



MESTRADO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E SAÚDE

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE

ASPECTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO RESERVATÓRIO DO
RIBEIRÃO JOÃO LEITE E DE DOIS DE SEUS AFLUENTES

ÍTALO COSTA SILVEIRA

Goiânia-Goiás

2018



MESTRADO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E SAÚDE

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE

ASPECTOS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO RESERVATÓRIO DO
RIBEIRÃO JOÃO LEITE E DE DOIS DE SEUS AFLUENTES

ÍTALO COSTA SILVEIRA

Orientador: Dr. Matheus Godoy Pires

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Saúde, da Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Saúde.

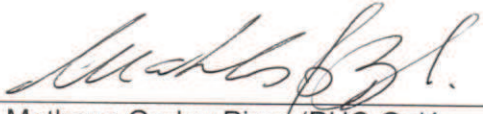
Goiânia-Goiás

2018

S587a	<p data-bbox="359 1512 885 1646">Silveira, Ítalo Costa Aspectos químicos, físicos e biológicos do reservatório do ribeirão João Leite e de dois de seus afluentes [recurso eletrônico]/ Ítalo Costa Silveira.--2018. 100 f.; il.</p> <p data-bbox="359 1668 885 1803">Texto em português com resumo em inglês Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Ambientais e Saúde, Goiânia, 2018 Inclui referências f. 94-100</p> <p data-bbox="359 1825 885 1937">1. Água - Qualidade - Goiânia (GO). 2. Abastecimento de água - Legislação - Goiânia (GO). 3. Água - Poluição - João Leite, Rio (GO). I. Pires, Matheus Godoy. II. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. III. Título.</p> <p data-bbox="694 1960 821 1984">CDU: 628.1(043)</p>
-------	--



DISSERTAÇÃO DO MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE
DEFENDIDA EM 15 DE MARÇO DE 2018 E CONSIDERADA
aprovada PELA BANCA EXAMINADORA:

1) 
Prof. Dr. Matheus Godoy Pires (PUC Goiás – Presidente)

2) 
Prof. Dr. Francisco Leonardo Tejerina Garro (UNIEVANGÉLICA – Membro Externo)

3) 
Prof. Dr. Nelson Jorge da Silva Jr. (PUC Goiás – Membro)

4) _____
Prof. Dr. Darlan Tavares Feitosa (PUC Goiás - Suplente)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais: Julimar e Laudimar e minhas irmãs: Linaya e Larissa por me incentivarem nessa trajetória. Aos meus tios: Gerônimo e Crisolimar pela compreensão e estadia ao longo desses dois anos de mestrado.

A minha esposa Laís por pelo carinho e atenção ao longo dessa jornada.

Aos meus primos Thiago e Richard pelo apoio quando necessário.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador, Prof^o. Dr^o. Matheus Godoy Pires, pela paciência, respeito e correções até a síntese desse trabalho.

Aos funcionários e docentes do Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde da PUC-GO.

A coordenação, docentes e funcionários do curso de Engenharia Ambiental da PUC-Goiás, em especial, ao Técnico do Laboratório deste curso: Luís Renato Xavier Coimbra, ao Doutorando Thiago Augusto Mendes e a Engenheira Civil: Hellen Karoline Queiroz Ribeiro e Engenheira Ambiental: Lana Lima Borba.

A Comissão de Aperfeiçoamento do Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado.

A Secretaria da Educação do Estado do Tocantins (SEDUC-TO) pela licença remunerada para aprimoramento.

RESUMO

O ribeirão João Leite possui uma barragem que foi projetada para o abastecimento público de água potável do município de Goiânia e arredores. No entanto sua bacia apresenta várias potenciais fontes poluidoras e índices elevados de antropização. Este trabalho objetiva avaliar a qualidade da água do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava na altura do reservatório Dr. Henrique Santillo nos meses de novembro de 2016, fevereiro de 2017, março de 2017, junho de 2017 e setembro de 2017. Para isso foi realizado o Índice de Qualidade das Águas (IQA) bem como as análises de parâmetros físicos, químicos, bacteriológicos e pesticidas da água. O ribeirão João Leite apresentou boa qualidade de água e não se constatou pesticidas: organofosforado e carbamatos. Somente 3 parâmetros: DBO, OD e coliformes termotolerantes estiveram acima do permitido pela legislação brasileira.

Palavras-chaves: Barragem; Índice de Qualidade das Águas; Pesticidas; Legislação.

ABSTRACT

The João Leite stream has a dam that was designed for the public supply of drinking water in the municipality of Goiânia and its surroundings. However, its basin presents several potential sources of pollutants and high rates of anthropization. This work aims to evaluate the water quality of the João Leite stream, Onça and Cana Brava stream at the time of the reservoir Dr. Henrique Santillo in the months of November 2016, February 2017, March 2017, June 2017 and September 2017. For the Water Quality Index (IQA) as well as the analyzes of physical, chemical, bacteriological and pesticidal parameters of the water were carried out. The João Leite stream presented good water quality and no pesticides were detected: organophosphorus and carbamates. Only 3 parameters: BOD, OD and thermotolerant coliforms were above permitted by Brazilian legislation.

Keywords: Dam. Water Quality Index. Pesticides and Legislation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantidade de água (Km ³) armazenada em reservatórios no ano de 2003.....	25
Tabela 2. Volume armazenado de água nos reservatórios brasileiros por região, quantidade populacional, capacidade de armazenamento e per capita (BRASIL, 2013).....	26
Tabela 3. Padrões de referência para 9 parâmetros de qualidade de água estabelecidos pela legislação nacional.....	28
Tabela 4. Classificação de águas superficiais quanto a concentração de fósforo.....	34
Tabela 5. Características de reservatórios de água em relação a concentração de oxigênio dissolvido de acordo com o tempo (STRASKRABA; TUNDISI, 2013).....	35
Tabela 6. Coordenadas geográficas, local de referência e altitude dos 8 pontos amostrados do ribeirão João Leite e dos 2 tributários.....	42
Tabela 7. Peso (w) dos Parâmetros de Qualidade da Água (IQA)(BRASIL, 2017).....	49
Tabela 8. Faixas do IQA em 14 estados da federação nacional (BRASIL, 2017).....	50

Tabela 9. Índice de Qualidade das Águas (IQA) dos pontos monitorados do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	56
Tabela 10. Média do Índice de Qualidade das Águas (IQA) dos pontos monitorados do Ribeirão João Leite, do córrego Onça e Cana Brava durante a estação chuvosa e seca.....	57
Tabela 11. Resultados analíticos da cor (mg Pt/L) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	60
Tabela 12. Resultados analíticos da turbidez (UNT) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	62
Tabela 13. Resultados analíticos da temperatura (°C) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	64
Tabela 14. Resultados analíticos do resíduo total (mg/L) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	65
Tabela 15. Resultados analíticos dos cloretos (mg/L Cl) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	67
Tabela 16. Resultados analíticos da condutividade (µS) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	69
Tabela 17. Resultados analíticos da Demanda Bioquímica do Oxigênio (mg/L O ₂) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	70

Tabela 18. Resultados analíticos de oxigênio dissolvido (mg/L O ₂) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	72
Tabela 19. Resultados analíticos de oxigênio dissolvido de saturação (mg/L O ₂) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	74
Tabela 20. Resultados analíticos de ferro total (mg/L Fe) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	74
Tabela 21. Resultados analíticos da dureza total (CaCO ₃) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	76
Tabela 22. Resultados analíticos de ferro total (mg/L Fe) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	77
Tabela 23. Resultados analíticos de fósforo total (mg/L Fe) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	78
Tabela 24. Resultados analíticos de ortofosfato total (mg/L P) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	78
Tabela 25. Resultados analíticos de potencial hidrogeniônico do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	79
Tabela 26. Resultados analíticos do nitrogênio total (mg/L N) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	81

Tabela 27. Resultados analíticos de organofosforado e carbamatos ($\mu\text{g/L}$) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	81
Tabela 28. Resultados analíticos de coliformes totais ((MP/100 mL) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	82
Tabela 29. Resultados analíticos de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	84
Tabela 30. Resultados analíticos de bactéria aeróbias mesófilas do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.....	87
Tabela 31. Matriz de correlação de Spearman dos parâmetros amostrados considerando todos os pontos coletados em conjunto.....	91
Tabela 32. Matriz de correlação de Spearman dos parâmetros amostrados da fase Rio.....	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pontos amostrados do ribeirão João Leite, córrego Onça e córrego Cana Brava durante as 4 campanhas.....	42
Figura 2. Ponto amostrado: P 1, montante do ribeirão João Leite.....	43
Figura 3. Ponto amostrado: P 2 (Eixo córrego Barreiro) do reservatório do ribeirão João Leite.....	43
Figura 4. Ponto amostrado: P 3 (próximo a BR 153) do reservatório do ribeirão João Leite no mês de março de 2017.....	44
Figura 5. Ponto amostrado: P 4 (eixo do córrego Barreiro) do reservatório do ribeirão João Leite.....	44
Figura 6. Ponto amostrado: P 5 (ao lado da BR 153) do reservatório do ribeirão João Leite no mês de março de 2017.....	45
Figura 7. Ponto amostrado: P 6 (ao lado da BR 153) do reservatório do ribeirão João Leite.....	45
Figura 8. Ponto amostrado: P 7 do reservatório do ribeirão João Leite e P 8 a jusante do ribeirão João Leite.....	45
Figura 9. Ponto de monitoramento T 1 do córrego Onça no mês de março de 2017.....	46

Figura 10. Ponto amostrado: T 2 do córrego Cana Brava no mês de março de 2017.....	47
Figura 11. Barragem do ribeirão João Leite.....	47
Figura 12. Média dos resultados do Índice de Qualidade das Águas (IQA) do ribeirão João Leite, do córrego Onça e Cana Brava durante as estações chuvosa e seca.....	57
Figura 13. Média dos resultados do Índice de Qualidade das Águas (IQA) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Onça e Cana Brava, durante as estações seca e chuvosa.....	58
Figura 14. Média dos resultados do IQA (Índice de Qualidade das Águas) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.....	59
Figura 15. Média dos resultados do parâmetro cor (mg Pt/L) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.....	61
Figura 16. Média dos resultados do parâmetro turbidez (UNT) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.....	63
Figura 17. Média dos resultados do parâmetro temperatura (°C) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.....	64
Figura 18. Média dos resultados do parâmetro resíduo total (mg/L) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.....	66

Figura 19. Média dos resultados do parâmetro cloreto (mg/L Cl) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.....68

Figura 20. Média dos resultados do parâmetro condutividade (μS) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.....69

Figura 21. Média dos resultados do parâmetro demanda bioquímica do oxigênio (mg/L O_2) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.....71

Figura 22. Média dos resultados do parâmetro oxigênio (mg/L O_2) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.....73

Figura 23. Média dos resultados do parâmetro demanda química do oxigênio (mg/L O_2) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante a 4ª campanha.....75

Figura 24. Média dos resultados do parâmetro dureza (mg/L CaCO_3) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.....76

Figura 25. Média dos resultados do parâmetro potencial hidrogeniônico do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.....80

Figura 26. Média dos resultados do parâmetro coliformes totais (NMP/100 mL) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.....83

Figura 27. Média dos resultados do parâmetro coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.....85

Figura 28. Margem do córrego Cana Brava (T 2A) com fezes de gado.....86

Figura 29. Carcaça de bovino às margens desmatadas do córrego Cana Brava (T 2A).....88

Figura 30. Média dos resultados do parâmetro bactéria aeróbias mesófilas (UFC) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.....88

LISTA DE ABREVIATURAS

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

DBO – Demanda Bioquímica do Oxigênio

DQO – Demanda Química do Oxigênio

ETA – Estação de Tratamento de Água

IQA – Índice de Qualidade das Águas

OD – Oxigênio Dissolvido

SANEAGO - Companhia de Saneamento de Goiás

PUC-GO – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	21
2. OBJETIVOS	23
2.1. Objetivo Geral	23
2.2. Objetivos Específicos	23
3. REFERENCIAL TEÓRICO	24
3.1 Disponibilidade Hídrica do Brasil.....	24
3.2 Reservatórios de Água.....	24
3.3 Disponibilidade de Água em Reservatórios do Brasil e do Mundo.....	25
3.4 Bacia Hidrográfica do Paraná.....	26
3.5 Monitoramento da Qualidade de Água.....	26
3.6 Qualidade das Águas no Brasil e no Mundo.....	27
3.7 Legislação Nacional para Água Superficiais.....	28
3.8 Índice de Qualidade das Águas (IQA).....	28
3.9. Parâmetros de Qualidade de Água.....	29
3.9.1 Parâmetros Físicos de Qualidade de Água.....	29
3.9.1.1 Cor.....	29
3.9.2 Turbidez.....	29
3.9.3 Temperatura da Água.....	30
3.9.4 Resíduo Total ou Sólidos Totais.....	31
3.10 Parâmetros Químicos de Qualidade de Água.....	31
3.10.1 Cloreto.....	31
3.10.2 Condutividade Elétrica.....	31
3.10.3 Demanda Bioquímica do Oxigênio.....	31
3.10.4 Demanda Química do Oxigênio.....	32
3.10.5 Dureza Total.....	32
3.10.6 Ferro Total.....	33
3.10.7 Fósforo Total.....	33
3.10.8 Ortofosfato Total.....	34
3.10.9 Oxigênio Dissolvido.....	34
3.10.10 pH.....	35
3.10.11 Nitrogênio Total.....	36
3.10.12 Pesticidas.....	36
3.10.13 Utilização de Agrotóxicos no Brasil e no Mundo.....	37
3.10.14 Organofosforados e Carbamatos.....	38
3.11 Parâmetros Bacteriológicos de Qualidade de Água.....	39
3.11.1 Coliformes Totais e Termotolerantes.....	39
3.11.2 Bactérias Heterotróficas ou Aeróbios Mesófilos.....	40
4. MATERIAL E MÉTODOS	41
4.1 Área de Estudo e Pontos de Coleta.....	41
4.2 Coordenadas Geográficas e Figuras.....	42
4.3 Clima da região de estudo.....	48

