



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL GRADUA-
ÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO ITACAMBIRUÇU EM
GRÃO MOGOL - MG

PAULA DANIELE RESENDE SILVA

BELO HORIZONTE

2016

PAULA DANIELE RESENDE SILVA

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO ITACAMBIRUÇU EM
GRÃO MOGOL - MG

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof. Msc Evandro Carrusca de Oliveira

BELO HORIZONTE
2016

SILVA, Paula Daniele Resende.

S--

Diagnóstico da Qualidade da Água do Rio Itacambiruçu em
Grão Mogol - MG

/ Paula Daniele Resende Silva. – Registro:

2016 101f; --cm

Orientador: Prof. Msc Evandro Carrusca de Oliveira

Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental e Sanitária)
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2016

1. Grão Mogol 2. Índices de qualidade 3. Qualidade
de água 4. Rio Itacambiruçu I. Silva, Paula Daniele Re-
sende. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Ge-
rais. III. Diagnóstico da Qualidade da Água do Rio Itacambiruçu em
Grão Mogol - MG



Serviço Público Federal – Ministério da Educação
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

**ATA DE DEFESA FINAL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II**

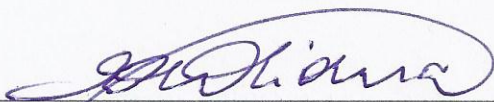
Aos 06 dias do mês de dezembro de 2016, no *campus* I do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, reuniram-se o Msc. Evandro Carrusca de Oliveira, Msc. Sandrine Ferraz Araujo, Msc. Marília Cleto Meirelles Ribeiro, para participarem da banca de avaliação do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “*Diagnóstico da Qualidade da Água do Rio Itacambirucu em Grão Mogol - MG*” de autoria da aluna Paula Daniele Resende Silva, do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Uma vez avaliado, o trabalho foi declarado:

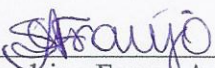
Aprovado.

Reprovado.

Belo Horizonte, 06 de dezembro de 2016

Banca Examinadora:


Msc. Evandro Carrusca de Oliveira – Orientador


Msc. Sandrine Ferraz Araujo


Msc. Marília Cleto Meirelles Ribeiro

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais e meu irmão, por todo apoio, carinho, suporte, paciência e confiança que me deram sempre e que foi essencial para poder concluir este trabalho.

Ao meu orientador Evandro pela confiança, incentivo e ajuda.

Ao João Francisco, secretário municipal de agricultura e meio ambiente de Grão Mogol, pela atenção e disponibilização de dados para o trabalho.

Aos funcionários da COPASA de Grão Mogol, Valdenor e Reinaldo, que não mediram esforços para correr atrás de informações e disponibilizar dados.

A MDGEO e a Sandrine, pela paciência e ensinamentos, e principalmente, por despertar o interesse no assunto.

Ao Fred por toda paciência, carinho, confiança.

Aos amigos Marina, Bruno, Nathalia, Érica, Bárbara, pelo apoio, incentivo, confiança, distração e cuidado diário.

Aos amigos Felipe, Eleonora, Reiziany, Marina, por todo apoio, disponibilidade, incentivo, confiança, carinho. Sem vocês, não teria conseguido terminar.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi analisar a qualidade da água do rio Itacambiruçu, de forma a estabelecer uma evolução na qualidade da água ao longo do tempo. Para a interpretação dos dados e posterior classificação quanto a qualidade da água, foram utilizados dados de monitoramento qualitativa do IGAM, que foram analisados estatisticamente e individualmente em comparação aos valores máximos permitidos pela CONAMA 357 de 2005, em seguida foram calculados os índices de qualidade de água para os pontos de monitoramento em cada campanha realizada. Os resultados mostraram que de forma geral os parâmetros estiveram dentro dos limites máximos permitidos por legislação, com exceção dos parâmetros pH, alumínio dissolvido, fósforo total, ferro dissolvido, manganês e sulfato. Em relação a qualidade da água, esta foi considerada “boa” de acordo com os resultados de IQA.

Palavras Chave: Grão Mogol, índices de qualidade, qualidade de água, rio Itacambiruçu.

ABSTRACT

This paper's goal was to analyze the water quality of the Itacambiruçu river in order to establish an evolution in water quality over time. For water quality data interpretation and subsequent classification, qualitative monitoring data of IGAM were used, which were analyzed statistically and individually in comparison to the maximum values allowed by CONAMA 357 of 2005, then the water quality indexes were calculated for monitoring points in each campaign. The results showed that, in general, the parameters were within the maximum limits allowed by legislation, with the exception of pH, dissolved aluminum, total phosphorus, dissolved iron, manganese and sulfate. Regarding water quality, it was considered "good" according to water quality index (WQI) results.

Key-words: Grão Mogol, quality indices, Water quality, Itacambiruçu river.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização e acesso regional da área. Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de IBGE e CPRM	35
Figura 2. Localização dos pontos de análise e sub-bacia de interesse. Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de IBGE e CPRM.	37
Figura 3. Hidrografia e feições hidrográficas locais de interesse. Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de IBGE e CPRM	39
Figura 4. Dados Pluviométricos da estação 1743016. Fonte: Adaptado de ANA,2016d	40
Figura 5. Mapa de uso e ocupação do solo do ano de 2009. Fonte: Adaptado de ZEE, 2016	42
Figura 6. Mapa de uso e ocupação de abril de 2016. Fonte: Elaborado pelo autor. Adaptado de IBGE e CPRM.....	44
Figura 7. Modelo de gráfico para análise de evolução da concentração dos parâmetros. Fonte: Elaborado pelo autor.....	47
Figura 8. Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas. Fonte: CETESB, 2014a	49
Figura 9. Gráfico da evolução da concentração de Sólidos Dissolvidos totais no ponto JE-002.....	54
Figura 10. Gráfico da evolução da concentração de Sólidos Dissolvidos totais no ponto JE-004.....	55
Figura 11. Gráfico da evolução da concentração de Sólidos em Suspensão totais no ponto JE-002	56
Figura 12. Gráfico da evolução da concentração de Sólidos em Suspensão totais no ponto JE-004	56
Figura 13. Gráfico da evolução da Cor Verdadeira no ponto JE-002	57
Figura 14. Gráfico da evolução da Cor Verdadeira no ponto JE-004	58
Figura 15. Gráfico da evolução da Turbidez no ponto JE-002	59
Figura 16. Gráfico da evolução da Turbidez no ponto JE-004	59
Figura 17. Gráfico da evolução da Condutividade Elétrica no ponto JE-002	60
Figura 18. Gráfico da evolução da Condutividade Elétrica no ponto JE-004	61
Figura 19. Gráfico da evolução do pH no ponto JE-002.....	62
Figura 20. Gráfico da evolução do pH no ponto JE-004.....	62
Figura 21. Gráfico da evolução da alcalinidade no ponto JE-002	63

Figura 22. Gráfico da evolução da alcalinidade no ponto JE-004	64
Figura 23. Gráfico da evolução da concentração de Oxigênio dissolvido no ponto JE-002	65
Figura 24. Gráfico da evolução da concentração de Oxigênio dissolvido no ponto JE-004	65
Figura 25. Gráfico da evolução da concentração de Nitrogênio Orgânico total no ponto JE-002	66
Figura 26. Gráfico da evolução da concentração de Nitrogênio Orgânico total no ponto JE-004	67
Figura 27. Gráfico da evolução da concentração de Nitrogênio Amoniacal total no ponto JE-002	68
Figura 28. Gráfico da evolução da concentração de Nitrogênio Amoniacal total no ponto JE-004	68
Figura 29. Gráfico da evolução da concentração de Nitrito no ponto JE-002	69
Figura 30. Gráfico da evolução da concentração de Nitrito no ponto JE-004	70
Figura 31. Gráfico da evolução da concentração de Nitrato no ponto JE-002	71
Figura 32. Gráfico da evolução da concentração de Nitrato no ponto JE-004	71
Figura 33. Gráfico da evolução de DBO no ponto JE-002	72
Figura 34. Gráfico da evolução de DBO no ponto JE-004	73
Figura 35. Gráfico da evolução de DQO no ponto JE-002	74
Figura 36. Gráfico da evolução da concentração de DQO no ponto JE-004	74
Figura 37. Gráfico da evolução da concentração de Fósforo total no ponto JE-002	75
Figura 38. Gráfico da evolução da concentração de Fósforo total no ponto JE-004	76
Figura 39. Gráfico da evolução da concentração de Ferro dissolvido no ponto JE-002	77
Figura 40. Gráfico da evolução da concentração de Ferro dissolvido no ponto JE-004	77
Figura 41. Gráfico da evolução da concentração de Manganês total no ponto JE-002	78
Figura 42. Gráfico da evolução da concentração de Manganês total no ponto JE-004	79
Figura 43. Gráfico da evolução da Dureza total no ponto JE-002	80
Figura 44. Gráfico da evolução da Dureza total no ponto JE-004	80

Figura 45. Gráfico da evolução da concentração de Alumínio dissolvido no ponto JE-002	81
Figura 46. Gráfico da evolução da concentração de Alumínio dissolvido no ponto JE-004	82
Figura 47. Gráfico da evolução da concentração de Sulfeto no ponto JE-002.....	83
Figura 48. Gráfico da evolução da concentração de Sulfeto no ponto JE-004.....	83
Figura 49. Gráfico da evolução da concentração de Cloreto total no ponto JE-002..	84
Figura 50. Gráfico da evolução da concentração de Cloreto total no ponto JE-004..	85
Figura 51. Gráfico da evolução da concentração de Escherichia Coli no ponto JE-002	86
Figura 52. Gráfico da evolução da concentração de Escherichia Coli no ponto JE-004	86
Figura 53. Gráfico da evolução da densidade de Cianobactérias no ponto JE-002..	87
Figura 54. Gráfico da evolução da concentração de Clorofila a no ponto JE-002.....	88
Figura 55. Gráfico da evolução da concentração de Clorofila a no ponto JE-004.....	88
Figura 56. Evolução do Índice de Qualidade da Água para o ponto JE-0002	89
Figura 57. Evolução do Índice de Qualidade da Água para o ponto JE-0004	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Enquadramento das águas superficiais de acordo com a sua destinação.	33
Tabela 2. Características dos pontos de análise de qualidade de água	36
Tabela 3. Parâmetros Analisados e respectivos valores máximos permitidos	45
Tabela 4. Peso dos parâmetros para cálculo de IQA	50
Tabela 5. Classificação do índice de qualidade de água	51
Tabela 6. Análise estatística dos parâmetros de análise	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão de Águas.

COMUSA – Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

IQA – Índice de Qualidade de Água

ISTO – Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas

IAP – Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público

IET – Índice do Estado Trófico

IPMCA – Índice de Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática

IVA – Índices de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas

ETA – Estação de Tratamento de água

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

ANA – Agência Nacional de Águas

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

UNT – Unidades nefelométrica de turbidez.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

CPRM – Serviços Geológicos do Brasil

PCH – Pequenas Centrais Hidrelétricas

JE – Jequitinhonha

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVO	17
2.1	Objetivo Geral	17
2.2	Objetivo Específico	17
3	ESTADO DA ARTE	18
3.1	Importância e Qualidade da Água	18
3.1.1	<u>Tratamento de água para abastecimento</u>	19
3.1.2	<u>Tratamento de efluentes</u>	19
3.2	Monitoramento da qualidade das águas	20
3.2.1	<u>Parâmetros de Monitoramento</u>	22
3.2.1.1	<i>Parâmetros Físicos</i>	23
3.2.1.2	<i>Parâmetros Químicos</i>	24
3.2.1.3	<i>Parâmetros Biológicos</i>	27
3.2.2	<u>Indicadores de qualidade de água</u>	28
3.3	Legislação Pertinente	31
4	METODOLOGIA	34
4.1	Caracterização da Área	34
4.1.1	<u>Localização e Acessos</u>	34
4.1.2	<u>Hidrografia</u>	37
4.1.3	<u>Climatologia</u>	39
4.1.3.1	<i>Pluviometria</i>	40
4.1.4	<u>Vegetação</u>	41
4.1.5	<u>Uso e Ocupação</u>	41
4.2	Parâmetros de Qualidade	45
4.2.1	<u>Tratamento dos dados analíticos</u>	46
4.3	Indicadores de Qualidade	47
4.3.1	<u>Índice de Qualidade das Águas – IQA</u>	48
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	52
5.1	Análise Temporal	52
5.1.1	<u>Sólidos</u>	54

5.1.2	<u>Sólidos Dissolvidos</u>	54
5.1.3	<u>Sólidos em Suspensão</u>	55
5.1.4	<u>Cor Verdadeira</u>	57
5.1.5	<u>Turbidez</u>	58
5.1.6	<u>Condutividade</u>	60
5.1.7	<u>Potencial Hidrogeniônico</u>	61
5.1.8	<u>Alcalinidade</u>	63
5.1.9	<u>Oxigênio Dissolvido</u>	64
5.1.10	<u>Bases Nitrogenadas</u>	66
	5.1.10.1 <i>Nitrogênio Orgânico:</i>	66
	5.1.10.2 <i>Nitrogênio Amoniacal</i>	67
	5.1.10.3 <i>Nitrito</i>	69
	5.1.10.4 <i>Nitrato</i>	70
5.1.11	<u>Matéria Orgânica</u>	72
	5.1.11.1 <i>Demanda Bioquímica de Oxigênio</i>	72
	5.1.11.2 <i>Demanda Química de Oxigênio</i>	73
5.1.12	<u>Fósforo</u>	75
5.1.13	<u>Ferro</u>	77
5.1.14	<u>Manganês</u>	78
5.1.15	<u>Dureza</u>	79
5.1.16	<u>Alumínio</u>	81
5.1.17	<u>Sulfeto</u>	82
5.1.18	<u>Cloreto</u>	84
5.1.19	<u>Escherichia Coli</u>	85
5.1.20	<u>Cianobactérias</u>	87
5.1.21	<u>Clorofila a</u>	87
5.2	Caracterização da Qualidade da Água	89
6	CONCLUSÃO	91
7	REFERÊNCIAS	92

1 INTRODUÇÃO

O município de Grão Mogol, antigo povoado de Santo Antônio do Itacambiruçu foi descoberto em meados do século XVIII, sendo um importante local de exploração de diamantes, o que atraiu inúmeros garimpeiros para a área. Desde então, a cidade vem se desenvolvendo e atraindo inúmeros turistas. (Prefeitura Grão Mogol, 2016)

O rio Itacambiruçu é um importante manancial para o município de Grão Mogol, visto que, a captação de água para abastecimento do município é realizada no rio Itacambiruçu, além da utilização de poços tubulares profundos, localizados na bacia do rio Itacambiruçu (COPASA, 2008).

A sub-bacia do rio Itacambiruçu está inserida na bacia do rio Jequitinhonha, sendo um importante afluente do rio Jequitinhonha pela sua vazão e qualidade da água. A bacia do rio Itacambiruçu abrange os municípios de Bocaiúva, Grão Mogol, Botumirim, Cristália e Itacambira. Todo o trecho do rio Itacambiruçu foi enquadrado na Classe 2 de águas doces de acordo com o Plano Diretor da Bacia do Jequitinhonha. (BRASIL, 2013c)

De acordo com BRASIL, 2013 a bacia do alto Jequitinhonha, local em que o rio Itacambiruçu se localiza, é uma área de escassez hídrica e degradação ambiental, por despejo de efluentes domésticos, assoreamento, queimadas, atividade minerária clandestina (diamante), agricultura, com ênfase na plantação de eucalipto. Desta forma o monitoramento da qualidade e da vazão dos mananciais localizados no alto do Jequitinhonha é importante para a manutenção desses recursos hídricos.

Outro problema que envolve a degradação do meio ambiente no município de Grão Mogol é a entrada de mineradoras no município, que desencadeia impactos positivos e negativos para este, dentre eles o crescimento econômico, mas de forma geral o impacto negativo que esta atividade pode causar ao meio ambiente faz com que o monitoramento dos recursos hídricos da região seja de extrema importância para a manutenção do equilíbrio ambiental (FONSECA et al, 2003).

A água é um bem de suma importância para a vida, sendo utilizada para consumo, lazer, agricultura, indústria, energia. Para que esta possa atender aos diferentes usos, é importante a manutenção da qualidade dos recursos hídricos (Linder, 2013)

Um dos mecanismos de manutenção da qualidade da água é o monitoramento da mesma através dos valores de vazão ao longo do tempo, além do monitoramento periódico dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água, de forma a caracterizar a evolução da qualidade da água. O monitoramento qualitativo dos recursos hídricos é realizado por meio de coleta de amostras de água do ponto de monitoramento, que são analisadas em laboratórios e em seguida, os resultados devem ser interpretados levando em consideração a vazão do rio e pluviometria da região (RO-LIM et al., 2013).

Para a realização da caracterização da qualidade da água, os índices de qualidade são utilizados devido a sua facilidade para comunicação com o público, sendo o índice de qualidade de água (IQA), o índice de substâncias tóxicas e organolépticas (ISTO) e o índice de qualidade das águas brutas para fins de abastecimento público (IAP) os principais índices de qualidade de água bruta para abastecimento (CETESB, 2014a).

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Analisar a qualidade da água do Rio Itacambiruçu em Grão Mogol – MG, utilizando dados de 2013 a 2016 disponibilizados pelo Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM).

2.2 Objetivo Específico

- Analisar a qualidade da água do Rio Itacambiruçu utilizando a comparação de dois pontos de monitoramento; um ponto localizado no rio Congonhas a montante do início do rio Itacambiruçu e o segundo no rio Itacambiruçu, a jusante do rio Congonhas, através dos dados disponíveis na série de dados do Programa Águas de Minas do Instituto Mineiro de Gestão das águas (IGAM), verificando assim os níveis de poluição ao longo deste trecho;
- Verificar o atendimento de padrões da resolução DN COPAM/CERM 01 de 2008 para a Classe 2, que os rios são enquadrados, através de gráficos de evolução da qualidade do rio no decorrer dos anos;
- Caracterizar a qualidade da água através da evolução do valor de índice de qualidade (IQA), que será calculado para todas as campanhas de monitoramento realizadas entre 2013 e 2016.

3 ESTADO DA ARTE

3.1 Importância e Qualidade da Água

Para Lindner, 2013 “A água é uma substância fundamental para a existência da vida no planeta. É o elemento mais abundante no organismo humano e sua ingestão, quando tratada, é considerada um dos mais importantes meios para a conservação da saúde”. Devido a importância da água, e os problemas que a falta e a baixa qualidade desta podem causar a saúde, legislações nacionais reconheceram a água potável como direito fundamental de todos (SOUZA, 2016).

De acordo com Grassi, (2001), junto ao crescimento populacional também veio o desenvolvimento industrial, o aumento da necessidade por alimentos e água potável, o que vem causando problemas de abastecimento de água, principalmente em locais de escassez hídrica e de difícil acesso a instrumentos de tratamento de água.

A qualidade da água é definida a partir das condições naturais decorrentes da incorporação de sólidos, substâncias e impurezas presentes nos solos e rochas, além das atividades antrópicas que ocorrem na área da bacia hidrográfica a qual o manancial pertence, tais como urbanização, agricultura, atividades industriais e mineração (SPERLING, 2005).

A água é formada por duas moléculas de hidrogênio, uma de oxigênio, e substâncias que se dissolvem e complementam sua composição, conferindo características exclusivas a diferentes águas. A capacidade de dissolução, a vazão, as atividades físicas, químicas e biológicas dos organismos presente no corpo hídrico além das características do uso e ocupação da bacia hidrográfica conferem à água suas características (BRASIL, 2014a).

As fontes de poluição podem ser divididas entre: pontuais, quando a poluição chega ao corpo d’água de forma concentrada em um ponto; e difusas, quando a poluição chega ao corpo d’água de forma distribuída em toda sua extensão, não sendo possível determinar um ponto específico (SPERLING, 2005).

A ingestão de água que tenha em sua composição microrganismos transmissores de doenças é um problema de saúde pública (ROSA, 2012), as principais doenças de vinculação hídricas são cólera, disenteria bacilar, febre tifoide, hepatite in-

fecciosa, febre paratifoide, gastroenterite e diarreia infantil. Tanto a presença de microrganismo quanto a presença de metais, que são importantes para a qualidade da água, já que, além de auxiliarem no crescimento de microrganismos, estes também são tóxicos aos seres vivos, podendo causar distúrbios como, câncer, alterações neurológicas, dermatoses, disfunções hepáticas e pulmonares (DAKANO, 2016; SILVA et al., 2013).

3.1.1 Tratamento de água para abastecimento

A água utilizada para abastecimento é proveniente de águas meteóricas (chuvas); águas superficiais (rios e drenos); reservatórios de acumulações (lagos); águas subterrâneas (poços). Está é então transferida para estações de tratamento de água (ETA), onde serão tratadas para que possam ser distribuídas a população (BISPO, 2008).

O tratamento da água tem como objetivo a desinfecção com a remoção de bactérias, elementos prejudiciais à saúde, minerais, compostos orgânicos, microrganismos e metais; correção de pH; cor, turbidez, odor e sabor; e manutenção da rede com a redução de corrosão ou incrustações (CESAN, 2016). Desta forma, as ETAs transformam a água bruta, que é a água sem tratamento (in natura), em água potável, adequada para o abastecimento de água de acordo a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde. A qualidade da água captada é o aspecto determinante para a escolha do tipo de tratamento adotado na ETA, sendo necessário tratamento mais avançados para determinados tipos de água (COMUSA, 2016).

Desta forma de acordo com a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, as águas de Classe Especial e Classe 1 podem ser destinadas ao abastecimento humano, após desinfecção; Classe 2, após tratamento convencional podem ser destinadas ao consumo humano; Classe 3 podem ser consumidas após tratamento convencional ou avançado; sendo as águas de classe 4 não aptas ao consumo humano em nenhum caso.

3.1.2 Tratamento de efluentes

De acordo com a Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011 do CONAMA, efluente “é o termo usado para caracterizar os despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos”.

Os efluentes podem ser classificados entre industriais, que são despejos líquidos provenientes de indústrias, das águas de chuva contaminadas, água de refrigeração, sendo que as características desse efluente mudam de acordo com a atividade industrial desenvolvida (MIERZWA, 2005); efluentes domésticos, são despejos resultantes do uso de água para atividades de necessidade fisiológica humana; efluentes sanitários é a mistura entre efluentes domésticos, industriais, águas de infiltração e de contribuição pluvial parasitária (NBR 9648 de 1986)

O tratamento dos efluentes tem como objetivo a manutenção do meio ambiente e principalmente dos recursos hídricos e solo, ou seja, evitar a poluição e contaminação do meio ambiente através de operações que removem e/ou transformam substâncias indesejáveis, que causam problemas ao meio ambiente e a saúde humana (UFPR, 2016; COPASA, 2016).

Muitos impactos à saúde da população estão associados a qualidade da água. A garantia de água adequada está diretamente relacionada à gestão e tratamento de efluentes. A degradação dos mananciais faz com que a captação seja realizada em pontos cada vez mais distantes e necessite de tratamentos cada vez mais avançados, elevando os custos de abastecimento de água (SPERLING, 2014).

As regiões menos desenvolvidas e mais pobres são as mais críticas em relação à falta de saneamento básico como coleta e tratamento de esgoto. Associado a essa precariedade de tratamento de efluentes domésticos, há um aumento na taxa de internações por doenças provenientes do consumo de água e alimentos contaminados, principalmente diarreia. Os maiores índices de internação são encontrados em municípios menos favorecidos e estão associados à falta de saneamento básico na região (coleta de lixo, tratamento de água e tratamento de efluentes domésticos). Desta forma, tratamento de efluentes é uma ferramenta importante para a manutenção da saúde humana, meio ambiente e da qualidade da água dos mananciais, que é o reservatório para obtenção de água potável (BRASIL, 2016a).

3.2 Monitoramento da qualidade das águas

De acordo com Barros, 2012, a água é um bem de toda a humanidade, sendo fundamental para a vida de todos os seres vivos, além de ter múltiplos usos indispensáveis como na agricultura, indústria, lazer, energia entre outros. Mesmo sendo um

bem importante, a água vem apresentando problemas de disponibilidade e principalmente qualidade, por isso a exigência do controle e análise da água é uma proteção à saúde pública, já que ações para a proteção dos recursos hídricos garantem também a segurança do fornecimento de água e a garantia dos seus usos (D'AGUILA, 2000).

Para a manutenção da qualidade dos recursos hídricos é necessário monitoramento periódico de parâmetros físicos, químicos e biológicos que auxiliem na caracterização da água, de forma a determinar possíveis alterações e interferências das atividades antrópicas e naturais que estejam ocorrendo da bacia hidrográfica. Este monitoramento qualitativo é realizado com a coleta de amostras de água, análise laboratorial e posterior análise dos resultados, que é auxiliado com a caracterização espacial e temporal do corpo d'água e monitoramento quantitativo da bacia hidrográfica, como pluviometria e vazão do corpo hídrico de estudo (ROLIM et al., 2013).

O monitoramento da qualidade da água é um conjunto de práticas que acompanham a evolução das características do corpo hídrico, resultando em informações que possam ser interpretadas e que apresentem um objetivo bem definido (PINEDA & SCHÄFER, 1987).

De acordo com ANA, (2016b), para se obter uma avaliação adequada da qualidade da água, pode-se utilizar de algumas configurações de monitoramento, levando em consideração a localização dos pontos, frequência e parâmetros monitorados e definir o tipo de monitoramento em função do objetivo desejado:

- **Monitoramento Básico:** os pontos monitorados são escolhidos estrategicamente de forma a acompanhar a evolução da qualidade da água e identificar tendências de qualidade, auxiliando no diagnóstico da área de estudo e possibilitando a identificação de locais que necessitem estudos mais elaborados. A frequência do monitoramento leva em consideração o ano hidrológico, ocorrendo em uma frequência mínima trimestral ou mensal. A determinação dos parâmetros é dada a partir da identificação do uso e ocupação da bacia hidrográfica. A localização dos pontos de monitoramento e os parâmetros avaliados devem ser reavaliados periodicamente;

- **Inventários:** o ponto monitorado é estabelecido previamente. A partir deste, ocorrem as observações e avaliações intensivas dos parâmetros estabelecidos a partir das características da área, com o objetivo de estabelecer a qualidade da água no ponto de interesse. A avaliação pode estar associada ao acompanhamento de ações que causem interferência na qualidade da água, como implementação de empreendimentos. O monitoramento apresenta frequência alta, variando de amostragens diárias a mensais, durante um período determinado;
- **Vigilância:** o ponto de monitoramento é alocado em locais de intensa poluição, devido ao uso da água, e onde o uso da água necessita que esta apresente boa qualidade. A frequência do monitoramento deve ser alta (tempo real), sendo necessário o uso de aparelhos de monitoramento. Neste caso os parâmetros necessitam ser de fácil determinação, sendo os mais comuns pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica, que já permitem identificar alterações na qualidade da água, e possibilitam a tomada de atitudes para resolver o problema.
- **De Conformidade:** monitoramento realizado pelas observações dos usuários da bacia hidrográfica (auto-monitoramento) em atendimento a requisitos legais presentes na Portaria n° 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, Resolução n° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, nas condicionantes ambientais e nos termos de outorga. Os parâmetros a serem monitorados e a frequência são determinados pelos órgãos ambientais competentes.

3.2.1 Parâmetros de Monitoramento

A caracterização das águas é realizada a partir da análise de determinados parâmetros indicadores de qualidade da água, quando estes ultrapassam os valores limites previstos em legislação específica para os recursos hídricos, são classificados como não conformes. (BRASIL, 2014a).

Os principais parâmetros de monitoramento, que podem alterar o grau de pureza e auxilia na determinação de qualidade de água podem ser classificados em físicos, químicos e biológicos (SPERLING, 2014; BARROS, 2012; ALVES et al, 2008; ARAÚJO, 2007; PIVELLI, 2016; MORALES, 2016).

3.2.1.1 Parâmetros Físicos

Sólidos

A presença de sólidos na água pode estar relacionada por processos naturais, erosão, atividade microbiana, detritos orgânicos e processos antropogênicos como lançamento de efluentes, atividade industrial, mineração entre outras. (BRASIL, 2006a) De acordo com Sperling, (2014), todas as impurezas presentes na água podem contribuir para a concentração de sólidos nos recursos hídricos, estes podem ser classificados de acordo com suas características químicas e de tamanho:

- Tamanho: suspensos, com diâmetro maior que $10^0 \mu\text{m}$; coloidais, diâmetro entre $10^{-3} \mu\text{m}$ e $10^0 \mu\text{m}$; dissolvidos, com diâmetro menor que $10^{-3} \mu\text{m}$.
- Características Químicas: orgânicos, sólidos voláteis e inorgânicos, não voláteis (fixos, inertes).

Cor

A cor presente nos recursos hídricos está relacionada ao grau de transparência da água, que é a redução de intensidade de luz ao atravessar a água, decorrente da presença de sólidos coloidais e dissolvidos (ROSA, 2012).

A cor pode ser classificada em: cor aparente, originada pela presença de sólidos em suspensão e é removida pela centrifugação; cor verdadeira, pela presença de substâncias dissolvidas e persistentes após centrifugação. (SPERLING, 2014).

Turbidez

A turbidez é o grau de atenuação de intensidade que a luz sofre ao atravessar a água, devido a presença de sólidos em suspensão. A origem da turbidez está relacionada a erosão, atividades industriais, mineração, despejo de efluentes industriais e domésticos (PIVELI, 2016).

Quando se fala na qualidade da água, a turbidez é um parâmetro importante, já que a alta concentração deste parâmetro pode estar correlacionada a presença de cloro residual, coliformes fecais e outros microrganismos, além de outras substâncias prejudiciais à saúde. Outra função do parâmetro turbidez é a utilização do mesmo para

avaliação de eficiência do tratamento de água para abastecimento (OMS, 1996, apud TOMAZINI, 2005).

Temperatura

A temperatura pode apresentar variações devido a interferências naturais, como energia solar, e antropogênicas, despejo de efluentes. As variações de temperatura são prejudiciais à vida aquática além de influenciarem em outros parâmetros de monitoramento de qualidade de água, devido a sua relação com a solubilidade dos líquidos (ARAÚJO, 2007).

Condutividade

A condutividade é o parâmetro que indica a capacidade da água de transmitir corrente elétrica devido à presença de substâncias que possuem partículas eletricamente carregadas (cátions e ânions). O parâmetro em questão pode ser relacionado à presença de sólidos dissolvidos em regiões que apresentem, de forma bem definida, um determinado íon. O valor de condutividade em águas naturais varia de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo que em águas com baixa qualidade o valor pode chegar a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (BRASIL, 2006b)

3.2.1.2 Parâmetros Químicos

Potencial Hidrogeniônico

O pH é a concentração de íons hidrogênio dissolvidos, em escala logarítmica na água. Este apresenta valores entre 0 e 14, sendo indicada a condição de neutralidade para pH igual a 7; acidez para pH menor que 7; alcalinidade para valores de pH maiores que 7. (LINDNER, 2013).

O valor de pH interfere nas concentrações de outros parâmetros de qualidade, alterando a solubilidade da água e define a toxicidade de alguns elementos. As alterações nos valores de pH podem estar relacionadas a causas naturais, como a geologia local, dissolução de rochas, e também à fotossíntese, ou pode apresentar origem antrópica como o despejo de efluentes industriais e domésticos. Para o tratamento de água para abastecimento é importante o monitoramento e a adequação do pH para a faixa de 6 a 9, já que águas com pH ácido apresentam problemas de corrosão e pH alto apresenta incrustações nas tubulações (BRASIL, 2014a).

Alcalinidade

A alcalinidade é a capacidade da água em neutralizar ácidos, ou seja, a medida da capacidade em resistir a mudança de pH (capacidade tampão). Esta propriedade é resultante da presença de bases como, bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos (AMORIM, 2016).

Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido na água é proveniente da atmosfera, e a concentração de saturação na água é dada de acordo com as características da mesma, como temperatura, pressão e salinidade. O grau de poluição das águas pode ser determinado pela baixa concentração de oxigênio decorrente da alta decomposição de matéria orgânica, além de indicar a capacidade de manutenção da vida aquática, uma vez que o oxigênio dissolvido em água é um componente importante para a manutenção e desenvolvimento de seres aquáticos (CETESB, 2009).

Bases Nitrogenadas

O elemento nitrogênio é um nutriente essencial para o crescimento de algas e macrófitas, e em excesso, podem causar eutrofização dos corpos hídricos. A alta concentração deste em águas pode estar relacionada ao despejo de efluentes e agrotóxicos. O ciclo do nitrogênio faz com que este elemento seja encontrado em diversas formas no meio ambiente, sendo encontrado na água, principalmente nas formas (BRASIL, 2014b):

- Nitrogênio Molecular: forma de fácil transferência para a atmosfera;
- Nitrogênio Orgânico: nitrogênio dissolvido ou particulado em biomassa de organismos;
- Nitrogênio Amoniacal: forma livre e ionizada encontrada em condições de anaerobiose e indicador de poluição recente;
- Nitrito: forma instável de nitrogênio sendo originado durante o processo de oxidação, caracteriza poluição local;
- Nitrato: originado pela oxidação do nitrogênio, encontrado em condições de aerobiose e caracterizam poluição remota.

Demanda Bioquímica de Oxigênio e Demanda Química de Oxigênio

A matéria orgânica presente em corpos hídricos é resultado de atividade biológicas dos seres vivos, do sistema aquático e das atividades humanas, como despejo de efluentes, principalmente efluentes de origem animal e domésticos. Para a decomposição desta matéria orgânica, o oxigênio dissolvido presente na água é consumido, podendo causar um desequilíbrio ao meio (GRASSI, 2001).

Alguns parâmetros de qualidade são utilizados para quantificar matéria orgânica presente na água, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica através da decomposição aeróbica, e a demanda química de oxigênio (DQO), quantidade de oxigênio consumido para decomposição de matéria orgânica por agentes químicos. Estes são os parâmetros mais utilizados (PIVELLI e KATO, 2005 apud ROSA, 2012).

Os valores de DBO e DQO representam de forma indireta a concentração de matéria orgânica e são importantes parâmetros de caracterização de qualidade da água, e conseqüente grau de poluição das mesmas, sendo comumente utilizados para caracterização de águas brutas e tratadas, e eficiência de tratamento de água para consumo humano. (SPERLING, 20014).

Fósforo

O fósforo é um nutriente necessário para o metabolismo biológico, sendo responsável pelo crescimento de algas, e quando encontrado em altas concentrações, pode causar a eutrofização dos corpos d'água. Este parâmetro é originado de forma natural, pela dissolução de compostos do solo, decomposição e na composição das células; forma antrópica, despejo de efluentes, fertilizantes e excrementos de animais (SPERLING, 2014).

Ferro e Manganês

Os parâmetros químicos ferro e manganês apresentam-se em condições de anaerobiose na forma solúvel de Fe^{2+} e Mn^{2+} , e em aerobiose, na forma oxidada, eles precipitam em Fe^{3+} e Mn^{4+} , podendo causar coloração as cursos d'água. Estes elementos apresentam comportamento químico semelhante e são normalmente en-

contrados em conjunto. Sua origem natural está relacionada à dissolução de compostos do solo e rochas, e a origem antropogênica está associada ao despejo de efluentes e atividades de exploração mineral (BRASIL, 2014a).

Dureza

A dureza é caracterizada pela concentração de cátions em solução, que reagem com ânions presentes na água e formam precipitados. Este parâmetro pode ser originado pelos cátions Ca^{2+} e Mg^{2+} , através da dissolução de rochas compostas por cálcio e magnésio e despejo de efluentes (SPERLING, 2014).

