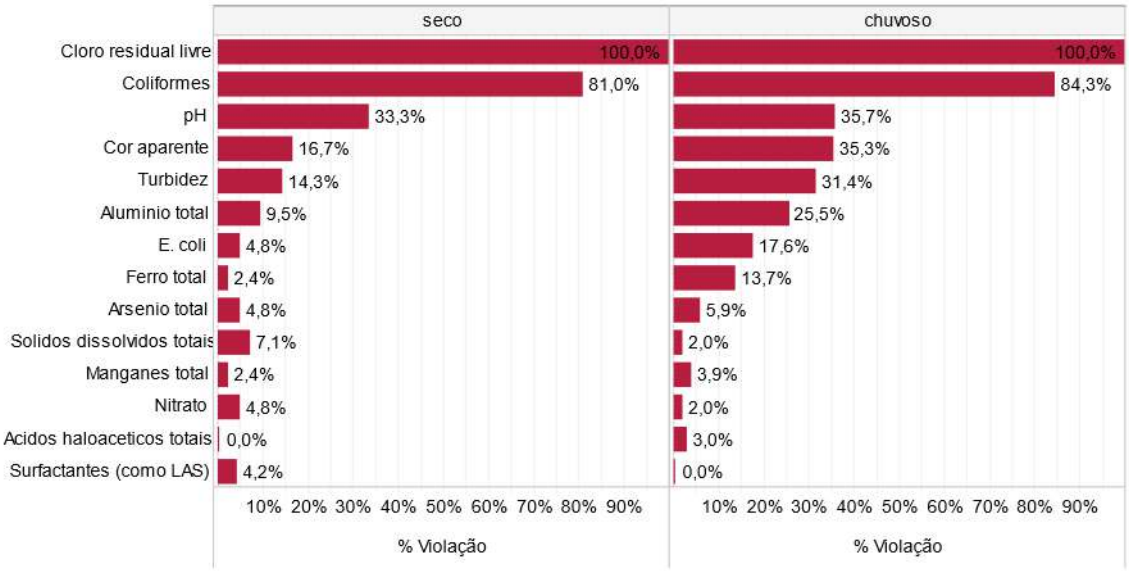
6.21.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Galiléia-MG, nos pontos sem tratamento, cloro residual livre e coliformes se destacaram por apresentar mais de 80% de violação para os dois períodos analisados (período chuvoso e seco). Cloro residual livre apresentou 100% de violação do limite inferior legal, ou seja, observou-se concentração abaixo do recomendado para os dois períodos analisados. Reforça-se, entretanto, que a partir de janeiro de 2022, com a revisão do PMQACH, o parâmetro cloro residual livre deixou de ser monitorado. Os elevados percentuais de violação observados estão relacionados ao período pretérito à esta revisão. Pelo fato de ser um dos responsáveis pela eliminação de microrganismos na água, a baixa concentração do cloro pode explicar o elevado percentual de violação de coliformes na água (**Figura 6-194**). A presença de coliformes na água indica contaminação fecal proveniente de esgotamento sanitário não tradado, tanto doméstico quando de criação de animais. 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 maneira geral, foi possível observar um padrão sazonal, com percentuais de violação mais elevados no período chuvoso, para os parâmetros: cor aparente, turbidez, alumínio total, *E. coli* e ferro total. 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.

Os demais parâmetros apresentaram percentuais de violação inferiores a 10% (**Figura 6-194**).

Figura 6-194 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no ponto 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



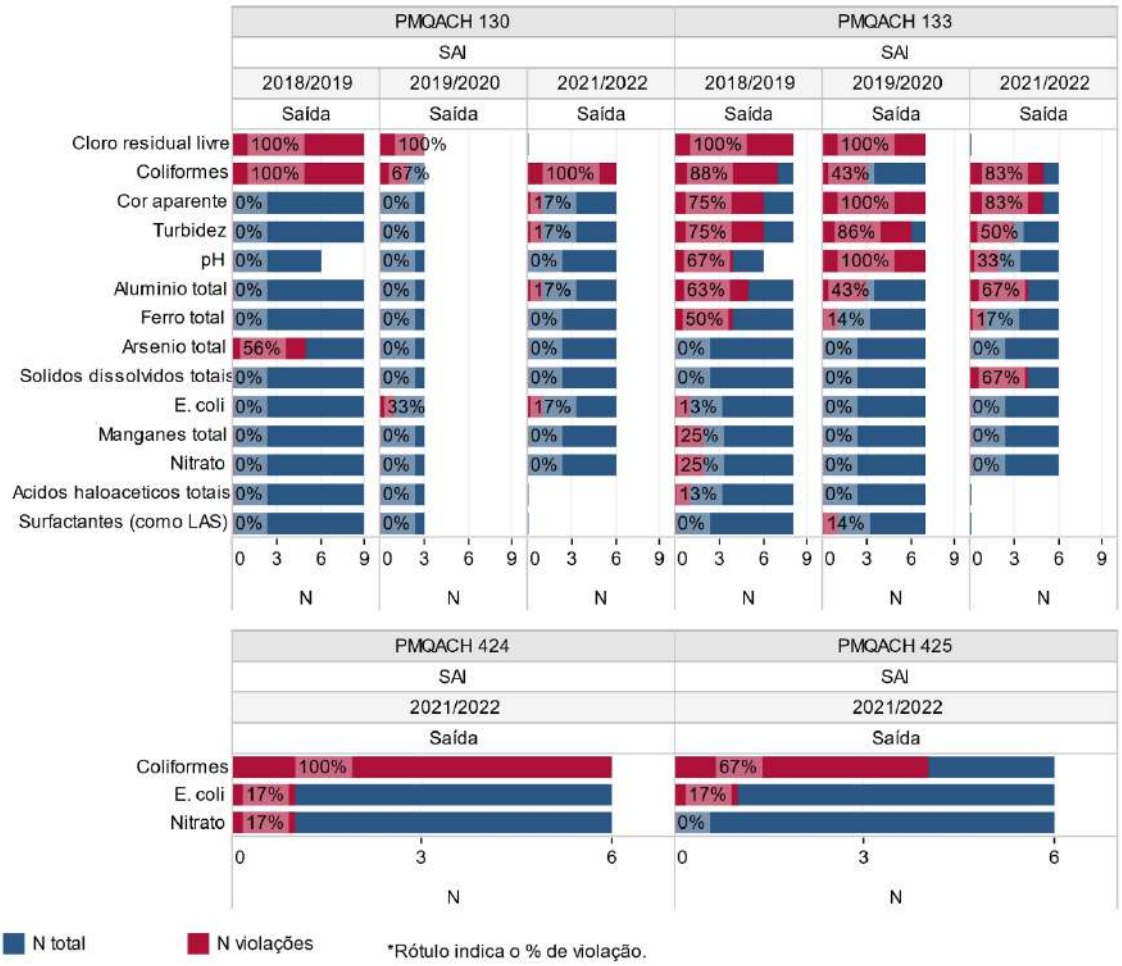
Um total de 6 pontos sem tratamento do tipo SAI foram monitorados, sendo 4 de captação subterrânea e 2 de captação superficial. Os pontos sem tratamento de captação subterrânea e tipo de abastecimento SAI (PMQACH 130, 133, 424 e 425) apresentaram elevados percentuais de violação para coliformes no último ciclo, variando entre 67% para o ponto PMQACH 425 e 100% para os pontos PMQACH 130 e 424 (**Figura 6-195**).

No ponto PMQACH 130, além do elevado percentual de violação para coliformes, também foi observado aumento no percentual de violação no ciclo 2121/2022 (**Figura 6-195**), com relação ao ciclo anterior, para cor aparente, turbidez e alumínio total (17% de violação, 1 das 6 amostras analisadas para cada parâmetro). *E. coli*, no entanto, apresentou redução do percentual de violação de 33% (1 das 3 amostras analisadas) no ciclo de 2019/2020 para 17% (1 das 6 amostras analisadas) no ciclo de 2021/2022.

O ponto PMQACH 133 apresentou, no geral, elevados percentuais de violação para os parâmetros em 2021/2022. Destaca-se sólidos dissolvidos totais no último ciclo, que pela primeira vez em todo o período de monitoramento, violou os limites legais (67%, 4 das 6 amostras analisadas). Turbidez (50%, 3 das 6 amostras analisadas) e pH (33%, 2 das 6 amostras analisadas), no último ciclo, apresentaram os menores percentuais de violação de todo período analisado (**Figura 6-195**).

No ponto PMQACH 424, em 2021/2022, coliformes apresentou 100% de violação (todas as 6 amostras analisadas) e *E. coli* e nitrato, 17% de violação (1 das 6 amostras analisadas para cada parâmetro) (**Figura 6-195**). O ponto PMQACH 425 apresentou 67% de violação (4 das 6 amostras analisadas) para coliformes e 17% (1 das 6 amostras analisadas) para *E. coli* (**Figura 6-195**). Estes dois pontos foram inseridos na 17ª revisão da planilha de pontos e o monitoramento iniciou em janeiro de 2022, com a revisão do PMQACH.

Figura 6-195 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 130, PMQACH 133, PMQACH 424 e PMQACH 425 localizados no município de Galiléia-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites legais.



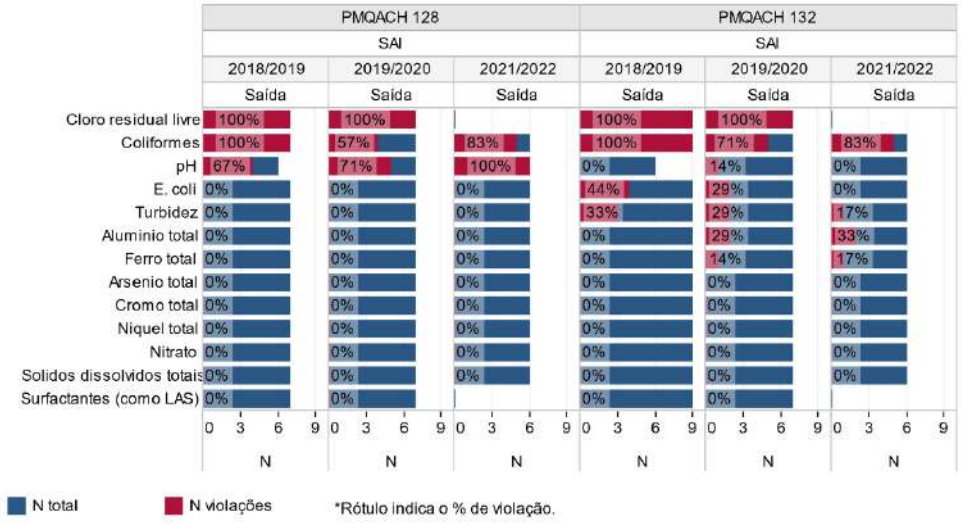
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos de captação superficial e abastecimento tipo SAI apresentaram elevados percentuais de violação para coliformes durante todo o período monitorado (**Figura 6-196**). Ambos os pontos (PMQACH 128 e PMQACH 132) apresentaram 100% de violação no ciclo de 2018/2019, reduziram o percentual de violação no ciclo de 2019/2020 e voltaram a aumentar o percentual de violação no último ciclo de 2021/2022, registrando 83% de violação nos dois pontos (5 de 6 amostras).

Além de coliformes, o ponto PMQACH 128 também apresentou elevado percentual de violação para pH (100%, todas as 6 amostras analisadas), porém apresentou conformidade para os demais parâmetros durante o monitoramento **(Figura 6-196**).

O ponto PMQACH 132 apresentou diminuição no percentual de violação no último ciclo para pH e *E. coli* (0% de violação, 0 das 6 amostras analisadas) e turbidez (17% de violação, 1 das 6 amostras analisadas). Alumínio total (33% de violação, 2 das 6 amostras analisadas) e ferro total (17% de violação, 1 das 6 amostras analisadas) neste ponto apresentaram ainda um percentual global de violações maior no último ciclo analisado (2021/2022).

Figura 6-196 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 128 e PMQACH 132 localizados no município de Galiléia-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites legais.



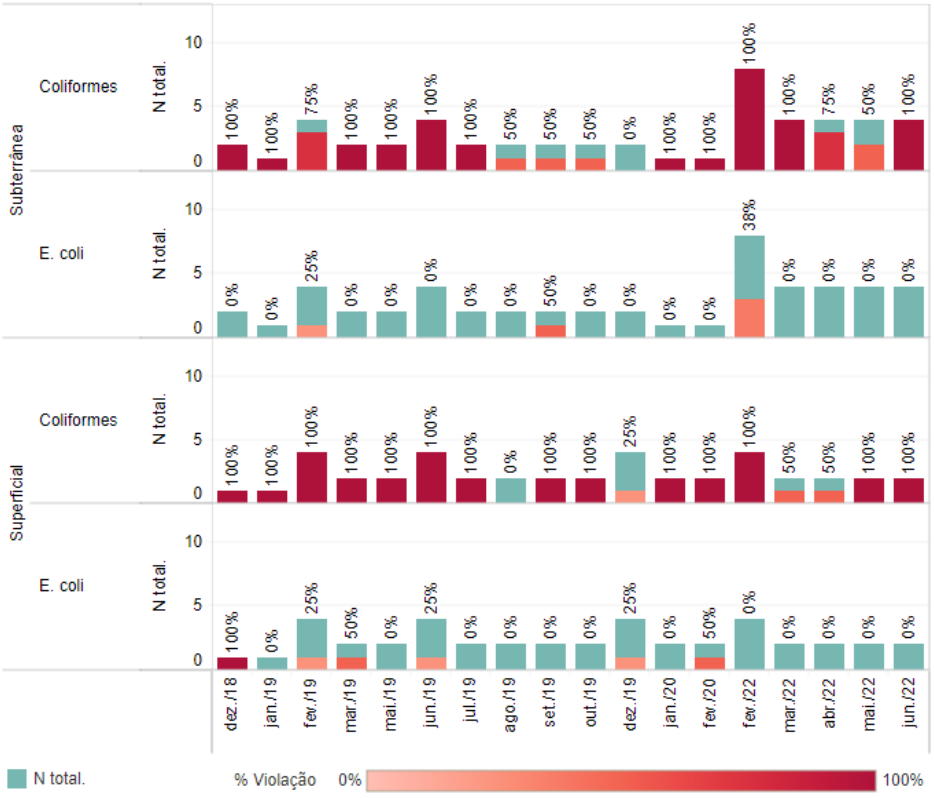
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.21.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos sem tratamento e de captação subterrânea a presença de *E. coli* foi pontual, não excedendo 50% das amostras nos meses de fevereiro e setembro de 2019 e fevereiro de 2022. A presença do contaminante coliformes foi registrada para todo o período, exceto o mês de dezembro de 2019. Para os demais meses, coliformes esteve presente em pelo menos 50% das amostras coletadas no mês. Para ambos os parâmetros não foi possível observar uma variação sazonal da presença destes microrganismos ao longo do monitoramento (**Figura 6-197**).

Nos pontos sem tratamento e captação superficial, a presença de *E. coli* também foi pontual entre os meses monitorados. Já a presença de coliformes foi registrada em todo o período exceto o mês de agosto de 2019. Neste pontos de captação superficial pôde-se observar uma variação sazonal ao longo dos meses monitorados para *E.coli*: a presença do contaminante foi menor durante os meses secos (**Figura 6-197)**.

Figura 6-197 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Galiléia-MG, e sua variação entre período chuvoso e seco.



Os pontos PMQACH 128, 130, 132 e 133 não foram avaliados em 2020/2021, devido a pandemia, ao passo que PMQACH 424 e 425 tiveram o monitoramento iniciado em 2021/2022, não sendo possível fazer avaliações temporais. No geral, nota-se redução das concentrações de manganês total e sólidos dissolvidos totais no ano 2021/2022, enquanto as concentrações de zinco total apresentaram aumento ($p < 0,05$) (**Figura 6-198**). Destaca-se o ponto PMQACH 132 com maior número de parâmetros com padrão de redução em 2021/2022, enquanto PMAQACH 133 apresentou mais parâmetros com padrão de aumento neste período ($p < 0,05$) (**Figura 6-198**).

Figura 6-198 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 128				—	—	—	↑		—		↑		↑
PMQACH 130				—		—				↓		↑	↑
PMQACH 132	—		↓			↓			↓	↓			—
PMQACH 133		↓		↑		↓		↑	↑				↑

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, foram poucos os parâmetros e pontos que apresentaram resultados significativos ($p < 0,05$) (**Figura 6-199**). No ponto PMQACH 132 os parâmetros ferro total e turbidez apresentaram concentrações mais elevadas durante o período chuvoso ($p < 0,05$) (**Figura 6-199**). No ponto PMQACH 133 somente a cor aparente apresentou resultados significativos, com concentrações mais elevadas durante o período chuvoso ($p < 0,05$) (**Figura 6-199**). No ponto PMQACH 424, dureza total e sódio total apresentaram resultados mais elevados durante o período seco, sendo que dureza total apresentou o mesmo padrão no ponto PMQACH 425 ($p < 0,05$) (**Figura 6-199**).

Figura 6-199 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Sodio total	Turbidez
PMQACH 132			●		●
PMQACH 133	●				
PMQACH 424		●		●	
PMQACH 425		●			

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

6.21.2 - Pontos com tratamento

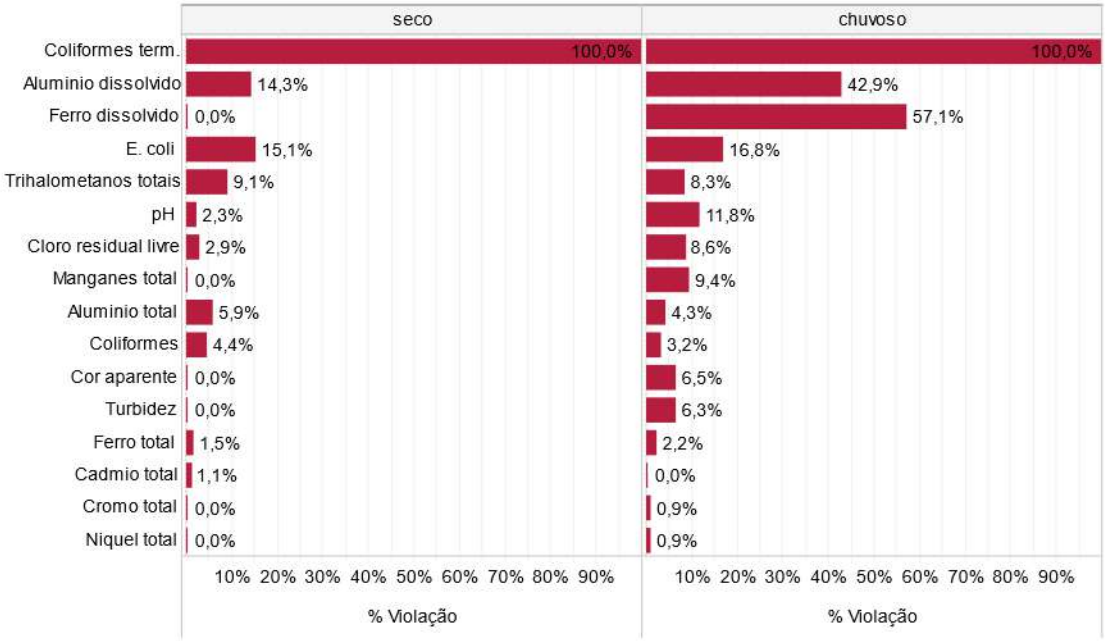
6.21.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para os pontos com tratamento de água do município de Galiléia-MG, coliformes termotolerantes, alumínio dissolvido e ferro dissolvido foram os parâmetros com os mais elevados percentuais de violação (acima de 40% em pelo menos um dos períodos seco ou chuvoso). Reforça que estes parâmetros passaram a ser monitorados somente com a revisão do PMQACH, em janeiro de 2022.

Destacam-se coliformes termotolerantes por apresentar 100% de violação nos dois períodos (período chuvoso e seco) e alumínio dissolvido e ferro dissolvido por apresentarem percentual de violação mais elevado no período chuvoso (42,9% e 57,1%, respectivamente), este último violando o limite legal somente neste período. Tanto o alumínio quanto o ferro são minerais naturalmente encontrados em rochas e no solo da bacia do rio Doce. 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. Manganês total, cor aparente, turbidez,

cromo total e níquel total apresentaram violação somente no período chuvoso, enquanto cádmio total apresentou violação somente no período seco (**Figura 6-200**).

Figura 6-200 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.

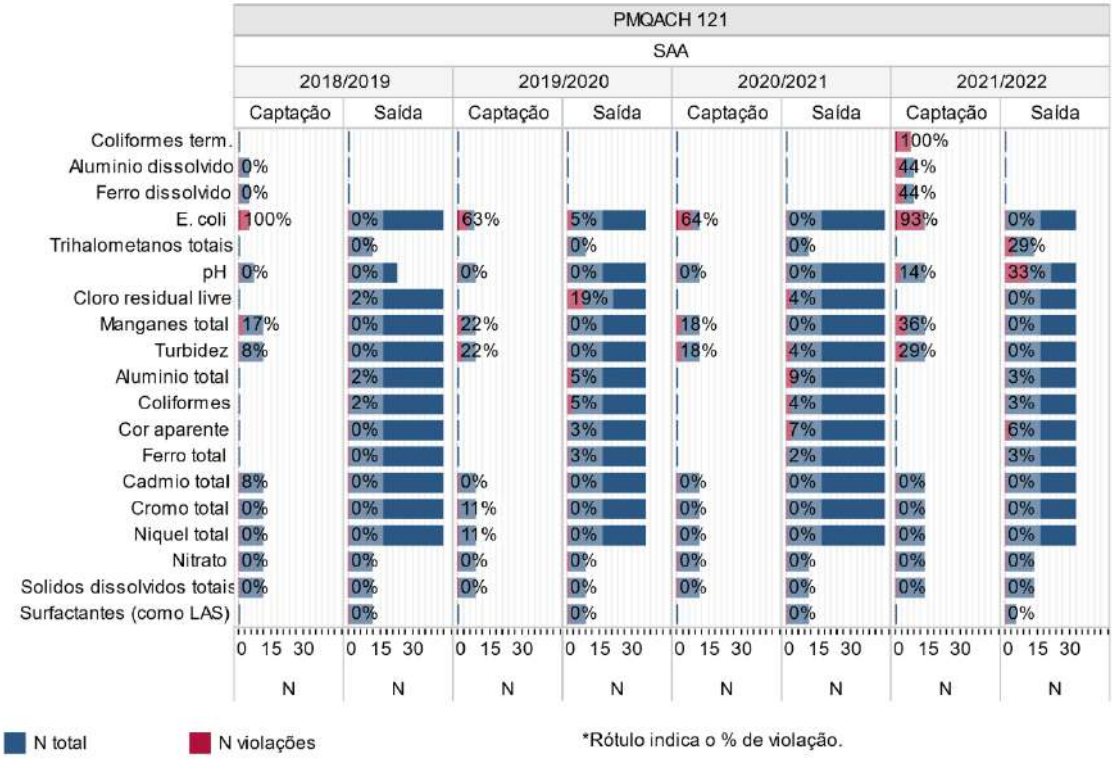


O ponto com tratamento PMQACH 121 apresenta captação superficial e abastecimento tipo SAA. Na captação, destacam-se as violações observadas para coliformes termotolerantes (100% de violação, todas as 7 amostras analisadas), alumínio dissolvido e ferro dissolvido (44% de violação, 4 das 9 amostras analisadas) (**Figura 6-201**). Estes parâmetros foram inseridos com a revisão do PMQACH, a partir de janeiro de 2022. Também na captação foram observadas violações para *E. coli* (93%, 13 das 14 amostras analisadas), turbidez (29% de violação, 4 das 14 amostras analisadas) e manganês total (36% de violação, 5 das 14 amostras analisadas). Embora estes percentuais representem um aumento em relação aos resultados avaliados nos ciclos anteriores, reforça-se que em todos estes casos, as concentrações destes parâmetros na saída do tratamento apresentaram conformidade com os limites da legislação (**Figura 6-201**).

Em 2021/2022, pela primeira vez, pH apresentou violação na captação (14%, 2 das 14 amostras analisadas) e na saída (33%, 11 das 33 amostras analisadas) (**Figura 6-201**). Em relação a parâmetros monitorados apenas na saída destaca-se trihalometanos totais com 29% de violação (4 das 14 amostras analisadas), também registrado pela primeira vez em 202/2022. Os demais parâmetros monitorados na saída não violaram os limites legais ou apresentaram percentuais de violação menores do que 6% (**Figura 6-201**).

A turbidez avaliada nas amostras de pós-filtração não apresentou violação nos dois primeiros ciclos, porém violou os limites legais, em menos de 5%, no ciclo de 2020/2021 e 2021/2022. A partir de janeiro/2022, após a 1ª Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtração.

Figura 6-201 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 121, localizado no município de Galiléia-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



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

6.21.2.2 - Avaliação temporal e sazonal

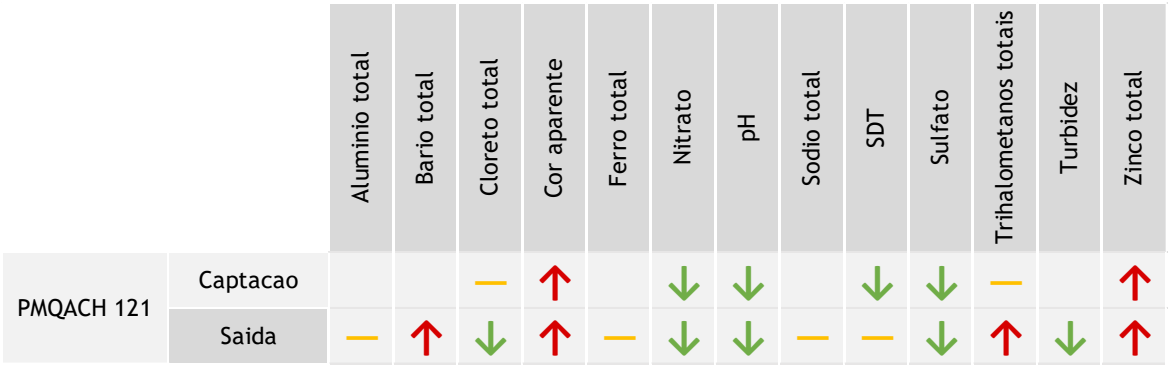
Na saída do ponto PMQACH 121 a presença de coliformes e *E. coli* nas amostras foi pontual ao longo dos meses monitorados. Coliformes foi registrado somente em 5 meses (junho e setembro/2019, julho/2020, março e novembro/ 2021), não ultrapassando 50% de amostras no mês com a presença do microrganismo. *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 6-202**).

Figura 6-202 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Galiléia-MG, e sua variação entre período chuvoso e seco.



O ponto PMQACH 121 apresentou redução dos valores de nitrato, pH e sulfato tanto na captação quanto na saída no período de 2021/2022, enquanto cor aparente e zinco total apresentaram aumento de suas concentrações ($p < 0,05$) (**Figura 6-203**). Além destes, de forma pontual, nota-se redução das concentrações de sólidos dissolvidos totais na captação e de cloreto total e turbidez na saída ($p < 0,05$) (**Figura 6-203**). Por outro lado, bário total e trihalometanos totais apresentaram resultados superiores na saída ($p < 0,05$) (**Figura 6-203**).

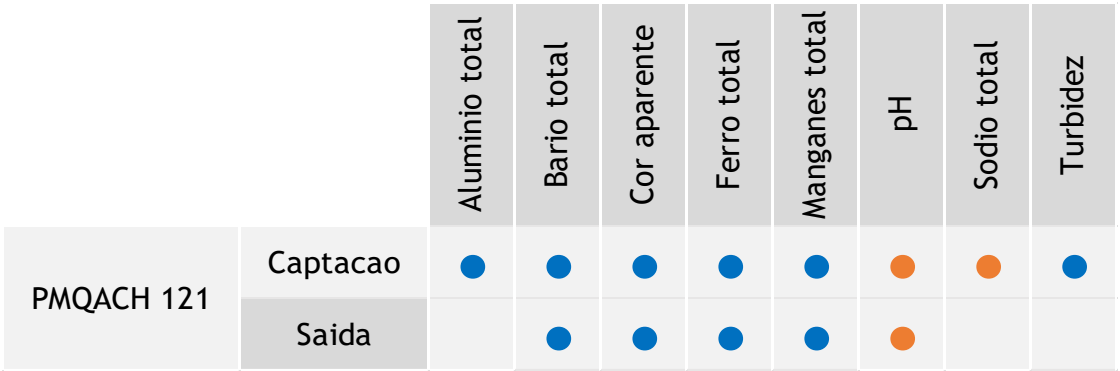
Figura 6-203 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, bário total, cor aparente, ferro total e manganês total apresentaram concentrações superiores durante o período chuvoso tanto na captação quanto na saída do ponto PMQACH 121 ($p < 0,05$) (**Figura 6-204**). Na captação, alumínio total e turbidez também apresentaram concentrações superiores durante o período chuvoso, enquanto sódio total durante o período seco ($p < 0,05$) (**Figura 6-204**).

Figura 6-204 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



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

6.22 - Resplendor

No município de Resplendor-MG, foram considerados os 03 (três) pontos ativos, sendo dois (02) do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e 01 (um) do tipo Soluções Alternativas Coletivas (SAC), todos com tratamento de água (**Figura 6-205** e **Quadro 6-22**). Neste município são considerados dois sistemas, visto que o ponto PMQACH 429 é uma captação alternativa ao ponto PMQACH 303.

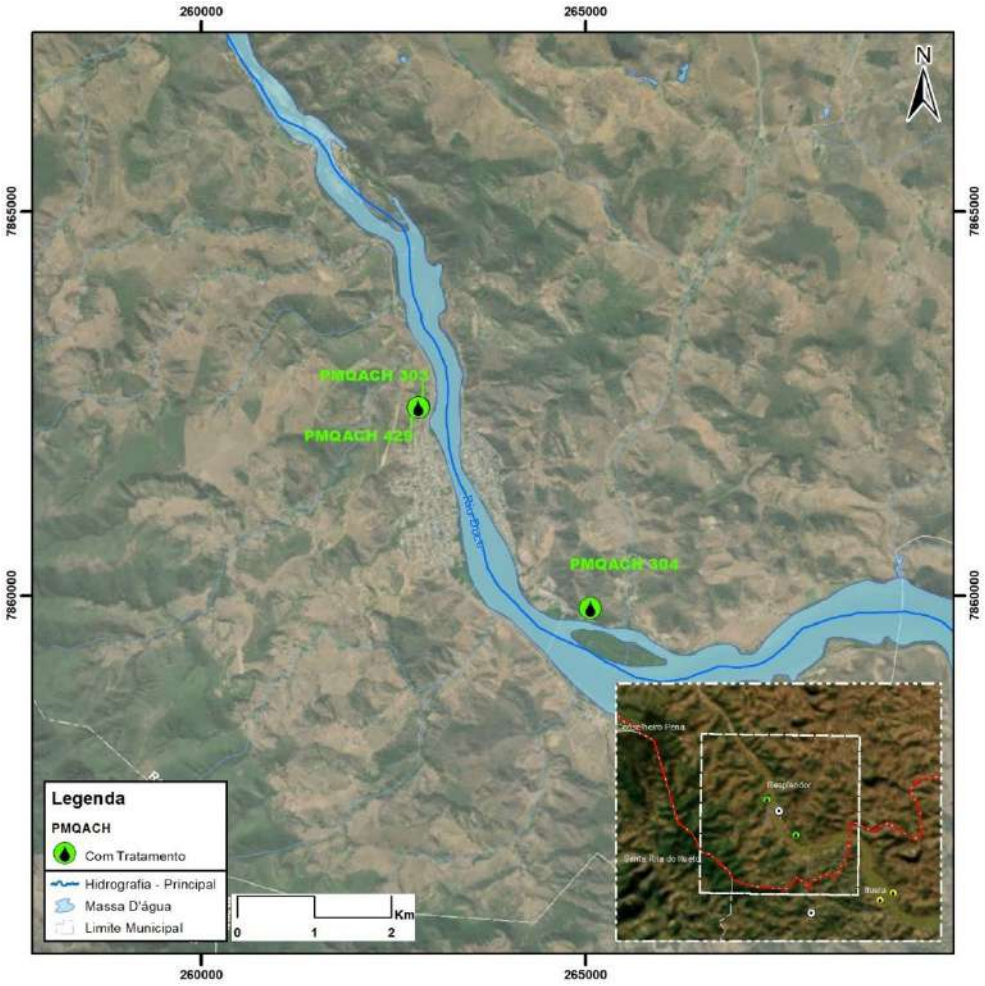
A partir de janeiro/2022, após a 1ª Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtração.

Quadro 6-22 - Características dos pontos do município de Resplendor considerados no presente relatório.

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Resolução aplicada	Término do monitoramento
PMQACH 303	Superficial	SAA	Com tratamento	Captação, Pós-Filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017	
PMQACH 429	Subterrânea	SAA	Com tratamento	Captação	CONAMA n° 396/2008	
PMQACH 304[1)]	Subterrânea	SAC	Com tratamento	Captação e Saída	CONAMA n° 396/2008 e Anexo XX da PRC n° 5/2017	16/01/2022

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

Figura 6-205 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Resplendor-MG.



6.22.1 - Pontos com tratamento

6.22.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

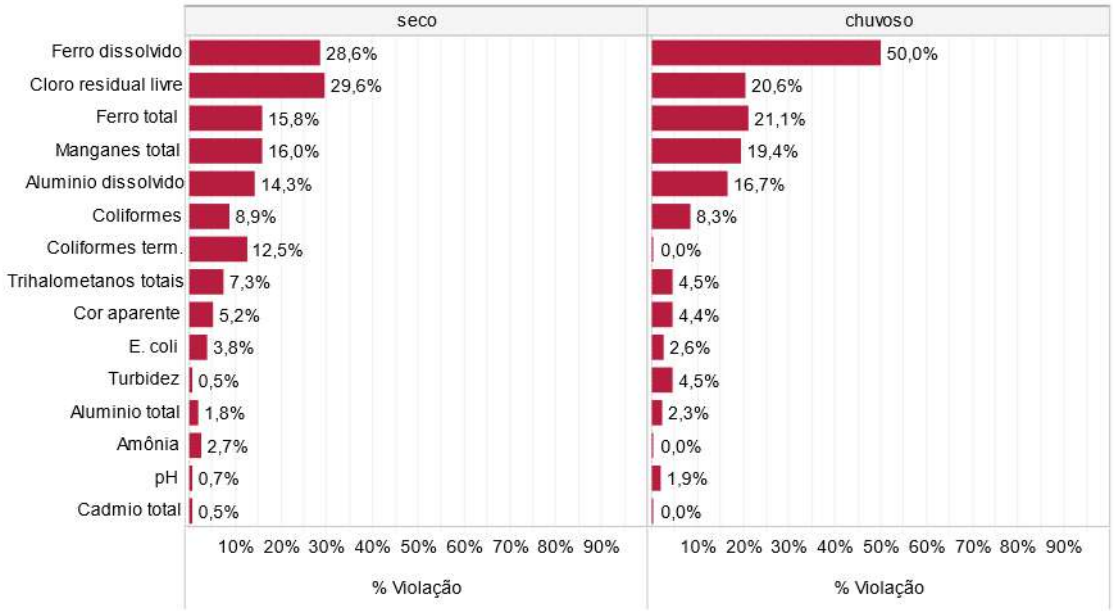
Para o município de Resplendor-MG, os percentuais de violação foram, no geral, baixos. Destacam-se o ferro dissolvido e cloro residual livre por apresentarem percentuais de violação acima de 20% para o período seco e chuvoso (**Figura 6-206**).

O ferro dissolvido apresentou 28,6% de violação no período seco e 50% no período chuvoso. Em menores diferenças percentuais ferro total, manganês total e alumínio dissolvido também apresentaram maior desconformidade com a legislação no período chuvoso (**Figura 6-206**). 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.

O cloro residual livre apresentou 29,6% de violação no período seco e 20,6% no período chuvoso (**Figura 6-206)**. A violação deste parâmetro se deu principalmente em relação ao limite inferior, ou seja, a concentração medida na amostra foi menor do que o preconizado pela legislação vigente. Desta maneira, apesar dos pontos avaliados possuírem tratamento de água, a quantidade de cloro adicionado nos pontos pode ser insuficiente para a desinfecção total, o que explica a presença de coliformes na água na saída do tratamento.

Os demais parâmetros apresentaram percentual de violação abaixo de 20% em ambos os períodos analisados (**Figura 6-206**).

Figura 6-206 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



Um total de três pontos com tratamento foram monitorados, dois com captação subterrânea (PMQACH 429 e 304) e um com captação superficial (PMQACH 303). O ponto PMQACH 429 é uma captação alternativa ao ponto PMQACH 303.

O ponto PMQACH 303, com captação superficial e abastecimento tipo SAA, apresentou baixos percentuais de violação ao longo de todo o monitoramento. Mensurados exclusivamente na captação, destacam-se as violações de ferro dissolvido (38% de violação, 3 das 8 amostras analisadas) e coliformes termotolerantes (14% de violação, 1 de 7 amostras). Estes parâmetros passaram a ser monitorados em 2022, com a revisão bianual do PMQACH, e, portanto, não possuem histórico anterior a este período. Violações na captação, em 2021/2022, para turbidez (23%, 3 de 13 amostras) e *E. coli* (31%, 4 de 13 amostras) representaram um aumento em relação a períodos anteriores, no entanto ressalta-se que quando avaliados na saída do tratamento apresentaram conformidade com a legislação. Os

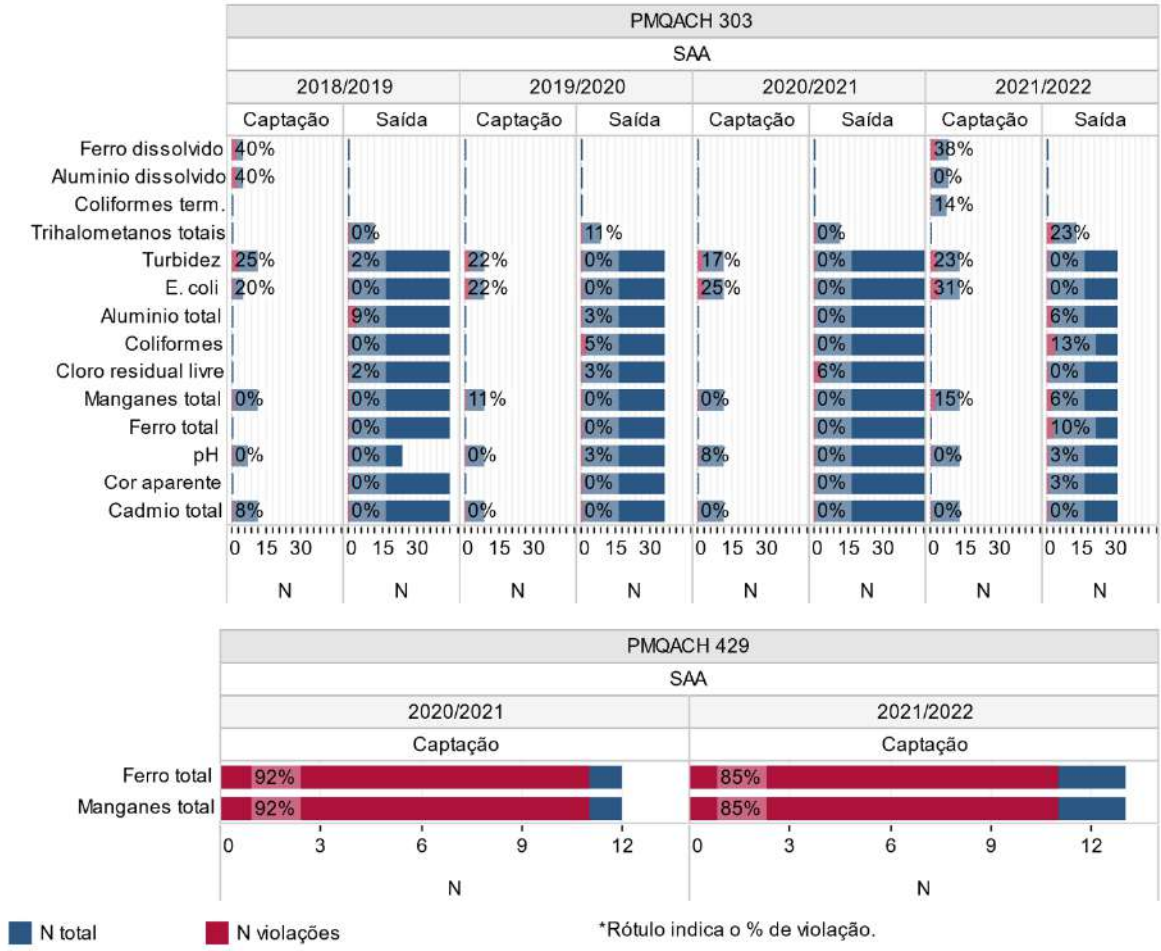
parâmetros pH e cádmio total apresentaram conformidade na captação (0%), mas violaram pontualmente na saída do tratamento (3%, 1 de 31 amostras) (**Figura 6-207**).

Em relação aos parâmetros monitorados na saída do tratamento do ponto PMQACH 303 destaca-se o parâmetro trihalometanos com 23% de violação (3 de 13 amostras) em 2021/2022, um aumento em relação a períodos pretéritos. Em 2021/2022, os parâmetros alumínio total, coliformes, ferro total e cor aparente registraram percentuais de violação entre 3% e 14%, o que representou um aumento em relação aos ciclos anteriores (**Figura 6-207**).

No ponto PMQACH 303 a turbidez avaliada nas amostras de pós-filtração não violou os limites legais em nenhum dos ciclos avaliados. A partir de janeiro/2022, após a 1ª Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtração.

O ponto PMQACH 429, com captação subterrânea e abastecimento tipo SAA, é uma captação alternativa ao ponto PMQACH 303. Para este ponto, foram observados elevados percentuais de violação de ferro total e manganês total nos dois ciclos monitorados (2020/2021 e 2021/2022). O último ciclo apresentou percentual de violação de 85% (11 das 13 amostras analisadas para cada parâmetro) para ambas as variáveis (**Figura 6-207**). Quando avaliados na saída do sistema (PMQACH 303), notam-se violações pontuais para estes dois parâmetros (<10%).

Figura 6-207 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 303 e PMQACH 429, localizados no município de Resplendor-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



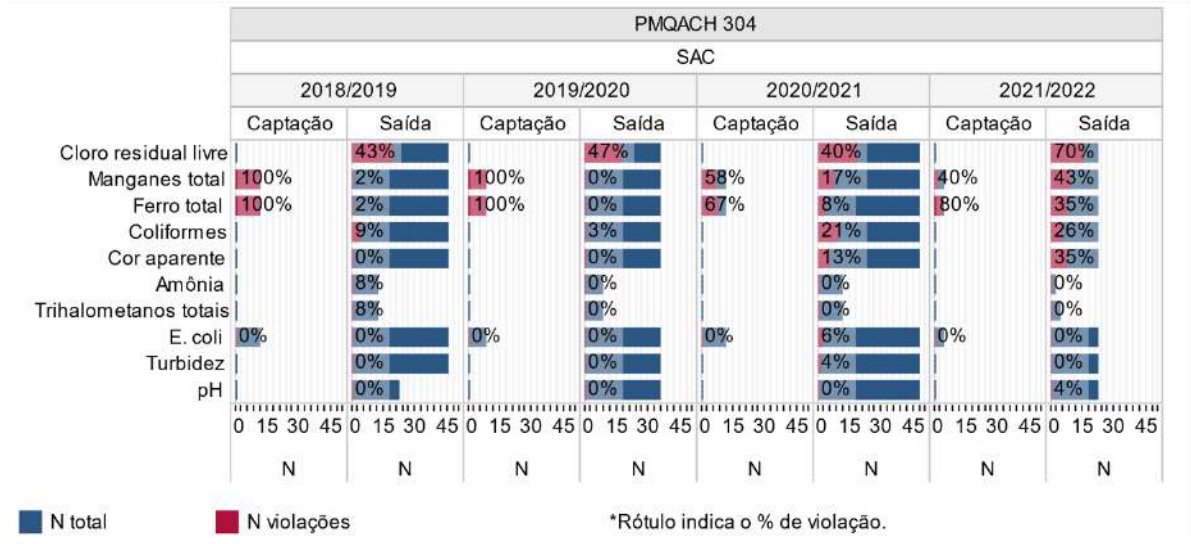
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

O ponto PMQACH 304, de captação subterrânea e abastecimento tipo SAC, apresentou, no período de 2021/2022, violação para alguns dos parâmetros analisados. Na captação deste ponto, observa-se a diminuição do percentual de violação para manganês total (40% de violação, 2 das 5 amostras analisadas). Para ferro total os percentuais ao longo de todo período foram elevados (acima de 80% de violação). Estes dois parâmetros também apresentaram violação na saída do ponto de tratamento em 2021/2022 (43% e 35%,

respectivamente). No último ciclo, *E. coli* não violou os limites legais em nenhum na captação e na saída do ponto de tratamento (**Figura 6-208**).

Na saída do ponto PMQACH 304, destacam-se as violações de cloro residual livre (70% de violação, 16 das 23 amostras analisadas), manganês total (43% de violação, 10 das 23 amostras analisadas), ferro total (35% de violação, 8 das 23 amostras analisadas), coliformes (26% de violação, 6 das 23 amostras analisadas), cor aparente (35% de violação, 8 das 23 amostras analisadas) e pH (4% de violação, 1 das 23 amostras analisadas) por apresentarem os maiores percentuais no último ciclo analisado (2021/2022). Amônia, trihalometanos totais e turbidez não violaram os limites legais no último ciclo (**Figura 6-208**).

Figura 6-208 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 304, localizados no município de Resplendor-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



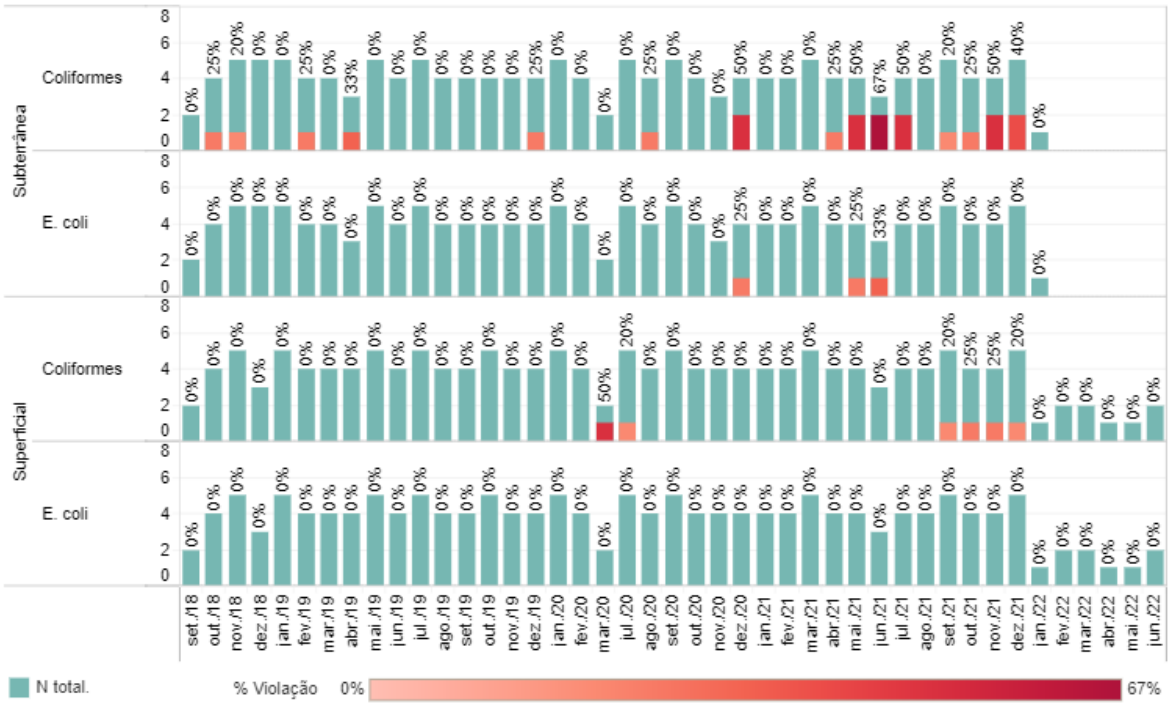
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.22.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto PMQACH 304, com captação subterrânea foi registrada a presença de coliformes e *E. coli* em alguns meses de monitoramento. Quando presente, o maior percentual de amostras contaminadas por coliformes foi em junho/2021 com 67%, neste mesmo mês, *E. coli* também apresentou o maior percentual de amostras contaminadas, 33%.

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. *E. coli,* por sua vez, foi "ausente" em todos os 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 6-209**) em nenhum dos pontos amostrados em Resplendor-MG.

Figura 6-209 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Resplendor-MG.



De maneira geral, os parâmetros apresentaram padrões de redução no último período avaliado (2021/2022) em relação aos anos anteriores no município Resplendor-MG ($p < 0,05$) (**Figura 6-210**). Destacam-se os parâmetros nitrato, pH (captação e saída), sólidos dissolvidos totais (captação) e dureza total (captação) que apresentam, exclusivamente, padrões de redução dos valores, mesmo que de forma pontual ($p < 0,05$) (**Figura 6-210**). Cor aparente, ferro total, sulfato e trihalometanos totais apresentaram concentrações mais elevadas no último período avaliado (2021/2022), esta elevação teve caráter pontual mas sempre na saída do tratamento ($p < 0,05$) (**Figura 6-210**). Bário total, cloreto total, manganês total, sódio total e turbidez apresentaram resultados variados dependendo do ponto e do local (captação e saída), mas cabe ressaltar que o bário total e o manganês total apresentaram, em sua maioria, concentrações inferiores no último período avaliado em relação aos anos anteriores ($p < 0,05$) (**Figura 6-210**).

Figura 6-210 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Trihalometanos totais	Turbidez
PMQACH 303	Captacao		—	—	—	—		—	↓	—		↓	—	—	
	Pos filtracao														↓
	Saida	—	↓	—	—			↓	↓	↓	—	—	↑	↑	
PMQACH 304	Captacao		↑			—		↓	—	↓	↑			—	
	Saida	—	↓	↑	↑		↑	↑	↓	↓	—		↑		↑
PMQACH 429	Captacao		↓	↓		↓		↓			↓	↓			

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, destaca-se a captação do ponto PMQACH 303 que apresentou diversos parâmetros com maiores concentrações durante o período chuvoso, especificamente o alumínio total, cor aparente,

dureza total, ferro total, manganês total e turbidez ($p < 0,05$) (**Figura 6-211**). Neste mesmo ponto, a turbidez apresentou valores mais elevados na pós-filtração durante o período chuvoso, assim como o bário total na saída do ponto ($p < 0,05$) (**Figura 6-211**). Dureza total e nitrato apresentaram concentrações mais elevadas durante o período chuvoso na captação do ponto PMQACH 304, enquanto cor aparente apresentou maiores valores na captação do ponto PMQACH 429 ($p < 0,05$) (**Figura 6-211**). Por fim, o zinco total apresentou concentrações mais elevadas durante o período seco na saída do ponto PMQACH 304 ($p < 0,05$) (**Figura 6-211**).

Figura 6-211 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 303	Captacao	●		●	●	●	●		●	
	Pos filtracao								●	
	Saida		●							
PMQACH 304	Captacao				●			●		
	Saida									●
PMQACH 429	Captacao			●						

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

6.23 - Itueta

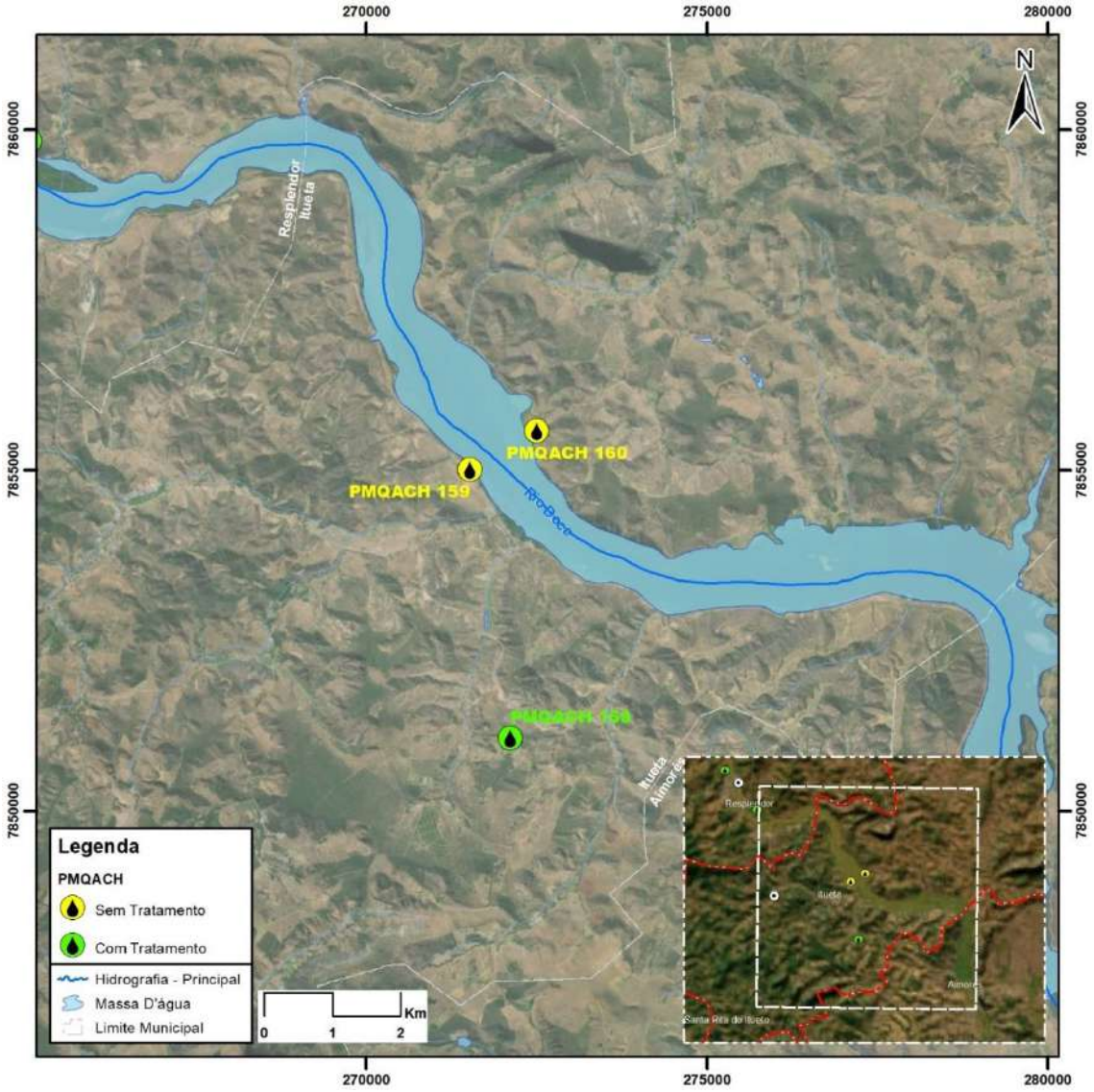
No município de Itueta-MG, foram considerados três (03) pontos ativos, sendo um com tratamento de água do tipo Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e dois sem tratamento de água do tipo Solução Alternativa Individual (SAI) (**Figura 6-212** e **Quadro 6-23**). A partir de janeiro/2022, após a 1ª Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtração.