4.4 Amostra e Amostragem.....	48
4.5 Cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA).....	49
4.6 Metodologia Analítica de Qualidade de Água.....	50
4.6.1 Realização das Análises Laboratoriais.....	50
4.7 Parâmetros Físicos.....	50
4.7.1 Cor.....	50
4.7.2 Turbidez	50
4.7.3 Temperatura da água e do ar.....	51
4.7.4 Resíduo Total ou Sólidos Totais.....	51
4.8 Parâmetros Químicos.....	51
4.8.1 Cloreto.....	51
4.8.2 Condutividade Elétrica	51
4.8.3 Demanda Bioquímica do Oxigênio.....	52
4.8.4 Demanda Química do Oxigênio.....	52
4.8.5 Dureza Total.....	52
4.8.6 Ferro Total.....	52
4.8.7 Fósforo Total.....	52
4.8.8 Ortofosfato Total.....	53
4.8.9 Oxigênio Dissolvido.....	53
4.8.10 pH.....	53
4.8.11 Nitrogênio Total.....	53
4.8.12 Organofosforado e Carbamatos.....	54
4.9 Parâmetros Bacteriológicos.....	54
4.9.1 Coliformes Totais e Termotolerantes.....	54
4.9.2 Bactérias Heterotróficas ou Aeróbios Mesófilos.....	54
4.10 Análise de Dados.....	55
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
5.1 Índice de Qualidade das Águas.....	56
5.2 Parâmetros Físico de Qualidade de Água.....	60
5.2.1 Cor e Turbidez.....	60
5.2.2 Temperatura da Água.....	60
5.2.4 Resíduo Total ou Sólidos Totais.....	65
5.3 Parâmetros Químicos de Qualidade de Água.....	66
5.3.1 Cloreto.....	66
5.3.2 Condutividade Elétrica.....	68
5.3.3 Demanda Bioquímica do Oxigênio, Oxigênio Dissolvido e Demanda Química do Oxigênio.....	69
5.3.4 Dureza Total.....	75
5.3.5 Ferro Total.....	77
5.3.6 Fósforo Total e Ortofosfato Total.....	77
5.3.7 pH.....	79
5.3.8 Nitrogênio Total.....	80
5.4 Pesticidas.....	81
5.4.1 Organofosforado e Carbamatos.....	81
5.5 Parâmetros Bacteriológicos de Qualidade de Água.....	82
5.5.1 Coliformes Totais.....	82
5.5.2 Coliformes Termotolerantes.....	83
5.5.3 Bactérias Heterotróficas ou Aeróbios Mesófilos.....	87
5.6 Correlação Entre Parâmetros.....	89
6. CONCLUSÕES.....	93

7. REFERÊNCIAS.....	94
---------------------	----

1. INTRODUÇÃO

Os seres vivos dependem da água em seus processos básicos e os organismos aquáticos são extremamente influenciados pelas propriedades químicas, físicas e térmicas da água (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

A água é utilizada pelos seres humanos para suas atividades econômicas, pessoais e sociais. Esta é de fundamental importância no meio ambiente devido suas funções. Além de seu papel primordial na saúde, economia e qualidade de vida humana. Porém o processo de diversificação do uso da água tem provocado alterações na sua qualidade devido a ação antrópica e quando se trata de abastecimento humano a quantidade e qualidade da água são indispensáveis (SOUZA et al., 2014).

Do volume total de água que está armazenada nos principais reservatórios do planeta Terra, 97,5% formam os oceanos e mares e 2,5% a água doce. A maior parte da água doce forma as calotas polares, geleiras e neves que cobrem os cumes das montanhas mais altas da Terra. Dentre a água doce 68,9% estão nas calotas polares e geleiras, 29,9% é constituído pelas águas subterrâneas, 0,9% corresponde a umidade dos solos e as águas de pântanos e somente 0,3% estão dispostas nos rios e lagos (REBOUÇAS, 2006).

Nesse cenário mundial, o Brasil se destaca pela grande descarga de água doce dos seus rios, com uma produção hídrica de 177.900 m³/s e mais 73.100 m³/s da Amazônia internacional. Desta forma, o Brasil representa 53% da produção de água doce do continente Sul Americano com 334.000 m³/s, 12% do total mundial (REBOUÇAS, 2006).

Desta quantidade de água doce disponível no país destacam-se os rios que são responsáveis pela formação das bacias hidrográficas. O território brasileiro abriga 12 bacias hidrográficas: Amazônica, Tocantins-Araguaia, Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Nordeste Oriental, Parnaíba, Atlântico Nordeste Oriental, São Francisco, Atlântico Leste, Paraguai, Paraná, Sudeste Uruguai e Atlântico Sul (BRASIL, 2016a).

Na bacia do Paraná, na região Centro-Oeste do Brasil encontramos a sub bacia hidrográfica do ribeirão João Leite. Este ribeirão é afluente do rio Meia Ponte. Estes dois mananciais são as principais fontes de água superficial do estado de Goiás utilizados para captação de água. Ambos são utilizados ao abastecimento humano de uma parcela da região metropolitana de Goiânia compreendendo os municípios de Goiânia, Trindade e Aparecida de Goiânia. Estes municípios possuem uma população estimada para o ano de 2016 de 2.100.159 habitantes (FERREIRA et al., 2011; IBGE, 2017).

O ribeirão João Leite possui uma barragem. As dificuldades com esse empreendimento é a especulação imobiliária, o estímulo ao adensamento populacional – que aumenta a quantidade regional de efluentes, a utilização do lago para fins recreativos, eutrofização do reservatório e proximidade da BR 153, com consequente tráfego de caminhões até mesmo com substâncias tóxicas (GOIÁS, 2015).

O barramento de corpos d'água naturais como o ribeirão João Leite tipicamente ocasionam impactos ambientais, sociais e econômicos. Estes reservatórios ocasionados pela ação antrópica já são construídos a milhares de anos e tomaram grande destaque no século XIX e XX. Atualmente todos os principais rios dos continentes possuem reservatórios. O planeta possui mais de 10.000 km³ de águas represadas ocupando uma área com cerca de 650.000 km² (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

A qualidade dessas águas provém das condições naturais dos recursos hídricos e da ação antrópica que os influencia. A ação antrópica é responsável por alterações no ambiente aquático principalmente promovendo alterações espaciais nos sistemas fluviais, lançamento de cargas nesses sistemas hídricos e alteração do solo urbano e rural (TUCCI et al., 2000).

Para se avaliar a qualidade da água bruta destinada ao abastecimento público é utilizado o Índice de Qualidade das Águas (IQA). Este utiliza-se de parâmetros indicadores de contaminação por efluentes, principalmente domésticos. O IQA é formado por nove parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), coliformes termotolerantes, pH, Demanda Bioquímica do Oxigênio (DBO), temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total (BRASIL, 2017).

De acordo com a qualidade da água esta pode ser considerada potável ou poluída. A água potável é aquela utilizada ao abastecimento público bem como a utilização na preparação de alimentos. No Brasil para a água ser considerada potável ela não pode oferecer risco à saúde, por isso, os parâmetros devem estar de acordo com a legislação de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano. Já a poluição é definida como degradação da qualidade ambiental que prejudica a segurança, bem-estar e saúde da população, afeta a biota, lança matérias contrárias aos padrões ambientais e cria condições adversas a atividades econômicas e sociais (BRASIL, 1981; BRASIL, 2011).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava no reservatório Dr. Henrique Santillo nos meses de novembro de 2016 à setembro de 2017.

2.2. Objetivos Específicos

- Definir o Índice de Qualidade das Águas (IQA) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava no período chuvoso e na estiagem.
- Comparar os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos com o período chuvoso e de estiagem.
- Caracterizar os aspectos físicos, químicos e bacteriológicos da água do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava, e se estes estão dentro dos padrões estabelecidos para captação e abastecimento público;
- Caracterizar a ocorrência de organofosforado e carbamatos na água do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava no período chuvoso e de estiagem.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Disponibilidade Hídrica do Brasil

A disponibilidade hídrica do Brasil é confortável em relação ao restante do mundo. Porém a distribuição é heterogênea. A bacia hidrográfica amazônica apresenta uma vazão média de 205.000 m³/s, restando somente 55.000 m³/s para as outras bacias, totalizando em 260.000 m³/s, portanto a bacia amazônica apresenta cerca de 78,84% do presente em todo o território nacional. Além da questão espacial, o país sofre variações ao longo do ano relacionadas ao regime das precipitações. Na maior parte do território nacional a sazonalidade é marcada por estações chuvosas e de estiagem (BRASIL, 2016b).

3.2 Reservatórios de Água

Os primeiros reservatórios de água foram construídos para irrigação e prevenção de cheias, irrigação de lavouras, abastecimento público de água potável, navegação, abastecimento hídrico industrial e recentemente para recreação e geração de energia. Duas características dos reservatórios estão interligadas e são primordiais: a quantidade e a qualidade da água. A quantidade é o interesse primário de um reservatório, pois não se pode utilizar mais água do que o disponível. A Qualidade é uma grande preocupação devido a degradação ambiental e o uso dos reservatórios. A recreação e os inúmeros usos do reservatório a jusante causam danos ao abastecimento industrial e público e em ambientes tropicais são as premissas necessárias para a propagação de doenças hídricas (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Além dos principais usos dos reservatórios citados acima podemos destacar outras finalidades: serve para purificar a água, deter sedimentos, matéria orgânica e outros nutrientes em excesso, além de eliminar impurezas; Serve para lazer com atividades em solo e lacustre; Serve para atividades agrícolas: berçários de peixes, aquicultura, produção de plantas aquáticas e de outros seres; Parcelas dos reservatórios podem ser designadas para a preservação da fauna, flora ou fins estéticos (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Os reservatórios de água por sua vez apresentam vantagens e desvantagens. As desvantagens são há grandes perdas de água pelo processo de evaporação; As terras a serem alagadas para sua construção desmatam florestas, plantações e deslocam populações humanas e de animais; Os processos de migração e desova de peixes são prejudicadas; As plantações e estuários a jusante dos reservatórios são privadas de silte rico em nutrientes. As vantagens é que são úteis para recreação e pesca; Podem produzir energia elétrica de forma barata; Normalmente ocorrem poucas inundações a jusante; Fornecem água durante o ano

todo para as mais diversas atividades humanas, principalmente para a irrigação (MILLER, 2011).

Em reservatórios tanto o nitrogênio quanto o fósforo são considerados nutrientes e são limitantes na sobrevivência do fitoplâncton. Concentrações muito baixa destes em camadas superficiais demonstram equilíbrio na produção e consumo do zooplâncton e de peixes (STRASKRABA; TUNDISI, 2013)

3.3 Disponibilidade de Água em Reservatórios do Brasil e do Mundo

O planeta terra apresenta 10.000 km³ de águas represadas perfazendo uma área com cerca de 650.000 km² (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Na tabela 1, é apresentada a quantidade de água do ano de 2003 armazenada em reservatórios nos continentes do planeta. O continente que apresenta maior quantidade dessa água é o Norte Americano seguido dos continentes Asiático, Europeu, América do Sul, África Subsaariana, Oriente Médio/Norte da África, América Central/Caribenha e Oceania (FOUNDATION FOR WATER RESEARCH ALLEN HOUSE, 2010).

Tabela 1. Quantidade de água (km³) armazenada em reservatórios no ano de 2003.

Continente	Armazenamento de Água em Reservatórios (km ³) – 2003
África Subsaariana	580
América Central e Caribenha	150
América do Norte	1 922
América do Sul	969
Ásia	1 299
Europa	1 199
Oceania	111
Oriente Médio e Norte da África	385
MUNDO	6 615

Fonte: Foundation for Water Research Allen House (2010).

Já os reservatórios artificiais brasileiros quando estão com sua capacidade máxima apresentam 3607 m³ de volume por habitante. Essa disponibilidade é superior a vários continentes. A região hidrográfica que apresenta o maior volume de água armazenada per capita é a do Tocantins-Araguaia devido o armazenamento para o setor elétrico das usinas de Tucuruí, Serra da Mesa e da quantidade populacional dessa região. Já a região hidrográfica do Paraná possui 248.042 hm³ de água armazenada quando está em seu potencial máximo, porém é a que possui maior índice populacional, deixando em patamar intermediário (BRASIL, 2013), (Tabela 2).

Tabela 2. Volume armazenado de água nos reservatórios brasileiros por região, quantidade populacional, capacidade de armazenamento e per capita (BRASIL, 2013).

Região hidrográfica	População (2010)	Armazenamento (hm ³)	Capacidade/per capita (m ³ /hab)
Tocantins-Araguaia	8.572.716	115.798	13.508
Atlântico Sul	13.396.180	151.427	11.304
São Francisco	14.289.953	74.062	5.183
Paraná	61.290.272	248.042	4.047
Paraguai	2.165.938	7.470	3.449
Uruguai	3.922.873	13.289	3.388
Amazônica	9.694.728	21.140	2.181
Atlântico Nordeste Oriental	24.077.328	25.992	1.080
Atlântico Leste	15066.543	14.242	945
Atlântico Nordeste Ocidental	-	6.244.419	-

3.4 Bacia Hidrográfica do Paraná

A bacia hidrográfica do Paraná apresenta 879.873 km², com vazão média de 11.414 m³/s e abrange os Estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, São Paulo e Distrito Federal. Seus principais rios são Paraná, Paranapanema, Grande, Iguaçu, Paranaíba e Tietê. Possui uma população de 61,3 milhões de habitantes, dos quais 57,1 milhões vivem na zona urbana, com densidade demográfica de 69,7 hab/km². Noventa e sete por cento da população urbana possui rede de abastecimento de água e 59,8% por rede de esgoto sanitário sendo que 44% do efluente produzido é tratado. No ano de 2008, a carga orgânica doméstica remanescente foi de 1.779 toneladas DBO/dia, 32,3% da carga do país. Nesta bacia, a qualidade da água é monitorada em 891 pontos, 28 deles no estado de Goiás. As principais atividades econômicas são agricultura, pecuária, geração de energia, indústria, exploração e beneficiamento madeireiro e mineral *etc.* Em 2008 foram 346 internações em 100 mil habitantes por doenças infecciosas e parasitárias (BRASIL, 2012a).