Alumínio

A concentração de alumínio em meio aquoso está relacionada ao pH, temperatura e elementos presentes na água, sendo que, sua solubilidade em água é baixa para valores de pH entre 5,5 e 6,0 e apresentando maiores concentrações em pH ácido e águas com alta concentração de matéria orgânica (0,5 a 1 mg/L), chegando a valores de alumínio dissolvido maiores que 90 mg/L em áreas afetadas por mineração. Os índices pluviométricos estão diretamente relacionados a dissolução do metal em água, já que este encontra-se associado a altos valores de turbidez, consequentemente, a elevados índices de chuva (CETESB, 2009).

Cloreto

O cloreto é um íon resultante da dissolução de sais de cloreto de sódio e são importantes caracterizadores de qualidade de água para abastecimento e irrigação. Sua origem natural se dá pela dissolução de minerais e intrusão salina, e de forma antrópica, pelo despejo de efluentes e utilização de agrotóxicos e fertilizantes na agricultura (SPERLING, 2014).

3.2.1.3 Parâmetros Biológicos

Coliformes Totais

Os coliformes totais são bacilos gram-negativos aeróbios ou anaeróbios facultativos, que estão presentes em ambientes poluídos e não poluídos, já que abrange bactérias de vida livre e intestinais, não sendo assim, um indicativo de poluição nas águas superficiais (NUNES et al, 2010).

Escherichia Coli

Os coliformes termotolerantes são microrganismos capazes de tolerar e de se reproduzirem em temperaturas acima de 40°. Essas bactérias estão presentes em fezes humanas e de animais e podem ser de vida livre. Dentre as bactérias do grupo de coliformes termotolerantes, a *Escherichia coli* é a principal bactéria do grupo e é encontrada exclusivamente em fezes humanas e de animais, sendo considerada um parâmetro indicador de contaminação fecal (CETESB, 2009).

Cianobactérias

As cianobactérias, também conhecidas como algas azuis, são microrganismos aeróbicos fotoautotróficos. As cianobactérias apresentam facilidade de crescimento em diferentes ambientes, sendo as águas doces de pH na faixa de 6 a 9 e temperatura de 15°C a 30°C os ambientes preferenciais para o seu desenvolvimento. Com o aumento na concentração de nutrientes e a disponibilidade de oxigênio nos corpos hídricos, a cianobactéria se desenvolve de forma acelerada, auxiliando o processo de eutrofização das águas (BRASIL, 2014a).

Clorofila a

A clorofila a é um parâmetro biológico que representa a quantidade de pigmento fotossintético presente nos corpos hídricos, sendo um importante indicador de biomassa na caracterização de qualidade de água, já que esta representa cerca de 2% da massa orgânica seca de algas e fitoplânctons. A concentração de clorofila a está diretamente relacionada à presença de nutrientes na água, já que o crescimento de algas está relacionado à maior disponibilidade de nutrientes, sendo assim, a clorofila a é um parâmetro que indica condição de eutrofização (KURODA et al, 2005).

3.2.2 Indicadores de qualidade de água

Qualquer programa de acompanhamento da qualidade da água, ao longo do tempo e do espaço, gera um grande número de dados analíticos que precisam ser transformados em um formato sintético, para que descrevam e representem de forma compreensível e significativa o estado atual e as tendências da água, e que possam ser utilizados como informações gerenciais, e como ferramenta na tomada de decisões relativas aos recursos hídricos (CPRH, 2016).

Os índices de qualidade de água são comumente utilizados para a caracterização de curso d'água e acompanhamento da qualidade da água de uma bacia hidrográfica, além de auxiliarem na tomada de decisão em relação a ações preventivas e/ou de reparação do meio ambiente (BRASIL, 2016a; ROSA, 2012)

Com a conscientização sobre a importância da água e de sua qualidade, a preocupação com os aspectos e impactos ambientais resultantes das atividades antrópicas cresceu nos últimos anos, sendo assim, necessária à coleta e interpretação de dados e informações cada vez mais complexos. Neste contexto, foram criados os índices e indicadores ambientais, que tratam de um número cada vez maior de informações de forma sistemática, tornando-se ferramentas fundamentais nos processos decisórios de políticas públicas e monitoramento ambiental. As principais vantagens dos índices de qualidade estão relacionadas à capacidade de interpretação de um volume grande de informações e à possibilidade de análise integrada de vários parâmetros, além da facilidade de entendimento do público leigo. Em contrapartida, a sua principal desvantagem é a redução dos parâmetros monitorados, ou a perda dos dados e da interpretação de variáveis individuais, desta forma, não substituindo a análise detalhada de todos os dados de qualidade. Os principais índices para análise de qualidade de água são descritos a seguir (CETESB, 2016a):

Índice de Qualidade das Águas - IQA

O índice de qualidade de água é utilizado desde 1975 pela CETESB, para a caracterização da qualidade da água dos recursos hídricos no estado de São Paulo. O IQA faz análise de nove parâmetros: coliformes fecais; potencial hidrogeniônico; demanda bioquímica de oxigênio; nitrogênio total; fósforo total; temperatura; turbidez; oxigênio dissolvido; e sólidos totais. Estes parâmetros são considerados relevantes na análise da qualidade de água, que pode estar contaminada com efluentes domésticos, sendo o seu principal objetivo determinar a qualidade de água bruta para abastecimento (ROSA, 2012).

De acordo com CETESB, 2016a, o IQA não analisa todos os parâmetros, que são considerados importantes para o fim de abastecimento de águas, estabelecidos na Resolução n° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA e na Portaria n° 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde.

Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas – ISTO

O índice de substâncias tóxicas e organolépticas avalia os parâmetros indicadores da presença de substâncias tóxicas e os que afetam as qualidades físico-químicas da água. Para o cálculo do ISTO são consideradas concentrações de cádmio, chumbo, cobre, cromo total, mercúrio, níquel, alumínio dissolvido, cobre dissolvido, ferro dissolvido, manganês e zinco. (CETESB, 2016a).

Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público - IAP

O IAP e o IQA apresentam objetivos de classificação semelhantes, já que ambos avaliam a qualidade da água bruta utilizada para abastecimento, sendo que o IAP apresenta um resultado de qualidade da água mais fidedigno. Este índice é calculado a partir do produto da ponderação dos resultados do IQA, que analisa a qualidade da água bruta e o ISTO, que avalia o índice de substâncias tóxicas e organolépticas, abrangendo os parâmetros de variáveis básicas, variáveis indicadoras de substâncias tóxicas e parâmetros que afetam a qualidade organoléptica da água (CETESB, 2016a).

Índice do Estado Trófico - IET

O índice de estado trófico tem por objetivo avaliar os efeitos indesejáveis da eutrofização, que é o aumento na concentração de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, o crescimento de algas e infestação de macrófitas na água, a partir da classificação do grau de trofia do corpo hídrico. O resultado do IET é calculado a partir das concentrações de fósforo total, nitrogênio total, transparência, clorofila a e ortofosfato solúvel, sendo que, o resultado deve ser analisado como uma medida potencial de eutrofização, já que o fósforo e nitrogênio são parâmetros causadores de eutrofização (ANA, 2016b).

Índice de Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática - IPMCA

O índice de variáveis mínimas para preservação da vida aquática avalia as condições de preservação da vida aquática no curso d'água, para o cálculo do índice são levados em consideração dois grupos de variáveis (CETESB, 2016a):

- Variáveis Essenciais: variáveis que afetam a qualidade da água, quando apresentam concentrações não conformes a Resolução nº 357, de 17 de março de

2005 do CONAMA, além de serem essências para a manutenção da vida aquática, essas variáveis são representadas por oxigênio dissolvido, pH e toxicidade.

- Variáveis de Substâncias Tóxicas: são parâmetros que possam identificar o nível de contaminação por substâncias que podem causar danos a vida aquática, tais como cobre, zinco, chumbo, cromo, mercúrio, níquel, cádmio, surfactantes e fenóis.

Índices de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas - IVA

O índice de Preservação da Vida Aquática é o mais indicado para avaliação da qualidade da água com o objetivo de proteger os seres aquáticos, já que este utiliza de parâmetros representativos para análise dos efeitos da toxicidade e eutrofização, o seu cálculo é realizado a partir dos resultados de IPMCA e IET (CETESB, 2016a).

3.3 Legislação Pertinente

O Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934, que dispunha sobre o decreto das águas, foi a primeira legislação brasileira com o objetivo de gestão dos recursos hídricos. O conteúdo do decreto estabelece definições de tipos de água, critérios de aproveitamento e contaminação da água, além de garantir e regularizar algumas atividades com relevância à gestão dos recursos hídricos, como, navegação, agricultura, caça e pesca (BRASIL, 2003).

Em 1981 a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 do Congresso Nacional que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências, foi implementada no Brasil, desta forma passando a ter uma Política Nacional do Meio Ambiente formal que homogeneizava as políticas públicas no âmbito federativo (FARIAS, 2016).

A primeira legislação que falava sobre a classificação e limites de qualidade das águas, além da legislação sobre o lançamento de efluentes em corpos d'água foi a Resolução nº 020, de 30 de julho de 1986 do CONAMA, que "dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional". Esta resolução foi alterada pela Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000 do CONAMA, que

"Revisa os critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras", esta legislação está relacionada a qualidade da água necessária para a recreação em recursos hídricos, onde entende-se que haverá um contato prolongado (CETESB, 2016b)

A Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 do Congresso Nacional, que dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências, que tem como papel coordenar a gestão compartilhada e integral dos recursos hídricos a partir de estratégias de uso sustentável, reconhecimento nacional como instituição de referência em recursos hídricos, e o compromisso com a capacidade técnica, informação e transparência em relação a gestão dos recursos hídricos (ANA, 2016a).

Atualmente a legislação em âmbito federal, que dispõe sobre critérios de classificação e qualidade dos recursos hídricos é a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, esta "dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.". A classificação das águas é feita por: águas doces, com salinidade igual ou inferior a 0,5%; águas salobras, com salinidade entre 0,5% e 30%; águas salinas, com salinidade superior a 30%. Estas são enquadradas em Classes, como demonstrado na Tabela 1.

O rio Itacambiruçu encontra-se em domínio do estado de Minas Gerais, desta forma a legislação referente aos parâmetros de qualidade para águas superficiais em Minas Gerais é o DN COPAM/CERM 01 de 2008..

Tabela 1. Classificação das águas superficiais em função dos seus usos preponderantes.

Classe	Destinação das Águas		
	Águas Doces	Águas Salobras	Águas Salinas
Classe Especial	<ul style="list-style-type: none"> • abastecimento para consumo humano, após desinfecção; • preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; • preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral. 	<ul style="list-style-type: none"> • preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; • preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; • preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
Classe 1	<ul style="list-style-type: none"> • abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; • proteção das comunidades aquáticas; • recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução n° 274, de 29 de novembro de 2000 do CONAMA; • irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; • proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. 	<ul style="list-style-type: none"> • recreação de contato primário, conforme Resolução n° 274, de 29 de novembro de 2000 do CONAMA; • proteção das comunidades aquáticas; • aquicultura e à atividade de pesca; • abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; • irrigação de hortaliças que são consumidas cruas, e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo, e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto. 	<ul style="list-style-type: none"> • recreação de contato primário, conforme Resolução n° 274, de 29 de novembro de 2000 do CONAMA; • proteção das comunidades aquáticas; • aquicultura e à atividade de pesca.
Classe 2	<ul style="list-style-type: none"> • abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; • proteção das comunidades aquáticas; • recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; • aquicultura e à atividade de pesca. 	<ul style="list-style-type: none"> • pesca amadora; • recreação de contato secundário. 	<ul style="list-style-type: none"> • pesca amadora; • recreação de contato secundário.
Classe 3	<ul style="list-style-type: none"> • abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; • irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; • pesca amadora; • recreação de contato secundário; • dessedentação de animais. 	<ul style="list-style-type: none"> • navegação; • harmonia paisagística 	<ul style="list-style-type: none"> • navegação; • harmonia paisagística
Classe 4	<ul style="list-style-type: none"> • à navegação; • harmonia paisagística. 	-	-

Fonte: Adaptado de Resolução n° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA

4 METODOLOGIA

Para a avaliação dos resultados, a metodologia foi dividida entre a caracterização da área de estudo e interpretação dos dados.

4.1 Caracterização da Área

4.1.1 Localização e Acessos

A área de estudo abrange a sub-bacia do rio Itacambiruçu, que é uma das principais sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha. O Itacambiruçu é originado na confluência do Ribeirão dos Veados e do Rio Congonhas, localiza-se no município de Grão Mogol, passando pelos limites dos municípios de Itacambira, Cristália e Josenópolis. O rio é enquadrado como rio de água doce de Classe 2 de acordo com a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA em toda a sua extensão (BRASIL, 2013)

O município de Grão Mogol utiliza da captação superficial do rio Itacambiruçu e de captação de água subterrânea de poços profundos para o abastecimento de água (COPASA, 2008).

A sub-bacia do rio Itacambiruçu está localizada no Norte de Minas Gerais e os pontos de interesse distam aproximadamente 510km da capital do estado, Belo Horizonte. As principais vias de acesso para a região são a MG-010, MG-020, BR-259, BR367 e MG-308, respectivamente. A Figura 1 apresenta a localização regional da área de estudo, bem como o acesso via Belo Horizonte.

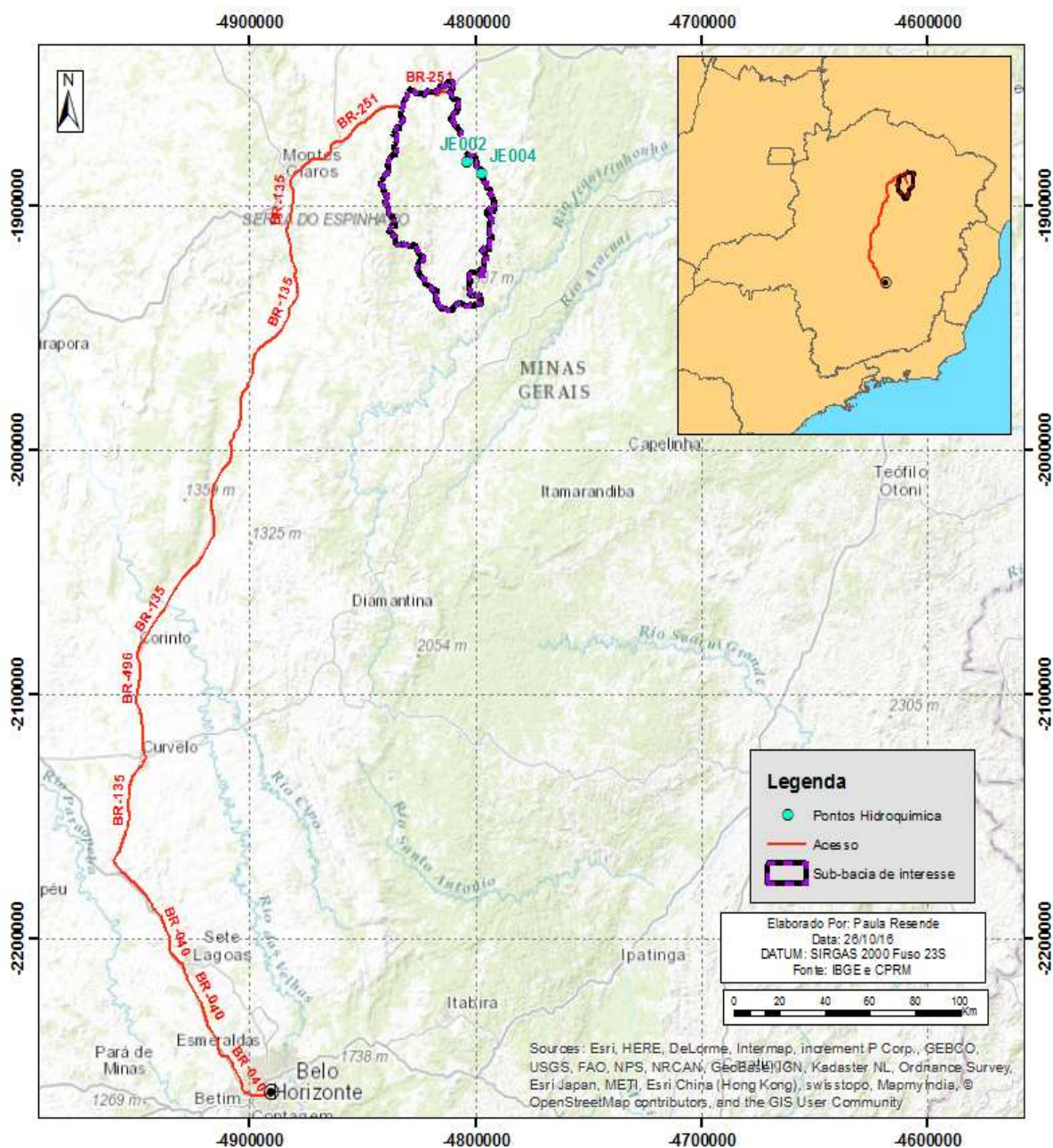


Figura 1. Localização e acesso regional da área. Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de IBGE e CPRM

Para a realização da análise de qualidade da água do Rio Itacambiruçu em Grão Mogol, foram utilizados dados secundários da série histórica de dados de qualidade das águas, disponibilizados pelo Programa Águas de Minas do Instituto Mineiro de Gestão das águas – IGAM. Foram levantados dados do período de 2013 a 2016, com frequência trimestral (IGAM, 2016),

A avaliação da qualidade da água do rio Itacambiruçu em Grão Mogol consiste em interpretar e comparar os dados analíticos de dois pontos de monitoramento de

qualidade de água do IGAM, sendo um ponto no rio Congonhas a montante do rio Itacambiruçu, próximo à confluência do rio Congonhas e ribeirão Veados, sendo o ponto de origem do rio Itacambiruçu, e outro no rio Itacambiruçu, a jusante do rio Congonhas. A interpretação foi realizada com dados de três anos (2013 a 2016), a partir da análise de parâmetros da série histórica de dados de qualidade das águas disponibilizados pelo Programa Águas de Minas do IGAM

A área de estudo foi determinada de acordo com a sub-bacia do Rio Itacambiruçu, sendo o exutório no ponto de monitoramento JE-004, que abrange o ponto JE-002 também. A área da sub-bacia de interesse é de aproximadamente 4052 km², sendo inserida nos municípios de Bocaiuva, Itacambira, Botumirim, Cristália e Grão Mogol.

A Tabela 2 contém as informações da localização dos pontos de monitoramento utilizados para a avaliação da qualidade da água do rio Itacambiruçu em Grão Mogol, e a Figura 2 apresenta o mapa com a localização dos pontos e a determinação da sub-bacia de interesse.

Tabela 2. Características dos pontos de análise de qualidade de água

Ponto	UTM E	UTM N	COTA (m)	Descrição
JE-002	696939	8156525	756	rio Congonhas a montante do rio Itacambiruçu
JE-004	703238	8151946	753	rio Itacambiruçu a jusante do rio Congonhas

Fonte: Adaptado de IGAM, 2016

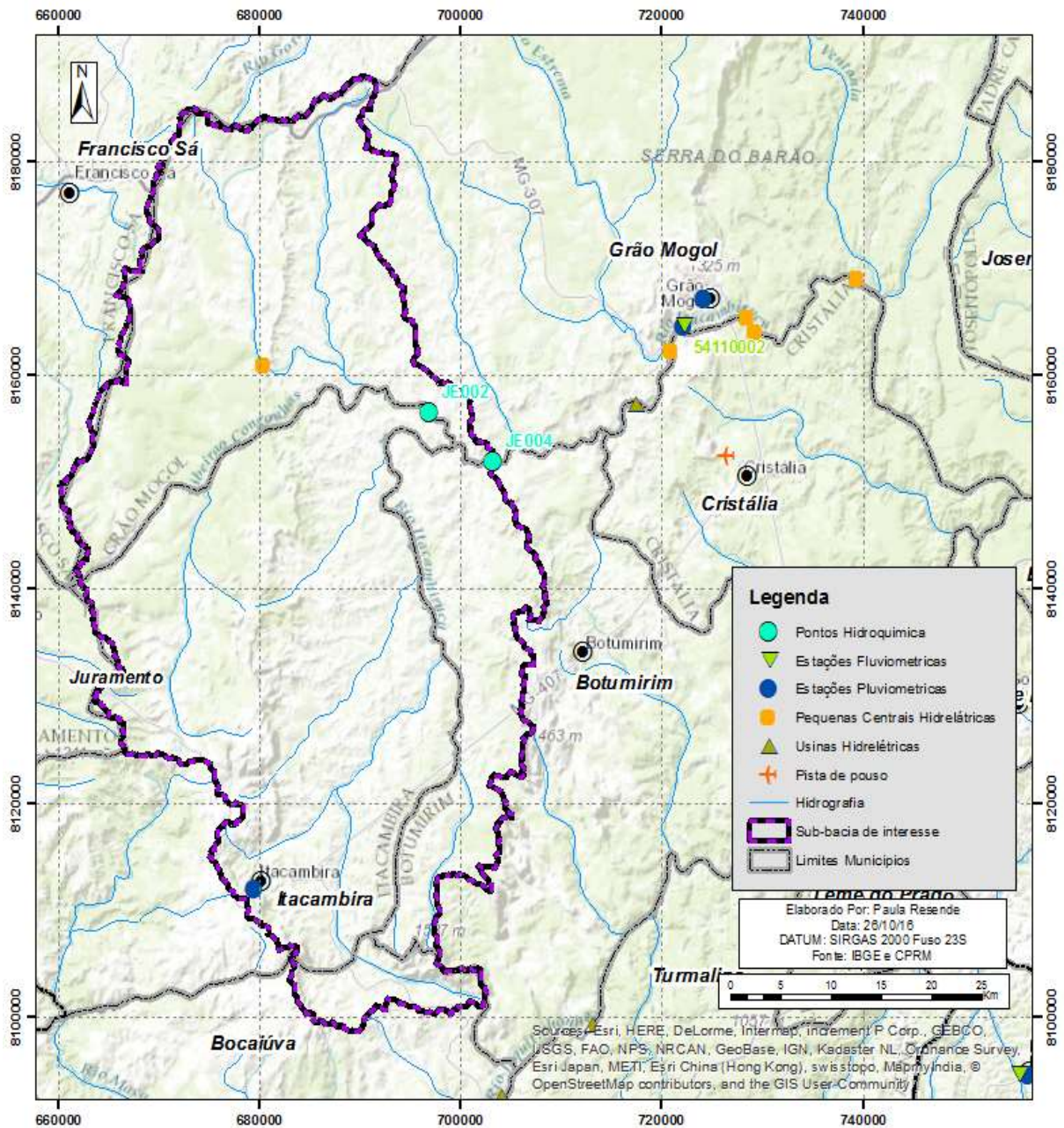


Figura 2. Localização dos pontos de análise e sub-bacia de interesse. Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de IBGE e CPRM.

4.1.2 Hidrografia

Regionalmente, a bacia se encontra inserida na unidade hidrográfica do Atlântico Leste, e é afluente do Rio Jequitinhonha. Esta região hidrográfica possui área equivalente a 388.160 km² (cerca de 4,5% do território do país), sendo a bacia do Rio Jequitinhonha uma das principais bacias componentes desta região hidrográfica com aproximadamente 70.013 km² (ANA, 2016c).

A bacia do rio Jequitinhonha nasce no estado de Minas Gerais, na cidade de Serro, e segue para o estado da Bahia, desaguando no Oceano Atlântico na cidade de Belmonte, BA. Salienta-se que a bacia do Rio Jequitinhonha representa uma área de manejo socioeconômico bastante relevante para o estado de Minas Gerais e para a Bahia (CEMIG, 2016).

A sub-bacia de interesse encontra-se na porção superior da bacia do rio Itacambiruçu, com aproximadamente 98 km de extensão, sendo originada na confluência do ribeirão dos Veados e do rio Congonhas. Observa-se também que a sub-bacia do rio Itacambiruçu possui alto potencial hidrelétrico, como pode ser observado pela quantidade de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) e da Hidrelétrica Santa Marta ao longo do próprio rio Itacambiruçu. A Figura 3 apresenta as características hidrológicas locais bem como a localização de alguns pontos de interesse (BRASIL, 2013).

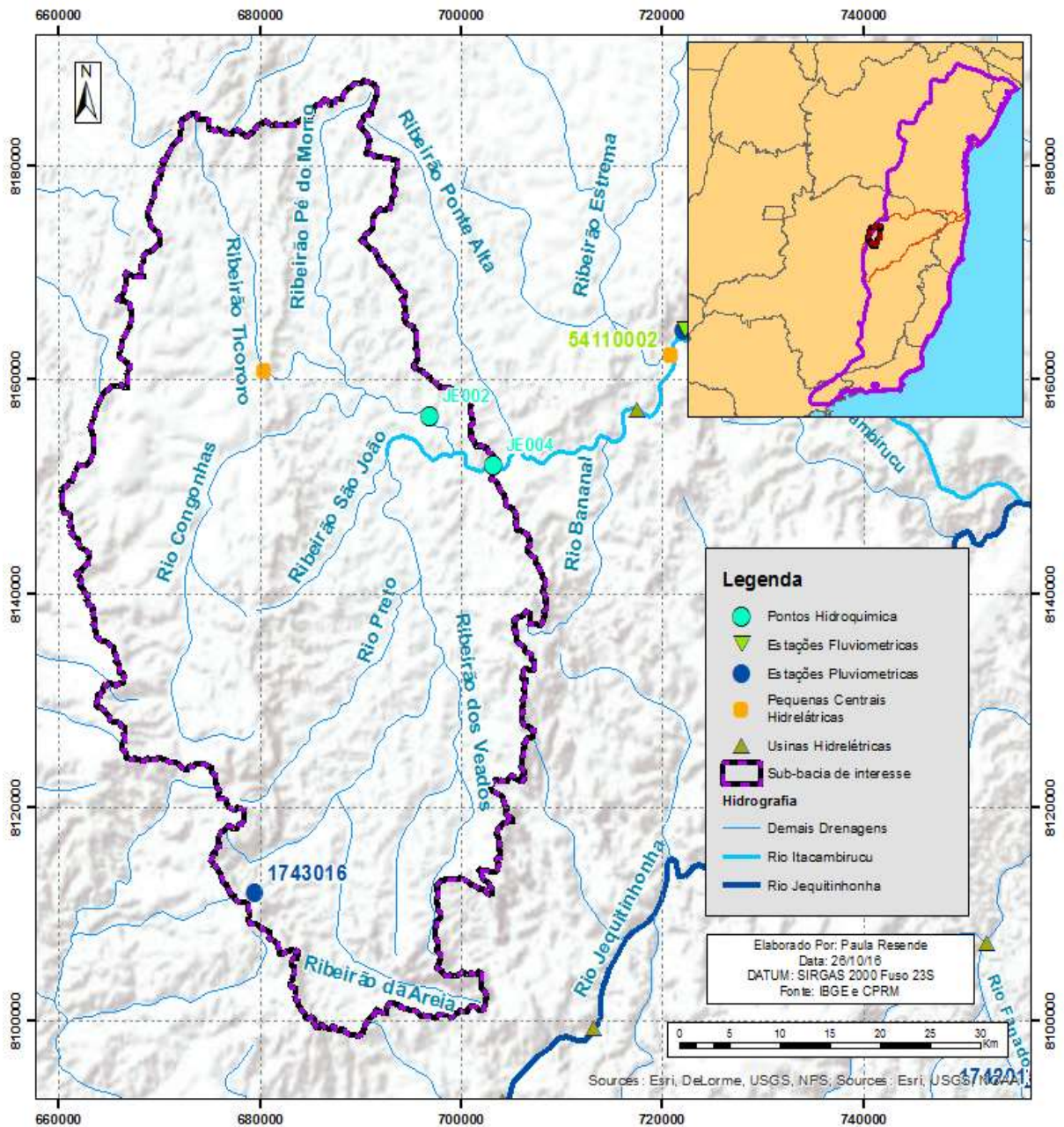


Figura 3. Hidrografia e feições hidrográficas locais de interesse. Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de IBGE e CPRM

4.1.3 Climatologia

Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, 2016, o clima da área pode ser classificado como clima tropical com estações secas de verão. Esse domínio apresenta todos os meses do ano com temperatura média mensal superior a 18 °C, e pelo menos um dos meses do ano com precipitação média total inferior a 60 mm.

4.1.3.1 Pluviometria

A pluviometria consiste no registro da altura em milímetros, da água de chuva (precipitação) acumulada. O índice pluviométrico em milímetros indica o volume em litros de água incidente em um metro quadrado de área, ou seja, 1,00 mm de precipitação equivale a 1 litro de água por metro quadrado (COLLISCHONN & TASSI, 2008).

Em relação à pluviometria local, utilizou-se dados de estação pluviométrica 1743016 da ANA, presente na área de estudo. A estação registra dados desde 1995 até dias atuais. Embora existam outras estações próximas com séries históricas maiores, optou-se por utilizar os dados desta estação, uma vez que esta localiza-se próxima às principais nascentes da área, o que implica em sua maior representatividade em relação às vazões dos principais córregos.

A Figura 5 ilustra a média mensal pluriannual de chuva para a área, com um total pluriannual médio de 1065.5 mm. Nota-se que existe uma distinção clara entre o período seco e o período chuvoso na região, onde o primeiro ocorre entre os meses de abril a setembro e o segundo dos meses de outubro a março, comportamento típico do sudeste brasileiro (ANA, 2016d).

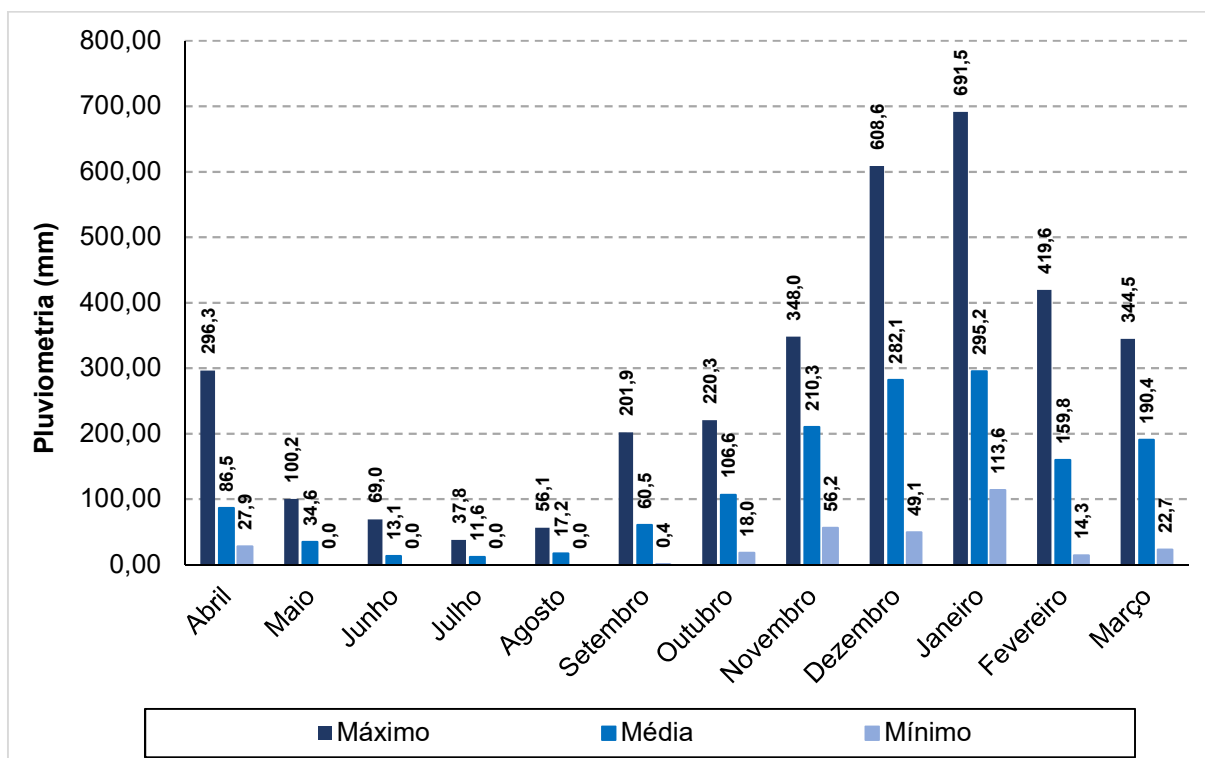


Figura 4. Dados Pluviométricos da estação 1743016. Fonte: Adaptado de ANA, 2016d

4.1.4 Vegetação

De acordo com Brasil, 2013c, o rio Itacambiruçu está sob o domínio fitoecológico do Cerrado, que é subdividido em cerrado, campos cerrados e campo rupestre. Algumas porções da vegetação natural foram substituídas por área de cultivo, plantação de Eucalipto e Pinus, manchas urbanas, pastagem e solo exposto, sendo que na área do rio Itacambiruçu, a plantação de Eucalipto é a atividade que mais devastou o cerrado.

O cerrado é o segundo maior bioma ocupando 22% do território brasileiro, apresentando abundância de espécies endêmicas, com cerca de 11627 espécies de plantas e 2000 espécies de animais, incluindo mamíferos, répteis peixes e anfíbios catalogados. É o bioma com menor proteção integral, mesmo com a abundância de espécies endêmicas (BRASIL, 2016b).

4.1.5 Uso e Ocupação

A análise de uso e ocupação da área foi realizada tanto no ano de 2009, a partir dos dados disponibilizados pelos estudos de zoneamento ecológico econômico, e em 2016, com a elaboração dos mapas de uso e ocupação com o software ArcGis. A análise comparativa dos dois mapas de uso e ocupação auxilia na análise de evolução do uso e ocupação na área, que podem influenciar a qualidade da água do rio Itacambiruçu.

O mapa de uso e ocupação elaborado a partir dos dados da ZEE é apresentado na Figura 5.

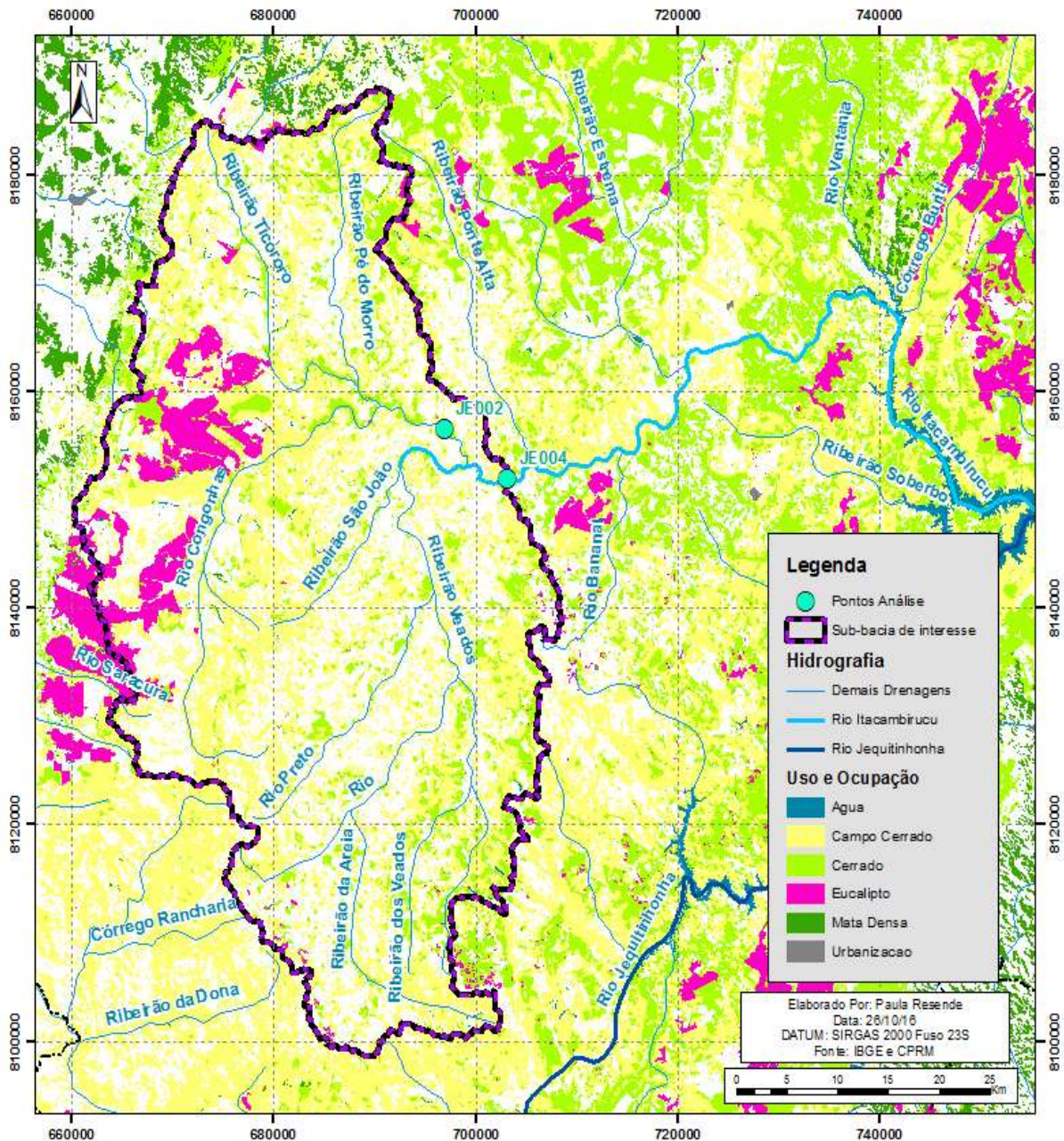


Figura 5. Mapa de uso e ocupação do solo do ano de 2009. Fonte: Adaptado de ZEE, 2016

A área de influência da qualidade de água em 2009 apresenta as feições cerrado, eucalipto e campo, sendo que de forma geral, o campo domina a área e o eucalipto já substituiu uma área expressiva de bioma natural.