Quadro 6-23 - Características do ponto do município de Itueta considerado no presente relatório.

Código	Forma de abastecimento	Tipo de captação	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 158	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 159	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 160[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022

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

Figura 6-212 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Itueta-MG.



6.23.1 - Pontos sem tratamento

6.23.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Itueta-MG os percentuais de violação foram relativamente elevados para a maioria dos parâmetros analisados. Dos 17 parâmetros que apresentaram violação no período monitorado, 11 apresentaram percentual igual ou acima de 30% para um ou ambos os períodos chuvosos ou secos **(Figura 6-213**).

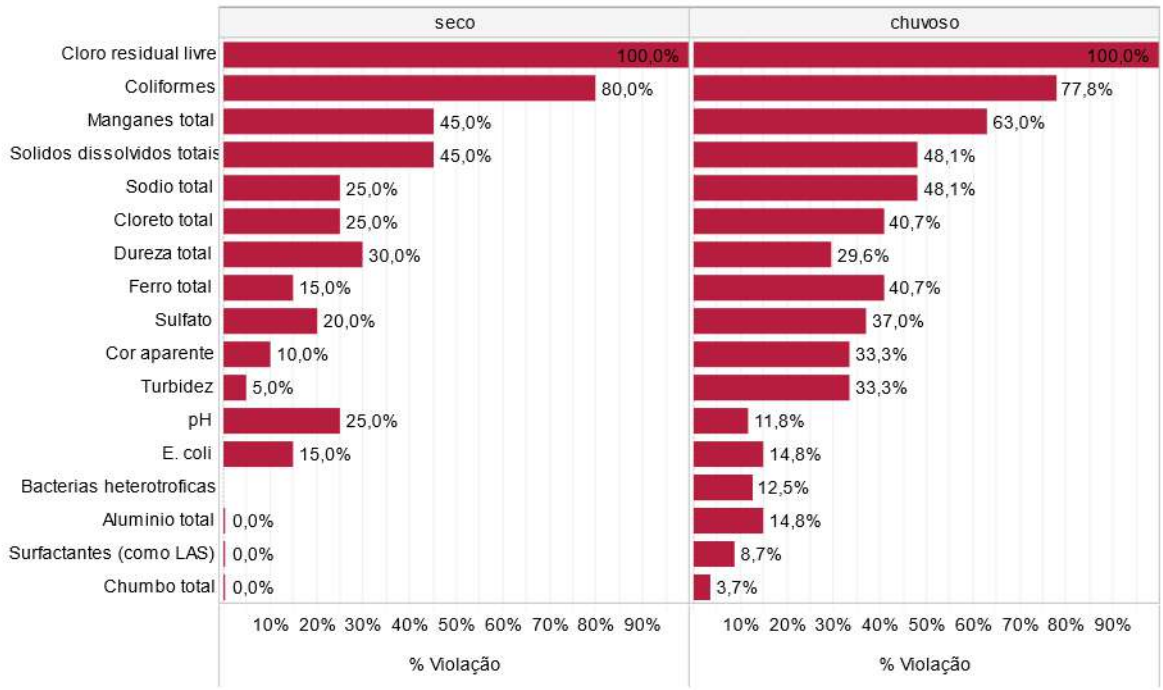
Cloro residual livre apresentou 100% de violação tanto para o período seco quanto para o período chuvoso (**Figura 6-213**). Reforça-se, no entanto, que a partir de janeiro/2022 com a revisão bianual do PMQACH, o parâmetro cloro residual livre deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento. Os elevados percentuais observados referem-se ao período anterior a esta revisão.

O segundo parâmetro com maior percentual de violação foi coliforme (80% no período seco e 77,8% no período chuvoso) (**Figura 6-213**), indicando a relação com uso e ocupação do solo local, através da contaminação fecal proveniente de esgoto doméstico ou criação de animais. A mais recente revisão do plano integrado da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021), apontou coliformes como parâmetro prioritário para busca de soluções. No município de Itueta, o percentual de esgotamento sanitário é de 55,7% (IBGE 2010). Comparativamente com outros municípios do estado de Minas Gerais (total de 853 municípios), Itueta ocupa a 509ª posição na ordem de municípios com mais esgotamento sanitário adequado (a 1ª posição é a que contém maior parte do município com esgotamento sanitário adequado). A ausência de tratamento adequado do esgoto sanitário em quase metade do munícipio ajuda a explicar a contaminação por coliformes e *E. coli*, dois parâmetros indicados como prioritários para gestão na bacia do rio Doce.

Os parâmetros pH, *E. coli*, bactérias heterotróficas, alumínio total, surfactantes e chumbo total apresentaram violação abaixo de 30% para ambos os períodos chuvosos e secos.

Os quatro últimos parâmetros mencionados apresentaram violação somente para o período chuvoso (bactérias heterotróficas - 12,5%, alumínio total - 14,8%, surfactantes - 8,7% e chumbo total - 3,7%). Observa-se ainda influência do período sazonal para os parâmetros manganês total, ferro total, cor aparente e turbidez, em que os percentuais de violação foram mais elevados no período chuvoso em relação ao período seco. 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.

Figura 6-213 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.

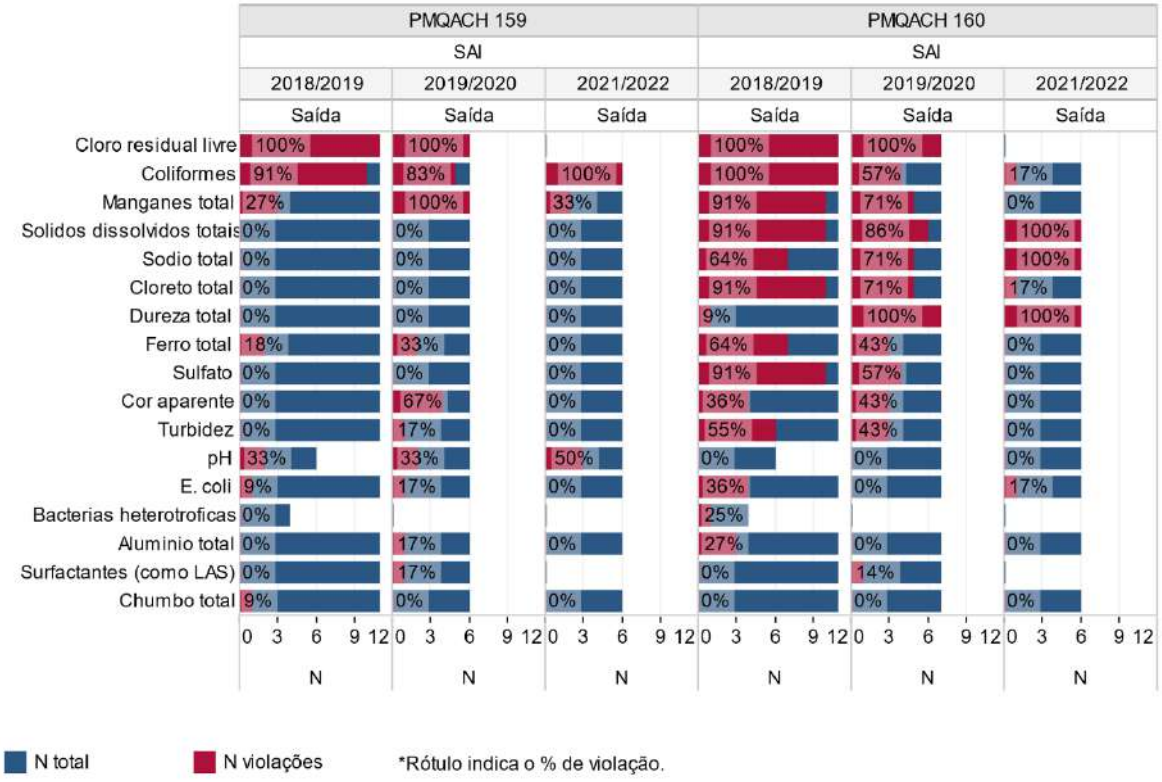


Dois pontos sem tratamento foram analisados: PMQACH 159 e 160. Ambos apresentam captação subterrânea e abastecimento do tipo SAI. O ponto PMQACH 159 apresentou elevados percentuais de violação para coliformes durante todo o monitoramento, sendo o maior percentual de violação no período de 2021/2022 (100% de violação, todas as 6 amostras analisadas). Também houve aumento do percentual de violação no período deste relatório (2021/2022) para pH, onde o percentual de violação passou de 33% no período de

2018/2019 e 2019/2020 para 50% no último período (3 das 6 amostras analisadas). Alguns parâmetros, entretanto, sofreram redução do percentual de violação. O manganês total reduziu o percentual de violação de 100% (todas as 6 amostras analisadas) em 2019/2020 para 33% em 2021/2022 (violação de 2 das 6 amostras analisadas). Os parâmetros ferro total, cor aparente, turbidez, *E. coli* e alumínio total, apesar de apresentarem violação em períodos anteriores, no ciclo de 2021/2022 estiveram em conformidade com a legislação (**Figura 6-214**).

Já o ponto PMQACH 160 apresentou apenas 17% de violação para coliformes (uma amostra de um total de 6). Esse ponto também apresentou redução no percentual de violação para cloreto total, parâmetro que apresentou 91 e 71% de violação nos períodos de 2018/2019 e 2019/2020 respectivamente, e apenas 17% de violação (violação de 1 das 6 amostras analisadas) no período avaliado neste relatório (2021/2022). Os parâmetros manganês total, ferro total, sulfato, cor aparente, turbidez e alumínio total apresentaram violação em períodos pretéritos, porém não apresentaram violação no ciclo mais recente de 2021/2022. Apenas alguns parâmetros apresentaram aumento desse percentual no último período, com violação em 100% das amostras analisadas (6 amostras analisadas para todos os parâmetros): sólidos dissolvidos totais, sódio total e dureza total (**Figura 6-214**).

Figura 6-214 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 159 e 160, localizados no município de Itueta-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

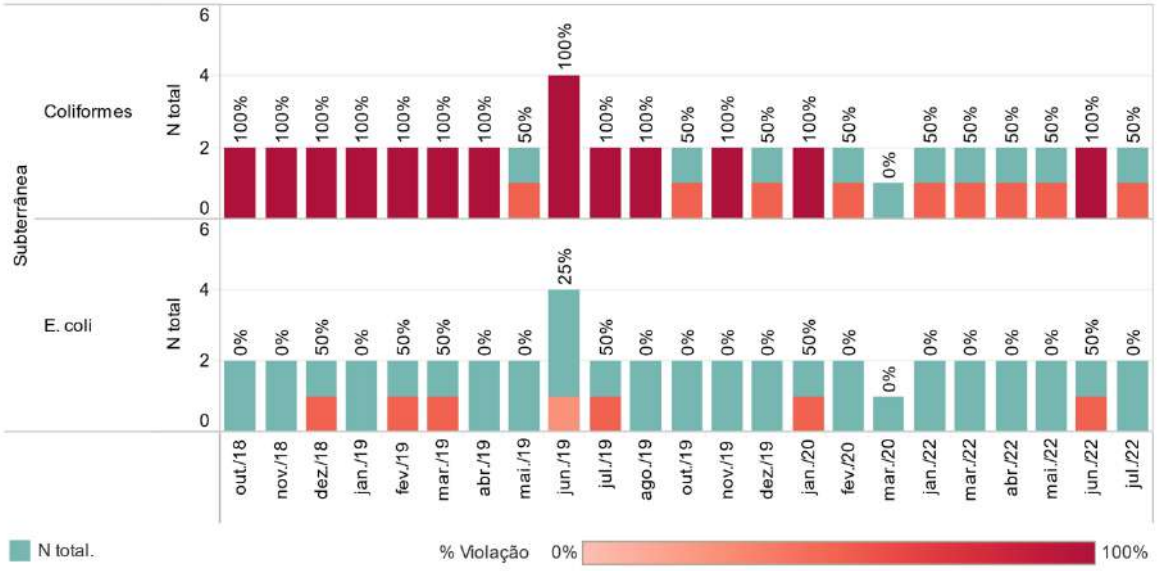


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.23.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos PMQACH 159 e 160, *E. coli* apresentou pontuais percentuais de violação que não excederam 50% nos meses de dezembro de 2018, fevereiro, março, junho e julho de 2019, janeiro de 2020 e junho de 2022 (**Figura 6-215**). Os demais meses amostrados não apresentaram violação do parâmetro. Já coliformes apresentou 100% de violação para 13 dos 23 meses amostrados, enquanto apresentou 50% de violação para 9 dos meses amostrados e apenas um mês não apresentou violação desse parâmetro (março de 2020). Não foi possível observar um padrão sazonal ou temporal evidente para presença de coliformes ou *E. coli* no período analisado (**Figura 6-215**).

Figura 6-215 - Série histórica dos resultados qualitativos da presença de coliformes totais e *E. coli* e percentuais de violação em captação subterrânea, no município de Itueta.



Para os demais parâmetros, alguns resultados foram significativos temporalmente, ou seja, com reduções ou aumentos entre os anos avaliados ($p < 0,05$) (**Figura 6-216**). Quando avaliada as diferenças temporais em relação ao último período avaliado (2021/2022), nota-se que o parâmetro alumínio total apresentou resultados não consistentes, ou seja, não foi possível identificar aumento ou redução ao longo dos anos (**Figura 6-216**). Por outro lado, para ambos os pontos PMQACH 159 e 160, os parâmetros bário total, cloreto total, dureza total, ferro total, manganês total, sólidos dissolvidos totais e sulfato apresentaram redução em suas concentrações em 2021/2022 ($p < 0,05$) (**Figura 6-216**). Cor aparente e turbidez apresentaram redução somente no ponto PMQACH 160, enquanto sódio total apresentou redução somente no ponto PMQACH 159 ($p < 0,05$) (**Figura 6-216**). Por fim, nitrato e pH apresentaram um aumento dos seus valores em 2021/2022 no ponto PMQACH 160 ($p < 0,05$) (**Figura 6-216**).

Figura 6-216 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez
PMQACH 159		↓	↓		↓	↓	↓			↓	↓	↓	
PMQACH 160	—	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↑		↓	↓	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, a concentração de sólidos dissolvidos totais foi superior durante o período chuvoso para os dois pontos (PMQACH 159 e 160) ($p < 0,05$) (**Figura 6-217**). Dureza total e sódio total apresentaram resultados superiores durante o período chuvoso somente no ponto PMQACH 159, enquanto alumínio total, sulfato, turbidez e zinco total somente no ponto PMQACH 160 ($p < 0,05$) (**Figura 6-217**).

Figura 6-217 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Dureza total	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 159		●	●	●			
PMQACH 160	●			●	●	●	●

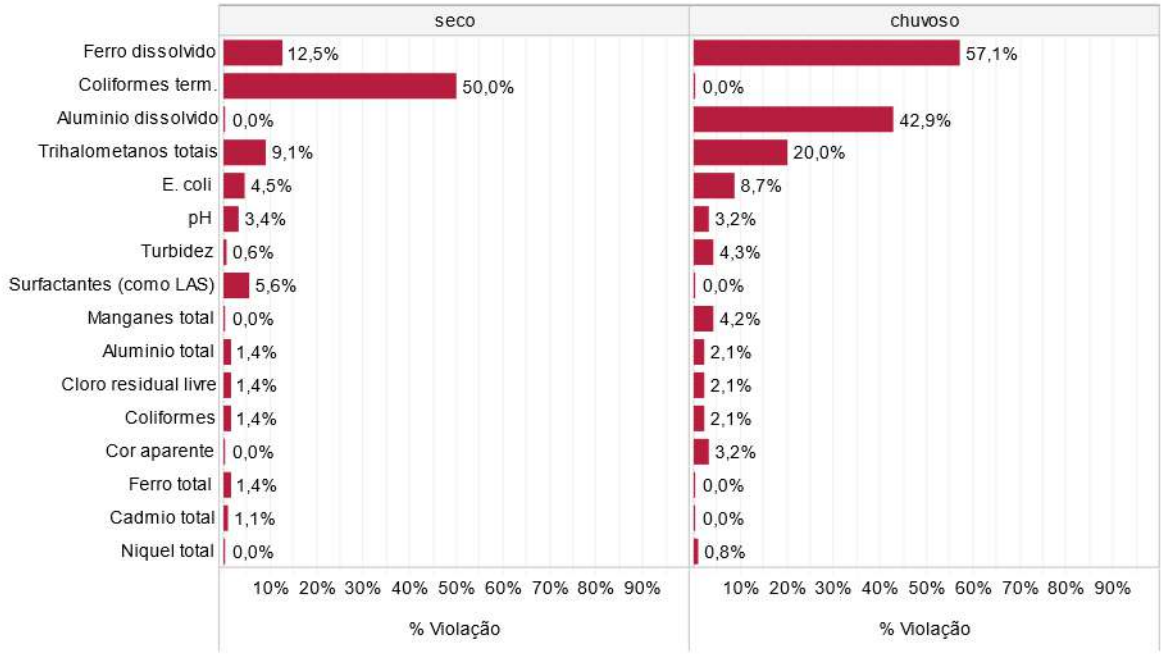
● valores significativamente superiores no período chuvoso;
● valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

6.23.2 - Pontos com tratamento

6.23.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Diferentemente do apresentado para os pontos sem tratamento, no ponto com tratamento o percentual de violação dos parâmetros foi consideravelmente mais baixo, tanto para o período seco quanto para o período chuvoso (**Figura 6-218**). Ferro dissolvido, coliformes termotolerantes e alumínio dissolvido apresentaram mais de 40% de violação para uma das estações. Os parâmetros ferro dissolvido (57,1% chuva, 12,5% período seco), alumínio dissolvido (42,9% chuva, 0% período seco) e trihalometanos totais (20% chuva, 9,1% período seco) apresentaram maior percentual de violação no período chuvoso, enquanto o parâmetro coliformes termotolerantes apresentou violação somente no período seco (50%). Os demais parâmetros apresentaram menos de 10% de violação (**Figura 6-218**).

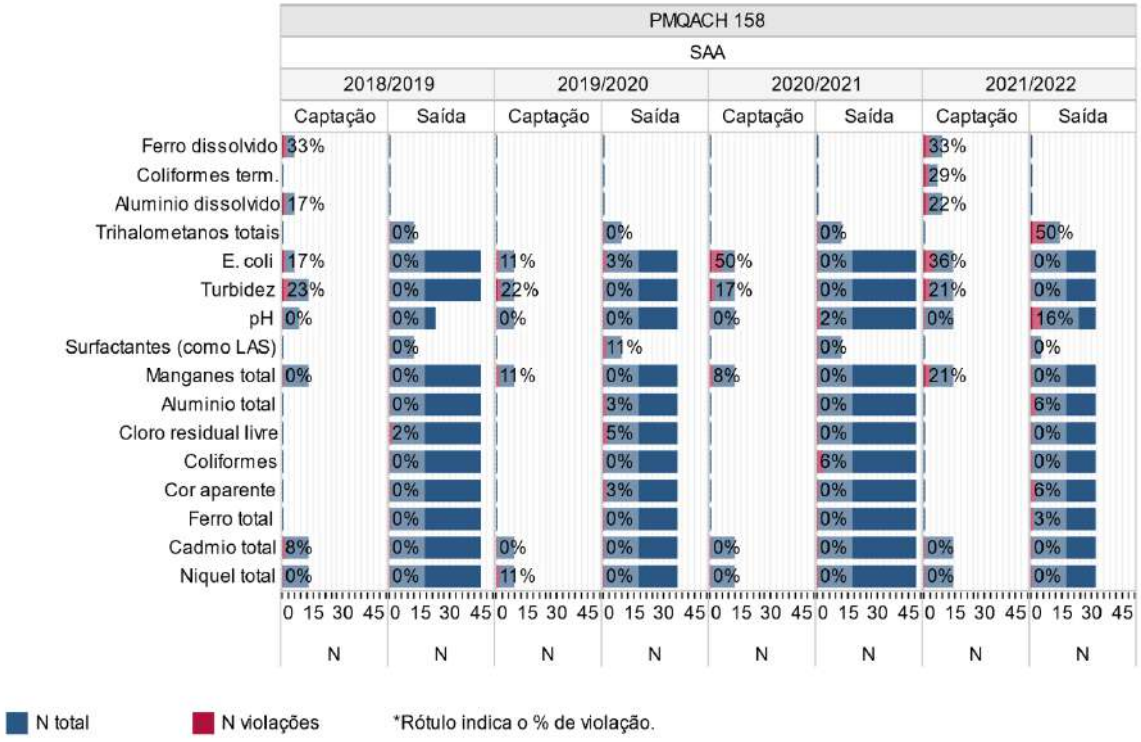
Figura 6-218 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados no município de Itueta-MG no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



O ponto PMQACH 158 apresenta abastecimento tipo SAA e captação superficial. Dos parâmetros amostrados na captação, 6 apresentaram violação no último ciclo avaliado neste relatório (2021/2022) (**Figura 6-219**). O percentual de violação desses parâmetros foi de 33% para ferro dissolvido (violação de 3 das 9 amostras analisadas), 29% para coliformes termotolerantes (violação de 2 das 7 amostras analisadas), 22% para alumínio dissolvido (violação de 2 das 9 amostras analisadas), 36% para *E. coli* (violação de 5 das 14 amostras analisadas), 21% para turbidez e manganês total (violação de 3 das 14 amostras analisadas) (**Figura 6-219**). Na saída, enquanto no período anterior (2020/2021) somente coliformes e pH apresentaram violação, no período desse relatório, 5 parâmetros apresentaram desconformidade. O parâmetro pH apresentou 16% de violação no período de 2021/2022 (violação de 5 das 32 amostras analisadas). Trihalometanos totais apresentou violação de 50% (violação de 7 das 17 amostras analisadas), sendo o maior percentual de violação entre os parâmetros avaliados na saída neste período. Alumínio total (violação de 6%, 2 das 32 amostras analisadas), cor aparente (violação de 6%, 2 das 32 amostras analisadas) e ferro total (violação de 3%, 1 das 32 amostras analisadas) apresentaram baixos percentuais de violação. Comparativamente, 3 dos parâmetros que apresentaram violação na captação (*E. coli*, turbidez e manganês total) não apresentaram violação na saída, mostrando conformidade com a legislação após tratamento da água (**Figura 6-219**).

A turbidez avaliada nas amostras de pós-filtração não apresentou violação aos limites legais aplicáveis em nenhum dos períodos investigados.

Figura 6-219 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 158, localizado no município de Itueta-MG, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

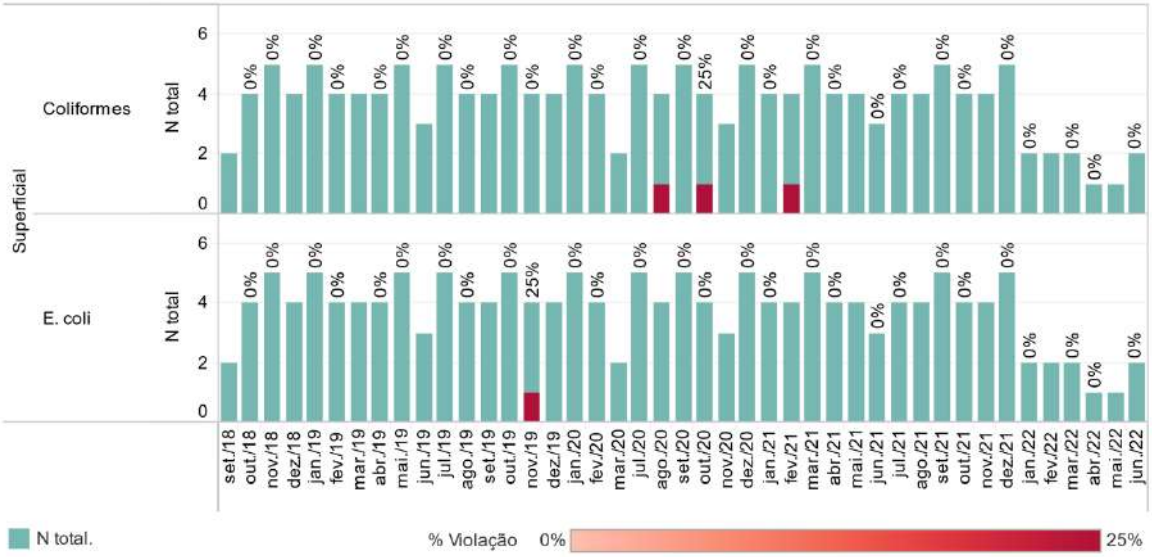


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.23.2.2 - Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto com tratamento PMQACH 158 *E. coli* e coliformes totais apresentaram resultados predominantemente "ausentes" ao longo de todo monitoramento, havendo violação para coliformes somente nos meses de agosto e outubro de 2020 e fevereiro de 2021, e para *E. coli* apenas no mês de novembro de 2019. Mesmo havendo algumas violações, o percentual não ultrapassou 25%. Não foi encontrado um padrão temporal ou sazonal evidente ao longo dos meses avaliados (**Figura 6-220**).

Figura 6-220 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto PMQACH 158, localizado no município de Itueta.



Para os demais parâmetros, diversos resultados foram significativos temporalmente, ou seja, com reduções ou aumentos entre os anos avaliados ($p < 0,05$) (**Figura 6-221**). Quando avaliada as diferenças temporais em relação ao último período avaliado (2021/2022), nota-se que os parâmetros alumínio total, ferro total e sódio total (na saída do tratamento) e nitrato (na captação) apresentaram resultados não consistentes, ou seja, não foi possível identificar aumento ou redução ao longo dos anos (**Figura 6-221**). Na captação do ponto PMQACH 158 observa-se redução na concentração de sólidos dissolvidos totais no período de 2021/2022, enquanto os parâmetros cor aparente, densidade de cianobactérias, manganês total e zinco total apresentaram concentrações superiores nesse período ($p < 0,05$) (**Figura 6-221**). Ressalta-se ainda a redução dos valores de turbidez na pós-filtração ($p < 0,05$) (**Figura 6-221**). Por fim, na saída deste ponto houve aumento significativo das concentrações de trihalometanos totais, enquanto os parâmetros dureza total, manganês total, pH, sólidos dissolvidos totais, sulfato e zinco total apresentaram redução ($p < 0,05$) (**Figura 6-221**).

Figura 6-221 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Cor aparente	Densidade de cianobacterias	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Trihalometanos totais	Turbidez	Zinco total
PMQACH 158	Captacao		↑	↑	—		↑	—	—		↓		—		↑
	Pos filtracao													↓	
	Saida	—	—		↓	—	↓		↓	—	↓	↓	↑		↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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 apresentaram valores superiores durante o período chuvoso no ponto PMQACH 158, especialmente na captação ($p < 0,05$) (**Figura 6-222**). Os resultados de turbidez também foram superiores no período chuvoso na pós-filtração ($p < 0,05$) (**Figura 6-222**). O sódio total apresentou resultados superiores no período seco, mas essa diferença foi observada somente na captação ($p < 0,05$) (**Figura** 6-222). Bário total, cor aparente e turbidez foram os únicos parâmetros que apresentaram valores superiores durante o período chuvoso na saída do ponto PMQACH 158 ($p < 0,05$) (**Figura 6-222**).

Figura 6-222 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cor aparente	Ferro total	Manganes total	Sodio total	Sulfato	Turbidez
PMQACH 158	Captacao	●	●	●	●	●	●	●	●
	Pos filtracao								●
	Saida		●	●					●

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

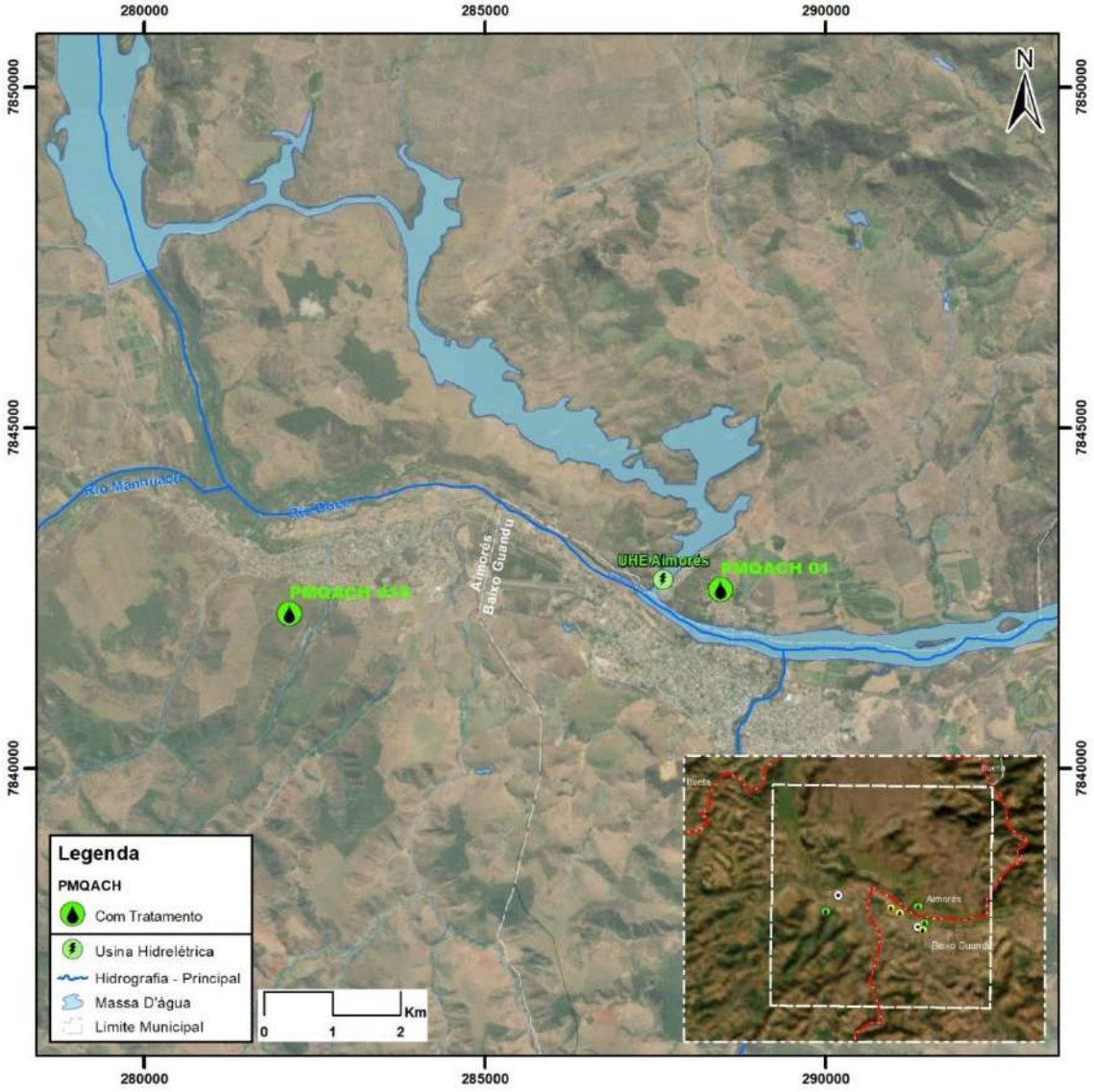
6.24 - Aimorés

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 6-223** e **Quadro 6-24**). Estes pontos representam um sistema único, sendo o ponto PMQACH 416 a captação do ponto PMQACH 01.

Quadro 6-24 - Características dos pontos do município de Aimorés considerados no presente relatório.

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação
PMQACH 01	Superficial	SAA	Sim	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)
PMQACH 416	Superficial	SAA	Sim	Captação	CONAMA n° 357/2005

Figura 6-223 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Aimorés-MG.



6.24.1 - Pontos com tratamento

6.24.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

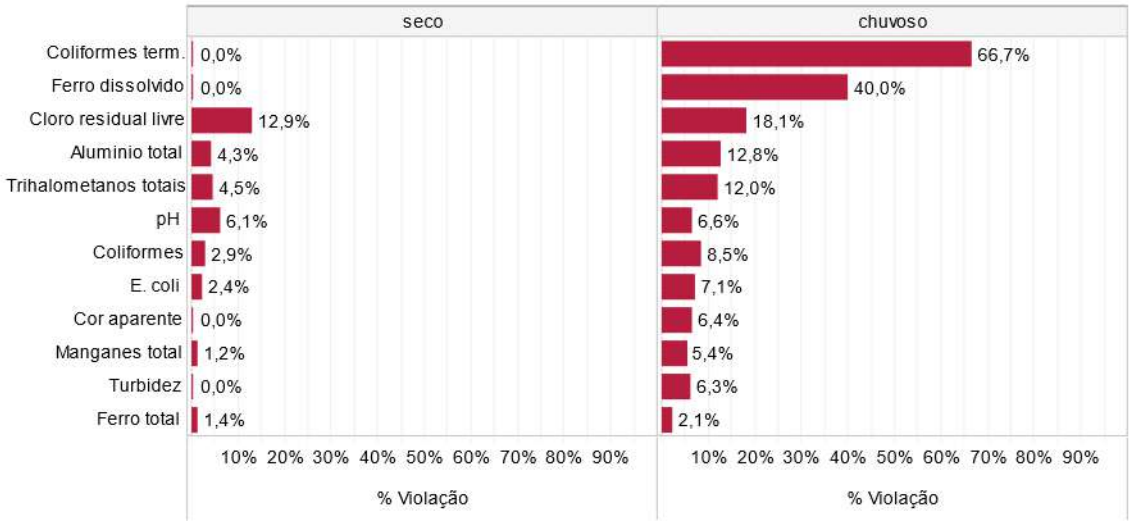
Para o município de Aimorés-MG, os parâmetros mais relevantes foram coliformes termotolerantes e ferro dissolvido. Ambos os parâmetros violaram os limites legais somente no período chuvoso: 66,7% para coliformes e 40% para ferro dissolvido (**Figura 6-224**). Ressalta-se que estes parâmetros, no entanto, passaram a ser monitorados apenas em 2021/222.

O ferro é naturalmente encontrado 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 de ferro dissolvido 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 de violação dos parâmetros foram baixos, com violação abaixo de 20% para os dois períodos (período chuvoso e seco) para a maioria dos parâmetros. Cloro residual livre apresentou percentuais de violação similares entre os períodos seco (12,9%) e chuvoso (18,1%). As violações observadas para o cloro residual livre foram, no geral, com resultados acima da faixa do limite estabelecido na legislação e observadas na saída, muito provavelmente devido a adição do mesmo para o tratamento de água.

Cor aparente (6,4%) e turbidez (6,3%) violaram os limites legais somente no período chuvoso (**Figura 6-224**).

Figura 6-224- 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



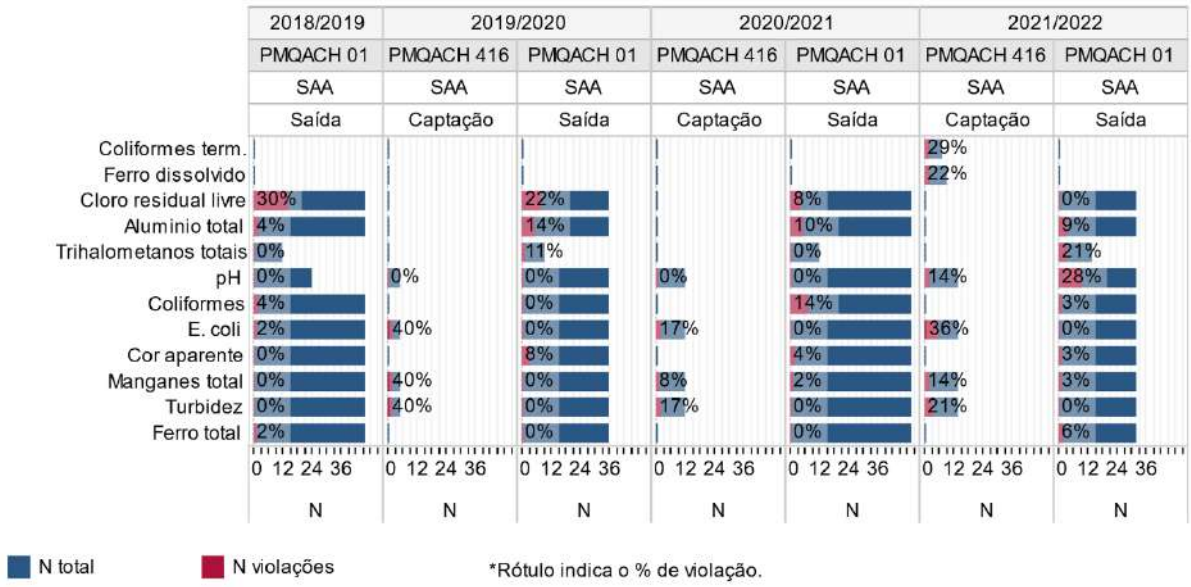
Dois pontos que pertencem ao mesmo sistema de abastecimento foram monitorados no município de Aimorés-MG. Ambos possuem captação superficial e abastecimento tipo SAA. O ponto PMQACH 416 é o local de captação do ponto PMQACH 01.

Na captação do ponto PMQACH 416, observam-se, em 2021/2022, violações para coliformes termotolerantes (29%, 2 de 7 amostras) e ferro dissolvido (22%, 2 de 9 amostras). Estes parâmetros não possuem resultados pretéritos para comparação com o período avaliado neste relatório (2021/2022) (**Figura 6-225**).

Ainda na captação, em 2021/2022, foi observado 36% de violação para *E. coli* (5 de 14 amostras) e 21% para turbidez (3 de 14 amostras), percentuais que representam um aumento e relação ao período anterior. No entanto, na saída do tratamento (ponto PMQACH 01) estes parâmetros apresentaram conformidade. Destaca-se ainda o pH e o manganês total que apresentaram 14% de violação na captação (2 de 14 amostras), e 28% e 3% na saída respectivamente. Estes resultados, tanto na captação quanto na saída, foram superiores ao registrado em períodos anteriores (**Figura 6-225**).

No ponto PMQACH 01, que é a saída do ponto PMQACH 416, destaca-se o cloro residual livre, que, pela primeira vez durante o monitoramento, não violou o limite em 2021/2022 (0% de violação, 0 das 32 amostras analisadas; **Figura 6-225**) – o que indica uma cloração eficiente neste ponto de saída. Trihalometanos totais apresentou, em 2021/2022, 21% de violação (3 das 14 amostras analisadas), o que representou um aumento em relação a períodos anteriores. Coliformes registrou apenas 3% de violação em 2021/2022 (1 de 32 amostras), reduzindo o percentual desconforme em relação ao período anterior. Alumínio total, cor aparente e manganês total apresentaram percentual de violação pontual em 2021/2022, similar ao de períodos anteriores (**Figura 6-225**).

Figura 6-225 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 416 e PMQACH 01 localizados no município de Aimorés-MG entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

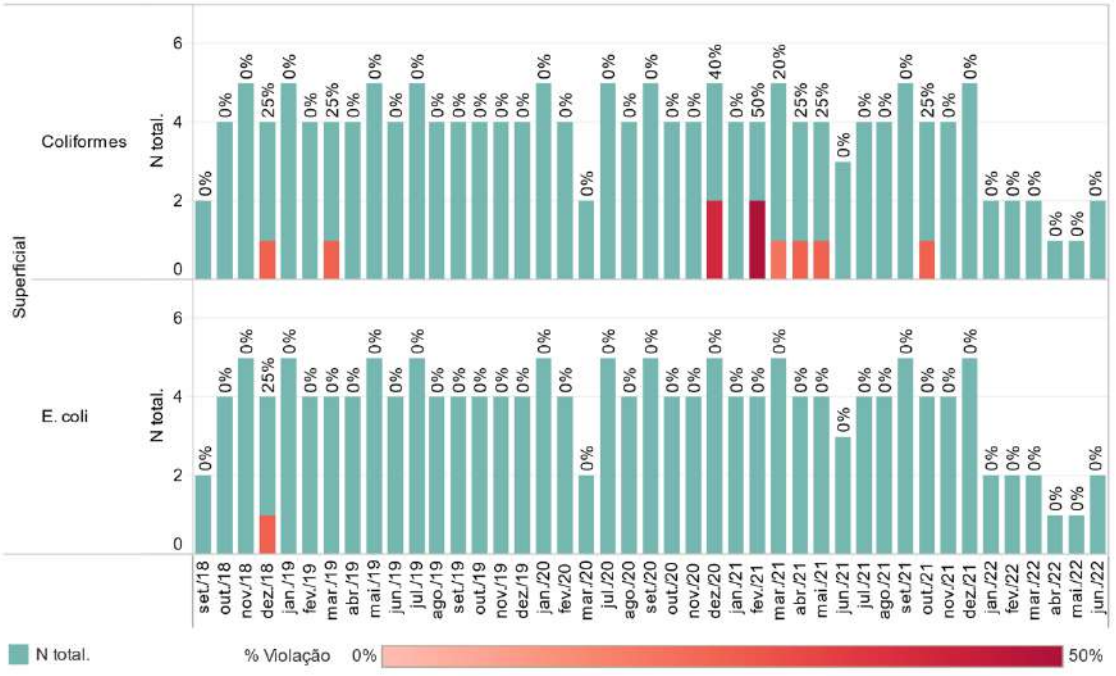


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.24.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Na saída do ponto PMQACH 01, a presença de coliformes e *E. coli* foi identificada apenas em alguns meses monitorados, sendo que estas ocorrências não excederam 50% de amostras no mês com a presença de coliformes (mês de fevereiro de 2021) e 25% das amostras no mês com a presença de *E. coli* (mês de dezembro de 2018). Não foi observado um padrão temporal ou sazonal para coliformes e *E. coli* (**Figura 6-226**).

Figura 6-226 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento localizado no município de Aimorés- MG.



O ponto PMQACH 01/416 apresentou, em geral, padrões de redução no último período avaliado (2021/2022) ($p < 0,05$) (**Figura 6-227**). Parâmetros que apresentaram valores inferiores no último período na saída foram alumínio total, cor aparente, dureza total, ferro total, manganês total, pH, sólidos dissolvidos totais e turbidez ($p < 0,05$) (**Figura 6-227**). O pH também apresentou padrão de redução na captação (PMQACH 416). Por outro lado, cloreto total e trihalometanos totais apresentaram concentrações mais elevadas no último

ciclo (2021/2022) na saída do ponto (PMQACH 01) ($p < 0,05$) (**Figura 6-227**). Na captação (ponto PMQACH 416) a densidade de cianobactérias apresentou resultados mais elevados no último período (2021/2022) ($p < 0,05$) (**Figura 6-227**).

Figura 6-227 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Acidos haloaceticos totais	Aluminio total	Cloreto total	Cor aparente	Densidade de cianobacterias	Dureza total	Ferro total	Manganes total	pH	Sodio total	SDT	Trihalometanos totais	Turbidez	Zinco total
PMQACH 416	Captacao					↑				↓		—			
PMQACH 01	Saida	—	↓	↑	↓		↓	↓	↓	↓	—	↓	↑	↓	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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 foram observadas concentrações mais elevadas durante o período chuvoso ($p < 0,05$) (**Figura 6-227**). Os parâmetros que apresentaram concentrações superiores significativamente durante o período chuvoso foram alumínio total, bário total, cloreto total, cor aparente, dureza total, manganês total, sulfato e turbidez. Cloreto total apresentou resultado significativo somente na saída e manganês total somente na captação ($p < 0,05$) (**Figura 6-227**).

Figura 6-228 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Dureza total	Manganes total	Sulfato	Turbidez
PMQACH 416	Captacao	●	●		●	●	●	●	●
PMQACH 01	Saida	●	●	●	●	●		●	●

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

6.25 - Baixo Guandu

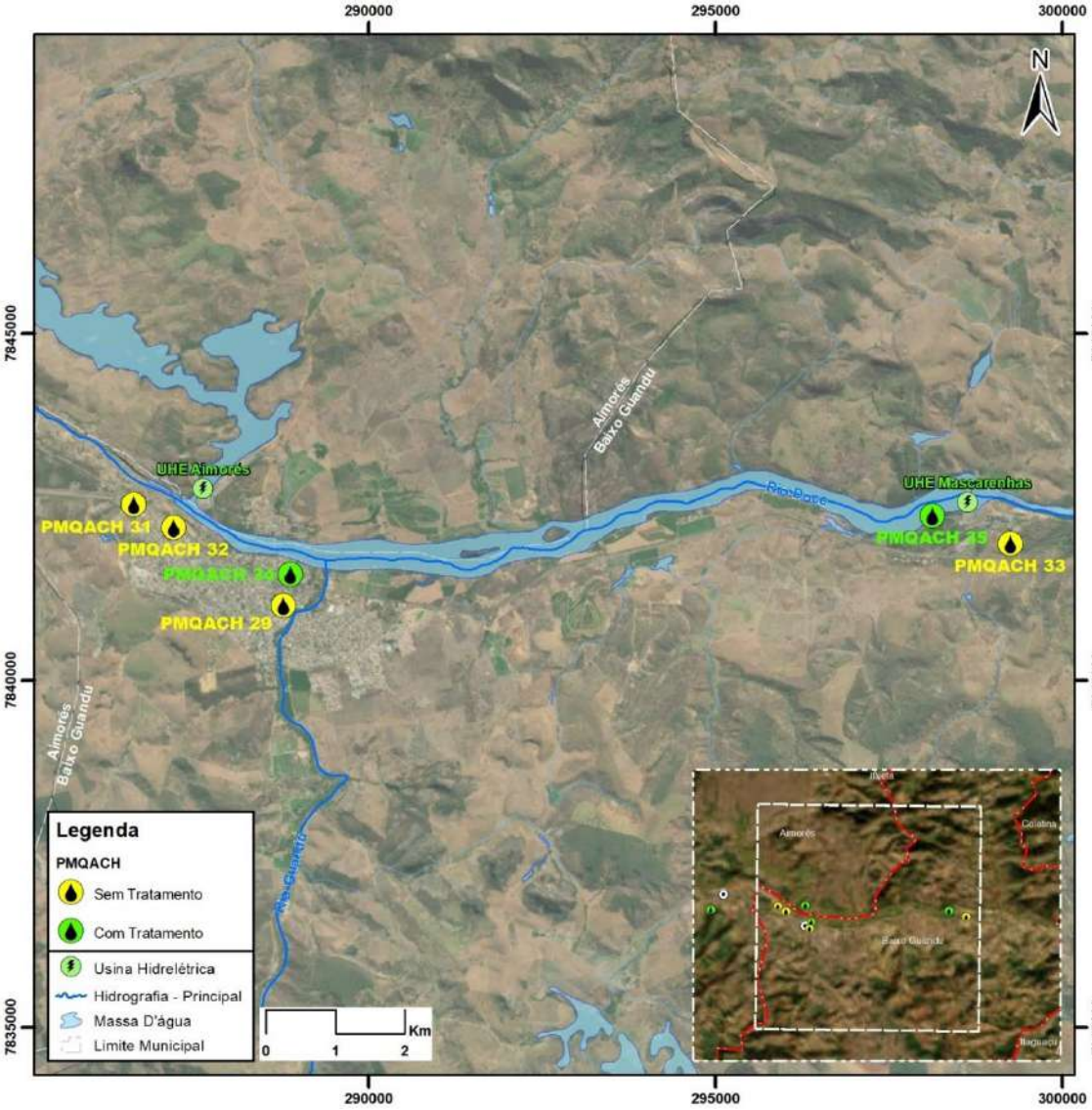
No município de Baixo Guandu-ES, foram considerados os 06 (seis) pontos ativos. Dois (02) deles possuem tratamento de água e são do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA). Os demais não possuem tratamento de água, sendo um (01) do tipo Soluções Alternativas Coletivas (SAC) e 03 (três) do tipo Solução Alternativa Individual (SAI) (**Figura 6-229** e **Quadro 6-25**). A partir de janeiro/2022, após a 1ª Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtração.

Quadro 6-25 - Características dos pontos do município de Baixo Guandu considerados no presente relatório.

Código	Tipo de Captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 29[1)]	Subterrânea	SAC	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	16/01/2022
PMQACH 31	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 32	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 33[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 34	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 35	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída		

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

Figura 6-229 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Baixo Guandu-ES.



6.25.1 - Pontos sem tratamento

6.25.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

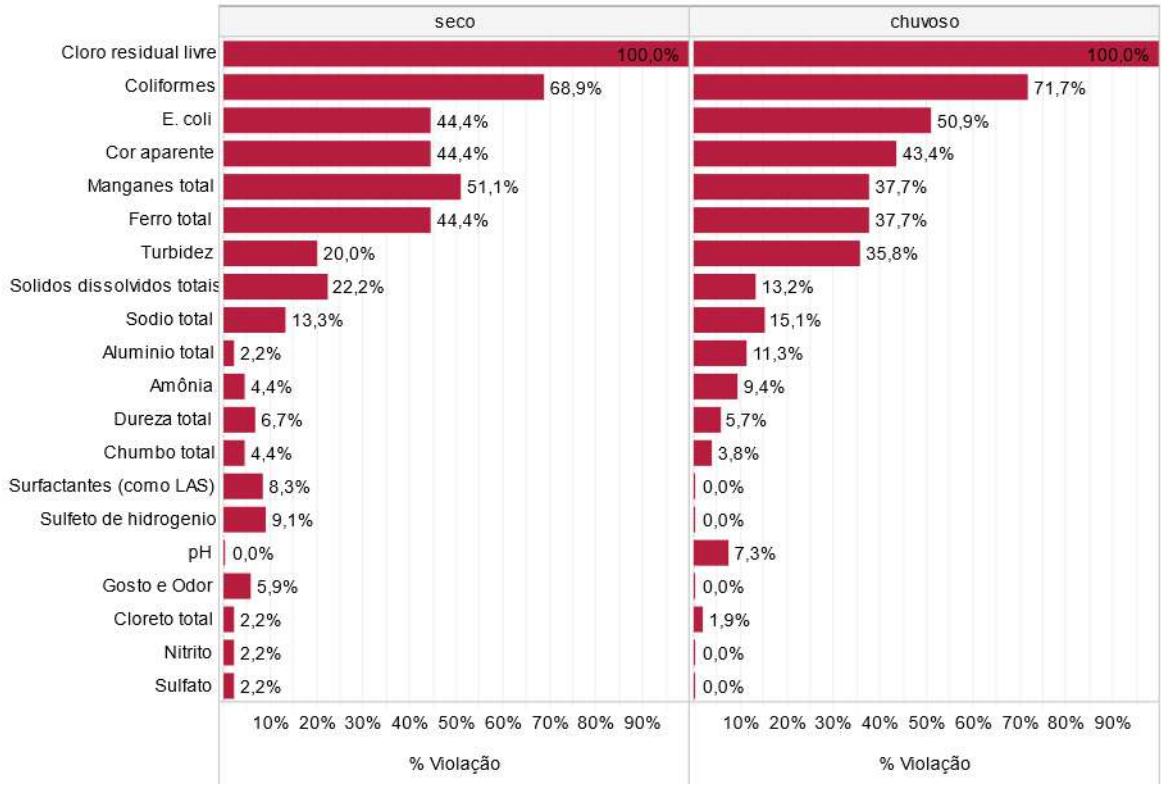
Para os pontos sem tratamento no município de Baixo Guandu-ES, cloro residual livre apresentou 100% de violação dos limites legais em ambos os períodos chuvosos e secos (**Figura 6-230**). O cloro residual livre violou os limites inferiores estabelecidos no Anexo XX da PRC nº 5/2017 o que era esperado, dado que os pontos monitorados em questão não apresentam tratamento de água. Reforça-se, no entanto, que a partir de janeiro/2022 com a 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.

Nesse município, 77,7% dos domicílios recebem esgotamento sanitário adequado. Comparado com outros municípios do mesmo estado, Baixo Guandu ocupa a 11ª posição entre os municípios do estado com esgotamento sanitário adequado (a 1ª posição corresponde ao município com mais esgotamento sanitário adequado). Apesar do percentual relativamente elevado de esgotamento sanitário adequado para esse município, as contaminações por coliformes e *E. coli* nos pontos monitorados são altas. A ausência de uma concentração mínima aceitável de cloro, composto utilizado para desinfecção (DANIEL, 2001; YAMAGUCHI *et al*., 2013), pode ter permitido a contaminação da água por coliformes e *E. coli*, dois parâmetros que apresentaram elevados percentuais de violação do limite legal. Coliformes apresentou percentuais similares de violação entre os períodos secos (68,9%) e chuvosos (71,7%). O mesmo padrão foi observado para *E. coli*, porém em menores percentuais de violação (44,4% no período seco e 50,9% no período chuvoso) (**Figura 6-230**).

Cor aparente, manganês total e ferro total apresentaram percentual de violação acima de 30% para pelo menos um dos períodos e não apresentaram grandes diferenças sazonais nos percentuais (**Figura 6-230**). Turbidez apresentou maior percentual de violação no período chuvoso (35,8% no período chuvoso comparados aos 20% no período seco) (**Figura 6-230**).

Outros parâmetros também apresentaram maior percentual de violação no período chuvoso, como o alumínio total (2,2% no período seco, 11,3% chuva), amônia (4,4% no período seco, 9,4% chuva) e pH (0% no período seco, 7,3% chuva) (**Figura 6-230**).