3.5 Monitoramento da Qualidade de Água

Uma rede de monitoramento da qualidade da água geralmente possui os seguintes objetivos: avaliar a qualidade e adequabilidade da mesma; acompanhar e realizar medidas de controle da poluição do manancial e da bacia onde está inserido; avaliar todo o ambiente: água, material biológico e sedimento (BENETTI; BIDONE, 2013).

Quando um poluente é lançado no meio aquático alguns compostos iniciarão um processo para diminuir sua concentração através da difusão, dispersão e transformações químicas e microbiológicas. Além de poderem ser transferidas para a atmosfera por volatilização, para os sedimentos por deposição de partículas e para a microbiota por material biológico (BENETTI; BIDONE, 2013).

Já segundo Souza e Gastaldini (2014) as características da qualidade da água são reflexo das condições ambientais da bacia nela inserida e o seu monitoramento ajuda na detecção de alterações antrópicas e aumentam o conhecimento ecológico do ecossistema.

O regime de chuvas por exemplo, pode alterar a qualidade da água devido o escoamento e da diluição que provoca no ambiente. Os parâmetros fósforo total e nitrogênio amoniacal podem aumentar nesse período (WANG et al., 2014).

Portanto as informações do monitoramento da qualidade da água bruta são primordiais para se propor as tecnologias utilizadas no tratamento e na avaliação do desempenho das Estações de Tratamento de Água (ETA). Por isso, ao se escolher um manancial para abastecimento público deve ser precedido de um profundo estudo da qualidade da água. Uma forma que tem sido muito empregada para demonstrar a qualidade das águas são os índices, pois expressam de forma numérica a qualidade do ambiente hídrico (OLIVEIRA et al., 2014).

Usando a correlação de índices de qualidade de água que há entre os parâmetros percebeu-se que a qualidade da água e dos sedimentos afeta os peixes e insetos. Além do mais, concentrações elevadas de coliformes termotolerantes, matéria orgânica e fósforo total demonstram déficit sanitário na bacia, geralmente isto ocorre pela falta de tratamento ou remoção de poluentes produzidos na zona urbana e ou rural (CARVALHO et al., 2015; ZHANG et al., 2014).

Outro fator importante é que em recursos hídricos de forma geral quando os parâmetros fósforo total, cor aparente e turbidez estão em concentrações elevadas contribuem para deterioração da qualidade da água (ROCHA et al., 2014).

Um processo natural que por sua vez ocorre e interfere na qualidade de água é o crescimento, morte e degeneração de plantas aquáticas. Estes processos podem alterar as concentrações de OD, pH, nitrogênio, fósforo, oxidação e oxirredução da matéria orgânica (SANTOS et al., 2010).

Vale ainda ressaltar que as características físico-químicas e biológicas da qualidade das águas são influenciadas pelos fatores ambientais: sazonalidade, natureza hidrológica e pela ação antrópica. Como exemplo disso temos as concentrações de nutrientes, fósforo total e clorofila que são diretamente afetados pelo ventos, regime hidrológico e tipos de solo (AMORIM et al., 2017; MARRETO et al., 2017).

3.6 Qualidade das águas no Brasil e no Mundo

Atualmente o constante consumo de água e a sua poluição contribuem para a sua falta, por isso, é necessário o monitoramento constante de sua qualidade. Devido isso o

gerenciamento e controle ambiental dos recursos hídricos são tentativas viáveis para impedir os problemas ocasionados pela poluição da água e possível comprometimento de uso e minimização de impactos ambientais causados ao meio ambiente (BRAGA et al., 2006).

A qualidade das águas possivelmente é uma das áreas que o Brasil possui menos informações. O país conta com poucas variáveis monitoradas e com poucas estações de monitoramento. Quando estas estações estão em funcionamento há uma periodicidade irregular de controle ambiental, o que dificulta a avaliação da qualidade da água na bacia hidrográfica inserida. Essas informações permitem conhecer a realidade dos recursos hídricos, realizar um planejamento de controle ambiental adequado e o diagnóstico dos impactos antrópicos causados na bacia (BRAGA et al., 2006).

3.7 Legislação Nacional para Águas Superficiais

Para a legislação nacional uma água é considerada doce quando sua salinidade é menor ou igual a 0,4%. Esta ainda a subdivide em classe I, II, III e IV (BRASIL, 2005).

No presente estudo os recursos hídricos estão inseridos na classe II que estabelece as águas destinadas ao consumo humano, após tratamento, a preservação do ecossistema aquático, utilização para recreação, irrigação, aquicultura e atividades de pesca (BRASIL, 2005), (Tabela 3).

Tabela 3. Padrões de referência para nove parâmetros de qualidade de água estabelecidos pela legislação nacional.

Parâmetro	Valor Máximo Permitido
Ph	6 a 9
Cor	≤ 75 mg Pt/L
Turbidez	≤ 100 UNT
Sólidos Totais Dissolvidos	≤ 500 mg/L
Cloretos	≤ 250 mg/L Cl
DBO	≤ 5 mg/L O ₂
Fósforo Total	≤ 0,050 mg/L P*
Oxigênio Dissolvido	≥ 5 mg/L O ₂
Coliformes Termotolerantes	≤ 1.10 ³ NMP/100MI

* Para ambiente intermediários com residência de 2 a 40 dias e tributários diretos. Fonte: BRASIL (2005).

3.8 Índice de Qualidade das Águas (IQA)

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) avalia a utilização desta para abastecimento público e foi desenvolvido no ano de 1970 pela National Sanitation Foundation. No ano de 1975 a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) adaptou esse índice. Hoje é o índice mais utilizados pelos Estados e o Distrito Federal para avaliar a qualidade da água. Este índice é composto por nove parâmetros: coliformes termotolerantes, demanda

bioquímica do oxigênio, fósforo total, oxigênio dissolvido, pH, temperatura, turbidez, nitrogênio e sólidos total (BRASIL, 2012a).

A maioria dos parâmetros adotados no IQA são indicadores de contaminação por efluentes domésticos. Este índice, porém, possui limitações uma vez que não compreende substâncias tóxicas tais como: compostos orgânicos, pesticidas e metais. Além de protozoários patogênicos e outras substâncias com propriedades organolépticas na água (BRASIL, 2017).

3.9 Parâmetros de Qualidade de Água

A avaliação da qualidade da água de um rio é determinada por seus parâmetros ou substâncias nela contida. Estes permitem caracterizar as condições hídricas para seu uso ou preservação. Esses parâmetros podem ser físicos, químicos ou biológicos. (TUCCI, 2005).

3.9.1 Parâmetros Físicos de Qualidade de Água

3.9.1.1. Cor

A cor presente na água é o produto de substâncias dissolvidas desse ambiente. Geralmente esta característica se torna acentuada quando se encontra presente minérios, principalmente ferro e manganês, ou de matéria orgânica, efluentes industriais ou domésticos. Em águas para abastecimento público a cor é esteticamente indesejável. Por isso sua medida é fundamental para não haver reprovação do consumidor que pode recorrer a outras fontes de abastecimento de forma insegura (BRASIL, 2012b; MOTA, 2008).

A origem natural deste parâmetro geralmente não apresenta risco a saúde humana. Porém no processo de cloração da água das Estações de Tratamento de Água (ETAs) quando tem se matéria orgânica dissolvida relacionada a cor pode formar produtos potencialmente cancerígenos como por exemplo clorofórmio ou trihalometanos. Já a origem industrial pode ou não apresentar toxicidade. A Água bruta com valores de cor inferiores a 25 uC (unidade de cor) não necessitam de coagulação química e filtração para o abastecimento público. Águas com cor acima desse valor necessitam de mais trabalho operacional no tratamento da água (VON SPERLING, 2014b).

3.9.2 Turbidez

A turbidez é a interferência da penetração da luz na água, com característica turva da mesma devido à presença de sólidos em suspensão, algas, zinco, ferro, manganês, matéria orgânica, efluentes industriais e domésticos e solo resultante de processos erosivos. Trata-se de um padrão organoléptico da água destinada a abastecimento público e indicador sanitário. É muito importante no tratamento da água, uma vez que, águas com turbidez elevada pode

formar flocos pesados e rapidamente decantáveis. Uma desvantagem desse parâmetro é que pode dificultar a ação de desinfetantes no combate a microrganismos, pois ajuda na proteção destes a sua ação (BRASIL, 2012b; VON SPERLING, 2014b).

Este parâmetro em médias e altas concentrações acarretam dificuldade para o tratamento de água. Além de induzir a sedimentação de reservatórios e sua vida útil. Águas muito turvas também afetam os peixes pelo efeito negativo no plâncton que servem de alimento e os tornando mais facilmente predados. Normalmente o aumento da turbidez está condicionado aos períodos de chuvas mais intenso por aumentarem as erosões (STRASKRABA; TUNDISI, 2013).

A origem natural da turbidez não traz problemas sanitários diretos, somente é esteticamente desagradável, porém os sólidos em suspensão presentes podem servir de abrigo a microrganismos patogênicos. Já a origem antropogênica pode ocorrer por produtos tóxicos, microrganismos patogênicos ou diminuir a fotossíntese devido à dificuldade da propagação da luz. Na água bruta quando a turbidez está cerca de 20 uT (unidade de turbidez) pode ser digerida pela filtração lenta e coagulação química. Os valores superiores a 50 uT requerem uma etapa de filtração anterior que pode ser por um pré-filtro grosseiro ou coagulação química (VON SPERLING, 2014b).

Recursos Hídricos com grande quantidade de matéria orgânica provocam o aumento da turbidez resultando na diminuição da luminosidade no ambiente e no processo de fotossíntese promovido por algas e plantas submersas (LOBO et al., 2015).

3.9.3 Temperatura da Água

A temperatura da água é a medição da quantidade de calor do ambiente e influência nas suas reações físicas, químicas e biológicas. Sua origem natural é da transferência de calor por condução, convecção (atmosfera e ar) e radiação. A origem antropogênica é por despejos industriais e águas de torres de resfriamento. As elevações de temperatura diminuem a solubilidade de gases (OD) e aumentam a transferência de gases, podendo causar mau cheiro, quando o gás é liberado gera um odor desagradável (VON SPERLING, 2014a).

Esse indicador da água superficial é influenciado pela estação do ano, altitude, latitude, longitude, período de estiagem e chuvoso, clima da região e profundidade. Quando a amostra é coletada em ambientes pouco profundo a temperatura ambiental interfere diretamente na temperatura da água, principalmente durante o verão. Os efluentes por sua vez tendem a aumentar a temperatura do ambiente aquático (MENEZES et al., 2016; PASSIG et al., 2015).

3.9.4 Resíduo Total ou Sólidos Totais

Todos os poluentes da água, somente com exceção dos gases dissolvidos, são fatores que contribuem para a quantidade de sólidos presentes em uma amostra. Os sólidos são classificados pelas suas características físicas: sólidos coloidais, em suspensão ou dissolvidos. Pelo seu tamanho em sólidos dissolvidos (filtráveis) e suspensos (não filtráveis). Os sólidos dissolvidos são os capazes de passar por papel filtro de tamanho específico, já os que possuem maiores dimensões retidos em filtro são chamados de sólidos em suspensão e os sólidos coloidais são os que ficam em uma faixa intermediária entre os sólidos dissolvidos e os suspensos (VON SPERLING, 2005).

Os rios durante o período de estiagem são abastecidos principalmente pelo escoamento subsuperficial, por isso ocorre a redução de sólidos e de poluentes que penetram os recursos hídricos (ANDRIETTI et al., 2016).

3.10 Parâmetros Químicos de Qualidade de Água

3.10.1 Cloreto

Os cloretos são compostos que podem estar presentes naturalmente na água na forma de cloreto de sódio (NaCl), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), porém pode ser utilizado como indicador de poluição em consequência de efluentes doméstico e industriais e de águas utilizadas na irrigação. Já a origem natural se dá pela introdução de águas salinas ou dissolução de minerais. Quando apresentam concentrações elevadas causam sabor salgado restringindo o uso da água, podendo causar reações fisiológicas, efeito laxativo ou até aumentar a corrosividade da água. Os métodos tradicionais de tratamento de água não são capazes de remover esse composto, somente podem ser removidos por eletrodialise – troca iônica ou por osmose reversa (BRASIL, 2012b; MOTA, 2008; VON SPERLING, 2014b)

3.10.2 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica é quantidade de íons presentes na água, por isso quanto maior a quantidade de íons dissolvidos maior será a condutividade elétrica. Os íons lidos neste parâmetro são cálcio, carbonatos, carbonetos, cloretos, sulfatos, sódio e potássio, não fornece qual o íon presente naquela amostra, porém é um indicador de impactos ambientais causados na bacia hidrográfica por resíduos minerais e industriais bem como outros tipos de efluentes (STEFFENS et al., 2015; WU et al., 2017)

3.10.3 Demanda Bioquímica do Oxigênio

A DBO (Demanda Bioquímica do Oxigênio) é a quantidade de oxigênio utilizado para oxidação da matéria orgânica. Esta analisa os compostos orgânicos naturais tais como:

carboidratos, lipídeos e proteínas. Se a quantidade de matéria orgânica for excessiva a concentração de oxigênio dissolvido irá diminuir devido as bactérias aeróbias consumirem o oxigênio, podendo causar mortandade de peixes. Águas com índices de DBO de 10 mg/L^{-1} estão poluídas e só podem ser utilizadas para abastecimento público após tratamento de potabilização (MATOS, 2010; PHILIPPI; SILVEIRA, 2005).