Para a elaboração do mapa de uso e ocupação do solo de abril de 2016, utilizou-se o software ArcGIS 10.1 e imagens do tipo *Landsat (Landsat 8)*, que são disponibilizadas pelo órgão de pesquisas geológicas americano – USGS. Estas imagens

são amplamente utilizadas para o mapeamento global em diversas áreas, como: agricultura, geologia, manejo ambiental. A concepção do uso e ocupação do solo de um determinado local é comumente realizado em estudos com áreas extensas ou com pouca informação, a *Landsat* apresenta pixel de aproximadamente 30 m com tempo de retorno de aproximadamente 32 dias (USGS, 2016).

Para a obtenção do uso e ocupação na área de estudo foram consideradas 5 feições distintas, que são elas: água, rocha, cerrado, campo cerrado e eucalipto. As feições de agropecuária, agricultura e área urbana não foram consideradas, visto que estas não apresentaram área significativa para a elaboração do mapa de uso e ocupação.

O mapa de uso e ocupação da área de estudo para o mês de abril de 2016 está apresentado na Figura 6.

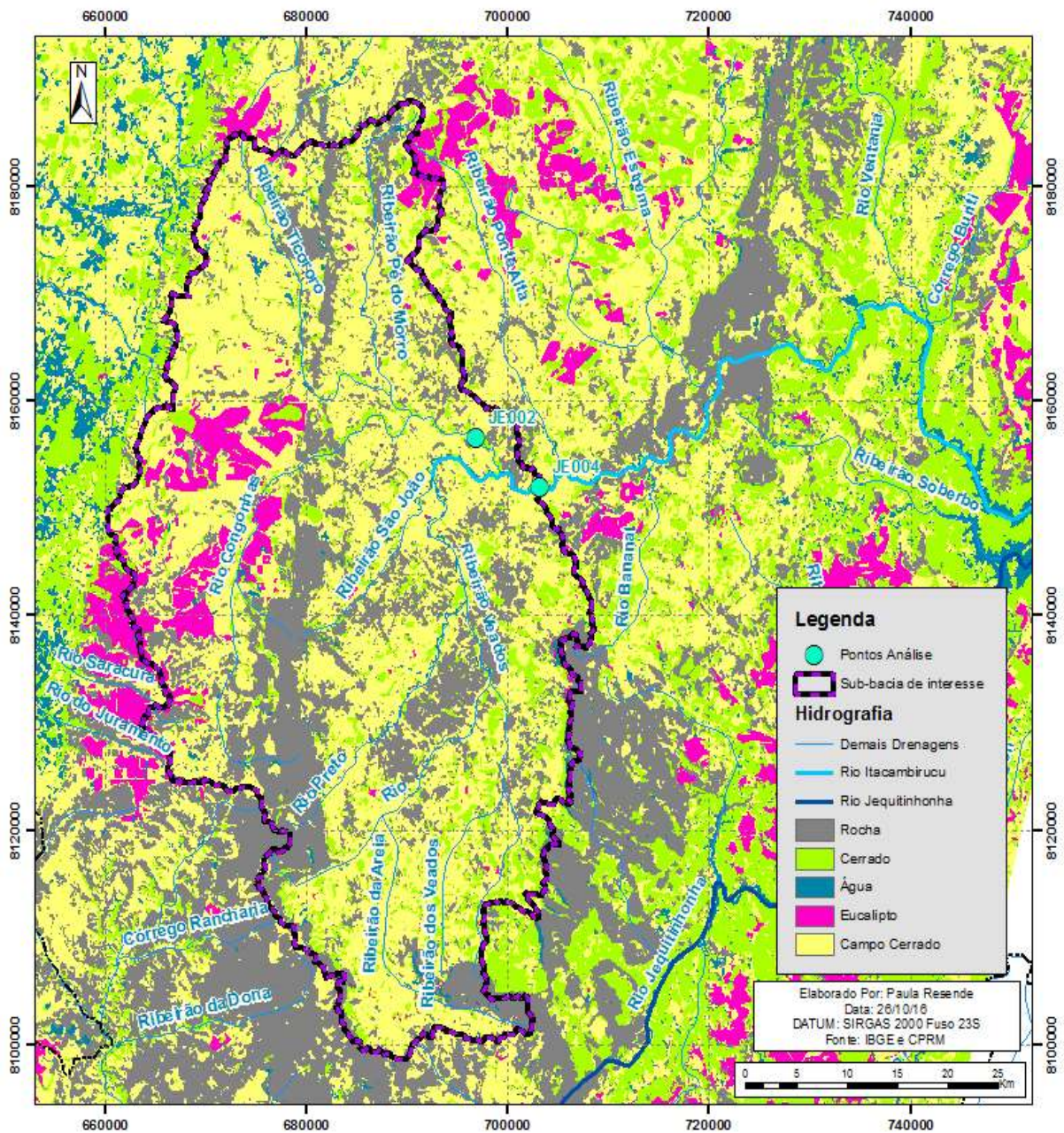


Figura 6. Mapa de uso e ocupação de abril de 2016. Fonte: Elaborado pelo autor. Adaptado de IBGE e CPRM.

O mapa de uso e ocupação do ano de 2016 mostra que, na área de influência, assim como o mapa de uso e ocupação do ano de 2009, apresentam uma dominância pela feição campo cerrado, seguida de rochas e eucalipto, que apresentam expressiva área dentro da sub-bacia de influência.

É importante destacar que em ambos os mapas não foram levadas em consideração as feições agricultura, pecuária e área urbana, por não serem de fácil percepção em imagens de satélite, mas são importantes para a análise de qualidade de água.

4.2 Parâmetros de Qualidade

Para avaliação da qualidade da água foram considerados os parâmetros analisados nas séries históricas do IGAM nos pontos JE-002 e JE-004, para posterior comparação das concentrações encontradas com os limites da DN COPAM/CERM 01 de 2008 e Resolução n° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA.

O rio Itacambiruçu é enquadrado como Classe 2, desde a sua nascente (confluência entre o ribeirão dos Veados e rio Congonhas) até o seu exutório, que é na confluência com o rio Jequitinhonha, mesmo enquadramento dado ao rio Congonhas em toda a sua extensão (BRASIL, 2013c), abrangendo assim, o trecho dos pontos JE-002 e JE-004.

Sendo assim, os parâmetros escolhidos para análise de qualidade, serão aqueles que abrangem a CONAMA 357 de 2005, além dos parâmetros considerados importantes para a análise de qualidade de água bruta para abastecimento segundo Sperling, 2014.

Os parâmetros que serão analisados e os respectivos limites estabelecidos pela Resolução n° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros Analisados e respectivos valores máximos permitidos

Parâmetro	Unidade	VMP - CONAMA 357/2005- Água Doce Classe 2
Alcalinidade de bicarbonato	mg CaCO ₃ /L	-
Alcalinidade total	mg CaCO ₃ /L	-
Alumínio dissolvido	mg/L	0,1
Arsênio total	mg/L	0,01
Bário total	mg/L	0,7
Boro total	mg/L	0,5
Cádmio total	mg/L	0,001
Chumbo total	mg/L	0,01
Cianeto Livre	mg/L	0,005
Cloreto total	mg/L	250
Clorofila a	µg/L	30
Cobre dissolvido	mg/L	0,009
Coliformes totais	NMP/100 mL	-
Condutividade elétrica	µS/cm	-
Cor verdadeira	mg Pt/L	75
Cromo total	mg/L	0,05
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	5

Continuação da Tabela 3

Parâmetro	Unidade	VMP - CONAMA 357/2005- Água Doce Classe 2
Demanda Química de Oxigênio	mg/L	-
Densidade de cianobactérias	cel/mL	50000
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	-
Escherichia coli	NMP/100 mL	1000
Fenóis totais	mg/L	0,003
Ferro dissolvido	mg/L	0,3
Fósforo total	mg/L	0,03
Manganês total	mg/L	0,1
Mercurio total	mg/L	0,0002
Níquel total	mg/L	0,025
Nitrato	mg/L	10
Nitrito	mg/L	1
Nitrogênio amoniacal total	mg/L	0,5
Nitrogênio orgânico	mg/L	-
Óleos e graxas	mg/L	Virtualmente Ausentes*
Oxigênio dissolvido	mg/L	> 5
pH in loco	-	6 a 9
Selênio total	mg/L	0,01
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	500
Sólidos em suspensão totais	mg/L	-
Sólidos totais	mg/L	-
Sulfato total	mg/L	250
Sulfeto	mg/L	0,002
Turbidez	UNT	100
Zinco total	mg/L	0,18

Fonte: Adaptado de Resolução n° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA

4.2.1 Tratamento dos dados analíticos

Os dados foram compilados a partir das planilhas disponibilizadas da série histórica de dados de qualidade das águas, disponibilizados pelo Programa Águas de Minas do Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

Os resultados de alguns parâmetros em determinadas datas foram menores que o limite de quantificação, que de acordo com INMETRO, 2016 é a concentração mais baixa da substância que pode ser detectada pelo método de análise utilizado. Nestes casos, os resultados foram substituídos pelo valor que corresponde à metade dos limites de quantificação para que se pudesse realizar a análise (BRASIL, 2016b).

Após a compilação de todos os dados, foi realizada uma análise estatística de forma a selecionar os parâmetros de maior significância na qualidade da água, e quais tiveram concentrações que ultrapassaram o limite da CONAMA 357 de 2005 para águas doces de Classe 2.

Em seguida, foram elaborados gráficos de evolução para o período de 2013 a 2016 das concentrações de cada variável separadamente, e com os limites de concentração estabelecidos pela Resolução n° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA

para águas doces de Classe 2, para os parâmetros que ultrapassaram o limite do CONAMA 357 de 2005, e aqueles que são considerados importantes para a avaliação da qualidade de água bruta para abastecimento de acordo com Sperling, 2014. Os gráficos elaborados seguem o modelo do exemplo da Figura 7.

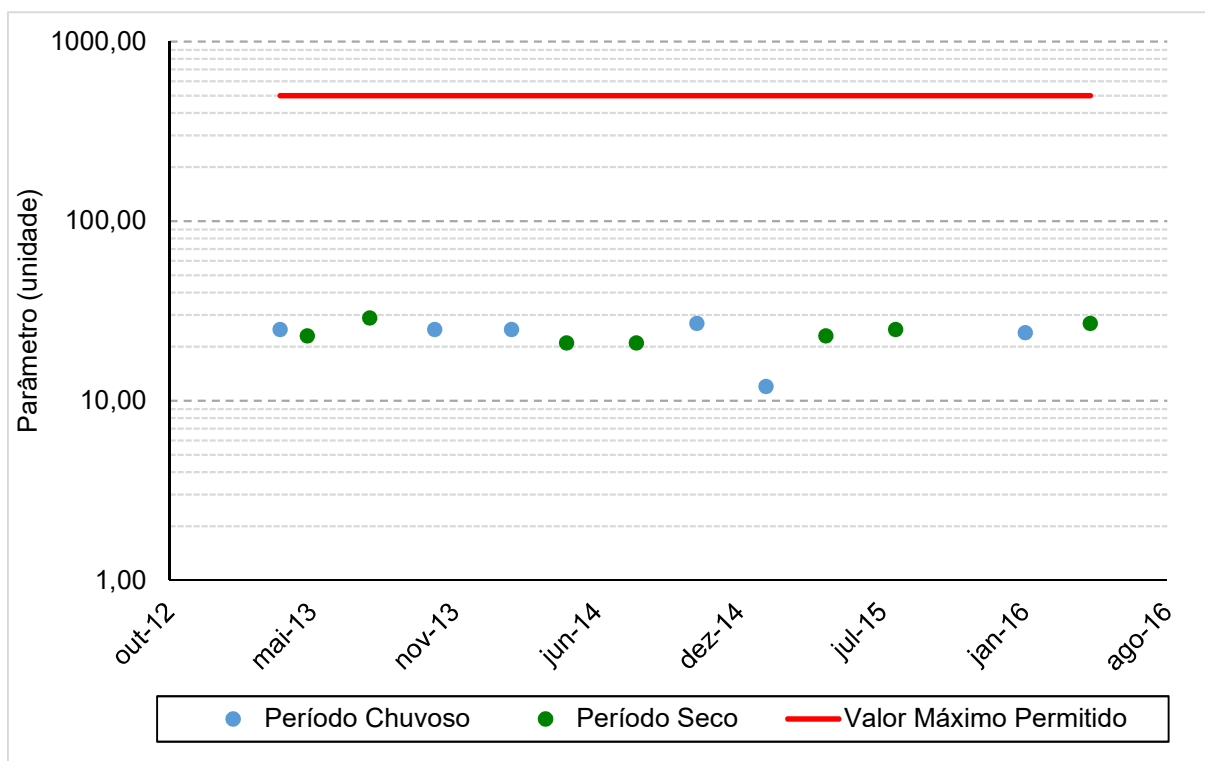


Figura 7. Modelo de gráfico para análise de evolução da concentração dos parâmetros. Fonte: Elaborado pelo autor

4.3 Indicadores de Qualidade

De acordo Freitas et al, 2011, os índices de qualidade são índices numéricos que utilizam de uma escala de qualidade para retratar informações combinadas a respeito da qualidade da água, e seu principal objetivo é traduzir os parâmetros de qualidade de forma a facilitar a comunicação com o público e o resultado encontrado.

Para melhor avaliação e interpretação dos resultados obtidos, será realizado o cálculo do índice de qualidade de águas, que avalia a qualidade das águas brutas para abastecimento público (CETESB, 2016a).

Não serão analisados outros índices de qualidade, devido a não disponibilidade de análise dos parâmetros utilizados para o seu cálculo.

4.3.1 Índice de Qualidade das Águas – IQA

O cálculo do IQA é realizado a partir das concentrações de nove parâmetros, considerados representativos para avaliar a qualidade da água, coliformes fecais, potencial hidrogeniônico, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido e sólidos totais. Cada parâmetro apresenta uma curva média de variação da qualidade da água resultantes das concentrações destes, como ilustrado na Figura 8 (BRASIL, 2005).

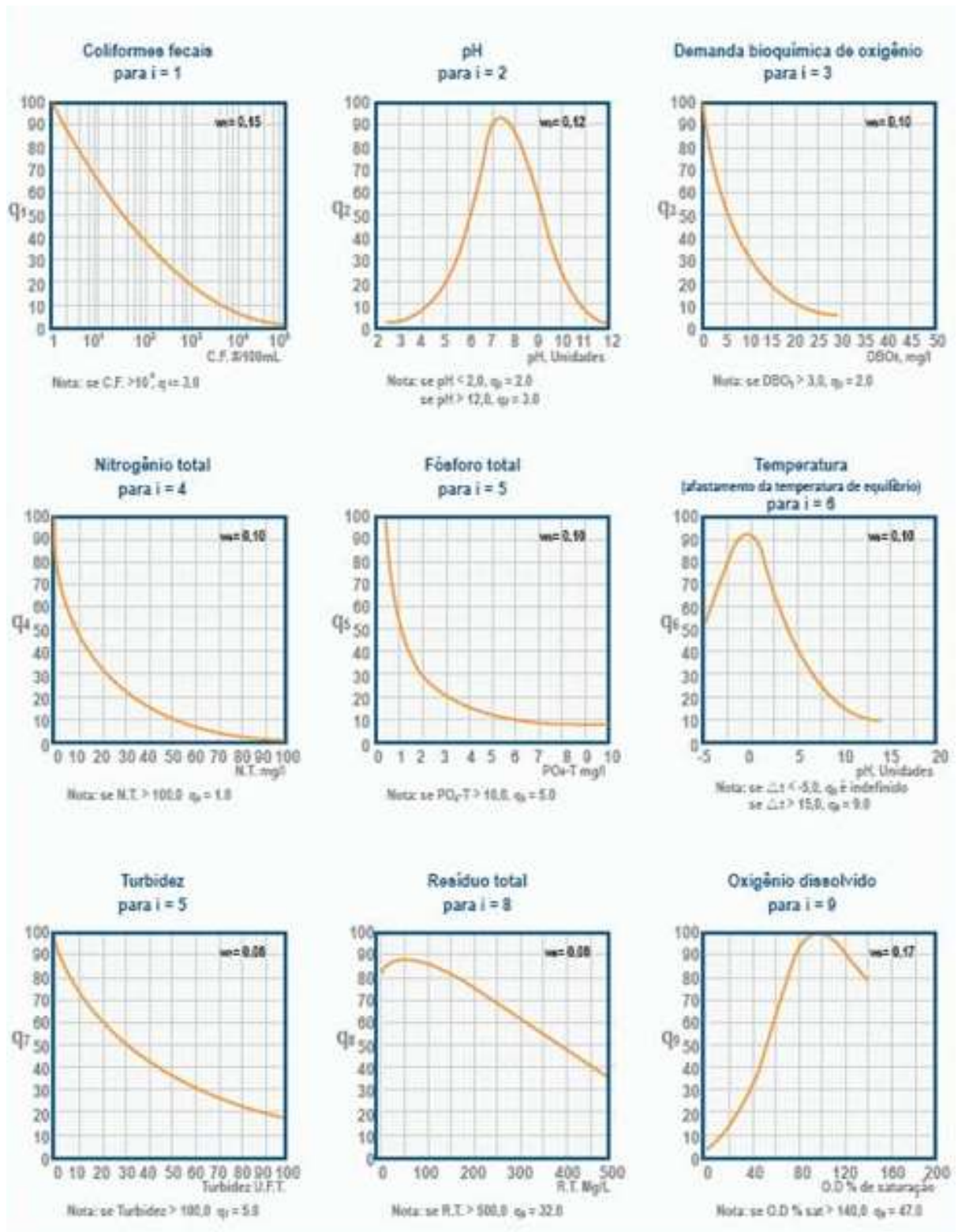


Figura 8. Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas. Fonte: CETESB, 2014a

Para o cálculo do IQA foram utilizados os parâmetros pH, DBO, nitrato, temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido, fosforo, multiplicado, que teve sua concentração

multiplicada por 3,05 e *Escherichia coli*, que sua concentração foi multiplicada por 1,25 para que se pudesse utilizar a curva de fosfato e coliformes termotolerantes, respectivamente, como indicado em CETESB, 2014a.

Cada parâmetro utilizado apresenta um peso relacionado, que deve ser considerado para o cálculo. Os pesos para cada parâmetro estão listados na Tabela 4 (BRASIL, 2005).

Tabela 4. Peso dos parâmetros para cálculo de IQA

Parâmetro	Peso
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Termotolerantes	0,15
pH	0,12
DBO	0,1
Nitrato	0,1
Fosforo	0,1
Variação de Temperatura	0,1
Turbidez	0,08
Sólidos Totais	0,08

Fonte: Adaptado de Brasil, 2005

Desta forma o IQA será calculado pelo produtório ponderado da qualidade das águas para cada parâmetro (Equação 1) (CETESB, 2014a):

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad \text{Equação 1}$$

Para:

IQA: índice de qualidade de água, um número de 0 a 100.

q_i : qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 a 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função da sua concentração.

w_i : peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 a 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

O valor de IQA varia entre 0 a 100, a partir do cálculo foi possível determinar a qualidade da água bruta, utilizando a Tabela 5 (CETESB, 2014a).

Tabela 5. Classificação do índice de qualidade de água

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	$90 < IQA < 100$
Bom	$70 < IQA < 90$
Médio	$50 < IQA < 70$
Ruim	$25 < IQA < 50$
Muito Ruim	$0 < IQA < 25$

Fonte: Adaptado de CETESB, 2014a

A caracterização da qualidade da água será realizada a partir do cálculo de Índice de qualidade de água para cada mês, em seguida serão elaborados gráficos de evolução do IQA

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A interpretação dos resultados será realizada com a análise estatística dos parâmetros destacados no item 4.2, sendo que os parâmetros que ultrapassarem os limites estabelecido pela Resolução n° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, e os parâmetros considerados importantes para análise de qualidade de água bruta para abastecimento de acordo com Sperling, 2014, serão avaliados graficamente de forma individual. Para caracterizar a qualidade da água será realizado o cálculo de Índice de Qualidade de Água dos pontos JE-002 e JE-004.

5.1 Análise Temporal

A Tabela 6 apresenta os valores máximos, mínimos e médias dos parâmetros destacados no item 4.2 para os pontos JE-002 e JE-004.

Tabela 6. Análise estatística dos parâmetros de análise

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	Limite de quantificação	JE-002			JE-004		
				Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média
Alcalinidade de bicarbonato	mg CaCO ₃ /L			11,8	4,4	8,97	11,8	5,8	7,5
Alcalinidade total	mg CaCO ₃ /L			11,8	4,4	8,97	11,8	5,8	7,5
Alumínio dissolvido*	mg/L	0,1	0,1	<LQ	<LQ	<LQ	0,163	0,05	0,05
Arsênio total	mg/L	0,01	0,0003 e 0,001	0,0005	0,0002	0,0004	0,0005	0,0002	0,0004
Bário total	mg/L	0,7		0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Boro total	mg/L	0,5	0,07	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Cádmio total	mg/L	0,001	0,0005	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Cálcio total	mg/L			2,1	1,2	1,6	2,5	1,3	1,9
Chumbo total	mg/L	0,01	0,005	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Cianeto Livre	mg/L	0,005	0,002	0,004	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001
Cloreto total	mg/L	250		1,97	0,73	0,90	1,93	0,67	1,06
Clorofila a	µg/L	30	0,006	2,56	0,27	0,88	1,62	0,01	0,63
Cobre dissolvido	mg/L	0,009	0,004	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Coliformes totais	NMP/100 mL		>24196	86644,00	490,00	6372,98	173289,00	933,00	5864,95
Condutividade elétrica	µS/cm			23,20	13,60	17,07	26,30	16,90	20,92
Cor verdadeira	mg Pt/L	75	10	44,00	5,00	10,33	68,00	5,00	7,50
Cromo total	mg/L	0,05	0,04	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	5	2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Demanda Química de Oxigênio	mg/L		5	18,00	2,50	8,25	18,00	2,50	7,28
Densidade de cianobactérias	cel/mL	50000		388,76	12,25	96,05	-	-	-
Dureza de Cálcio	mg/L			5,30	3,00	3,87	6,20	3,40	4,77
Dureza de magnésio	mg/L			4,40	2,80	4,00	5,80	2,00	4,43
Dureza total	mg/L			8,90	7,10	7,87	10,30	6,30	9,20
Escherichia coli	NMP/100 mL			860,00	23,00	112,72	6437,00	23,00	131,42

Continuação Tabela 6

PARÂMETROS	UNIDADE	VMP	Limite de quantificação	JE-002			JE-004		
				Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média
Estreptococos fecais	NMP/100 mL			230	31	78	1300	23	39,33
Fenóis totais	mg/L	0,003	0,002	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Feoftina a	mg/L		0,006	1,17	0	0,12	1,12	0	0,21
Ferro dissolvido*	mg/L	0,3		0,31	0,05	0,14	0,3	0,04	0,13
Fósforo total*	mg/L	0,03	0,02	0,05	0,01	0,02	0,08	0,01	0,02
Magnésio total	mg/L			1,1	0,7	1	1,4	0,5	1,07
Manganês total*	mg/L	0,1		0,21	0,01	0,07	0,38	0,01	0,07
Mercurio total	mg/L	0,0002	0,2	<LQ	<LQ	<LQ	0,1	0,1	0,1
Níquel total	mg/L	0,025	0,004	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Nitrato	mg/L	10	0,1	0,57	0,05	0,11	0,6	0,05	0,15
Nitrito	mg/L	1		0,005	0,002	0,004	0,021	0,001	0,003
Nitrogênio amoniacal total	mg/L	0,5	0,1	0,2	0,05	0,07	0,22	0,05	0,07
Nitrogênio orgânico	mg/L		0,1	0,6	0,05	0,31	0,44	0,05	0,25
Óleos e graxas	mg/L	0	15	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Oxigênio dissolvido	mg/L	> 5		8,9	6,7	8,08	9	7	8,2
pH*		6 a 9		7,5	5,5	6,62	6,9	5,9	6,48
Potássio dissolvido	mg/L			1,04	0,29	0,52	1,34	0,39	0,67
Selênio total	mg/L	0,01	0,0005	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Sódio dissolvido				1,18	0,77	0,89	2,02	1,05	1,25
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	500		29	12	24,33	46	6	28,83
Sólidos em suspensão totais	mg/L			48	1	10,33	75	2	16
Sólidos totais	mg/L			72	15	34,67	120	10	44,83
Substâncias tensoativas	mg/L	0,5	0,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Sulfato total	mg/L	250	5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Sulfeto*	mg/L	0,002	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Turbidez	UNT	100		24,9	2,99	3,59	62,3	3,08	14,17
Zinco total	mg/L	0,18	0,02	0,03	0,01	0,02	<LQ	<LQ	<LQ

* Parâmetros que ultrapassaram o limite do CONAMA 357/2005 para águas doces de Classe 2.

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de IGAM, 2016

Ao analisar a estatística das concentrações dos parâmetros e comparar com a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, observou-se que alguns parâmetros apresentaram concentrações baixas com valores inferiores aos limites do CONAMA, e com pequenas variações na evolução das concentrações. Estes parâmetros não serão analisados individualmente, já que os valores não foram representativos para alterar a qualidade da água. Os parâmetros em questão são: arsênio,

bário, boro, cádmio, cálcio, chumbo, cromo, fenóis, magnésio, mercúrio, níquel, selênio, sulfato e zinco nas formas totais, cianeto livre, coliformes totais, estreptococos fecais, substâncias tensoativas, fenotina a, óleos e graxas e cobre, potássio e sódio em suas formas dissolvidas.

A seguir, são apresentados os gráficos individuais de evolução e interpretação dos parâmetros que apresentaram valores acima do limite do CONAMA 357 de 2005, além dos parâmetros considerados importantes para a avaliação da qualidade da água bruta segundo Sperling, 2014.

5.1.1 Sólidos

Para a avaliação de sólidos na água serão interpretados os valores de concentrações de sólidos dissolvidos e sólidos em suspensão, não sendo apresentados os gráficos de sólidos totais, visto que este é o somatório dos sólidos dissolvidos e em suspensão.

5.1.2 Sólidos Dissolvidos

A Figura 9 e Figura 10 apresentam a evolução da concentração de sólidos dissolvidos totais nos pontos JE-002 e JE-004, respectivamente.

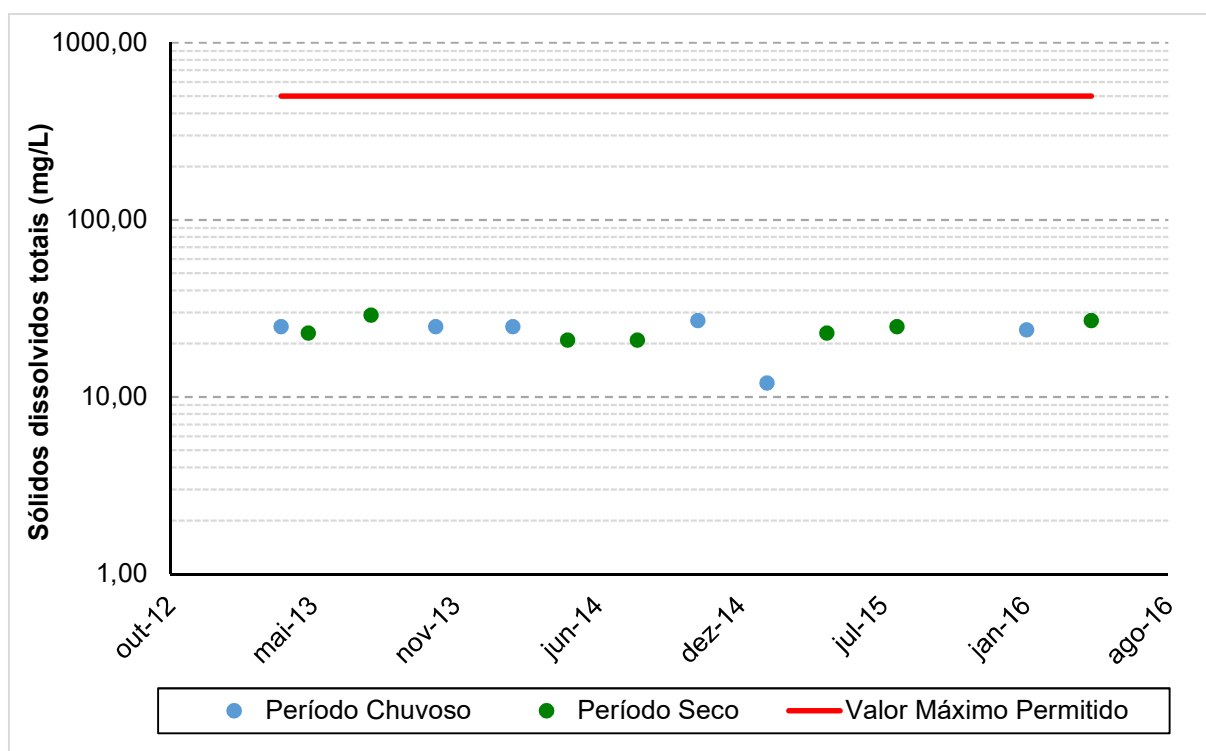


Figura 9. Gráfico da evolução da concentração de Sólidos Dissolvidos totais no ponto JE-002

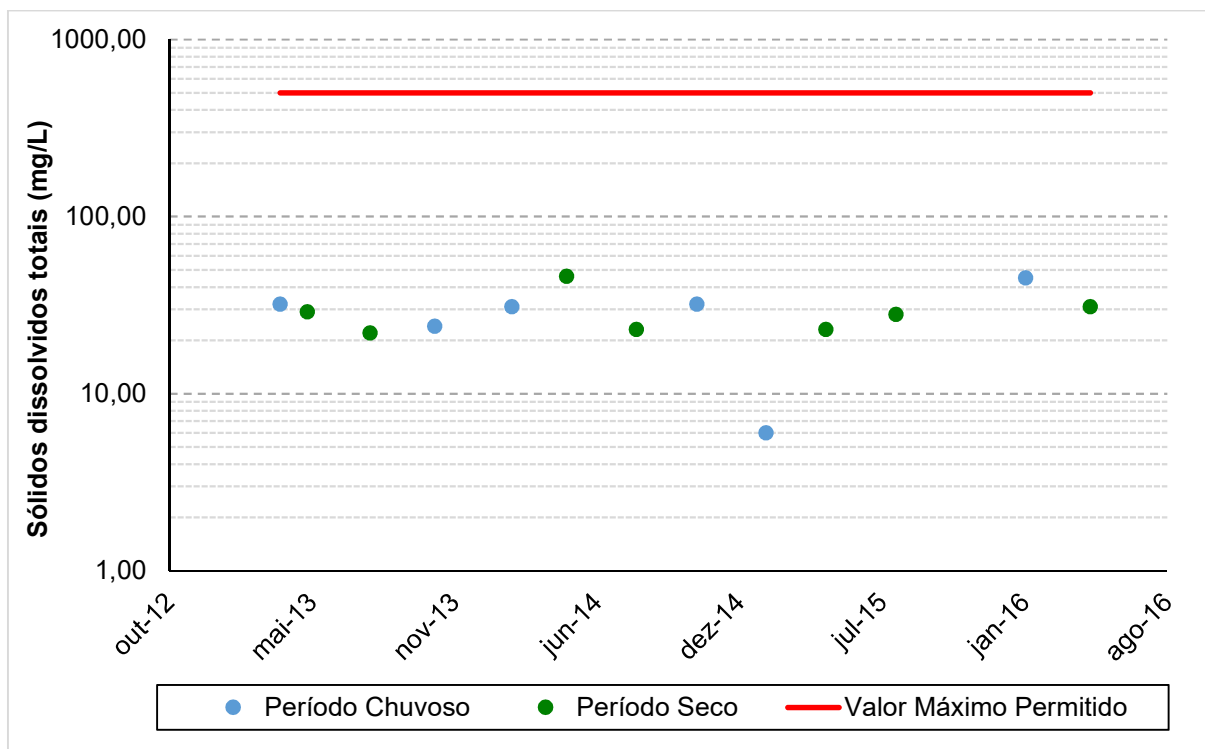


Figura 10. Gráfico da evolução da concentração de Sólidos Dissolvidos totais no ponto JE-004

O parâmetro sólidos dissolvidos apresenta limite de concentração de 500,00 mg/L, sendo que ambos os pontos analisados não ultrapassaram este limite em nenhuma campanha de amostragem. O valor máximo encontrado no ponto JE-002 foi de 29,00 mg/L em julho de 2013, resultado esperado visto que em julho de 2013 houve uma incidência de chuva maior para o ano. Já no ponto JE-004, a máxima foi de 46,00 mg/L no mês de abril de 2014, valor que condiz com a maior incidência pluviométrica

É importante destacar que de forma geral as menores concentrações de sólidos dissolvidos ocorreram nos anos de 2014 e 2015, que foram anos que tiveram menor incidência pluviométrica.

5.1.3 Sólidos em Suspensão

As Figuras 11 e 12 apresentam a evolução da concentração de sólidos em suspensão dos pontos JE-002 e JE-004.