Figura 6-230 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



Dos 4 pontos sem tratamento analisados, todos apresentam captação subterrânea, sendo que o ponto PMQACH 29 possui abastecimento tipo SAC e os pontos PMQACH 31, 32 e 33 possuem abastecimento tipo SAI (**Figura 6-231**). No último ciclo de monitoramento, o ponto PMQACH 29 apresentou aumento do percentual de violação para coliformes (75%, violação de 3 das 4 amostras analisadas), cor aparente (25%, violação de 1 das 4 amostras analisadas), sódio total (50%, violação de 2 das 4 amostras analisadas) e sólidos dissolvidos totais (50%, violação de 2 das 4 amostras analisadas) em relação aos períodos anteriores (**Figura 6-231**). Os parâmetros *E. coli*, ferro total, surfactantes (como LAS), chumbo total e

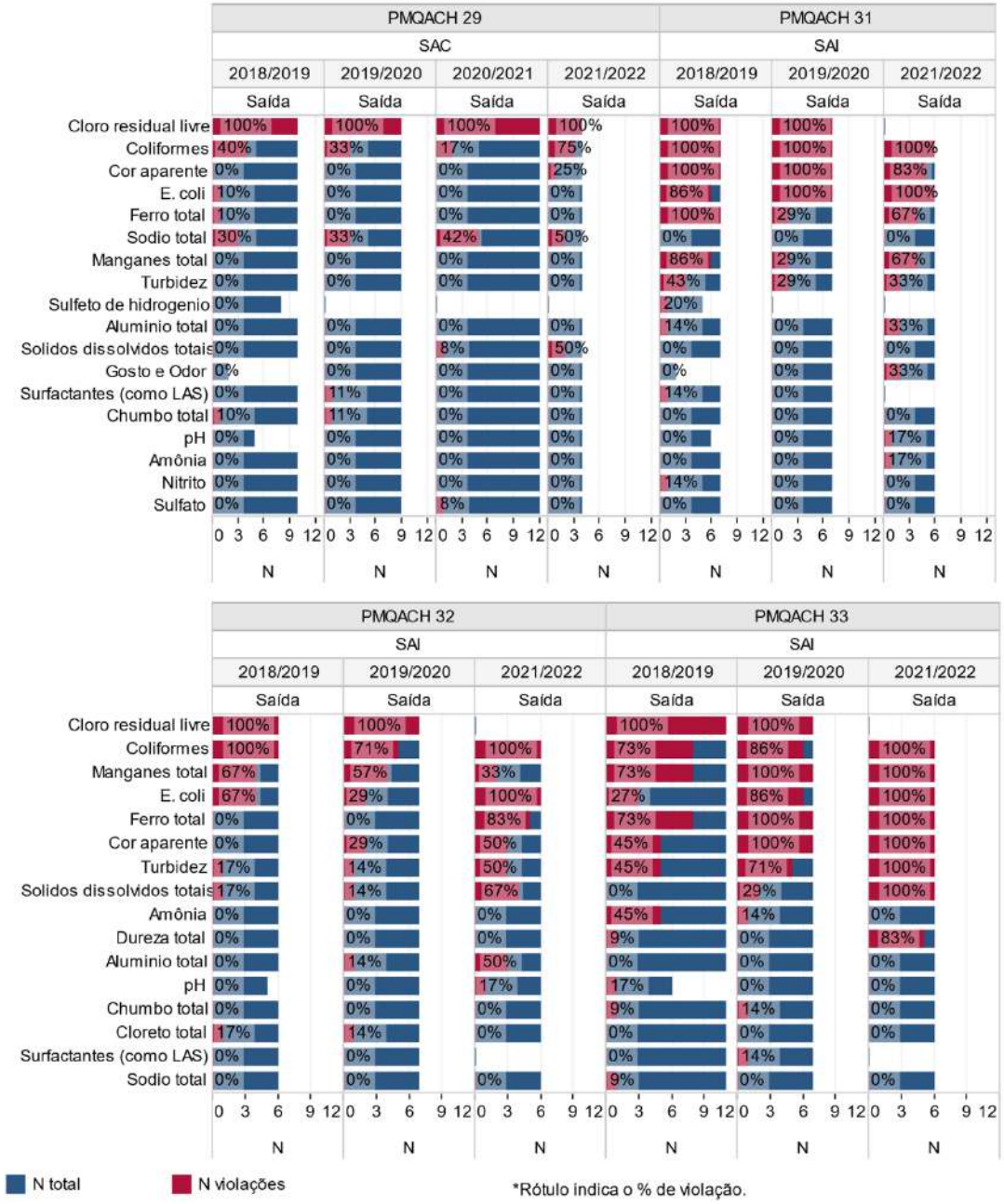
sulfato, apresentaram, no ciclo de 2021/2022, total conformidade com a legislação (0% de violação, 0 violações em 4 amostras analisadas), em relação aos períodos anteriores, em que foram identificadas violações pontuais. No geral, a maioria dos parâmetros não apresentou violação do limite legal para esse ponto (**Figura 6-231**).

Os pontos PMQACH 31, 32 e 33, todos do tipo SAI, apresentaram maiores percentuais de violação para os parâmetros analisados do que o ponto PMQACH 29 (**Figura 6-231**). Considerando o último ciclo de monitoramento, 2021/2022, o ponto PMQACH 31 apresentou aumento no percentual de violação para ferro total (67%, violação de 4 das 6 amostras analisadas), manganês total (67%, violação de 4 das 6 amostras analisadas), turbidez (33%, violação de 2 das 6 amostras analisadas), gosto e odor (33%, violação de 2 das 6 amostras analisadas), pH (17%, violação de 1 das 6 amostras analisadas) e amônia (17%, violação de 1 das 6 amostras analisadas) quando comparado ao período anterior (2019/2020) (**Figura 6-231**). O parâmetro cor aparente (83%, violação de 5 das 6 amostras analisadas) apresentou diminuição do percentual de violação no último período com relação ao anterior. O parâmetro nitrito, que apresentou violação pontual 2018/2019, esteve em conformidade com a legislação nos períodos seguintes (**Figura 6-231**).

O ponto PMQACH 32 apresentou aumento do percentual de violação no último período (2021/2022) com relação ao período anterior (2019/2020) para a maioria dos parâmetros que apresentaram violação (coliformes e *E. coli*, 100%, violação das 6 amostras analisadas; ferro total, 83%, violação de 5 das 6 amostras analisadas; cor aparente, turbidez e alumínio total, 50%, violação de 3 das 6 amostras analisadas; sólidos dissolvidos totais, 67%, violação de 4 das 6 amostras analisadas; pH, 17%, violação de 1 das 6 amostras analisadas) (**Figura 6-231**). Somente manganês total (33%, violação de 2 das 6 amostras analisadas) e cloreto total (0%, violação de 0 das 6 amostras analisadas) apresentaram diminuição no percentual de violação do último período (2021/2022) com relação ao período anterior (2019/2020) (**Figura 6-231**).

Entre os pontos sem tratamento do município de Baixo Guandu, o PMQACH 33 foi o que apresentou maiores percentuais de violação dos parâmetros, com coliformes, manganês total, *E. coli*, ferro total, cor aparente, turbidez e sólidos dissolvidos totais apresentando 100% de violação do limite legal (todas as 6 amostras analisadas para cada parâmetro) no ciclo de 2021/2022 (**Figura 6-231**). Dureza total também apresentou aumento do percentual de violação para 83% (violação de 5 das 6 amostras analisadas) no último período amostrado. Amônia, pH, chumbo total e sódio total, que registraram violações pontuais em algum período do monitoramento, apresentaram conformidade com a legislação no último ciclo, 2021/2022 (0%, violação de 0 das 6 amostras analisadas) (**Figura 6-231**).

Figura 6-231 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 29, PMQACH 31, PMQACH 32 e PMQACH 33, localizados no município de Baixo Guandu-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

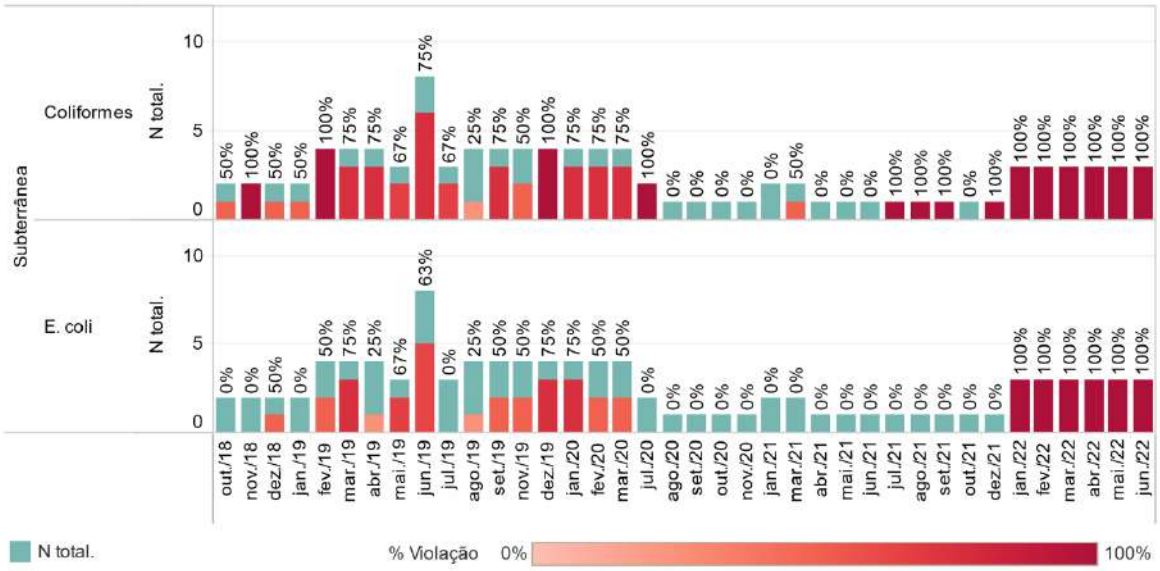


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.25.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos sem tratamento amostrados no município de Baixo Guandu (PMQACH 29, 31, 32 e 33), observa-se presença de coliformes e *E. coli* na maioria dos meses amostrados **(Figura 6-232**). É possível observar que, no período em que apenas o ponto do tipo SAC foi monitorado (e suspenso em pontos do tipo SAI, devido a pandemia COVID-19), não foi detectada a presença de *E. coli.* Todas as amostras coletadas nos meses de 2022 indicaram a presença de *E. coli* e coliformes. Para estes parâmetros não há um padrão temporal ou sazonal evidente (**Figura 6-232**).

Figura 6-232 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída de pontos sem tratamento, localizados no município de Baixo Guandu.



Para os demais parâmetros, nota-se que todos os pontos apresentaram uma redução dos valores de pH em 2021/2022 em relação aos anos anteriores ($p < 0,05$) (**Figura 6-233**). Vale ressaltar que não houve amostragem nos pontos PMQACH 31, 32 e 33 em 2020/2021, portanto os resultados de 2021/2022 foram comparados aos anos anteriores (2018/2019 e 2019/2020). O ponto PMQACH 29 também apresentou redução dos valores de nitrato, trihalometanos totais e turbidez em 2021/2022, até o momento em que foi amostrado (ponto

excluído em janeiro/2022, com o início da revisão do PMQACH) ($p < 0,05$) (**Figura 6-233**). No ponto PMQACH 32 foi possível notar aumento dos valores de alumínio total, bário total, cor aparente, ferro total e zinco total em 2021/2022, enquanto os valores de cloreto total diminuíram ($p < 0,05$) (**Figura 6-233**). No ponto PMQACH 33, os resultados de cor aparente, sulfato e turbidez foram superiores em 2021/2022, enquanto os valores de sólidos dissolvidos totais foram inferiores aos anos anteriores ($p < 0,05$) (**Figura 6-233**).

Figura 6-233 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	SDT	Sulfato	Trihalometanos totais	Turbidez	Zinco total
PMQACH 29		—			—	—	↓	↓			↓	↓	↑
PMQACH 31								↓					
PMQACH 32	↑	↑	↓	↑	↑			↓	—			—	↑
PMQACH 33				↑				↓	↓	↑		↑	

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, destaca-se o ponto PMQACH 31, onde grande parte dos parâmetros apresentaram resultados significativamente superiores durante o período seco ($p < 0,05$) (**Figura 6-234**). Manganês total e turbidez apresentaram resultados superiores durante o período chuvoso nos pontos PMQACH 32 e 33 ($p < 0,05$) (**Figura 6-234**).

Figura 6-234 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Cloreto total	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	Sodio total	Turbidez
PMQACH 29	●							
PMQACH 31	●	●	●	●		●	●	
PMQACH 32					●			●
PMQACH 33					●			●

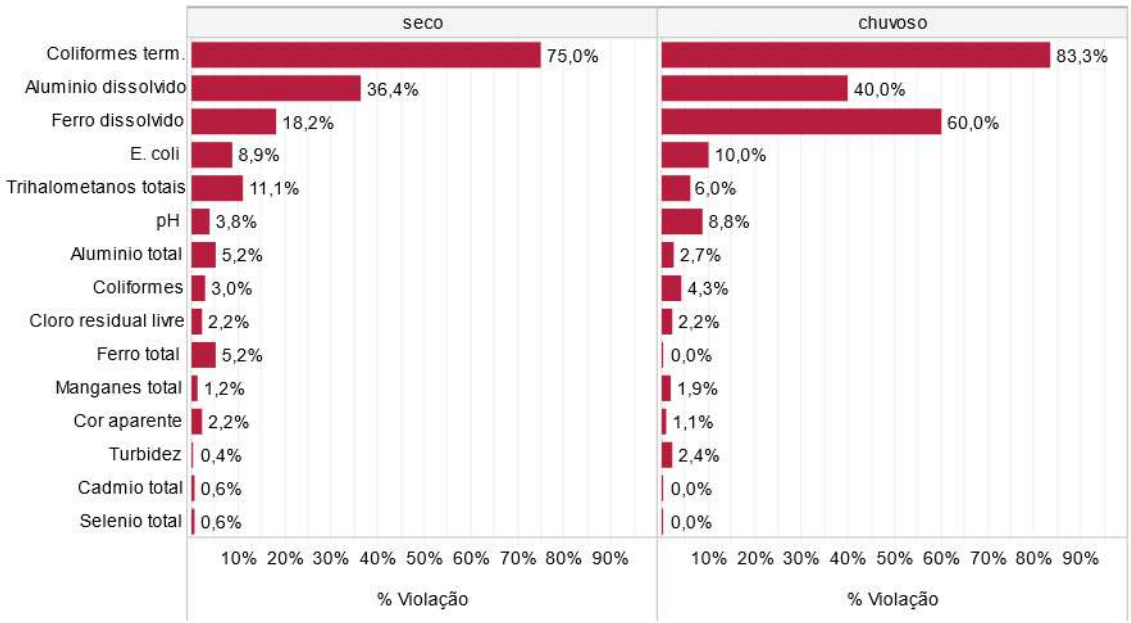
● valores significativamente superiores no período chuvoso;
● valores significativamente superiores no período seco; as células vazias indicam que o resultado não foi significativo.

6.25.2 - Pontos com tratamento

6.25.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para os pontos com tratamento de água no município de Baixo Guandu-ES, pode-se observar um elevado percentual de violação para coliformes termotolerantes, alumínio dissolvido e ferro dissolvido (**Figura 6-235**). Estes parâmetros passaram a ser monitorados no período de 2021/2022 após a revisão bianual do PMQACH. Os demais parâmetros apresentaram baixos percentuais de violação (<10%) (**Figura 6-235**). Coliformes termotolerantes e alumínio dissolvido apresentaram pequena diferença nos percentuais de violação entre o período seco e chuva (75% seco, 83,3% chuva; 36,4% seco, 40% chuva, respectivamente). Ferro dissolvido apresentou maior percentual de violação no período chuvoso (60%) em relação ao período seco (18,2%) (**Figura 6-235**). A ocorrência do elemento ferro pode estar associada à sua origem natural em rochas e solos da bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021), o que pode explicar sua concentração e consequentemente o percentual de violação do limite legal. O ferro total (5,2% seco), cádmio total (0,6% seco) e selênio total (0,6% seco) apresentaram percentuais de violação somente no período seco (**Figura 6-235**).

Figura 6-235 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



Os pontos com tratamento amostrados no município de Baixo Guandu apresentam abastecimento tipo SAA e captação superficial. Para o ponto PMQACH 34, no período de 2021/2022, houve diminuição dos percentuais de violação dos parâmetros na saída com relação aos percentuais da captação para *E. coli* (93% na captação, violação de 13 das 14 amostras analisadas; 0% na saída, violação de 0 das 32 amostras analisadas), pH (21% na captação, violação de 3 das 14 amostras analisadas; 19% na saída, violação de 6 das 32 amostras analisadas), turbidez (29% na captação, violação de 4 das 14 amostras analisadas; 0% na saída, violação de 0 das 32 amostras analisadas) e manganês total (14% na captação, violação de 2 das 14 amostras analisadas; 0% na saída, violação de 0 das 32 amostras analisadas) (**Figura 6-236**). Este comparativo das violações na captação e na saída fornecem um status da efetividade do tratamento feito neste ponto.

No último ciclo, 2021/2022, os parâmetros coliformes termotolerantes (100%, violação das 7 amostras analisadas), ferro dissolvido (56%, violação de 5 das 9 amostras

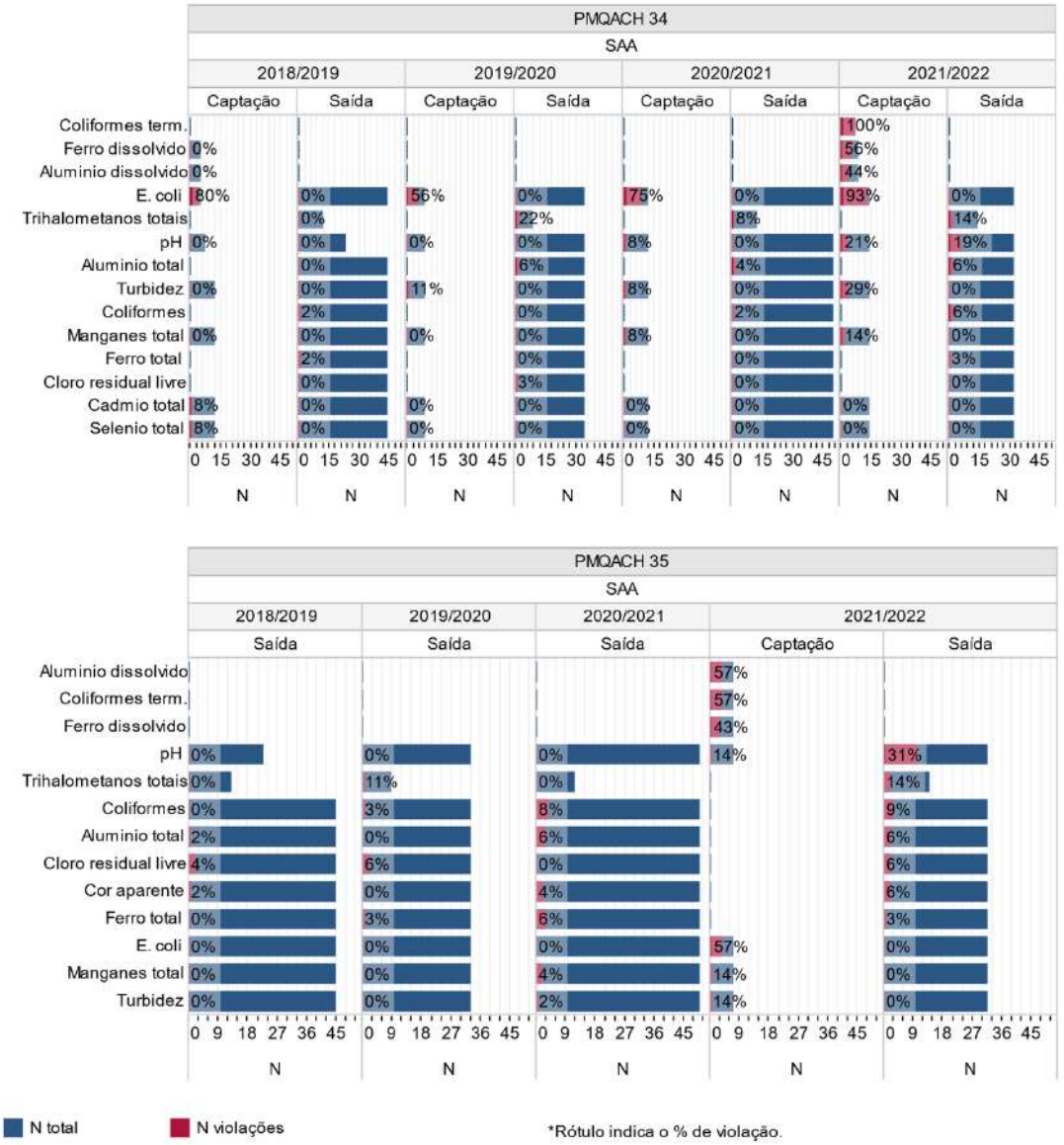
analisadas) e alumínio dissolvido (44%, violação de 4 das 9 amostras analisadas) também apresentaram violação na captação, mas não possuem dados pretéritos para comparação (**Figura 6-236**). Já os parâmetros trihalometanos totais (14%, violação de 2 das 14 amostras analisadas), alumínio total (6%, violação de 2 das 32 amostras analisadas) e ferro total (3%, violação de 1 das 32 amostras analisadas) apresentaram violação na saída, no geral em baixos percentuais (**Figura 6-236**). Cádmio e selênio que apresentaram violações pontuais na captação no período de 2018/2019 (8%, 1 de 12 amostras), e cloro residual na saída em 2019/2020 (3%, 1 de 34 amostras), estiveram em conformidade com a legislação em todos os períodos seguintes (**Figura 6-236**).

A turbidez avaliada nas amostras de pós-filtração não apresentou violação aos limites legais aplicáveis em nenhum dos períodos avaliados.

O ponto PMQACH 35, no mesmo período mencionado acima (2021/2022), apresentou violações na captação para *E. coli* (57% na captação, violação de 4 das 7 amostras analisadas), manganês total (14% na captação, violação de 1 das 7 amostras analisadas) e turbidez (14% na captação, violação de 1 das 7 amostras analisadas) (**Figura 6-236**). No entanto, quando avaliado o ponto de saída do tratamento, todos estes parâmetros mencionados apresentaram conformidade com a legislação (nenhuma violação nas 32 amostras avaliadas), indicando a eficiência do tratamento neste ponto (**Figura 6-236**). Já o parâmetro pH apresentou aumento no percentual de violação na saída (31%, violação de 10 das 32 amostras analisadas), quando comparado com o ponto de captação (14% de violação; 1 das 7 amostras analisadas). Em 2021/2022, os parâmetros alumínio dissolvido (57%, violação de 4 das 7 amostras analisadas), coliformes termotolerantes (57%, violação de 4 das 7 amostras analisadas) e ferro dissolvido (43%, violação de 3 das 7 amostras analisadas) apresentaram violação na captação. Os parâmetros trihalometanos totais (14%, violação de 2 das 14 amostras analisadas), coliformes (9%, violação de 3 das 32 amostras analisadas), alumínio total (6%, violação de 2 das 32 amostras analisadas), cloro residual livre (6%, violação de 2 das 32 amostras analisadas), cor aparente (6%, violação de 2 das 32 amostras analisadas) e

ferro total (3%, violação de 1 das 32 amostras analisadas) foram amostrados somente na saída (**Figura 6-236**).

Figura 6-236 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 34 e PMQACH 35, localizados no município de Baixo Guandu-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



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

6.25.2.2 - Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos com tratamento observa-se a ausência de violações para coliformes para a maioria dos meses amostrados, apresentando violação do limite legal somente nos meses de fevereiro e novembro de 2019, agosto e novembro de 2020, fevereiro, abril, outubro, novembro e dezembro de 2021 e julho de 2022. 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 6-237**).

Figura 6-237 - 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.



Para os demais parâmetros, nota-se, no geral, resultados não conclusivos, ou seja, não foi possível identificar aumento ou redução ao longo dos anos, especialmente na saída dos pontos amostrais (**Figura 6-238**). Vale ressaltar que a captação do ponto PMQACH 35 foi amostrada somente em 2021/2022, não sendo possível fazer avaliações estatísticas. O ponto PMQACH 34 apresentou, em sua captação, resultados inferiores de cloreto total, nitrato, pH, sólidos dissolvidos totais e sulfato em 2021/2022, sendo observado aumento somente para a densidade de cianobactérias ($p < 0,05$) (**Figura 6-238**). Neste ponto também foi possível observar a redução dos valores de turbidez na pós-filtração ($p < 0,05$) (**Figura 6-238**). Já na

saída, pH e sólidos dissolvidos totais apresentaram resultados inferiores em 2021/2022 ($p < 0,05$) (**Figura 6-238**). No ponto PMQACH 35, além do pH, os resultados de nitrato também apresentaram resultados inferiores no último período avaliado (2021/2022) ($p < 0,05$) (**Figura 6-238**).

Figura 6-238 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Cloreto total	Cor aparente	Densidade de cianobacterias	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Trihalometanos totais	Turbidez	Zinco total
PMQACH 34	Captacao		↓	—	↑	—	—		↓	↓	—	↓	↓	—		—
	Pos filtracao														↓	
	Saida	—		—		—		—		↓		↓		—		—
PMQACH 35	Captacao															
	Pos filtracao															
	Saida	—		—		—	—	—	↓	↓		—				—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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 apresentaram, de maneira geral na captação, valores superiores durante o período chuvoso, como alumínio total, bário total e turbidez ($p < 0,05$) (**Figura 6-239**). A turbidez também apresentou resultados superiores no período chuvoso na captação, pós-filtração e saída no ponto PMQACH 34 ($p < 0,05$) (**Figura 6-239**). Na captação do ponto PMQACH 34 ainda se observa valores superiores de alumínio total, bário total, cor aparente, dureza total, ferro total, turbidez e manganês durante o período chuvoso, enquanto na saída, alumínio total, bário total, ferro total, sulfato e turbidez apresentaram resultados superiores durante os períodos chuvosos ($p < 0,05$) (**Figura 6-239**). Vale ressaltar ainda os valores superiores de sódio total na captação e na saída do ponto PMQACH 34 durante o período seco ($p < 0,05$) (**Figura 6-239**).

Na captação do ponto PMQACH 35, somente bário total apresentou resultados superiores durante o período chuvoso, enquanto cloreto total, nitrato e sódio total

apresentaram resultados superiores durante o período seco ($p < 0,05$) (**Figura 6-239**). Na saída desse ponto, somente bário total e sulfato apresentaram resultados significativamente superiores durante o período chuvoso ($p < 0,05$) (**Figura 6-239**).

Figura 6-239 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	Sodio total	Sulfato	Turbidez
PMQACH 34	Captacao	●	●		●	●	●	●		●		●
	Pos filtracao											●
	Saida	●	●				●			●	●	●
PMQACH 35	Captacao		●	●					●	●		
	Pos filtracao											
	Saida		●								●	

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

6.26 - Colatina

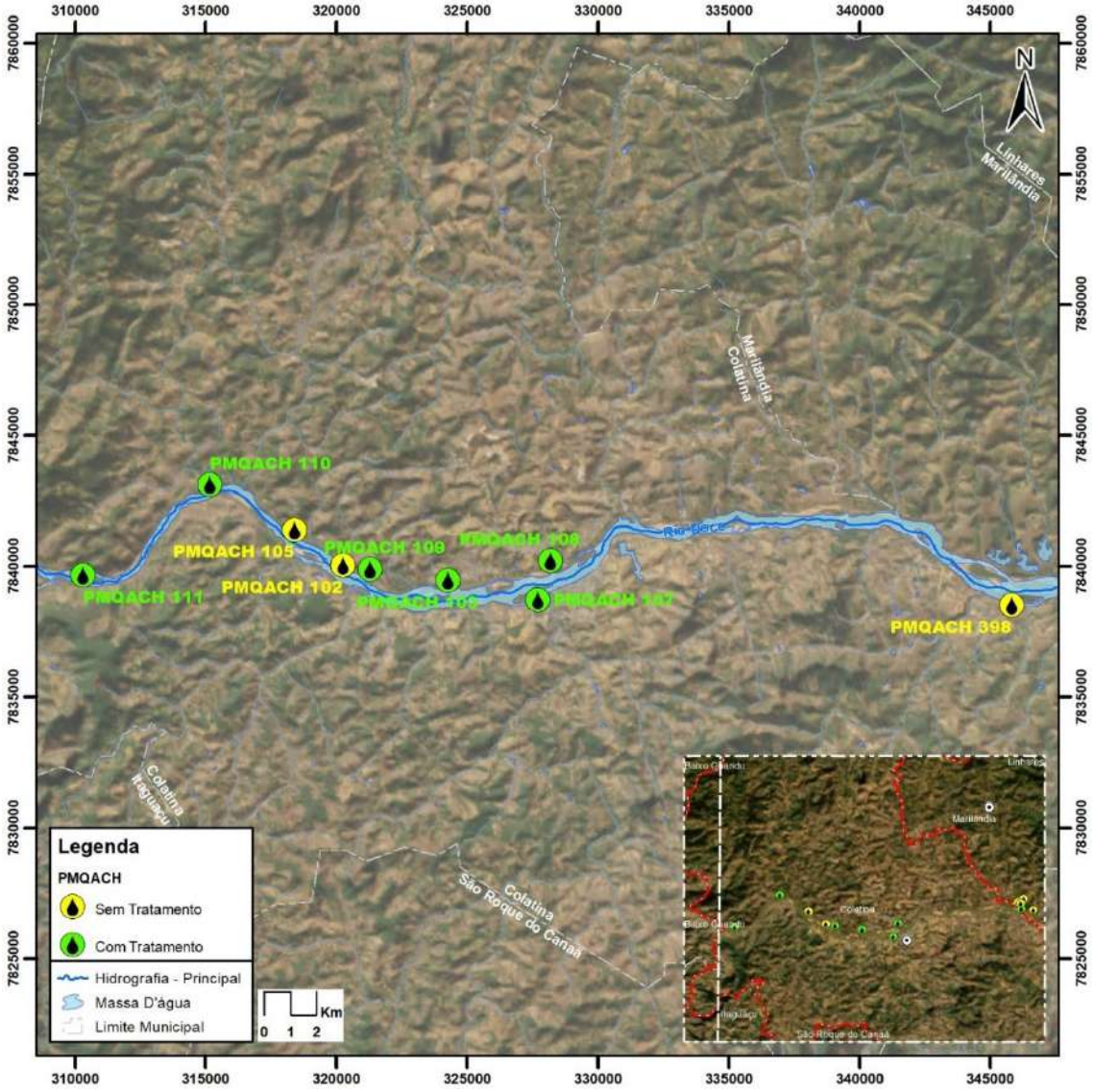
No município de Colatina-ES, foram considerados os 09 (nove) pontos ativos. Seis (06) deles possuem tratamento de água e são do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA). Os demais não possuem tratamento de água, sendo um (01) do tipo Soluções Alternativas Coletivas (SAC) e dois (02) do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) (**Figura 6-240** e **Quadro 6-26**). A partir de janeiro/2022, após a 1ª Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtração.

Quadro 6-26 - Características dos pontos do município de Colatina considerados no presente relatório.

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 102[1)]	Subterrânea	SAC	Não	Saída	Anexo XX da PRC nº 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	16/01/2022
PMQACH 105[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 398	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 103	Superficial	SAC	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)	
PMQACH 107	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		
PMQACH 108	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		
PMQACH 109	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		
PMQACH 110	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída		
PMQACH 111	Superficial	SAA	Sim	Captação e Saída		

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

Figura 6-240 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Colatina-ES.



6.26.1 - Pontos sem tratamento

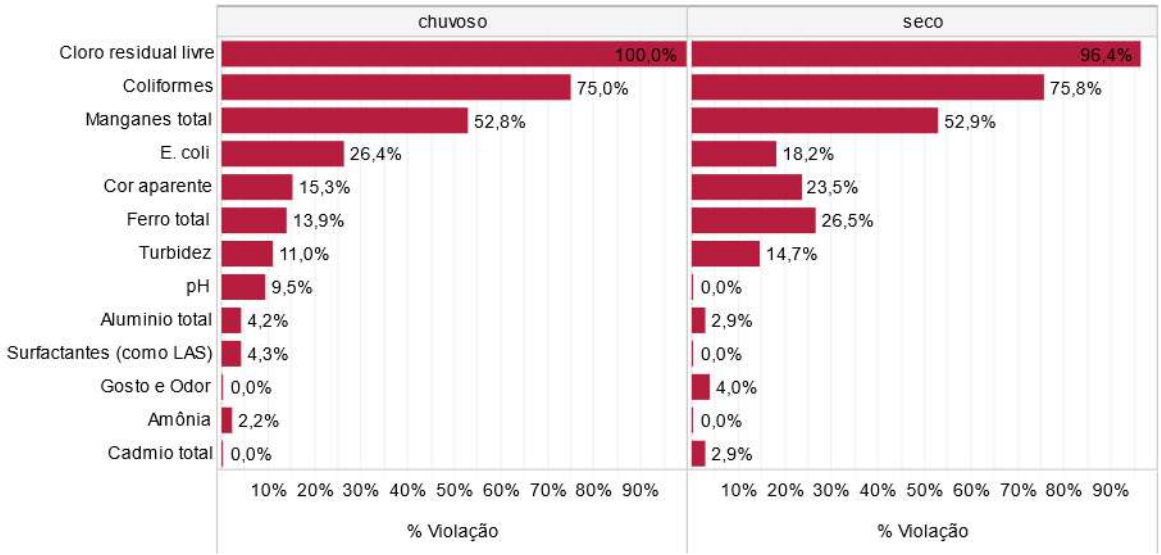
6.26.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para os pontos sem tratamento do município de Colatina-ES, os parâmetros cloro residual livre, coliformes e manganês total apresentaram os maiores percentuais de violação, com pouca diferenciação entre os períodos seco e chuvoso. Cloro residual livre apresentou 100 e 96,4% de violação no período seco e chuvoso, respectivamente (**Figura 6-241**), o que é esperado, visto que o ponto não possui tratamento de água. Entretanto, reforça-se que com a revisão bianual do PMQACH, a partir de janeiro de 2022, o parâmetro cloro residual livre parou de ser monitorado em pontos sem tratamento. Os elevados percentuais de violação observados são referentes ao período pretérito à esta revisão.

O segundo parâmetro que mais violou os limites legais foi coliformes, com percentuais de 75 e 75,8% no período seco e chuva respectivamente (**Figura 6-241**). Este elevado percentual pode indicar a contaminação fecal devido à lançamentos de esgoto doméstico sem tratamento ou criação de animais em áreas adjacentes. Cabe destacar que, este parâmetro foi apontado como prioritário para busca de soluções na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021) e que apesar da elevada taxa de esgotamento sanitário de Colatina-ES (85,5%; IBGE, 2010) – o que pode minimizar a influência regional para os pontos avaliados – os aspectos locais também são importantes. Além disso, a taxa de esgotamento sanitário não reflete sua eficiência, e, no caso de um tratamento ineficiente, o lançamento de matéria orgânica e patógenos nos corpos d'água ainda pode ocorrer.

Ainda, aponta-se para a correlação entre os percentuais de violação do cloro e coliformes nos pontos sem tratamento. Os elevados percentuais de violação do limite inferior de cloro residual livre estão relacionados ao não tratamento de água. Baixas concentrações do cloro podem levar a eventual contaminação microbiológica nos sistemas de água para consumo humano (FUNASA, 2014), o que pode ser observado pelos elevados percentuais de coliformes totais.

Figura 6-241 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos sem 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



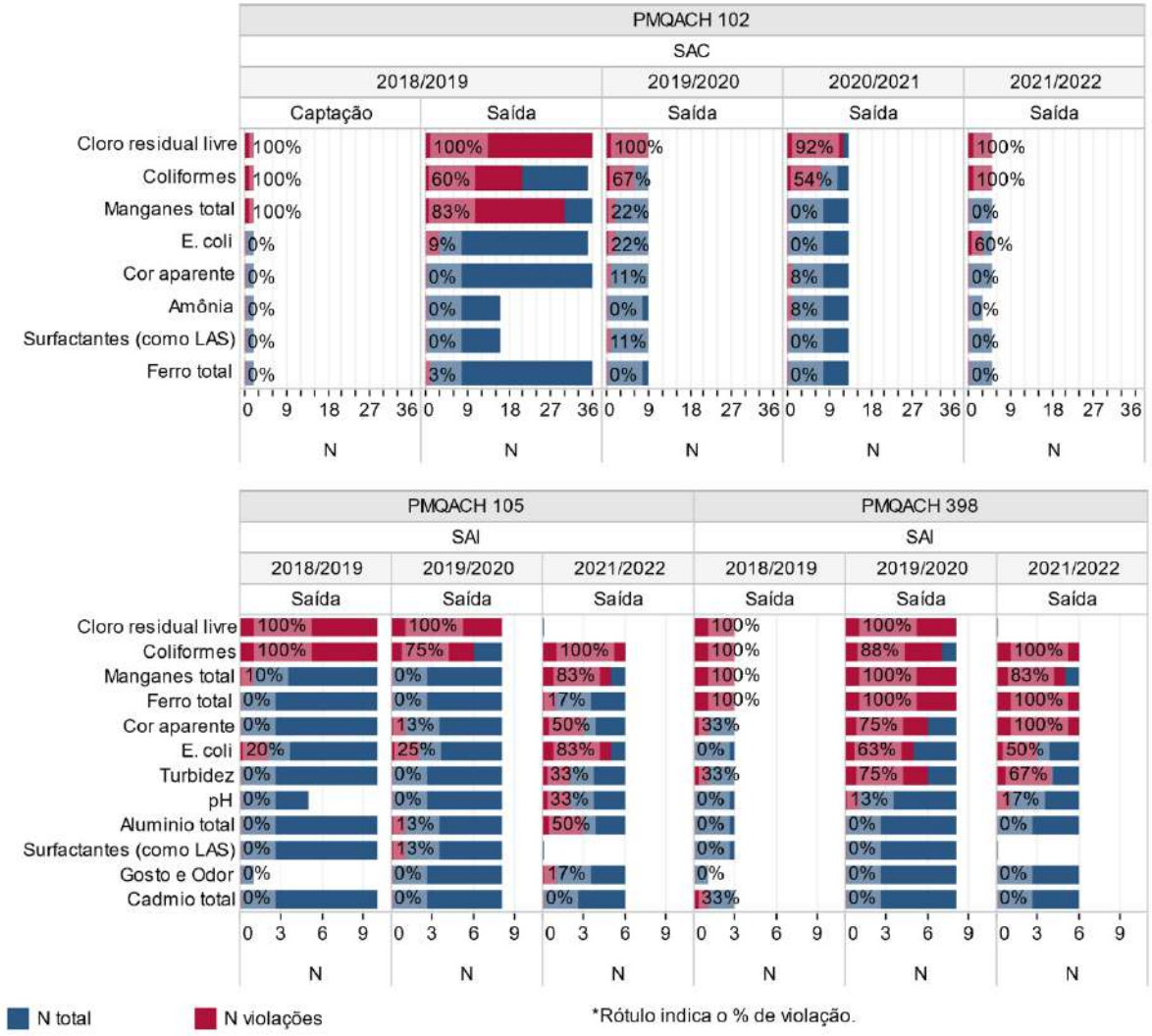
Três pontos sem tratamento e de captação subterrânea foram monitorados, sendo um deles de abastecimento tipo SAC (PMQACH 102) e dois de abastecimento tipo SAI (PMQACH 105 e 398).

O ponto PMQACH 102 apresentou percentuais de violação acima de 90% para cloro residual livre e coliformes durante todo o período de monitoramento. *E. coli* apresentou aumento do percentual de violação no último ciclo de 2021/2022 (60%, violação de 3 das 5 amostras analisadas), sendo que este percentual não tinha ultrapassado 25% nos ciclos anteriores. Cor aparente e amônia, entretanto, apresentaram diminuição do percentual de violação do limite legal em 2021/2022, não apresentando violação (0%, violação de 0 das 5 amostras analisadas para cor aparente e 0 e das 3 amostras analisadas para a amônia), quando comparados com o ciclo anterior (8% de violação para ambos os parâmetros, violação de 1 das 13 amostras analisadas). Manganês total, surfactantes e ferro total não apresentaram violação nos últimos dois ciclos monitorados (**Figura 6-242**).

O ponto PMQACH 105 apresentou aumento nos percentuais de violação no último ciclo (2021/2022) quando comparado com os ciclos anteriores para todos os parâmetros (**Figura 6-242)**. Coliformes, manganês total e *E. coli* apresentaram elevados percentuais de violação (acima de 80%) em 2021/2022, sendo que o manganês se destaca por não ter apresentado violação acima de 10% nos ciclos anteriores e ter apresentado 83% (violação de 5 das 6 amostras analisadas) de violação no último ciclo.

O ponto PMQACH 398 apresentou maiores percentuais de violação no último ciclo (2021/2022) para 4 dos 10 parâmetros monitorados (**Figura 6-242)**. Ferro total, por exemplo, apresentou 100% de violação durante todo o monitoramento. Embora ainda elevado, manganês total apresentou uma diminuição do percentual de violação no último ciclo (2021/2022, 83%, violação de 5 das 6 amostras analisadas) quando comparado com o ciclo anterior (2019/2020, 100%, violação de todas as 8 amostras analisadas). O mesmo padrão ocorreu para *E. coli*, que apresentou 50% de violação (3 das 6 amostras analisadas) em 2021/2022 e 63% (5 das 8 amostras analisadas) no ciclo anterior e turbidez (67%, violação de 4 das 6 amostras analisadas em 2021/2022; 75%, violação de 6 das 8 amostras analisadas em 2019/2020). Cor aparente e pH apresentaram um aumento no percentual de violação durante todo período monitorado, apresentando violação de 100% (todas as 6 amostras analisadas) e 17% (1 das 6 amostras analisadas), respectivamente, no último ciclo analisado.

Figura 6-242 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 102, PMQACH 105 e PMQACH 398 localizado no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

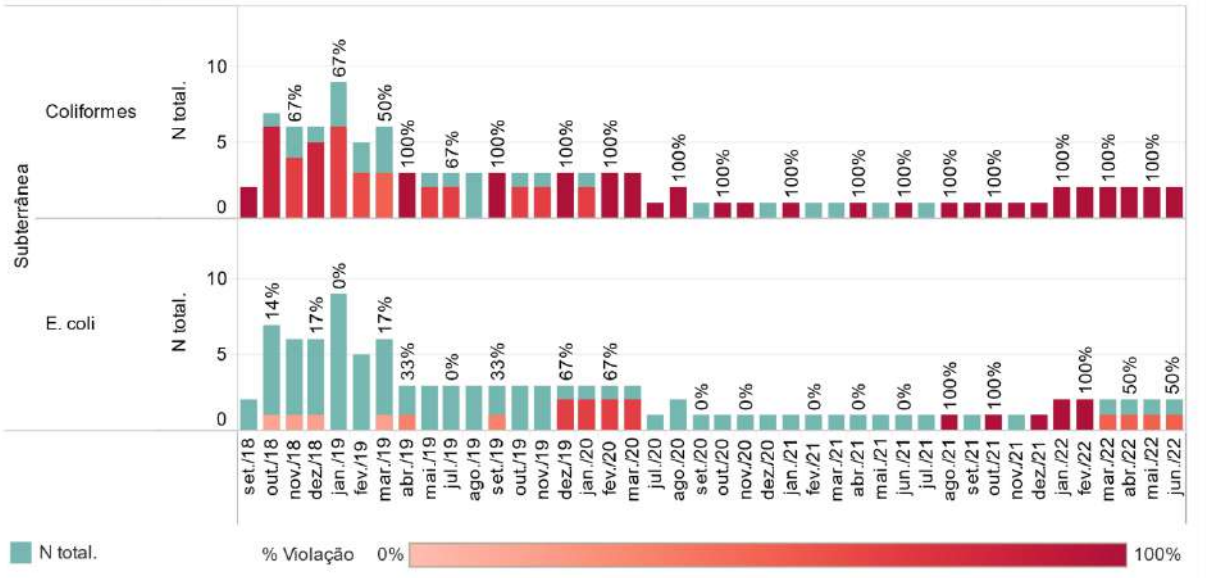


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.26.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Os pontos sem tratamento do município de Colatina registraram a presença de coliformes em 100% das amostras em 24 dos meses monitorados. Em sete dos meses monitorados não foi identificada a presença de coliformes. Em relação ao parâmetro *E. coli* observou-se sua presença em todas as amostras de 5 dos 24 meses monitorados. Os demais meses não apresentaram percentuais de violação acima de 67%. Não foi possível observar um padrão temporal ou sazonal evidente para presença de *E. coli* ou coliformes para o período monitorado (**Figura 6-243**).

Figura 6-243 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Colatina.



O ponto PMQACH 398 não foi avaliado em 2020/2021, sendo o último período comparado somente aos anos anteriores (2018/2019). O ponto PMQACH 102 apresentou redução das concentrações de alumínio total, dureza total, manganês total, sólidos dissolvidos totais, trihalometanos totais e turbidez em 2021/2022 e aumento das concentrações de bário total ($p < 0,05$) (**Figura 6-244**). O ponto PMQACH 105 apresentou redução das concentrações de cobre total e nitrato em 2021/2022 e aumento das concentrações de cor

aparente, ferro total, manganês total, sulfato e turbidez ($p < 0,05$). O ponto PMQACH 398 apresentou somente padrões de redução, sendo estes observados para as concentrações de cobre total e sólidos dissolvidos totais ($p < 0,05$) (**Figura 6-244**).

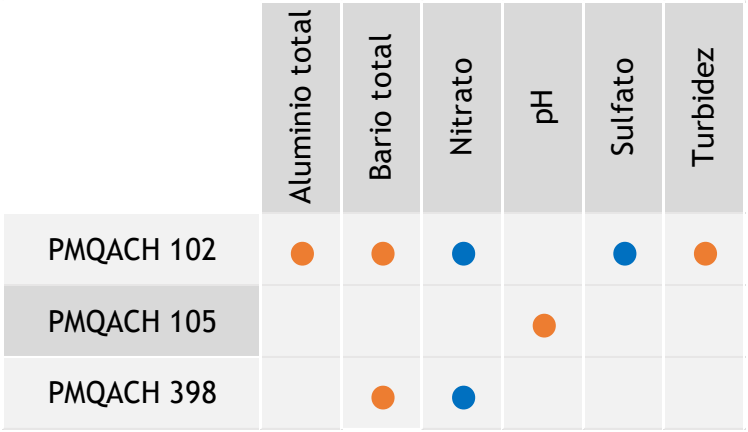
Figura 6-244 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Bario total	Cobre total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	SDT	Sulfato	Trihalometanos totais	Turbidez
PMQACH 102	↓	↑			↓		↓		↓		↓	↓
PMQACH 105			↓	↑	—	↑	↑	↓		↑		↑
PMQACH 398	—		↓						↓			

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, o ponto PMQACH 102 apresentou concentrações superiores de nitrato e sulfato nos períodos chuvosos, sendo que o nitrato apresentou o mesmo padrão no ponto PMQACH 398 ($p < 0,05$) (**Figura 6-245**). Já as concentrações de alumínio total, bário total e turbidez foram superiores durante o período seco no ponto PMQACH 102, sendo que o mesmo padrão foi apresentado para as concentrações de bário total no ponto PMQACH 398 ($p < 0,05$) (**Figura 6-245**). No ponto PMQACH 105, somente pH apresentou resultado significativo, sendo os valores superiores durante o período seco ($p < 0,05$) (**Figura 6-245**).

Figura 6-245 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



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

6.26.2 - Pontos com tratamento

6.26.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para os pontos com tratamento do município de Colatina-ES, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido e alumínio dissolvido, que passaram a ser monitorados no período de 2021/2022, apresentaram percentuais de violação acima de 30% para os dois períodos analisados (período chuvoso e seco). Estes três parâmetros apresentaram um padrão sazonal com percentuais de violação mais elevados na estação chuvosa (**Figura 6-246**).

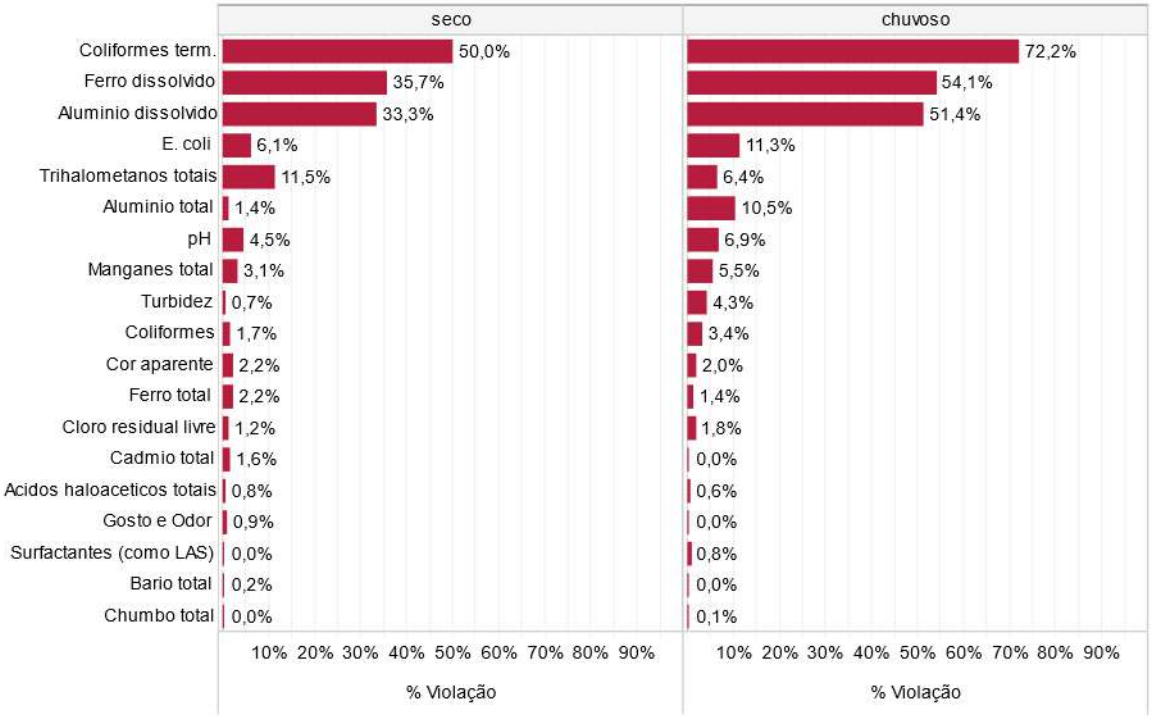
Coliformes termotolerantes apresentou 50% de violação no período seco e 72,2% no período chuvoso (**Figura 6-246**). Este parâmetro pode ter relação com os aglomerados urbanos, de onde vem uma das principais contribuições para o aumento de sua concentração (esgotos domésticos). De acordo com a mais recente 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 35,7% no período seco e 54,1% no período chuvoso) (**Figura 6-246**).

Porém, diferente dos coliformes termotolerantes, 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 33,3% no período seco e 51,4% 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 durante o período chuvoso (**Figura 6-246**). 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 12% e não apresentaram um padrão sazonal evidente (**Figura 6-246**).

Figura 6-246 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



Um total de 6 pontos com tratamento e captação superficial foram monitorados, sendo 1 de abastecimento tipo SAC (PMQACH 103) e 5 do tipo SAA (PMQACH 107, 108, 109, 110 e 111).

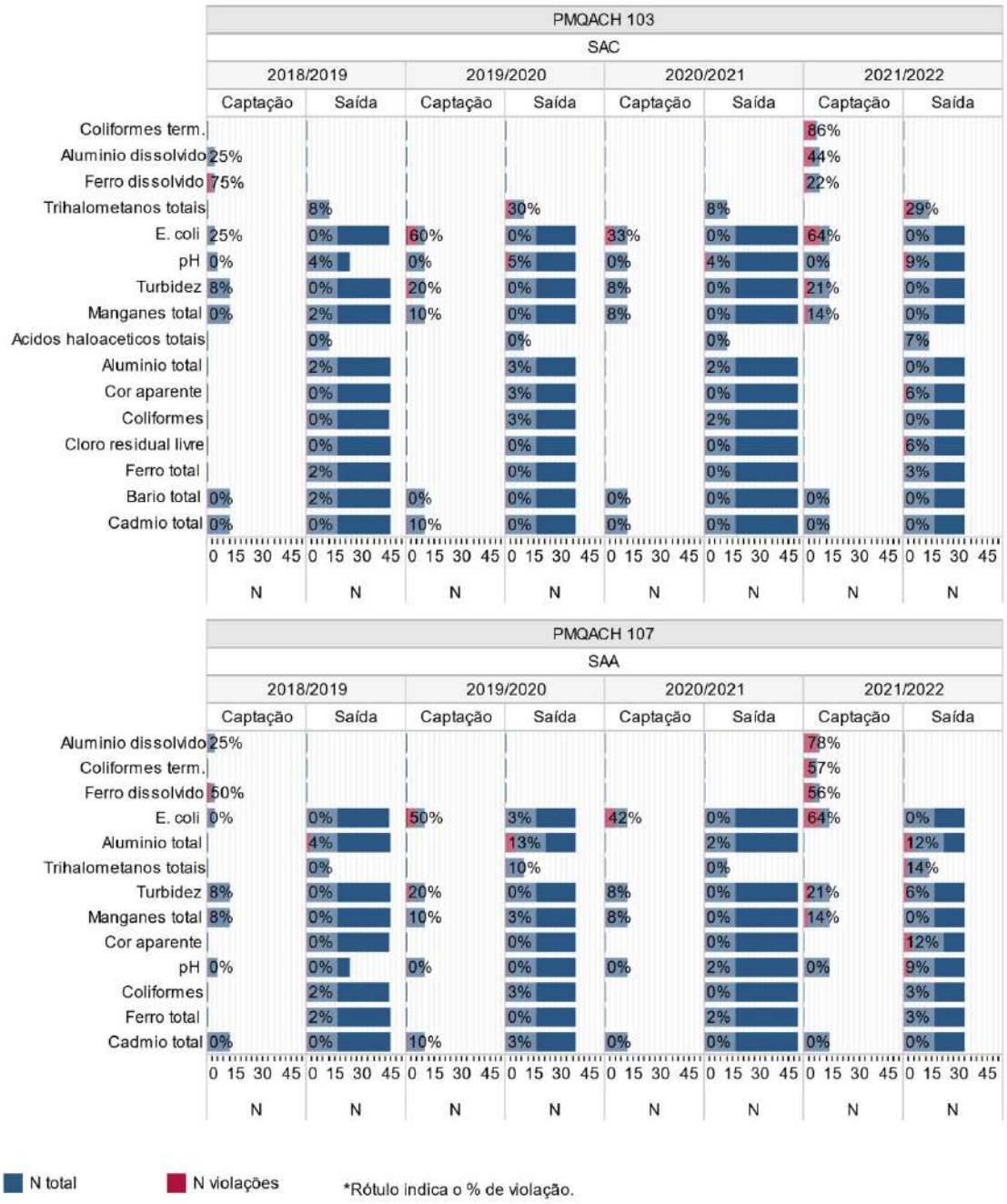
O ponto PMQACH 103 apresentou aumento dos percentuais de violação na captação no último ciclo (2021/2022) quando comparado aos demais ciclos para as seguintes variáveis: alumínio dissolvido (44%, violação de 4 das 9 amostras analisadas), *E. coli* (64%, violação de 9 das 14 amostras analisadas), turbidez (21%, violação de 3 das 14 amostras analisadas); e manganês total (14%, violação de 2 das 14 amostras analisadas) (**Figura 6-247**). Por outro lado, houve diminuição do percentual de violação para o ferro dissolvido (22%, violação de 2 das 9 amostras analisadas) e do cádmio total (0%, violação de 0 das 14 amostras analisadas) também na captação no último ciclo de monitoramento (**Figura 6-247**).