Em um recurso hídrico altos índices de DBO demonstram contaminação principalmente por matéria orgânica. Isso se explica devido o aumento da temperatura, aumento da evaporação, a baixa pluviosidade e a alta incidência da luz solar. Os efluentes domésticos, sem tratamento e a agropecuária são as principais fontes de matéria orgânica (ESTEVES, 2011; SANTOS et al., 2017; SOUZA; GASTALDINI, 2014;).

Valores elevados de forma significativa de DBO, isto é, acima do permitido pela legislação nacional demonstram a interferência da ação antrópica no meio aquático que pode ser pelo uso e ocupação do solo, pela disposição de esgoto doméstico no recurso hídrico, bem como a deficiência em saneamento ambiental (MARANHO et al., 2017; MEDEIROS et al., 2016).

3.10.4 Demanda Química do Oxigênio

A Demanda Química do Oxigênio (DQO) demonstra a quantidade de oxigênio necessário para um oxidante químico forte degradar a matéria orgânica. É geralmente empregada para determinar a oxidação de materiais orgânicos e inorgânicos presentes em água, efluentes domésticos ou industriais. Não é um teste específico porque não é capaz de diferenciar a matéria orgânica da inorgânica e nem a quantidade total de carbono orgânico. Em águas superficiais não poluídas as concentrações são menores de 20 mg/L de O_2 e nas poluídas em até mais de 200 mg/L de O_2 . Já em águas de residuais industriais podem ter valores entre 100 a 60.000 mg/L de O_2 (OMS, 1996).

3.10.5 Dureza Total

A dureza é a soma dos íons cálcio e magnésio presentes na água. Estes são expressos na forma de carbonato de cálcio. Pode ser temporária ou permanente. A dureza permanente ocorre devido a presença de bicarbonatos e magnésio. É temporária porque é decomposta em gás carbono, água e carbonos insolúveis que se precipitam pela ação do calor. Provoca incrustações e resiste a sabões. Já a dureza permanente ocorre pela presença de cloretos, sulfatos, nitratos de cálcio e magnésio presentes na água, também é resistente a sabões, porém não causam incrustações devido sua capacidade de solubilidade e nem se decompõe com o calor (BRASIL, 2012b).

A origem natural da dureza decorre de rochas calcárias e a origem antropogênica ocorre por despejos industriais. Neste parâmetro não há evidências científicas que causem danos sanitários, somente alguns estudos apontam que em altas concentrações podem levar a uma menor incidência de doenças cardíacas. Para águas de abastecimento público dureza <50 mg/L de CaCO₃ demonstra água mole, entre 50 e 149 mg/L dureza moderada, entre 150 e 300 mg/L água dura e maior que 300 mg/L água muito dura (VON SPERLING, 2014b).

3.10.6 Ferro Total

O Ferro (Fe²⁺) é um elemento químico presente em diversos tipos de solo de forma insolúvel. Quando há ausência de oxigênio dissolvido ele está na forma solúvel. Caso a água contenha formas reduzidas desse elemento e entre em contato com o ar atmosférico oxida, se torna insolúvel novamente, precipita e pode gerar cor na água manchando roupas durante o processo de lavagem. A origem natural do ferro é pela dissolução de compostos do solo ou por despejos industriais. É normalmente encontrado em águas naturais e com pouco valor sanitário. Em altas concentrações pode causar odor e sabor a água. Para águas potáveis o valor máximo de ferro permitido é de 0,3 mg/L de Fe (VON SPERLING, 2014b).

As atividades agrícolas são uma das atividades humanas responsáveis por altos teor de ferro, pois com a interação da água da chuva com a infiltração no solo rico em sedimento contamina as águas subterrâneas e conseqüentemente as águas superficiais (BATASYAL; CHAKRABORTY, 2015).

3.10.7 Fósforo Total

O fósforo é um composto químico encontrado na água principalmente na forma de fósforo orgânico, ortofosfato ou polifosfato. O último é formado por dois ou mais átomos de fósforo em moléculas complexas. A origem natural do fósforo é na composição celular dos microrganismos, decomposição da matéria orgânica e na dissolução de compostos orgânicos. Já a origem antropogênica ocorre devido o uso de fertilizantes, detergentes, despejos industriais e domésticos. Esse elemento não apresenta problemas sanitários para águas de abastecimento público. É um nutriente fundamental para o crescimento de microrganismos que estabilizam a matéria orgânica. Além de ser indispensável ao crescimento de algas de represas e lagos e quando encontrados em elevadas concentrações pode levar a eutrofização, ou seja, ao crescimento exagerado desses organismos. Quando o P <0,01-0,02 mg/L temos um ambiente não eutrófico, P < 0,02 e 0,05 mg/L temos um estágio intermediário e P > 0,05 mg/L eutrófico. A Tabela 4 classifica as águas superficiais quanto a sua concentração de fósforo (VON SPERLING, 2014a).

Tabela 4. Classificação de águas superficiais quanto a concentração de fósforo.

Concentração de P (mg/L)	Característica do Reservatório
0 a 0,02	Oligotrófico
0,03 a 0,05	Mesotrófico
0,06 a 0,2	Eutrófico
≥ 0,3	Hipertrófico

Fonte: STRASKRABA e TUNDISI (2013); Von Sperling (2014a)

Altos índices de fósforo podem ser explicados pelas atividades agrícolas devido o uso de fertilizantes químicos que por sua vez apresentam uma grande quantidade deste elemento químico. Estes são levados aos leitos dos rios pelas águas pluviais, processo erosivo do solo e a lixiviação de fósforo orgânico originário de fezes de animais que contribuem para a eutrofização dos recursos hídricos. A pecuária também é fonte de contaminação pelo uso de campos próximo aos mananciais e pelos seus dejetos produzidos (GONÇALVES; ROCHA, 2016; SANTOS et al., 2017).

3.10.8 Ortofosfato Total

São um tipo de fósforo presente na água na qual a sua fórmula mais comum é HPO_4^{2-} . Estão ligados diretamente ao metabolismo biológico e são encontrados nestas fórmulas químicas: PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- e H_3PO_4^- (VON SPERLING, 2014a).

3.10.9 Oxigênio Dissolvido

Os fatores que influenciam o OD na água são temperatura, salinidade, sólidos suspensos e a pressão do gás na atmosfera. Com o aumento da temperatura a solubilidade e capacidade de saturação do oxigênio diminui. Além do mais, em temperaturas elevadas o consumo de oxigênio dissolvido pelas bactérias é mais intenso, ou seja, é maior. Isso ocorre principalmente no verão com o período de estiagem (MATOS, 2010).

Ainda, segundo MATOS (2010) para reintrodução de oxigênio na água é necessário reaeração por cachoeiras ou corredeiras no recurso hídrico e reoxigenação pelas algas ou plantas.

O aumento do OD na água de reservatórios é resultante dos processos de fotossíntese realizada pelo fitoplâncton e sua redução é consequência da degradação de organismos, matéria orgânica, da respiração de algas e bactérias. A decomposição ainda pode ser de material externo como os poluentes orgânicos. Na superfície dos reservatórios baixos índices de OD indicam poluição vinda do exterior, uma vez que, a decomposição da matéria orgânica está sendo maior que a atividade fotossintética. A Tabela 5 demonstra as concentrações de oxigênio ideais de reservatórios temperados (STRASKRABA; TUNDISI, 2013).

Tabela 5. Características de reservatórios de água em relação a concentração de oxigênio dissolvido de acordo com o tempo (STRASKRABA; TUNDISI, 2013).

Concentração de O ₂ (mg/L)	Característica do Reservatório
<2 por longos períodos	Impróprio
<2 por pouco tempo	Não muito adequado
<5	Adequado
>5	Excelente

O parâmetro é indispensável aos seres vivos aeróbios. Em baixa concentração ou ausência afeta a biota aquática, pois é um fator limitante a sobrevivência principalmente de peixes e macroinvertebrados. Sua redução nos recursos hídricos ocorre em consequência de despejos de resíduos orgânicos e da decomposição destes pelos microrganismos que durante esse processo utilizam o oxigênio para respiração. O OD é extremamente influenciado pelo regime de chuvas, pois diluem o volume de água dos mananciais (ARAÚJO; OLIVEIRA, 2013; SOUZA; GASTALDINI, 2014).

As chuvas podem reduzir a quantidade de oxigênio dissolvido em um curso d'água, pois o escoamento pode levar poluição ao canal do recurso hídrico (WANG et al., 2014).

As bactérias utilizam desse tipo de oxigênio em seus processos respiratórios para degradar a matéria orgânica, podendo ocasionar na redução do oxigênio no meio aquático. Dependendo da concentração da diminuição desse elemento pode gerar mortandade dos seres vivos. Se o consumo for total pode gerar mau odores no ambiente. A origem natural desse gás é pela produção dos organismos fotossintéticos ou pela dissolução do ar atmosférico. Já a origem antropogênica é pela introdução de aeração artificial ou pela fotossíntese de organismos de ambientes eutrofizados (VON SPERLING, 2014a).

Segundo Von Sperling (2014b) a porcentagem de saturação do OD é 9,2 mg/L de O₂. Valores acima são indicativos de que as algas estão produzindo oxigênio puro. Já valores bem abaixo da saturação são indicativos de matéria orgânica, provavelmente de efluentes. Um manancial com OD entre 4 a 5 mg/L de O₂ alguns peixes morrem, os mais exigentes. Com OD igual a 2 mg/L todos os peixes morrem. OD igual a 0 mg/L de O₂ demonstra anaerobiose do ambiente.

Outro fator que diminui a quantidade de oxigênio dissolvido é a eutrofização, pois ocorre um aumento excessivo de algas que decompõe e liberam matéria orgânica. Graças esse aumento da matéria orgânica a concentração de OD tende a diminuir (LOBO et al., 2015)

3.10.10 pH

É o potencial hidrogeniônico, ou seja, são os íons de hidrogênio (H⁺). Indicam as condições de neutralidade (pH = 7), acidez (pH <7) ou alcalinidade da água (pH >7). É constituído por sólidos dissolvidos e gases dissolvidos. Sua origem natural é pela fotossíntese,

dissolução de rochas, absorção de gases atmosféricos e oxidação da matéria orgânica. Já a origem antrópica ocorre pela influência de efluentes domésticos ou industriais. Valores elevados de pH podem ser indicativo de esgoto industrial e da proliferação de algas. As variações de pH influenciam o equilíbrio dos compostos químicos. Valores muito baixos ou muito altos podem levar irritação nos olhos ou pele. Além do mais quando os índices de pH estão afastados da neutralidade podem afetar peixes e microrganismos (VON SPERLING, 2005).

Outro fator que vale ressaltar é que este influencia o equilíbrio de compostos químicos (VON SPERLING, 2014b).

3.10.11 Nitrogênio Total

O nitrogênio é um elemento químico que dentro do seu ciclo natural se alterna de várias formas e estados de oxidação. Já no meio aquático é encontrado das seguintes formas de nitrogênio molecular (N_2), nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), amônia livre (NH^3) e ionizada (NH_4^+). É constituído em suspensão e sólidos dissolvidos. Sua origem natural é da composição celular de microrganismos, constituinte de proteínas e compostos biológicos. Já a sua origem antropogênica é devido a fertilizantes, despejos domésticos e industriais. (VON SPERLING, 2014a).

Segundo Von Sperling (2014b) o nitrato está ligado a doenças como a metemoglobinemia, síndrome do bebê azul. O nitrogênio é fundamental para proliferação de algas e para os microrganismos utilizados no tratamento de efluentes. O nitrogênio livre é nocivo aos peixes. Em relação a poluição na forma orgânica ou de amônia demonstra poluição recente, já na forma de nitrato indica poluição remota.

O enriquecimento de nitrogênio presente na água provém do solos através do transporte de erosões ou da lixiviação. Já a ausência deste componente pode ser explicada por ajustes fisiográficos ou geológicos (SAHO et al., 2016).

3.10.12 PESTICIDAS

Os pesticidas quando são empregados de forma correta acarretam pouco problemas no meio ambiente, porém quando utilizados de forma indiscriminada, sem os devidos cuidados na manipulação, produção, estocagem e no destino final, deixam em risco o meio ambiente e saúde humana, principalmente quando são encontrados nos alimentos, solo, água e ar (CASSAL et al., 2014).

Os agrotóxicos de acordo com suas características químicas, da utilização agrícola: frequência do uso, tipo de cultura e dosagem de aplicação e das características ambientais

tais como clima, declividade e tipo de solo podem atingir os recursos hídricos através da deposição atmosférica ou chuvas. Outras formas de contaminação dos mananciais são através de acidentes na fabricação e operação de embalagens, além da disposição de forma inadequada (BRASIL, 2012a).

A presença de pesticidas nos mananciais afeta o tratamento de água, pois exige tecnologias mais complexas das que as convencionais para sua potabilização. Em nosso país, devido seu elevado consumo, uso indiscriminado, intenso e frequente estes apresentam um papel de grande destaque entre os contaminantes ambientais (FERNANDES NETO; SARCINELLI, 2009).

Os tóxicos orgânicos mais comuns em reservatórios são pesticidas, petróleo, fenóis, sulfarctantes e organoclorados. Os pesticidas possuem a capacidade de acumularem nos tecidos de seres vivos ou em sedimentos e trazer danos à saúde humana (STRASKRABA; TUNDISI, 2013).

Atualmente os pesticidas estão sendo encontrados no solo, água, sedimentos e em outros ambientes em concentrações consideráveis devido à proximidade com locais de sua aplicação. Um agravante é que esse tipo de poluição é bioacumulativo podendo ser encontrado na aquicultura, água destinadas ao consumo humano e em outras atividades domésticas (VAN TOAN et al., 2013).