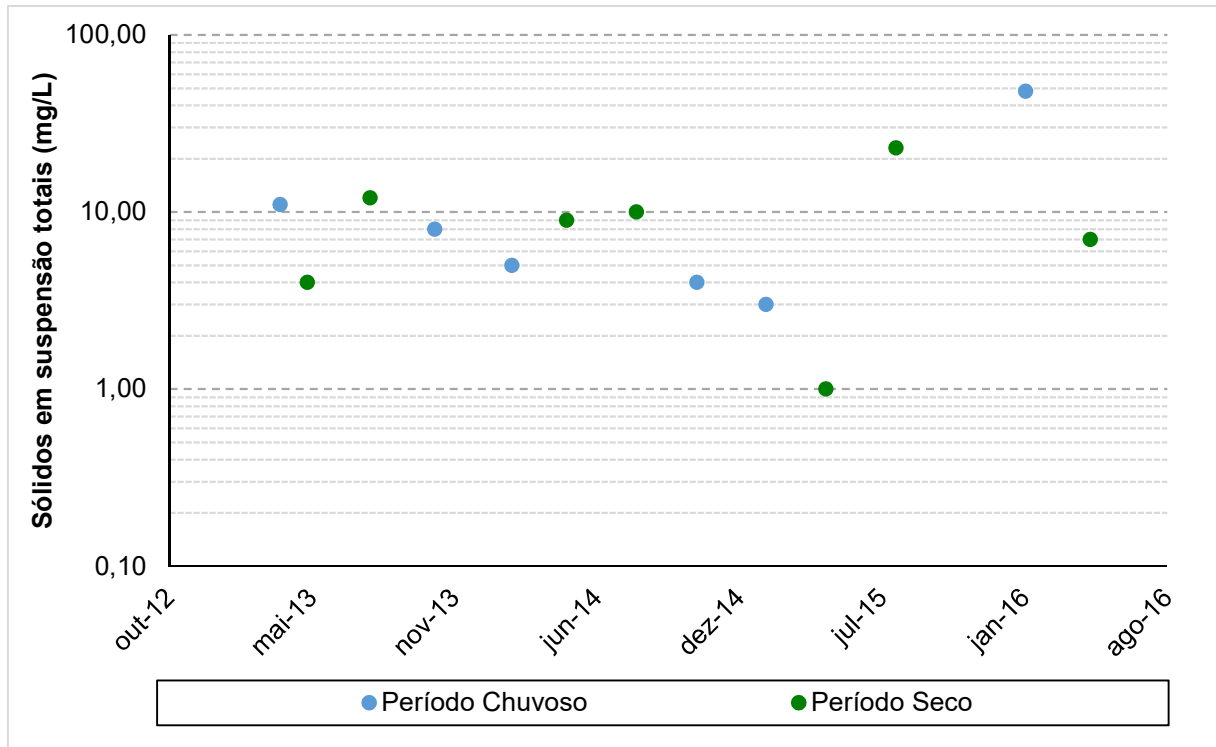


Figura 11. Gráfico da evolução da concentração de Sólidos em Suspensão totais no ponto JE-002

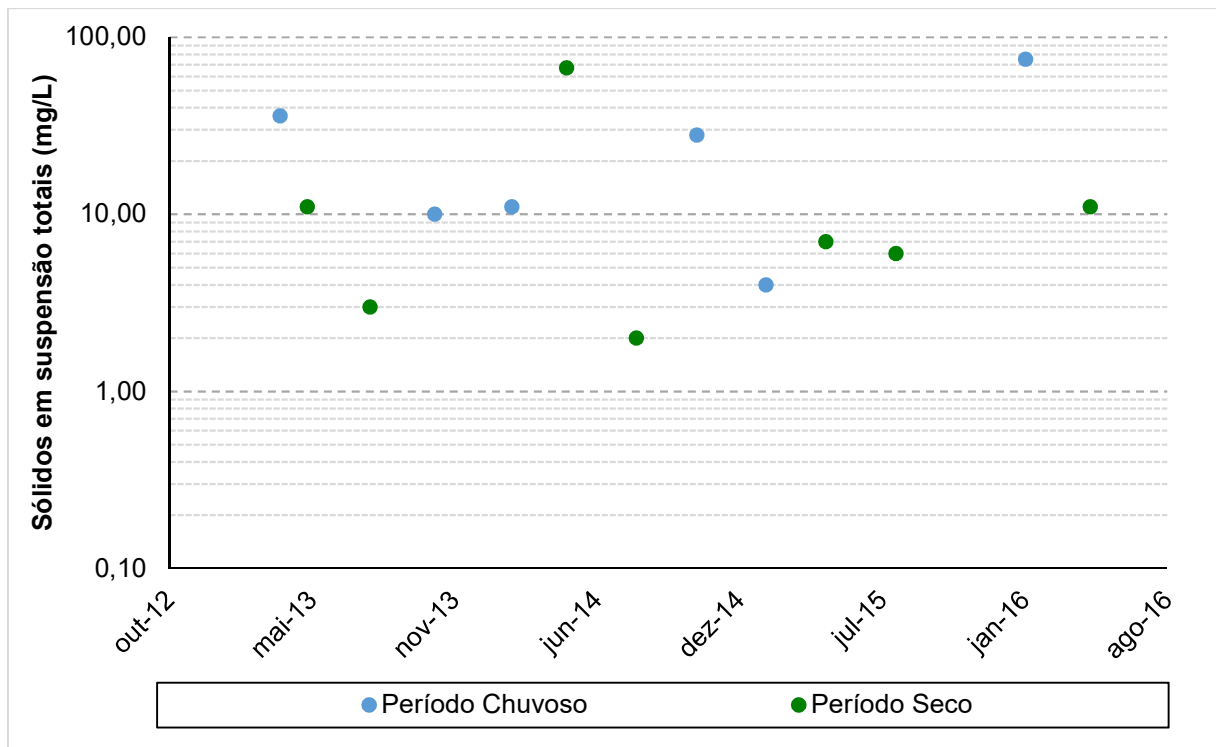


Figura 12. Gráfico da evolução da concentração de Sólidos em Suspensão totais no ponto JE-004

O parâmetro sólidos em suspensão totais não apresenta limite de concentração na CONAMA 357, desta forma a média encontrada em cada ponto será um valor de referência para a sua análise.

A concentração de sólidos suspensos totais no ponto JE-002 apresentou média de 11,15 mg/L, com valor máximo de 48,00 mg/L e mínimo de 1,00 mg/L, as maiores concentrações ocorreram no final do ano de 2015 (agosto de 2015) e no início do ano de 2016 (fevereiro de 2016).

Analisando o ponto JE-004, a média de concentração de sólidos em suspensão no intervalo de março de 2013 a maio de 2016 foi de 20,85 mg/L, tendo um pico de concentração em fevereiro de 2016 (75,00 mg/L), observou-se que este comportamento se assemelha ao do ponto JE-002, com maiores valores no final de 2015 e início de 2016.

5.1.4 Cor Verdadeira

A Figura 13 e Figura 14 apresentam o valor de cor verdadeira dos pontos JE-002 e JE-004, respectivamente.

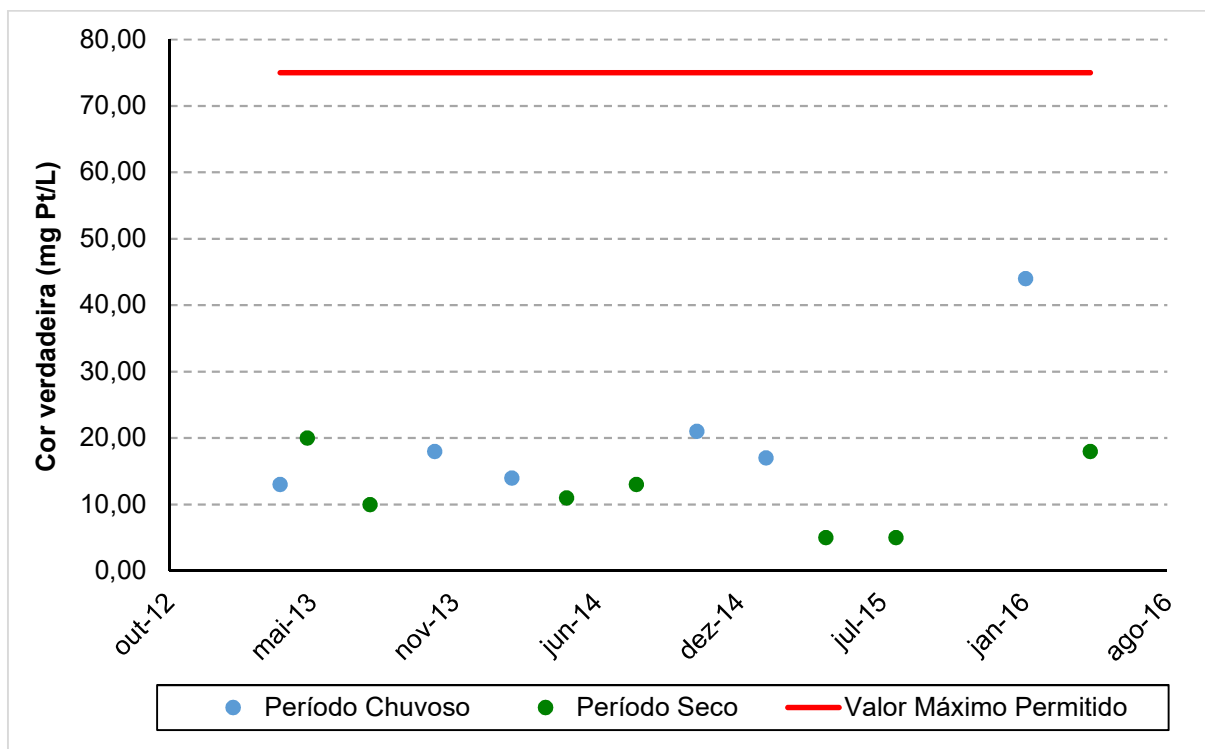


Figura 13. Gráfico da evolução da Cor Verdadeira no ponto JE-002

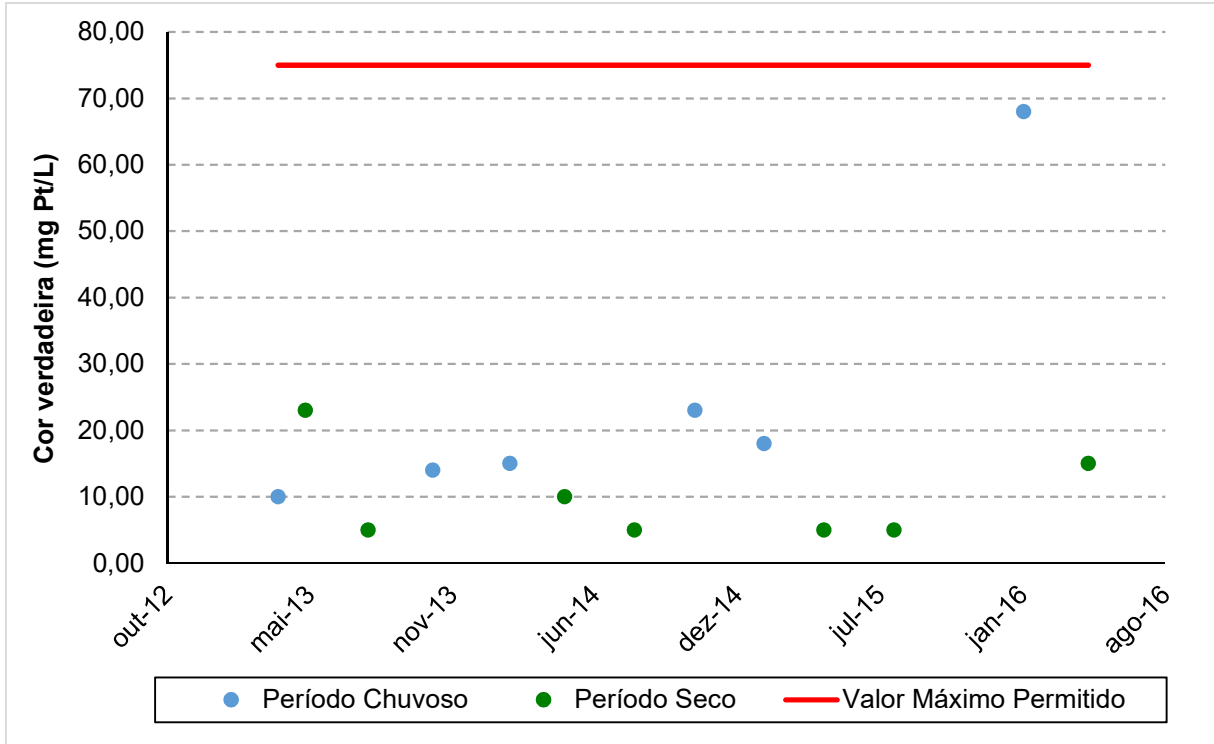


Figura 14. Gráfico da evolução da Cor Verdadeira no ponto JE-004

O valor máximo permitido para cor verdadeira é de 75,00 mg Pt/L, sendo que ambos os pontos apresentaram valores abaixo do limite em todas as campanhas de 2013 a 2016. O comportamento da evolução do valor de cor verdadeira é o mesmo da evolução da concentração de sólidos dissolvidos, com valor mais alto no mês de fevereiro de 2016 para ambos os pontos.

Este comportamento é semelhante ao da evolução de sólidos dissolvido, sendo um comportamento esperado, visto que o parâmetro sólidos dissolvidos é o responsável pela presença de cor verdadeira na água.

5.1.5 Turbidez

Os valores de turbidez ao longo dos anos de 2013 a 2016 para os pontos JE-002 e JE-004 são apresentados na Figura 15 e Figura 16.

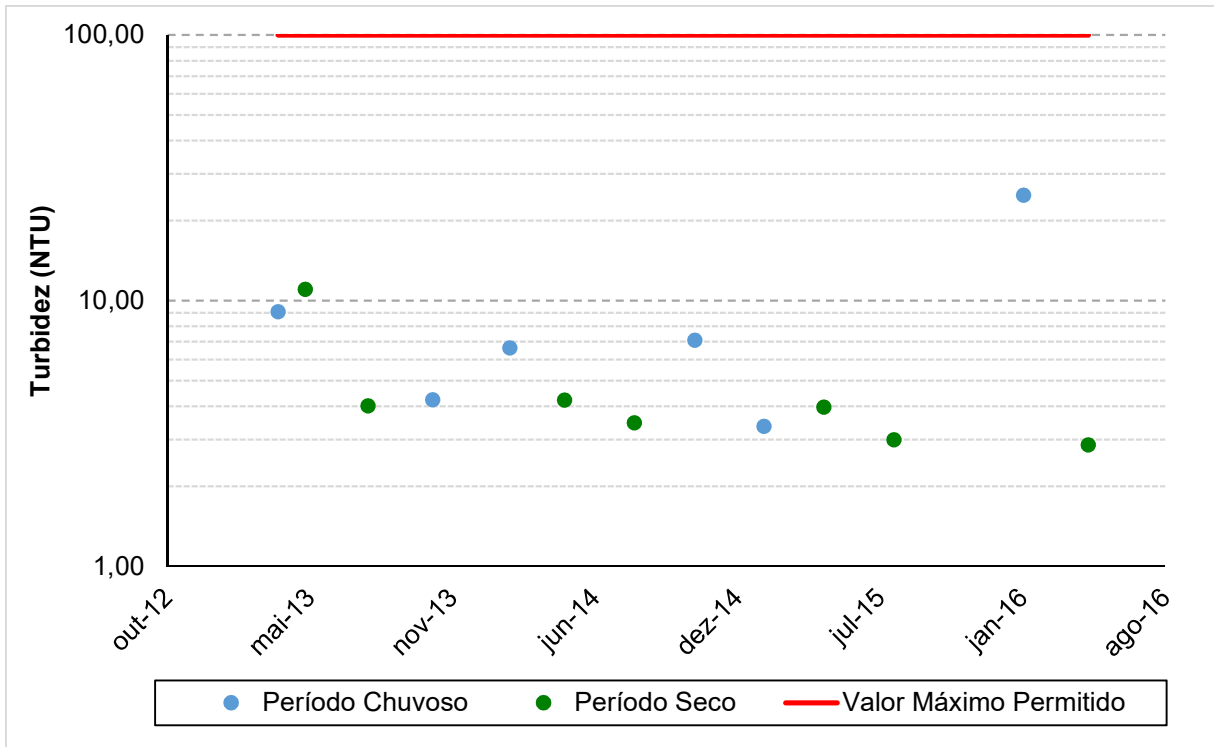


Figura 15. Gráfico da evolução da Turbidez no ponto JE-002

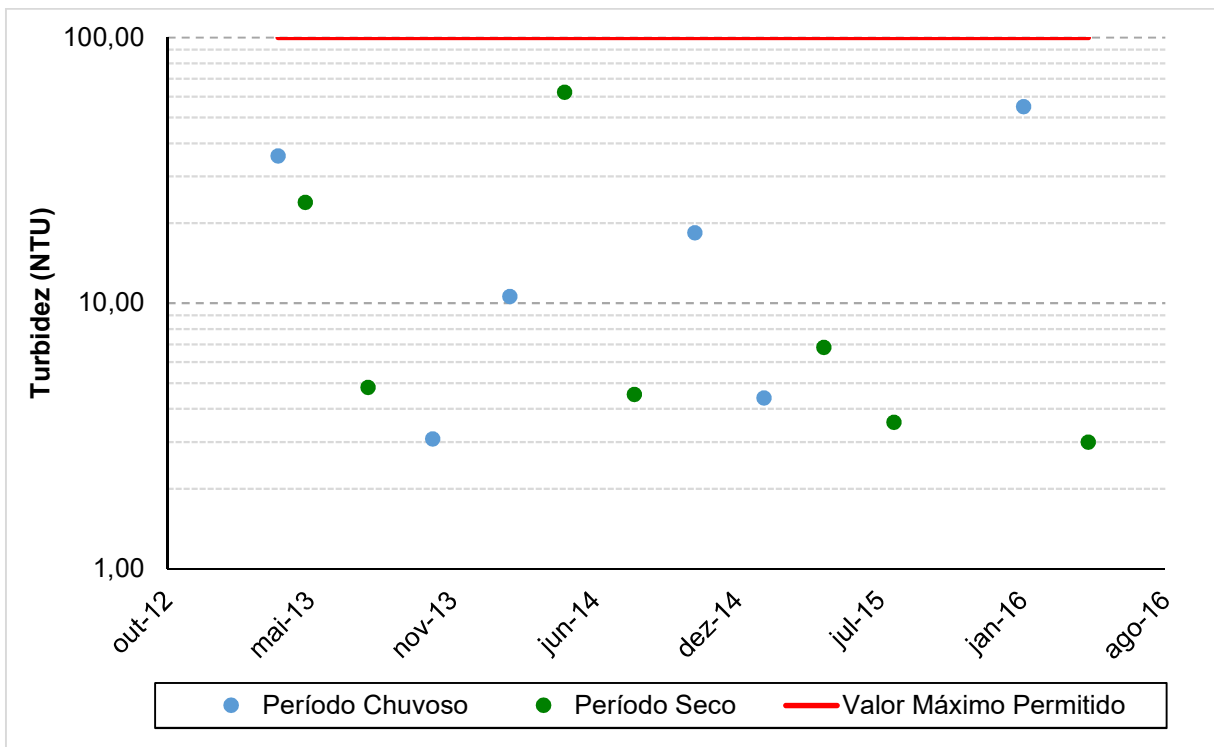


Figura 16. Gráfico da evolução da Turbidez no ponto JE-004

De acordo com a Resolução n° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, o limite de turbidez para águas doces de Classe 2 é de 100 UNT, nos pontos em estudo a turbidez não ultrapassou este limite em nenhuma campanha. Os valores mais altos de turbidez foram encontrados no mês de fevereiro de 2016 para o ponto JE-002 e em abril de 2014 para o ponto JE-004, comportamento que corresponde a concentração de sólidos em suspensão, que são os parâmetros responsáveis pelo valor de turbidez na água.

De forma geral os valores mais altos de turbidez ocorreram no período chuvoso dos anos de 2014 a 2016, comportamento previsto, visto que com a maior incidência pluviométrica, há maior presença de sólidos na água.

5.1.6 Condutividade

As Figuras 17 e 18 apresentam os valores de condutividade ao longo do monitoramento de 2013 a 2016 dos pontos JE-002 e JE-004, respectivamente.

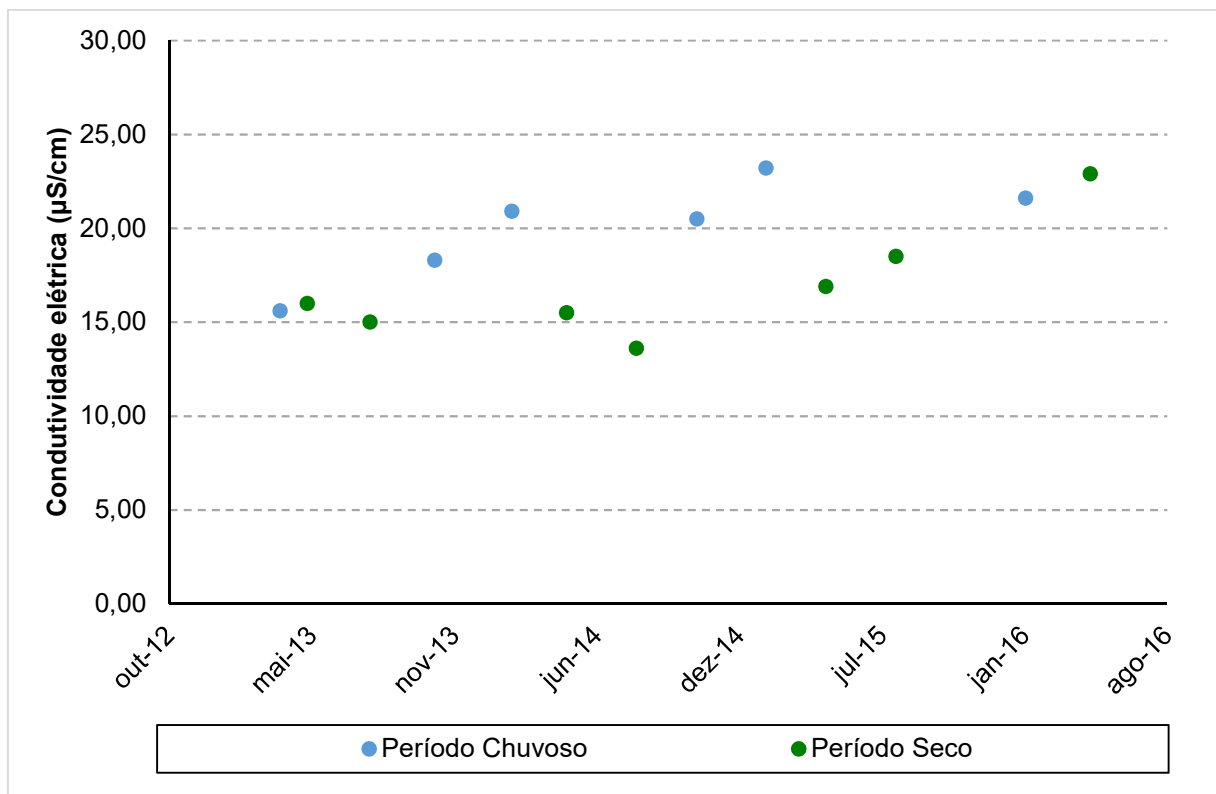


Figura 17. Gráfico da evolução da Condutividade Elétrica no ponto JE-002

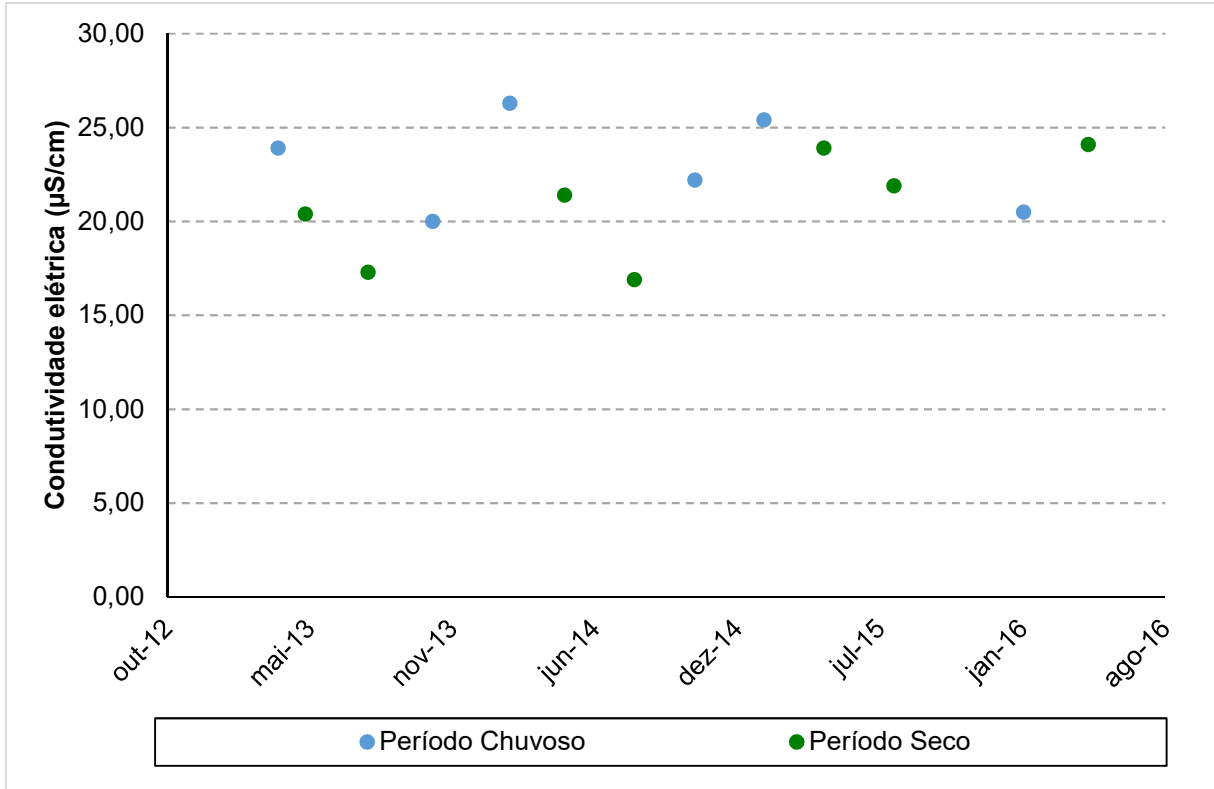


Figura 18. Gráfico da evolução da Condutividade Elétrica no ponto JE-004

Para a análise de condutividade, será levado em conta o valor comumente encontrado em águas naturais de boa qualidade, que é de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. As análises realizadas nos pontos JE-002 e JE-004 apresentam valores abaixo de 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$, estando em conformidade ao valor encontrado em águas naturais de boa qualidade.

5.1.7 Potencial Hidrogeniônico

A Figura 19 e Figura 20 apresentam respectivamente, os valores de pH para os pontos JE-002 e JE-004.

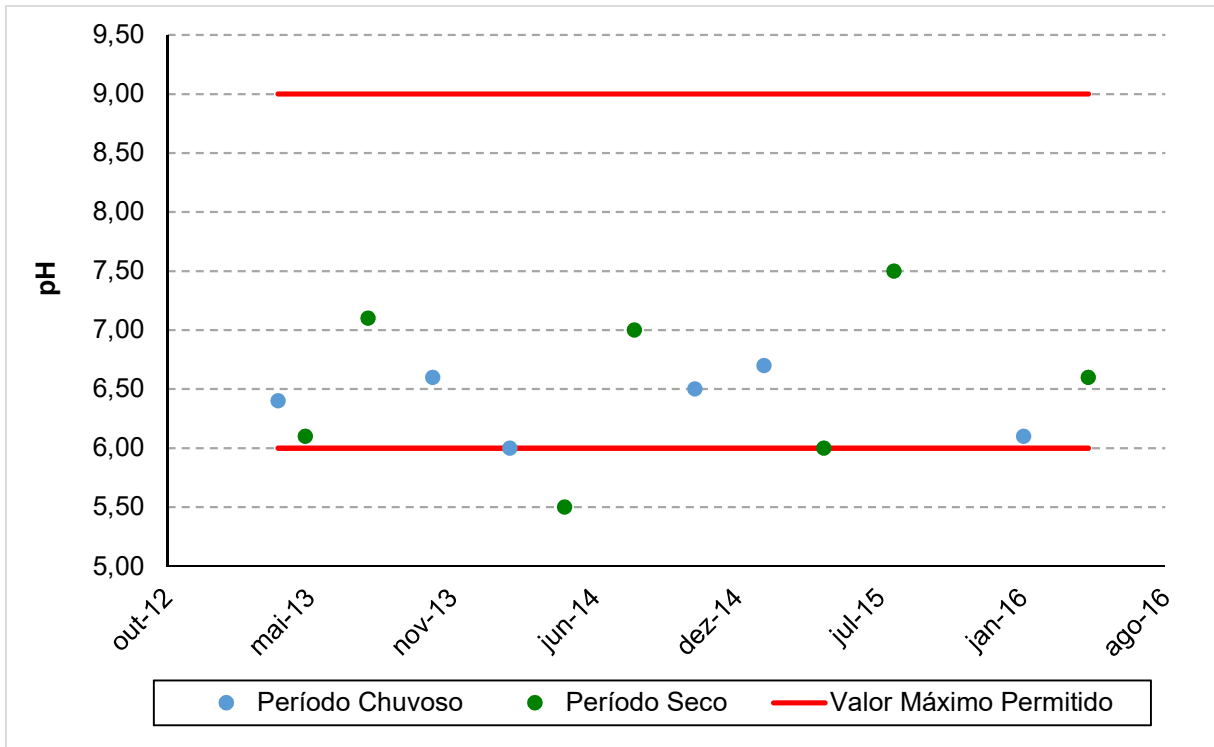


Figura 19. Gráfico da evolução do pH no ponto JE-002

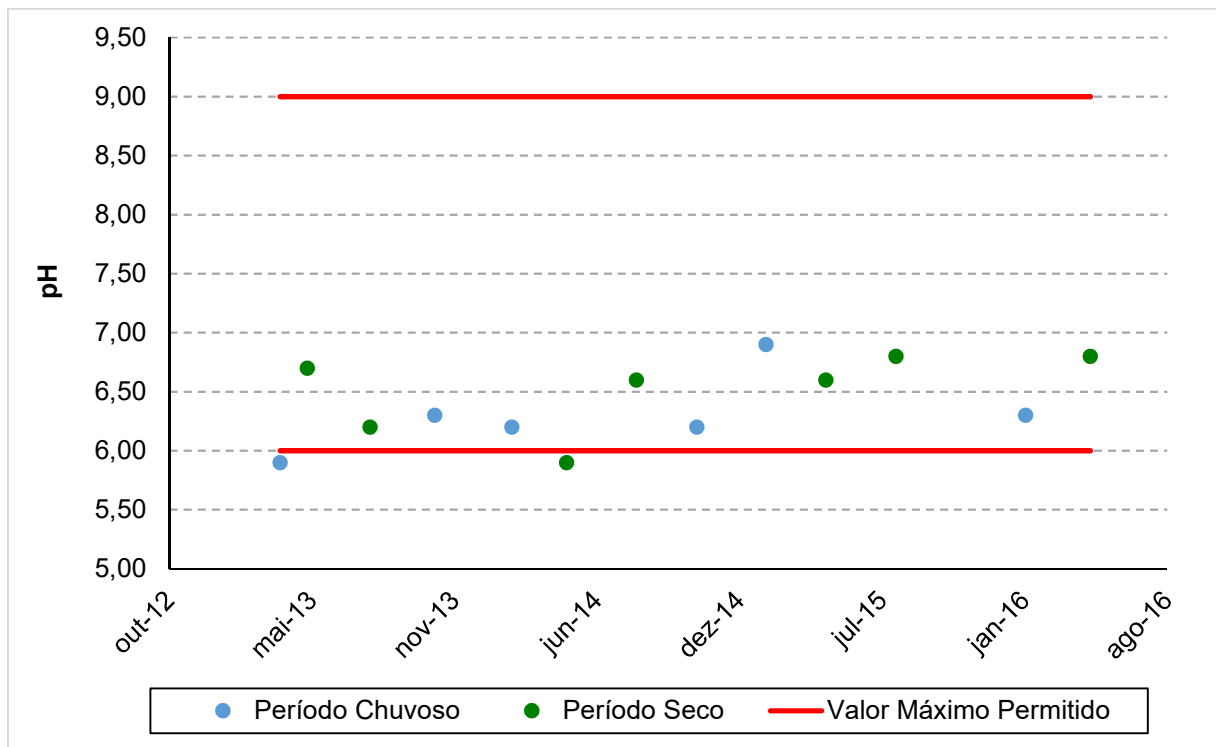


Figura 20. Gráfico da evolução do pH no ponto JE-004

De acordo com a CONAMA 357 de 2005, o valor de pH para águas doces de Classe 2 deve estar dentro do intervalo de 6 a 9. O ponto JE-002 apresentou pH abaixo do limite em abril de 2014 (5,50), e o ponto JE-004 apresentou valor abaixo do limite em março de 2013 e abril de 2014, com o valor de 5,90.

Os dois pontos apresentaram valores abaixo de 6 em alguma campanha, sendo que esses valores se encontravam próximos ao limite estabelecido pela CONAMA, e se restabeleceram nas campanhas seguintes. É importante analisar o mês de abril de 2014, já que ambos os pontos apresentaram pH abaixo do limite para este mês.

5.1.8 Alcalinidade

A Figura 21 e Figura 22 apresentam os valores de alcalinidade dos pontos JE-002 e JE-004.