Na saída do ponto PMQACH 103 (**Figura 6-247)**, comparando o último ciclo (2021/2022) com o ciclo anterior (2020/2021), observou-se diminuição dos percentuais de violação para coliformes (0%, violação de 0 das 33 amostras analisadas) e alumínio total (0%, violação de 0 das 33 amostras analisadas). Destaca-se que, em 2021/2022, foi a primeira vez que o alumínio total não apresentou violação aos limites legais. Os parâmetros trihalometanos totais (29%, violação de 4 das 14 amostras analisadas), pH (9%, violação de 3 das 33 amostras analisadas), ácidos haloacéticos totais (7%, violação de 1 das 14 amostras analisadas), cor aparente (6%, violação de 2 das 33 amostras analisadas), cloro residual livre (6%, violação de 2 das 33 amostras analisadas) e ferro total (3%, violação de 1 das 33 amostras analisadas) apresentaram aumento nos percentuais de violação em 2021/2022 comparado com o ciclo anterior. É importante destacar que, em 2021/2022, os ácidos haloacéticos totais e o cloro residual livre violaram os limites legais pela primeira vez na saída, mas em baixos percentuais (7% e 6%, respectivamente).

O ponto PMQACH 107 também apresentou aumento dos percentuais de violação na captação no último ciclo (2021/2022) quando comparado com ciclos anteriores para a maioria dos parâmetros (**Figura 6-247**). O alumínio dissolvido, cujo monitoramento foi retomado

após a revisão bianual do programa apresentou violação de 78% (7 das 9 amostras analisadas), um aumento em relação à última vez em que foi monitorado, em 2018/2019 (violação de 25%). Na saída, dos parâmetros que apresentaram violação, pode-se destacar turbidez (6%, violação de 2 das 33 amostras analisadas) e cor aparente (12%, violação de 4 das 33 amostras analisadas). Comparando os parâmetros na captação e saída no último ciclo, *E. coli* apresenta a maior diminuição do percentual de violação, 64% de violação na captação (9 das 14 amostras analisadas) e 0% de violação na saída (0 das 33 amostras analisadas), indicando conformidade após o tratamento da água (**Figura 6-247**).

Figura 6-247 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 103 e PMQACH 107 localizados no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

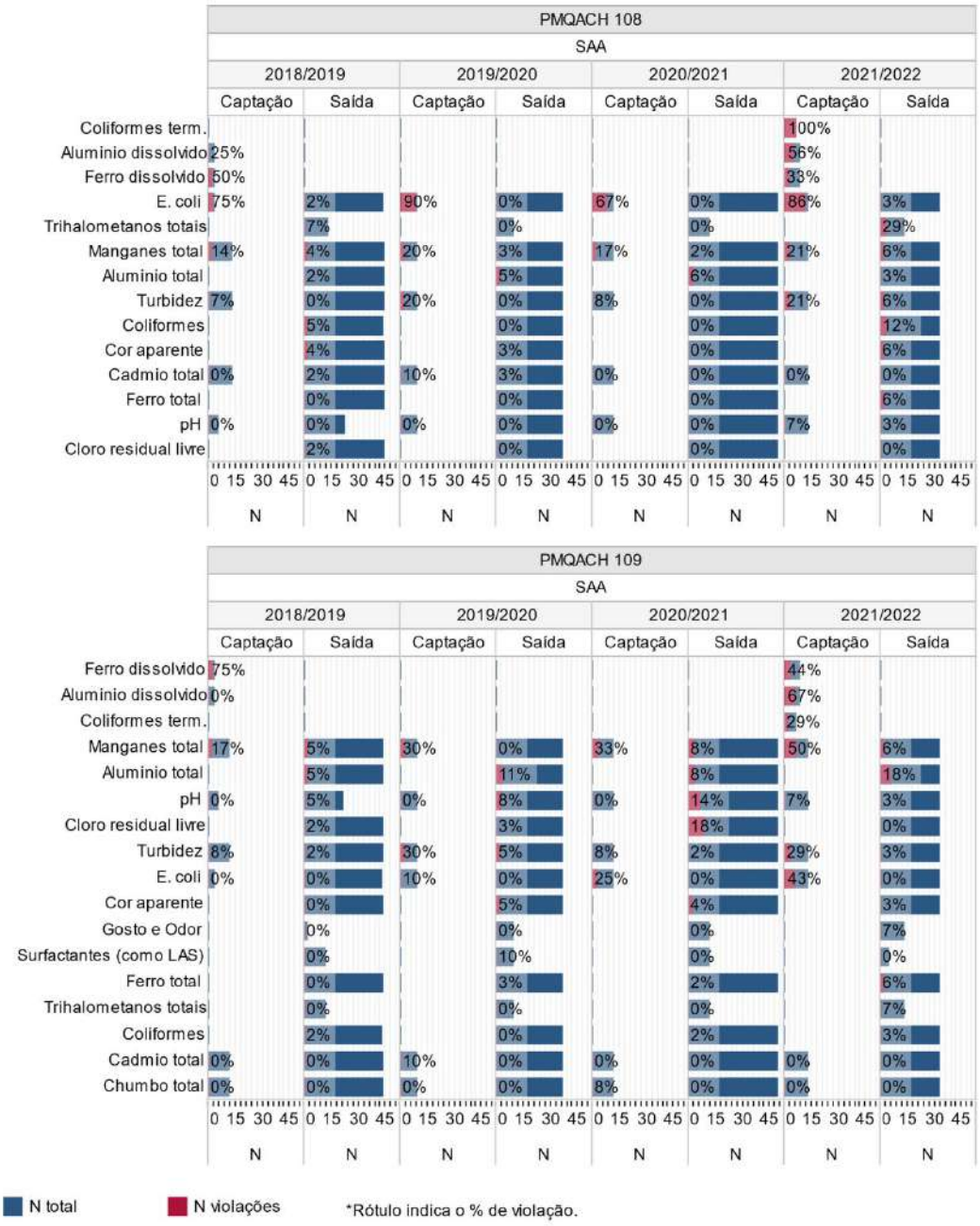


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

O ponto PMQACH 108 apresentou aumento do percentual de violação do pH na captação (7%, 1 das 14 amostras analisadas) no último ciclo comparado com os ciclos anteriores (e que não houve violação dos limites legais) (**Figura 6-248**). Os demais parâmetros mantiveram percentuais de violação na captação similares em todo período monitorado. Na saída deste ponto, houve aumento dos percentuais de violação em 2021/2022 para trihalometanos totais (29% de violação, 4 das 14 amostras analisadas), coliformes (12% de violação, 4 das 33 amostras analisadas), turbidez (6% de violação, 2 das 33 amostras analisadas), ferro total (6% de violação, 2 das 33 amostras analisadas) e pH (3% de violação, 1 das 33 amostras analisadas). Destes, o pH, ferro e a turbidez violaram os limites legais pela primeira vez em 2021/2022.

O ponto PMQACH 109 apresentou aumento do percentual de violação na captação para alguns dos parâmetros no decorrer dos períodos monitorados, destacam-se, o manganês total (50%, violação de 7 das 14 amostras analisadas) e *E. coli* (43%, violação de 6 das 14 amostras analisadas) (**Figura 6-248**). Apesar de ambos os parâmetros terem apresentado maiores percentuais de violação na captação no último período monitorado, observou-se redução dos percentuais na saída (6%, violação de 2 das 33 amostras analisadas e 0%, violação de 0 das 33 amostras analisadas, respectivamente). No geral, os percentuais de violação no último período na saída foram mais baixos, não excedendo 18% (**Figura 6-248).**

Figura 6-248 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 108 e PMQACH 109 localizados no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

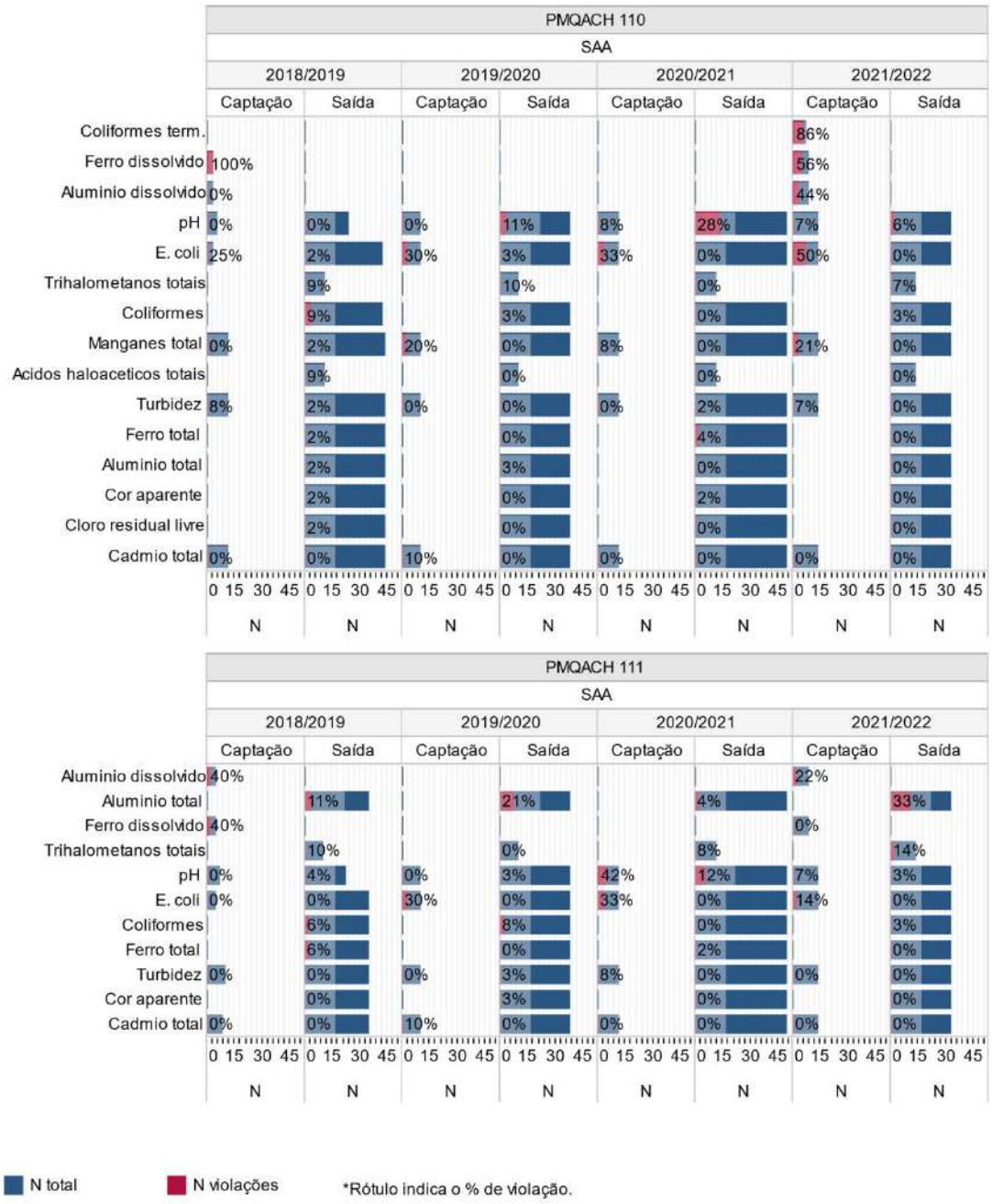


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

O ponto PMQACH 110 apresentou redução do percentual de violação na captação durante os períodos monitorados para ferro dissolvido e pH, sendo que o primeiro apresentou redução de pouco menos do que 50% no último período (violação de 56%, 5 das 9 amostras analisadas) (**Figura 6-249**). Já o alumínio dissolvido e *E. coli* apresentaram aumento nos percentuais de violação no decorrer dos períodos monitorados. No último ciclo (2021/2022) o alumínio dissolvido teve violação de 44% (4 das 9 amostras analisadas) e *E. coli* apresentou 50% de violação (7 das 14 amostras analisadas). Na saída deste ponto, ocorreu diminuição da maioria dos parâmetros durante os períodos monitorados no último ciclo (2021/2022), com apenas 3 parâmetros apresentando violações pontuais (abaixo de 6%) (**Figura 6-249)**.

O ponto PMQACH 111 apresentou diminuição nos percentuais de violação na captação no último ciclo quando comparado com os demais ciclos monitorados para as seguintes variáveis: alumínio dissolvido (22%, violação de 2 das 9 amostras analisadas), pH (7%, violação de 1 das 14 amostras analisadas), *E. coli* (14%, violação de 2 das 14 amostras analisadas), ferro dissolvido (0%, violação de 0 das 9 amostras analisadas), turbidez (0%, violação de 0 das 14 amostras analisadas) e cádmio total (0%, violação de 0 das 14 amostras analisadas) (**Figura 6-249**). Na saída, no último ciclo, o percentual de violação dos parâmetros não ultrapassou 33% (**Figura 6-249**). Pode-se destacar o aumento nos percentuais de violação entre o ciclo anterior (2020/2021) e o último ciclo (2021/2022) para o alumínio total (4% no ciclo anterior, 33% no último ciclo), trihalometanos totais (8% no ciclo anterior, 14% no último ciclo) e coliformes (0% no ciclo anterior, 3% no último ciclo) (**Figura 6-249)**. Por outro lado, houve a diminuição nos percentuais de violação para o pH (12% em 2020/2021, 3% no último ciclo) e o ferro total (2% em 2020/2021, 0% no último ciclo).

Figura 6-249 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 110 e PMQACH 111 localizados no município de Colatina-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



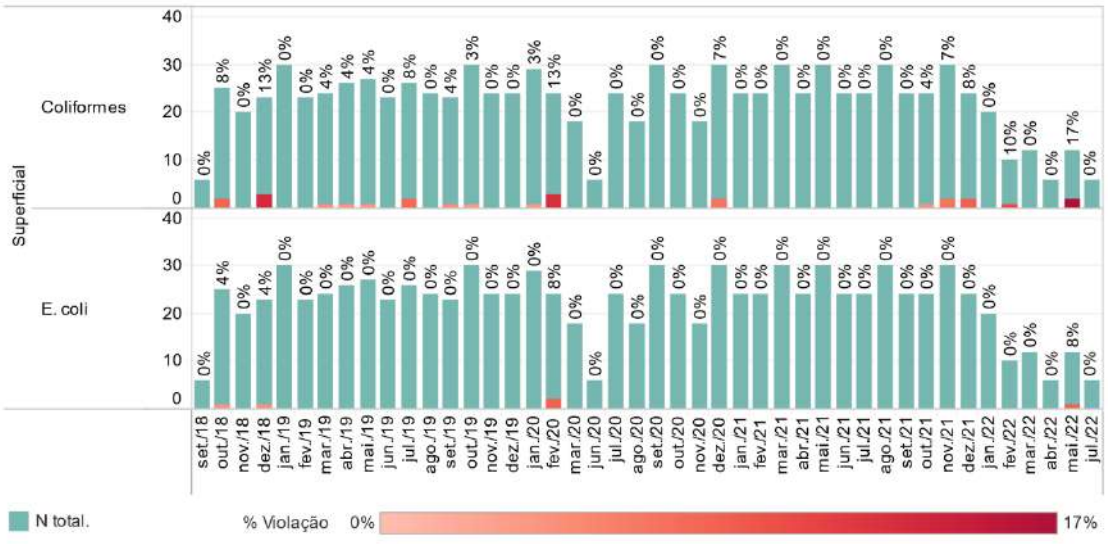
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Destaca-se ainda que, a turbidez avaliada nas amostras de pós-filtração não apresentou violação dos limites legais aplicáveis em nenhum dos períodos investigados, exceto para o ponto PMQACH 109 nos ciclos de 2019/2020 e 2020/2021.

6.26.2.2 - Avaliação temporal e sazonal

Em relação a variação temporal e sazonal dos parâmetros coliformes e *E. coli* nos pontos com tratamento monitorados é possível apontar para a 'ausência' destes ao longo dos meses de monitoramento (**Figura 6-250**). Para coliformes, o percentual de violação não ultrapassou 17% (percentual máximo ocorrido no mês de maio de 2022). 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 8% 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 6-250**).

Figura 6-250 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli,* em pontos sem tratamento, localizados no município de Colatina.



Para as demais variáveis analisadas nos pontos com tratamento em Colatina, destaca-se o padrão de redução observado para as concentrações de cobre total, dureza total, nitrato e sólidos dissolvidos totais em diversos pontos no último período avaliado ($p < 0,05$) (**Figura 6-251**). De forma oposta, cor aparente, trihalometanos totais e turbidez apresentaram concentrações mais elevadas em 2021/2022 também em diversos pontos. Os demais parâmetros apresentaram padrões de aumento ou redução no último período avaliado de forma mais pontual ($p < 0,05$) (**Figura 6-251**).

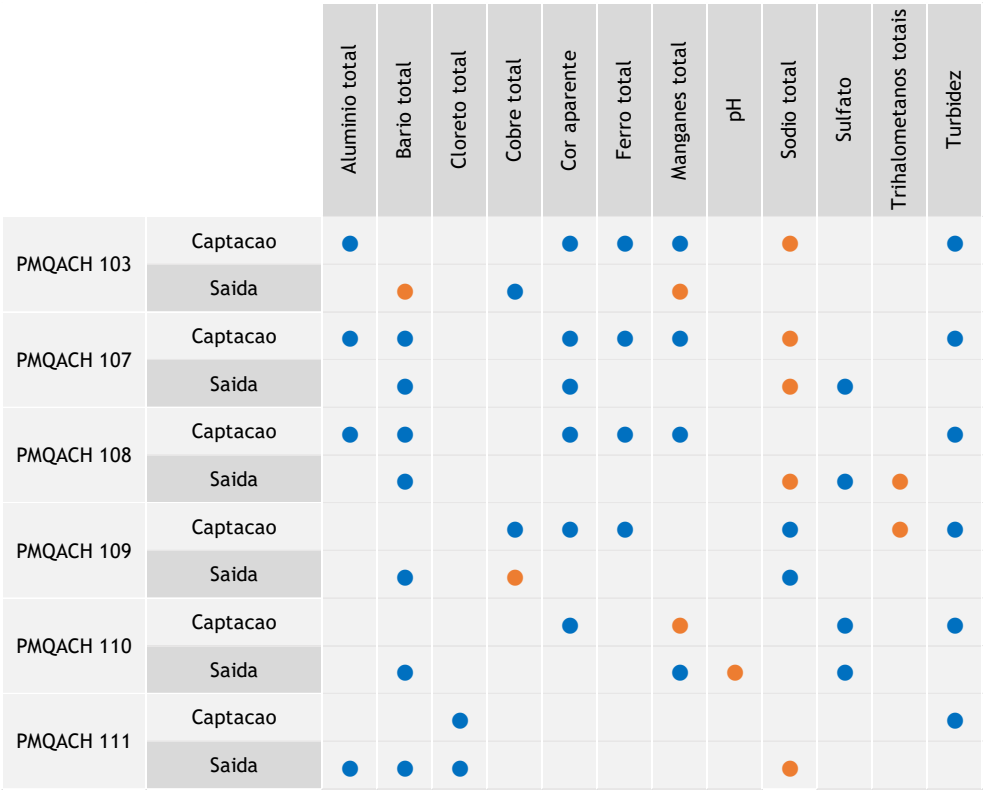
Figura 6-251 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cobre total	Cor aparente	Densidade de cianobacterias	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Trihalometanos totais	Turbidez	Zinco total
PMQACH 103	Captacao		—			—	↓	—				—		↓		↑		—
	Pos filtracao																	
	Saida	↑	—	—	↓	↑		—	—	—		↑	—	—	↑	↑	↑	—
PMQACH 107	Captacao					—	↓	↓				—		↓		—		↑
	Pos filtracao																	
	Saida	—	↑		↓	↑		—		—		—		↓		↑	↑	—
PMQACH 108	Captacao				↓	—		↓			↓			↓		—		↓
	Pos filtracao																↓	
	Saida	—	—	—	↓	↑			↑	↑	↓	—		↓		↑	↑	—
PMQACH 109	Captacao	—			↓	↑		↓		—		—	—	↓		—	—	—
	Pos filtracao																↑	
	Saida	↑	—		↓	↑		↓		—		—		↓		↑	↑	—
PMQACH 110	Captacao			↑	↓	—	—	↓		—	↓	—		↓		—	↑	↑
	Pos filtracao																	
	Saida		—	—	↓	—		—	↓	—		—	—	↓		—	↓	—
PMQACH 111	Captacao		↓				—	↓		↓	↓	—	—	↓	—	—	—	—
	Pos filtracao																	
	Saida	—	↓	—	↓	—		—	↓	↓	↓	↑	↓	↓			↓	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, destacam-se as concentrações mais elevadas de alumínio total, bário total, cor aparente, ferro total, manganês total, sulfato e turbidez nos períodos chuvosos em diversos pontos avaliados no município de Colatina ($p < 0,05$) (**Figura 6-252**). Já as concentrações de sódio total foram, no geral, mais elevadas durante o período seco ($p < 0,05$) (**Figura 6-252**). Somente no ponto PMQACH 110, pH apresentou resultado significativo, sendo os valores superiores durante o período seco ($p < 0,05$) (**Figura 6-252**). Os demais parâmetros apresentaram padrões sazonais de forma mais pontual ($p < 0,05$) (**Figura 6-252).**

Figura 6-252 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



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

6.27 - Marilândia

No município de Marilândia-ES, foram considerados 19 (dezenove) pontos ativos. Sete pontos são do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) e 11 (onze) pontos são do tipo Soluções Alternativas Coletivas (SAC), todos sem tratamento de água. Apenas um ponto possui tratamento de água, sendo também do tipo SAC (**Figura 6-253** e **Quadro 6-27**).

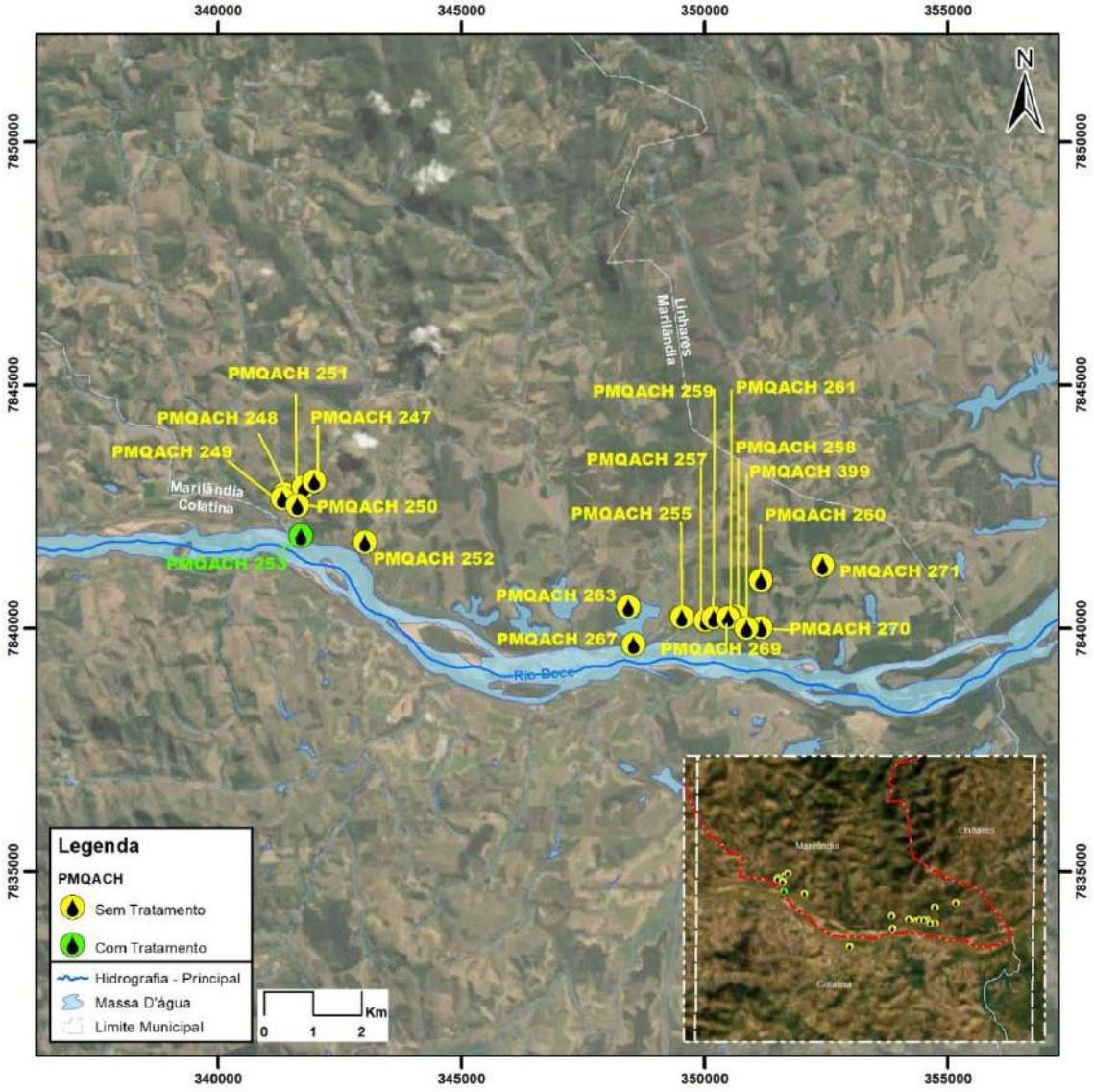
Quadro 6-27 - Características dos pontos do município de Marilândia considerados no presente relatório.

Código	Forma de abastecimento	Tipo de captação	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 247[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	30/06/2022
PMQACH 248[2)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		16/02/2022
PMQACH 249[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 250[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 251[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 255	Subterrânea	SAC	Não	Saída		
PMQACH 257	Subterrânea	SAC	Não	Saída		
PMQACH 259[1)]	Subterrânea	SAC	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 261[1)]	Subterrânea	SAC	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 269[1)]	Subterrânea	SAC	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 271[1)]	Subterrânea	SAC	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 252	Superficial	SAC	Não	Saída		
PMQACH 258[1)]	Superficial	SAC	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 260	Superficial	SAI	Não	Saída		
PMQACH 263	Superficial	SAI	Não	Saída		
PMQACH 267[1)]	Superficial	SAC	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 270[1)]	Superficial	SAC	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 399	Superficial	SAC	Não	Saída		
PMQACH 253	Superficial	SAC	Sim	Saída		

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

2) **O local só é utilizado nos finais de semana.**

Figura 6-253 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Marilândia-ES.



6.27.1 - Pontos sem tratamento

6.27.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

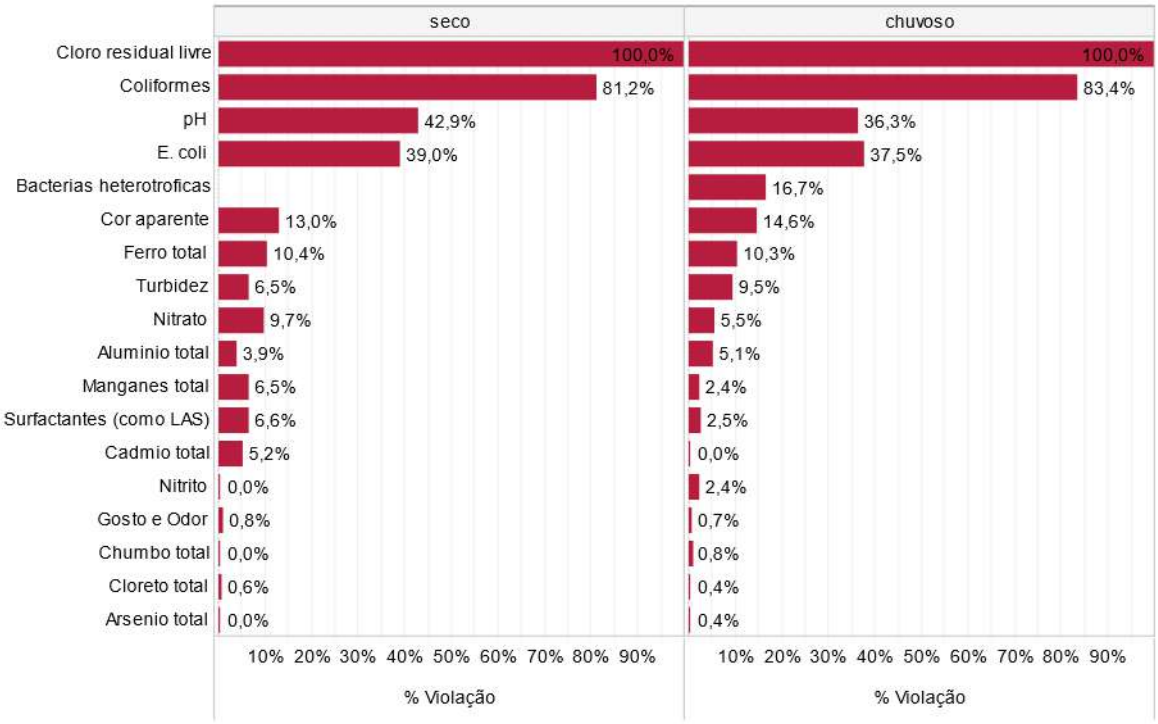
Para o município de Marilândia-ES, nos pontos sem tratamento, destacam-se quatro parâmetros, por apresentarem percentual de violação superior à 30%: cloro residual livre, coliformes, pH e *E. coli*. O cloro residual livre violou 100% dos limites legais para os dois períodos (seco e chuvoso) (**Figura 6-254**). Reforça-se, entretanto, que a partir de janeiro de 2022, com a revisão 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 do cloro residual livre pode resultar em contaminação microbiológica, o que, de fato, foi observado com os elevados percentuais de violação para coliformes (81,2% no período seco e 83,4% no período chuvoso) e *E. coli* (39% no período seco e 37,5% no período chuvoso) (**Figura 6-254)**. A contaminação por estes dois parâmetros indica o tratamento insuficiente ou ausente dos efluentes domésticos ou de criação de animais, que são levados aos corpos d'água. 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 39ª posição (de um total de 78 municípios), sendo que a 1ª posição corresponde ao município com maior percentual de esgotamento sanitário. A ausência de tratamento do esgoto sanitário em quase metade do município é um dos fatores que pode explicar a contaminação por coliformes e *E. coli*. Cabe ressaltar ainda que estes dois parâmetros foram indicados como prioritários para gestão na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021).

Os demais parâmetros apresentaram percentuais de violação abaixo 17% 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 (5,2%). Já nitrito (2,4%), chumbo total

(0,8%) e arsênio total (0,4%) violaram os limites legais apenas no período chuvoso (**Figura 6-254)**. Não foi observado um padrão sazonal evidente para os pontos sem tratamento de Marilândia.

Figura 6-254 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados nos pontos 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



Um total de 18 pontos sem tratamento foram monitorados no município de Marilândia-ES. Destes, 11 apresentam captação subterrânea (sendo 5 o tipo SAI e 6 do tipo SAC) e 7 apresentam captação superficial (2 do tipo SAI e 5 do tipo SAC).

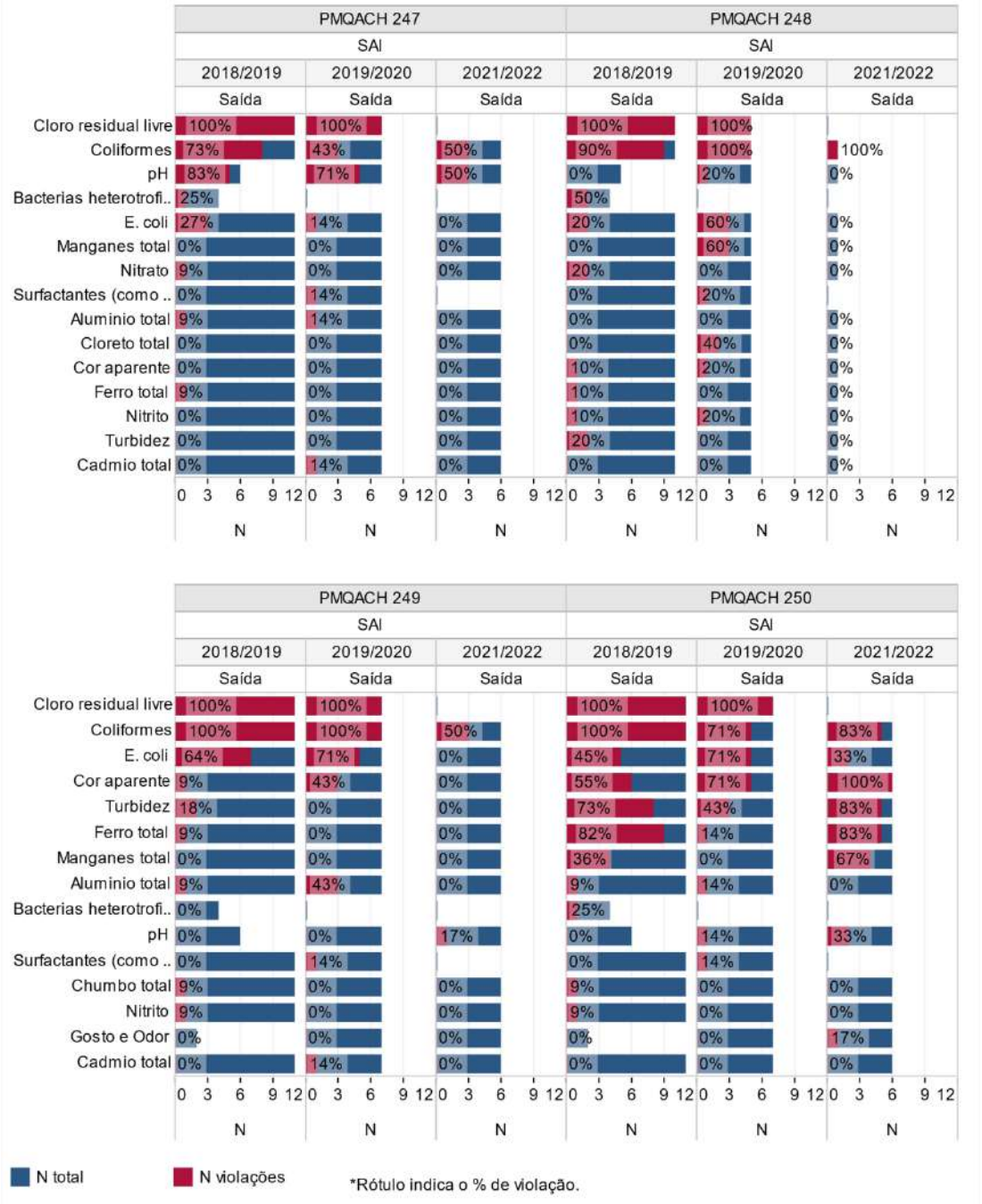
Os pontos que apresentam captação subterrânea e abastecimento tipo SAI (pontos PMQACH 247, 248, 249, 250 e 251) apresentaram elevados percentuais de violação para coliformes no ciclo de 2021/2022, variando entre 50% (3 das 6 amostras analisadas) para os pontos PMQACH 247 e PMQACH 249 e 100% (violação de 1 de 1 amostra analisada) para o ponto PMQACH 248 (**Figura 6-255**). *E. coli* apresentou baixos percentuais de violação, sendo de 33% (2 das 3 amostras analisadas em cada ponto) nos pontos PMQACH 250 e 251

(**Figura 6-255** e **Figura 6-256** respectivamente), e os demais pontos não apresentaram violação dos limites legais.

Os pontos PMQACH 247 e PMQACH 249, além de coliformes, somente apresentaram violação para pH, com percentuais de 50% (3 de 6 amostras) e 17% (1 de 6 amostras, respectivamente. O ponto PMQACH 251, além de coliformes, também apresentou violações para *E. coli* (33%, 2 de 6 amostras) e pH (83%, 5 de 6 amostras). Os demais parâmetros estiveram em conformidade com a legislação nestes pontos (**Figura 6-255**).

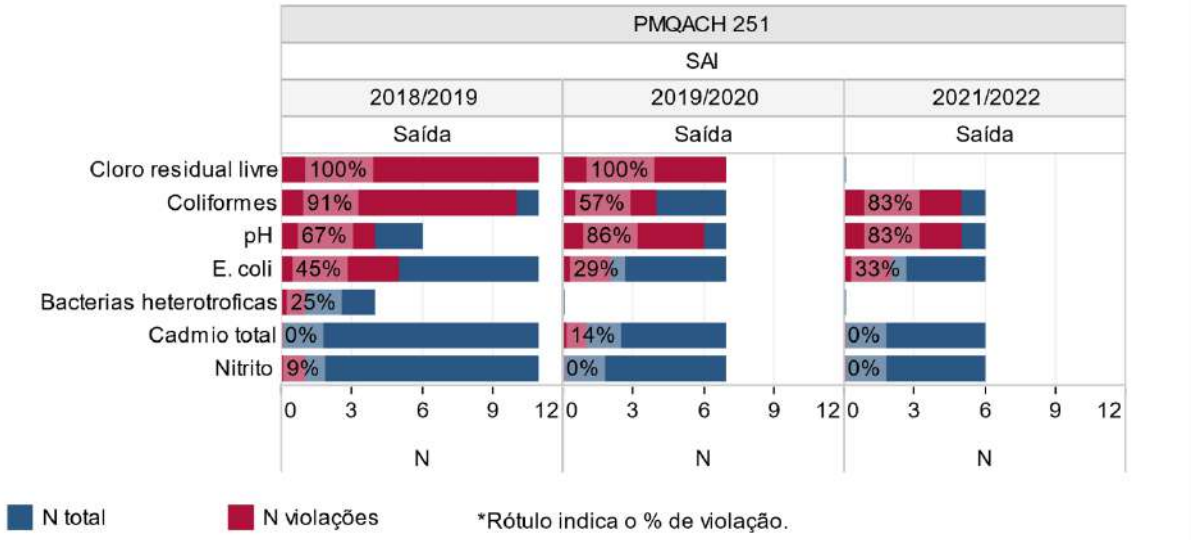
O ponto PMQACH 250, no ciclo de 2021/2022, apresentou percentuais de violação acima de 80% para cor aparente, turbidez, ferro total e manganês total, representando um aumento no percentual desconforme em relação a períodos anteriores. Destaca-se ainda os percentuais de violação de manganês total (67%, 4 de 6 amostras), pH e *E. coli* (33%, 2 de 6 amostras) e gosto e odor (17%, 1 de 6 amostras), este último registrado pela primeira vez neste ponto considerando todo o período monitorado (**Figura 6-255**).

Figura 6-255 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 247, PMQACH 248, PMQACH 249 e PMQACH 250 localizados no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 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.

Figura 6-256 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 251 localizado no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 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 de captação subterrânea e abastecimento tipo SAC (pontos PMQACH 255, 257, 259, 261, 269 e 271) apresentaram, em sua maioria, variação dos percentuais de violação para os parâmetros no último ciclo (2021/2022) comparado com o ciclo anterior (2019/2020) (**Figura 6-257** e **Figura 6-258**).

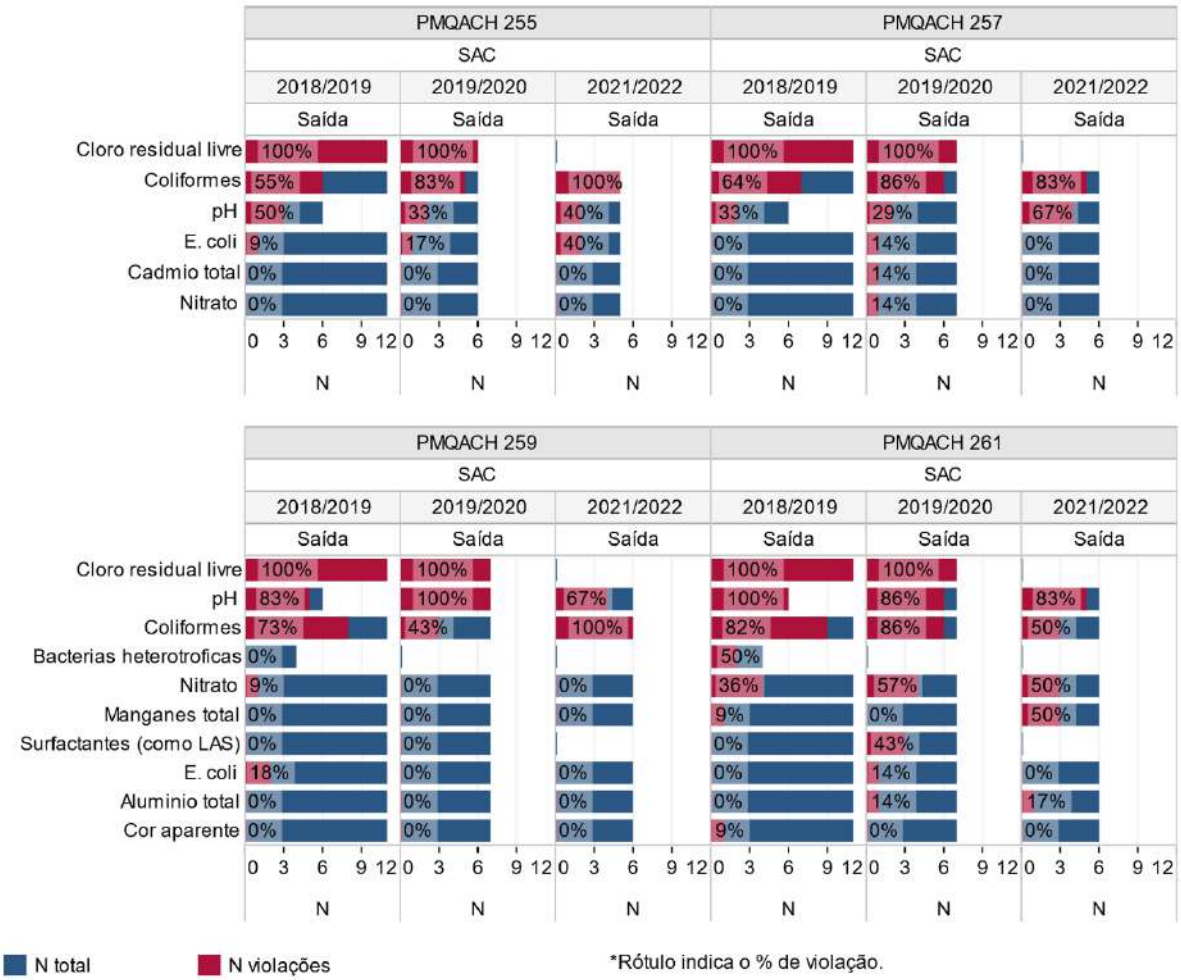
O ponto PMQACH 255 apresentou aumento do percentual de violação no último ciclo quando comparado com o ciclo anterior para coliformes (100%, violação de todas as 5 amostras analisadas), pH e *E. coli* (40%, violação de 2 das 5 amostras analisadas), sendo estas as únicas violações registradas no ciclo de 2021/2022 (**Figura 6-257**).

O ponto PMQACH 257 apresentou violação para pH (67%, 4 das 6 amostras analisadas) e coliformes (83%, 5 das 6 amostras analisadas (**Figura 6-257**), sendo estes os únicos parâmetros em desconformidade no ponto no ciclo de 2021/2022. De modo similar, o ponto PMQACH 259 apresentou violação somente para pH (67%, 4 das 6 amostras analisadas) e coliformes (100%, todas as 6 amostras analisadas). Neste ponto, os demais

parâmetros apresentaram conformidade nos dois últimos ciclos monitorados (2019/2020 e 2021/2022) (**Figura 6-257**).

O ponto PMQACH 261, embora tenha apresentado maior quantidade de parâmetros em desconformidade, apresentou redução dos percentuais de violação no último ciclo com relação ao ciclo anterior para pH (83%, violação de 5 das 6 amostras analisadas), coliformes e nitrato (50%, violação de 3 das 6 amostras analisadas) e *E. coli* (0%, violação de 0 das 6 amostras analisadas) (**Figura 6-257**). Para o manganês total e alumínio total foi observado aumento no percentual de violação no último ciclo em relação ao anterior (50%, violação de 3 das 6 amostras e 17%, 1 das 6 amostras analisadas, respectivamente). Cor aparente, nos últimos dois períodos (2019/2020 e 2021/2022) não apresentou violação dos limites legais.

Figura 6-257 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 255, PMQACH 257, PMQACH 259 e PMQACH 261, localizados no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

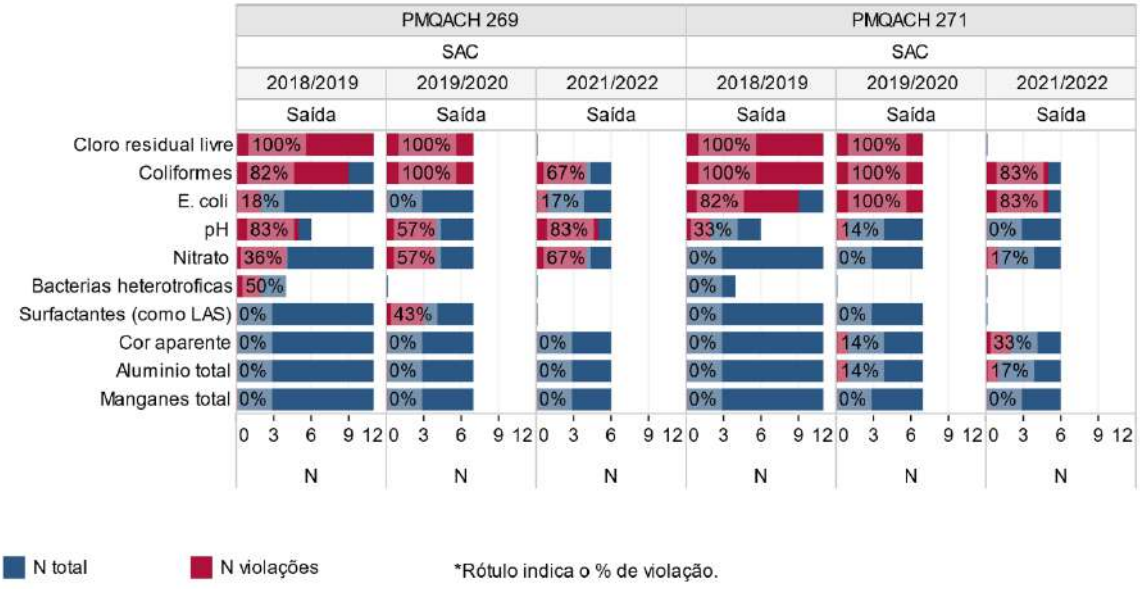


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

O ponto PMQACH 269 apresentou aumento dos percentuais de violação no último ciclo (2021/2022) quando comparado com o ciclo anterior para *E. coli* (17%, violação de 1 das 6 amostras analisadas), pH (83%, violação de 5 das 6 amostras analisadas) e nitrato (67%, violação de 4 das 6 amostras analisadas). Por outro lado, nota-se diminuição do percentual de violação para coliformes (67%, violação de 4 das 6 amostras analisadas) (**Figura 6-258**). O ponto PMQACH 271 apresentou aumento dos percentuais de violação em 2021/2022 para o

nitrato (17%, 1 das 6 amostras analisadas), cor aparente (33%, 2 das 6 amostras analisadas) e alumínio total (17%, 1 das 6 amostras analisadas). Para coliformes e *E. coli* os percentuais de violação diminuíram neste último período, quando comparado com o ciclo anterior (2019/2020) (83%, violação de 5 das 6 amostras analisadas). O parâmetro pH, que em ciclos anteriores havia apresentado desconformidade, não apresentou violação no ciclo de 2021/2022 (0%, violação de 0 das 6 amostras analisadas) (**Figura 6-258**).

Figura 6-258 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 269 e PMQACH 271, localizados no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 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 com captação superficial são separados de acordo com o tipo de abastecimento, sendo que os pontos PMQACH 252, PMQACH 258, PMQACH 267, PMQACH 270 e PMQACH 399 apresentam abastecimento tipo SAC e os pontos PMQACH 260 e PMQACH 263, abastecimento tipo SAI.

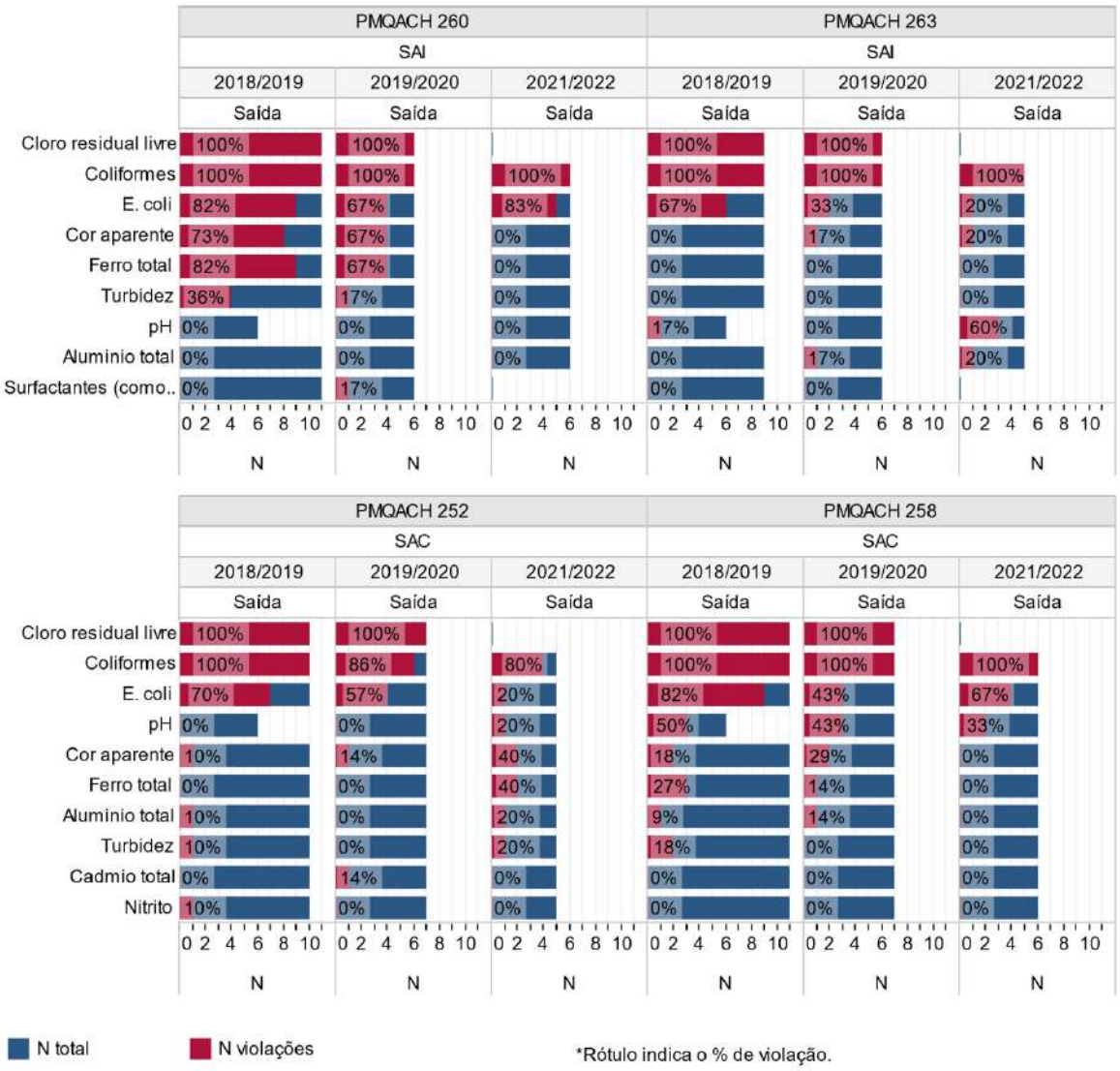
O ponto PMQACH 252 apresentou aumento no percentual de violação para o último ciclo (2021/2022) quando comparado com o ciclo anterior, para os seguintes parâmetros: pH

(20%, 1 das 5 amostras analisadas), cor e ferro total (40%, 2 das 5 amostras analisadas) e alumínio total e turbidez (20%, 1 das 5 amostras analisadas) (**Figura 6-259**). Neste ponto, em 2021/2022, observou-se diminuição no percentual de violação para coliformes (80%, 4 das 5 amostras analisadas), *E. coli* (20%, 1 das 5 amostras analisadas) e cádmio total (0%, 0 das 5 amostras analisadas). Já o nitrito se manteve em conformidade com os limites legais nos últimos dois períodos (2019/2020 e 2021/2022).

O ponto PMQACH 258 apresentou 100% de violações para coliformes em todo o período de monitoramento. *E. coli* apresentou 67% de violação no ciclo de 2021/2022 (4 de 6 amostras), um aumento quando comparado com o período anterior. O parâmetro pH apresentou 33% de violação em 2021/2022 (2 de 6 amostras), o que representa uma pequena redução em relação ao período de 2019/2020.Os parâmetros cor aparente, ferro total, alumínio total e turbidez que em períodos anteriores registram desconformidade, não apresentaram violações e 2021/2020 (**Figura 6-259**).