No Brasil a intensidade do uso de defensivos agrícolas tem levado a contaminação dos mananciais por pesticidas. A maior preocupação com essa contaminação se dá com as altas incidências de chuvas, solos arenosos e áreas com relevo planáltico, pois são os responsáveis por se encontrar agroquímicos na água. Para se reduzir essa contaminação é indispensável a preservação da mata ciliar e manejo agrícola adequado (DELLAMATRICE et al., 2014).

O fluxo de água de um rio interfere na concentração de pesticidas detectados, quanto menor seu fluxo menor será sua capacidade de diluição, o oposto ocorre com rios de maior fluxo. Outro fator importante é que a quantidade de pesticidas em lagos geralmente é menor que em rios (PAPADAKIS et al., 2015).

3.10.13 Utilização de Agrotóxicos no Brasil e no Mundo

Agrotóxicos ou pesticidas são itens originados de técnicas químicas, físicas ou biológicas indicados a armazenar e beneficiar artigos agrícolas, setor de produção, pastagens, preservação de florestas implantadas ou nativas. Além dos ambientes: hídricos,

urbanos e industriais. Estes tem o intuito de modificar a composição da fauna ou flora e preservá-las de seres vivos nocivos a esses ecossistemas (BRASIL, 2002).

O mercado brasileiro de pesticida cresceu 190% entre os anos de 2000 a 2010, enquanto que no mundo somente 93%. O Brasil corresponde a 19% do mercado mundial. Um dos grandes problemas relacionados aos agrotóxicos utilizados no país é que apesar de obterem fórmulas bem manipuladas ainda não há estudos minuciosos de muitos de seus compostos (AZEVEDO et al., 2016; JÚNIA, 2012).

No ano de 2015 do total de defensivos agrícolas vendidos no mundo: 3,17 bilhões de dólares eram inseticidas, 3,09 bilhões eram herbicidas, 100 milhões era acaricidas, 2,9 bilhões eram fungicidas e 350 milhões eram de outros tipos. Totalizando em 9,61 bilhões de dólares (AENDA, 2016).

No ano seguinte, 2016, o continente Asiático vendeu 13.866 milhões de dólares em agroquímicos, a América Latina 13.076 milhões, a Europa 11.453 milhões, a América do Norte 9.475 milhões e o restante do mundo 2.115 milhões. Portanto o continente Latino Americano ficou em 2º lugar nessas vendas correspondendo, a 15% do mercado mundial (AENDA, 2017A).

Ainda ano de 2016 o mercado mundial de pesticidas atingiu 56.452 milhões de dólares dos quais 49.920 (88,42%) eram agrícolas e 6.532 (11,57%) não agrícolas (AENDA, 2017B).

3.10.14 Organofosforados e Carbamatos

Os inseticidas organofosforados são formados quimicamente por um átomo de oxigênio ou enxofre, ligados duplamente a átomos de fósforo. Possuem dois grupos metoxi (-OCH₃) ou etoxi (-OCH₂CH₃) unidos por ligações simples a átomos de fósforo. Além de um Radical longo e complexo, ligados a fósforo por oxigênio ou enxofre por ligações simples (BAIRD, 2002).

Os organofosforados são tóxicos e com efeito agudo aos seres humanos e mamíferos de forma geral. Apresentam danos à saúde tanto de quem os aplica quanto dos que entram em contato com os mesmos. Quando são ingeridos, inalados, absorvidos pela pele ou por ingestão oral podem gerar danos imediatos a saúde. Podem se concentrar em tecidos gordurosos, porém se decompõem rapidamente, por isso que esporadicamente são encontrados nas cadeias alimentares. Nos insetos agem como inibidores do sistema nervoso (BAIRD, 2002).

Os carbamatos possuem formula similar aos organofosforados, porém o átomo que ataca a enzima acetilcolina é o átomo de fósforo e não de carbono. Os principais são

Carbofurano, Carbaril e Aldicard. O Aldicard é extremamente tóxico aos seres humanos, já o Carbaril é pouco tóxico, mas é muito tóxico para abelhas (BAIRD, 2002).

Segundo Assis et al. (2012) os carbamatos podem ter efeitos tóxicos agudo mais rápidos se compararmos a outros compostos químicos.

Recentemente um estudo demonstrou que a planta aquática *Elodea canadenses* tem a capacidade de mitigar a toxicidade aguda de organofosforado e outros tipos de inseticidas ajudando a preservar a vida do zooplâncton. Esse estudo evidencia que as plantas aquáticas podem ter essa característica mitigadora de pesticidas (BROGAN; RELYEA, 2017).

3.11 Parâmetros Bacteriológicos de Qualidade de Água

3.11.1 Coliformes Totais e Termotolerantes

Os coliformes totais são um subgrupo da família Enterobacteriaceae com 176 espécies e 40 gêneros. São capazes de fermentar a lactose entre 24 a 48 horas à 35 °C e produzem gás podendo ser entéricas ou não entéricas (SILVA et al., 2010).

Os coliformes termotolerantes são bactérias em forma de bacilos, oxidase-negativa e gram-negativas evidenciadas pela ação da enzima β -galactosidase. Estas são capazes de fermentar a lactose a 44 ± 1 °C e produzem aldeído, gás e ácido. Estão presentes nas fezes de animais homeotérmicos, inclusive humana, podem ocorrer em plantas, solos ou ambientes contaminados por fezes. Ainda são inclusos neste grupo as bactérias de origem não fecal: *Klebsiella pneumoniae*, *Pantoea agglomerans*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae* e *Citrobacter freundii* (BRASIL, 2005; SILVA et al., 2010).

A razão das bactérias do grupo coliforme serem amplamente utilizadas como bioindicadores são por indicar contaminação fecal oriundas de animais e seres humanos, fácil quantificação e detecção, economicamente viáveis e usa-se de técnicas simples para identificação em qualquer tipo de água. Quando encontrada na água sua concentração tem relação direta com a contaminação fecal. Além do mais o tempo de sobrevivência dos coliformes é maior que das bactérias patogênicas entéricas e ainda são mais resistentes a desinfetantes do que as bactérias patogênicas (BRASIL, 2012b).

Segundo Konzen et al. (2015) estão incluídos no grupo dos coliformes termotolerantes bactérias patogênicas capazes de transmitir doenças com veiculação hídrica. Já segundo Carvalho et al. (2015), além de indicarem contaminação por animais endotérmicos também indicam contaminação por efluentes devido a urbanização e falta de estrutura das cidades. Os esgotos podem escoar material fecal que está depositado na região de drenagem do recurso hídrico.

3.11.2 Bactérias Heterotróficas ou Aeróbios Mesófilos

Neste grupo de microrganismos não há um tipo específico de bactéria, porém dá para se obter informações sobre a qualidade de produtos. Quando os índices estão elevados demonstra deficiência sanitária (SILVA et al., 2010).

As bactérias aeróbias mesófilas são caracterizadas por serem exclusivas de ambientes externos aos reservatórios e sempre diminuem devido a sedimentação do fitoplâncton. Nos tributários destes quando estão acima de 105 UFC/mL demonstra poluição significativa (STRASKRABA; TUNDISI, 2013).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo e Pontos de Coleta

A sub-bacia do ribeirão João Leite está inserida na bacia do rio Meia Ponte, no Centro Sul do Estado de Goiás. Considera-se região metropolitana os municípios de Goiânia, Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Goianópolis, Hidrolândia, Nerópolis, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo, Trindade, Bela Vista, Bonfinópolis, Brazabrantas, Caturai, Inhumas, Nova Veneza, Teresópolis, Guapó, Caldazinha e Goianira (MARTINS; SILVA, 2013).

A bacia hidrográfica do ribeirão João Leite está localizada ao Norte de Goiânia, e apresenta uma área de 766,8 km². É situada em uma região de relevo plano e está situada entre as latitudes 16°13' e 16°39' Sul e os meridianos 48°57' e 49°11' Oeste. Compreende os municípios de Ouro Verde de Goiás, Campo Limpo de Goiás, Anápolis, Teresópolis de Goiás, Nerópolis, Goianópolis e Goiânia. Possui maior altitude com 1154 metros e sua menor está na sua foz com 698 metros. Seu desnível é de 456 m em 63 km e declividade média de 8,55%, porém em alguns lugares ultrapassa os 50%. Nesta bacia possui um reservatório ocasionado por um barramento que ocupa 18,66 km². Vinte por cento do solo é utilizado para a agricultura e pastagens e somente 10% da área possui sua vegetação original (ARANHA; FERREIRA, 2013).

A área objeto desse estudo é a região do reservatório Dr. Henrique Santillo e em dois afluentes deste: ribeirão Onça e Cana Brava. Este lago está localizado junto ao morro do Bálsamo, a cerca de 6,5 km do núcleo urbano de Goiânia. Em seu volume máximo operacional a barragem possui um volume de 129 hm³ e é amortecida em seu entorno pela inclusão na área do Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco. Esta barragem possui, como características, altura máxima de 53,5 m, com 472 metros de comprimento na crista e vertedouro central com 50 m de largura, originando um espelho d'água com 1.483,17 ha cercado por 3.651,69 ha de faixa de proteção marginal de 200 m (ARANTES et al., 2015; GOIÁS, 2016a).

Foram escolhidos 8 pontos de coleta no ribeirão João Leite e dois pontos em tributários: ribeirão Onça e Cana Brava. Sendo que no ribeirão João Leite 1 ponto foi coletado a montante, 1 a jusante, perfazendo a fase rio, 06 pontos no reservatório. Esses pontos amostrais foram definidos devido a dificuldade de acesso a outros pontos de coleta e por 6 pontos estarem dentro do cronograma mensal de coletas da SANEAGO. Os dois afluentes foram escolhidos devido a facilidade de acesso a estes.

4.2 Coordenadas Geográficas e Figuras.

As coordenadas geográficas e altitude dos pontos amostrados foram efetuadas utilizando GPS (Tabela 6). Já as figuras foram produzidas utilizando o Excel 2016 ou Start Google Earth Pro. A (figura 1 a 9) demonstram os pontos amostrados (figura 10), a barragem do ribeirão João Leite.

Tabela 6. Coordenadas geográficas, local de referência e altitude dos 8 pontos amostrados do ribeirão João Leite e dos 2 tributários.

Ponto	Fase	Área	Lat. (S)	Long (W)	Alt.(m)
P 1	Rio	Montante	16°29'50.69"	49° 7'23.94"	750
P 2	Reservatório	Eixo próximo posto Japonês	16°30'47.09"	49° 7'22.89"	745
P 3	Reservatório	Próximo a BR 153	16°31'4.73"	49° 7'23.84"	765
P 4	Reservatório	Eixo córrego Barreiro	16°31'22.15"	49° 8'53.19"	740
P 5	Reservatório	Próximo a BR 153	16°32'21.56"	49° 8'56.13"	754
P 6	Reservatório	Eixo córrego Bandeira	16°32'17.49"	49°10'15.70"	730
P 7	Reservatório	Ponto de Captação para Abastecimento	16°33'54.01"	49°12'45.93"	760
P 8	Rio	Jusante da Barragem	16°34'3.01"	49°12'56.30"	720
T 1	Afluente	Córrego Onça	16°29'50.08"	49° 6'24.50"	760
T 2	Afluente	Córrego Cana Brava	16°31'31.41"	49°11'22.79"	750



Figura 1. Pontos amostrados do ribeirão João Leite, córrego Onça e córrego Cana Brava durante as 4 campanhas.



Figura 2. Ponto amostrado: P 1, montante do ribeirão João Leite.



Figura 3. Ponto amostrado: P 2 (Eixo córrego Barreiro) do reservatório do ribeirão João Leite.



Figura 4. Ponto amostrado: P 3 (próximo a BR 153) do reservatório do ribeirão João Leite no mês de março de 2017.



Figura 5. Ponto amostrado: P 4 (eixo do córrego Barreiro) do reservatório do ribeirão João Leite.



Figura 6. Ponto amostrado: P 5 (ao lado da BR 153) do reservatório do ribeirão João Leite no mês de março de 2017.



Figura 7. Ponto amostrado: P 6 (ao lado da BR 153) do reservatório do ribeirão João Leite.