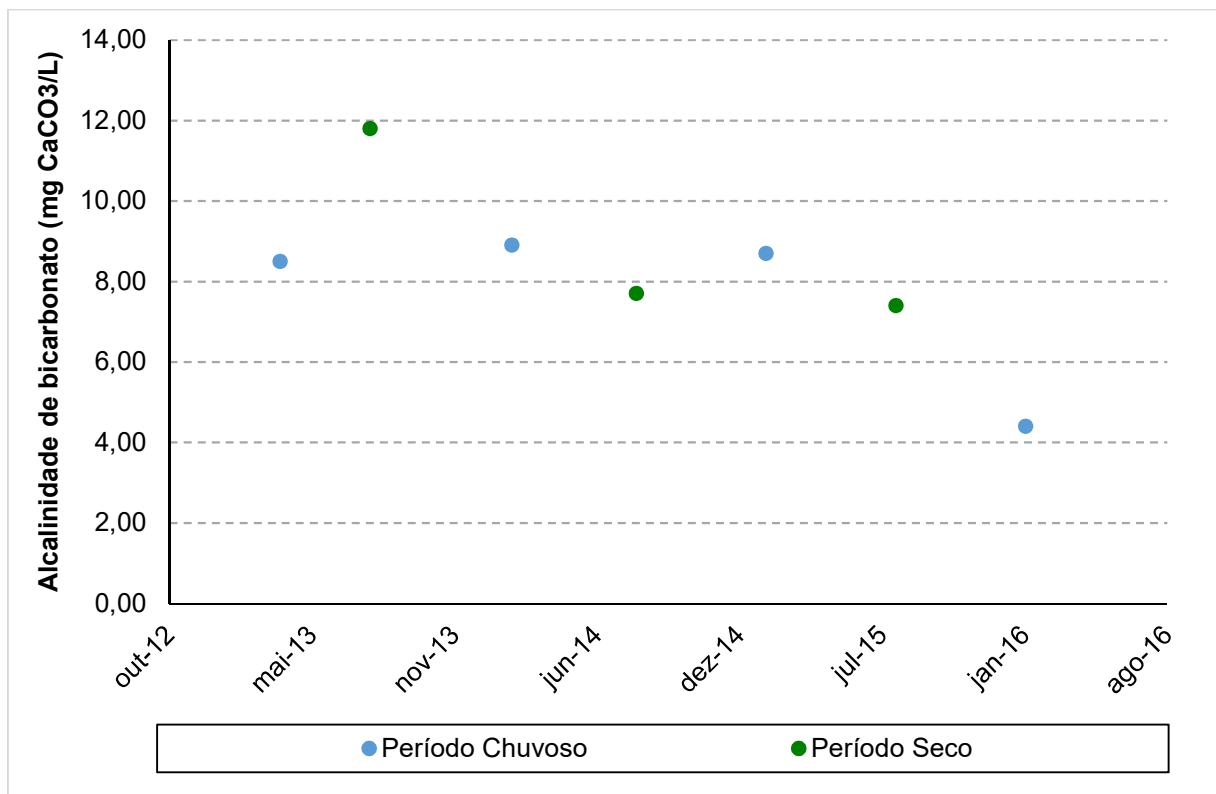


Figura 21. Gráfico da evolução da alcalinidade no ponto JE-002

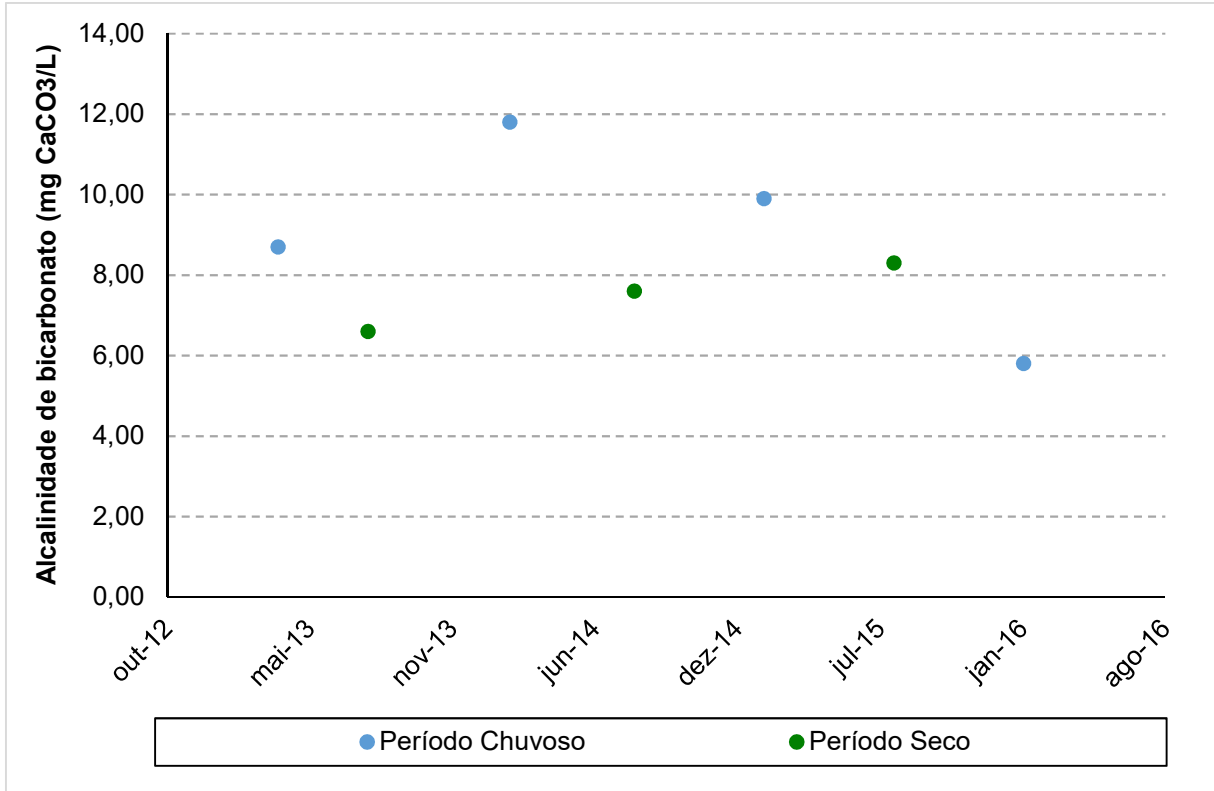


Figura 22. Gráfico da evolução da alcalinidade no ponto JE-004

A alcalinidade é resultante da concentração de bicarbonatos, carbonatos ou hidróxidos. Para amostras com pH até 9,4, a alcalinidade total é referente a alcalinidade de bicarbonato, desta forma, só foi apresentado o gráfico de alcalinidade de bicarbonato, que apresenta os mesmos valores de alcalinidade total.

Os pontos JE-002 e JE-004 apresentaram um decréscimo nos valores de alcalinidade nas últimas campanhas, resultando na diminuição da concentração de bicarbonato na água.

5.1.9 Oxigênio Dissolvido

As concentrações de oxigênio dissolvido nos pontos JE-002 e JE-004 estão ilustradas nas Figuras 23 e 24.

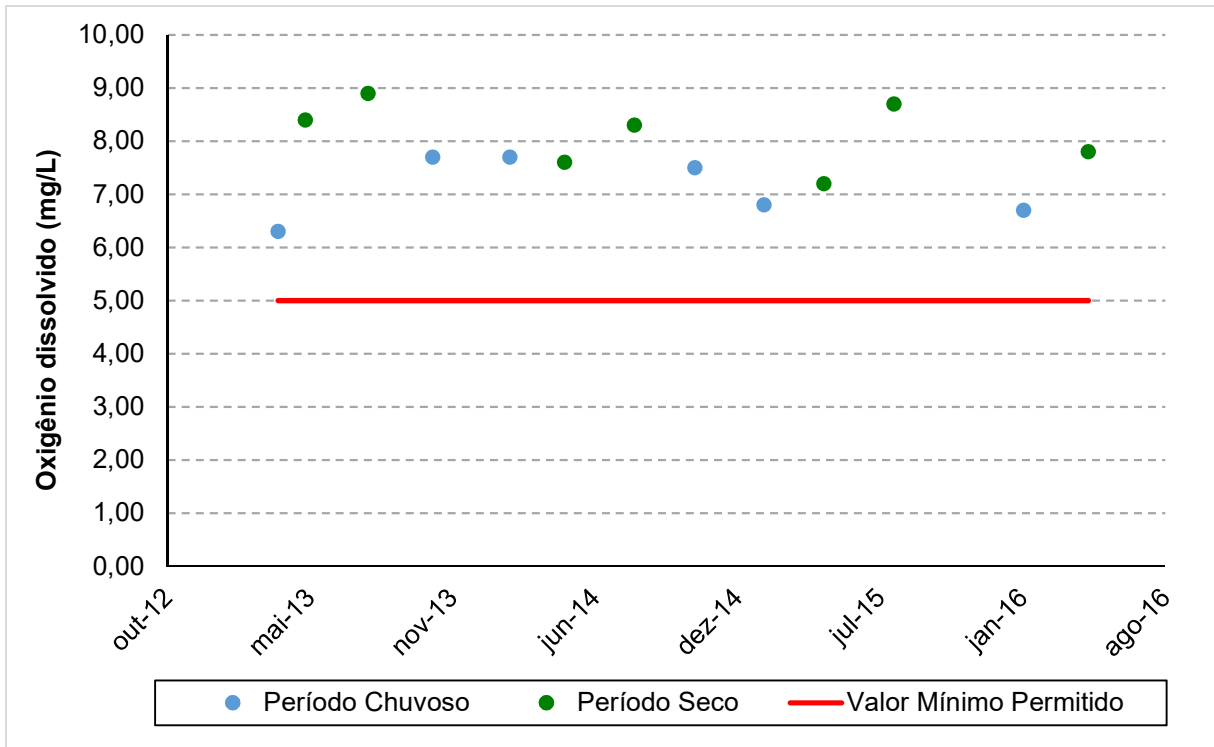


Figura 23. Gráfico da evolução da concentração de Oxigênio dissolvido no ponto JE-002

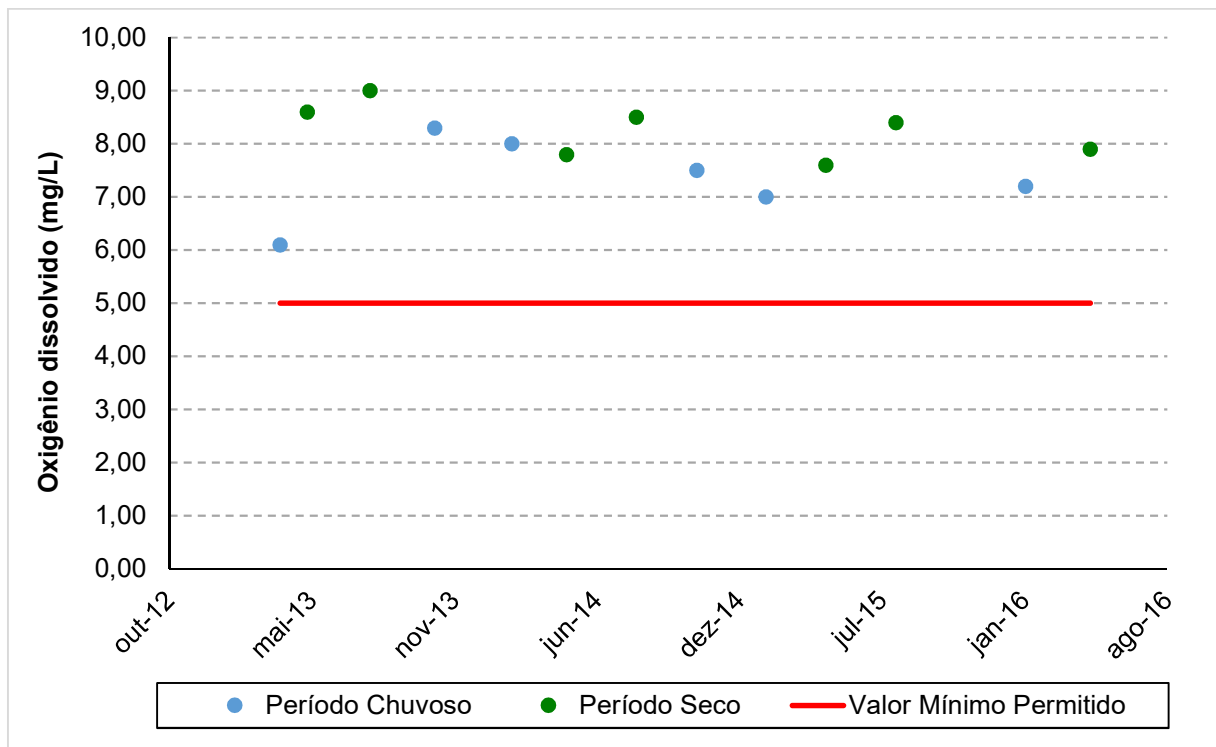


Figura 24. Gráfico da evolução da concentração de Oxigênio dissolvido no ponto JE-004

A concentração de oxigênio dissolvido apresenta limite mínimo de 5,00 mg/L. Os pontos JE-002 e JE-004 apresentaram valores acima deste limite em todas as campanhas de monitoramento, sendo que o menor valor foi registrado em março de 2013 para os dois pontos.

5.1.10 Bases Nitrogenadas

A análise das bases nitrogenadas será dividida em nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato.

5.1.10.1 *Nitrogênio Orgânico:*

A Figura 25 e Figura 26 mostram a evolução da concentração de nitrogênio orgânico nos pontos JE-002 e JE-004.

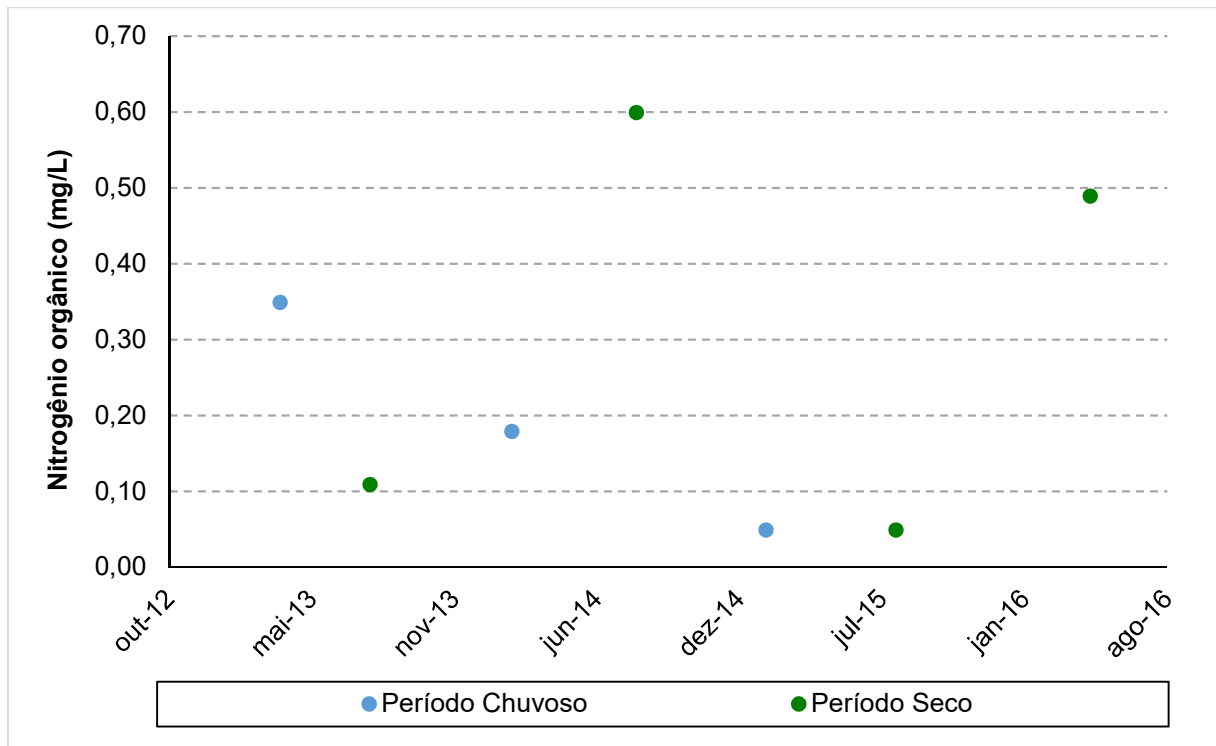


Figura 25. Gráfico da evolução da concentração de Nitrogênio Orgânico total no ponto JE-002

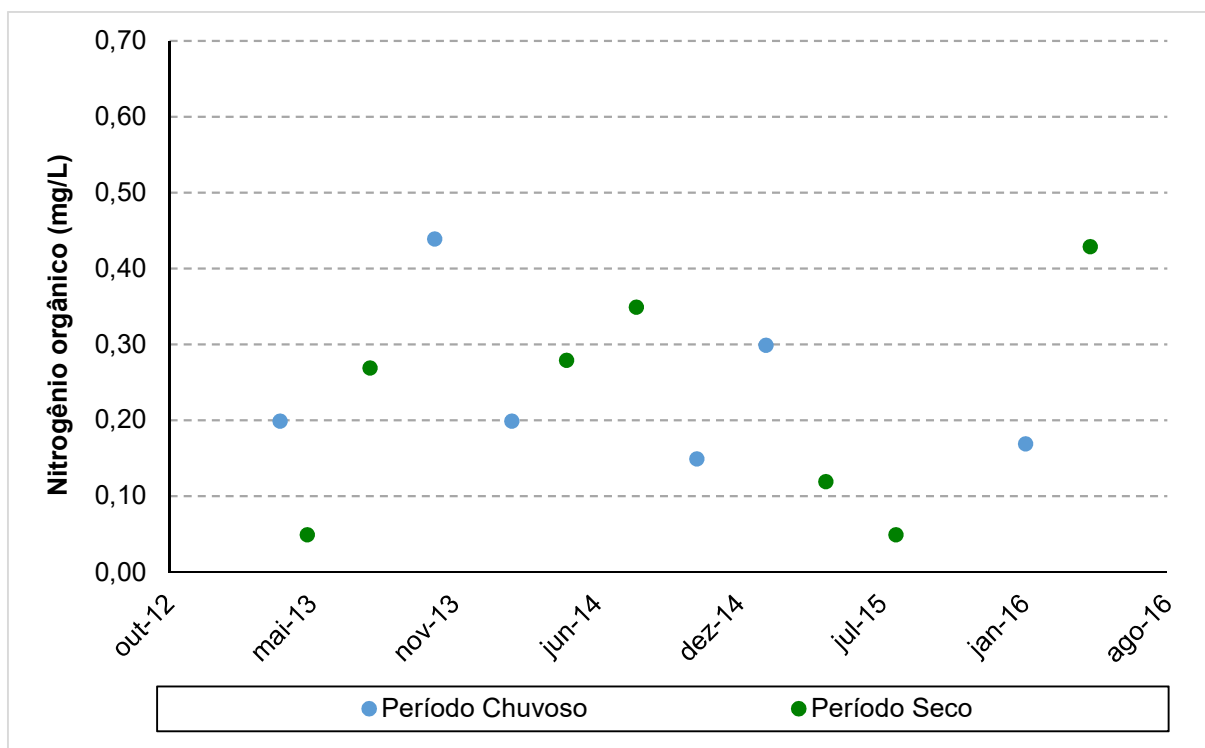


Figura 26. Gráfico da evolução da concentração de Nitrogênio Orgânico total no ponto JE-004

A concentração de nitrogênio orgânico representa a quantidade de nitrogênio advinda de biomassa de organismos. Esta concentração variou de 0,05 a 0,6 no ponto JE-002, e de 0,05 a 0,44 no ponto JE-004. É possível observar uma tendência de crescimento na concentração de nitrogênio orgânico, a partir agosto de 2015 até a última campanha em análise, para os dois pontos.

5.1.10.2 Nitrogênio Amoniacal

Os valores de turbidez ao longo dos anos de 2013 a 2016 para os pontos JE-002 e JE-004 são apresentados na Figura 27 e Figura 28.

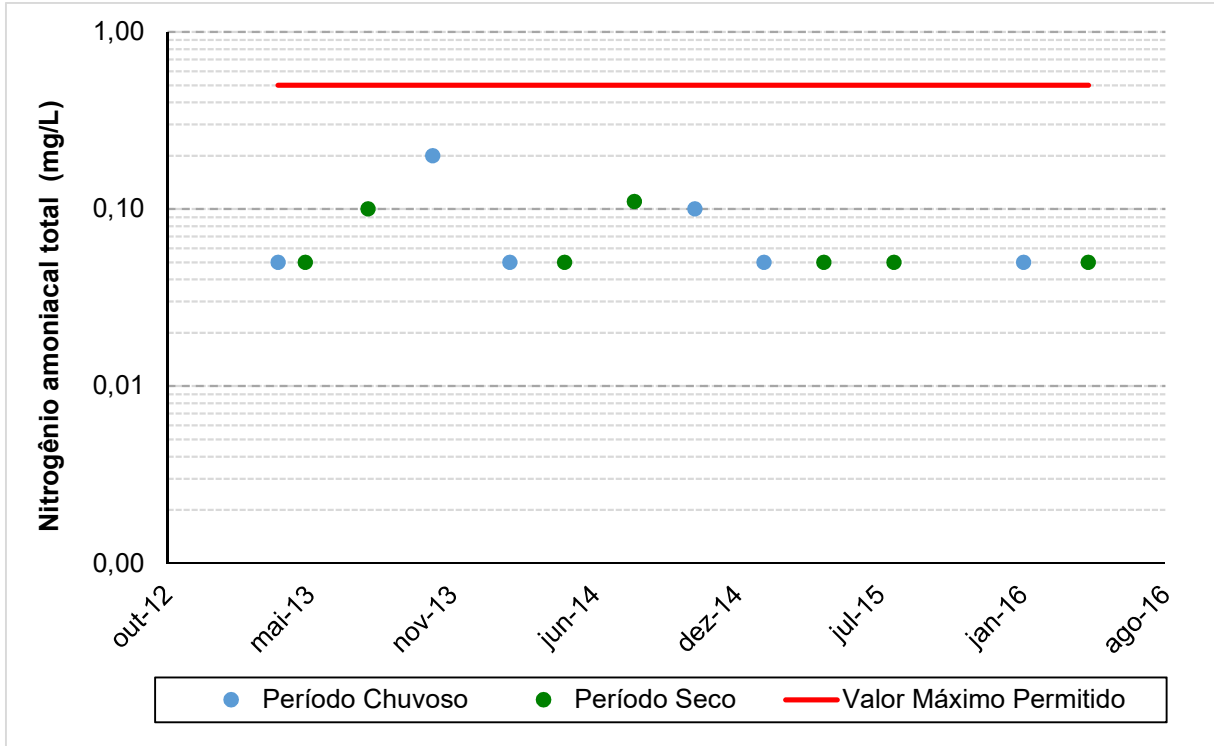


Figura 27. Gráfico da evolução da concentração de Nitrogênio Amoniacal total no ponto JE-002

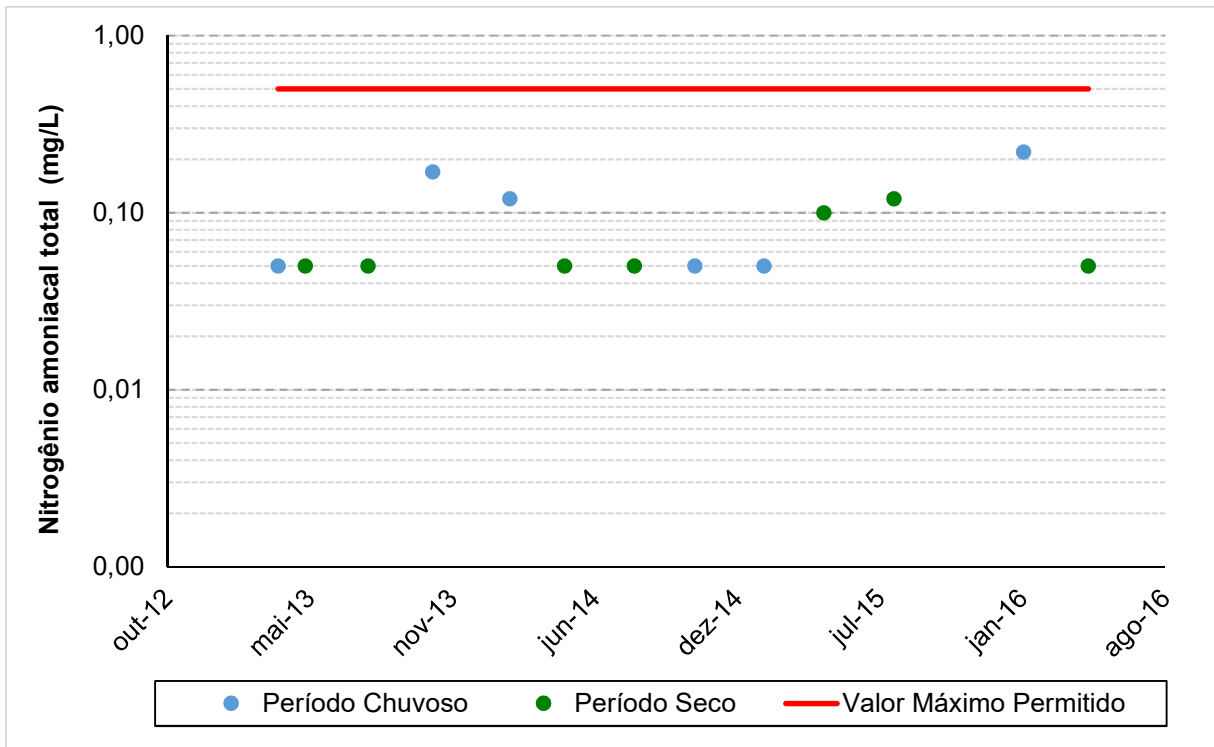


Figura 28. Gráfico da evolução da concentração de Nitrogênio Amoniacal total no ponto JE-004

A concentração de nitrogênio amoniacal é limitada em 0,5 mg/L pelo CONAMA 357 de 2005, para águas doces de Classe 2. Nos pontos analisados, a concentração de nitrogênio amoniacal não ultrapassou o limite estabelecido em nenhuma campanha realizada no período de 2013 a 2016, sendo que cerca de 70% das campanhas do ponto JE-002 e 62% das análises do JE-004 apresentaram concentração de abaixo do limite de quantificação que é de 0,1 mg/L, indicando poluição recente para as datas que tiveram valores acima do limite de quantificação.

5.1.10.3 Nitrito

As concentrações de Nitrito nos pontos JE-002 e JE-004 são representadas graficamente na Figura 29 e Figura 30, respectivamente.

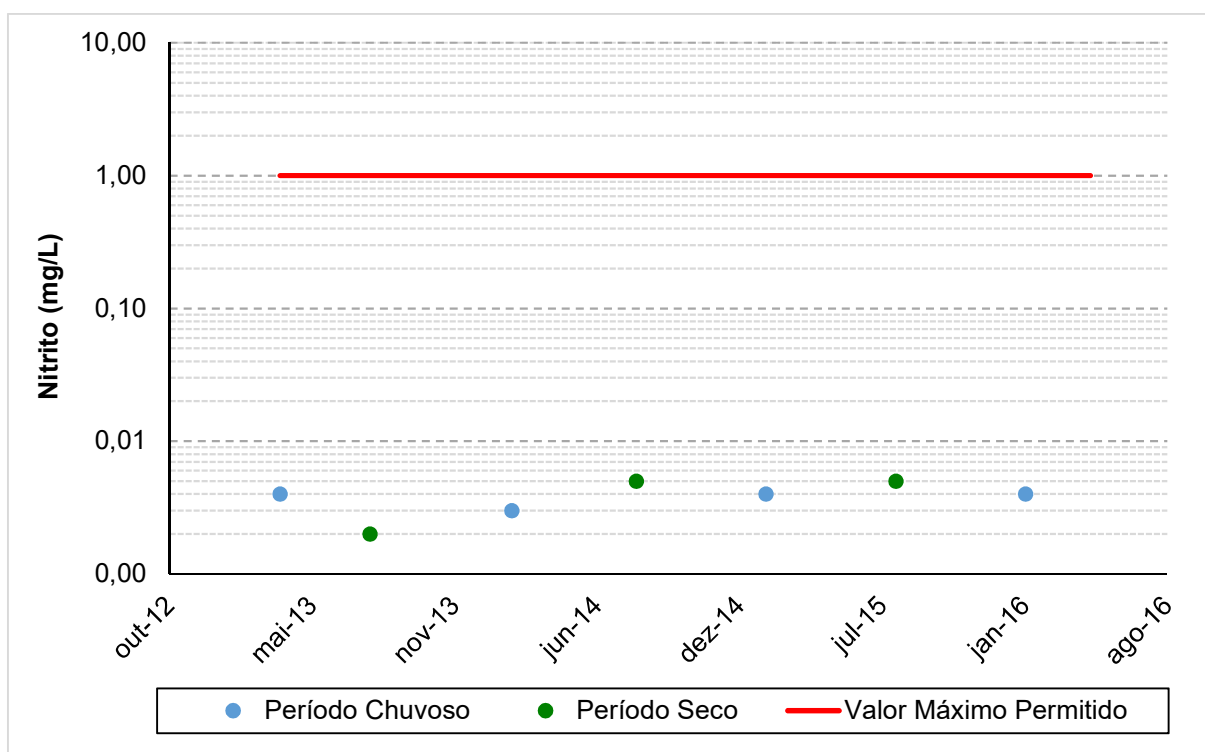


Figura 29. Gráfico da evolução da concentração de Nitrito no ponto JE-002

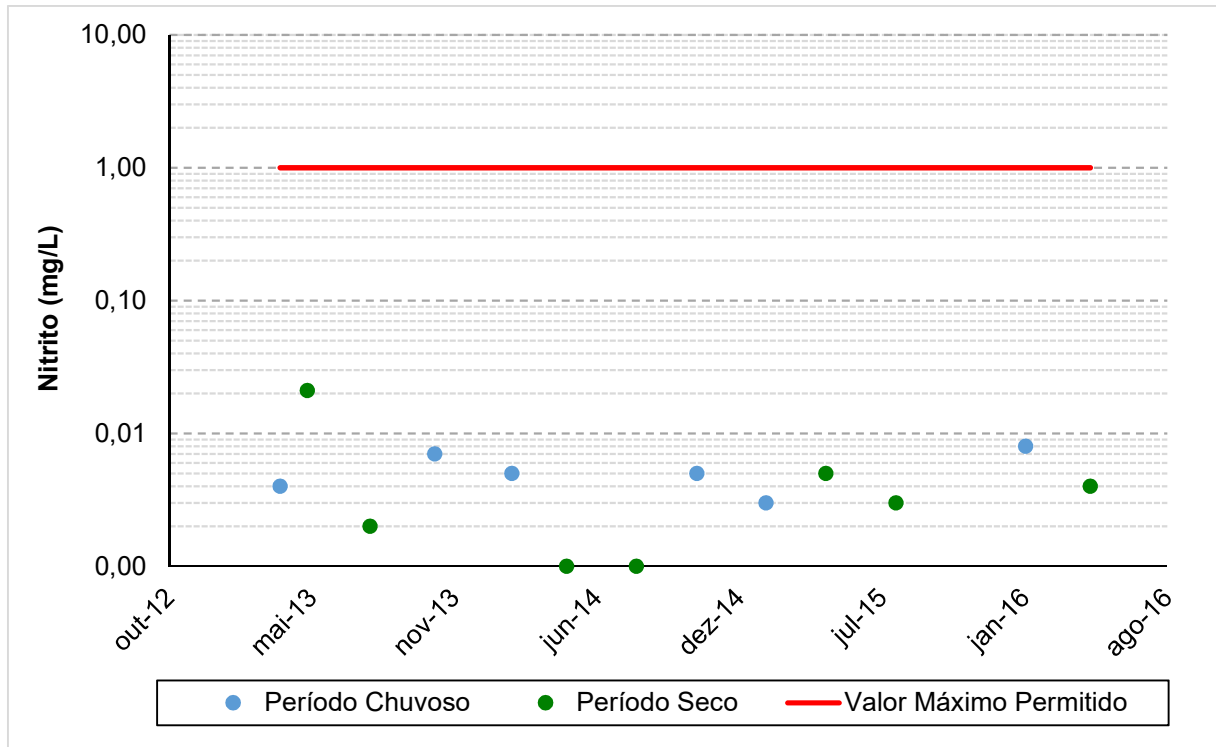


Figura 30. Gráfico da evolução da concentração de Nitrito no ponto JE-004

O nitrito é uma forma instável do nitrogênio, representando assim, quando em altas concentrações, uma contaminação recente e próxima ao ponto de análise. O limite do CONAMA para o nitrito é de 1,00 mg/L. Os pontos JE-002 e JE-004 apresentam concentrações abaixo de 0,01 e 0,02, respectivamente, não ultrapassando o limite estabelecido em nenhuma campanha.

5.1.10.4 *Nitrato*

A Figura 31 e Figura 32 apresentam a evolução da concentração de nitrato nos pontos JE-002 e JE-004, respectivamente.

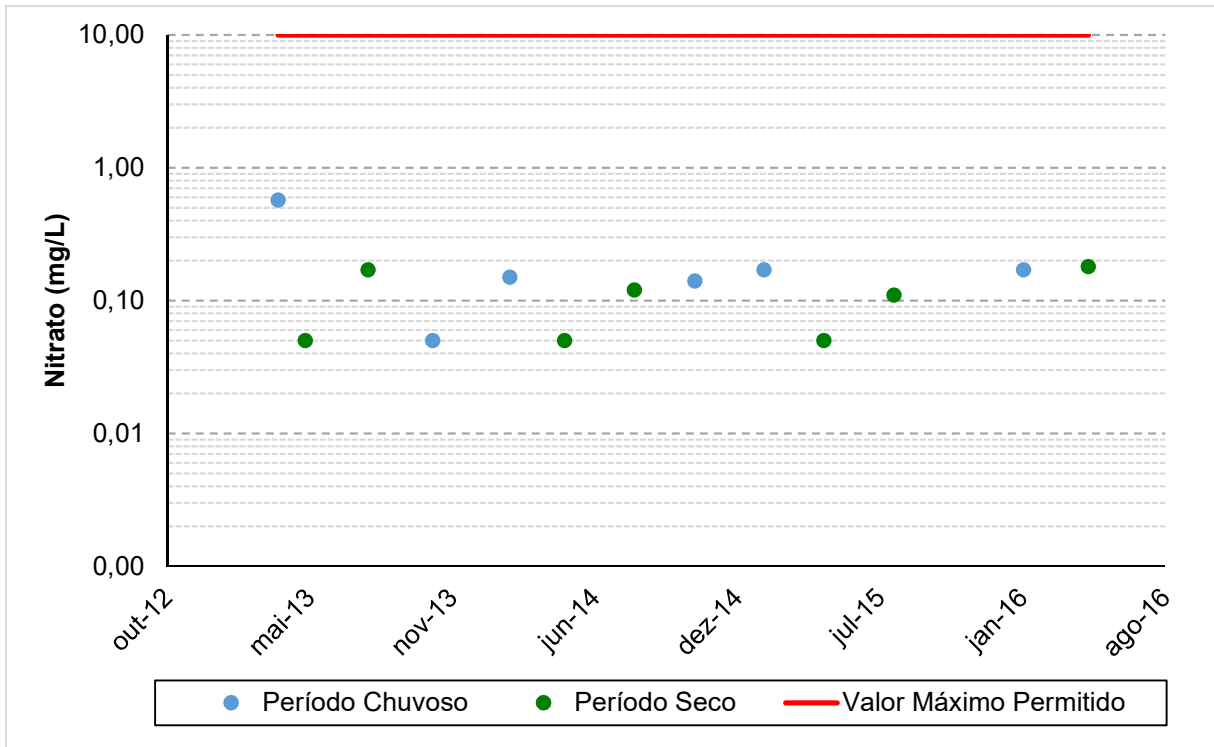


Figura 31. Gráfico da evolução da concentração de Nitrato no ponto JE-002

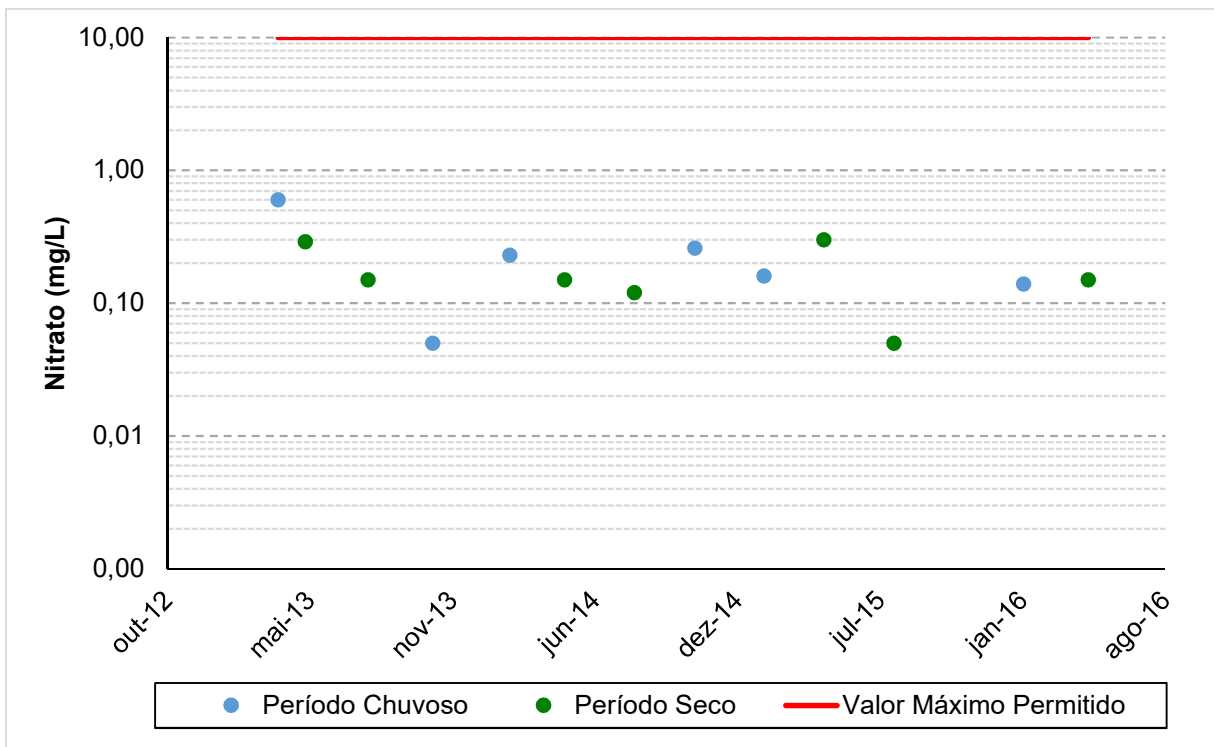


Figura 32. Gráfico da evolução da concentração de Nitrato no ponto JE-004

A concentração alta de nitrato pode caracterizar uma contaminação remota no ponto de análise, desta forma, a concentração de nitrato é limitada em 10,00 mg/L para águas doces de Classe 2. Os pontos JE-002 e JE-004 apresentaram concentrações abaixo de 0,60 mg/L em todas as campanhas, com valor mais alto em março de 2013 de 0,57 mg/L para o JE-002 e 0,60 mg/L para o JE-004.