Os pontos com captação superficial e abastecimento tipo SAI (pontos PMQACH 260 e 263) apresentaram 100% de violação para coliformes durante todo o monitoramento (**Figura 6-259**). O ponto PMQACH 260 também apresentou violação para *E. coli* (83%, violação de 5 das 6 amostras analisadas), sendo estes os únicos parâmetros e desconformidade no ponto. No ponto PMQACH 263, além de coliformes, violaram os limites da legislação os parâmetros *E. coli*, cor aparente e alumínio total (20%, 1 de 5 amostras) e pH (60%, 3 de 5 amostras) (**Figura 6-259**).

Figura 6-259 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 260, PMQACH 263, PMQACH 252 e PMQACH 258, localizados no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



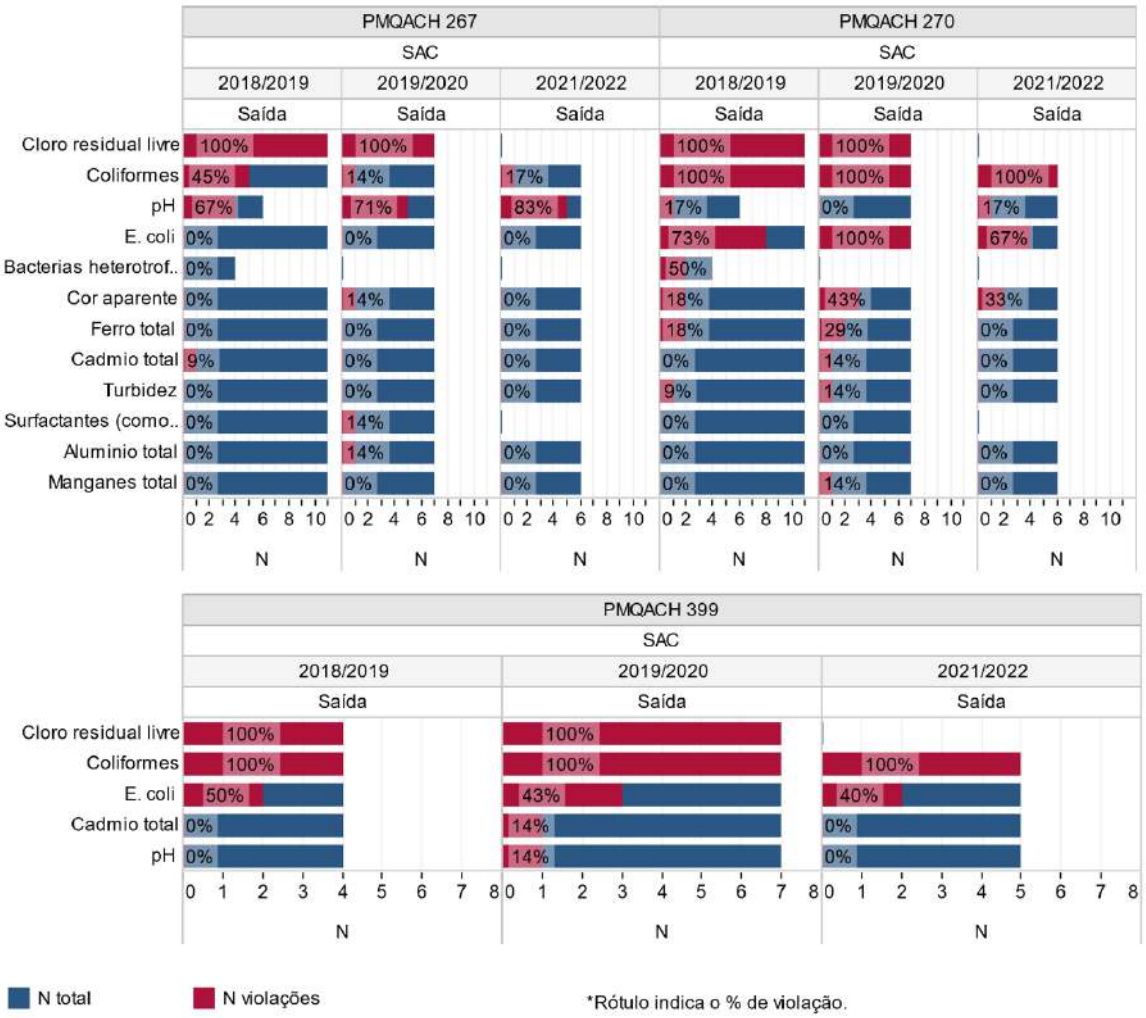
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

No ponto PMQACH 267 foi registrada violação em 2021/2022 para coliformes (17%, violação de 1 das 6 amostras analisadas) e pH (83%, violação de 5 das 6 amostras analisadas), sendo estes os púnicos parâmetros e desconformidade no período (**Figura 6-260**).

No ponto PMQACH 270 coliformes violou 100% dos limites legais durante todo o período de monitoramento. *E. coli* e cor aparente registraram pequena redução nos percentuais desconformes de 2021/2021 em relação ao período anterior, com percentuais de 67% (4 de 6 amostras) e 33% (2 de 6 amostras), respectivamente. O parâmetro pH, por outro lado, registrou aumento com 17% de violação (1 de 6 amostras). Ferro total, cádmio total, turbidez e manganês total que apresentaram violações e períodos anteriores do monitoramento, estiveram em conformidade no último ciclo de 2021/2022 (**Figura 6-260**).

Por fim, o ponto PMQACH 399 apresentou 100% de violação para coliformes durante todo o período monitorado (**Figura 6-260**). Com relação ao último ciclo (2021/2022), quando comparado com períodos anteriores, *E. coli* apresentou pequena redução no percentual de violação (40%, violação de 2 das 5 amostras analisadas). Estes foram os únicos parâmetros em desconformidade no ponto no período de 2021/2022.

Figura 6-260 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 267, PMQACH 270 e PMQACH 399, localizados no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



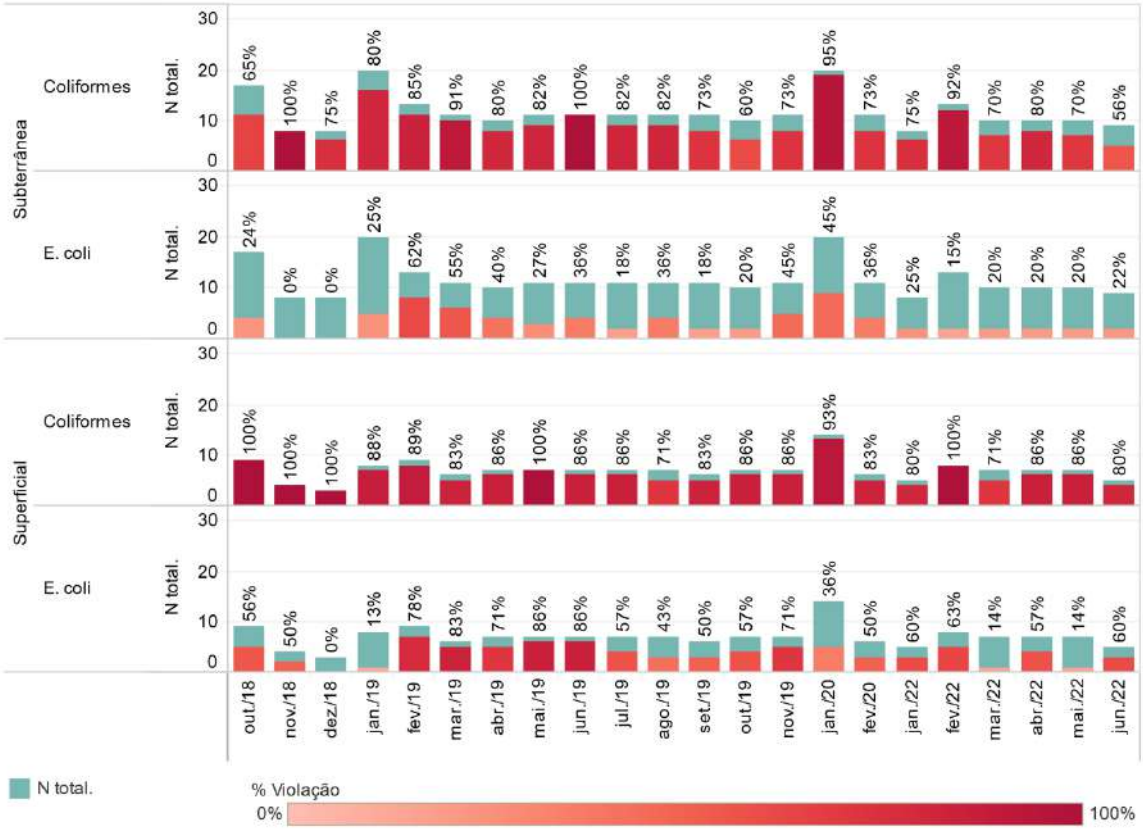
N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.27.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Temporalmente, os pontos sem tratamento e de captação subterrânea no município de Marilândia registraram a presença de coliformes em todo o período monitorado, variando entre 56 e 100% o percentual de amostras no mês que detectaram o contaminante (**Figura 6-261**). *E. coli* apresentou, para os mesmos pontos, no geral, menores percentuais de ocorrência, variando entre 0 e 62% o número de amostras no mês com a presença do contaminante, sendo 20 dos 22 meses monitorados apresentando menos de 50% de amostras com a presença de *E. coli* (**Figura 6-261**). Nestes pontos não foi possível observar padrões sazonais nítidos de variação destes dois parâmetros.

Os pontos sem tratamento e de captação superficial registraram elevados percentuais de amostras no mês com a presença de coliformes e *E. coli*. Os percentuais de amostras com coliformes no mês variaram entre 71 e 100%, sendo que 20 dos 22 meses monitorados apresentaram registros iguais ou acima de 80%. Destacam-se os meses de outubro, novembro e dezembro de 2018, maio de 2019 e fevereiro de 2022 por apresentarem 100% de amostras com coliformes. *E. coli* apresentou percentual de variação entre 0 e 86% de amostras contaminadas, sendo dezembro de 2018 o único mês em que *E. coli* não foi detectada. Nestes pontos também não foi possível observar padrões sazonais de variação de coliformes e *E.coli* (**Figura 6-261**).

Figura 6-261 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* avaliados na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Marilândia-ES.



No município de Marilândia, os pontos sem tratamento não foram avaliados em 2020/2021. Portanto, o período do relatório atual (2021/2022) foi comparado somente com os outros dois períodos anteriores (2018/2019 e 2019/2020) para estes pontos. De maneira geral, os pontos avaliados no município de Marilândia apresentaram padrão de redução das concentrações de diversos parâmetros ($p < 0,05$) (**Figura 6-262**). Ressalta-se os parâmetros cobre total, ferro total, manganês total e sólidos dissolvidos totais, que apresentaram padrão de redução das concentrações em 2021/2022 em comparação aos anos anteriores em diversos pontos ($p < 0,05$) (**Figura 6-262**). Destaca-se ainda os pontos PMQACH 247, 251, 255, 257, 258 e 260, os quais apresentaram, exclusivamente, padrões de redução. Alguns parâmetros

que chamaram atenção por apresentar um maior número de padrões de aumento no município foram bário total, dureza total, turbidez e zinco total ($p < 0,05$) (**Figura 6-262**).

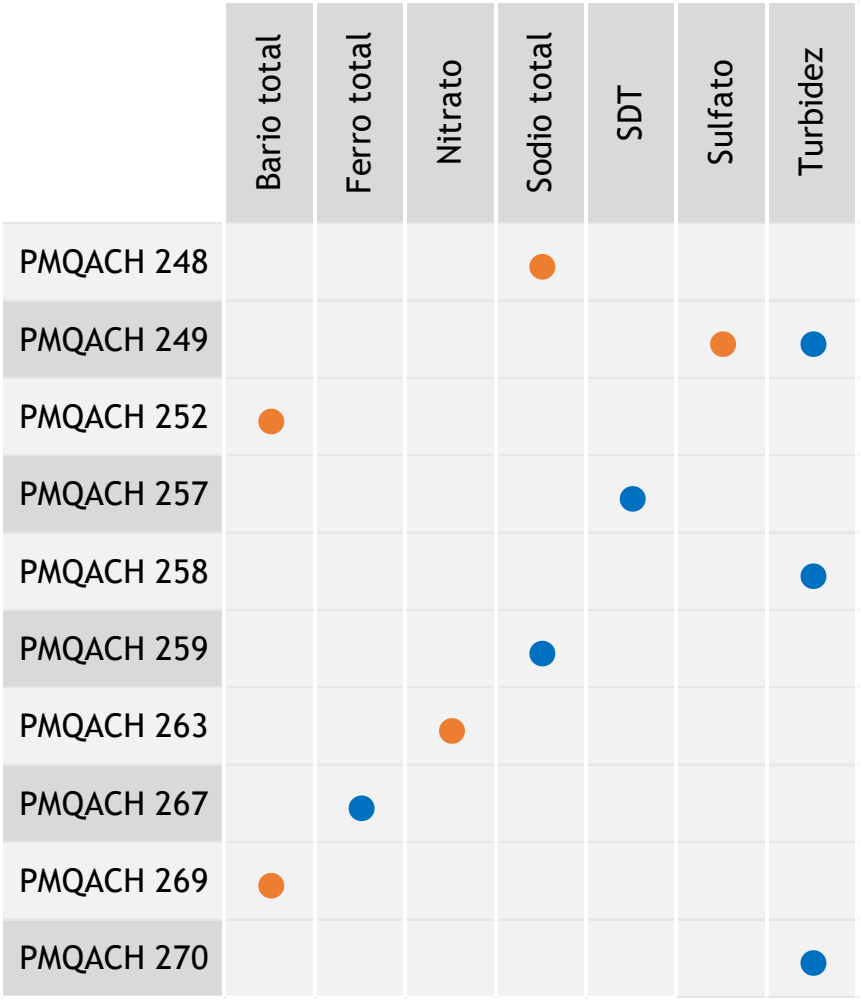
Figura 6-262 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Bario total	Cloreto total	Cobre total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 247		↓	↓	↓		—		↓	—			↓			
PMQACH 249			↓	↓				↓	↑			↓			
PMQACH 250			—	↓	↑		↑		↓						
PMQACH 251		↓	↓	↓	↓	↓		↓				↓			
PMQACH 252	—		↓	↓		—	↑	↓				↓			↑
PMQACH 255		↓		↓	—		↓	↓			↓	↓			↑
PMQACH 257				↓	—	—	↓	↓	—		↓	↓			
PMQACH 258		↓		↓		—	↓	↓				↓		↓	
PMQACH 259	↑	↑		↓		↑	↓	↓			↓	↓			
PMQACH 260		↓		↓	↓		↓	↓		↓		↓		↓	
PMQACH 261		↑		↓	—	↑	↓				↑				↑
PMQACH 263	↑		↑	↓	↑	↑	↑	—				↓		↑	
PMQACH 267		↓	↓	↓		↑		↓				↓		↑	
PMQACH 269		↑	↑	↓	—										↓
PMQACH 270				—			↓	↓	↑			↓			
PMQACH 271				—		—		—	↑			↓	↑		
PMQACH 399		↓		—								↓			

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, foram poucos os parâmetros e pontos que apresentaram resultados significativos ($p < 0,05$), não sendo possível verificar um padrão geral para o município (**Figura 6-263**). Por exemplo, as concentrações de sódio total foram superiores durante o período seco no ponto PMQACH 248, mas apresentaram-se mais elevadas durante o período chuvoso para o ponto PMQACH 259 ($p < 0,05$) (**Figura 6-263**). Ferro total e sólidos dissolvidos totais apresentaram concentrações superiores durante o período chuvoso para os pontos PMQACH 267 e PMQACH 257, respectivamente ($p < 0,05$) (**Figura 6-263**). Nitrato e sulfato apresentaram concentrações mais elevadas durante o período seco para os pontos PMQACH 263 e PMQACH 249, respectivamente ($p < 0,05$) (**Figura 6-263**). A turbidez apresentou concentrações mais elevadas durante o período chuvoso para os pontos PMQACH 249, 258 e 270 ($p < 0,05$) (**Figura 6-263**). As concentrações de bário total foram superiores no período seco para os pontos PMQACH 252 e PMQACH 269 ($p < 0,05$) (**Figura 6-263**).

Figura 6-263 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



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

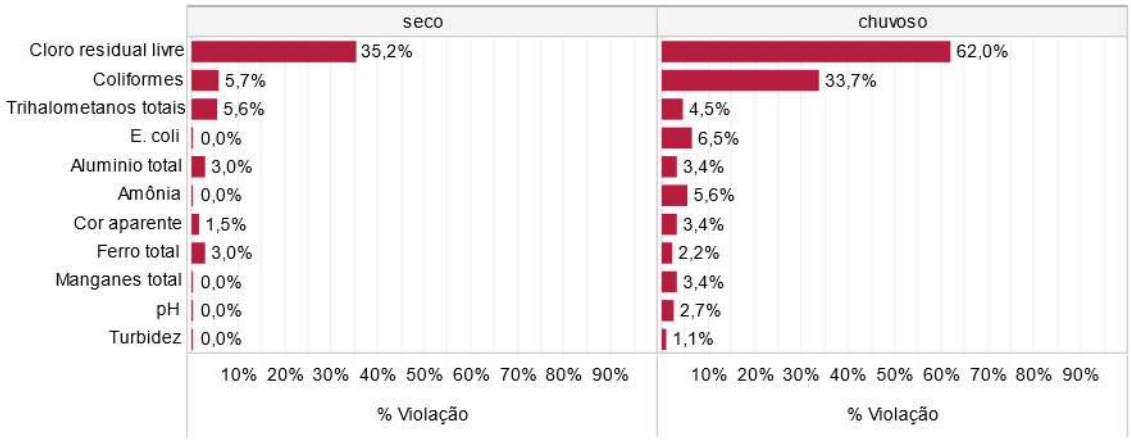
6.27.2 - Pontos com tratamento

6.27.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para o município de Marilândia-ES, no ponto com tratamento, destacam-se o cloro residual livre e os 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 no Anexo XX da PRC n° 5/2017 para o parâmetro, devido à adição insuficiente de cloro na água durante o tratamento. 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 (**Figura 6-264**). O município possui 57,8% do esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2010), porém, é importante ressaltar que a taxa de esgotamento não reflete sua eficiência. Quando o tratamento não é eficiente, o corpo hídrico está sujeito à contaminação causada pelo despejo de efluentes domésticos não tratados ou oriundos da criação de animais. Ademais, em períodos de maior pluviosidade, ocorre um maior carreamento de matéria e substâncias para os corpos d'água, o que leva a uma maior concentração e aumento no percentual de violação de alguns parâmetros. Como exemplo, *E. coli*, amônia, manganês total, pH e turbidez, violaram os limites legais somente no período chuvoso (**Figura 6-264**).

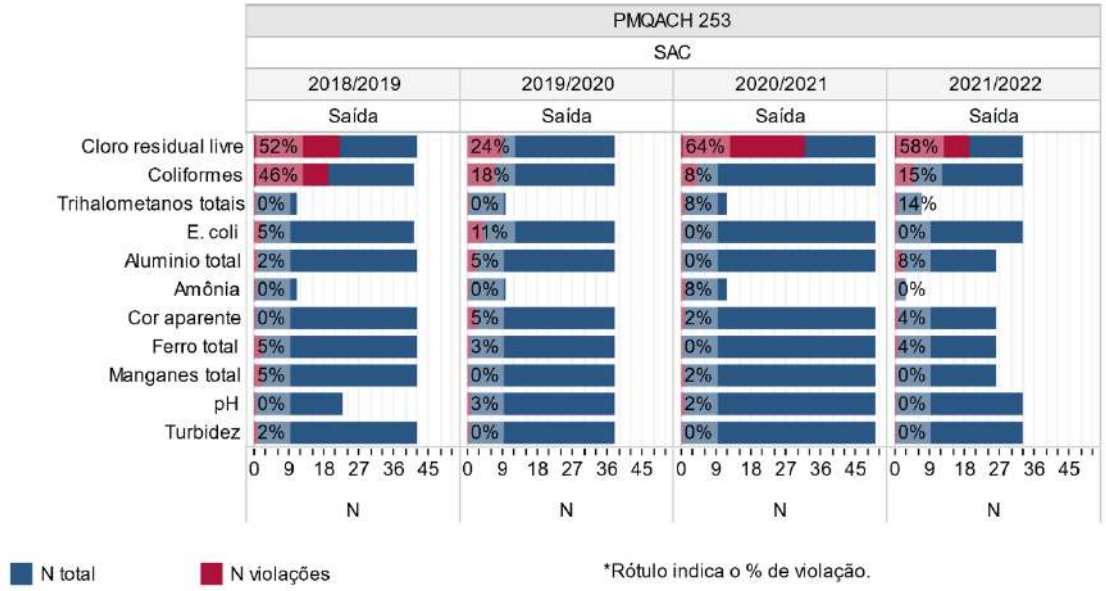
Com exceção do cloro residual livre e coliformes, os demais parâmetros apresentaram violação abaixo de 7% (**Figura 6-264).**

Figura 6-264 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



O ponto PMQACH 253, apresenta abastecimento tipo SAC, captação superficial e monitoramento somente na saída. No último ciclo (2021/2022), seis parâmetros violaram os limites legais, sendo o cloro residual livre com violação de 58% (19 das 33 amostras analisadas), coliformes com 15% (5 das 33 amostras analisadas), trihalometanos totais com 14% (1 das 7 amostras analisadas), alumínio total com 8% (2 das 26 amostras analisadas), cor aparente com 4% (1 das 26 amostras analisadas) e ferro total com 4% (1 das 26 amostras analisadas). No geral, os parâmetros apresentaram percentuais similares ao longo do monitoramento. Destacam-se trihalometanos totais e alumínio total, que apresentaram os mais elevados percentuais de violação do monitoramento no último ciclo (**Figura 6-265**).

Figura 6-265 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 253 localizado no município de Marilândia-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

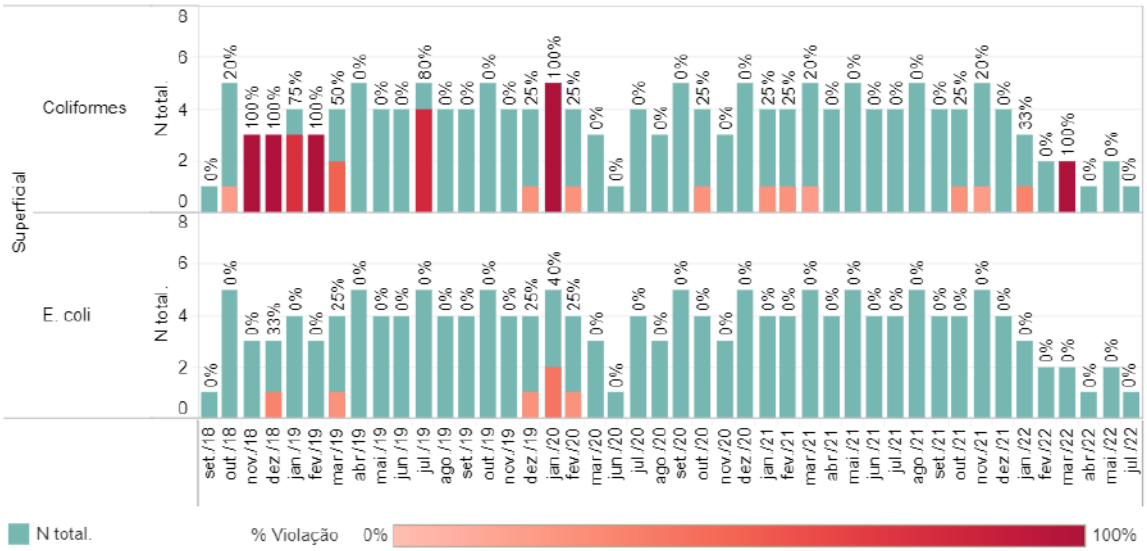


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.27.2.2 - Avaliação temporal e sazonal

No ponto PMQACH 253 a presença de coliformes e *E. coli* ocorreu de forma pontual. Coliformes foi registrado em 18 dos 44 meses monitorados, com percentuais variando entre 20 e 100% das amostras do mês com a presença do microrganismo. A presença de *E. coli* foi registrada em 5 dos 44 meses monitorados, com percentuais variando entre 25 e 40%. 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 chuvoso (**Figura 6-266**).

Figura 6-266 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída do ponto com tratamento, localizado no município de Marilândia-ES.



Demais parâmetros analisados no ponto PMQACH 253 não apresentaram padrões de variação claros de aumento ou redução no período de 2021/2022. Isso ocorreu para os parâmetros alumínio total, cor aparente, ferro total, manganês total, pH, sódio total e zinco total (**Figura 6-267**). As concentrações de bário total, cloreto total e turbidez, por outro lado, apresentaram concentrações mais elevadas em 2021/2022 quando comparado aos anos anteriores ($p < 0,05$) (**Figura 6-267**). Cobre total e nitrato, por sua vez, apresentaram padrão de redução das concentrações em 2021/2022 em comparação aos anos anteriores ($p < 0,05$) (**Figura 6-267**).

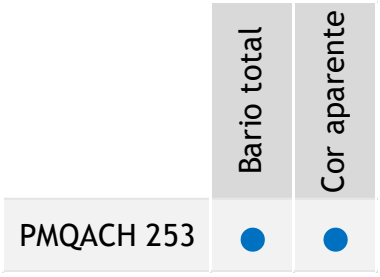
Figura 6-267 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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 e cor aparente apresentaram padrões significativos, sendo que as concentrações foram mais elevadas durante o período chuvoso no ponto PMQACH 253 ($p < 0,05$) **(Figura 6-268)**.

Figura 6-268 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



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

6.28 - Linhares

No município de Linhares-ES, foram considerados 42 (quarenta e dois) pontos ativos. Destes, 4 possuem tratamento e são do tipo Sistemas de Abastecimento de Água (SAA). Os demais não possuem tratamento, sendo 4 do tipo Soluções Alternativas Coletivas (SAC) e 34 do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI) (**Figura 6-269** e **Quadro 6-28**). A partir de janeiro/2022, após a 1ª Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtração.

Quadro 6-28 - Características dos pontos do município de Linhares considerados no presente relatório.

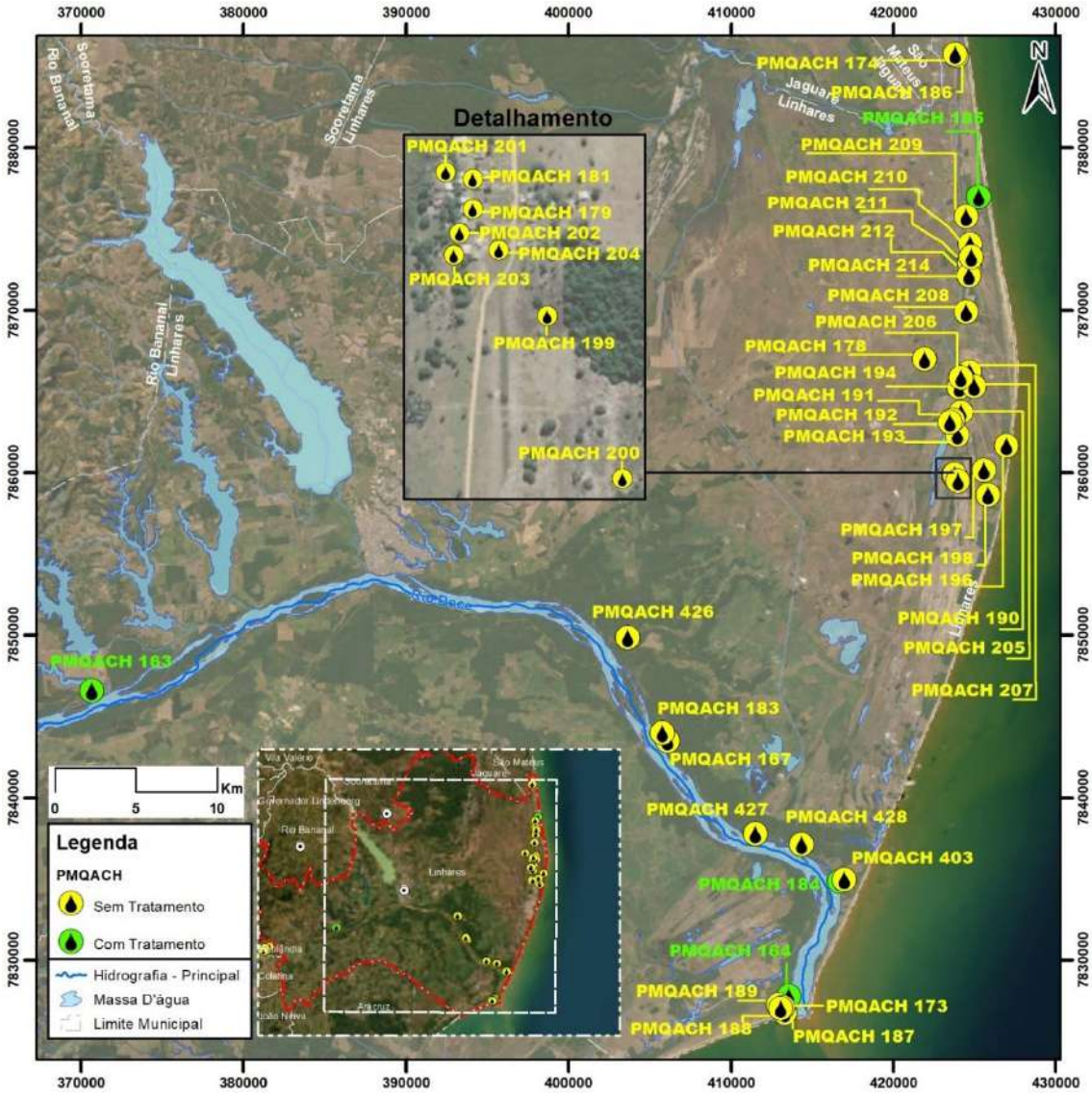
Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 167[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	30/06/2022
PMQACH 173	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 174	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 178	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 179	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 181	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 183	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 186	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 187[1)]	Subterrânea	SAC	Não	Saída		30/06/2022
PMQACH 188	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 189	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 190	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 191	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 192	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 193	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 194	Subterrânea	SAC	Não	Saída		
PMQACH 196	Superficial	SAI	Não	Saída		
PMQACH 197	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 198	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 199	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 200	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 201	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 202	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 203	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 204	Subterrânea	SAI	Não	Saída		

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 205	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 206	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 207	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 208	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 209	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 210[2)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		24/03/2022
PMQACH 211	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 212	Subterrânea	SAC	Não	Saída		
PMQACH 214	Subterrânea	SAC	Não	Saída		
PMQACH 403	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 426	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 427	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 428	Subterrânea	SAI	Não	Saída		
PMQACH 163	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 164	Subterrânea	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 396/2008 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 184	Subterrânea	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		
PMQACH 185	Subterrânea	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		

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

2) Local abandonado.

Figura 6-269 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Linhares-ES.



6.28.1 - Pontos sem tratamento

6.28.1.1 - 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 50% de violação para os períodos seco e chuvoso (**Figura 6-270**). Cloro residual apresentou 100% de violação no período seco e 98,3% 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 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.

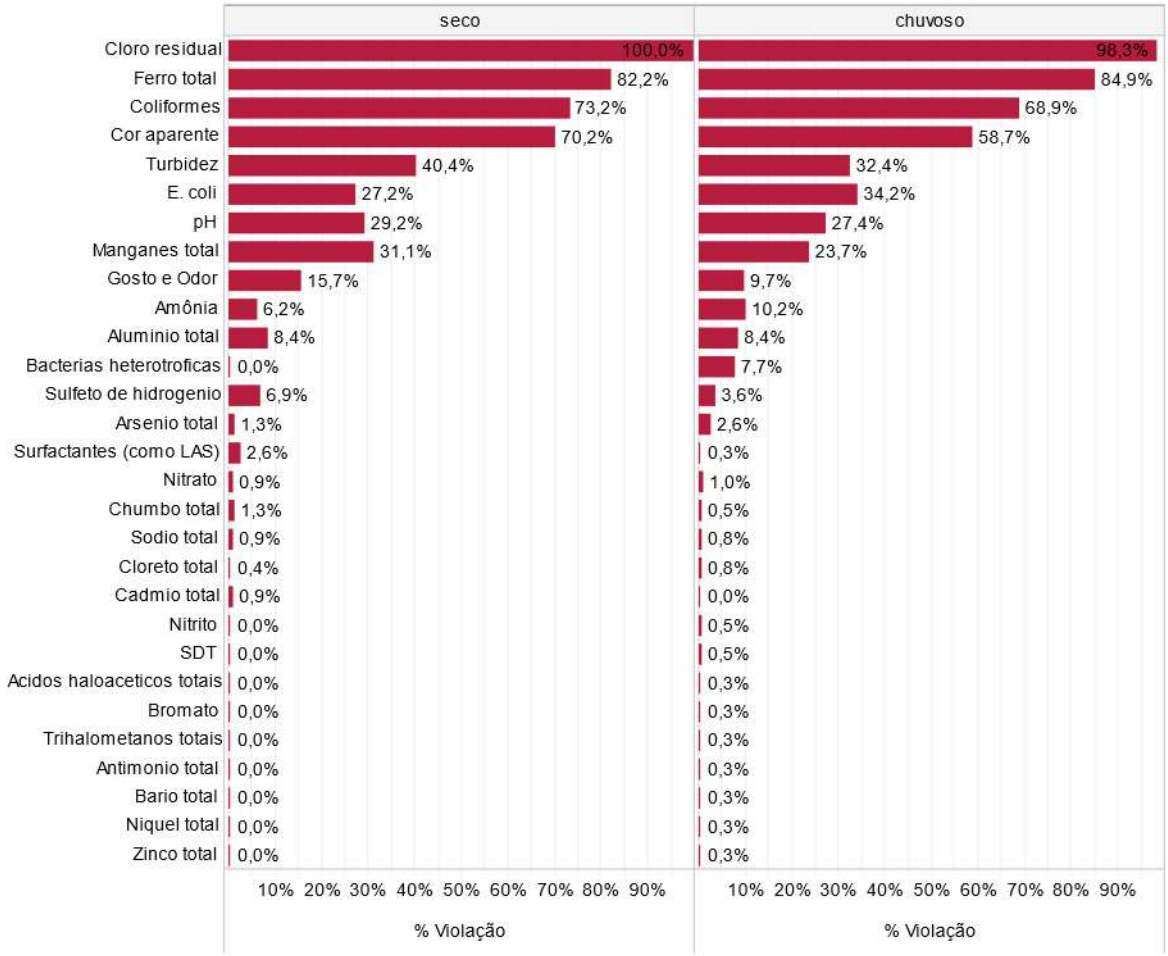
A ausência de adição de cloro nos pontos sem tratamento e, consequentemente, as baixas concentrações observadas, ajudam a explicar a contaminação por coliformes (73,2% de violação no período seco e 68,9% no período chuvoso) e *E. coli* (27,2% de violação no período seco e 34,2% no período chuvoso) (**Figura 6-270**). Estes parâmetros indicam relação de contaminação fecal por esgoto não tratado doméstico ou da criação de animais. De acordo com o IBGE (2010), 66,7% do município de Linhares possui esgotamento sanitário. Comparando-o com os municípios do Espírito Santo (total de 78 municípios), Linhares ocupa a 25ª posição entre os municípios com maior taxa de esgotamento sanitário adequado, sendo que a 1ª posição corresponde ao município com maior taxa de esgotamento sanitário adequado do estado. 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 82,2% de violação no período seco e 84,9% 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 6-270)**.

Dstacam-se por ter apresentado violações somente no período chuvoso os parâmetros bactérias hererotróficas (7,7%), nitrito (0,5%), SDT (0,5%), ácidos haloacéticos totais (0,3%), bromato (0,3%), trihalometanos totais (0,3%), antimônio total (0,3%), bário total (0,3%), níquel total (0,3%) e zinco total (0,3%) violaram os limites legais somente no período chuvoso. Cádmio total violou o limite legal somente no período seco (0,9% de violação) (**Figura 6-270**).

Figura 6-270 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



Um total de 38 pontos sem tratamento de água foram monitorados. Destes, 37 possuem captação subterrânea e 1 possui captação superficial. Entre os pontos com captação subterrânea, 33 possuem abastecimento tipo SAI, 4 possuem abastecimento tipo SAC.

Com relação aos pontos com abastecimento tipo SAI, os pontos PMQACH 167, 173, 174 e 178 apresentaram elevados percentuais de violação no último ciclo para ferro total (100% para todos os pontos) e cor aparente (violações acima de 80% para todos os pontos) (**Figura 6-271**). *E. coli* apresentou baixos percentuais de violação nos 4 pontos, variando entre 0 e 20% de violação.

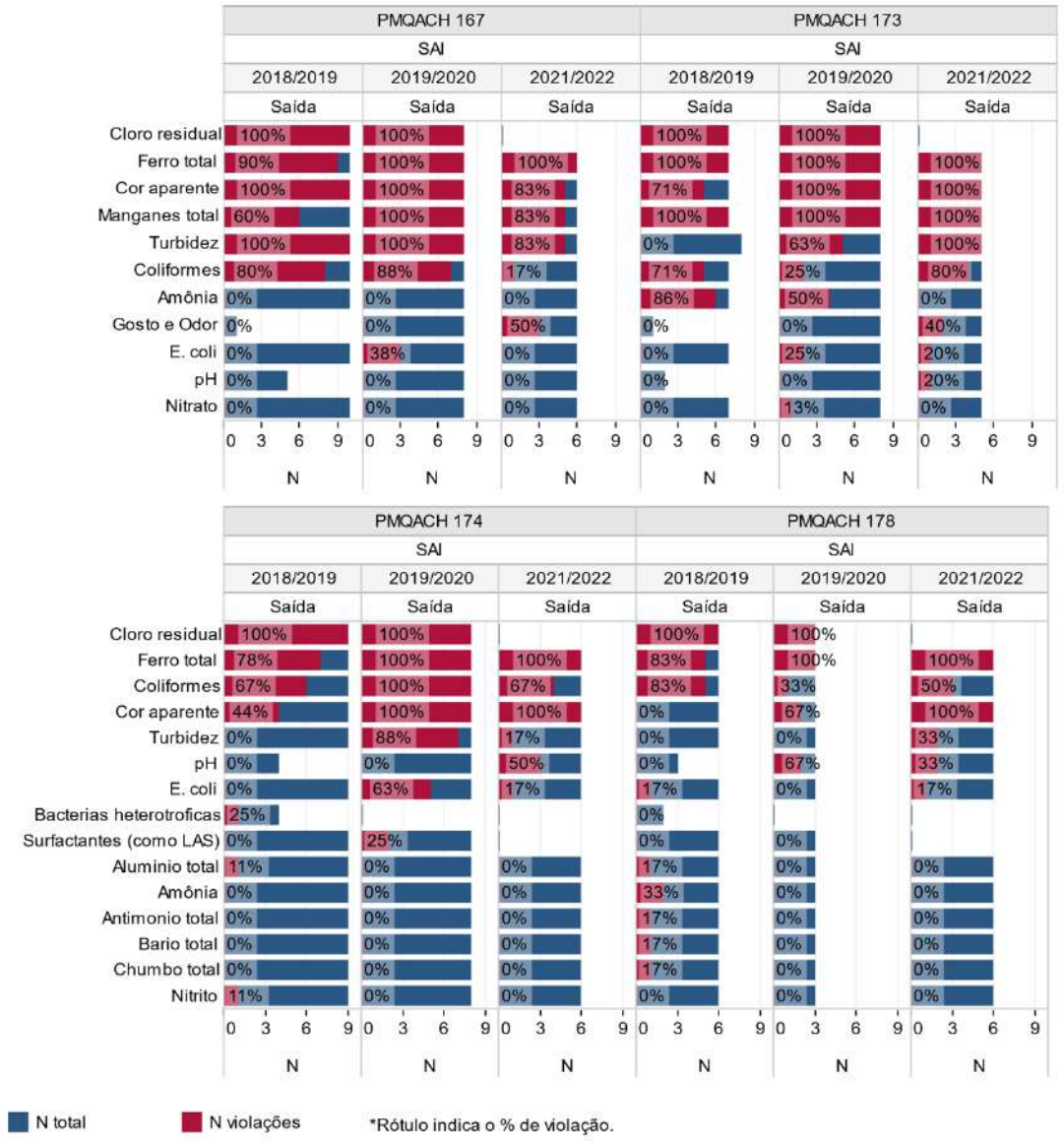
No ponto PMQACH 167 cor aparente, manganês total e turbidez apresentaram elevado percentual de violação (83%, 5 de 6 amostras). Coliformes apresentou 17% de violação em 2021/2022 (1 de 6 amostras), uma redução em relação a períodos anteriores e gosto e odor apresentou desconformidade pela primeira vez no monitoramento, registrando 50% de violação em 2021/2022 (3 de 6 amostras) (**Figura 6-271**).

No ponto PMQACH 173, ferro total, cor aparente, manganês total e turbidez apresentaram em 2021/2022 desconformidade em todas as amostras do período (100%, todas as 5 amostras), repetindo os elevados percentuais registrados também em anos anteriores. Gosto e odor e pH registraram violações pela primeira vez neste ponto em 2021/2022 (40% e 20%, respectivamente (**Figura 6-271**).

No ponto PMQACH 174, destaca-se ainda redução no percentual de violação para turbidez e *E coli* em 2021/2022 (10%, 1 de 6 amostras) em relação ao período anterior. Por outro lado, houve aumento no percentual de violação para pH (50%, 3 de 6 amostras) e coliformes (67%, 4 de 6 amostras) em 2021/2022 quando comparado com o ano anterior (**Figura 6-271**).

O ponto PMQACH 178 registrou ainda aumento no percentual de violação para coliformes (50%, 3 de 6 amostras), turbidez (33%, 2 de 6 amostras) e *E. co*li (17%, 1 de 6 amostras) (**Figura 6-271**).

Figura 6-271 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 167, PMQACH 173, PMQACH 174 e PMQACH 178 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

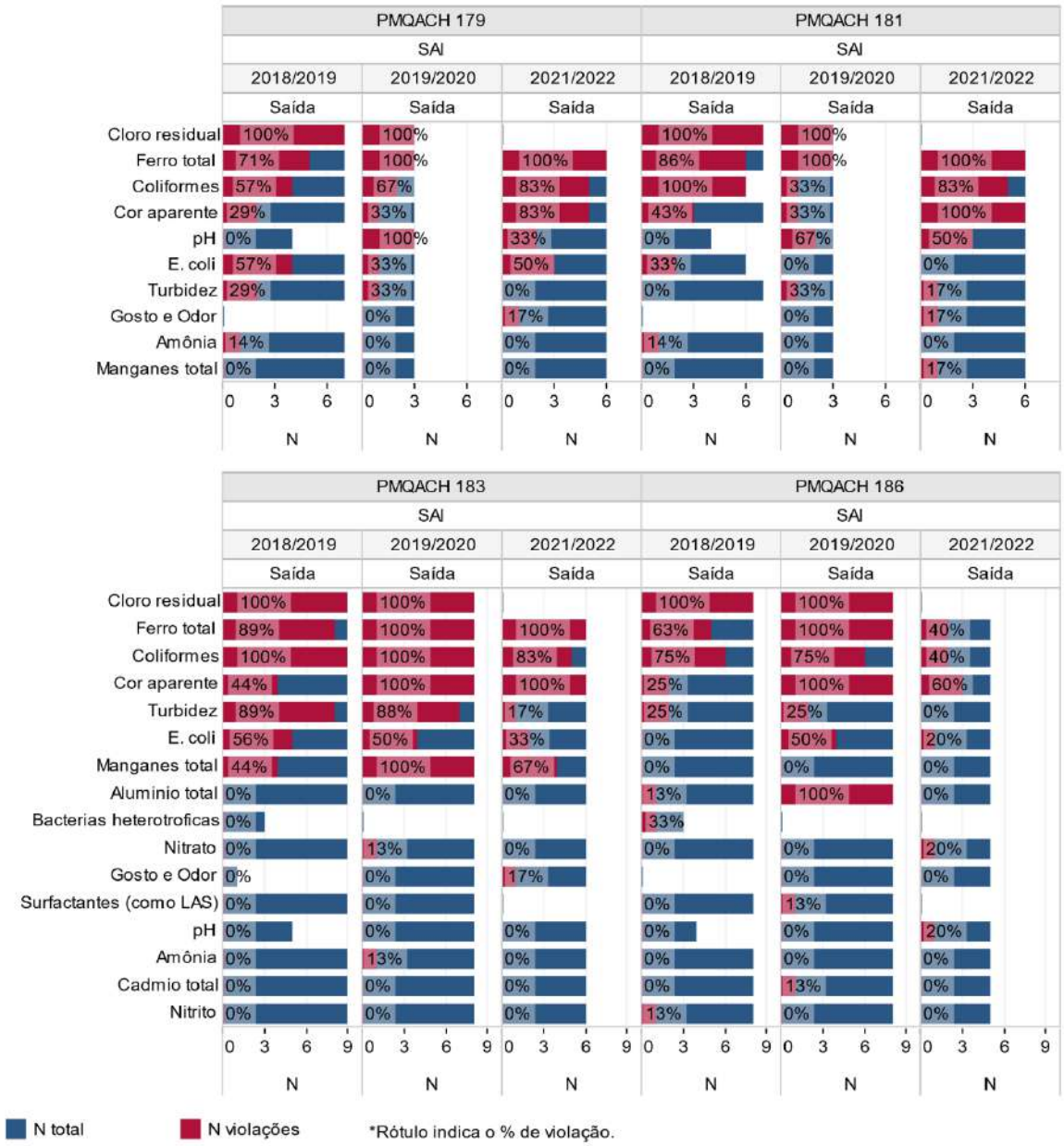


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Nos pontos PMQACH 179, 181, 183 e 186, também de captação subterrânea e abastecimento tipo SAI, no último ciclo monitorado (2021/2022), destacam-se o ferro total, e cor aparente. O ferro total, por exemplo, apresentou 100% de violação nos pontos PMQACH

179, 181 e 183, e 40% no ponto PMQACH 186. A cor teve percentuais de violação iguais ou acima de 60% para todos os pontos (**Figura 6-272**). *E. coli* apresentou, no geral, baixos percentuais de violação, não ultrapassando 50% de violação nas amostras analisadas. Turbidez também apresentou baixos percentuais de violação, variando entre 0 e 17% entre estes pontos. Coliformes registrou percentuais elevados de violação em todos os pontos (acima de 80%), exceto no ponto PMQACH 186 que registrou 40% de violação em 2021/2022 – uma redução neste percentual de violação com relação aos ciclos anteriores (**Figura 6-272**). Gosto e odor foi registrado pela primeira vez nos pontos PMQACH 179, PMQACH 181 e PMQACH 183, com violação pontual de 17% (1 de 6 amostras) (**Figura 6-272**).

Figura 6-272 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 179, PMQACH 181, PMQACH 183 e PMQACH 186 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



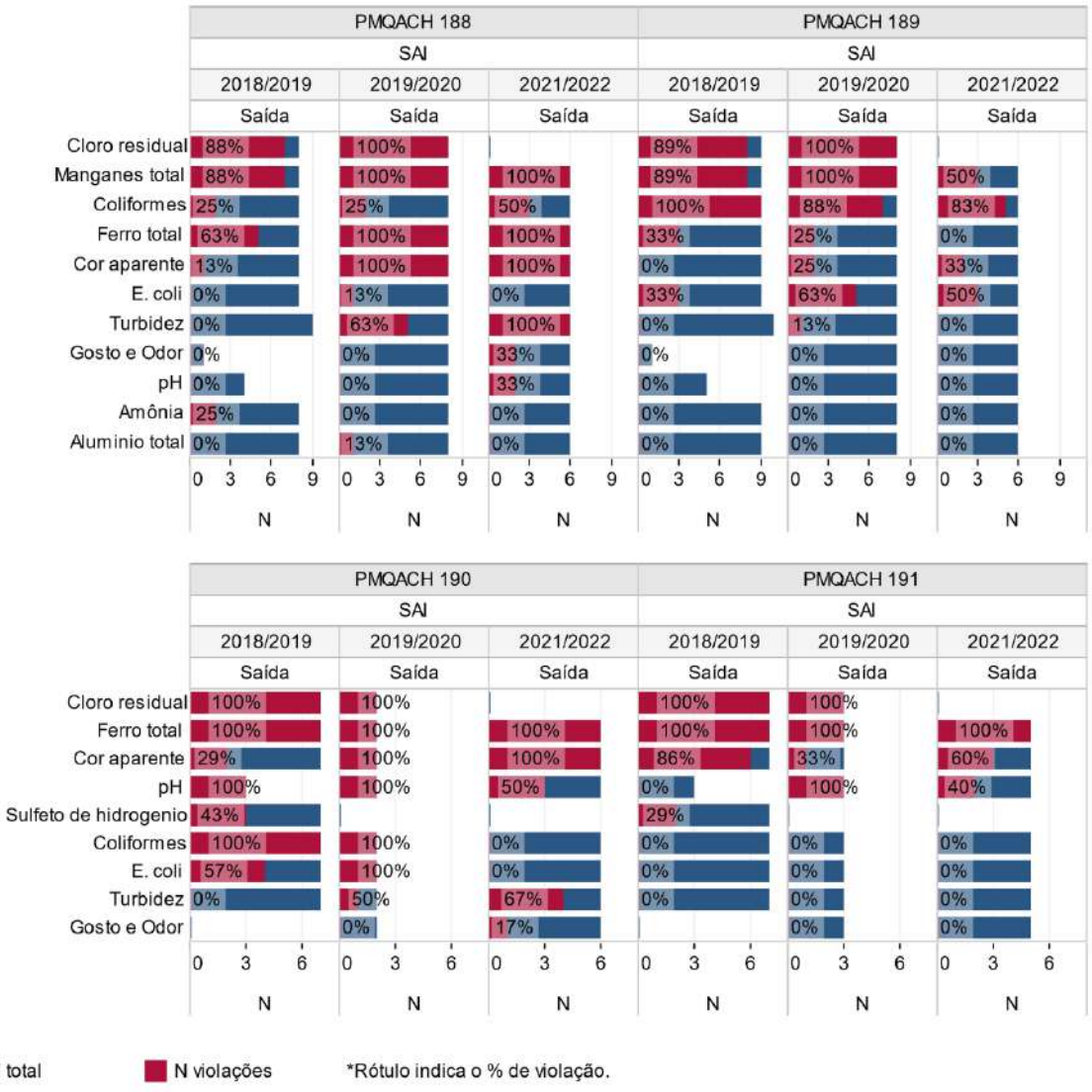
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos PMQACH 188, 189, 190 e 191 possuem captação subterrânea e abastecimento tipo SAI. Nestes pontos também se destacaram o ferro total, a cor aparente e os coliformes (**Figura 6-273**).

No ciclo de 2021/2022, nos pontos PMQACH 188, 190 e 191, o ferro total apresentou 100% de violação, enquanto no ponto PMQACH 189, este parâmetro apresentou conformidade. A cor aparente, por sua vez apresentou 100% de violação em PMQACH 188 e 190, e 33% de violação em PMQACH 189 e 191 (**Figura 6-273**).

Ainda, no ponto PMQACH 188, manganês total e turbidez também violaram os limites permitidos em todas as amostras coletadas em 2021/2022 (100%, 2 amostras). Gosto e odor e pH apresentaram desconformidade no ponto pela primeira vez em 2021/2022 (33%, 2 de 6 amostras) (**Figura 6-273**).

Figura 6-273 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 188, PMQACH 189, PMQACH 190 e PMQACH 191 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

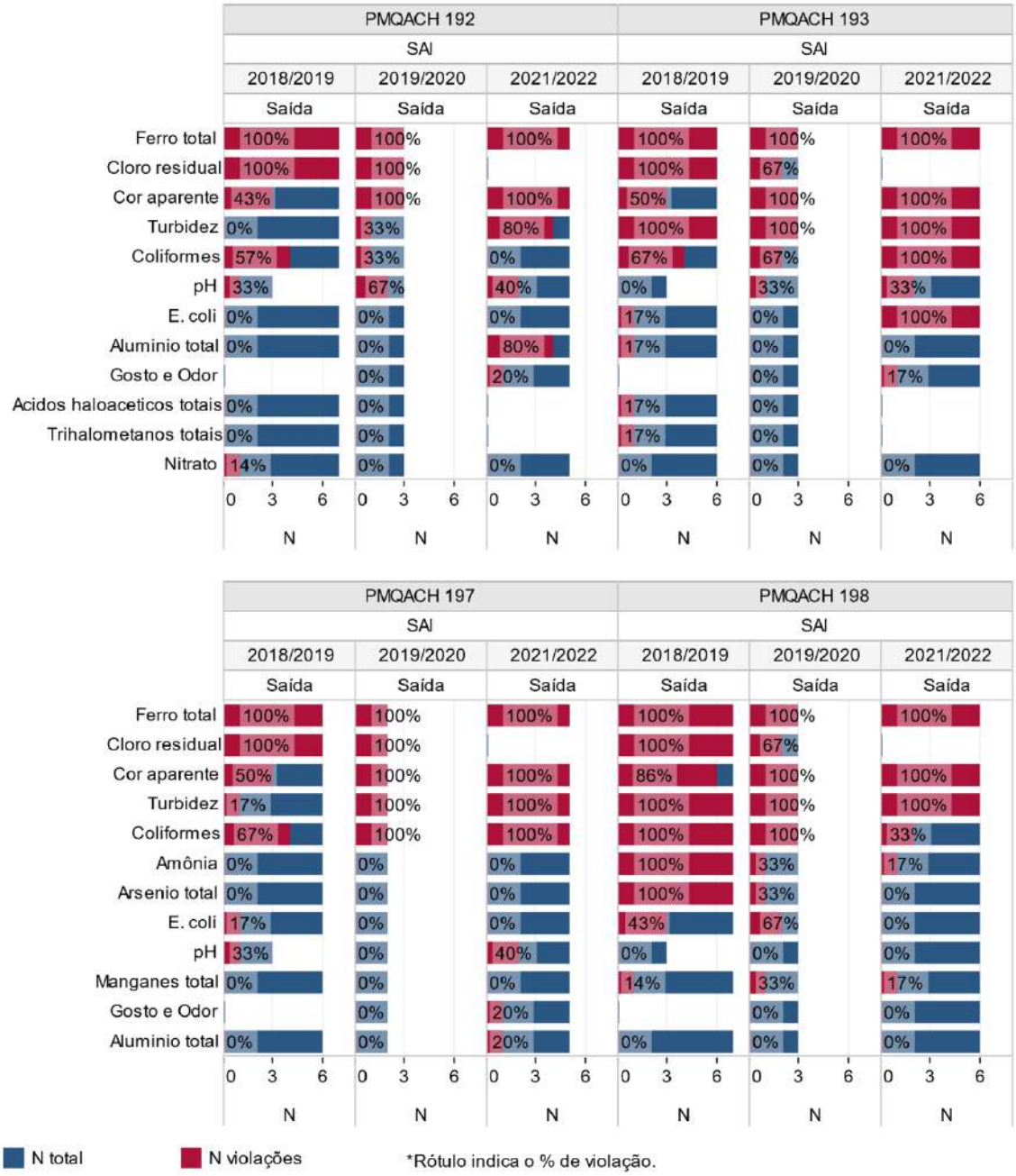


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Os pontos PMQACH 192, 193, 197 e 198, com captação subterrânea e abastecimento tipo SAI, apresentaram 100% de violação para ferro total e cor aparente no último ciclo monitorado (2021/2022). Em 2021/2022, os coliformes foram observados em um maior número de amostras, registrando aumento do percentual de violação nos pontos PMQACH 193 (100% de violação) e PMQACH 197 (100% de violação). Por outro lado, foi possível observar a diminuição do percentual de violação de coliformes nos pontos PMQACH 192 (0% de violação – ausentes em todas as amostras) e PMQACH 198 (33% de violação) (**Figura 6-274**). A turbidez apresentou percentuais de violação acima ou igual a 80% para todos 4 pontos no último ciclo. *E. coli*, no geral, não violou o limite legal no último ciclo, com exceção do ponto PMQACH 193, onde *E. coli* teve violação de 100% (**Figura 6-274**).