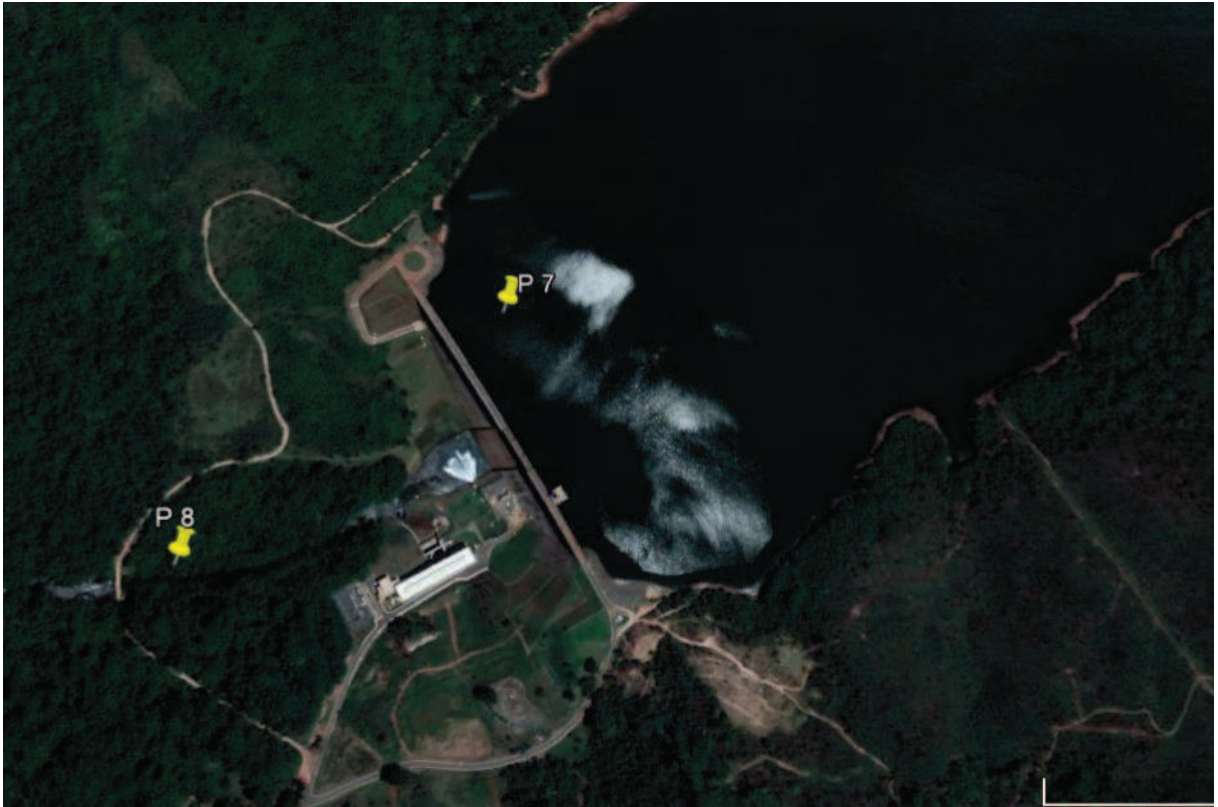


Figura 8. Ponto amostrado: P 7 do reservatório do ribeirão João Leite e P 8 a jusante do ribeirão João Leite.



Figura 9. Ponto amostrado: T 1 do córrego Onça no mês de março de 2017.



Figura 10. Ponto amostrado: T 2 do córrego Cana Brava no mês de março de 2017.



Figura 11. Barragem do ribeirão do Ribeirão João Leite.
Fonte: Goiás (2016a).

4.3 Clima da Região de Estudo

O estado de Goiás apresenta duas estações do ano: seca e chuvosa. A estação seca compreende os meses: abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e até a primeira quinzena de outubro. Já a estação chuvosa corresponde a segunda quinzena de outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março (GOIÁS, 2016b).

4.4 Amostra e Amostragem

O trabalho de campo foi realizado em 4 campanhas nos dias 22 de novembro de 2016, 14 de março de 2017, 13 de junho de 2017 e 12 de setembro de 2017 compreendendo duas campanhas no período chuvoso e duas durante a estiagem. Todas as amostras foram coletadas na superfície da água com cerca de 30 cm de profundidade. As coletas realizadas pela equipe da SANEAGO foram executadas somente no turno matutino e as coletas realizadas pelo autor somente no turno vespertino.

Os trabalhos de coleta das amostras e análises laboratoriais foram desenvolvidos tomando-se como referência as normas e métodos estabelecidos pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).

Os parâmetros físicos que foram analisados são, cor, turbidez, temperatura da água e do ar e resíduo total.

Os parâmetros químicos analisados foram cloreto, condutividade elétrica, Demanda Bioquímica do Oxigênio, Demanda Química do Oxigênio, dureza total, ferro total, fósforo total, ortofosfato, Oxigênio Dissolvido, pH, nitrogênio total organofosforado e carbamatos.

Os parâmetros bacteriológicos analisados foram coliformes totais, termotolerantes e bactérias heterotróficas.

As amostras para a análise dos parâmetros químicos foram coletadas em frasco de polietileno virgem de 2000 mL e 1000 mL, exceto OD e DBO que foram coletados em Winkler de 300 mL, sendo que o OD já foi fixado "in loco" com 2 mL da solução de sulfato manganoso e 2 mL da solução alcalina de iodeto-azida e o nitrogênio total foi coletado em frasco âmbar de 100 mL e previamente fixado com 0,5 mL de ácido sulfúrico PA.

As amostras de água para as análises bacteriológicas foram coletadas em frascos de vidro de 100 mL e com tampa previamente autoclavados a 121°C, durante 15 minutos.

Em campo, "in loco", foi determinado os resultados dos parâmetros: temperatura da água e do ar, pH, condutividade e oxigênio dissolvido dos pontos P 3A, P24A, P 30A, P 36A, P 38 e P 40A por intermédio de uma sonda multiparamétrica. Já o resultados do pH, cor,

turbidez, condutividade e temperatura dos outros pontos foram determinados utilizando seus respectivos aparelhos.

Os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos de qualidade de água foram analisados em duplicatas. Os resultados finais foram as médias das duplicatas.

Os 9 parâmetros pertencentes ao IQA conforme a CETESB, Companhia Ambiental de São Paulo foi calculado utilizando uma planilha do Excel 2016.

4.5 Cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA).

Cada parâmetro do IQA possui um peso (w) que está relacionado a importância na conformação global da água (BRASIL, 2017), (Tabela 7).

Tabela 7. Peso (w) dos Parâmetros de Qualidade da Água (IQA)(BRASIL,2017)

Parâmetro de Qualidade da Água	Peso (w)
Coliformes termotolerantes	0,15
Demanda bioquímica do oxigênio	0,10
Fósforo total	0,10
Oxigênio Dissolvido	0,17
p.H	0,12
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Nitrogênio	0,10
Sólidos Totais	0,08

O IQA varia de 0 a 100. É calculado pelo produto ponderado dos nove parâmetros, conforme a fórmula abaixo (BRASIL, 2017).

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

Onde:

IQA = Índice de Qualidade das Águas

qi = qualidade do i-ésimo parâmetro que varia 0 e 100

wi = peso correspondente ao i-ésimo que varia entre 0 e 1, de forma que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

n = o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Os valores do IQA são classificados em 5 faixas: ótima, boa, razoável, ruim e péssima. As faixas adotadas por cada estado brasileiro variam (Tabela 8).

Tabela 8. Faixas do IQA em 14 estados da federação nacional (BRASIL, 2017).

Faixa do IQA Estados: AL, MG, MT, RJ, RN e RS	Faixa do IQA Estados: BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE e SP	Avaliação da Qualidade da Água
91-100	80-100	Ótima
71-90	52-79	Boa
51-70	37-51	Razoável
26-50	20-36	Ruim
0-25	0-19	Péssima

Parâmetros específicos das variáveis (coliformes termotolerantes, demanda bioquímica do oxigênio, fósforo total, oxigênio dissolvido, pH, temperatura, turbidez, nitrogênio e sólidos totais), foram calculados conforme VON SPERLING (2014a).

4.6 Metodologia Analítica da Qualidade de Água

4.6.1 Realização das Análises Laboratoriais

As análises físico-químicas e bacteriológicas foram realizadas no laboratório de Controle e Monitoramento Ambiental da PUC-GO, área III e bloco J. Localizado na 1ª Avenida, Setor Universitário, Goiânia, Goiás.

A análise de nitrogênio total foi realizada no laboratório de Química da PUC-GO, área III e bloco I. Localizado na 1ª Avenida, Setor Universitário, Goiânia, Goiás.

As análises de organofosforado e carbamatos foram terceirizadas e efetuadas no laboratório da Aqualit, Rua 203, nº 187, Setor Universitário, Goiânia, Goiás.

4.7 Parâmetros Físicos

4.7.1. Cor

A cor foi analisada pelo método colorimétrico. O colorímetro foi previamente calibrado com as soluções de calibração fornecidas pelo fabricante. A faixa de leitura desse aparelho é de 0 a 500 mg de PtCo/L (APHA, 2012). Para a realização da análise a amostra foi previamente filtrada.

A cor expressa em mg PtCo/L pode ser convertida para mg Pt/L = C x F, onde C é o resultado da cor obtida no colorímetro e F é o fator de diluição (ABNT, 1997).

4.7.2 Turbidez

A turbidez das amostras foi avaliada conforme método nefelométrico, por meio do emprego de turbidímetro com faixa de leitura de 0,1 a 1000 UNT e previamente calibrado com as soluções de calibração do fabricante (APHA, 2012).

4.7.3 Temperatura da Água e do Ar

As temperaturas das amostras foram executadas operando uma sonda multiparamétrica ou termômetro digital com certificado de calibração (APHA, 2012).

A sonda apresenta faixa de leitura de -5 à 50 °C e o termômetro digital apresenta leitura interna de -20 à 50 °C e externa de -50 à 70 °C.

4.7.4 Resíduo Total ou Sólidos Totais

O resíduo total foi realizado conforme o método gravimétrico, para sua realização foi utilizado cápsulas de porcelana calcinadas em mufla a 600°C por 2 horas e secas em estufa por 24 h à 100 °C. Após esse processo foram pesadas em balança analítica de precisão (m_1). Posteriormente foi inserido 100 mL da amostra e seca por 24 h em estufa à 100 °C (m_2). Antes do procedimento de pesagem as cápsulas eram mantidas em dissecador à vácuo até estarem em temperatura ambiente. O limite de quantificação desse método é de 1 mg/L (ABNT, 1989).

4.8 Parâmetros Químicos

4.8.1 Cloreto

Foi colocado 100mL de amostra em um erlenmeyer de 250 mL de vidro. Após foi colocado a vidraria em uma chapa aquecedora à 250 °C. A amostra foi reduzida a 10mL. Após foi avolumada com água destilada para 100 mL. Quando o material analítico estava em temperatura ambiente foi acrescentado 1 mL de cromato de potássio a 5% e titulado com nitrato de prata $0,01 \text{ mol/L}^{-1}$ por meio de uma bureta até a coloração “laranja tijolo”. O resultado da titulação foi submetido à fórmula abaixo. Todo o procedimento obedeceu ao método de Mohr (APHA, 2012).

4.8.2 Condutividade Elétrica

A condutividade foi realizada utilizando uma sonda multiparamétrica ou condutivímetro. A sonda foi imersa no ambiente analisado e o eletrodo do segundo aparelho foi colocado na amostra após sua devida calibração. Todos esses procedimentos obedeceram ao método potenciométrico (APHA, 2012).

A faixa de leitura da sonda é de 0 à 1001 $\mu\text{S/cm}$ e o limite de quantificação do condutivímetro é de 0,1 $\mu\text{S/cm}$.

4.8.3. Demanda Bioquímica do Oxigênio

A análise procedeu conforme método da DBO₅ - SM 5210 D, onde foi realizada, o oxigênio dissolvido inicial (OD_i) e oxigênio dissolvido final (OD_f). O oxigênio dissolvido inicial foi efetuado imediatamente a chegada das amostras no laboratório. Para o oxigênio dissolvido final a amostra ficou incubada à 20 °C por 120 h ± 2 h em Winkler de 300 mL (APHA, 2012).

4.8.4 Demanda Química do Oxigênio

O parâmetro foi analisado conforme o método espectrométrico, no qual foi colocado 2,5 mL da amostra, 1,5 mL da solução de digestora e 3,5 mL da solução de ácido sulfúrico com nitrato de prata em tubos para DQO com tampa e digeridos em bloco digestor a 150 °C por 2 horas. Após estarem em temperatura ambiente foi realizada a leitura no espectrofotômetro no comprimento de onda de 882 nanômetros. Para a realização do branco foi utilizado água destilada e o mesmo procedimento realizado com as amostras (APHA, 2012).

4.8.5 Dureza Total

Foi transferido 100 mL da amostra para um erlenmeyer de 250 mL. Foi adicionado 2 mL de solução tampão e 0,1 g de negro de ericromo T. Após a amostra foi titulada com EDTA 0,01 N conforme preconiza o método de titulação com EDTA - SM 2340 (APHA, 2012).

4.8.6 Ferro Total

Foi transferido 50 mL da amostra para um erlenmeyer de 125 ml. Adicionado 2 mL de ácido clorídrico P.A e 1 mL de cloridrato de hidroxilamina a 10%. As amostras com estes reagentes foram reduzidas a 10 mL por meio de uma chapa aquecedora à 300 °C. Em temperatura ambiente o material foi avolumado com água destilada para 100 mL. Acrescentado então, 8 mL de solução de acetato de sódio a 10% e 5 mL de solução de ortofenantrolina a 1 g/L. Conforme o método espectrométrico da ortofenantrolina (APHA, 2012).

4.8.7 Fósforo Total

Toda a vidraria deste ensaio foi previamente lavada com ácido clorídrico 1:1 e água destilada.

Foram transferidos 10 mL da amostra para tubos de ensaio e adicionado 0,2 mL de solução de ácido sulfúrico 1 M. Foi adicionado 1,6 mL de reagente misto (ácido sulfúrico, tartarato de potássio e amônio, molibdato de amônio e ácido ascórbico). Após o desenvolvimento da coloração azul entre 10 a 30 minutos foi realizada a leitura no espectrofotômetro no comprimento de onda de 882 nm. O mesmo procedimento foi feito para

realização dos brancos. Todo o procedimento analítico foi realizado conforme preconiza o método espectrométrico utilizando o ácido ascórbico (APHA, 2012).

4.8.8 Ortofosfato Total

O valor encontrado na leitura do fósforo foi multiplicado por 3,06 resultando no ortofosfato total (APHA, 2012).

4.8.9 Oxigênio Dissolvido

No frasco de Winkler com a amostra foi acrescentado 2 mL de solução de sulfato manganoso e 2 mL da solução alcalina de iodeto-azida. O frasco foi tampado e homogeneizado. Após a precipitação foi adicionado 2 mL de ácido sulfúrico P.A. Novamente o frasco foi tampado e homogeneizado. Foi transferido 100 mL da amostra com reagentes para o erlenmayer de 250 mL. Adicionado 0,5 mL da solução indicadora de amido e titulado com tiosulfato de sódio 0,025 N até a viragem da coloração azulada para transparente. Conforme o método do Winkler modificado pela azida sódica (APHA, 2012).