5.1.11 Matéria Orgânica

5.1.11.1 *Demanda Bioquímica de Oxigênio*

Os valores de DBO para os pontos JE-002 e JE-004 são representadas graficamente pela Figura 33 e Figura 34, respectivamente.

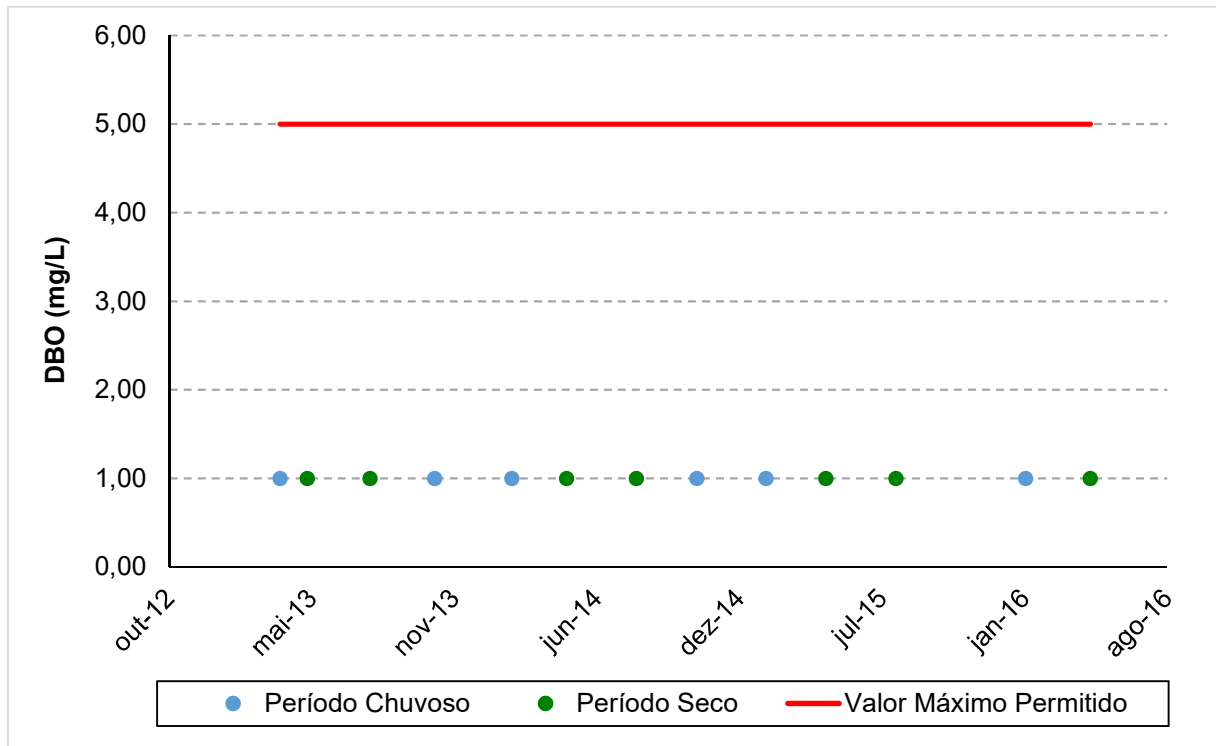


Figura 33. Gráfico da evolução de DBO no ponto JE-002

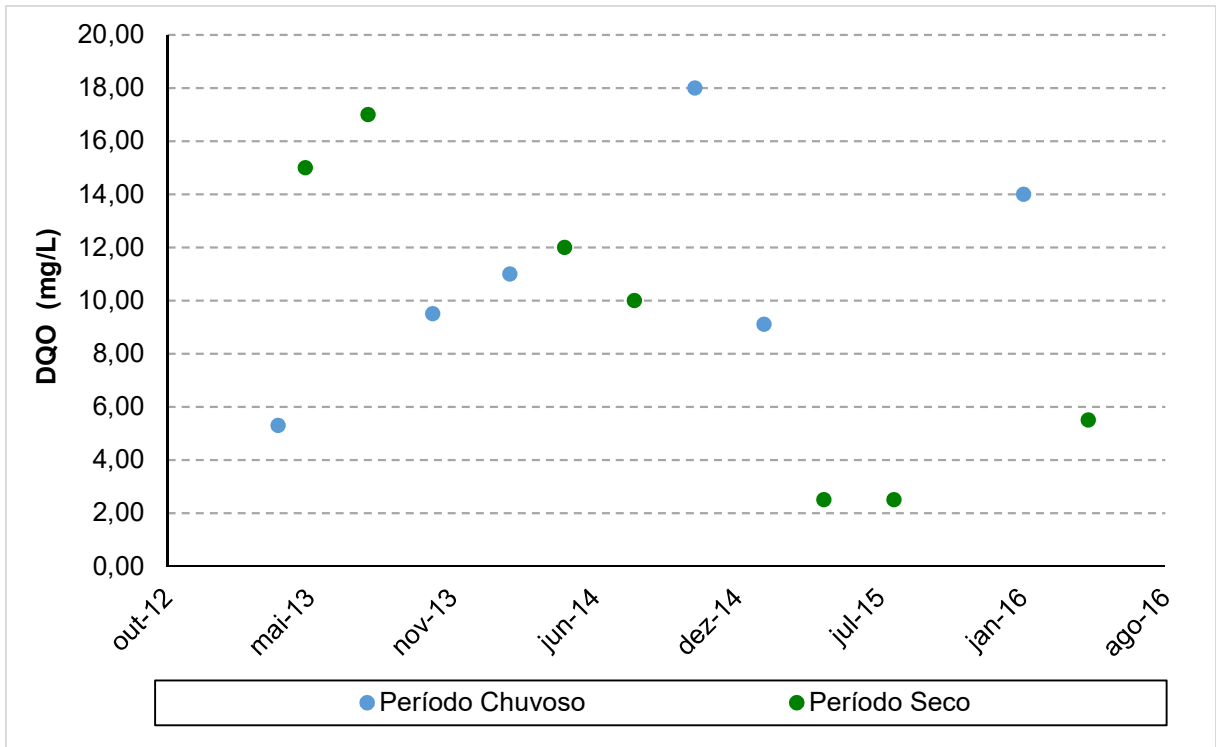


Figura 35. Gráfico da evolução de DQO no ponto JE-002

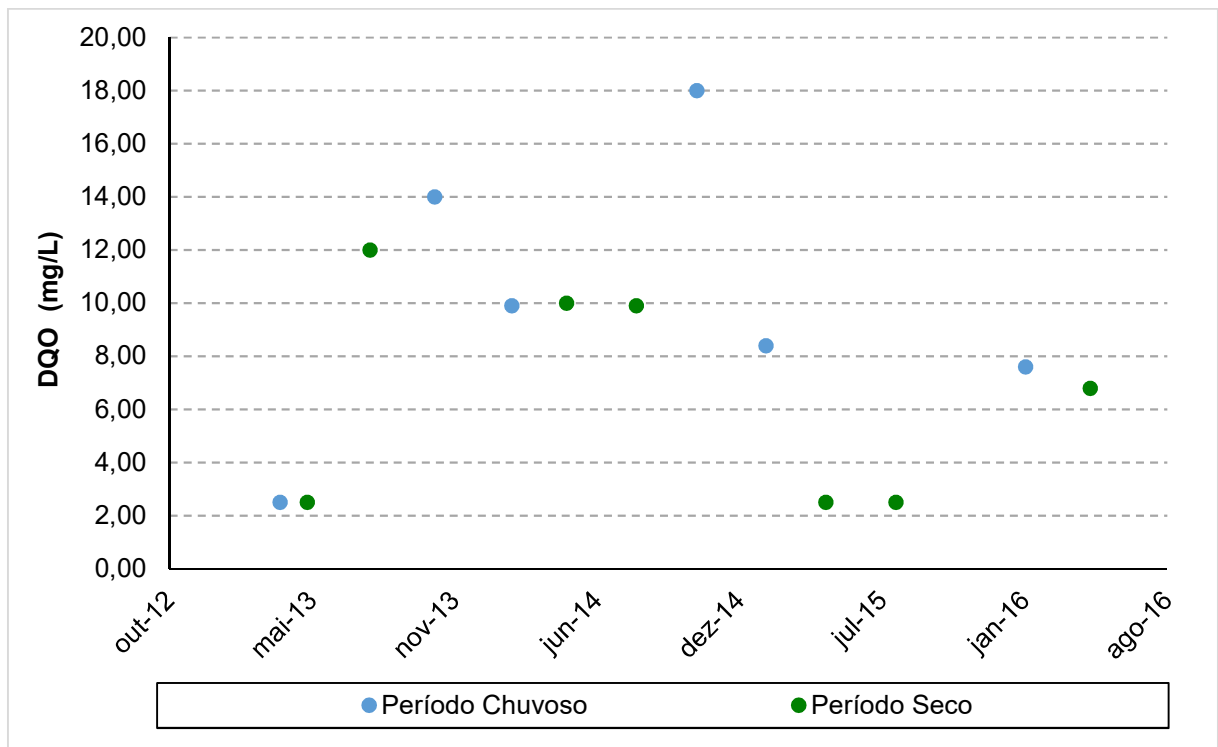


Figura 36. Gráfico da evolução da concentração de DQO no ponto JE-004

Os valores de demanda química de oxigênio nos pontos JE-0002 e JE-004 apresentam variações de 2,50 mg/L a 18,00 mg/L, sendo que o JE-002 apresenta média de 10,11 mg/L e o JE-004 de 8,20 mg/L, mostrando que os valores de DQO no ponto JE-004 são menores, quando comparados com os resultados do ponto JE-002.

5.1.12 Fósforo

Os gráficos de evolução das concentrações de fósforo nos pontos JE-002 e JE-004 são apresentados na Figura 37 e Figura 38, respectivamente.

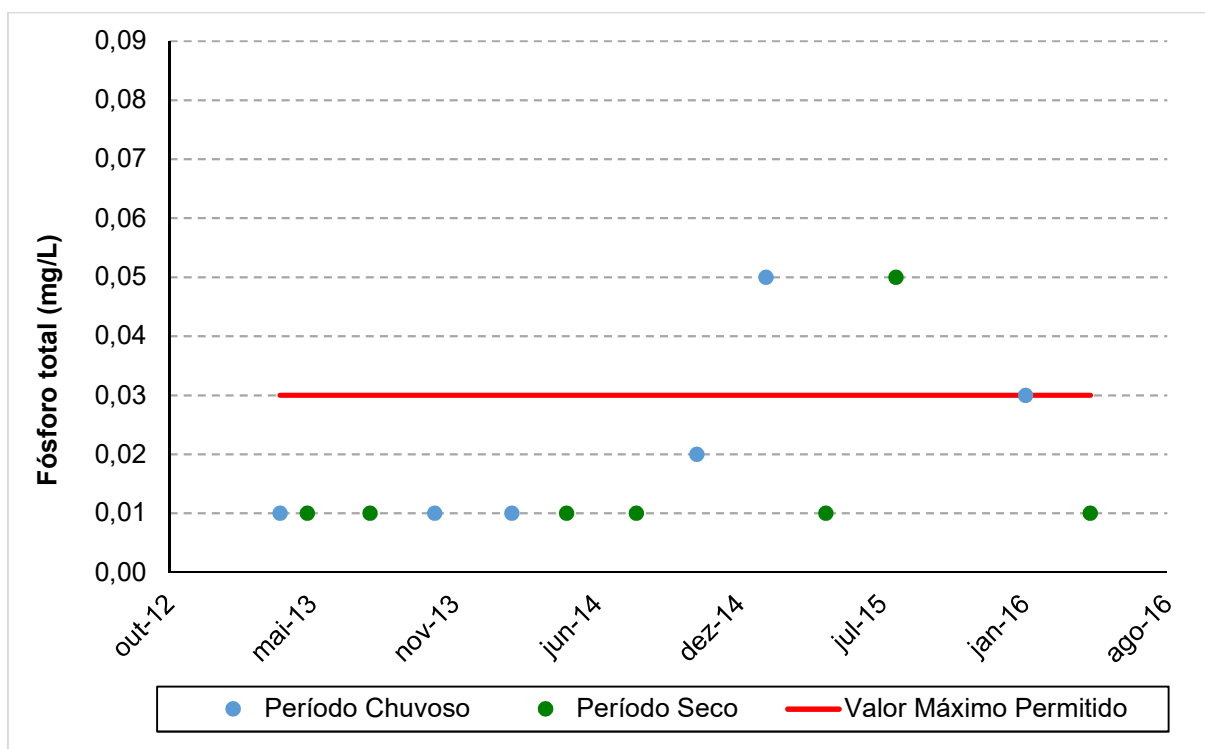


Figura 37. Gráfico da evolução da concentração de Fósforo total no ponto JE-002

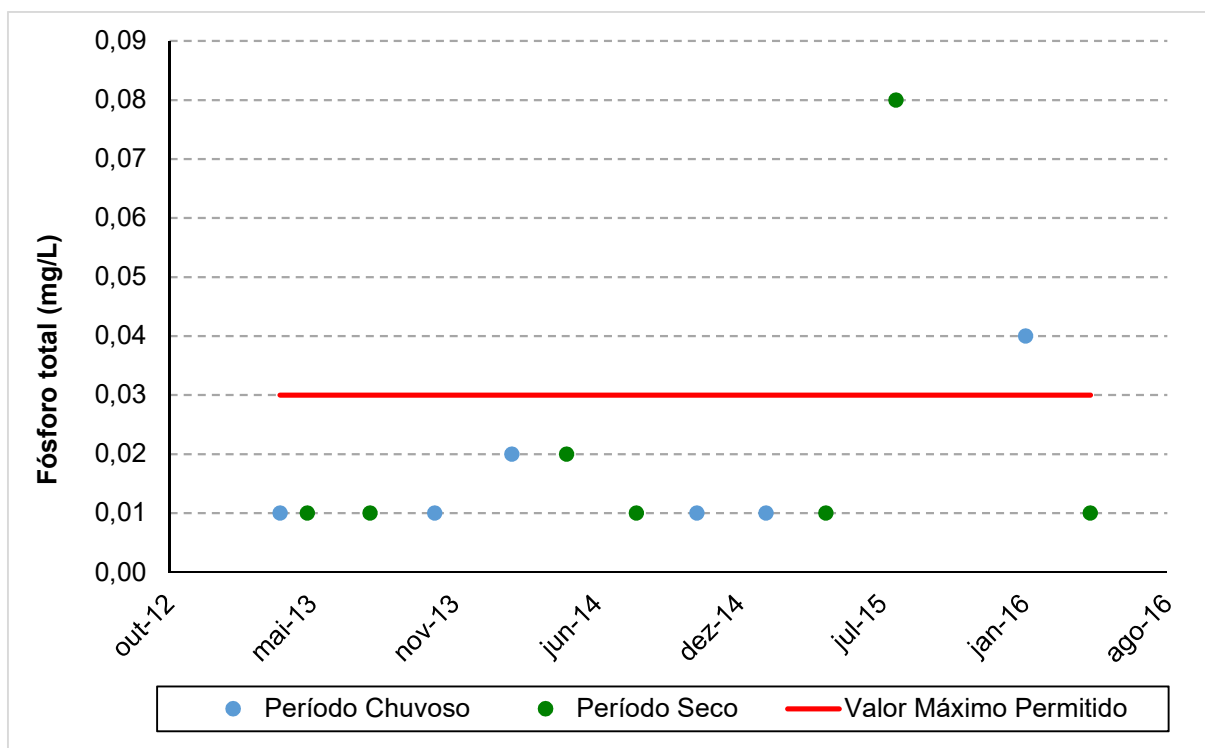


Figura 38. Gráfico da evolução da concentração de Fósforo total no ponto JE-004

De acordo com a Resolução n° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, as águas doces de Classe 2 apresentam limite de concentração de 0,03 mg/L de fósforo. Os pontos JE-002 e JE-004 ultrapassaram este limite em duas campanhas de amostragem.

O ponto JE-002 apresentou concentração de 0,05 mg/L em fevereiro e agosto de 2015, ultrapassando o limite estabelecido pelo CONAMA, sendo que em 70% das amostras, as análises registraram valores abaixo do limite de quantificação.

Já o ponto JE-004 apresentou aumento no valor de concentração de fósforo a partir de fevereiro de 2015, chegando ao valor de 0,08 mg/L em agosto de 2015 e em seguida, os valores de concentração decresceram.

O aumento na concentração de fósforo para ambos os pontos ocorreu no período de agosto de 2015 a fevereiro de 2016, sendo que o restante das amostras apresentou valores menores que o limite de quantificação, evidenciando contaminação por fósforo neste período.

5.1.13 Ferro

A Figura 39 e Figura 40 apresentam graficamente as concentrações de ferro dissolvido para os pontos JE-002 e JE-004, respectivamente.

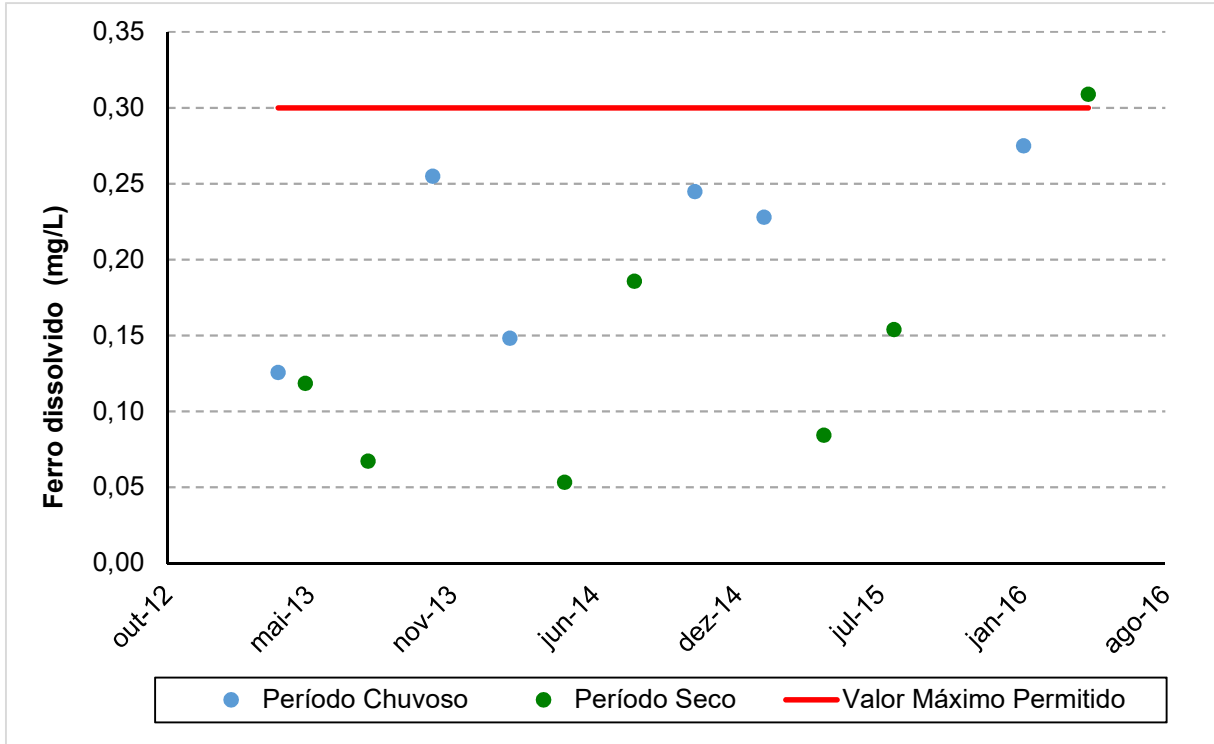


Figura 39. Gráfico da evolução da concentração de Ferro dissolvido no ponto JE-002

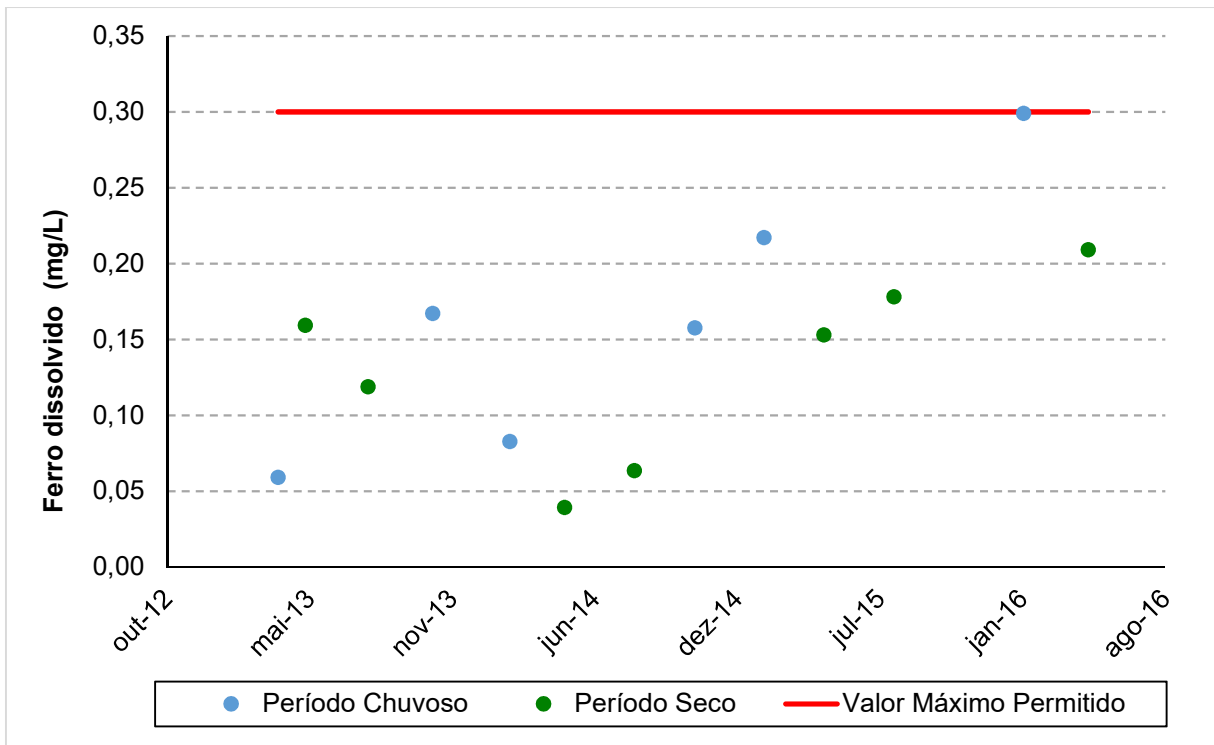


Figura 40. Gráfico da evolução da concentração de Ferro dissolvido no ponto JE-004

A concentração de ferro dissolvido em águas doces de Classe 2, devem respeitar o limite de 0,30 mg/L pela Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA.

Os valores de ferro dissolvido variaram de 0,05 mg/L a 0,31 mg/L no ponto JE-002, ultrapassando o limite do CONAMA em 0,01 mg/L no mês de maio de 2016, não sendo possível determinar que exista alguma contaminação, já que se trata da última campanha de análise. Desta forma, é necessária a realização de novas análises para se concluir se existe ou não contaminação.

O ponto JE-004 apresentou variação de 0,04 mg/L a 0,30 mg/L, não ultrapassando o limite estabelecido pela CONAMA 357 em nenhuma campanha.

5.1.14 Manganês

A Figura 41 e Figura 42 apresentam respectivamente, as concentrações de manganês total dos pontos JE-002 e JE-004.

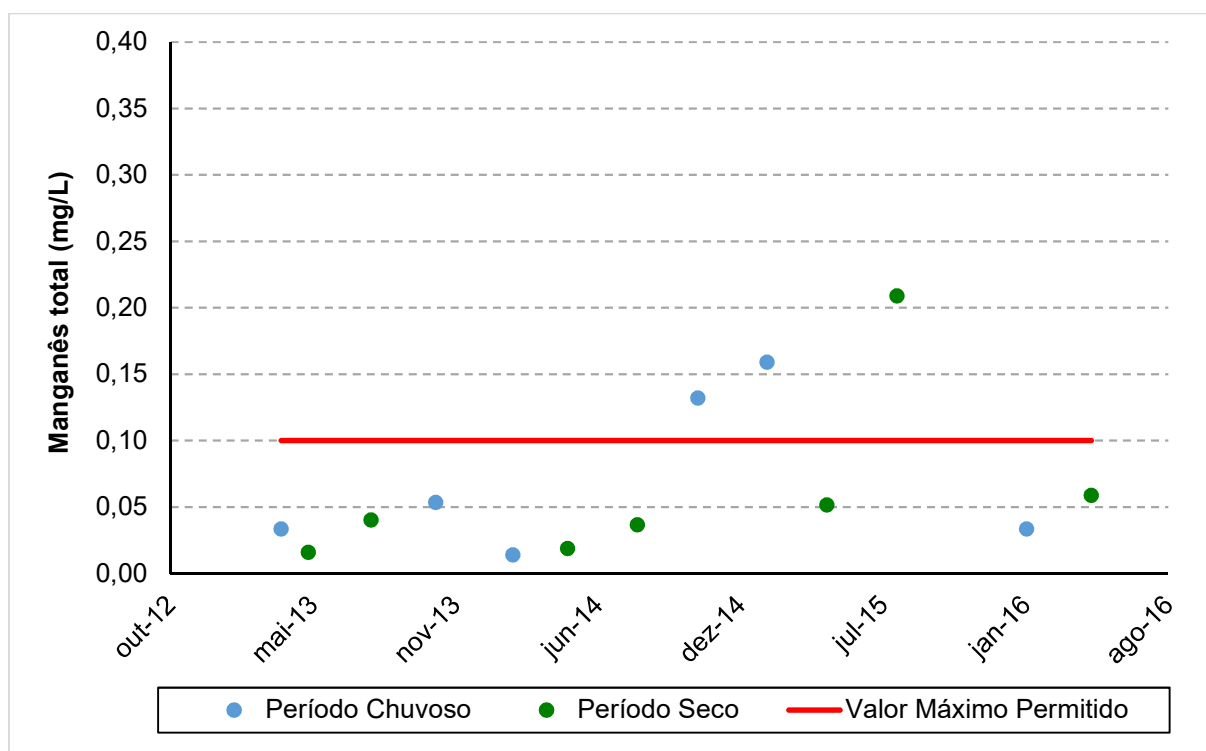


Figura 41. Gráfico da evolução da concentração de Manganês total no ponto JE-002

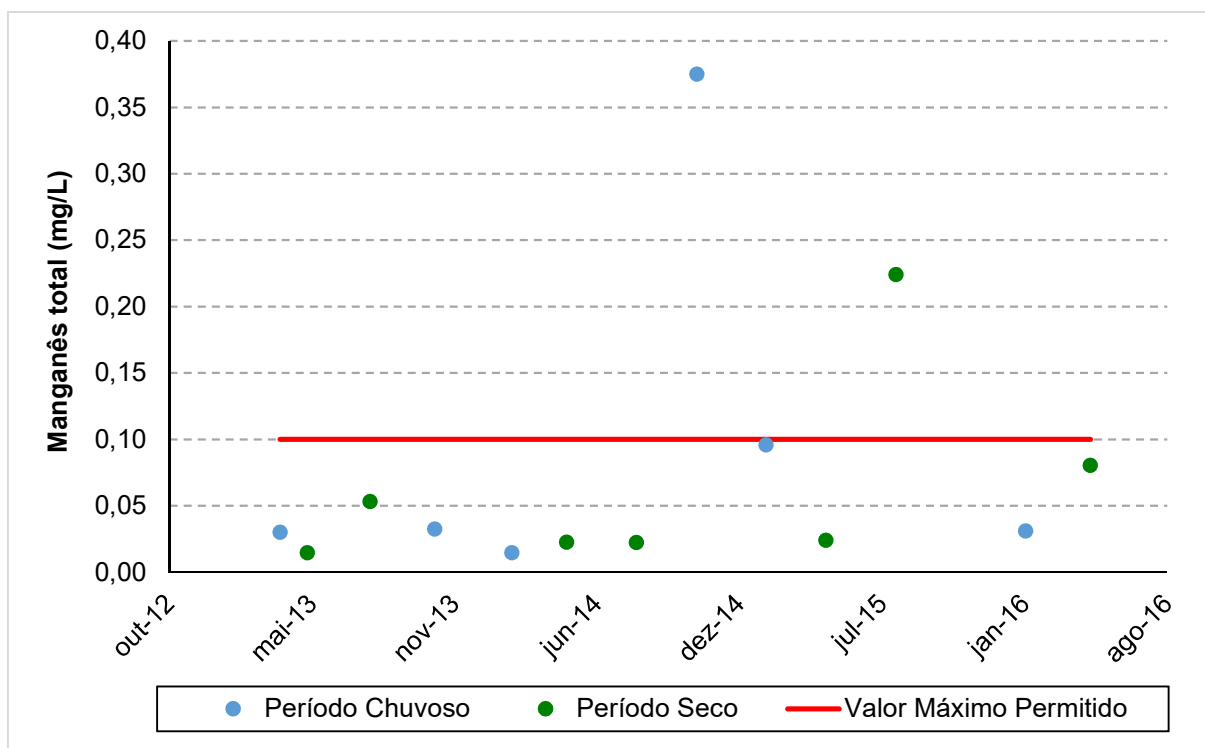


Figura 42. Gráfico da evolução da concentração de Manganês total no ponto JE-004

O valor máximo permitido de manganês total para águas doces de Classe 2 é de 0,10 mg/L. O ponto JE-002 apresentou concentrações superiores à máxima permitida em outubro de 2014, fevereiro e agosto de 2015, com valores de 0,13 mg/L, 0,16 mg/L e 0,21 mg/L, respectivamente, sendo que nas demais campanhas, a concentração não ultrapassou 0,06 mg/L. As concentrações de manganês do ponto JE-004 apresentaram valores menores que 0,1 mg/L em todas as campanhas com exceção dos meses de outubro de 2014 e agosto de 2015, com valores de 0,38 mg/L e 0,22 mg/L.

5.1.15 Dureza

Os gráficos de evolução dos valores de dureza nos pontos JE-002 e JE-004 são apresentados na Figura 43 e Figura 44, respectivamente.

Para a interpretação dos dados de dureza, será considerada apenas a dureza total, já que esta é o somatório das durezas de cálcio e magnésio. Não sendo apresentados os gráficos de dureza de cálcio e dureza de magnésio.

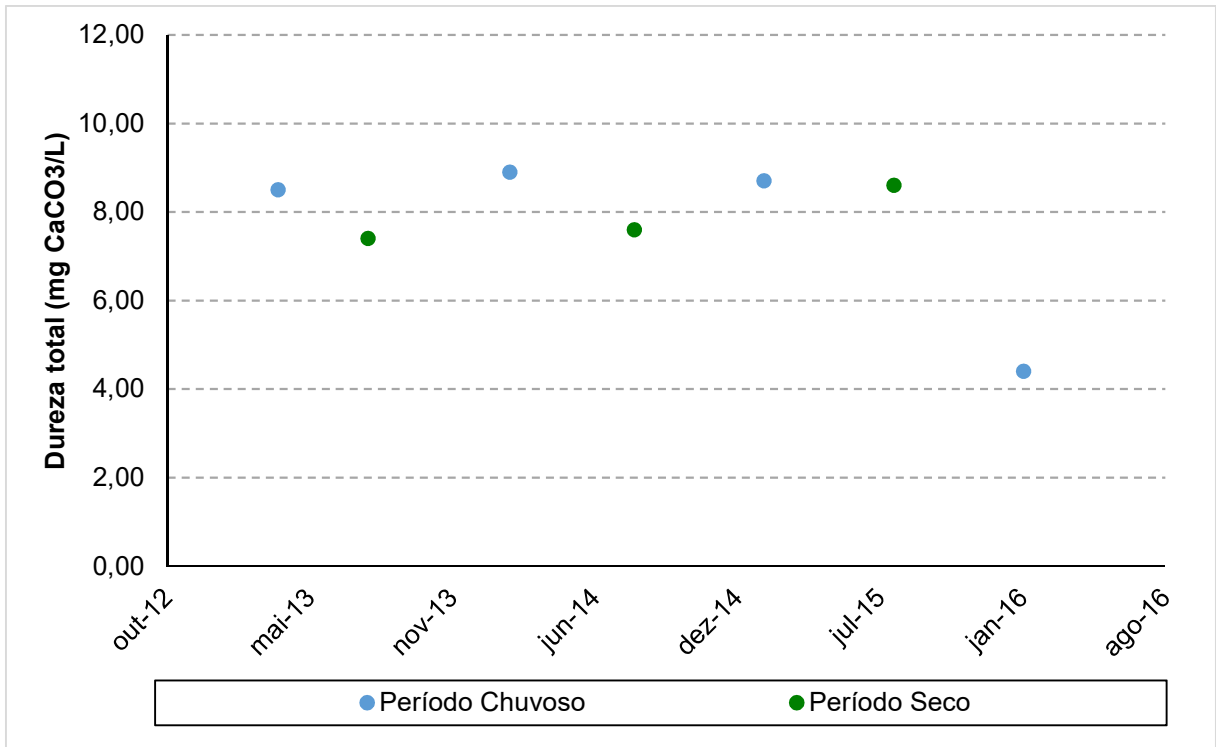


Figura 43. Gráfico da evolução da Dureza total no ponto JE-002

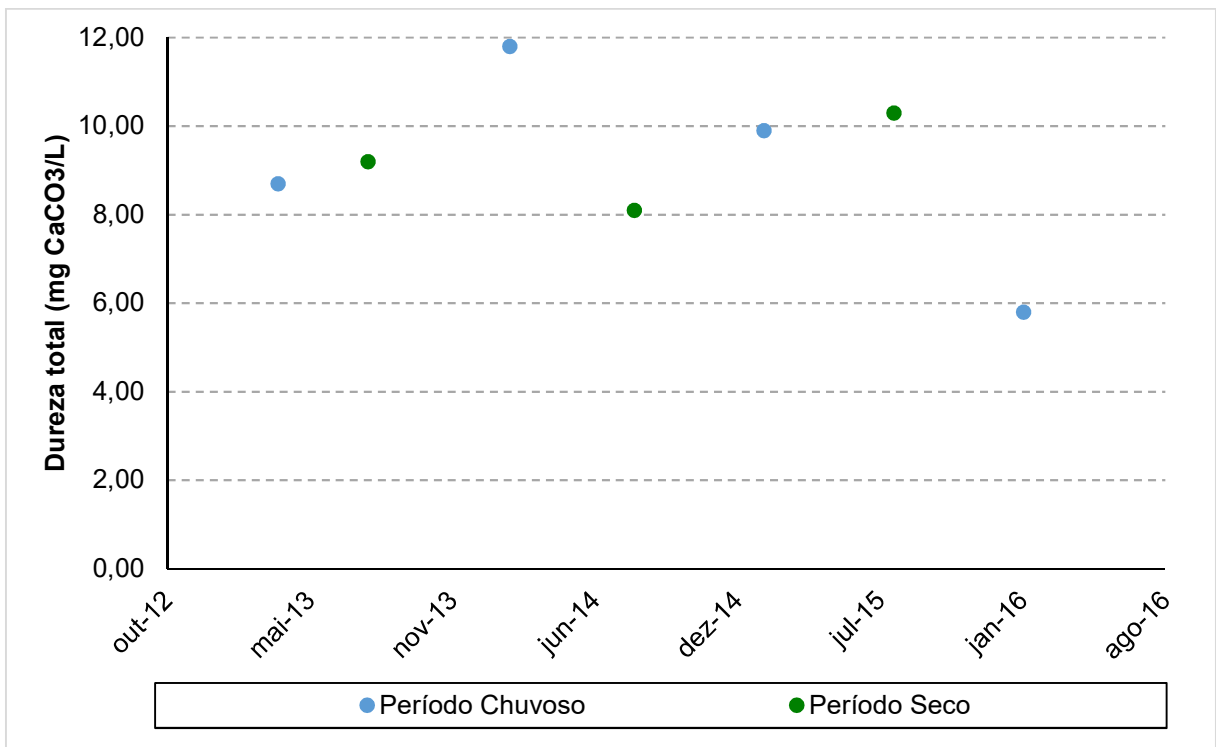


Figura 44. Gráfico da evolução da Dureza total no ponto JE-004

Os valores de dureza total no ponto JE-002 se apresentaram dentro do limite de 7,00 mg/L a 9,00 mg/L até agosto de 2015, onde é possível verificar um comportamento de decréscimo. O ponto JE-004 apresenta comportamento semelhante ao ponto JE-002, com queda no valor de dureza a partir de abril de 2015.