Importante ressaltar ainda o aumento do percentual de violação do alumínio total no ponto PMQACH 192 (80%) e PMQACH 197 (20%) no último período analisado (2021/2022) (**Figura 6-274**). No ponto PMQACH 198, a amônia teve redução progressiva dos percentuais de violação ao longo do período analisado (chegando a 17% em 2021/2022) (**Figura 6-274**).

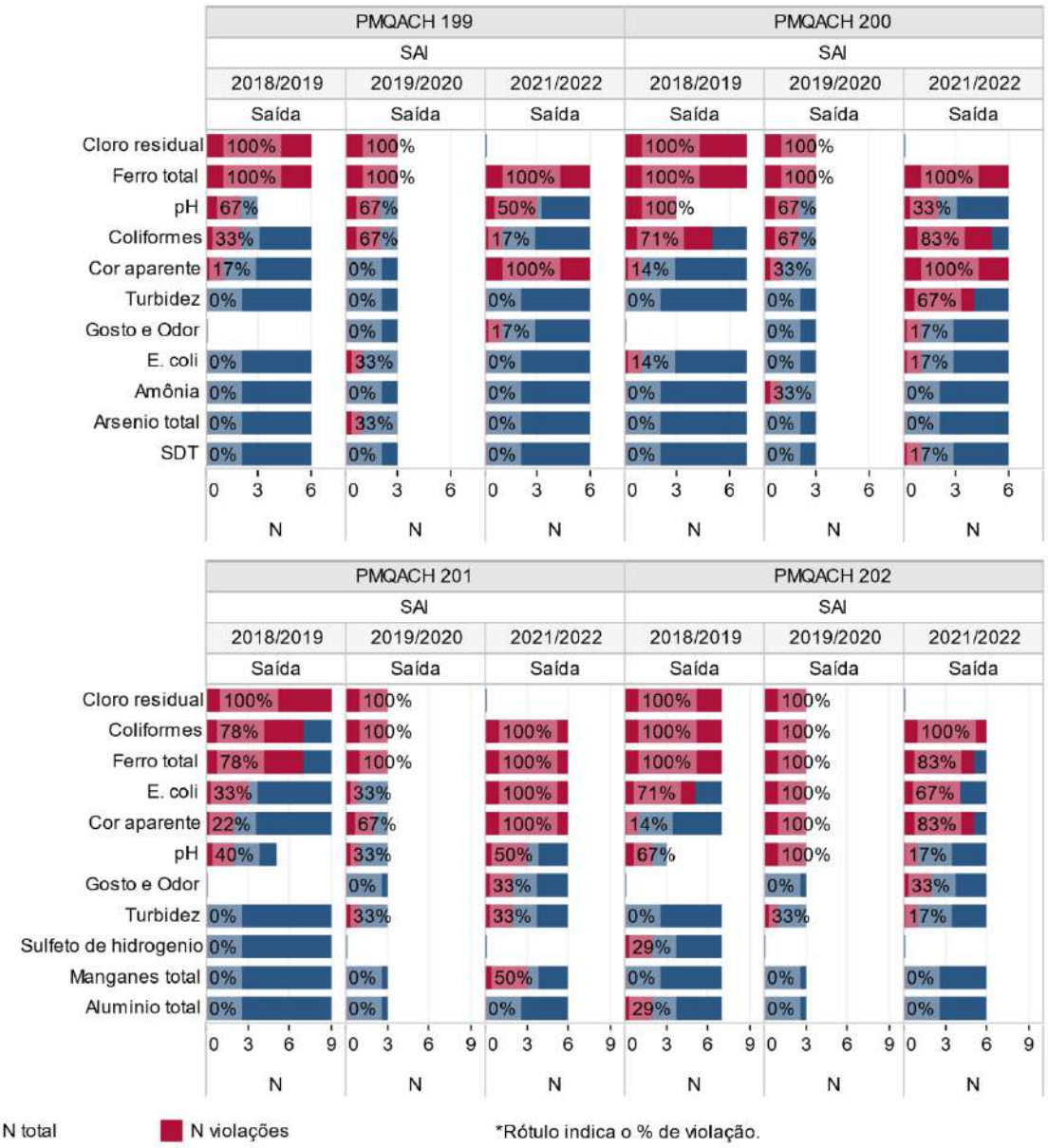
Figura 6-274 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 192, PMQACH 193, PMQACH 197 e PMQACH 198 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



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 199, 200, 201 e 202, com captação subterrânea e abastecimento tipo SAI, apresentaram percentuais de violação acima de 80% no último ciclo (2021/2022) para ferro total e cor aparente (**Figura 6-275**). Coliformes, na maioria dos pontos, apresentou elevados percentuais de violação (acima de 80%) no último período analisado, exceto no ponto PMQACH 199, onde teve apenas 17% de violação. *E. coli* apresentou grande variação nos percentuais de violação nos pontos analisados: em PMQACH 199 não houve violação do limite legal (0% de violação) e no ponto PMQACH observou-se 100% de violação aos limites legais (**Figura 6-275**).

Figura 6-275 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 199, PMQACH 200, PMQACH 201 e PMQACH 202 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

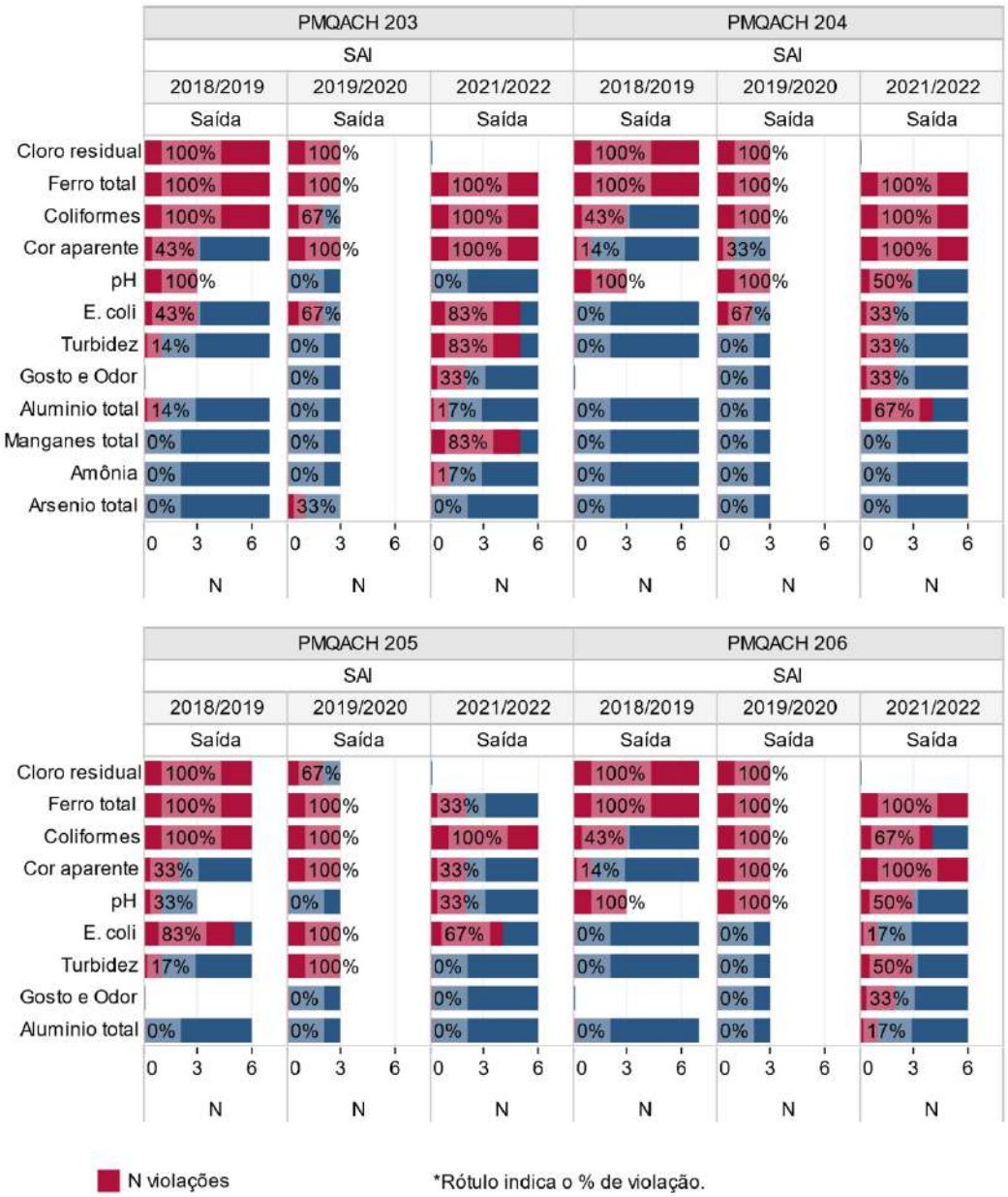


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Nos pontos PMQACH 203, 204, 205 coliformes apresentou desconformidade em todas as amostras do ciclo de 2021, e no ponto PMQACH 206, 67% de violação neste mesmo período (**Figura 6-276**). Ferro total e cor aparente tiveram 100% de violação, com exceção ao ponto PMQACH 205, que apresentou 33% de violação para ambos os parâmetros. *E. coli* registrou aumento no percentual de violação no último ciclo (2021/2022) para os pontos PMQACH 203 (83%) e PMQACH 206 (17%) e sofreu diminuição nos pontos PMQACH 204 (33%) e PMQACH 205 (67%) (**Figura 6-276**).

Gosto e odor apresentou desconformidade com a legislação pela primeira vez em 2021/2022 nos pontos PMQACH 203, 204 e 206, registrando 33% de violação nestes pontos.

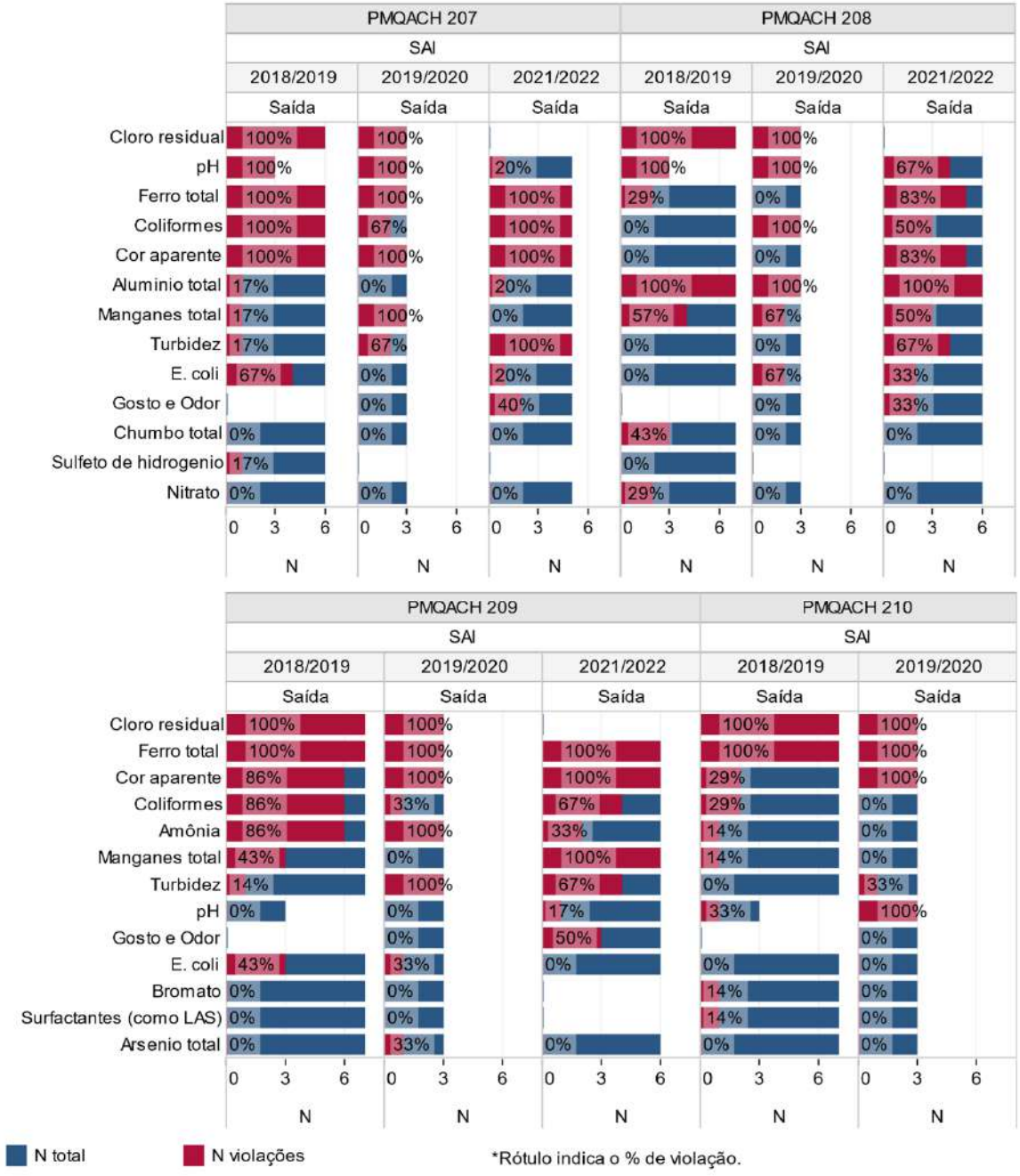
Figura 6-276 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 203, PMQACH 204, PMQACH 205 e PMQACH 206 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



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 207, 208 e 209 apresentaram baixos percentuais de violação para *E. coli*, não ultrapassando 33% no ciclo 2021/2022 (**Figura 6-277**). Nestes mesmos pontos, ferro total e cor aparente apresentaram 100% de violação para todos os pontos com exceção do ponto PMQACH 208, que teve 83% de violação para os dois parâmetros. O parâmetro coliformes também apresentou desconformidade em todos os pontos (**Figura 6-277**). O ponto PMQACH 210 não foi monitorado em 2021/2022.

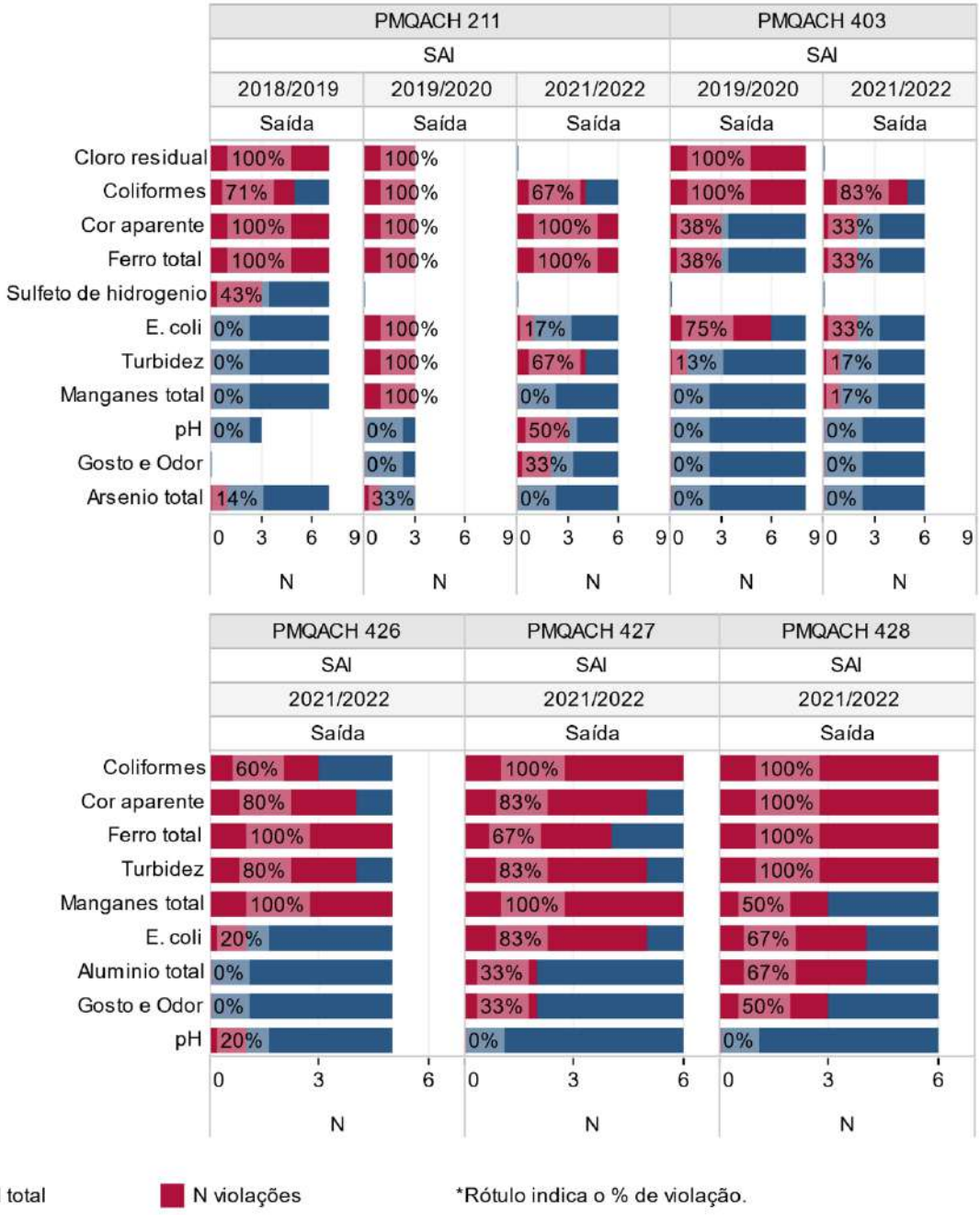
Figura 6-277 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 207, PMQACH 208, PMQACH 209 e PMQACH 210 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



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 211, 403, 426, 427 e 428, com captação subterrânea e abastecimento tipo SAI, apresentaram, no último ciclo analisado (2021/2022), elevados percentuais de violação para coliformes (acima de 60%) (**Figura 6-278**). No último ciclo, ferro total e cor aparente tiveram percentuais elevados (acima de 60%) para todos os pontos, exceto o ponto PMQACH 403, que exibiu 33% de violação, tanto para o ferro total quanto para a cor aparente. Em 2021/2022, *E. coli* apresentou percentuais de violação entre 17% (ponto PMQACH 211) e 83% (ponto PMQACH 427) (**Figura 6-278**).

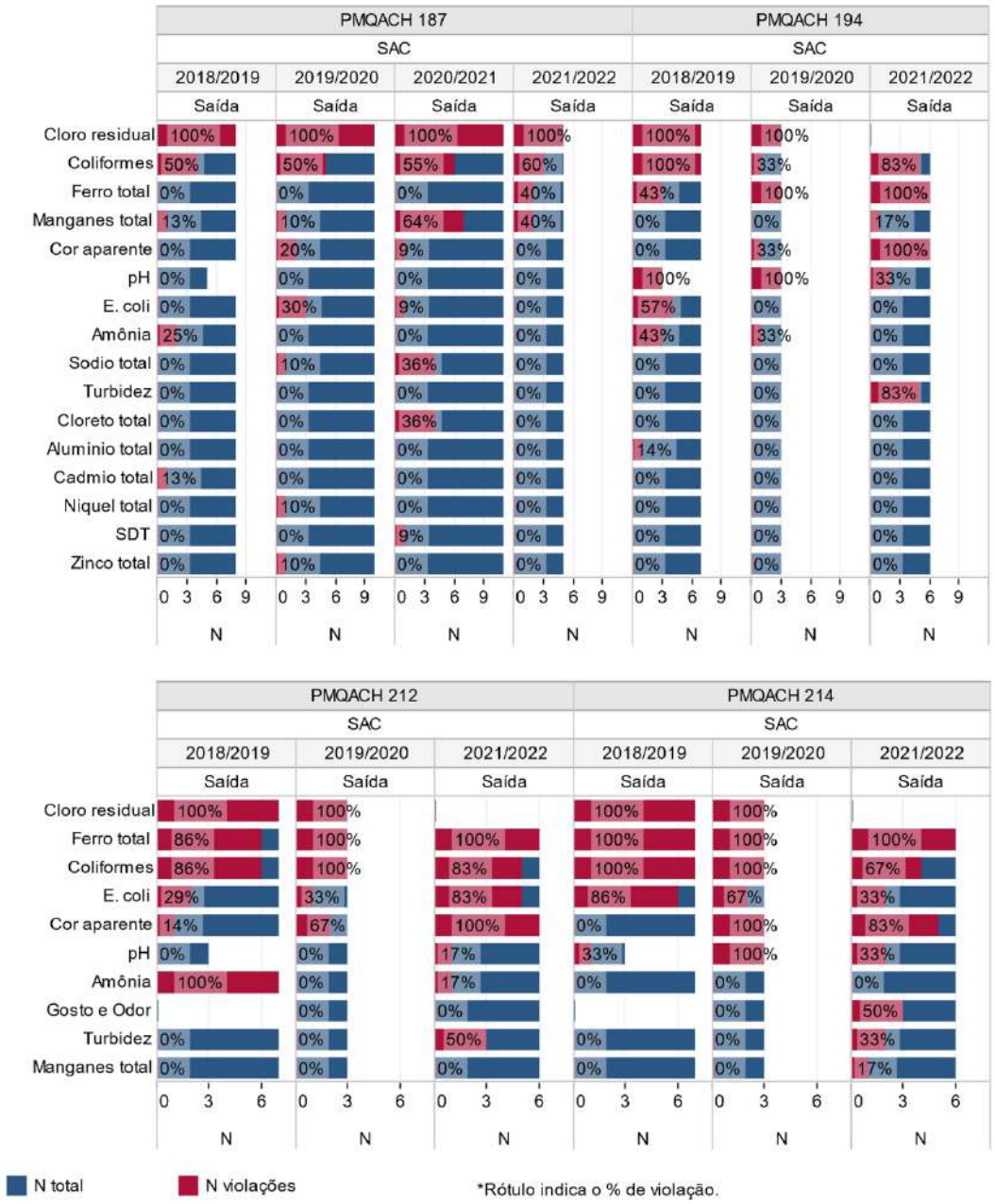
Figura 6-278 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 211, PMQACH 403, PMQACH 426, PMQACH 427 e PMQACH 428 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



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 com captação subterrânea e abastecimento tipo SAC (pontos PMQACH 187, 194, 212 e 214), apresentaram, no geral, elevados percentuais de violação para o ferro total no último ciclo monitorado (2021/2022), variando entre 40% no ponto PMQACH 187 e 100% nos pontos PMQACH 194, 212 e 214. Nos pontos, PMQACH 194 e 212, a cor aparente exibiu aumento no percentual de violação no último ciclo (2021/2022) com relação ao ciclo anterior (2020/2021), atingindo 100% de violação nestes pontos. Por outro lado, foi observada redução nas violações deste parâmetro nos pontos PMQACH 187 (0%) e 214 (83%) no último ciclo (**Figura 6-279**).

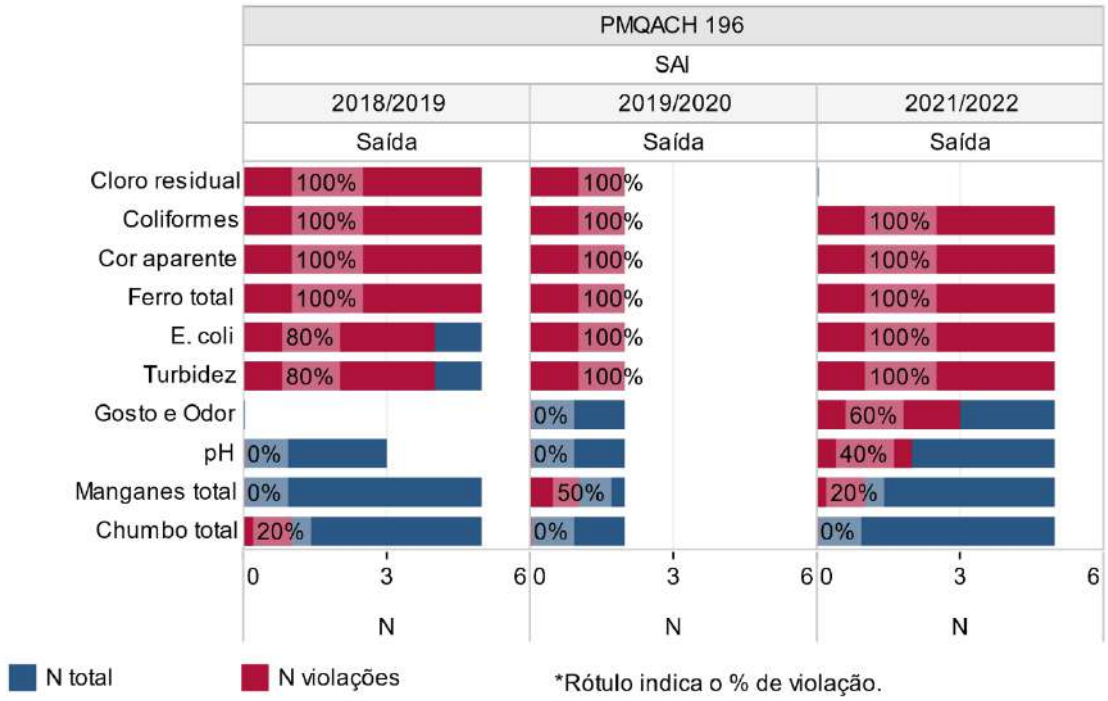
Figura 6-279 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 187, PMQACH 194, PMQACH 212 e PMQACH 214 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



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

O ponto PMQACH 196, único ponto sem tratamento a apresentar captação superficial e abastecimento tipo SAI, apresentou 100% de violação nos últimos dois ciclos de monitoramento para coliformes, cor aparente, ferro total, *E. coli* e turbidez (**Figura 6-280**). Em 2021/2022, as violações para os parâmetros gosto e odor (60% de violação, 3 das 5 amostras analisadas) e pH (40% de violação, 2 das 5 amostras analisadas) representaram um aumento em relação ao ciclo anterior (2019/2020). Já o parâmetro manganês teve diminuição do percentual de violação no último ciclo (20% de violação, 1 das 5 amostras analisadas), em relação ao ciclo anterior (2019/2020). Chumbo total não violou o limite legal nos últimos dois ciclos (2019/2020 e 2021/2022) (**Figura 6-280**).

Figura 6-280 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 196 localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

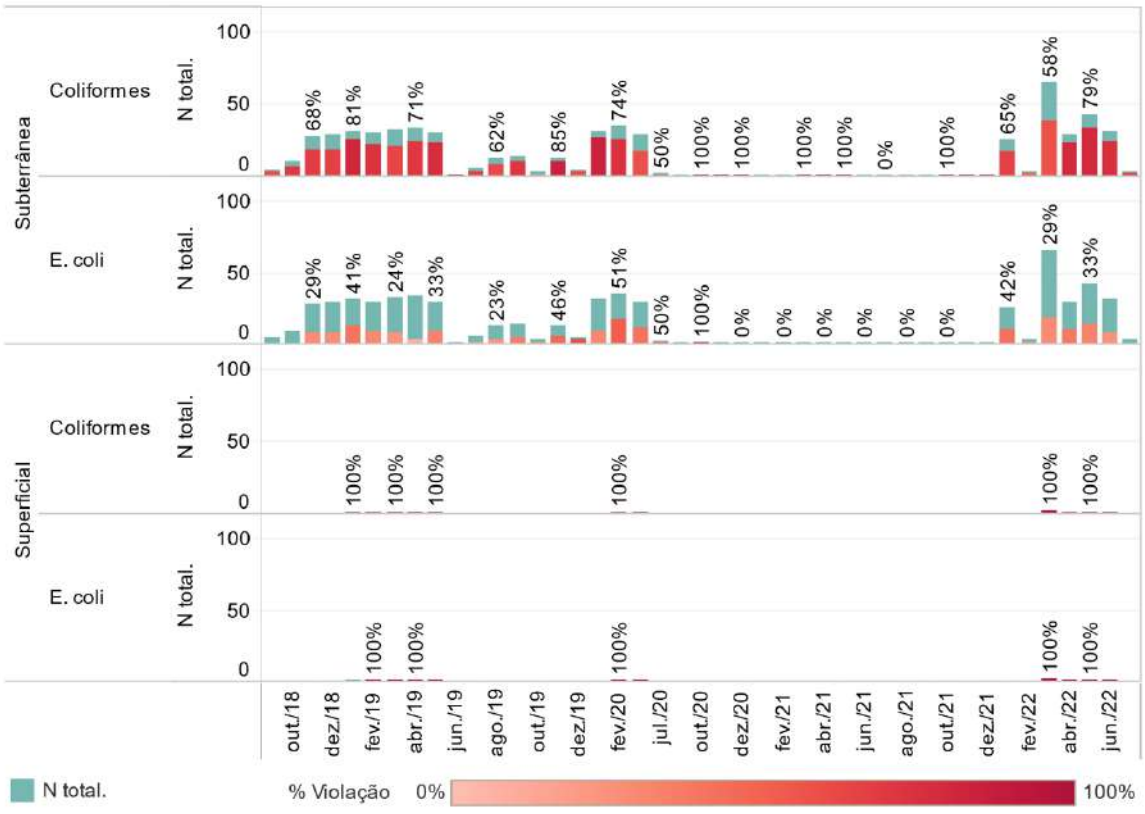


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.28.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos sem tratamento e com captação subterrânea, a presença de coliformes *e E. coli* foi registrada em quase todos os meses de monitoramento (**Figura 6-281**). Em águas superficial, em que foi avaliado somente um ponto, a presença de *E. coli* e coliformes foi registrada em todos os meses em que o ponto foi monitorado. Não foi possível observar padrões temporais ou sazonais. Reforça-se que entre março/2020 e fevereiro/2022 as coletas estavam suspensas em pontos do tipo SAI.

Figura 6-281 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Linhares-ES.



Nos pontos sem tratamento do município de Linhares, de maneira geral, diversos pontos apresentaram redução das concentrações de amônia e sólidos dissolvidos totais no último período avaliado (2021/2022) em relação aos anos anteriores ($p < 0,05$) (**Figura 6-282 e Figura 6-283**). Por outro lado, cor aparente, turbidez e zinco total apresentaram concentrações mais elevadas no último período em diversos pontos ($p < 0,05$) (**Figura 6-282 e Figura 6-283**). Os demais parâmetros apresentaram resultados divergentes entre os pontos e de maneira pontual ($p < 0,05$) (**Figura 6-282 e Figura 6-283**).

Os pontos PMQACH 427 e 428 tiveram o monitoramento iniciado em 2021/2022 e, portanto, a avaliação temporal não pode ser realizada. Os pontos PMQACH 196 e 197 não foram medidos em 2020/2021 e, além disso, foram realizadas duas amostragens no período de 2019/2020. Dessa forma, também não foi possível realizar avalições temporais estatísticas para estes pontos.

Figura 6-282 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Amonia	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 167		↓				—					↑				
PMQACH 173	—	↓			—			—			—	—	—	—	
PMQACH 174		↓		↓	—	—	↓	↓	—		↓	↓		—	
PMQACH 178		—	—	—	↑	—	↑	↑			—	↓			
PMQACH 179		—	↓			—							↓		
PMQACH 181	↑	↓			↑	—								↓	↑
PMQACH 183		↓	—	—	—		—	—	—			↓	—	↓	
PMQACH 186	↓	↓			—	—	↓	↓				↓	—	↓	
PMQACH 187		—	↓	—		—	—		↓	—	—	↓			—
PMQACH 188	—	—			—		—			↓	↓	↓		—	
PMQACH 189		↓	↓		—	↑		↓							↑
PMQACH 190	↑	↓			↑	—			↓			↓	↑	↑	↑
PMQACH 191		—	—			—	—	↑			↑	↓			↑
PMQACH 192		↓	—		↑	—	↓	↓	—		—	↓	↓	↑	
PMQACH 193		—		↓	—	—		↓	↓			↓			—
PMQACH 194		↓	↓	↓	↑		—	—	↓		↓	↓	↓	↑	↑

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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.

Figura 6-283 – (continuação) - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

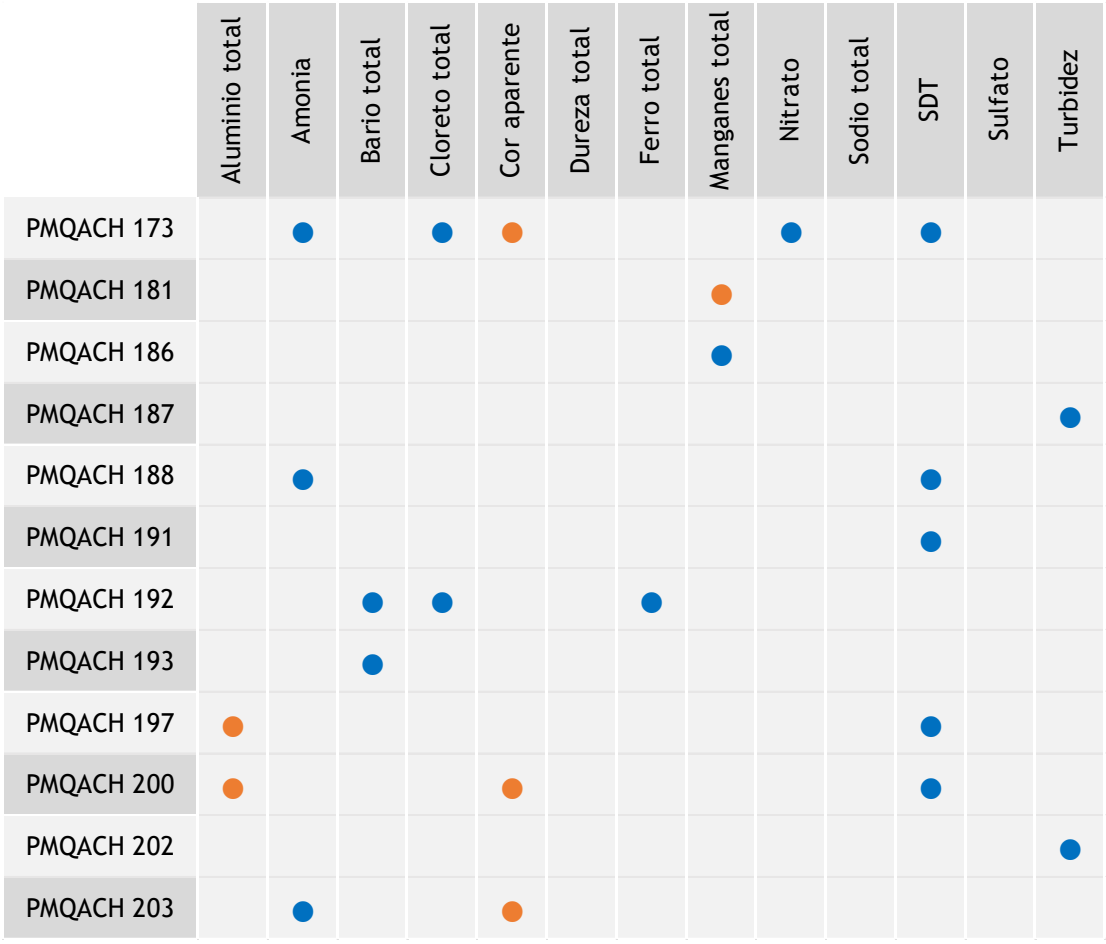
	Aluminio total	Amonia	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 198		—	—						—			—	↑		↑
PMQACH 199		—			↑				—						↑
PMQACH 200		—			↑		↓	↓	—					↑	↑
PMQACH 201		—	↑		↑		↑	↑	—			↓		↑	↑
PMQACH 202		—		↓	↑	—		↓	—		↓	↓	↓		↑
PMQACH 203			—	↓	↑	—	—	↑	—	—	—	—		↑	↑
PMQACH 204	↑	—			↑		↓	↓			—	↓	↓	↑	—
PMQACH 205					—	—	↓		↑		↓			↓	↑
PMQACH 206		—			↑	—	↑	↑				↓	↓		↑
PMQACH 207		—		↓		—	↓	↓	—			↓	—	↑	—
PMQACH 208	↓	—			↑	—	↑		↓					↑	↑
PMQACH 209	↓	↓	↓	↓		—		↑		↓	↓	↓	↑	—	—
PMQACH 211		—			—	—	—	—	—			↓	↑	↑	—
PMQACH 212		—	—		↑		—			↓		—	↑	↑	↑
PMQACH 214		—	↓	—	↑		↑		↓				—	↑	↑
PMQACH 403				↓				↓							

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, destacam-se os parâmetros bário total, cloreto total e sólidos dissolvidos totais que apresentaram concentrações superiores durante o período chuvoso em um número maior de pontos do município de Linhares ($p < 0,05$) (**Figura 6-284** e **Figura 6-285**). O parâmetro cor aparente apresentou, em sua maioria, concentrações mais elevadas durante o período seco ($p < 0,05$)

(**Figura 6-284** e **Figura 6-285**). Os demais parâmetros apresentaram resultados mais pontuais ($p < 0,05$) (**Figura 6-284** e **Figura 6-285**). Destaca-se ainda o ponto PMQACH 427 que apresentou concentrações mais elevadas de cloreto total, cor aparente, nitrato, sulfato e turbidez durante o período seco ($p < 0,05$) (**Figura 6-284** e **Figura 6-285**). No entanto, vale ressaltar que os pontos PMQACH 427 e 428 tiveram o monitoramento iniciado em 2021/20202 e, portanto, os resultados foram levemente superiores.

Figura 6-284 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



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

Figura 6-285 – (continuação) Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Amonia	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez
PMQACH 204	●				●	●							
PMQACH 205										●			
PMQACH 206			●	●							●		
PMQACH 208				●									
PMQACH 209											●		
PMQACH 210													
PMQACH 211								●					
PMQACH 212											●		
PMQACH 214			●							●	●		
PMQACH 427				●	●				●			●	●
PMQACH 428	●				●			●		●			●

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

6.28.2 - Pontos com tratamento

6.28.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

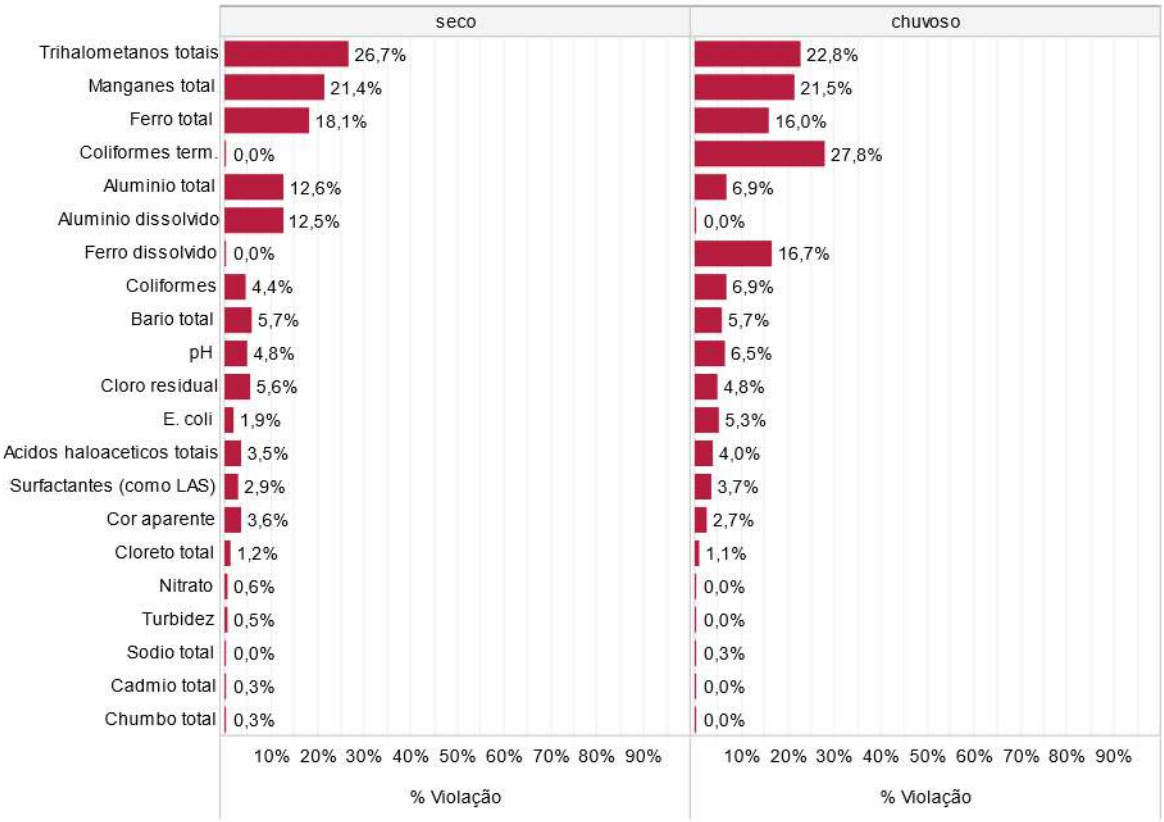
Para o município de Linhares-ES, trihalometanos foi o parâmetro que apresentou o maior percentual desconforme entre os pontos com tratamento, com percentuais similares no período chuvoso (22,8%) e no período seco (26,7%) (**Figura 6-286**). A presença deste elemento na água, assim como a de alumínio que apresentou desconformidade nas saídas dos tratamentos, está relacionada 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 destes elementos (SILVA & MELO, 2015).

Coliformes termotolerantes (27,8%) e ferro dissolvido (16,7%) violaram os limites legais somente no período chuvoso. Estes parâmetros, no entanto, somente passaram a ser monitorados a partir de janeiro de 2022, com a revisão do PMQACH. Manganês total e ferro total também apresentaram desconformidade com a legislação no período seco e chuva (com violações entre 7 e 22%). Estes metais estão presentes na composição dos rejeitos da barragem e possuem ocorrência natural na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021) (**Figura 6-286**).

Tanto coliformes (4,4% no período seco e 6,9% no período chuvoso) quanto E. coli (1,9% no período seco e 5,3% no período chuvoso) apresentaram percentuais de violação abaixo de 7% (**Figura 6-286**). Sódio total (0,3% de violação) violou o limite legal somente no período chuvoso. Alumínio dissolvido (12,5%), nitrato (0,6%), turbidez (0,5%), cádmio total (0,3%) e chumbo total (0,3%) violaram o limite legal somente no período seco (**Figura 6-286**).

Figura 6-286 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



Um total de 4 pontos com tratamento de água foram monitorados, 3 pontos com abastecimento tipo SAA e captação subterrânea (PMQACH 164, 184 e 185) e 1 ponto do tipo SAA com captação superficial (PMQACH 163).

Na captação do ponto PMQACH 164, coliformes termotolerantes apresentou violação pontual de 11% (1 de 9 amostras) em 2021/2022, não tendo sido coletadas amostras em períodos anteriores para comparação. Manganês total e ferro total apresentaram 100% de desconformidade no ponto de captação (todas as 14 amostras) e 6% na saída (2 de 33 amostras). Bário total apresentou 93% de violação na captação (13 das 14 amostras analisadas) mas apresentou conformidade na saída. Por outro lado, alumínio total, que

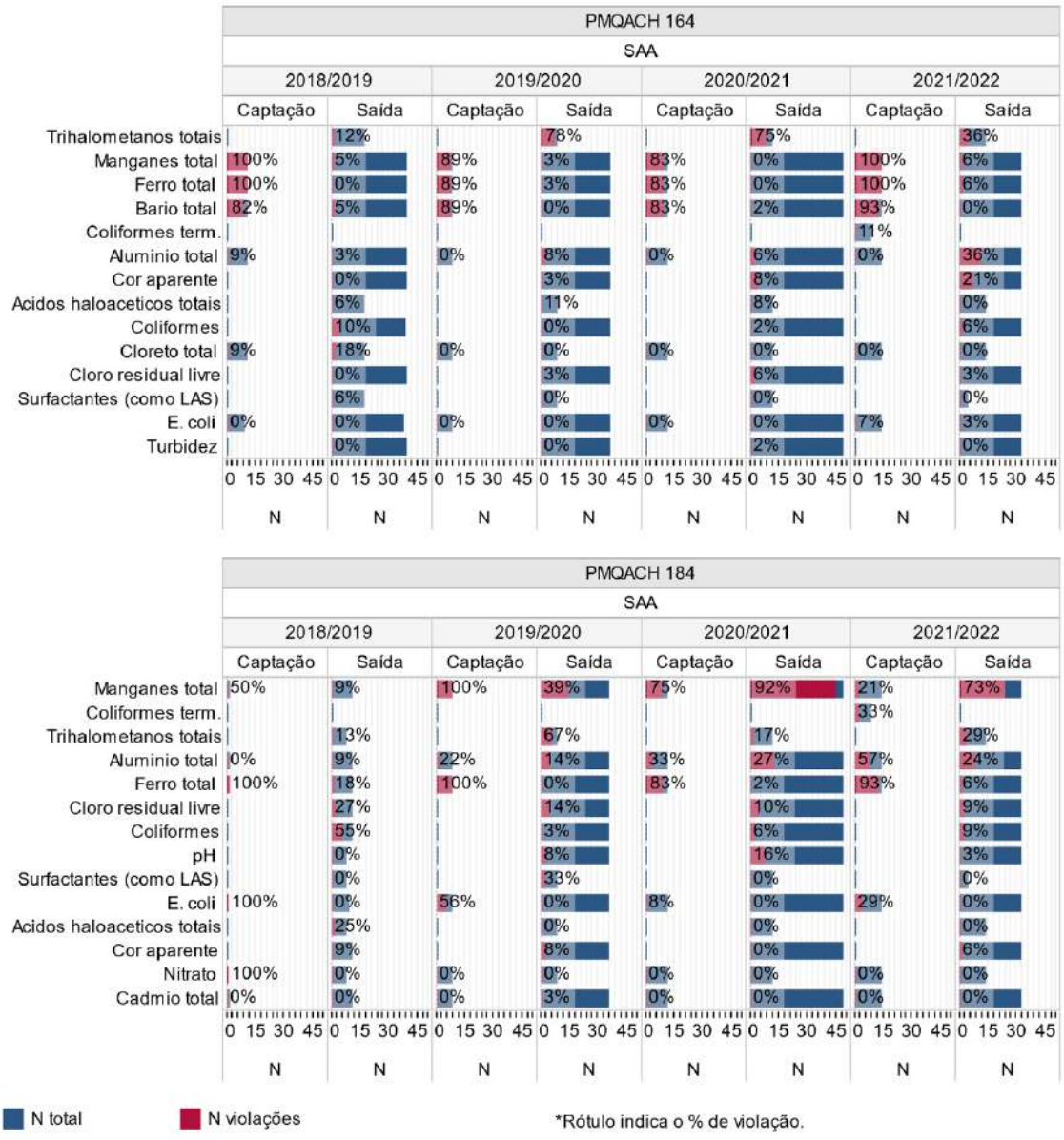
apresentou conformidade na captação, registrou 36% de violação nas amostras de saída no período de 2021/2022 (**Figura 6-287**).

Na saída deste ponto, no último ciclo analisado destaca-se os trihalometanos totais por ter apresentado uma diminuição no percentual de violação em relação ao ciclo anterior (2020/2021) (36% de violação, 5 das 14 amostras analisadas). Por outro lado, no último ciclo, cor aparente apresentou aumento do percentual de violação em relação ao ciclo anterior (21% de violação, 7 das 33 amostras analisadas) (**Figura 6-287**). Demais parâmetros analisados não apresentaram violação aos limites legais ou o percentual de violação foi baixo (menor ou igual a 6%) (**Figura 6-287**).

Na captação do ponto PMQACH 184 coliformes termotolerantes apresentou violação pontual de 33% (3 de 9 amostras) em 2021/2022, não tendo sido coletadas amostras em períodos anteriores para comparação. Em 2021/2022, violações de alumínio total aconteceram tanto na captação (57%, 8 das 14 amostras analisadas), quanto na saída do tratamento (24%, 8 de 33 amostras). Ferro total também apresentou desconformidade na captação (93%, 13 de 14 amostras) e na saída (6%, 2 de 33 amostras) e manganês com 21% de violação na captação (3 de 14 amostras) e 73% na saída (24 de 33 amostras). *E. coli*, apresentou 29% de violação na captação o que também foi um aumento em relação ao período anterior, no entanto apresentou conformidade no ponto de saída.

Em relação a parâmetros monitorados exclusivamente na saída do tratamento deste ponto, trihalometanos registrou 29% de violação à legislação (4 de 14 amostras). Demais parâmetros apresentaram desconformidades pontuais, não ultrapassando 9% de violação (**Figura 6-287**).

Figura 6-287 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 164 e PMQACH 184 localizados no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

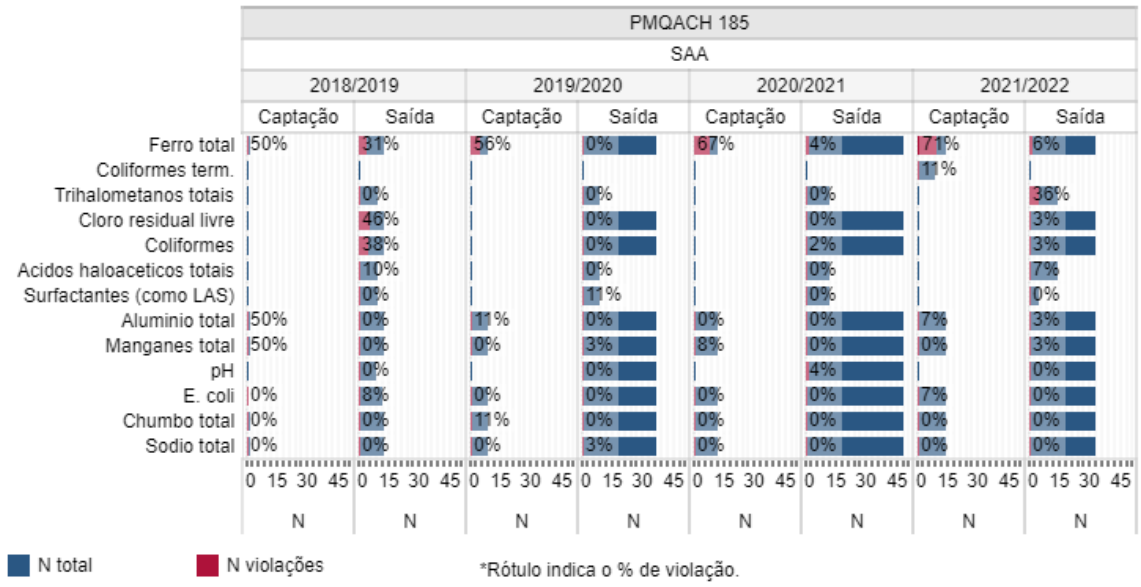


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Na captação do ponto PMQACH 185, coliformes termotolerantes apresentou violação pontual de 11% (1 de 9 amostras) em 2021/2022, não tendo sido coletadas amostras em períodos anteriores para comparação. Ainda considerando o período de 2021/2022, destaca-se o ferro total com violação de 71% na captação (10 das 14 amostras analisadas) e 6% na saída do tratamento (2 de 33 amostras). Em menor percentual, alumínio registrou 7% de amostras em desconformidade na captação (1 das 14 amostras analisadas) e 3% na saída do tratamento (1 de 33 amostras), e *E coli*, também com 7% na captação, mas em conformidade na saída do tratamento (**Figura 6-288**).

Na saída deste ponto, pela primeira vez trihalometanos total registrou desconformidade em 2021/2022, com 36% de violações. Demais parâmetros monitorados exclusivamente na saída apresentaram violações pontuais não superando 7% (**Figura 6-288**).

Figura 6-288 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 185 localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



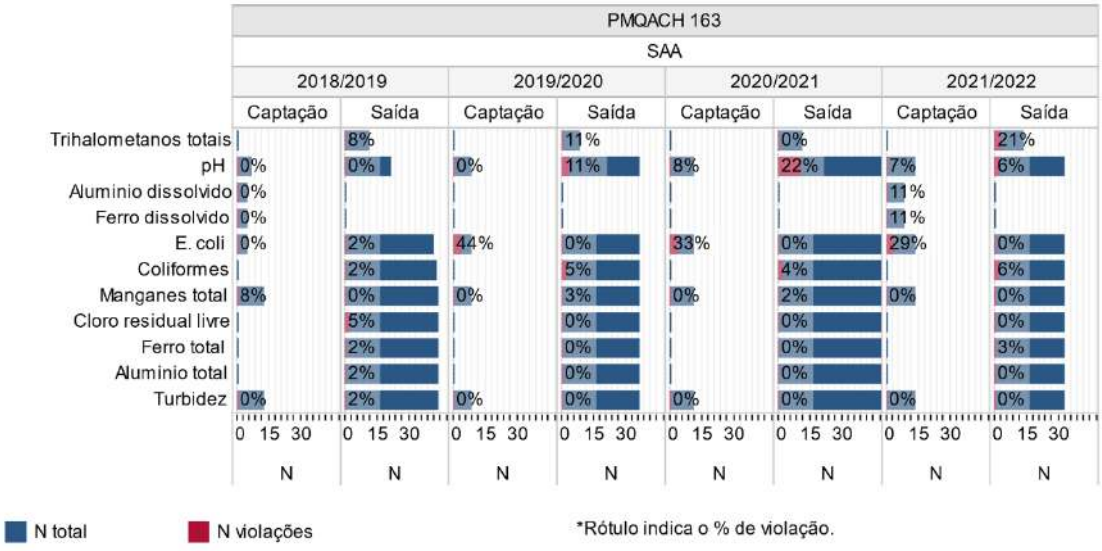
Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

O ponto PMQACH 163, que possui captação superficial, apresentou 11% de violação para alumínio dissolvido e ferro dissolvido (1 de 9 amostras), parâmetros estes monitorados exclusivamente a captação, mas que não possuem resultados anteriores a 2021/2022. No ciclo de 2021/2022, *E. coli* apresentou 29% de violação captação (4 de 14 amostras), mas apresentou conformidade na saída. E pH apresentou 7% de violação na captação e 6% na saída (**Figura 6-289**).