4.8.10 pH

Este parâmetro foi aferido utilizando uma sonda multiparâmetro e um pHmetro. A sonda foi imersa no ambiente e o eletrodo do outro aparelho foi inserido na amostra. A leitura ocorreu após a estabilização dos resultados. Todos estes procedimentos foram realizados conforme o método potenciométrico (APHA, 2012).

4.8.11 Nitrogênio Total

Em um tubo kjedhal foi inserido 25 mL de amostra, 5 mL de ácido sulfúrico P.A, 3 g de sulfato de potássio e 1 g de sulfato de cobre. Todo esse material foi levado a um bloco digestor a 400°C por duas horas. Já com temperatura ambiente a amostra foi levada a um destilador de nitrogênio, onde foi acrescentado duas gotas do indicador de ácido base fenolftaleína, 50 mL de água destilada e uma solução de hidróxido de sódio 6 M até que o meio se tornasse básico, obtendo a coloração rosa. Na outra extremidade do equipamento foi colocado um erlemayer de 250 mL que receberá o material após a destilação. Nessa vidraria foi acrescentada 100 mL de ácido bórico 2% e 4 gotas do indicador misto. Esse material foi titulado com ácido sulfúrico 0,01 N até a coloração amarela. Os brancos foram feitos utilizando água destilada e o mesmo procedimento adotado com as amostras. Todo procedimento analítico foi realizado conforme o método Kjedhal (APHA, 2012).

4.8.12 Organofosforado e Carbamatos

As amostras foram analisadas pela metodologia conhecida como “Enzitox”. Foi utilizado o diclorometano para extração, o kit para a análise colorimétrica e água ultra pura para controle. A leitura do procedimento analítico no espectrofotômetro UV/vis/comprimento de onda de 410 nm. O limite de detecção do método é de 0,001 µg/L de carbamatos ou organofosforado (EPA, 1998).

4.9 Parâmetros Bacteriológicos

4.9.1 Coliformes Totais e Termotolerantes

Cada amostra foi inoculada em 3 séries de 5 tubos de ensaio contendo 10mL de Caldo MUG Lauryl Sulphate Broth e tubos de Durhan autoclavados a 121°C por 15 minutos, onde a primeira série continha concentração dupla do meio, já a segunda e terceira série possuíam concentração simples. Foi inoculada 10 mL da amostra na primeira série, 1mL na segunda e terceira séries, sendo que na terceira série a amostra estava diluída a 10⁻¹. Este procedimento foi realizado em frente a um bico de busen. Estes tubos de ensaio foram incubados em estufa a 35°C ± 0,5°C, em um período de 22 a 26h. Após esse período os tubos que apresentaram turvação do meio de cultura e gás no tubo de Durhan foram repicados para confirmação de coliformes totais. Os tubos que apresentaram fluorescência a luz UV de 366 nm são considerados positivos para coliformes termotolerantes (APHA, 2012).

Os tubos de ensaio que apresentaram turvação e gás foram repicados para o caldo verde brilhante bile a 2% para confirmação de coliformes totais. Estes foram incubados em estufa a 35°C ± 0,5°C de 24 a 48 h. Quando apresentaram turvação e gás foram considerados positivos conforme preconiza o método SM 9221 B (APHA, 2012).

A quantidade de tubos positivos para coliformes totais e termotolerantes foi expressa pelo valor do Número Mais Provável (NMP) por 100 mL e seguiram a técnica de tubos múltiplos.

4.9.2. Bactérias Heterotróficas ou Aeróbios Mesófilos

A análise foi efetuada utilizando 1 mL da amostra diluída a uma concentração 10⁻¹ e inoculada em uma placa de petri previamente esterilizada em autoclave a 121°C por 15 minutos. A inoculação na placa foi realizada em frente a um bico de busen. Esta foi incubada a 35°C ± 0,5°C, durante 48 horas. O método utilizado foi SM 9215 B da técnica de inoculação em profundidade conhecida como “pour plate”. Após esse período foi feita a contagem de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) (APHA, 2012).

4.10 Análise de Dados

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do pacote estatístico Bioestat 5.0 adotando um nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Previamente as análises foi realizado o teste de Shapiro-Wilk a fim de se verificar a normalidade dos parâmetros físico-químicos amostrados. A fim de comparar a variação nesses parâmetros durante a estiagem e estação chuvosa foram aplicados o teste de Mann-Whitney separadamente para as amostras coletadas nos afluentes, no Reservatório e na fase rio. A correlação de Spearman foi realizada para se testar a relação entre os parâmetros amostrados, na fase rio, reservatório e afluentes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Índice de Qualidade das Águas

Os resultados do IQA demonstram que os pontos amostrados da fase rio do ribeirão João Leite na 1ª, 2ª e 3ª campanhas apresentam água classificadas em “ótima” qualidade. Na 4ª campanha a classificação ficou entre “boa” e “razoável”.

Na fase reservatório durante a 1ª campanha à água apresentou “ótima” e “boa” qualidade, na 2ª campanha “ótima” qualidade, na 3ª campanha “ótima” e “boa” e na 4ª campanha “boa” e razoável.

O córrego Onça (T 1) obteve IQA na 1ª, 2ª e 3ª campanha com classificação “boa” e na última campanha com qualidade “razoável”. Já o córrego Cana Brava (T 2) apresentou IQA “ótimo” nas 3 primeiras campanhas” e “razoável” na quarta campanha (Tabela 9).

Tabela 9. Índice de Qualidade das Águas (IQA) dos pontos amostrados do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa				Estiagem			
	1ª Campanha		2ª Campanha		3ª Campanha		4ª Campanha	
	IQA	Clas.	IQA	Clas.	IQA	Clas.	IQA	Clas.
P 1	86	Ótima	89	Ótima	84	Ótima	45	Razoável
P 8	85	Ótima	94	Ótima	83	Ótima	54	Boa
P 2	90	Ótima	89	Ótima	81	Ótima	51	Razoável
P 3	78	Boa	87	Ótima	87	Ótima	52	Boa
P 4	90	Ótima	96	Ótima	83	Ótima	53	Boa
P 5	69	Boa	86	Ótima	81	Ótima	53	Boa
P 7	89	Ótima	94	Ótima	57	Boa	53	Boa
P 6	89	Ótima	90	Ótima	82	Ótima	52	Boa
T 1	75	Boa	79	Boa	77	Boa	46	Razoável
T 2	93	Ótima	83	Ótima	85	Ótima	49	Razoável

A média do IQA da fase rio durante a estação chuvosa permitiu classificar a água em “ótima” qualidade e durante a estação seca de “boa” qualidade. A fase reservatório apresentou água de “ótima” e “boa” qualidade ao longo da estação chuvosa e de “boa” qualidade na estação seca. Já o córrego Onça foi classificado como água de “boa” qualidade nas duas estações e o córrego Cana Brava obteve água de “ótima” qualidade na estação chuvosa e “boa” na estação seca. Ainda de acordo com a média do IQA apresentado (Tabela 10). O ponto P 7 utilizado para captação para abastecimento público apresentou água de “ótima”

qualidade na estação chuvosa e “boa” qualidade na estação seca. O córrego Onça, entretanto, afeta negativamente a qualidade da água do reservatório, enquanto o córrego Cana Brava contribui para melhoria da qualidade da água do ribeirão João Leite (Tabela 10, Figura 12).

Tabela 10. Média do Índice de Qualidade das Águas (IQA) dos pontos amostrados do Ribeirão João Leite, do córrego Onça e Cana Brava durante a estação chuvosa e seca.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa (Média)	IQA (Média)	Estiagem (Média)	IQA (Média)
P 1	87,5	Ótima	64,5	Boa
P 8	89,5	Ótima	68,5	Boa
P 2	89,5	Ótima	66	Boa
P 3	82,5	Ótima	69,5	Boa
P 4	93	Ótima	68	Boa
P 5	77,5	Boa	67	Boa
P 6	89,5	Ótima	67	Boa
P 7	91,5	Ótima	55	Boa
T 1	77	Boa	61,5	Boa
T 2	88	Ótima	67	Boa

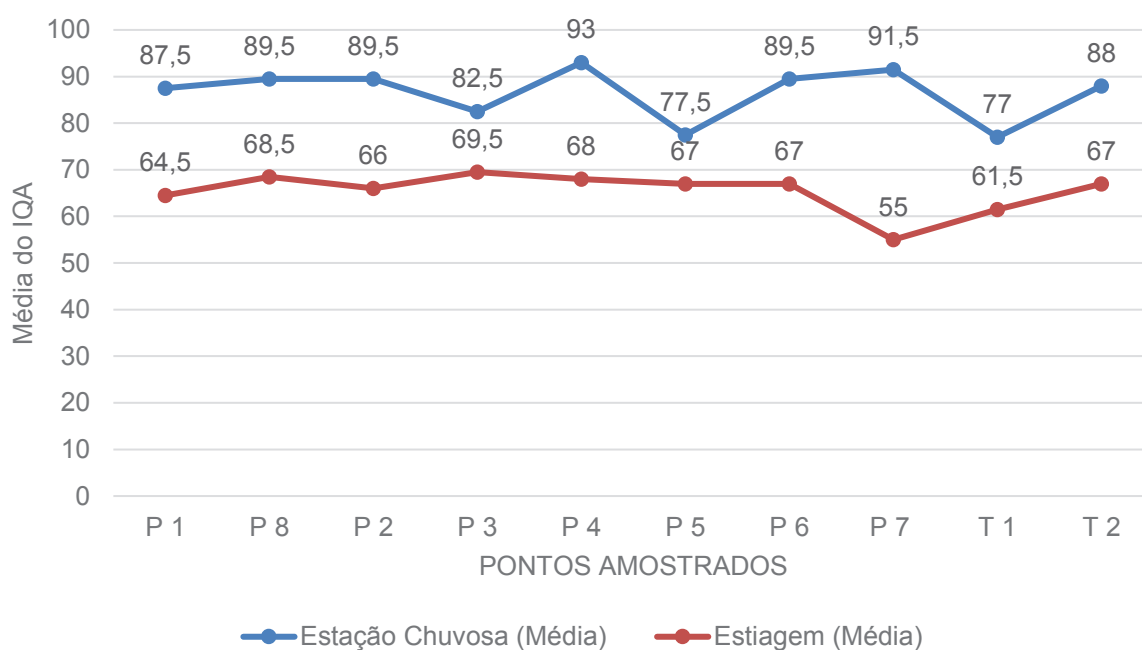


Figura 12. Média dos resultados do Índice de Qualidade das Águas (IQA) do ribeirão João Leite, do córrego Onça e Cana Brava durante as estações chuvosa e seca.

O ponto P 7, utilizado para captação de água para abastecimento público, apresentou média de IQA de 91,5 na estação chuvosa sendo o segundo ponto com melhor média. Já na estação seca passou a 55 de média de IQA sendo considerado o pior índice durante essa estação (Figura 12).

Obtendo-se a média conjunta das estações seca e chuvosa nota-se que a fase rio do ribeirão João Leite e o córrego Cana Brava apresentaram o mesmo IQA médio de 77,5. A fase reservatório apresentou um índice de 76,71 e o córrego Onça teve IQA médio de 69,25. Com esses resultados todos são classificados como água de “boa” qualidade. Portanto a fase rio e o córrego Cana Brava tiveram um IQA médio 0,79 maior que a fase reservatório que por sua vez obteve um IQA médio 7,46 maior que o córrego Onça (Figura 13).

Ao realizar uma média do IQA dos 10 pontos amostrados durante as 4 campanhas foi notado que o ponto P 4 (reservatório) apresentou o melhor índice seguido em ordem decrescente do ponto P 8 (fase rio) P 6 (reservatório) e P 2 (reservatório), T 2 (córrego Cana Brava), P 1 (fase rio), P 3 (reservatório), P 7 (reservatório e ponto de captação de água para abastecimento), P 5 (reservatório) e T 1 (córrego Onça) a qualidade da água dos pontos amostrados oscilou de “ótima” a “boa” (Figura 14).

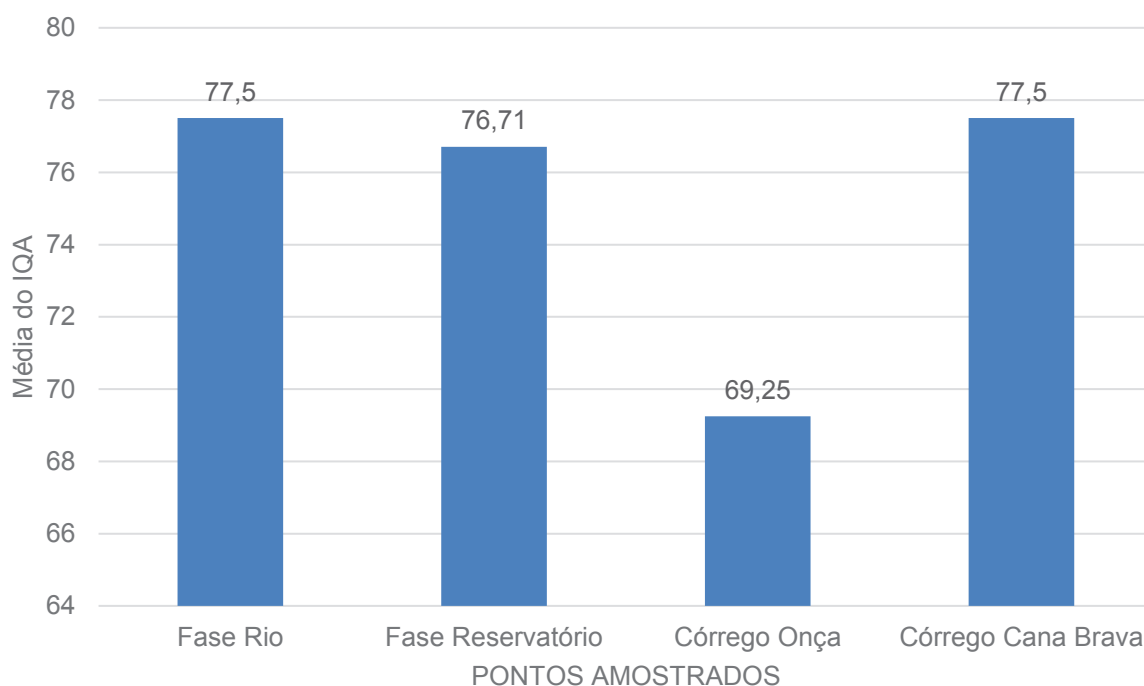


Figura 13. Média dos resultados do Índice de Qualidade das Águas (IQA) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Onça e Cana Brava, durante as estações seca e chuvosa.