De forma geral os valores de dureza para os pontos JE-002 e JE-004 apresentaram variação de 4,40 mg/L a 11,80 mg/L.

5.1.16 Alumínio

A evolução das concentrações de alumínio dissolvido nos pontos JE-002 e JE-004 são apresentadas nos gráficos das Figuras 45 e 46.

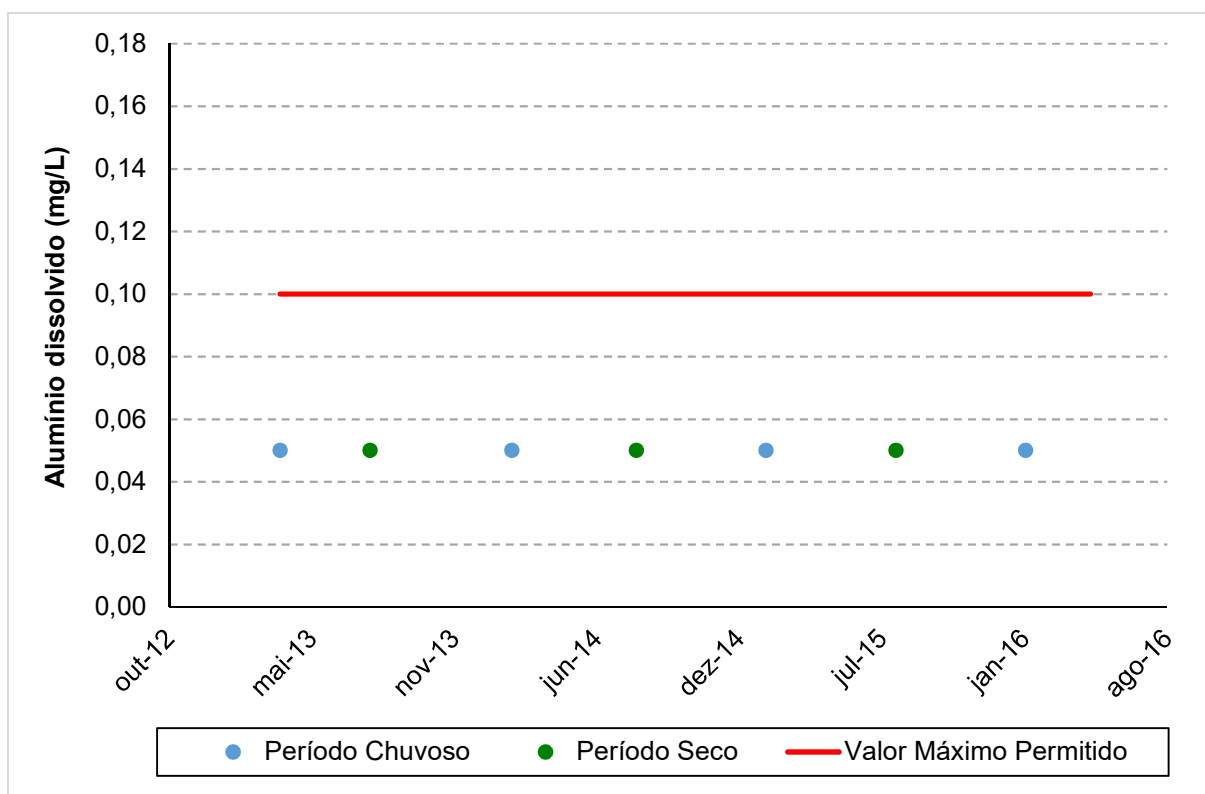


Figura 45. Gráfico da evolução da concentração de Alumínio dissolvido no ponto JE-002

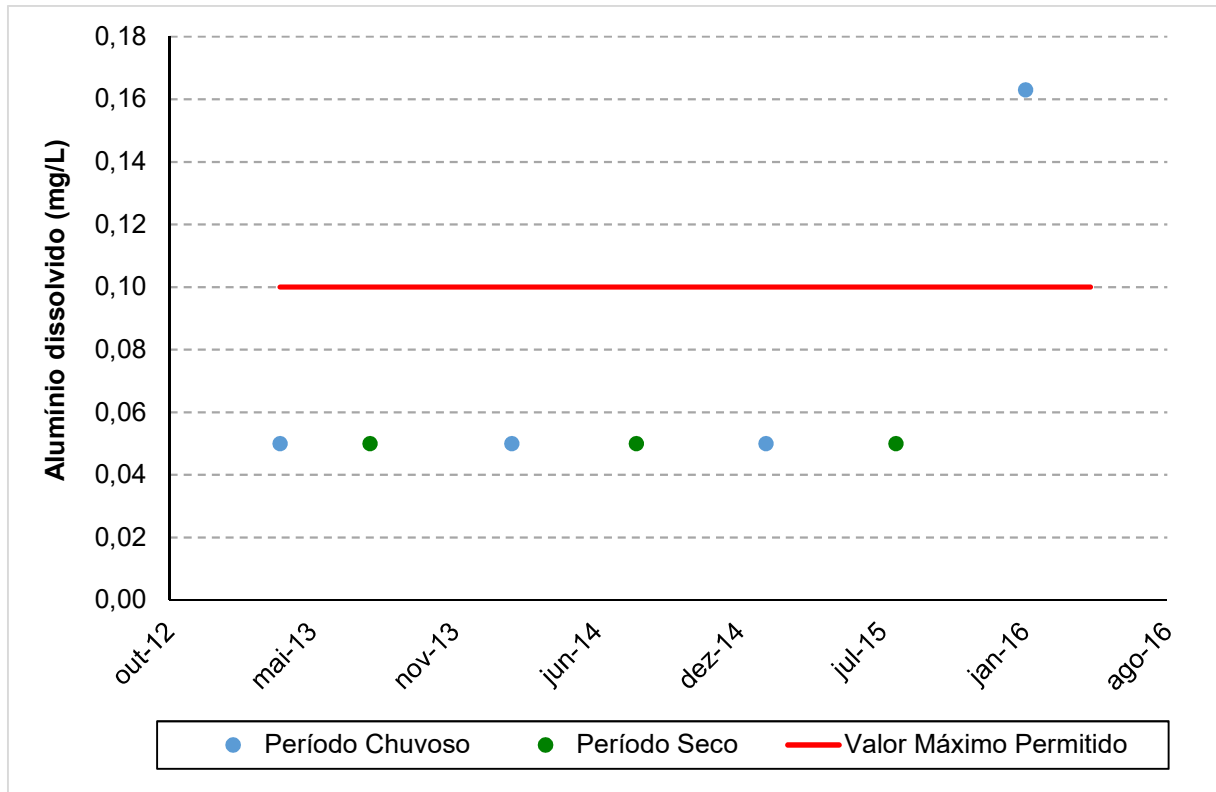


Figura 46. Gráfico da evolução da concentração de Alumínio dissolvido no ponto JE-004

O alumínio dissolvido apresenta limite de concentração de 0,10 mg/L para águas doces, com enquadramento de Classe 2. O ponto JE-002 apresentou valor de concentração abaixo do limite e quantificação de 0,10 mg/L em todas as campanhas. O ponto JE-004 apresentou o mesmo resultado para todas as campanhas, com exceção da última, em fevereiro de 2016, que a concentração encontrada foi de 0,16 mg/L, ultrapassando o limite do CONAMA 357.

5.1.17 Sulfeto

Os gráficos de evolução dos valores de dureza nos pontos JE-002 e JE-004 são apresentados na Figura 47 e Figura 48, respectivamente.

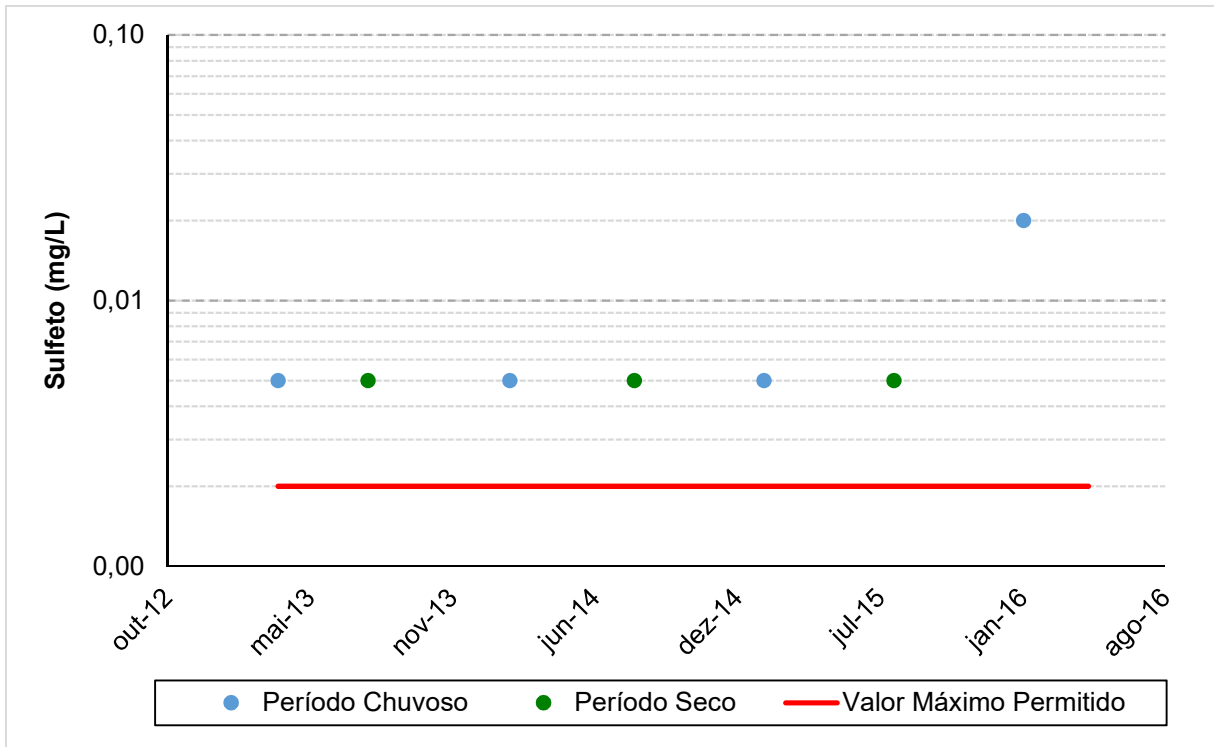


Figura 47. Gráfico da evolução da concentração de Sulfeto no ponto JE-002

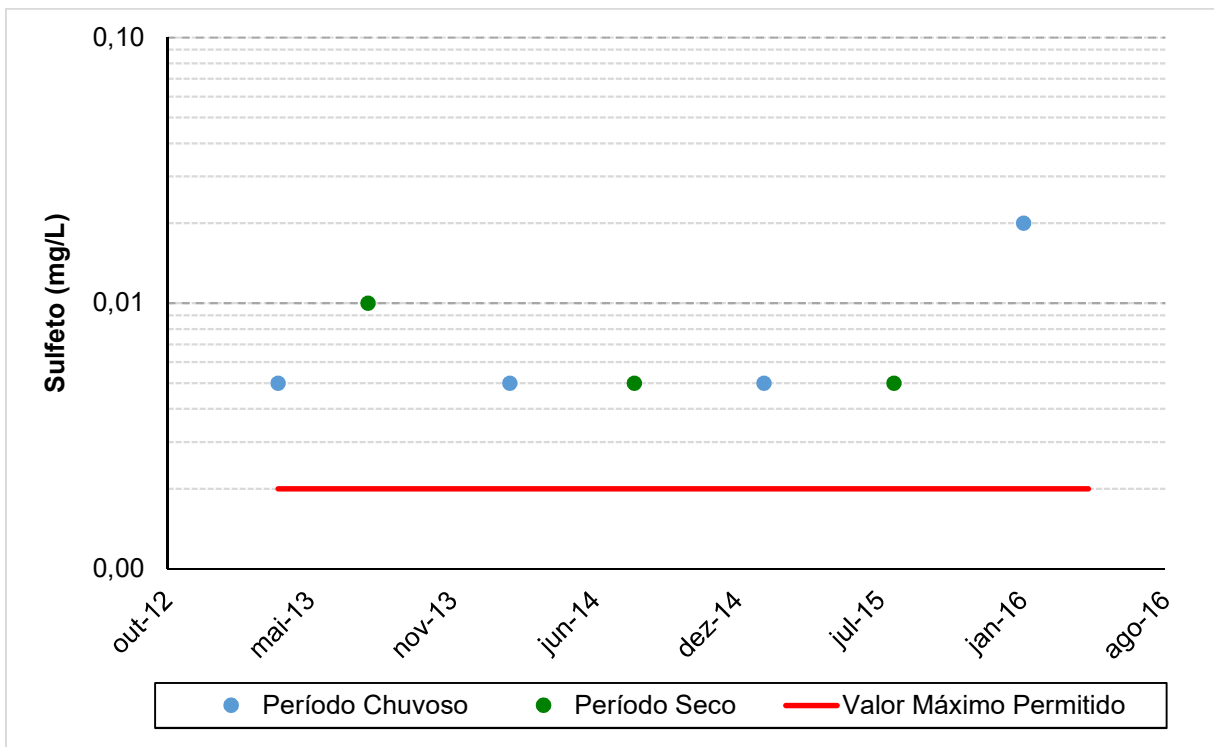


Figura 48. Gráfico da evolução da concentração de Sulfeto no ponto JE-004

O sulfeto apresenta valores menores que o limite de quantificação, que é de 0,01 mg/L, valor maior que o limite máximo estabelecido pela CONAMA 357, que é de 0,002 mg/L. Desta forma, não é possível determinar se o parâmetro ultrapassou o limite ou não, com exceção da concentração do ponto JE-002, no mês de fevereiro de 2016 (0,02 mg/L), e do ponto JE-004, no mês de julho de 2013 (0,01 mg/L), e em fevereiro de 2016 (0,02 mg/L), em que ambos os pontos apresentaram valores acima do limite de quantificação e do valor máximo permitido pelo CONAMA 357.

5.1.18 Cloreto

A Figura 49 e Figura 50 ilustram a evolução das concentrações de cloreto nos pontos JE-002 e JE-004, respectivamente.

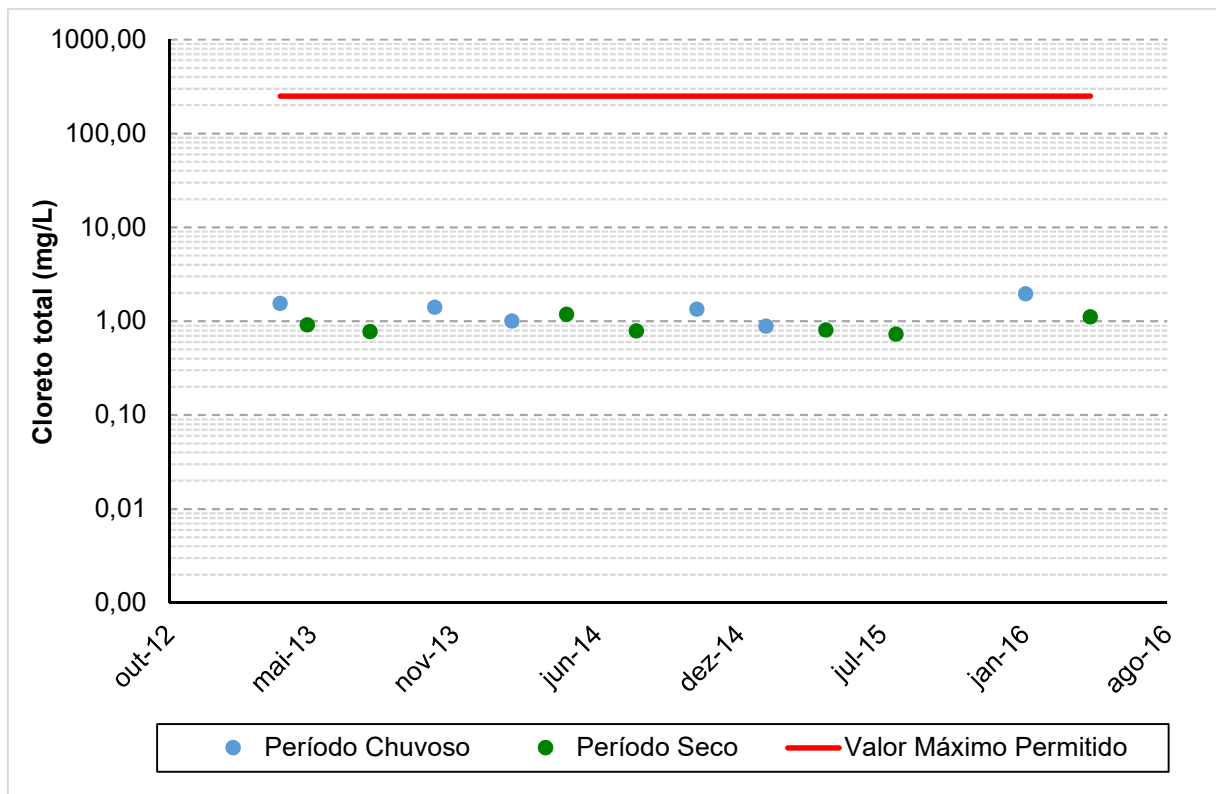


Figura 49. Gráfico da evolução da concentração de Cloreto total no ponto JE-002

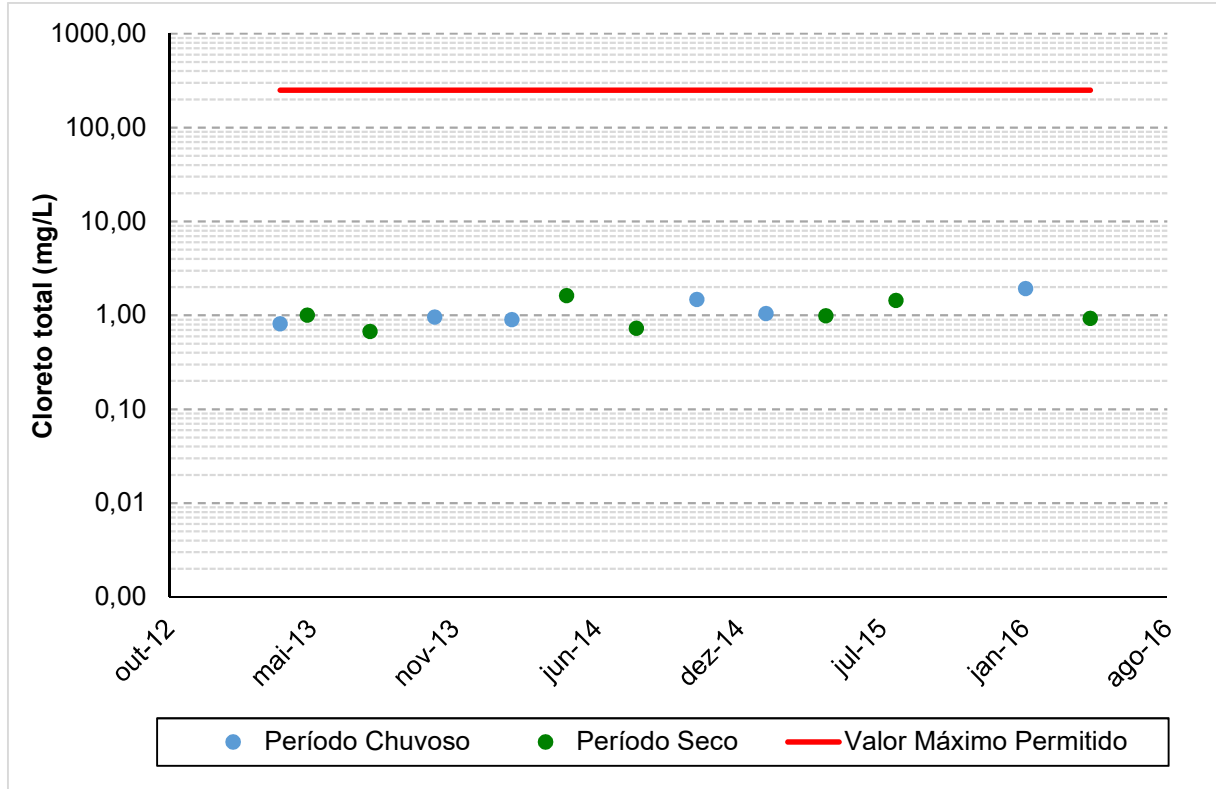


Figura 50. Gráfico da evolução da concentração de Cloreto total no ponto JE-004

As concentrações de cloreto nos pontos de estudo apresentaram pouca variação, com valores mínimos de 0,73 mg/L e 0,67 mg/L, e máximos de 1,97 mg/L e 1,93 mg/L para os pontos JE-002 e JE-004, respectivamente. Esta variação mostra que as concentrações de cloreto se mantiveram abaixo do limite do CONAMA 357 (250 mg/L) em todo o período monitorado.

5.1.19 Escherichia Coli

A evolução das concentrações de coliformes totais nos pontos JE-002 e JE-004 são apresentadas na Figura 51 e Figura 52, respectivamente.

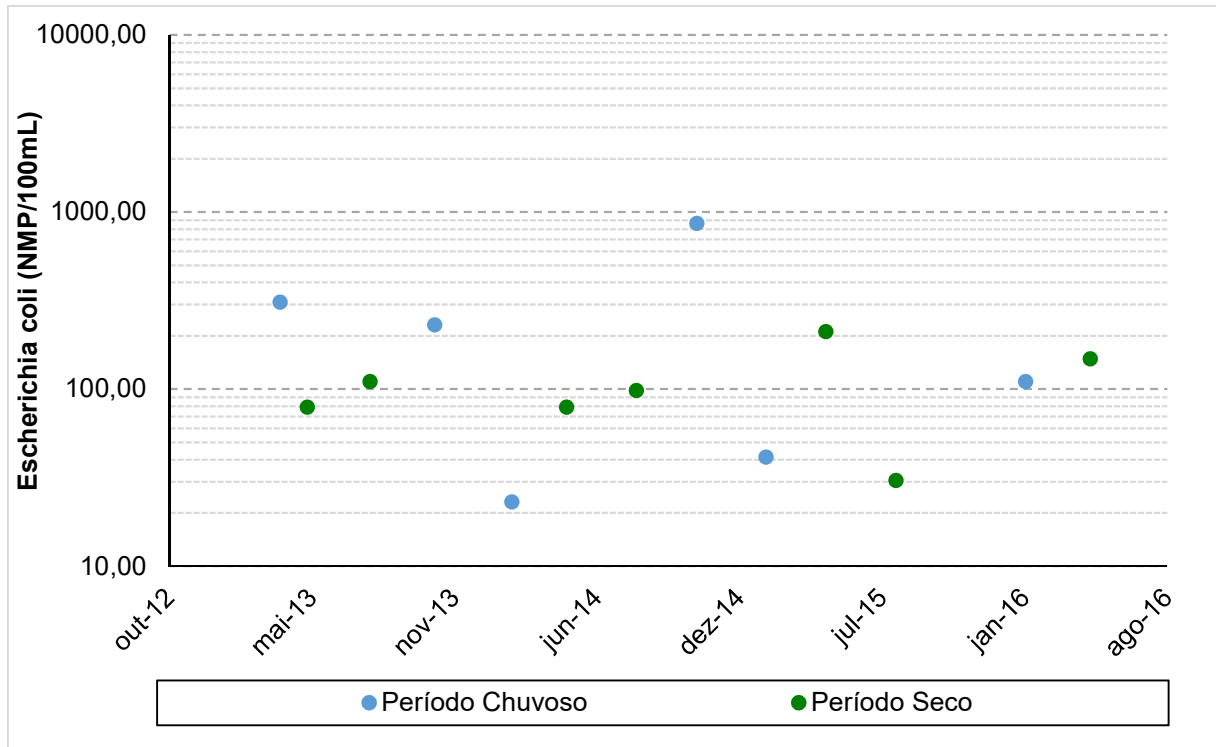


Figura 51. Gráfico da evolução da concentração de Escherichia Coli no ponto JE-002

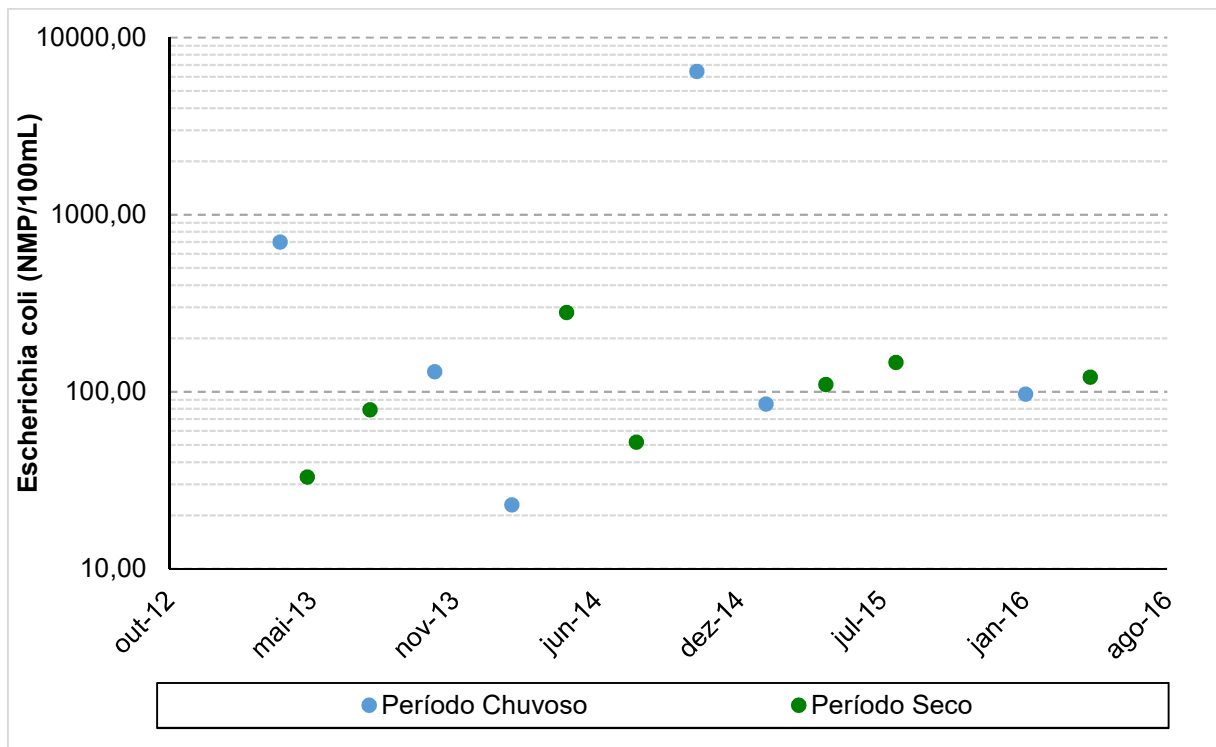


Figura 52. Gráfico da evolução da concentração de Escherichia Coli no ponto JE-004

O parâmetro Escherichia Coli não apresenta limite de concentração segundo a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA. Os resultados obtidos para Escherichia Coli para os pontos JE-002 e JE-004 variaram de 23,00 mg/L a 860,00 mg/L e 23,00 mg/L a 6437,00 mg/L, respectivamente.

5.1.20 Cianobactérias

A Figura 53 ilustra a evolução na concentração de cianobactérias do ponto JE-002, não foram realizadas análises de cianobactérias para o ponto JE-004, dessa maneira, não será apresentado o gráfico para este ponto.

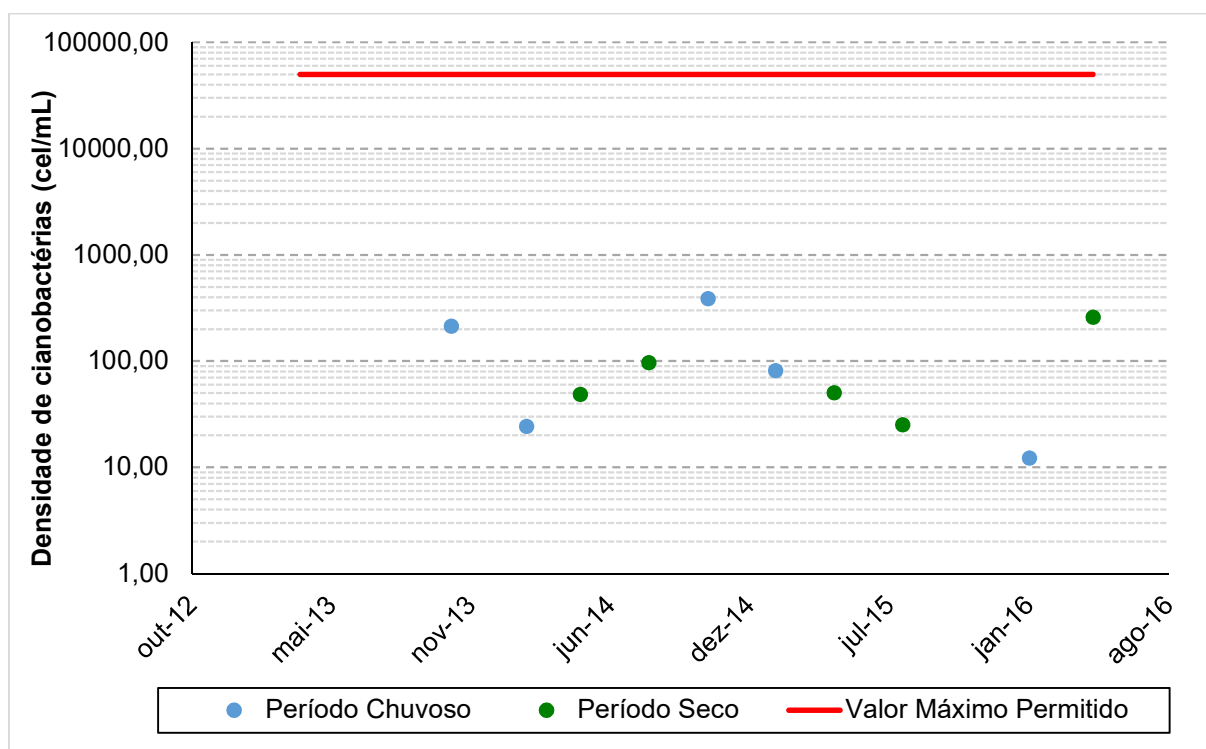


Figura 53. Gráfico da evolução da densidade de Cianobactérias no ponto JE-002

A densidade de Cianobactérias apresenta limite máximo permitido de 50000,00 cel/mL. O ponto JE-002 se apresentou abaixo do limite, com um valor máximo de 388,76 cel/mL e mínimo de 12,25 cel/mL.

5.1.21 Clorofila a

A evolução das concentrações de clorofila a dos pontos JE-002 e JE-004 são apresentadas na Figura 54 e Figura 55, respectivamente.

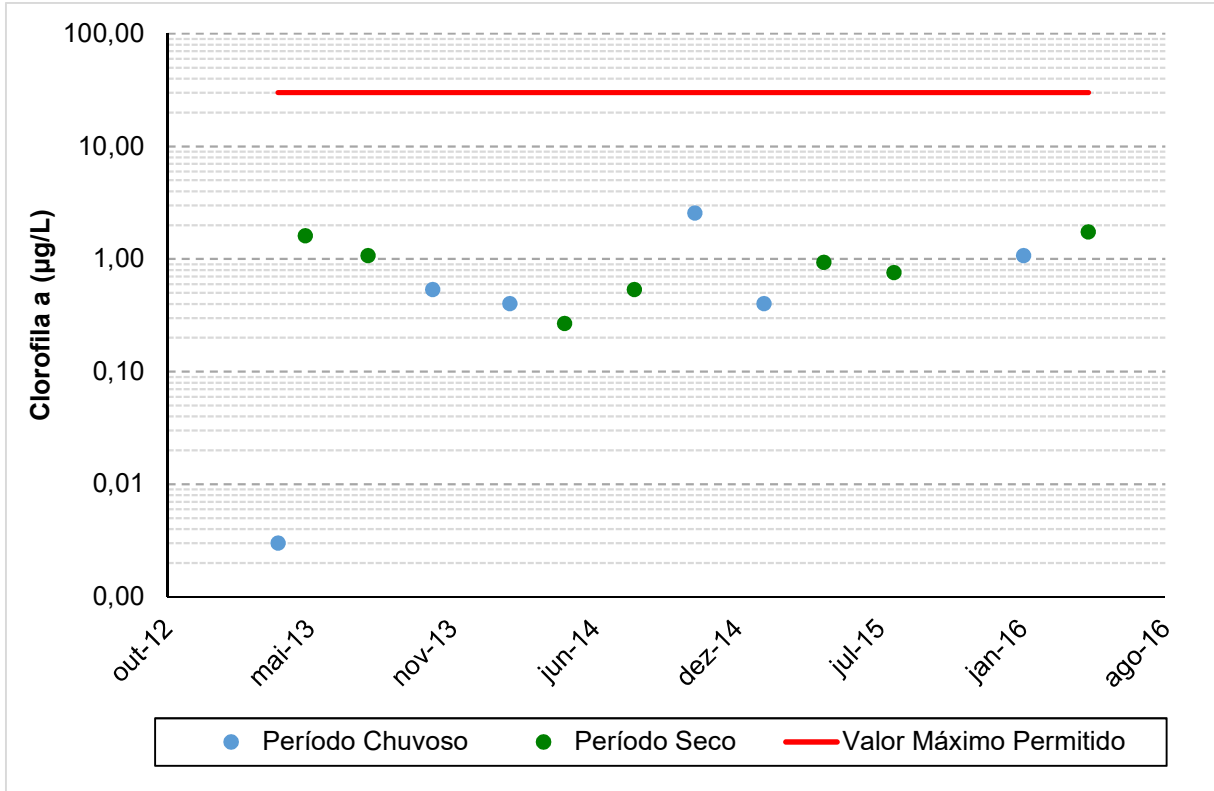


Figura 54. Gráfico da evolução da concentração de Clorofila a no ponto JE-002

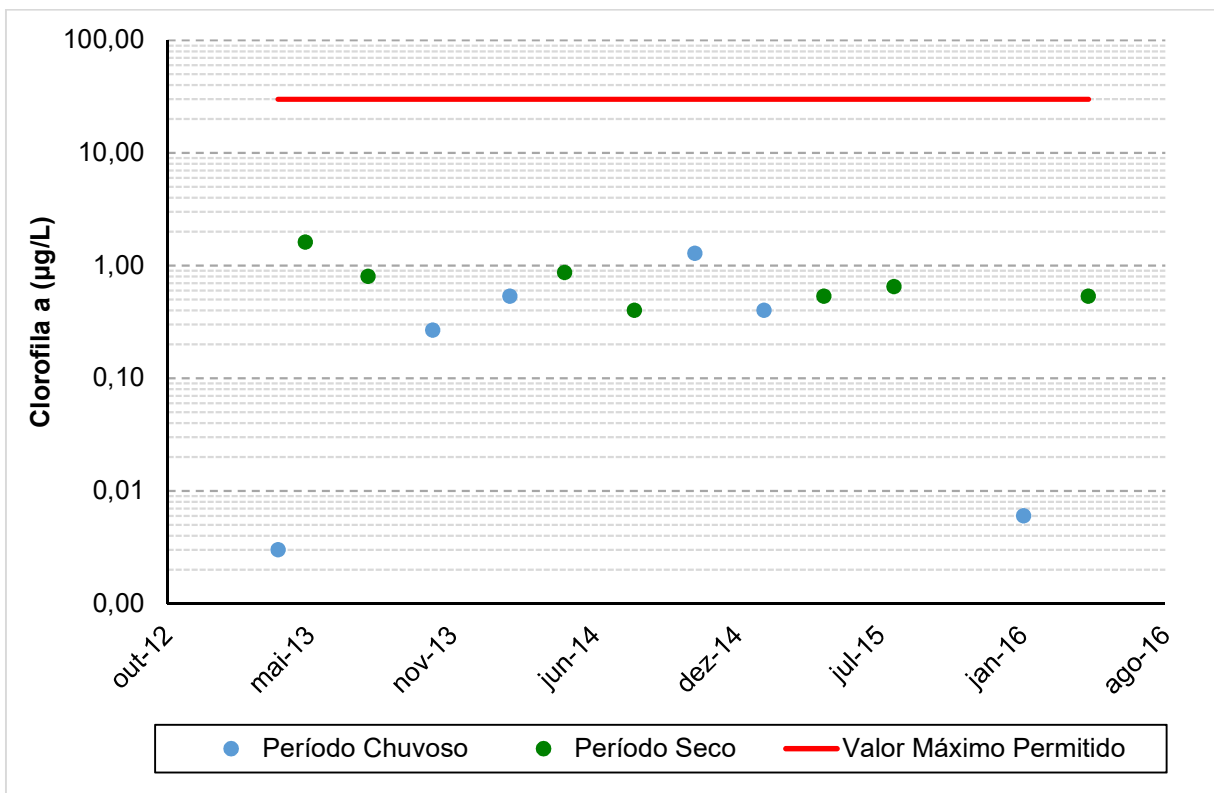


Figura 55. Gráfico da evolução da concentração de Clorofila a no ponto JE-004

O valor máximo permitido para a concentração de clorofila a é de 30 µg/L, os pontos analisados apresentaram concentrações máximas de 2,56 µg/L e 1,62 µg/L, para os pontos JE-002 e JE-004, respectivamente, mostrando que todos os valores encontrados nas campanhas de 2013 a 2016 estão abaixo do limite máximo permitido.