Em relação a parâmetros monitorados exclusivamente na saída do tratamento destaca-se trihalometanos com 21% de violação, o que representa um aumento em relação a períodos anteriores. Demais parâmetros monitorados na saída do tratamento apresentaram violações pontuais (inferiores a 6%) (**Figura 6-289**).

A turbidez avaliada nas amostras de pós-filtração em todos os pontos não apresentou violação dos limites legais em nenhum dos períodos investigados. A partir de janeiro/2022, após a 1ª Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtração.

Figura 6-289 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados no ponto PMQACH 163 localizado no município de Linhares-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

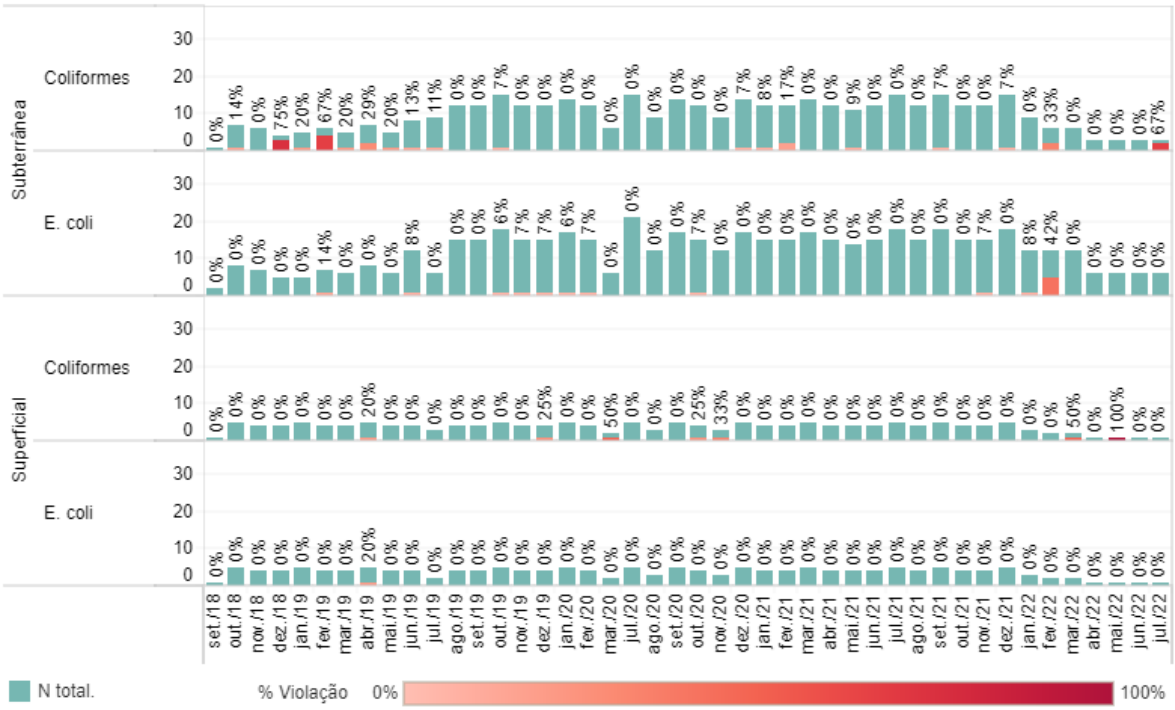


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.28.2.2 - 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 6-290**). Nos pontos de captação subterrânea, os percentuais de amostras no mês com a presença de coliformes não ultrapassaram 75% (novembro/2018) e para *E. coli* não ultrapassaram 42% (fevereiro/2022). Os pontos de captação superficial apresentaram um menor número de meses em que a presença de coliformes e *E. coli* foi detectada. *E. coli* foi presente apenas em um mês (abril de 2019), ocorrendo em 20% das amostras analisadas (**Figura 6-290**). Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para presença de coliformes ou *E. coli* no período analisado (**Figura 6-290**).

Figura 6-290 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Linhares-ES.



Para os pontos com tratamento no município de Linhares, pode-se observar a redução das concentrações de amônia e sólidos dissolvidos totais no último período avaliado em diversos pontos ($p < 0,05$) (**Figura 6-291**). De forma mais pontual, bário total, cloreto total, dureza total, manganês total, nitrato, sódio total e sulfato também apresentaram padrões de redução de suas concentrações no último período avaliado (2021/2022) em relação aos anos anteriores ($p < 0,05$) (**Figura 6-291**). Alumínio total, cor aparente, ferro total e pH apresentaram resultados mais elevadas no último período avaliado, mas somente em alguns pontos ($p < 0,05$) (**Figura 6-291**). Turbidez e zinco total apresentaram resultados divergentes, mas ambos apresentaram, em sua maioria, concentrações inferiores no último período avaliado ($p < 0,05$) (**Figura 6-291**).

Figura 6-291 – Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

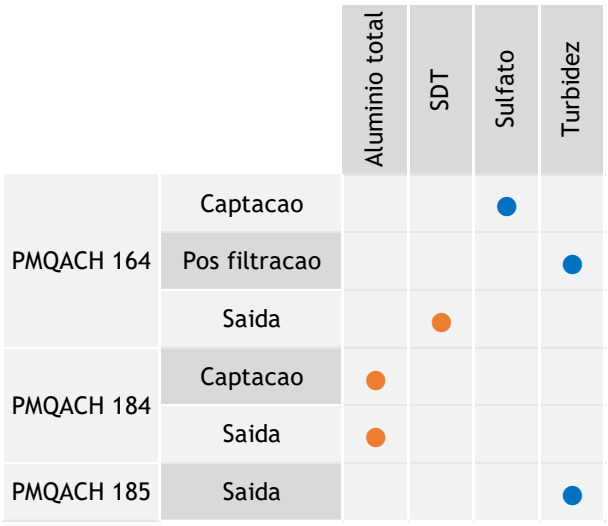
		Aluminio total	Amonia	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Turbidez	Zinco total
PMQACH 163	Captacao		—			—	—				—		↓			—
	Pos filtracao														↓	
	Saida	—	↓	↓		—	↓	—	↓	↓	↑	—	↓		↓	↑
PMQACH 164	Captacao		↓		—	—	—	—	—			—	↓		—	—
	Pos filtracao														↓	
	Saida	↑	↓	↓	↓	↑	↓	↑	—	↓	—	↓	↓	↓	—	—
PMQACH 184	Captacao		↓			↑	—		↓	—	—	—	↓		↑	
	Saida	—	↓	—	↓	↑			—	—	—	—	↓	—	—	
PMQACH 185	Captacao		—					—	—			—	↓		↑	↓
	Saida	—	↓	—	—	—		—	—	↓	—		↓		↓	↓

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, poucos parâmetros apresentaram padrões significativos. O alumínio total apresentou concentrações mais elevadas durante o período seco na captação e saída do ponto PMQACH 184 ($p < 0,05$)

(**Figura 6-292**). Sólidos dissolvidos totais também tiveram concentrações mais elevadas durante o período seco, mas somente na saída do ponto PMQACH 164 ($p < 0,05$) (**Figura 6-292**). Sulfato teve concentrações mais elevadas durante o período chuvoso, mas somente na captação do ponto PMQAC 164 ($p < 0,05$) (**Figura 6-292**). Por fim, a turbidez apresentou concentrações mais elevadas durante o período chuvoso na pós filtração do ponto PMQACH 164 e na saída do ponto PMQACH 185 ($p < 0,05$) (**Figura 6-292**).

Figura 6-292 – Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.



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

6.29 - Aracruz

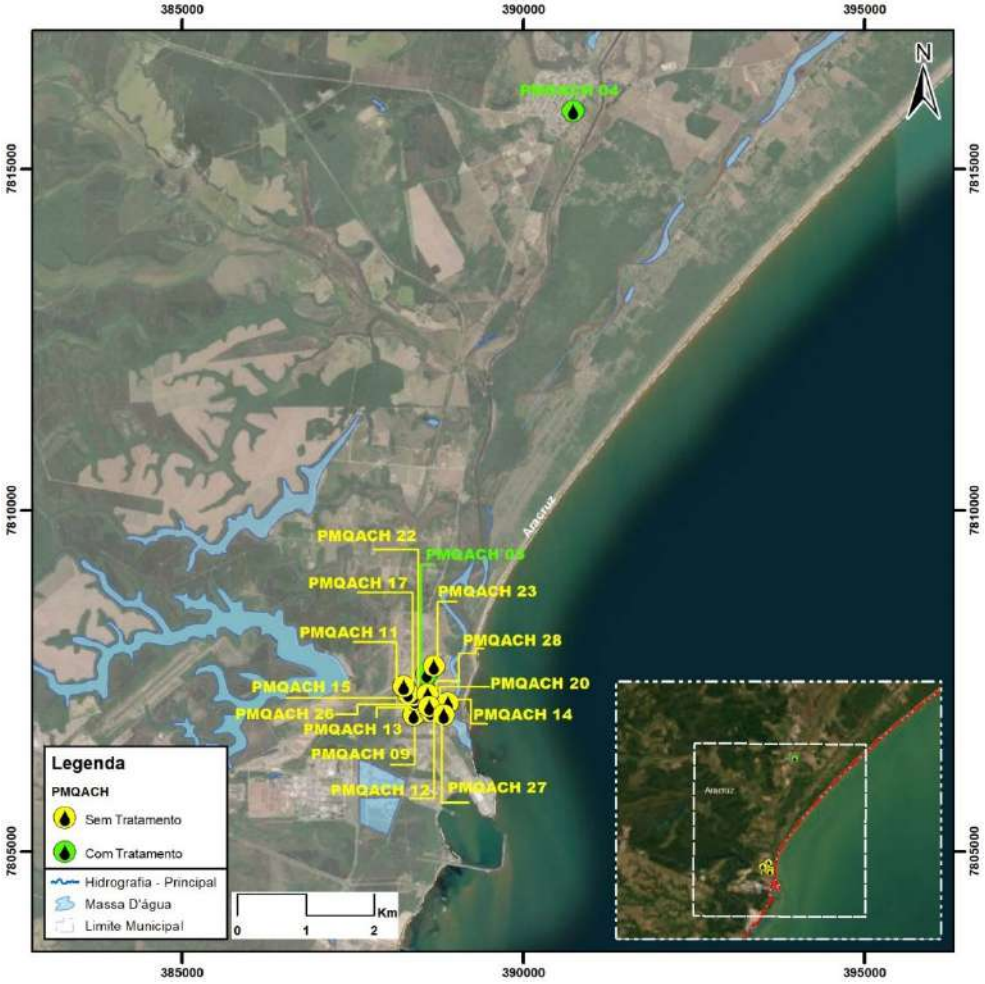
No município de Aracruz-ES, foram considerados os 15 (quinze) pontos ativos. Dois deles possuem tratamento de água e são do tipo Sistema de Abastecimento de Água (SAA). Os demais não possuem tratamento de água e são do tipo Soluções Alternativas Individuais (SAI). A partir de janeiro/2022, após a 1ª Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtração (**Figura 6-293** e **Quadro 6-29**).

Quadro 6-29 - Características dos pontos do município de Aracruz considerados no presente relatório.

Código	Forma de abastecimento	Tipo de captação	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 03	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída	CONAMA n° 357/2005 e Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 04	Superficial	SAA	Sim	Captação, Pós-filtração e Saída		
PMQACH 09[1]	Subterrânea	SAI	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	08/03/2022
PMQACH 11[1]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		08/03/2022
PMQACH 12[1]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		08/03/2022
PMQACH 13[1]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		08/03/2022
PMQACH 14[1]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		08/03/2022
PMQACH 15[1]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		08/03/2022
PMQACH 17[1]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		08/03/2022
PMQACH 20[1]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		08/03/2022
PMQACH 22[1]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		08/03/2022
PMQACH 23[1]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		08/03/2022
PMQACH 26[1]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		18/04/2022
PMQACH 27[1]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		18/04/2022
PMQACH 28[1]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		18/04/2022

1) Ponto excluído - Ofício CIF/CT Saúde 14-2022.

Figura 6-293 - Localização geográfica dos pontos monitorados em Aracruz-ES.



6.29.1 - Pontos sem tratamento

6.29.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para os pontos sem tratamento de água do município de Aracruz-ES, os parâmetros com maiores percentuais de violação foram cloro residual livre, pH, alumínio total, coliformes, nitrato e *E. coli*. Todos esses parâmetros apresentaram percentual de violação > 30% para os períodos chuvoso e seco (**Figura 6-294**). O cloro residual livre, apesar de ter tido percentuais de violação superiores a 98% nas duas estações, deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento a partir de janeiro de 2022, com a revisão bianual do PMQACH. Assim sendo, os elevados percentuais observados são relativos aos períodos anteriores a essa revisão.

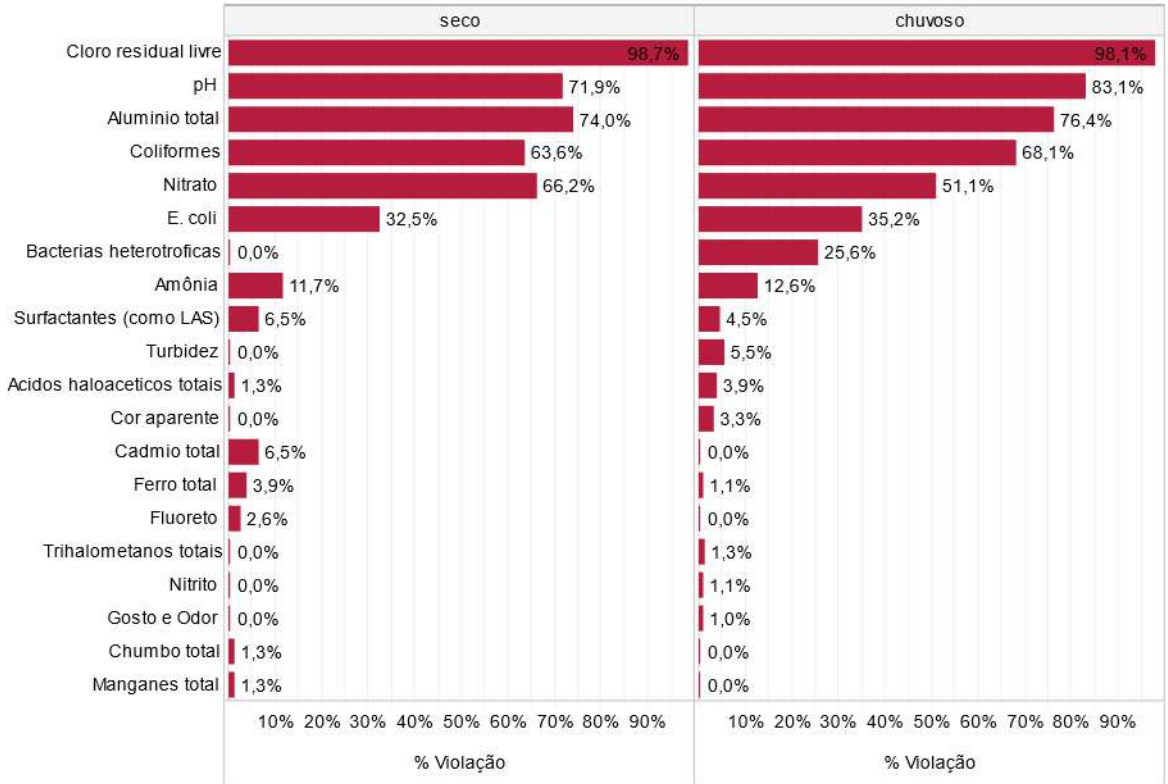
A contaminação por coliformes (63,6% período seco, 68,1% período chuvoso) e *E. coli* (32,5% período seco, 35,2% período chuvoso) indicam ausência do tratamento adequado de efluentes domésticos e de criação de animais, podendo causar, por exemplo, contaminação dos recursos hídricos, tanto os superficiais quanto os subterrâneos (PIRH Doce, 2021). O município de Aracruz apresenta 82,3% de esgotamento sanitário adequado (IBGE 2010). Comparativamente com os outros municípios do estado (78 municípios), esse município ocupa a 7ª posição dos que apresentam o maior percentual de esgotamento sanitário adequado (a 1ª posição corresponde ao município com melhor índice de esgotamento sanitário). É importante destacar que a eficiência do esgotamento sanitário não necessariamente está relacionada à sua taxa. Por exemplo, um tratamento do esgotamento sanitário pouco eficiente ou ineficiente não evita o lançamento de matéria orgânica e patógenos nos corpos d'água.

Ainda, aponta-se para a correlação entre os percentuais de violação do cloro e coliformes nos pontos sem tratamento (**Figura 6-294)**. Os elevados percentuais de violação do limite inferior de cloro residual livre estão relacionados ao não tratamento de água. Baixas concentrações do cloro podem levar a eventual contaminação microbiológica nos sistemas de

água para consumo humano (FUNASA, 2014), o que pode ser observado pelos elevados percentuais de coliformes totais.

Para a maioria dos parâmetros analisados não foi possível observar diferenças entre os percentuais de violação entre os períodos chuvoso e seco, exceto para as bactérias heterotróficas que apresentaram 25,6% de violação no período chuvoso e não apresentaram violação no período seco. Demais parâmetros não apresentaram desconformidades relevantes no período seco ou chuva, ficando os percentuais de violação abaixo de 7% (**Figura 6-294**).

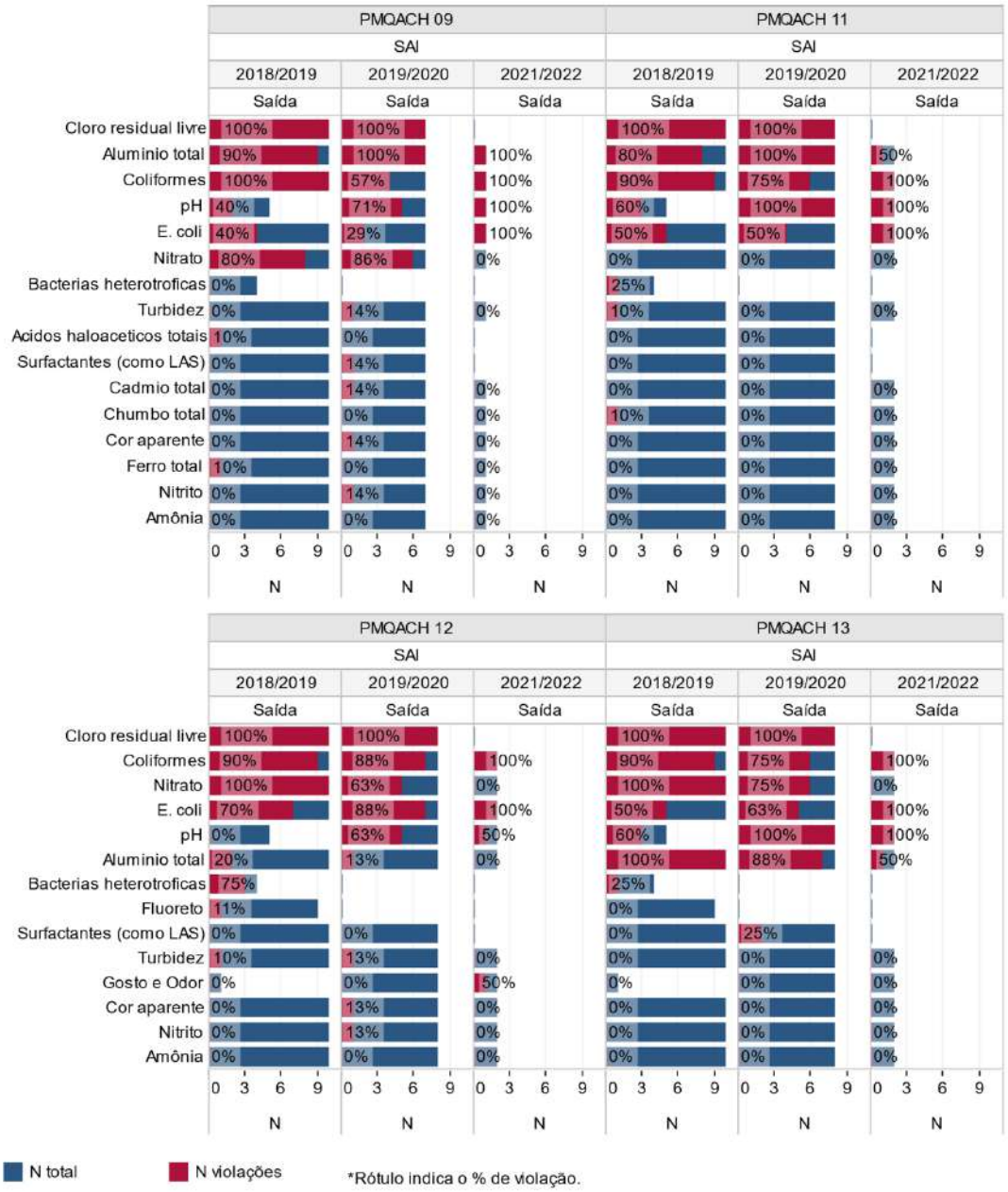
Figura 6-294 - Percentual total de violação para os parâmetros monitorados em pontos sem tratamento no município de Aracruz-ES no período chuvoso (meses de outubro a março) e seco (meses de abril a setembro) entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.



No total, no município de Aracruz, 13 pontos sem tratamento de água foram analisados. Todos os pontos apresentam captação do tipo subterrânea e abastecimento tipo SAI.

Os pontos PMQACH 09, 11, 12 e 13 apresentaram 100% de violação do limite legal de *E. coli* no último período analisado (2021/2022) (**Figura 6-295**). Nestes pontos também se destacam o aumento do percentual de violação em 2021/2022 em relação ao período de 2019/2020 de coliformes. Por outro lado, em todos estes pontos, foi possível observar a redução dos percentuais de violação entre o ciclo de 2021/2022 e o período anterior dos parâmetros nitrato e turbidez (**Figura 6-295**). No ponto PMQACH 09, por exemplo, o nitrato não apresentou violação à valores preconizados pela legislação vigente em 2021/2022 e no ciclo anterior (2019/2020) foi registrado 86% de violação. O pH, por sua vez, apresentou aumento entre 2021/2022 e 2019/2020 em PMQACH 09, 11 e 13. Em PMQACH 12, o pH, por outro lado apresentou uma pequena redução de 13% entre 2019/2020 e 2021/2022 (**Figura 6-295**). É importante salientar o menor número de amostras analisadas nestes pontos no período atual (2021/2022, N<3) quando comparado a períodos pretéritos o que influencia na comparação entre os ciclos analisados.

Figura 6-295 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 09, PMQACH 11, PMQACH 12 e PMQACH 13, localizados no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.

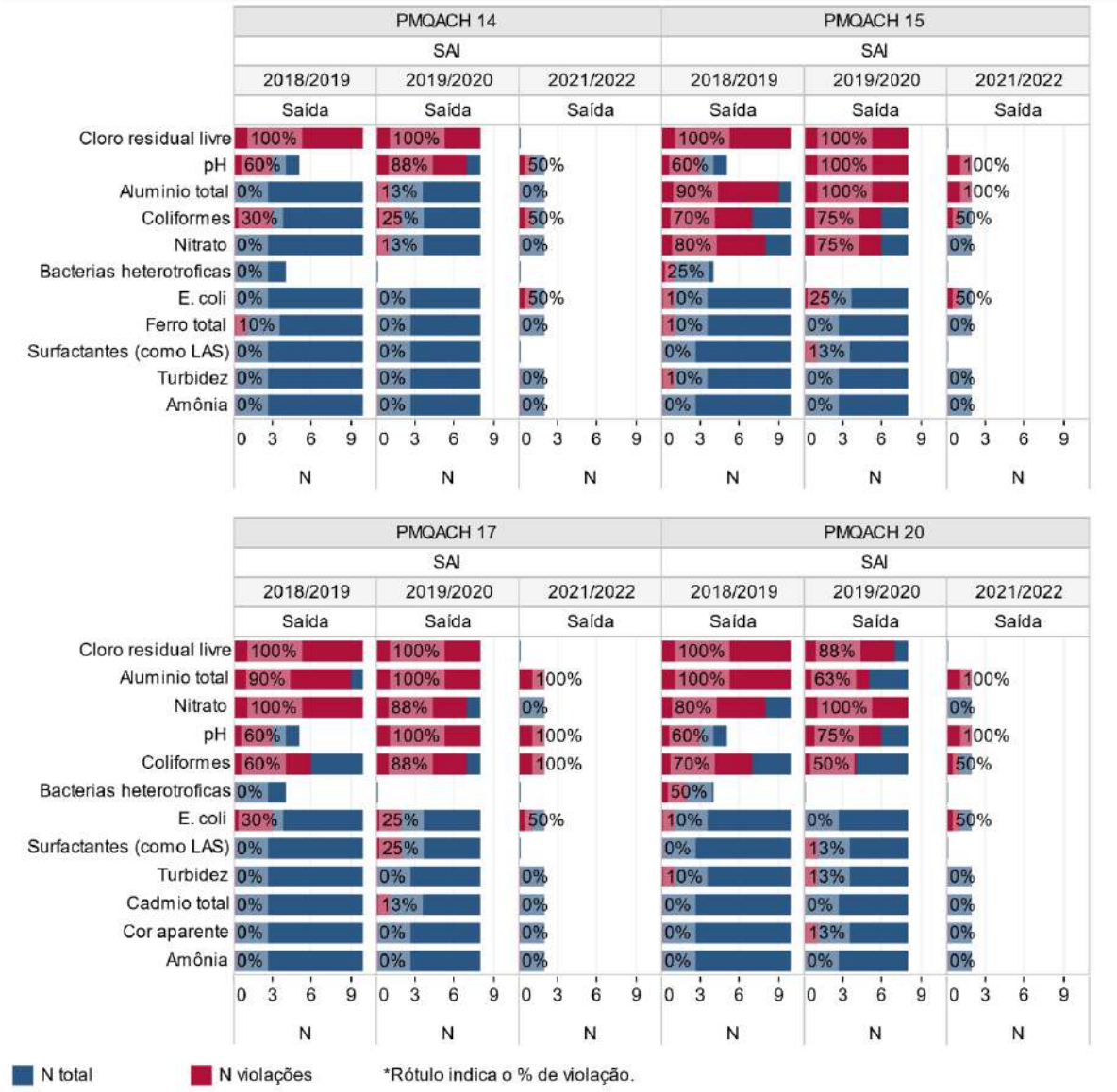


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

Nos pontos PMQACH 14 e PMQACH 17 observou-se um aumento nos percentuais de violação de coliformes totais ao longo do período analisado (**Figura 6-296**). Em PMQACH 15 e PMQACH 20, por outro lado, este parâmetro apresentou redução nos percentuais de não conformidade ao longo dos períodos monitorados. Ainda assim, os percentuais de violação para o parâmetro coliformes sempre estiveram elevados em todos os pontos monitorados (acima de 50% de violação). Em relação à *E.coli* também foi possível observar um aumento nos percentuais de violação em 2021/2022 em relação aos períodos anteriores analisados, nestes pontos. Outro parâmetro relevante foi alumínio total, que apresentou desconformidade em todas as amostras do ciclo de 2021/2022, nos pontos PMQACH 15, PMQACH 17 e PMQACH 20.

Por outro lado, ressalta-se a ausência de violações de nitrato, ferro total, cádmio total e cor aparente, parâmetros estes que apresentaram violação em algum momento do monitoramento em determinados pontos, mas que estiveram em conformidade no ciclo de 2021/2022 (**Figura 6-296**).

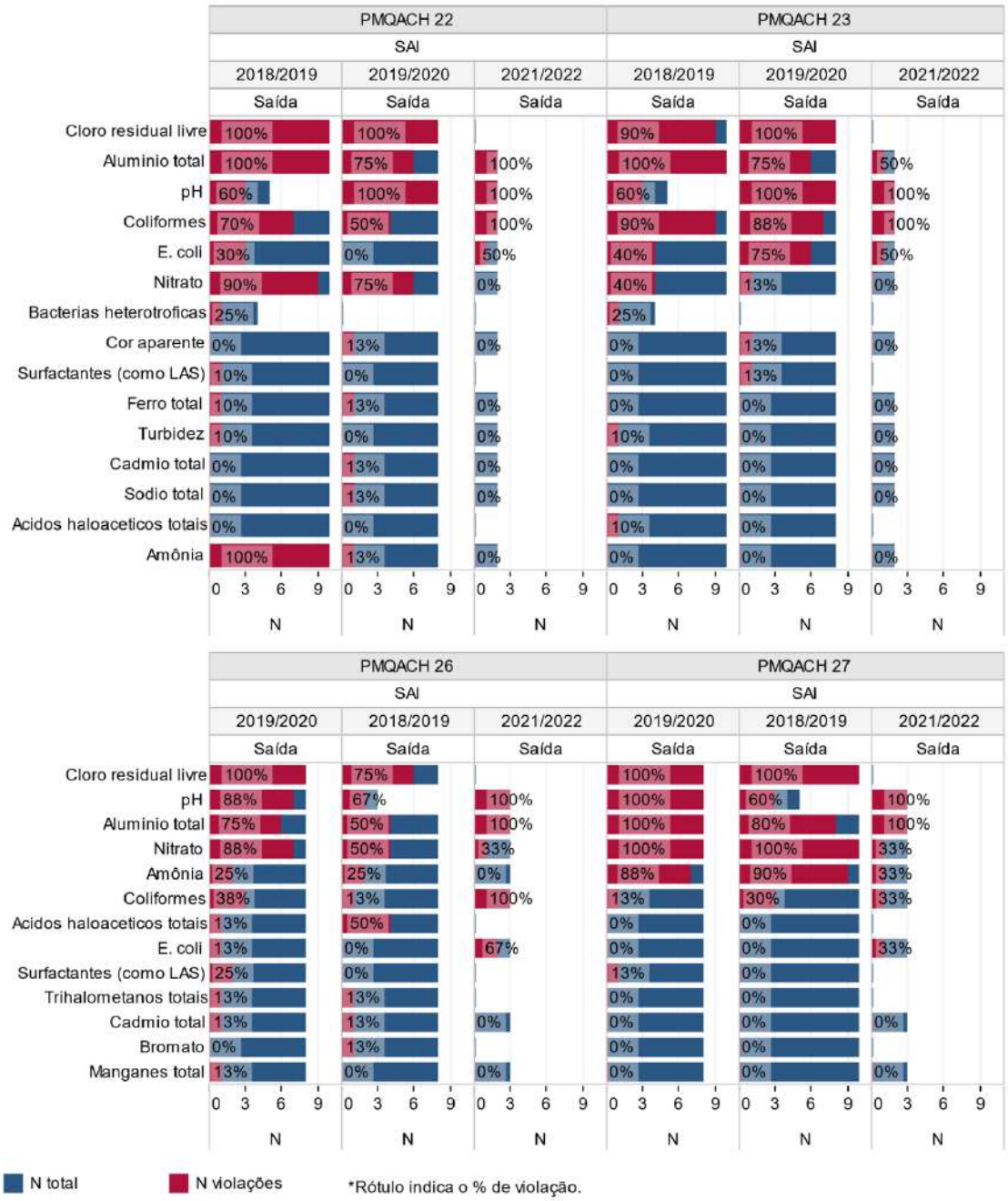
Figura 6-296 -Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 14, PMQACH 15, PMQACH 17 e PMQACH 20, localizados no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.



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

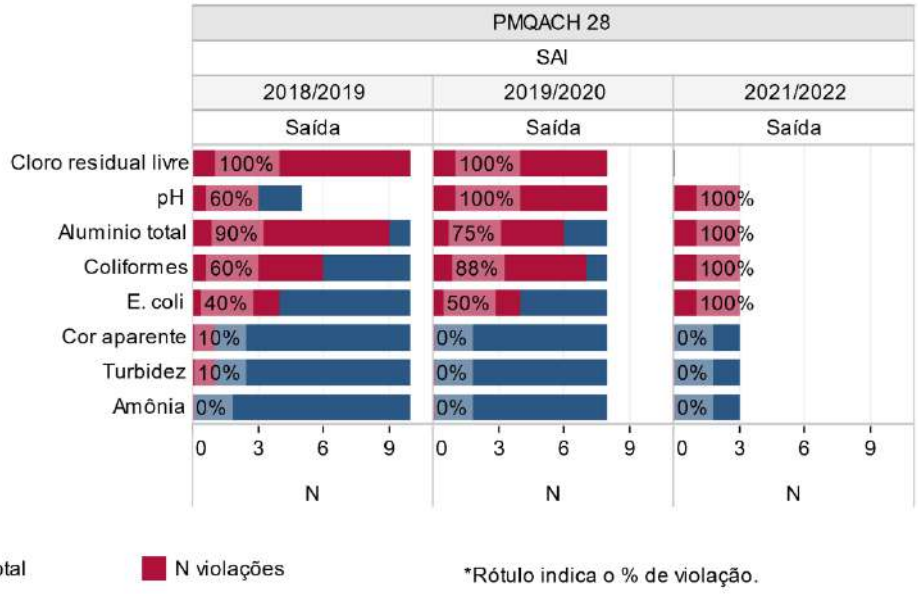
O ponto PMQACH 27 apresentou o menor percentual de violação para *E. coli* entre todos os pontos (33% de violação, 1 das 3 amostras analisadas) e coliformes (33%, 1 das 3 amostras analisadas) para o último período analisado (2021/2022) (**Figura 6-297**). Por outro lado, no ponto PMQACH 28 observou-se 100% de violação do limite legal destes parâmetros no último ciclo analisado. Em PMQACH 23 e PMQACH 26 houve aumento do percentual de violação de *E.coli* do período anterior para o atual (**Figura 6-297**). Mais uma vez, é importante ressaltar que apesar de ter ocorrido esse aumento, o número de amostras analisadas diminuiu de 7 a 10 para o período de 2019/2020 para 1 a 3 para 2021/2022. Em relação ao nitrato, os pontos PMQACH 26 e 27 apresentaram percentual de violação de 33% (violação de 1 das 3 amostras analisadas). Importante observar ainda, que o percentual de violação do pH foi de 100% em PMQACH 22, PMQACH 23, PMQACH 26 e PMQACH 27.

Figura 6-297 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 22, PMQACH 23, PMQACH 26 e PMQACH 27, localizados no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2022, 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.

Figura 6-298 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 28, localizado no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.

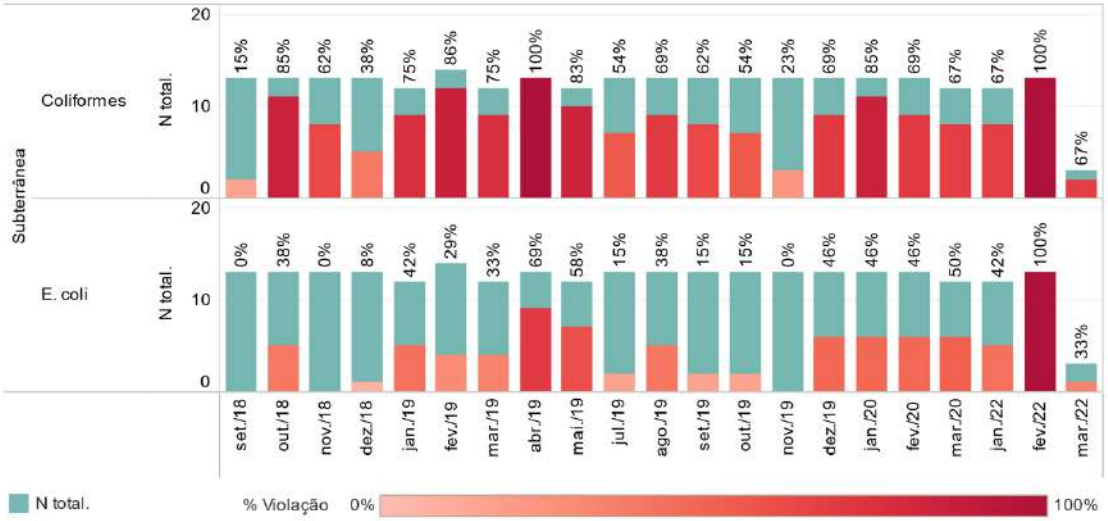


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.29.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Durante todo o período de monitoramento dos pontos sem tratamento de água, com captação subterrânea e abastecimento tipo SAI, apenas 3 meses não registraram presença de *E. coli* (setembro e novembro de 2018 e novembro de 2019). Para coliformes, todos os meses registraram presença deste contaminante, sendo que em abril de 2019 e fevereiro de 2022 todas as amostras coletadas tiveram a presença de coliforme. Não há um padrão claro na variação temporal da presença de coliformes e *E. coli* (**Figura 6-299**), também não foi possível notar uma variação sazonal, o que evidencia uma contaminação contínua (ao longo de todo ano e períodos) nestes pontos.

Figura 6-299 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de Aracruz



Os pontos PMQACH 09, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 20, 22 e 23 apresentaram somente duas amostragens no período de 2021/2022, não sendo possível realizar avaliações estatísticas devido ao pequeno número amostral. Vale ressaltar ainda que os pontos PMQACH 26, 27 e 28 não apresentaram amostragem em 2020/2021, portanto os resultados de 2021/2022 foram comparados aos outros anos anteriores (2018/2019 e 2019/2020). Observa-se, de maneira geral, redução na concentração de diversos parâmetros no período avaliado de 2021/2022 comparado aos anos anteriores ($p < 0,05$) (**Figura 6-300**). No entanto, cabe ressaltar que o número amostral para este período também foi pequeno nestes pontos ($n = 3$). Cor aparente e sulfato não apresentaram resultados consistentes, ou seja, não foi possível identificar aumento ou redução ao longo dos anos (**Figura 6-300**). Bário total e sólidos dissolvidos totais apresentaram padrão de redução de suas concentrações em todos os pontos ($p < 0,05$) (**Figura 6-300**).

Figura 6-300 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Aluminio total	Amonia	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Ferro total	Manganes total	Nitrato	SDT	Sulfato
PMQACH 26		—	↓	↓	—	↓			↓	
PMQACH 27	↓	↓	↓			↓	↓	↓	↓	—
PMQACH 28			↓		—		↓	↓	↓	

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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, foram poucos os parâmetros e pontos que apresentaram diferença significativa entre as estações (**Figura 6-301**). De maneira geral, nitrato apresentou valores superiores durante o período seco, enquanto turbidez apresentou resultados superiores no período chuvoso ($p < 0,05$) (**Figura 6-301**). Cloreto total e sulfato apresentaram resultados superiores durante o período chuvoso no ponto PMQACH 15, mas apresentaram resultados superiores durante o período seco no ponto PMQACH 26 ($p < 0,05$) (**Figura 6-301**).

Figura 6-301 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Cloreto total	Nitrato	Sulfato	Turbidez
PMQACH 11		●		
PMQACH 14		●		
PMQACH 15	●		●	
PMQACH 20				●
PMQACH 22				●
PMQACH 26	●		●	
PMQACH 27		●		

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

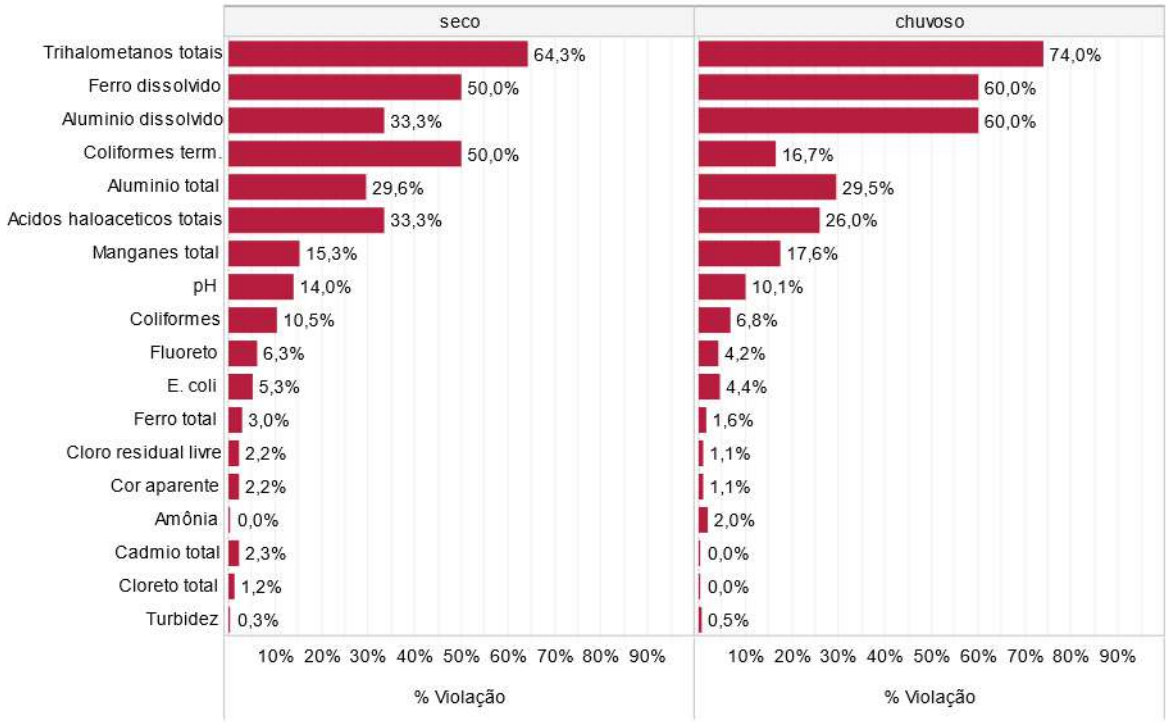
6.29.2 - Pontos com tratamento

6.29.2.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

Para os pontos com tratamento de água do município de Aracruz-ES, os parâmetros com maiores percentuais de violação foram trihalometanos totais, ferro dissolvido, alumínio dissolvido, coliformes termotolerantes, alumínio total e ácidos haloacéticos totais (**Figura 6-302**). O ferro dissolvido apresentou 50% e 60% de violação para o período seco e chuvoso respectivamente. Esse parâmetro, assim como alumínio, apesar de estar presente em elevadas concentrações nos rejeitos de mineração, também pode estar presentes de forma natural nos corpos d'água devido às características naturais de rochas e solos presentes na bacia do rio Doce (PIRH Doce, 2021). Em relação as violações de ácidos haloacéticos e trihalometanos, 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 de coliformes termotolerantes. Para alumínio dissolvido, o percentual de violação do limite legal apresentado no período chuvoso (60%) foi aproximadamente o dobro do que o apresentado no período seco (33,3%). Coliformes termotolerantes apresentaram percentual de violação no período seco (50%) maior do que o dobro do percentual apresentado no período chuvoso (16,7%). Os demais parâmetros apresentaram baixos percentuais de violação dos limites legais (**Figura 6-302**).

Figura 6-302 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.



No ponto PMQACH 03, que apresenta captação superficial e abastecimento do tipo SAA, apenas alguns parâmetros violaram os limites legais no período de 2021/2022. A variável trihalometanos totais apresentou desconformidade em 85% das amostras na saída (11 das 13 amostras analisadas) no período mais recente (2021/2022), porém esse percentual não difere consideravelmente dos períodos anteriores (**Figura 6-303**). Em 2021/2022 houve um decréscimo no percentual de violação dos ácidos haloacéticos totais na saída no último período (31%, violação de 4 das 13 amostras analisadas).

Destaca-se ainda que, em 2021/2022, foi possível observar uma diminuição das violações de alumínio total e pH (10%, violação de 3 das 31 amostras analisadas e 3%, violação de 1 das 31 amostras analisadas, respectivamente) (**Figura 6-303**). O pH, no último

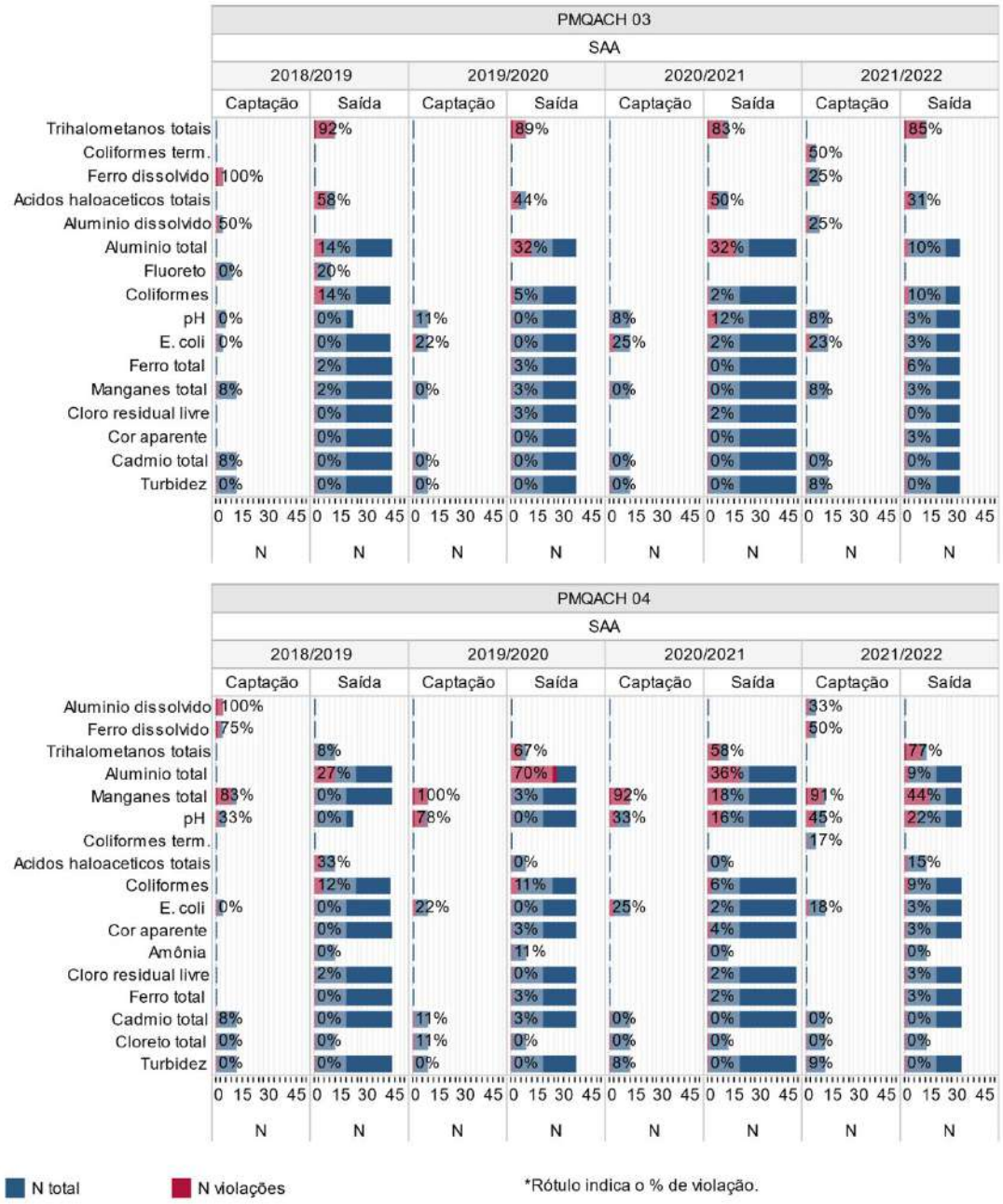
período, sofreu diminuição do percentual de violação também entre a captação (8%, violação de 1 das 13 amostras coletadas) e na saída (3%, violação de 1 das 31 amostras analisadas).

O mesmo padrão observado para o pH foi encontrado para manganês total (8%, 1 das 13 amostras analisadas na captação), (3%, 1 das 31 amostras analisadas na saída), onde houve diminuição do percentual de violação (**Figura 6-303**). O percentual de violação de *E. coli* (23%, violação de 3 das 13 amostras analisadas na captação; 3%, 1 das 31 amostras analisadas na saída) e turbidez (8%, 1 das 13 amostras analisadas na captação; 0%, 0 das 31 amostras analisadas na saída) diminuíram na saída, quando comparados com o percentual de violação da captação (**Figura 6-303**).

No ponto PMQACH 04, de captação tipo superficial e abastecimento tipo SAA, foi observada redução nos percentuais de violação na captação em comparação com a saída para os parâmetros manganês total (91%, violação de 10 das 11 amostras analisadas na captação; 44%, violação de 14 das 32 amostras analisadas na saída), pH (45%, violação de 5 das 11 amostras analisadas na captação; 22%, violação de 7 das 32 amostras analisadas na saída), *E. coli* (18%, violação de 2 das 11 amostras analisadas na captação; 3%, violação de 1 das 32 amostras analisadas na saída) e turbidez (9%, violação de 1 das 11 amostras analisadas na captação; 0%, violação de 0 das 32 amostras analisadas na saída) (**Figura 6-303**).

Ressalta-se que, em ambos os pontos com tratamento analisados, pontos pós-filtração não apresentaram violação para turbidez ao longo de todo o monitoramento. A partir de janeiro/2022, após a 1ª Revisão bianual do PMQACH, pontos com tratamento deixaram de ser monitorados na pós-filtração.

Figura 6-303 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 03 e PMQACH 04, localizados no município de Aracruz-ES, entre setembro/2018 e julho/2022, com base nos limites aplicáveis.

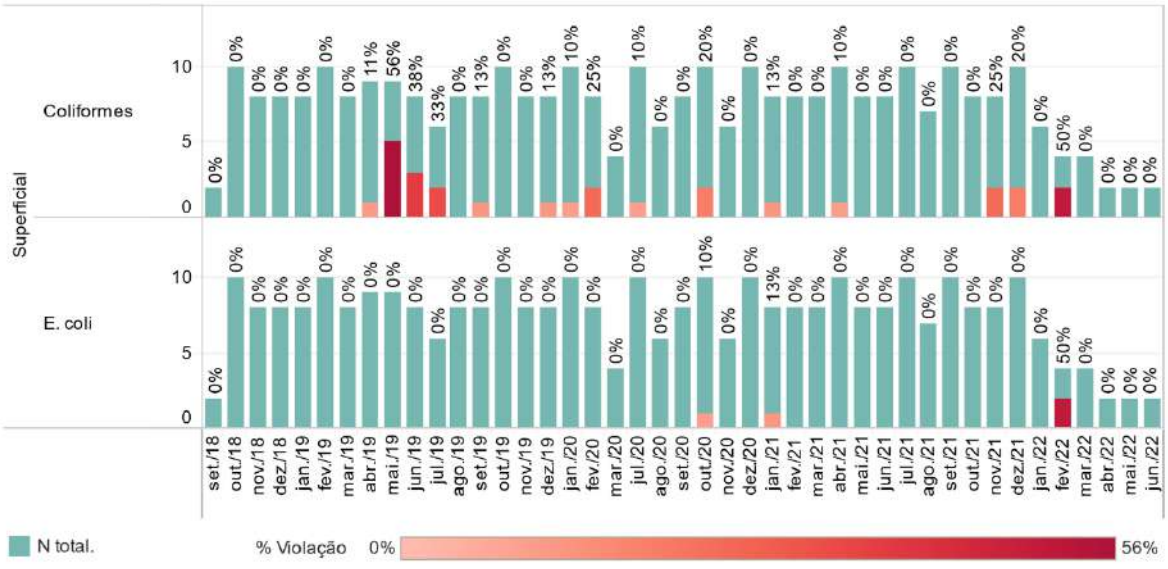


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.29.2.2 - Avaliação temporal e sazonal

Os pontos PMQACH 03 E PMQACH 04, no município de Aracruz, não registraram a presença de coliformes e *E. coli* na saída do tratamento para a maioria dos meses monitorados. Para coliformes, as maiores ocorrências do contaminante nas amostras analisadas foram nos meses de maio/2019 (56%) e fevereiro/2022 (50%). O parâmetro *E. coli* apresentou desconformidade somente nos meses de outubro/2020 (10%), janeiro/2021 (13%) e fevereiro/2022 (50%) (**Figura 6-304**). Não foi observado um padrão temporal ou sazonal para nenhum dos dois parâmetros avaliados.

Figura 6-304 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos com tratamento, localizados no município de Aracruz.



Para os demais parâmetros, notam-se diversos resultados significativos temporalmente, ou seja, com reduções ou aumentos entre os anos avaliados ($p < 0,05$) (**Figura 6-305**). Quando avaliada as diferenças temporais em relação ao último período avaliado (2021/2022), nota-se que o parâmetro densidade de cianobactérias apresentou resultados não consistentes, ou seja, não foi possível identificar aumento ou redução ao longo dos anos (**Figura 6-305**). De maneira geral, alumínio total, amônia, sódio total e sólidos

dissolvidos totais apresentaram padrão de redução de suas concentrações em ambos os pontos com tratamento do município de Aracruz ($p < 0,05$) (**Figura 6-305**). É possível observar ainda que um maior número de parâmetros apresentou padrão de redução em 2021/2022 comparado aos anos anteriores na saída dos pontos avaliados. Cor aparente apresentou padrão de aumento na saída do ponto PMQACH 03 e na captação do ponto PMQACH 04 ($p < 0,05$) (**Figura 6-305**). Turbidez e zinco total apresentaram padrão de aumento na captação de ambos os pontos ($p < 0,05$) (**Figura 6-305**).