5.2 Caracterização da Qualidade da Água

O gráfico da Figura 56 apresenta a evolução do IQA do ponto JE-002, com os níveis de qualidade calculados.

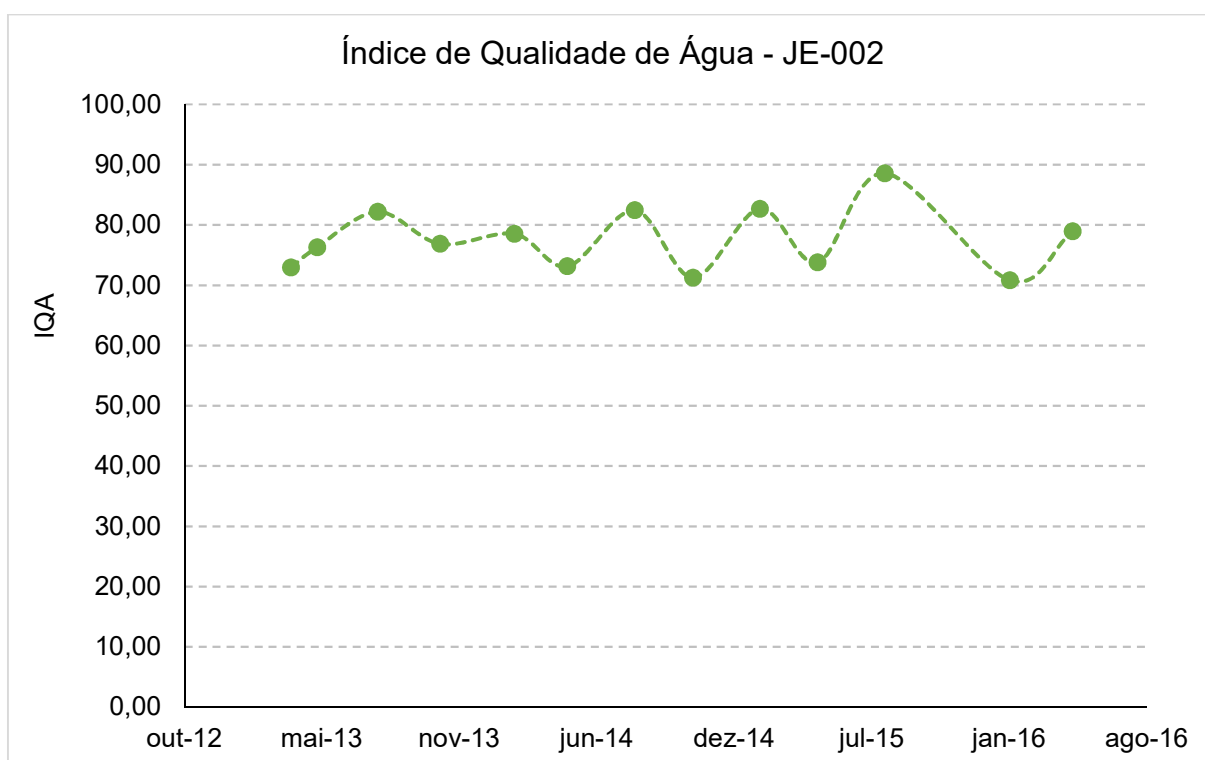


Figura 56. Evolução do Índice de Qualidade da Água para o ponto JE-002

O índice de qualidade de água do ponto JE-002 apresentou variação de 70,81 a 88,57, estando dentro do intervalo de nível de qualidade de água “bom”, é possível observar que o mês de fevereiro de 2016 apresentou o menor valor de IQA, mesmo mês em que os valores de sólido em suspensão, cor verdadeira, turbidez, nitrogênio amoniacal e cloreto apresentaram os valores mais altos.

A Figura 57 mostra os gráficos da evolução do IQA ao longo do tempo para o ponto JE-004, com os níveis de qualidade.

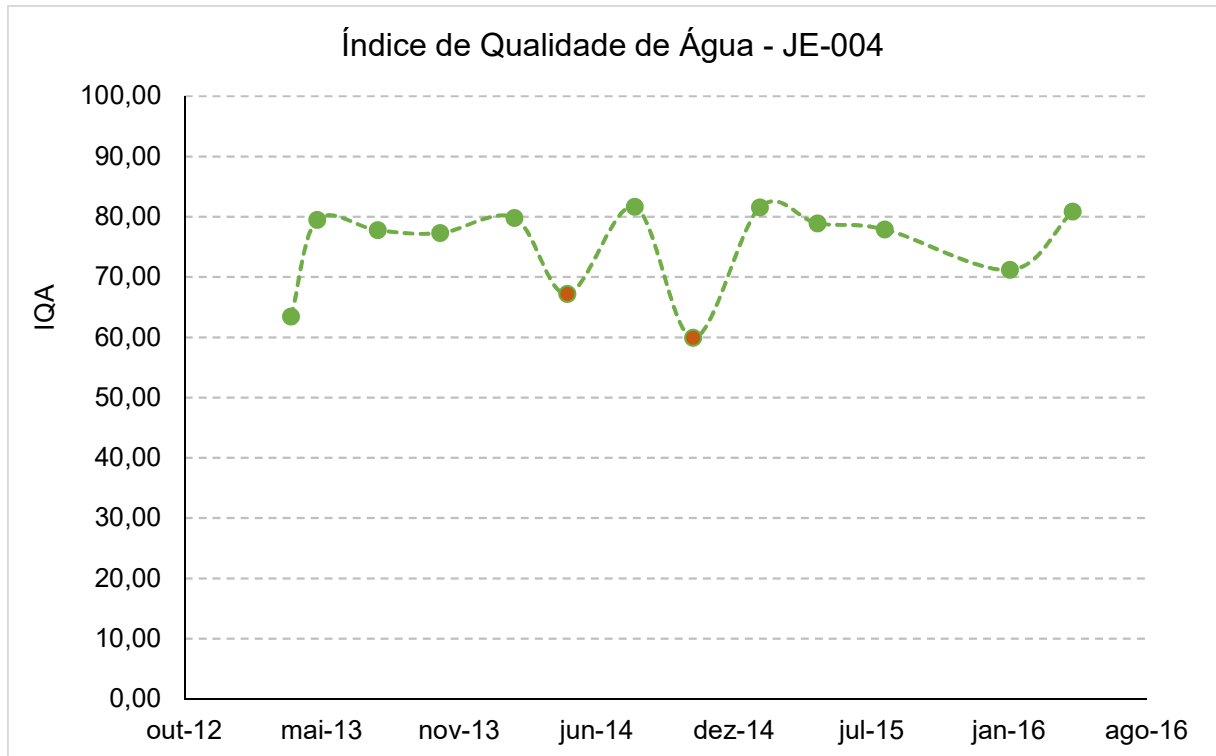


Figura 57. Evolução do Índice de Qualidade da Água para o ponto JE-0004

O ponto JE-004 apresentou variação de 59,87 a 81,65, sendo assim caracterizada a água como de boa qualidade nos meses de abril, julho e outubro de 2013, fevereiro e agosto de 2014, fevereiro, abril e agosto de 2015, e fevereiro e maio de 2016. Nos meses de março de 2013, abril e outubro de 2014, a água foi caracterizada como de média qualidade.

É possível observar que nos meses em que a água foi caracterizada como de média qualidade os parâmetros sólidos dissolvidos, turbidez, Escherichia Coli e Manganês apresentaram as maiores contrações para o ponto JE-004.

6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados da análise e interpretação da qualidade de água do rio Itacambiruçu, foi possível concluir que não há indícios de contaminação representativa na água do manancial, e que este atende ao seu enquadramento de Classe 2 em quase todos os parâmetros analisados, sendo que os que ultrapassaram, não apresentaram valores discrepantes.

De forma geral, a qualidade da água apresenta concentrações mais elevadas de parâmetros como fósforo, ferro, alumínio, cor, turbidez, sulfeto nos últimos anos, podendo estar vinculado com o despejo de efluentes domésticos de municípios como Itacambira e Bocaiúva.

Os parâmetros que ultrapassaram o limite da Resolução 357 do CONAMA foram pH, fosforo total, alumínio dissolvido, ferro dissolvido, manganês total e sulfeto, sendo que os valores que ultrapassaram o limite máximo permitido ocorreram em poucas campanhas, não evidenciando uma contaminação persistente.

Os níveis pluviométricos não se mostraram determinantes para a concentração dos parâmetros, com exceção da concentração de turbidez que seguiu a pluviometria.

A análise do uso e ocupação do solo evidenciou um cenário semelhante entre os anos de 2009 a 2016, sendo que a expansão populacional, agropecuária e de agricultura não foram levantadas, já que estas não se apresentam significativamente no tratamento de imagens de satélite para a área em estudo. A plantação de eucalipto se mostra como a principal interferência antrópica na área tanto no mapa do zoneamento ecológico econômico de 2009, quanto no mapa de uso e ocupação de 2016 .

Os valores dos indicadores de qualidade de água mostram uma qualidade boa para a água do ponto JE-002 durante todo o monitoramento. Já o ponto JE-004, que se encontra no rio Itacambiruçu, apresentou boa qualidade entre os anos de 2013 a 2013, com exceção dos meses de março de 2013, abril e outubro de 2014, onde a água foi caracterizada como de média qualidade.

7 REFERÊNCIAS

ALVES, Eliane Cristina et al. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó. Acta Sci. Technol. Maringá, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.

ANA. Hidro Web – Sistema de informações Hidrológicas. Disponível em: <<http://hidro-web.ana.gov.br/default.asp>> Acesso em: 24 out 2016d

ANA. Missão. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/abaservinter1.aspx>>. Acesso em: 17 de out 2016a.

_____. Rede Nacional – Redes de Monitoramento. Disponível em: <<http://portal-pnqa.ana.gov.br/rede-nacional-rede-monitoramento.aspx#>>. Acesso em: 30 set 2016b.

_____. Região Hidrográfica Atlântico Leste. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/AtlanticoLeste.aspx>>. Acesso em: 23 out 2016c.

ARAÚJO, Lígia Maria N. de et al. Estudo dos Principais Parâmetros Indicadores da Qualidade da Água na Bacia do Rio Paraíba do Sul. In: I Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul. Resende – RJ , 2008.

BARROS, Jessyca Costa; BARRETO, Francisco Mauricio de Sá; LIMA, Marlon Vieira. Aplicação do Índice de Qualidade das Águas (IQA-CETESB) no açude Gavião para determinação futura do Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público (IAP). In: VII CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO. Palmas, 2012.

BISPO, Eduardo Gomes. Sistema de Tratamento de Água para o Consumo Humano. IV Minicursos CRQ, 2008.

BRASIL. Casa Civil. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Lex: Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências, Brasília, DF. 2000.

_____. Código de Águas: e legislação correlata. Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, Brasília, v. 1, p. 234, 2003.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Decreto nº 24643, de 10 de julho de 1934. Lex: Decreta o Código das Águas., Brasília, DF. 1934.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Procedimento para Estabelecer Valores de Referência de Qualidade de Solos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/FE4582B1/PropANEXO-I_Sao-Paulo__solo03dez07.pdf>. Acesso em: 27 de out de 2016b

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Lex: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, Brasília, DF. 2005

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Lex: Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA., Brasília, DF. 2011.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 020, de 30 de julho de 1986. Lex: Dispõe sobre o decreto das águas, Brasília, DF. 1986

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 274, de 29 de março de 2000. Lex: Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, Brasília, DF. 2000

_____. Fundação Nacional de Saúde - FUNASA. Manual de Controle da Qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS; Ministério da Saúde, Brasília, DF, 2014a.

_____. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora. Relatório de Campo, Expedição Grão Mogol; Equipe, Daniel Maurenza, Eline Martins, Gustavo Martinelli, Marcio Verdi, Nina Pougy, 2014b.

_____. Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. Identificação de municípios com condição crítica para a qualidade de água na bacia do rio das Velhas; diretoria, Marília Carvalho de Melo, 2013a.

_____. Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. Identificação de municípios com condição crítica para a qualidade de água na bacia do rio Paraopeba; diretoria, Marília Carvalho de Melo, 2013b.

_____. Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM; Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos do Estado de Minas Gerais – SISEMA; Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Alto Jequitinhonha; diretoria, Marília Carvalho de Melo, Renata Maria Araújo, secretária, Adriano Magalhães Chaves, Maria Auxiliadora Nemésio Cotta, Macéio, AL, 2013c

_____. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Lex: Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, Brasília, DF. 2011

_____. Ministério do Meio Ambiente. SISTEMA DE CÁLCULO DA QUALIDADE DA ÁGUA (SCQA) Estabelecimento das Equações do índice de Qualidade das Águas (IQA); PNMA, 2005.

_____. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano; Ministério da Saúde, Brasília, DF, 2006.

_____. Trata Brasil. Esgotamento Sanitário Inadequado e Impactos na Saúde da População. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/novo_site/cms/templatess/trata_brasil/files/esgotamento.pdf>. Acesso em: 16 set 2016a.

_____. Ministério do Meio Ambiente. O Bioma Cerrado. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: 25 out 2016b.

_____. Zoneamento Ecológico Econômico. Disponível em: <<http://geosisema-net.meioambiente.mg.gov.br/zee>>. Acesso em: 15 de out de 2016c.

CEMIG. Bacia do Rio Jequitinhonha. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/ambientais/peixe_vivo/Paginas/rio_jequitinhonha.aspx>. Acesso em: 23 out 2016

CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento. Tratamento de Água. Disponível em: <http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2013/08/APOSTILA_DE_TRATAMENTO_DE_AGUA-.pdf>. Acesso em: 26 set 2016.

CETESB. Balneabilidade. Disponível em: <<http://praias.cetesb.sp.gov.br/balneabilidade/>>. Acesso em: 18 out 2016b.

_____. Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo. Apêndice A, 2009.

_____. Relatório de qualidade de águas superficiais do estado de São Paulo - Apêndice C Índices de Qualidade das Águas. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: 10 out 2016a.

COLLISCHONN, Walter; TASSI, Rutinéia. Introduzindo Hidrologia. UFRGS-2008. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/professor/crfj/Pos/Hidrologia/apostila_Completa_2008.pdf>. Acesso em: 24 out 2016

COMUSA. Tratamento de Água. Disponível em: <<http://www.comusa.rs.gov.br/index.php/saneamento/tratamentoagua>>. Acesso em: 01 set 2016.

COPASA. Grão Mogol - Relatório de Qualidade da Água. 2008.

_____. Processos de Tratamento. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/esgotamento-sanitario/processos-de-tratamento>>. Acesso em: 01 set 2016.

CPRH. Agência Estadual de Meio Ambiente. Índice e Indicadores de Qualidade da Água – Revisão da Literatura. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/indice-agua-volume1.pdf>>. Acesso em: 20 out 2016.

_____. Índice e indicadores de qualidade da água – revisão da literatura, Pernambuco. 2016

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE GRÃO MOGOL-MG; coordenação, Frederico Cláudio Peixinho, Belo Horizonte, MG, 2005.

D'AGUILA, Paulo Soares et al. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. Caderno de Saúde Pública, v. 16, n. 3, p. 791-798, 2000.

FARIAS, Talden Queiroz. Aspectos gerais da política nacional do meio ambiente – comentários sobre a Lei nº 6.938/81. Disponível em: < http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=1544>. Acesso em: 18 out 2016.

FONSECA, Graziano Leal; THÉ, Ana Paula Glinskhoi; PAULA, Andréa Maria Narciso Rocha. Mineração no Norte de Minas: Uma Análise da Desestruturação do Modo de Vida Gerazeiro em Função do Projeto Vale do Rio Pardo na Microrregião de Grão Mogol-MG. In: VII Congresso de Desenvolvimento Social. 2003.

FREITAS, E. V. C; BARRETO, F. M. S; NUNES, A. B. A; ALENCAR, M. F. Índice de Qualidade da Água Bruta do Açude Gavião – Município de Pacatuba. XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2011.

FREITAS, Marcelo Bessa; BRILHANTE, Ogenis Magno; ALMEIDA, Liz Maria. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. Caderno de Saúde Pública. Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 651-660, 2001.

GRASSI, Marco Tadeu. As Águas do Planeta Terra. Edição Especial. Curitiba: QNESC, v.1, 2001.

IGAM. Dados Série Histórica de Monitoramento. Disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/publicacoes-tecnicas/qualidade-das-aguassuperficial/6024-dados-serie-historica-de-monitoramento>. Acesso em: 07 de jul de 2016.

KURODA, E.K. et al. Determinação de clorofila pelo método espectrofotométrico visando o monitoramento da eficiência do tratamento de águas para abastecimento. 23º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande, 2005.

LINDNER, Bernard Diagnóstico Espacial-Temporal da Qualidade da Água do Rio Iguçu na Região da Bacia do Alto Iguçu, 2013. 102 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2013.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. Água na indústria: uso racional e reuso. São Paulo. Oficina de Textos, p. 143, 2005.

MORALES, Maria Aparecida Marin; ROBERTO, Matheus Mantuanelli; ANGELIS, Dejanira de Franceschi; ANGELIS, Derlene Attili. Importância da água para a vida e garantia de manutenção da sua qualidade. Paulínia – SP. Disponível em: <<http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/projetos/qualidade-da-agua/artigos-cientificos>>. Acesso em: 22 de set 2016.

NBR 9648 - Estudo de concepção de sistemas de Esgoto Sanitário, promulgada em 1986.

PIVELI, Roque Passos. Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físico-Químicos. Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%205%20-%20Caracteristicas%20Fisicas%20das%20Aguas.pdf>>. Acesso em: 23 out 2016

Prefeitura de Grão Mogol. A cidade. Disponível em: < <http://www.graomogol.mg.gov.br/index.php/historico>>. Acesso em: 26 de out de 2016.

ROLIM, H. de O.; LEITA JÚNIOR, J. B.; GOMES, R. R.. Qualidade da Água. 1. Ed, p. 321. Goiânia: Gráfica e Editora América, 2013.

ROSA, Denise Mecunhe. A evolução da qualidade das águas do Rio Paraíba do Sul. 2012. 288 f. Dissertação (Pós-Graduação em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SILVA, Juliana; BARRIO, Ramon; MOREIRA, Josino. Arsênico - saúde: uma relação que exige vigilância. Revista Visa em Debate, 2013.

SOUZA, Manoel Nascimento. O direito fundamental à água potável. In: Âmbito Jurídico, Rio Grande, XIV, n. 92, 2011. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=10330>. Acesso em: 18 ago 2016.

SPERLING, Marcos Von. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

SPERLING, Marcos Von. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

TERCINI, João Rafael Bergamaschi; JÚNIOR, Arisvaldo Vieira Mélo; PORTO, Monica Ferreira Porto. Evolução da Qualidade da Água do Rio Tietê entre Pirapora do Bom

Jesus e Salto, Estado de São Paulo. In: XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Brasília, 2015.

TOMAZONI, Julio Caetano et al. Utilização de Medidas de Turbidez na Quantificação da Movimentação de Sólidos por Veiculação Hídrica nas Bacias dos Rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau – Sudoeste Do Estado Do Paraná. Boletim Paranaense de Geociências, n. 57, p. 49-56, 2005.

UFPR. Tratamento de Água e Efluentes Industriais. Curso Técnico de Petróleo da UFPR, Disponível em: <http://www.tecnicodepetroleo.ufpr.br/apostilas/petrobras/tratamento_de_aguas.pdf>. Acesso em: 10 out 2016.

USGS. Earth Explorer. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 21 de out de 2016.

World Maps of Koppen – Geiger Climate Classification. Disponível em: <<http://koepen-geiger.vu-wien.ac.at/>>. Acesso em: 24 out 2016

ANEXO

Anexo I – Dados da análise de qualidade de água dos pontos JE-002 e JE-004.

Estação		JE002	JE002	JE002	JE002	JE002	JE002	JE002	JE002	JE002	JE002	JE002	JE002	JE002	JE002	JE002
Data de Amostragem	UNIDADE	Valores Máximos Água Superficial	Limite de quantificação	mar-13	abr-13	jul-13	out-13	fev-14	abr-14	ago-14	out-14	fev-15	abr-15	ago-15	fev-16	mai-16
Hora de Amostragem				10:45	11:00	10:40	11:30	13:00	12:00	10:15	13:20	11:10	10:30	11:40	10:30	10:40
Alcalinidade de bicarbonato				8,50	-	11,80	-	8,90	-	7,70	-	8,70	-	7,40	4,40	
Alcalinidade total				8,50	-	11,80	-	8,90	-	7,70	-	8,70	-	7,40	4,40	
Alumínio dissolvido	mg/L	0,1	0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	<0,1	
Arsênio total	mg/L	0,01	0,0003 e 0,001	<0,0003	-	<0,0003	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	
Bário total	mg/L	0,7		0,01	-	0,01	-	0,02	-	0,01	-	0,02	-	0,01	0,02	
Boro total	mg/L	0,5	0,07	<0,07	-	<0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cádmio total	mg/L	0,001	0,0005	<0,0005	-	<0,0005	-	<0,0005	-	<0,0005	-	<0,0005	-	<0,0005	<0,0005	
Cálcio total				1,50	-	1,20	-	1,50	-	1,80	-	2,10	-	1,70	1,90	
Chumbo total	mg/L	0,01	0,005	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	<0,005	
Cianeto Livre	mg/L	0,005	0,002	0,00	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,00	<0,002
Cloreto total	mg/L	250		1,55	0,92	0,78	1,41	1,01	1,19	0,79	1,35	0,89	0,81	0,73	1,97	1,12
Clorofila a	µg/L	30	0,006	<0,006	1,60	1,07	0,53	0,40	0,27	0,53	2,56	0,40	0,93	0,76	1,07	1,74
Cobre dissolvido	mg/L	0,009	0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Coliformes totais			>24196	22000,00	490,00	1100,00	4600,00	4900,00	13000,00	780,00	86644,00	5475,00	6488,20	3873,20	15531,20	12996,50
Condutividade elétrica in loco				15,60	16,00	15,00	18,30	20,90	15,50	13,60	20,49	23,20	16,90	18,50	21,60	22,90
Cor verdadeira	mg Pt/L	75	10	13,00	20,00	10,00	18,00	14,00	11,00	13,00	21,00	17,00	<10	<10	44,00	18,00
Cromo total	mg/L	0,05	0,04	<0,04	-	<0,04	-	<0,04	-	<0,04	-	<0,04	-	<0,04	<0,04	
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	5	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Demanda Química de Oxigênio			5	5,30	15,00	17,00	9,50	11,00	12,00	10,00	18,00	9,10	<5	<5	14,00	5,50
Densidade de cianobactérias	cel/mL	50000		-	-	-	214,31	24,30	48,60	97,19	388,76	81,64	50,40	25,20	12,25	258,86
Dureza de Cálcio				3,70	-	3,00	-	3,80	-	4,40	-	5,30	-	4,20	4,70	
Dureza de magnésio				4,10	-	4,40	-	3,20	-	3,20	-	2,80	-	4,40	4,30	
Dureza total				7,70	-	7,40	-	7,10	-	7,60	-	8,10	-	8,60	8,90	
Escherichia coli				310,00	79,00	110,00	230,00	23,00	79,00	98,00	860,00	41,30	210,90	30,40	110,00	148,00
Estreptococos fecais				110,00	-	31,00	-	70,00	-	33,00	-	33,00	-	170,00	230,00	
Fenóis totais	mg/L	0,003	0,002	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	
Feoftina a			0,006	0,37	<0,006	<0,006	0,57	<0,006	0,29	<0,006	0,28	0,25	<0,006	<0,006	1,17	0,41
Ferro dissolvido	mg/L	0,3		0,13	0,12	0,07	0,26	0,15	0,05	0,19	0,25	0,23	0,08	0,15	0,28	0,31
Fósforo total	mg/L	0,03	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,05	<0,02	0,05	0,03	<0,02
Magnésio total				1,00	-	1,10	-	0,80	-	0,80	-	0,70	-	1,10	1,00	
Manganês total	mg/L	0,1		0,03	0,02	0,04	0,05	0,01	0,02	0,04	0,13	0,16	0,05	0,21	0,03	0,06
Mercurio total	mg/L	0,0002	0,2	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	<0,2	
Níquel total	mg/L	0,025	0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Nitrato	mg/L	10	0,1	0,57	<0,1	0,17	<0,1	0,15	<0,1	0,12	0,14	0,17	<0,1	0,11	0,17	0,18
Nitrito	mg/L	1		0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,01	-	0,00	-	0,01	0,00	
Nitrogênio amoniacal total	mg/L	3,7 (pH ≤ 7,5) 2,0 (7,5 < pH ≤ 8,0) 1,0 (8,0 < pH ≤ 8,5) 0,5 (pH > 8,5)	0,1	<0,1	<0,1	0,10	0,20	<0,1	<0,1	0,11	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitrogênio orgânico			0,1	0,35	-	0,11	-	0,18	-	0,60	-	<0,1	-	<0,1	<0,1	0,49
Óleos e graxas		Virtualmente Ausentes	15	<15	-	<15	-	<15	-	<15	-	<15	-	<15	<15	
Oxigênio dissolvido	mg/L	> 5		6,30	8,40	8,90	7,70	7,70	7,60	8,30	7,50	6,80	7,20	8,70	6,70	7,80
pH in loco		6 a 9		6,40	6,10	7,10	6,60	6,00	5,50	7,00	6,50	6,70	6,00	7,50	6,10	6,60
Potássio dissolvido				0,82	-	0,57	-	0,59	-	0,29	-	0,73	-	0,70	1,04	
Selênio total	mg/L	0,01	0,0005	<0,0005	-	<0,0005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sódio dissolvido				1,03	-	0,93	-	1,18	-	0,77	-	0,86	-	0,98	1,01	
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	500		25,00	23,00	29,00	25,00	25,00	21,00	21,00	27,00	12,00	23,00	25,00	24,00	27,00
Sólidos em suspensão totais				11,00	4,00	12,00	8,00	5,00	9,00	10,00	4,00	3,00	<2	23,00	48,00	7,00
Sólidos totais				36,00	27,00	41,00	33,00	30,00	30,00	31,00	31,00	15,00	24,00	48,00	72,00	34,00
Substâncias tensoativas	mg/L	0,5	0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	<0,1	
Sulfato total	mg/L	250	5	<5	-	<5	-	<5	-	<5	-	<5	-	<5	<5	
Sulfeto	mg/L	0,002	0,01	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	0,02	
Turbidez	UNT	100		9,08	11,00	4,01	4,23	6,63	4,22	3,46	7,08	3,36	3,97	2,99	24,90	2,86
Zinco total	mg/L	0,18	0,02	0,03	-	0,03	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	<0,02	

Estação		JE004	JE004	JE004	JE004	JE004	JE004	JE004	JE004	JE004	JE004	JE004	JE004	JE004	JE004	JE004
Data de Amostragem	UNIDADE	Valores Máximos Água Superficial	Limite de quantificação	mar-13	abr-13	jul-13	out-13	fev-14	abr-14	ago-14	out-14	fev-15	abr-15	ago-15	fev-16	mai-16
Hora de Amostragem				11:45	10:30	10:00	10:10	11:50	13:10	11:40	14:10	12:05	11:10	12:30	11:40	11:55
Alcalinidade de bicarbonato				8,7	-	6,6	-	11,8	-	7,6	-	9,9	-	8,3	5,8	
Alcalinidade total				8,7	-	6,6	-	11,8	-	7,6	-	9,9	-	8,3	5,8	
Alumínio dissolvido	mg/L	0,1	0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	0,163	
Arsênio total	mg/L	0,01	0,0003 e 0,001	<0,0003	-	<0,0003	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	
Bário total	mg/L	0,7		0,0211	-	0,0135	-	0,017	-	0,0103	-	0,0183	-	0,0142	0,023	
Boro total	mg/L	0,5	0,07	<0,07	-	<0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cádmio total	mg/L	0,001	0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Cálcio total				1,4	-	1,4	-	2,2	-	2,4	-	2,5	-	1,9	1,3	
Chumbo total	mg/L	0,01	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cianeto Livre	mg/L	0,005	0,002	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	0,003	
Cloreto total	mg/L	250		0,81	1	0,67	0,96	0,9	1,62	0,73	1,47	1,04	0,99	1,44	1,93	0,93
Clorofila a	µg/L	30	0,006	<0,006	1,620497	0,801	0,267	0,534	0,86775	0,4005	1,2864545	0,4005	0,534	0,6503846	0,006	0,534
Cobre dissolvido	mg/L	0,009	0,004	<0,004	-	<0,004	-	<0,004	-	<0,004	-	<0,004	-	<0,004	<0,004	
Coliformes totais			>24196	14000	1100	1700	11000	3300	24000	933	173289	5475	3255,4	3255,4	>24196	2045,9
Condutividade elétrica in loco				23,9	20,4	17,3	20	26,3	21,4	16,9	22,2	25,4	23,9	21,9	20,5	24,1
Cor verdadeira	mg Pt/L	75	10	10	23	<10	14	15	10	<10	23	18	<10	<10	68	15
Cromo total	mg/L	0,05	0,04	<0,04	-	<0,04	-	<0,04	-	<0,04	-	<0,04	-	<0,04	<0,04	
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	5	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Demanda Química de Oxigênio			5	<5	<5	12	14	9,9	10	9,9	18	8,4	<5	<5	7,6	6,8
Densidade de cianobactérias	cel/mL	50000		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dureza de Cálcio				3,6	-	3,4	-	5,4	-	6,1	-	6,2	-	4,8	3,4	
Dureza de magnésio				4,4	-	5,8	-	3,5	-	2	-	2,7	-	5,5	3	
Dureza total				8	-	9,2	-	9	-	8,1	-	8,9	-	10,3	6,3	
Escherichia coli				700	33	79	130	23	280	52	6437	85,2	110	146,4	96,9	121,1
Estreptococos fecais				460	-	46	-	31	-	23	-	220	-	49	1300	
Fenóis totais	mg/L	0,003	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Feoftina a			0,006	0,4	<0,006	0,126825	0,49395	0,4005	0,393825	<0,006	0,7014818	0,44055	0,12015	<0,006	1,1214	0,5874
Ferro dissolvido	mg/L	0,3		0,0591	0,1593	0,1188	0,1672	0,0827	0,0393	0,0636	0,1577	0,217	0,1529	0,1781	0,299	0,209
Fósforo total	mg/L	0,03	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,08	0,04	<0,02
Magnésio total				1,1	-	1,4	-	0,9	-	0,5	-	0,7	-	1,3	0,7	
Manganês total	mg/L	0,1		0,03	0,0145	0,0531	0,0324	0,0146	0,0226	0,0223	0,375	0,0959	0,024	0,224	0,0309	0,0805
Mercúrio total	mg/L	0,0002	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Níquel total	mg/L	0,025	0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Nitrato	mg/L	10	0,1	0,6	0,29	0,15	<0,1	0,23	0,15	0,12	0,26	0,16	0,3	<0,1	0,14	0,15
Nitrito	mg/L	1		0,004	0,021	0,002	0,007	0,005	0,001	0,001	0,005	0,003	0,005	0,003	0,008	0,004
Nitrogênio amoniacal total	mg/L	3,7 (pH ≤ 7,5) 2,0 (7,5 < pH ≤ 8,0) 1,0 (8,0 < pH ≤ 8,5)	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,17	0,12	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,12	0,22	<0,1
Nitrogênio orgânico			0,1	0,2	<0,1	0,27	0,44	0,2	0,28	0,35	0,15	0,3	0,12	<0,1	0,17	0,43
Óleos e graxas		Virtualmente Ausentes	15	<15	-	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
Oxigênio dissolvido	mg/L	> 5		6,1	8,6	9	8,3	8	7,8	8,5	7,5	7	7,6	8,4	7,2	7,9
pH in loco		6 a 9		5,9	6,7	6,2	6,3	6,2	5,9	6,6	6,2	6,9	6,6	6,8	6,3	6,8
Potássio dissolvido				1,033	-	0,611	-	0,982	-	0,386	-	1,006	-	1,012	1,344	
Selênio total	mg/L	0,01	0,0005	<0,0005	-	<0,0005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sódio dissolvido				1,597	-	1,108	-	2,02	-	1,046	-	1,197	-	1,587	1,415	
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	500		32	29	22	24	31	46	23	32	6	23	28	45	31
Sólidos em suspensão totais				36	11	3	10	11	67	2	28	4	7	6	75	11
Sólidos totais				68	40	25	34	42	113	25	60	10	30	34	120	42
Substâncias tensoativas	mg/L	0,5	0,1	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	<0,1	
Sulfato total	mg/L	250	5	<5	-	<5	-	<5	-	<5	-	<5	-	<5	<5	
Sulfeto	mg/L	0,002	0,01	<0,01	-	0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	0,02	
Turbidez	UNT	100		35,9	24	4,82	3,08	10,6	62,3	4,54	18,4	4,4	6,82	3,56	55	3
Zinco total	mg/L	0,18	0,02	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	<0,02	