Figura 6-305 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Amonia	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Densidade de cianobacterias	Dureza total	Ferro total	Manganes total	Nitrato	pH	Sodio total	SDT	Sulfato	Trihalometanos totais	Turbidez	Zinco total
PMQACH 03	Captacao		↓			—	—	—			—	—		—		—	↑	↑
	Pos filtracao																↓	
	Saida	↓	↓	—		↑		—	—	—		—	↓	↓			↓	—
PMQACH 04	Captacao		↓			↑	—				↓	—		↓		—	↑	↑
	Pos filtracao																—	
	Saida	↓	—	↓	↑	—		↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	—	↑	↓	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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 apresentaram, de maneira geral, valores superiores durante o período chuvoso, especialmente na captação do ponto PMQACH 03 ($p < 0,05$) (**Figura 6-306**). Sódio total e sólidos dissolvidos totais apresentaram concentrações superiores no período seco, mas essa diferença foi observada somente na captação do ponto PMQACH 03 e na saída deste mesmo ponto apenas para sólidos dissolvidos totais ($p < 0,05$) (**Figura 6-306**).

Figura 6-306 - Resultados dos testes estatísticos principais entre as estações (avaliação sazonal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

		Aluminio total	Cor aparente	Ferro total	Manganes total	Nitrato	Sodio total	SDT	Turbidez
PMQACH 03	Captacao	●	●	●	●		●	●	●
	Saida		●			●		●	
PMQACH 04	Captacao			●					
	Saida				●				

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

6.30 - São Mateus

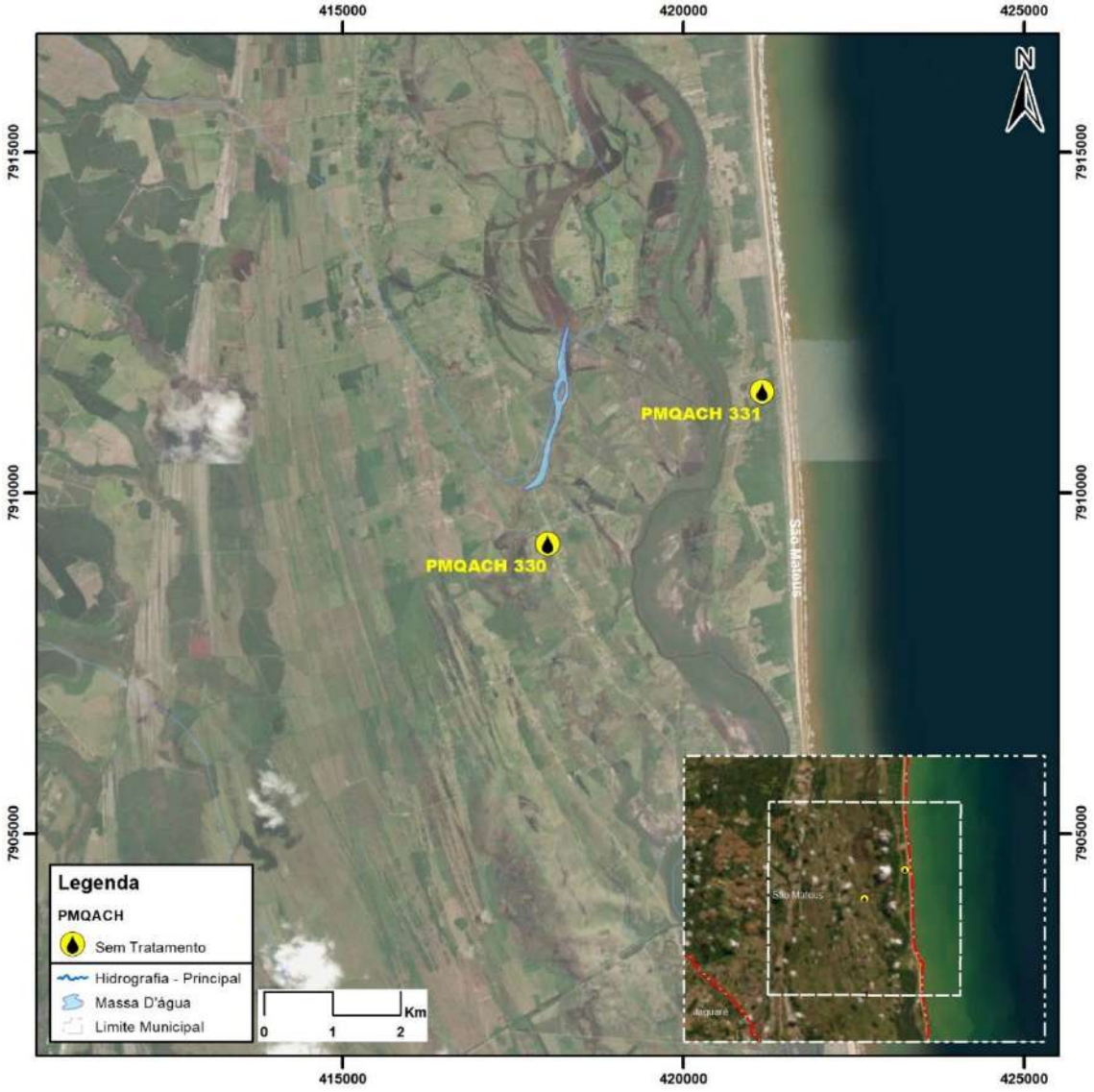
No município de São Mateus-ES, foram considerados 02 (dois) pontos ativos, sendo um do tipo Solução Alternativa Individual (SAI) e um do tipo Soluções Alternativas Coletivas (SAC), ambos sem tratamento de água (**Figura 6-307** e **Quadro 6-30**).

Quadro 6-30 - Características do ponto do município de São Mateus considerado no presente relatório.

Código	Tipo de captação	Forma de abastecimento	Tratamento	Ponto avaliado	Legislação	Término do monitoramento
PMQACH 330	Subterrânea	SAC	Não	Saída	Anexo XX da PRC n° 5/2017 e Portaria GM/MS nº 888, maio/2021 (a partir de novembro/2021)	
PMQACH 331[1)]	Subterrânea	SAI	Não	Saída		03/03/2022

1) **Assinou termo de recusa.**

Figura 6-307 - Localização geográfica dos pontos monitorados em São Mateus-ES.



6.30.1 - Pontos sem tratamento

6.30.1.1 - Ocorrência de violações das legislações vigentes

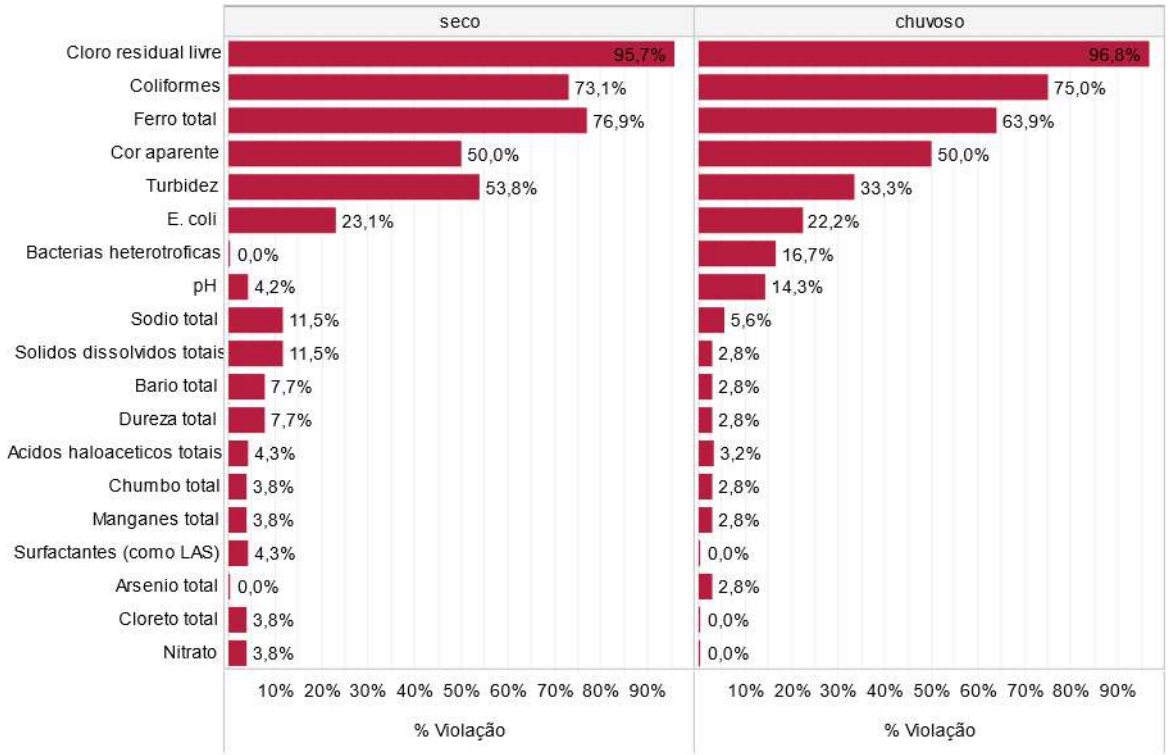
Para o município de São Mateus-ES, destacam-se cloro residual livre, coliformes, ferro total, cor aparente e turbidez por apresentarem mais de 50% de violação no período seco ou chuvoso (**Figura 6-308**).

Cloro residual livre apresentou 95,7% de violação no período seco e 96,8% no período chuvoso (**Figura 6-308**). De maneira geral, o cloro residual livre violou o limite inferior legal, devido às baixas concentrações, 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 revisão bianual do PMQACH, o parâmetro cloro residual deixou de ser monitorado. Os elevados percentuais de violação referem-se ao período pretérito à esta revisão.

Coliformes teve 73,1% de violação no período seco e 75% no período chuvoso, indicando contaminação fecal proveniente de esgoto sanitário, não tratado, doméstico ou da criação de animais (**Figura 6-308**). No município de São Mateus-ES, o percentual de esgotamento sanitário é de 62,2% (IBGE, 2010), sendo empregado especialmente tratamento convencional, que contempla as etapas de floculação, decantação, filtração e desinfecção. 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 possível 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).

Ainda, a turbidez, teve seu maior percentual de violação no período seco (53,8%), juntamente com os surfactantes (4,3% de violação), cloreto total (3,8% de violação) e nitrato (3,8% de violação). Por sua vez, as bactérias heterotróficas (16,7% de violação) e o arsênio total (2,8% de violação) violaram os limites legais somente no período chuvoso (**Figura 6-308**).

Figura 6-308 - 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/2022 com base nos limites aplicáveis.

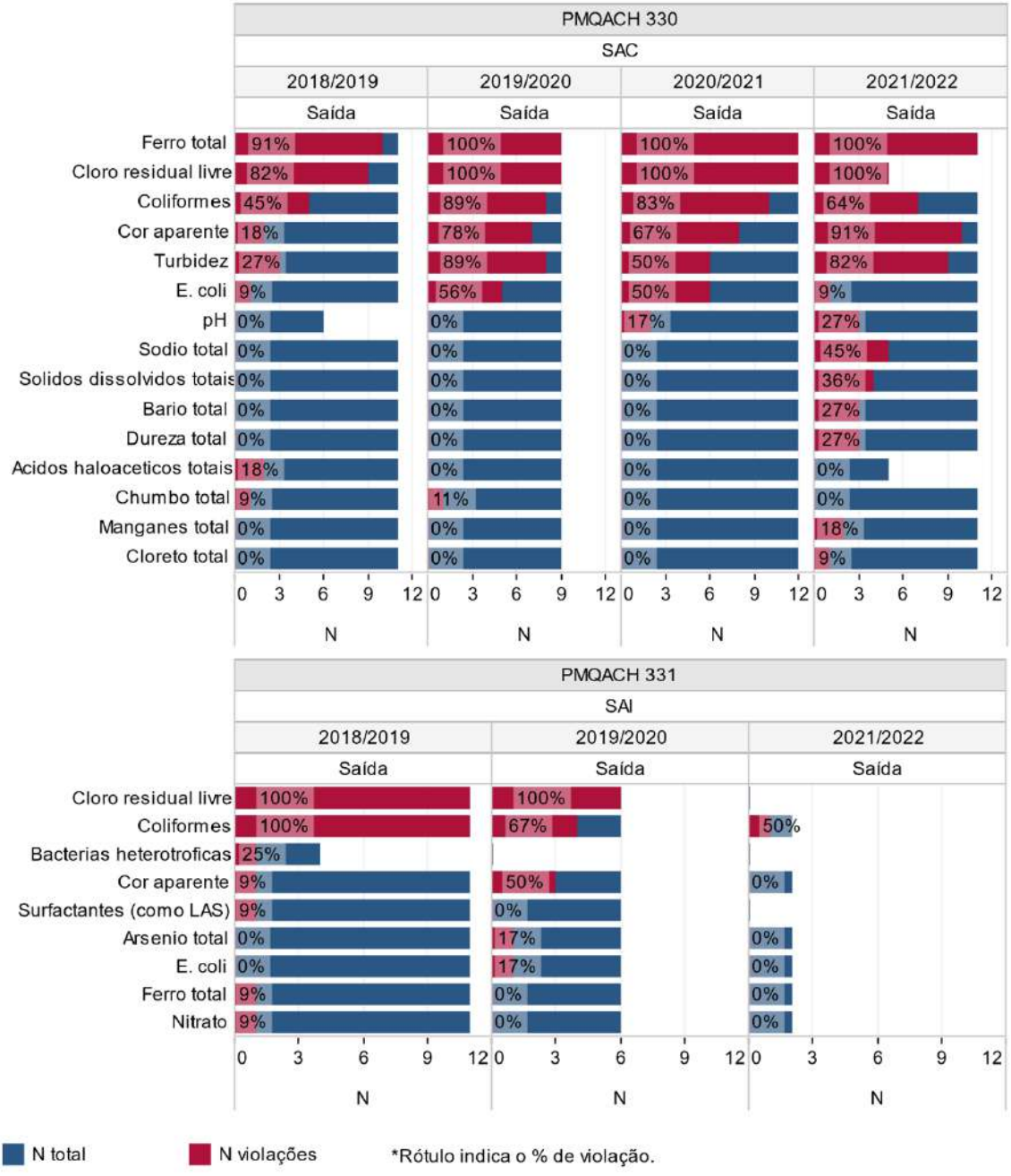


Dois pontos sem tratamento de água foram monitorados no município de São Mateus, ambos com captação subterrânea. O ponto PMQACH 330, com abastecimento tipo SAC, teve maiores percentuais de violação no último ciclo (2021/2022) em relação aos dados pretéritos para cor aparente (91% de violação, 10 das 11 amostras analisadas), pH (27% de violação, 3 das 11 amostras analisadas), sódio total (45% de violação, 5 das 11 amostras analisadas), sólidos dissolvidos totais (36% de violação, 4 das 11 amostras analisadas), bário total (27% de

violação, 3 das 11 amostras analisadas), dureza total (27% de violação, 3 das 11 amostras analisadas), manganês total (18% de violação, 2 das 11 amostras analisadas) e cloreto total (9% de violação, 1 das 11 amostras analisadas) (**Figura 6-309**). Ferro total e cloro residual livre apresentaram 100% de violação nos últimos três ciclos. Coliformes (64% de violação, 7 das 11 amostras analisadas) e *E. coli* (9% de violação, 1 das 11 amostras analisadas) foram os poucos parâmetros que apresentaram redução do percentual de violação no último ciclo em comparação com o ciclo anterior (2020/2021) (**Figura 6-309**).

O ponto PMQACH 331, com abastecimento tipo SAI, apresentou violação somente para coliformes (50% de violação, 1 das 2 amostras analisadas) no último ciclo (2021/2022), o que representou uma redução no percentual desconforme em relação aos períodos anteriores (**Figura 6-309**). Parâmetros como cor aparente, arsênio total, ferro total, nitrato e *E. coli*, que em períodos anteriores apresentaram violações, em 2021/2022, estiveram em conformidade com a legislação (**Figura 6-309**).

Figura 6-309 - Percentual de violação dos parâmetros monitorados nos pontos PMQACH 330 e PMQACH 331 localizados no município de São Mateus-ES, entre setembro/2018 e julho/2022 com base nos limites aplicáveis.

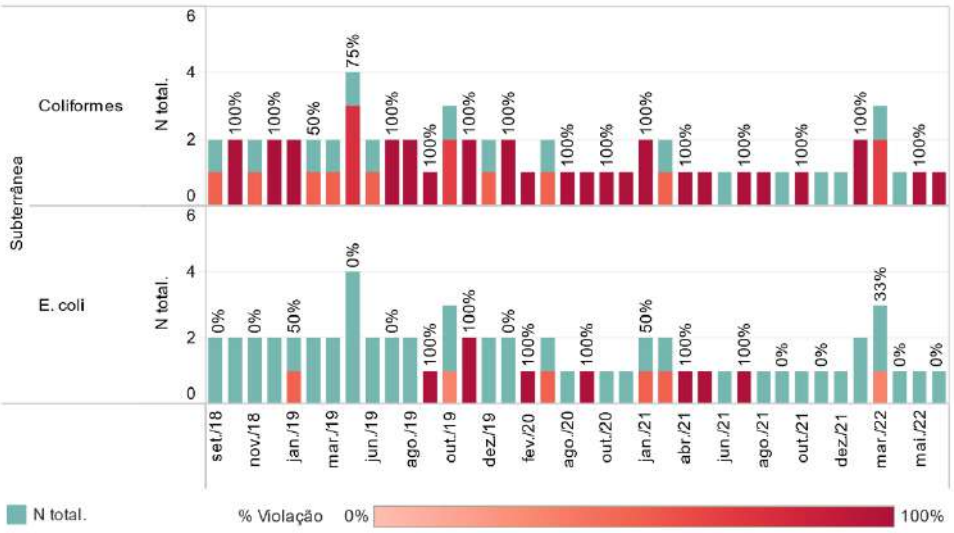


Nota: N = Número (seja Número de violações ou Número total de amostras). O N total (em azul), representa o número total de amostras coletadas no período em questão; N violações (em vermelho), representa o número total de amostras que ultrapassaram os limites legais aplicáveis.

6.30.1.2 - Avaliação temporal e sazonal

Nos pontos PMQACH 330 e 331, a presença de *E. coli* registrada em 13 de 38 meses de monitoramento. Quando presente, o percentual de amostras contaminadas variou entre 33% e 100% (**Figura 6-310**). Coliformes, por sua vez, foi presente em 33 dos 38 meses monitorados (**Figura 6-310**). Não foi observado um padrão sazonal ou temporal evidente para coliformes e *E. coli* no período analisado (**Figura 6-310**).

Figura 6-310 - Série histórica dos resultados qualitativos de coliformes totais e *E. coli* na saída dos pontos sem tratamento, localizados no município de São Mateus-ES.



O ponto PMQACH 331 não foi avaliado em 2020/2021, sendo que no último período (2021/2022) somente duas amostragens foram realizadas. Portanto, não foi possível avaliar estatisticamente a evolução temporal para este ponto. Em relação ao ponto PMQACH 330, a maioria dos padrões significativos foram para parâmetros que apresentaram concentrações mais elevadas no último período (2021/2022) em comparação aos anos anteriores, como foi o caso para bário total, cloreto total, dureza total, ferro total, sódio total e turbidez ($p < 0,05$) (**Figura 6-311**). Somente as concentrações de amônia apresentaram padrão de redução no último período avaliado neste ponto ($p < 0,05$) (**Figura 6-311**).

Figura 6-311 - Resultados dos testes estatísticos par-a-par entre os anos (avaliação temporal), considerando o período de setembro/2018 a julho/2022.

	Amonia	Bario total	Cloreto total	Cor aparente	Dureza total	Ferro total	Sodio total	Turbidez	Zinco total
PMQACH 330	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	—

↑ aumento entre anos com ênfase em 2021/2022; — 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 a dureza total apresentou um padrão significativo e somente no ponto PMQACH 331, sendo que as concentrações foram superiores no período chuvoso ($p < 0,05$).

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 Tocix 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 a realidade brasileira e aos recursos disponíveis.

A partir da metodologia supracitada, para definir o nível do risco à saúde humana, com possibilidade de efeitos lesivos não-carcinogênicos, os Níveis de Risco Mínimo (*Minimal Risk Level* - MRL) da ATSDR são utilizados como indicadores. O Ministério da Saúde (BRASIL, 2010) define MRL como:

> Uma estimativa de exposição diária humana a uma substância perigosa que provavelmente não trará risco apreciável de efeito adverso diferente de câncer, considerando uma duração específica de exposição (aguda de 1 a 14 dias; intermediária de 15 a 364 dias; e crônica de 365 dias ou mais) para uma determinada via de exposição. O MRL é expresso em miligrama por quilograma de massa corporal por dia, portanto, varia de pessoa para pessoa. O MRL foi criado para dar ideia do perigo que representa cada substância. Exposições acima do MRL não significam que ocorrerão efeitos adversos. É um indicador de perigo e quer dizer que exposições até esse nível provavelmente não acarretarão efeito adverso inclusive à pessoa mais sensível.

Ressalta-se que para a aplicação dessa metodologia da ATSDR para avaliação de risco à saúde humana, etapas prévias como avalição da informação local, resposta às preocupações da comunidade, seleção dos contaminantes de interesse, identificação e avaliação de rotas de exposição, determinação de implicações para a saúde pública e determinação de conclusões são consideradas (BRASIL, 2010).

No que diz respeito a legislação, no Brasil, a PRC n° 5/2017 consolidou no Anexo XX todas as normativas referentes a procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano. Tal Anexo foi atualizado pela Portaria GM/MS n° 888, de 4 de maio de 2021 e pela Portaria GM/MS n° 2.472 de 28 de setembro de 2021.

Entre as orientações da portaria, o §5º do Artigo 4, do Capítulo V do Padrão de Potabilidade (Portaria GM/MS 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 evento de rompimento da barragem de Fundão, por meio Deliberação CIF nº 95, NT nº 10, foram definidas as bases mínimas para implantação do PMQACH, em que "o monitoramento da qualidade da água para consumo humano será executado pela Fundação Renova em decorrência do EVENTO, com base da legislação vigente".

A seguir, serão discutidos os parâmetros que apresentaram relevância no Plano de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano (PMQACH), ou seja, aqueles que apresentaram violação, mesmo que pontual, e os efeitos potenciais à saúde humana. Os parâmetros que apresentaram violação foram: ácidos haloacéticos, alumínio total e dissolvido, amônia, antimônio total, arsênio total, bactérias heterotróficas, bário total, cádmio total, chumbo total, cloramina total, cloreto total, clorito, cloro residual livre, coliformes totais e termotolerantes, cor aparente, cromo total, 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, urânio total 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 agosto/2021 a julho/2022.

Quadro 7-2 – Síntese dos efeitos potenciais para a saúde humana dos parâmetros que apresentaram violação no PMQACH.

Parâmetros	Efeitos potenciais para a saúde humana	Nível de Risco Mínimo (MRL) / Consumo Diário Tolerável (TDI)
Ácidos haloacéticos*	Problemas no fígado, rins ou sistema nervoso central; aumento do risco de câncer[1]	-
Alumínio*	Testes em animais mostraram que a exposição excessiva pode provocar problemas renais, no sistema nervoso central e nos ossos, esclerose amiotrófica lateral e anemia hipocrômica microcíca[2-8]	1 mg/kg/dia (ingestão crônica e intermediária)
Amônia*	Influencia o metabolismo ao alterar o equilíbrio ácido-base, atrapalhando tolerância à glicose e reduzindo a sensibilidade a insulina[28]	200 mg/kg/dia [13]
Antimônio total	Testes em animais demonstraram redução do ganho de peso corporal e da ingestão de alimentos e água[29]	6 µg/kg/dia[29]
Arsênio total	Manifestações agudas incluem febre, dores abdominais e esofagianas, diarreia, anorexia, vômito, aumento da irritabilidade, exantema e perda de cabelo; os efeitos crônicos incluem tumores malignos na pele, nos pulmões, rins, bexiga, aumento hepático, com necrose e cirrose	0,0003 mg/kg/dia (ingestão crônica) e 0,005 mg/kg/dia (ingestão aguda)[15]
Bactérias heterotróficas	Quanto maior a densidade de bactérias na água, maior a probabilidade de encontrar bactérias patogênicas[1]	-
Bário Total*	Aumento da pressão arterial[1]	0,2 mg/kg/dia (ingestão crônica e intermediária)
Cádmio total	Danos nos rins; diminui a absorção de cálcio e aumenta sua excreção, favorecendo osteoporose e a osteomalácia, anemia ferropriva em decorrência da competição com o ferro, câncer de pulmão e próstata[1, 8]	0,0001 mg/kg/dia (ingestão crônica) e 0,0005 mg/kg/dia (ingestão intermediária)[15]
Chumbo total	Em bebês e crianças causa atrasos no desenvolvimento físico ou mental; em adultos causa problemas renais e pressão alta; pode afetar os sistemas neurológico, hematológico, gastrointestinal, cardiovascular e renal, estando associado à incidência de retardo no desenvolvimento mental, resultando na perda de quociente de inteligência de crianças, anemia e ao aumento na pressão sanguínea em adultos; carcinogênico[1, 8]	25 µg/kg/dia
Cloramina total	Desconforto no estômago, anemia[1]	-
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]	**
Clorito	Testes em animais mostraram redução do peso cerebral, alterações de peso do fígado e comprometimento auditivo[30]	0,029 mg/kg/dia[30]
Cloro residual livre*	A sua ausência permite a contaminação por patógenos e o excesso pode provocar desconforto no estômago[1]	-
Coliformes totais e termotolerantes*	Diarreia e infecções intestinais[1]	-
Cor aparente*	Diminui a aceitabilidade pela água devido a coloração, gosto e possível odor	-

Parâmetros	Efeitos potenciais para a saúde humana	Nível de Risco Mínimo (MRL) / Consumo Diário Tolerável (TDI)
Cromo total*	Cancerígeno; danos ao DNA[18, 19]	25-35 mg/dia[17]
Dureza*	Efeitos laxativos[31]	-
*Escherichia coli**	Diarreia, cólicas, náuseas e dores de cabeça. Risco maior para a saúde de bebês, crianças pequenas e pessoas com sistema imunológico gravemente comprometido[1]. É a principal bactéria do grupo dos coliformes termotolerantes	-
Ferro*	Efeito estético de coloração avermelhada ou alaranjada; gosto metálico; pode provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano [9]	0,8 mg/kg/dia
Fluoreto	Nas crianças pode causar manchas esbranquiçadas nos dentes (fluorose dentária) e riscos de fraturas ósseas nos adultos[1-10]	1 mg/kg/dia (intoxicação aguda)
Gosto e Odor*	Efeitos sensoriais[32]	
Manganês total*	Ingestão em excesso (> 3 mg/dia) pode provocar quadro de intoxicação conhecido por manganismo; exposição a longo prazo pode gerar tremores permanentes, dificuldades de coordenação motora e problemas de memória[11]	-
Níquel total	Dermatite, doença cardiovascular, asma, fibrose pulmonar e câncer do trato respiratório[21]	70 µg/L[20]
Nitrato*	Falta de ar e síndrome do bebê azul; exposição a longo prazo pode resultar em metemoglobinemia em recém-nascidos, bem como em adultos com uma particular deficiência de enzimas[1 e 22]	4 mg/kg/dia (ingestão crônica, intermediária e aguda)[15]
Nitrito	Aceleração nos efeitos do nitrato. [33]	-
pH*	Importante para controlar problemas de incrustação e corrosão das redes de distribuição[12]	-
Selênio total	Perda de cabelo ou unhas; dormência nos dedos das mãos ou dos pés; problemas circulatórios; a exposição prolongada ao selênio inorgânico pode aumentar o risco de câncer[1 e 23]	0,005 mg/kg/dia (ingestão crônica)[15]
Sódio total*	Quando em excesso no sangue ocorre uma alteração no equilíbrio entre esses líquidos; o organismo retém mais água, sobrecarregando o coração e os rins, situação que pode levar à hipertensão; a pressão alta prejudica a flexibilidade das artérias e ataca os vasos, coração, rins e cérebro	-
Sólidos dissolvidos totais*	Efeito estético: dureza; depósitos; coloração; gosto salgado. Pessoas hipertensas devem evitar consumir águas com alta concentração de sais dissolvidos[9]	-
Sulfato*	Desconforto no estômago e diarreias[24]	-
Sulfeto de hidrogênio	Por inalação pode causar insônia, dor de cabeça, náusea, fotofobia, rinites, queratoconjuntivite, tosse intensa e broncopneumonia.[34]	-
Surfactantes	O caráter anfótero facilita sua acumulação em organismos. Quando isso ocorre em proteínas, enzimas e membranas 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

Parâmetros	Efeitos potenciais para a saúde humana	Nível de Risco Mínimo (MRL) / Consumo Diário Tolerável (TDI)
Turbidez*	Pode causar sintomas de curto prazo, como náuseas, câimbras, diarreia e dores de cabeça[1]	-
Urânio total*	Em sua forma natural, pode provocar problemas renais e ósseos.[35]	6 µg/kg corporal [20]
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 (agosto/2021 a julho/2022).**

Referências: [1]US EPA, 2009; [2]CETESB, 2019; [3]CLETO, 2008; [4]ROSALINO, 2011; [5]FLANTEN, 2001; [6]RONDEAU *et al.*, 2000; [7]BAKAR *et al.*, 2020; [8] ANVISA, 2019; [9]US EPA, 2015; [10]YADAV *et al.*, 2019; [11]UNIFESP, 2016; [12]BRASIL, 2006; [13]WHO, 2011; [14]CETESB, 2013; [15]ATSDR, 2019; [16]WHO, 2019; [17]Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine; [18]PEREIRA *et al.*, 2012; [19]LINOS *et al.*, 2011; [20]OMS, 2012; [21]CHEN *et al.*, 2017; [22]FAN & STEINBERG, 1996; [23]VICENTI *et al.*, 2018; [24]USEPA, 2003; [25]CSERHÁTI *et al.*, 2002; [26]PRASAD *et al.*, 2008; [27]Insitute of Medicine, 2002; [28]WHO, 1996; [29]WHO, 2017, [30]WHO, 2005, [31]SANTOS,2013, [32] FERREIRA FILHO, ALVES, 2006, [33] SCORSAFAVA, 2010, [34] DE SOUZA, 2010, [35] GOMES, 2013.

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 2021/2022, as violações não foram observadas em todos os municípios conforme nos anos anteriores. Os municípios Aimorés, Belo Oriente, Caratinga, Galiléia, Itueta, Ponte Nova, Rio Casca, São Pedro dos Ferros, Sem Peixe e Sobrália não 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).

O clorito apresentou somente uma violação no município de Rio Casca, em julho/2019. Apesar do cloro ser o desinfetante mais utilizado no tratamento de água no Brasil, o dióxido de cloro também é empregado devido ao seu elevado potencial oxidante e desinfetante. Embora reduza a formação de trihalometanos, o dióxido e cloro se dissocia rapidamente em clorito (ANDRADE, 2010).

Os ácidos haloacéticos apresentaram violação em 14 dos 30 municípios investigados. No período de 2021/2022, ocorreram somente 12 violações do parâmetro, sendo 6 no município de Aracruz (Litoral Sul), 4 em Belo Oriente e 1 nos municípios de Colatina e Linhares. Ressalta-se que esses municípios já apresentaram violação de ácidos haloacéticos nos anos anteriores. 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, 18 dos 30 municípios avaliados apresentaram violação do parâmetro. No período de 2021/2022, os municípios Colatina, Galiléia, Itueta e Naque, que não haviam apresentado violações do parâmetro nos anos anteriores, passaram a exibir resultados acima do limite legal. Os demais municípios apresentaram violações ao longo de todo monitoramento, com exceção de Santa Cruz do Escalvado, o qual deixou de apresentar violação no último ciclo enfatizado. 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.

Cloraminas totais apresentaram violação somente em Governador Valadares em janeiro/2019 e maio/2019, e com percentual total <1% de violação. De maneira geral, as cloraminas são formadas ocasionalmente, podendo causar problemas no sabor e odor da água. As cloraminas são rapidamente degradadas no estômago se ingeridas. Estudos com animais de laboratório demonstraram redução do peso corporal devido a ingestão de elevadas doses de cloramina na água, provavelmente devido ao sabor da água (WHO, 2017).

As bactérias heterotróficas apresentaram violação em 18 dos 30 municípios, e com percentual total < 20% de violação, enquanto coliformes totais e *E. coli* apresentaram violação em todos os 30 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 e *E. coli*, somente os municípios Aimorés, Sobrália (*E. coli*) e Alpercata (coliformes totais) deixaram de apresentar violações dos parâmetros no período de 2021/2022. Para coliformes termotolerantes, os resultados apresentaram violação em 13 dos 30 municípios, sendo o parâmetro avaliado somente no período de 2021/2022. 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 presença de metais em recursos hídricos pode estar relacionada às atividades industriais, de mineração e despejo de esgoto doméstico (SREENIVASA RAO, 2006). No entanto, também existem fontes naturais, visto a ocorrência natural de alguns elementos, como por exemplo a presença de alumínio, ferro e manganês na bacia do rio Doce

(ECOPLAN-LUME, 2010). Alguns elementos são considerados essenciais para o funcionamento dos organismos, como ferro, manganês e zinco, enquanto outros, conhecidos como não-essenciais, possuem uma faixa de tolerância. Estes, no geral, apresentam maior toxicidade (ESTEVES, 1998).

O alumínio total apresentou violação em 19 dos 30 municípios investigados ao longo de todo monitoramento, com exceção dos municípios Bugre, Fernandes Tourinho, Ponte Nova, São José do Goiabal, São Pedro dos Ferros e Sobrália, que deixaram de apresentar violação do parâmetro no período de 2021/2022. Já alumínio dissolvido apresentou violações pontuais em 14 dos 24 municípios, sendo todos ocorridos na captação em sistemas com tratamento. Ressalta-se que os municípios Baixo Guandu, Galiléia, Linhares e Periquito passaram a apresentar violação de alumínio dissolvido no período de 2021/2022, já os municípios Naque e Resplendor, deixaram de apresentar resultados com violação no período enfatizado. 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 antimônio total apresentou violação em Linhares (março/2019), Mariana (agosto/2019) e Rio Doce (junho/2019), com percentuais totais < 1% de violação. O elemento e seus compostos são considerados perigosos para a saúde humana ou mesmo cancerígenos (FOWLER & GOERING, 1991; GEBEL *et al*., 1997; HAMMEL *et al*., 2000). A intoxicação aguda por antimônio se manifesta com dores no estômago, vômito, desidratação, dores musculares, câimbras, hematúria, enurese, cirrose hepática, necrose muscular, nefrite e pancreatite (PIERART *et al*., 2015). Elevadas concentrações de antimônio também podem levar a doenças cardíacas agudas e existem relatos relacionando o contaminante com a síndrome da morte súbita infantil (MCCALLUM, 2005). A intoxicação crônica se manifesta com alterações das funções pulmonares, bronquite crônica, enfisema, tuberculose precoce e aderências pleurais (PIERART *et al*., 2015; BELZILE *et al*., 2011).

O arsênio total apresentou violação em Galileia, Governador Valadares, Linhares, Marilândia e São Mateus (Litoral Norte), com percentual total < 1% de violação, sendo nenhuma violação observada em 2021/2022. 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 Colatina, Governador Valadares, Linhares, Periquito e São Mateus (Litoral Norte) com percentuais totais < 3% de violação. Vale destacar que o município de Colatina apresentou violação somente em 2019, já em São Mateus (Litoral Norte) as violações ocorreram somente em 2022. Os municípios de Governador Valadares, Linhares e Periquito apresentaram violações pontuais em todo período avaliado. 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 18 dos 30 municípios investigados somente entre 2018 e 2020, mas, no geral, apresentou percentual total < 2% 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 21 dos 30 municípios investigados, mas, no geral, apresentou percentual total < 1% de violação. No período 2021/2022 somente três violações do parâmetro foram observadas, sendo 1 no município de Colatina e 2 em Governador Valadares, todas em fevereiro/2021. 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, Galileia e Periquito, com percentuais totais < 1% de violação. No ano de 2022 foi observada somente uma ocorrência de violação do parâmetro no município de Governador Valadares, porém no município foram observados demais violações em fevereiro/2021. 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 ferro total apresentou violação em todos os municípios investigados ao longo de todo monitoramento, com exceção de Bugre. No período de 2021/2022, ferro total deixou de apresentar violações somente nos municípios Ponte Nova e São Pedro dos Ferros. Já ferro dissolvido apresentou violação em 14 dos 30 municípios. No ciclo de 2021/2022, os municípios Baixo Guandu, Galiléia, Linhares e Periquito, passaram a apresentar violações de ferro dissolvido, o qual não foi observado nos anos anteriores, ao contrário de Naque, que deixou de apresentar violações do parâmetro no período enfatizado. 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 27 dos 30 municípios investigados, não exibindo violação somente em Bugre, Ponte Nova e Sobrália. Dos municípios que apresentaram violação, somente Rio Casca, Santa Cruz do Escalvado e São Pedro dos Ferros não apresentaram violação no último ciclo de 2021/2022, 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 em 7 dos 30 municípios investigados, mas, no geral, exibiu 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 em Governador Valadares, Baixo Guandu, Periquito, Rio Casca e Sem Peixe, com percentual total < 1% de violação, não sendo observada nenhuma violação no período de 2021/2022. 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 urânio total apresentou somente uma violação nos municípios de Alpercata (novembro/2021) e Caratinga (julho/2019). O urânio na sua forma natural pode ser encontrado nos alimentos, ar, solo e água. Sua ingestão em pequenas quantidades não é um problema, e ocorrem principalmente devido a sua presença na água potável oriunda de poços subterrâneos. Quando ingerido em concentrações elevadas afeta diretamente o sistema renal e pode ser depositado a longo prazo no sistema ósseo. (GOMES, 2013).

O zinco total apresentou violação em Alpercata, Barra Longa e Linhares, com percentual total < 5% de violação. Destaca-se que todas as violações do parâmetro foram observadas no ano de 2019. 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 14 dos 30 municípios investigados, com percentuais totais < 8% de violação. Entre os 14 municípios, Barra Longa, Caratinga, Mariana, São José do Goiabal, São Mateus (Litoral Norte) e Tumiritinga apresentaram somente resultados acima do limite legal no período anterior a 2021/2022. Todos demais os municípios apresentaram violações tanto no período anterior como no período enfatizado. 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 violações pontuais nos municípios Aracruz, Baixo Guandu, Barra Longa, Linhares e Marilândia, sendo todos observados no período anterior a 2021/2022.

O limite da amônia foi violado em 17 dos 30 municípios avaliados, com percentuais totais <10% de violação. Ressalta-se que somente os municípios de Aracruz (Litoral Sul), Baixo Guandu, Fernandes Tourinho e Linhares que apresentaram violações tanto anteriormente quanto no período de 2021/2022, todos demais exibiram violações do parâmetro somente nos anos anteriores a 2021/2022. 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 21 dos 30 municípios investigados, com percentuais totais, no geral, <10% de violação. Vale destacar que todos resultados que apresentaram violação foram observados anteriormente ao período de 2021/2022. 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 Bugre, Ponte Nova, Santa Cruz do Escalvado e São Pedro dos Ferros, os quais apresentaram violações somente anteriormente ao último ciclo de 2021/2022. A turbidez ultrapassou os limites legais em 28 dos 30 municípios investigado. Desses municípios, Ponte Nova, Santa Cruz do Escalvado e São Pedro dos Ferros, apresentaram violações somente no período prévio a 2021/2022. Já sólidos dissolvidos totais ultrapassou os limites legais em 8 dos 30 municípios, com percentuais totais < 1% de violação. Em Galiléia e São Mateus (Litoral Norte) foram observadas violações somente no último período 2021/2022, ao contrário de Governador Valadares, o qual apresentou violação somente previamente ao período enfatizado. 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 16 dos 30 municípios investigados, com percentuais totais <3% de violação, sendo todas observadas no último ciclo anual 2021/2022. 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 pontuais em 10 dos 30 municípios, com destaque para Barra Longa e Itueta, os quais apresentaram violações tanto antes quanto no período 2021/2022. Os municípios Santana do Paraíso e São Mateus (Litoral Norte) apresentaram resultados acima do limite legal somente no último ciclo anual de 2021/2022. O sódio total apresentou violações pontuais em 7 dos 30 municípios, com destaque para Baixo Guandu e Itueta que exibiram violações previamente e no período de 2021/2022. 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 (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 nos municípios Baixo Guandu, Caratinga, Governador Valadares, Itueta e São Mateus (Litoral Norte). Em Baixo Guandu e Itueta, as violações foram observadas tanto antes como no período 2021/2022, em Caratinga e São Mateus os resultados acima do limite legal foram observados somente no último ciclo anual enfatizado, já em Governador Valadares as violações ocorreram somente anteriormente ao período de 2021/2022.

O sulfato total apresentou violações em Baixo Guandu, Governador Valadares e Itueta, sendo todas observadas previamente ao último ciclo anual 2021/2022. 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 somente uma violação em Baixo Guandu (2019), e violações pontuais em Linhares (2018 e 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 (Litoral Sul), Barra Longa, Governador Valadares, Naque e Tumiritinga, com percentuais totais <5% 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 28 dos 30 municípios avaliados. Desses municípios, Barra Longa, Caratinga, Rio Casca, São José do Goiabal e Sobrália, apresentaram resultados acima do limite legal somente previamente ao período anual 2021/2022, já Aimorés e Alpercata apresentaram as primeiras violações do parâmetro no último ano enfatizado. 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).

Dessa forma, nota-se que a qualidade da água para o consumo humano depende não só da presença ou ausência de tratamento, do tipo de tratamento, manutenção e gestão, mas também da qualidade dos recursos a extrair. Como tal, a água pode apresentar diversas alterações que prejudicam a sua qualidade.

8 - CONCLUSÕES

O presente relatório apresentou os resultados integrados do PMQACH de setembro de 2018 a julho de 2022, sendo considerados 281 pontos ativos, distribuídos em 30 municípios. Destaca-se que o presente relatório enfatizou os resultados encontrados no último ano do monitoramento (2021/2022).

Os pontos que não possuem tratamento de água, tiveram como parâmetros mais relevantes em termos de violações, o cloro residual livre, coliformes totais, *E. coli,* ferro total, cor aparente, bactérias heterotróficas, turbidez, pH, manganês total, alumínio total e nitrato. Nestes pontos, de maneira geral, o cloro residual livre apresentou os mais elevados percentuais de violação, mostrando a ausência de cloração ou ineficiência do uso do cloro, o que é esperado visto que os pontos não possuem tratamento. Destaca-se, no entanto, que a partir de janeiro de 2022, com a revisão bianual do PMQACH, o cloro residual livre deixou de ser monitorado em pontos sem tratamento e os elevados percentuais de violação referem-se à períodos pretéritos ao monitoramento do ano 2021/2022.

Na captação de pontos que possuem tratamento de água, os parâmetros que mais se destacaram foram coliformes (totais e termotolerantes), ferro total, ferro dissolvido, *E. coli,* alumínio dissolvido, manganês total e turbidez. Na saída destes pontos os parâmetros mais importantes foram cloro residual livre, trihalometanos totais, coliformes totais, alumínio total e pH.

Destaca-se ainda que alguns parâmetros avaliados permaneceram abaixo do limite de quantificação (LQ) do método em todos os municípios durante todo o monitoramento, parâmetros esses especialmente relacionados a agrotóxicos e substâncias organolépticas e cianotoxinas. Com a revisão bianual do PMQACH parâmetros que permaneceram abaixo do LQ foram removidos do monitoramento.

O número de parâmetros e os percentuais de violação dos limites preconizados pela legislação vigente variaram de acordo com o município e o ponto específico, demonstrando a importância não só de fatores regionais como locais.

A ausência de cloro residual total e a presença de coliformes totais e de *Escherichia coli* foi evidente em pontos sem tratamento, com expressivo percentual de violações desses parâmetros, tanto em pontos com captação superficial quanto de captação subterrânea. A contaminação microbiológica também foi observada em pontos com tratamento, mesmo em menores percentuais.

Em pontos com tratamento, também foram observados percentuais de violação do cloro residual livre, porém, com resultados ultrapassando o limite superior legal. 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.

De maneira geral, também foram observados percentuais de violação para os metais totais alumínio, ferro e manganês. Os elementos apresentaram ocorrência e percentuais de violação bastante variado conforme municípios e pontos monitorados.

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 e turbidez.

Os dados demonstram a importância do tratamento para a melhora da qualidade da água, especialmente em relação a contaminação microbiológica, percentual de sólidos representados pela turbidez e cor aparente, assim como para alguns metais, em especial ferro

total e manganês total. O atendimento integral aos limites legais de potabilidade pode demandar instalação ou adequação das etapas de tratamento com o objetivo de controlar parâmetros específicos conforme particularidades de cada ponto. Além disso, é indispensável a manutenção e operação adequada dos processos de tratamento, com a manutenção dos filtros, ajustes do pH, dosagens de coagulante e do produto para desinfecção adequadas, com o objetivo de garantir a concentração de cloro residual no sistema e evitar a formação de subprodutos indesejados e a presença de bactérias e organismos patogênicos.

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. C. *et al*. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó-Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Revista Acta Scientiarum Technology, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.

AMARANENI, S. R. Distribution of pesticides, PAHs and heavy metals in prawn ponds near Kolleru lake wetland, India. Environment international, v. 32, n. 3, p. 294-302, 2006.

ANDRADE, Rosane Cristina de. Aplicação do dióxido de cloro no tratamento de água para consumo humano: desinfecção para controle de oocistos de Cryptosporidium sp., formação de subprodutos e manutenção de residuais desinfetantes em sistemas de distribuição. 2010.

BARROS, A. R. B. Remoção de ions metálicos em água utilizando diversos adsorventes. 2001. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

BELZILE, N., CHEN, Y. W., FILELLA, M. Human exposure to antimony: I. Sources and intake. Critical reviews in environmental science and technology, 41(14), 1309-1373. 2011.

BETTEGA, J. M. P. R *et al*. Métodos analíticos no controle microbiológico de água para consumo humano. Cienc. agrotec. Vol. 30, n.5, pp.950-954. ISSN 1413-7054. 2006.

BLOKKER, M., VREEBURG, J., SPEIGHT, V. Residual chlorine in the extremities of the drinking water distribution system: the influence of stochastic water demands. Procedia Engineering, n. 70, p. 172-180. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Controle da qualidade da água. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde) ISBN 85-334-1240-1 1. 2006.

CASAGRANDE, J., SARMENTO, R. O uso de modelagem matemática de qualidade de água no controle de cloro residual em sistemas de distribuição. In: Congresso Brasileiro De Engenharia Sanitária E Ambiental,19. Anais. Foz do Iguaçu, Pr.: ABES, 1997, v. 2.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo. Boletim 2017.

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. 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. Interciência. 1998.

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.

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.

FOWLER, B. A., GOERING ANTIMONY, P. L., MERIAN, E. (Ed.), Metals and their compounds in the environment, VCH, Weinheim, New York, Basel, Cambridge, 1991.

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.

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 trialometanos 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.

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. 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.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Chlorite and Chlorate in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines Drinking-water Quality. Geneva: WHO,2005.

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.

Anexo 2 - ART Responsável Técnico

DocuSign Envelope ID: 969DC69A-73C9-4533-B28F-9340CD870F4D

Serviço Público Federal
Conselho Federal de Biologia
Conselho Regional de Biologia - 4ª Região

Situação: DEFERIDO	Data: 26/10/2021
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART	Nº: 20211000112378

CONTRATADO

Nome DEBORAH REGINA DE OLIVEIRA E SILVA	Registro CRBio: 087804/04-D
Cpf: 079.429.846-05	Tel: 31 34864112
E-mail: DEBORAH.UFMG@GMAIL.COM	
Endereço RUA CORONEL FABRICIANO, 92102	
Cidade: BELO HORIZONTE	Bairro: SANTA INÊS
CEP: 31.080-340	UF: MG

CONTRATANTE

Nome ECOLOGY AND ENVIRONMENT DO BRASIL LTDA	
Registro	CPF/CGC/CNPJ: 01.766.605/0001-50
Endereço AVENIDA PRESIDENTE WILSON, 231, 231	
Cidade RIO DE JANEIRO	Bairro CENTRO
CEP: 20.030-905	UF: RJ
Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

Natureza Prestação de Serviço - EXECUÇÃO DE ESTUDOS, PROJETOS DE PESQUISA E/OU SERVIÇOS			
Identificação CONTRATAÇÃO DE CONSULTORIA TÉCNICA EM GARANTIA E CONTROLE DE QUALIDADE DE DADOS AMBIENTAIS			
Município do Trabalho: BELO HORIZONTE,	UF :MG	Município da sede: RIO DE JANEIRO,	UF :RJ
Forma de participação: EQUIPE	Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR (BIÓLOGOS, OCEANÓGRAFOS, ENGENHEIROS, GEÓGRAFOS).		
Área do Conhecimento: ECOLOGIA, LIMNOLOGIA, ZOOLOGIA	Campo de Atuação: MEIO AMBIENTE E BIODIVERSIDADE		

Descrição sumária da atividade: Coordenação Geral, elaboração de relatórios técnicos de análise e consistência de dados de monitoramento, elaboração de relatórios de monitoramento de água para consumo humano, elaboração de relatórios de curva chave, elaborações de relatórios executivos e relatórios diversos de baixa, média e alta complexidade relativos ao programa de monitoramento hídrico na bacia do rio Doce. Atividades de vistorias em campo e em laboratório. Participação em reuniões técnicas com órgãos ambientais, participação em workshops e eventos técnicos. Revisões do programa de monitoramento.

Valor: R$ 159.300,00	Total de horas: 1080
Início 06/08/2021	Término

ASSINATURAS

verifique a autenticidade

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data: 27/10/2021

DocuSigned by:
Deborah Silva
Assinatura do Profissional

Data: 27/10/2021

DocuSigned by:
Assinatura e Carimbo do Contratante

Solicitação de baixa por distrato

Data: / / Assinatura do Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

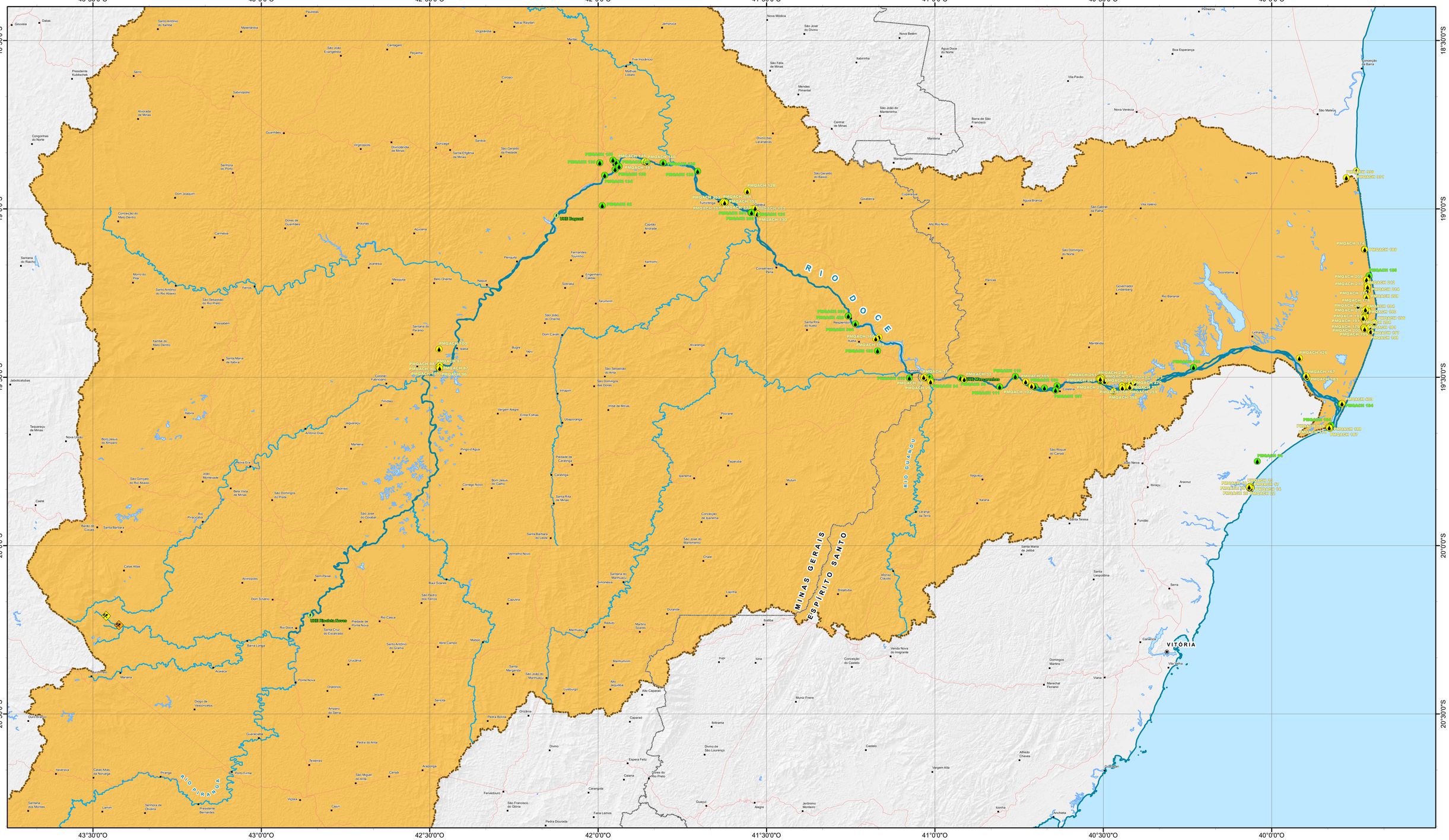
Solicitação de baixa por conclusão

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / / Assinatura do Profissional

Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante

Anexo 5 - Mapa de localização dos pontos de monitoramento


43°30'0"O
43°0'0"O
42°30'0"O
42°0'0"O
41°30'0"O
41°0'0"O
40°30'0"O
40°0'0"O
18°30'0"S
19°0'0"S
19°30'0"S
20°0'0"S
20°30'0"S
UHE Risoleta Neves
UHE Baguari
UTE Cenibra
RIO DOCE
MINAS GERAIS
ESPÍRITO SANTO
RIO PIRANGA
RIO GUANDU
VITÓRIA
PMQACH 02
PMQACH 03
PMQACH 04
PMQACH 05
PMQACH 06
PMQACH 07
PMQACH 08
PMQACH 09
PMQACH 10
PMQACH 11
PMQACH 12
PMQACH 13
PMQACH 14
PMQACH 15
PMQACH 16
PMQACH 17
PMQACH 18
PMQACH 19
PMQACH 20
PMQACH 21
PMQACH

Anexo 6.1 - Banco de Dados PMQACH

Anexo 6.2 - Percentual de violações legais por município