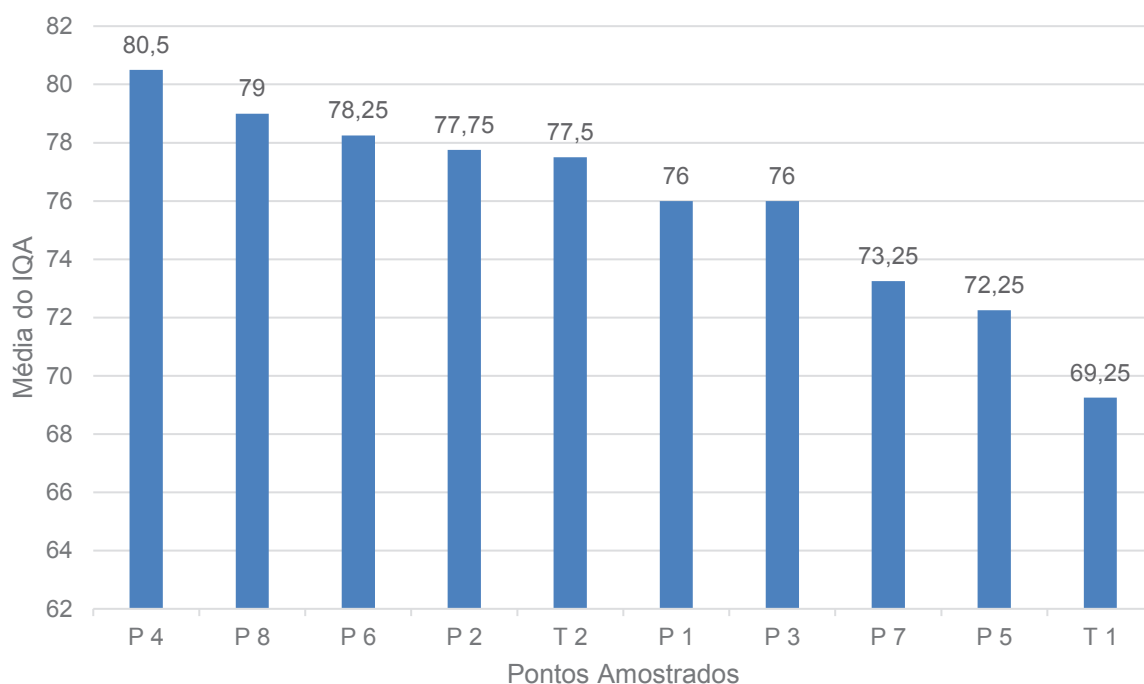


Figura 14. Média dos resultados do IQA (Índice de Qualidade das Águas) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.

Portanto o ponto de captação P7 foi a oitava melhor média de IQA com resultados inferiores até mesmo ao seu afluente Cana Brava e obtendo índices melhores somente que o ponto P 5 e do afluente Onça.

Houve diferença significativa no IQA da fase rio entre as estações chuvosa e seca ($z=2,30$ e $p=0,02$). A média apresentada deste índice na estação chuvosa foi de 88,5 com desvio padrão de $\pm 4,04$, consequentemente melhor que a outra estação. Já na estação seca a média foi de 66,5 e desvio padrão $\pm 19,98$.

Na fase reservatório também houve diferença significativa ($z=3,49$ e $p=0,0005$) nas estações estudadas. A estação chuvosa também apresentou melhor média de 87,25 com desvio padrão de $\pm 7,22$ e a seca de 65,42 com desvio padrão de $\pm 15,48$.

Ao se comparar todos os pontos juntos com as duas estações nota-se que houve diferença significativa ($z=4,27$ e $p<0,0001$). A estação chuvosa apresentou maior média com 86,55 e desvio padrão de $\pm 6,84$ e a estação seca com média 65,4 e desvio padrão de $\pm 16,22$.

Os resultados estatísticos então demonstram que IQA é fortemente influenciado pelas estações do ano e que o período chuvoso tende a melhorar a qualidade da água do ribeirão João Leite.

5.2 Parâmetros Físico de Qualidade de água

5.2.1 Cor e Turbidez

Os resultados de cor (Tabela 11) demonstram que todos os pontos da fase rio e reservatório do ribeirão João Leite estão de acordo com a legislação nacional que permite até 75 mg Pt/L.

Houve diferença significativa entre os resultados da estação seca e da estação chuvosa comparados ao valor máximo permitido pela legislação nacional. Essa diferença significativa ocorreu na fase rio da estação chuvosa e seca. Ambas apresentaram o mesmo resultado ($z=2,30$ e $p=0,02$). Na fase reservatório também houve diferença significativa e novamente as duas estações apresentaram o mesmo resultado ($z=4,15$ e $p<0,0001$). Porém não houve diferença significativa na estação chuvosa ($z=1,15$ e $p=0,24$) e na estação seca ($z=0$ e $p=1$) dos afluentes.

O córrego Onça obteve resultados superiores aos estabelecidos na legislação nacional durante a 2^a, 3^a e 4^a campanha. Já o córrego Cana Brava se manteve dentro dos padrões estabelecidos pela legislação durante todo o monitoramento (BRASIL, 2005; ROCHA et al., 2014).

Tabela 11. Resultados analíticos da cor (mg Pt/L) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	1 ^a Campanha	2 ^a Campanha	Média	3 ^a Campanha	4 ^a Campanha	Média
P 1	6,1	29,7	17,9	18,3	48,9	33,6
P 8	5,6	14,5	10,05	14	16,2	15,1
P 2	5,7	39,9	22,8	13,6	30,1	21,85
P 3	8,9	30,7	19,8	7,6	39,9	23,75
P 4	5,9	24	14,95	14,2	21,3	17,75
P 5	16,2	26,9	21,55	58,2	52,6	55,4
P 6	5,7	22,9	14,3	16,8	20,4	18,6
P 7	5,7	18,4	12,05	23,3	19,4	21,35
T 1	21,2	93,7	57,45	114,0	107	110,5
T 2	6,6	16,9	11,75	46,8	27,9	37,35

O ponto P 7 é utilizado para a captação de água e se manteve com os valores de cor inferiores a 25 mg Pt/L (Tabela 11) demonstrando que durante esse período amostral não era

necessário a utilização de coagulação química, filtração e nem muito trabalho operacional para o tratamento da água (VON SPERLING, 2014b) (Figura 15).

Os resultados médios da estação seca geralmente foram maiores que a estação chuvosa. Só houve uma pequena exceção no P 2 que apresentou 0,95 mg Pt/L de cor superior na estação chuvosa. Percebe-se ainda que a fase rio e reservatório do ribeirão João Leite apresentaram média de turbidez de 19,16 mg Pt/L e 20,66 mg Pt/L, respectivamente, inferiores ao córrego Cana Brava e Onça. O córrego Cana Brava por sua vez apresentou cor de 24,55 mg Pt/L inferior ao do córrego Onça com 83,97 mg Pt/L.

Quando comparado todos os pontos juntos com as estações observa-se que a média do parâmetro cor durante a estação chuvosa foi de 20,14 mg Pt/L e desvio padrão de ± 20 mg Pt/L e na fase seca foi de 35,44 mg Pt/L e $\pm 29,48$ mg Pt/L, respectivamente, com diferença significativa entre as duas estações ($z=2,21$ e $p=0,02$).

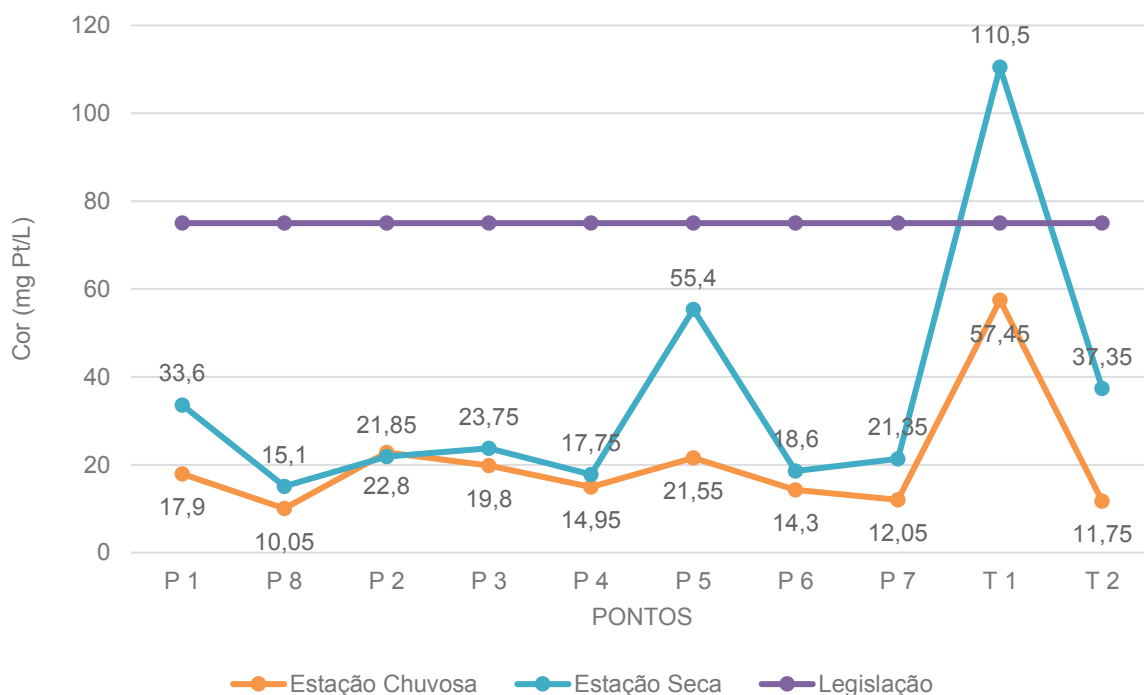


Figura 15. Média dos resultados do parâmetro cor (mg Pt/L) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.

Os valores da turbidez estão dentro do padrão ≤ 100 UNT estabelecido pela legislação brasileira para esse tipo de água (BRASIL, 2005), (Tabela 12), o córrego Cana Brava apresentou a menor concentração de sólidos em suspensão com 2,94 UNT. A fase rio e reservatório do ribeirão João Leite apresentaram 4,01 UNT e 8,57 UNT desse parâmetro inferior ao córrego Onça que obteve média de 27,97 UNT.

Comparando os resultados encontrados com o valor máximo permitido para esse parâmetro segundo a legislação nacional. Nota-se que houve diferença significativa entre a estação chuvosa e a legislação assim como a estação seca e legislação. Na fase rio e afluentes apresentaram diferença significativa. As duas estações apresentaram o mesmo resultado ($z=2,30$ e $p=0,02$). Na fase reservatório também houve diferença significativa e novamente as duas estações apresentaram o mesmo resultado ($z=4,15$ e $p<0,0001$).

Tabela 12. Resultados analíticos da turbidez (UNT) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	1ª Campanha	2ª Campanha	Média	3ª Campanha	4ª Campanha	Média
	Estação Chuvosa			Estação Seca		
P 1	4,09	3,10	3,59	2,00	12,20	7,10
P 8	2,31	2,40	2,35	2,00	4,00	3,00
P 2	1,63	2,60	2,11	1,70	7,70	4,70
P 3	1,98	1,96	1,97	3,20	3,51	3,35
P 4	1,08	1,90	1,49	1,30	4,60	2,95
P 5	25,70	4,39	15,04	3,55	6,52	5,03
P 6	5,70	22,90	14,30	16,80	20,40	18,60
P 7	5,70	18,40	12,05	23,30	19,40	21,35
T 1	30,50	33,30	31,90	20,10	28,00	24,05
T 2	2,34	3,02	2,68	1,65	4,75	3,20

*Camp. = Campanha; *M.= Média;

Diante dos resultados encontrados nota-se que há pouca presença de sólidos em suspensão nos córregos. O parâmetro não dificulta a ação de produtos químicos para diminuição ou eliminação de microrganismos e nem prejudica o processo fotossintético desses ambientes (BRASIL, 2012b; VON SPERLING, 2014b).

Os resultados ainda apontam que a turbidez não diminui o tempo de vida útil do reservatório. Porém os resultados não aumentaram com o período chuvoso conforme sinalizado na literatura científica (STRASKRABA; TUNDISI, 2013).

Durante o período amostral o P 7, ponto de captação para abastecimento público, evidenciou que a turbidez somente da estação seca está com cerca de 20 UNT (Figura 16), pois na estação chuvosa a concentração é bem menor, o que demonstra que esse parâmetro

pode ser digerido por filtração lenta ou coagulação química. Portanto, não necessitando de um pré-filtro grosseiro ou coagulação química (VON SPERLING, 2014b).

Durante a estação seca a turbidez foi superior em 7 pontos amostrados (P 3 a P 42A) (P 1, P 8, P 2, P 3, P 4, P 6, P 7 e P 8), os pontos P 5(reservatório), T 1 (córrego Onça) e T 2 (córrego Cana Brava) tiveram a inversão dos resultados registrados anteriormente (Figura 16).

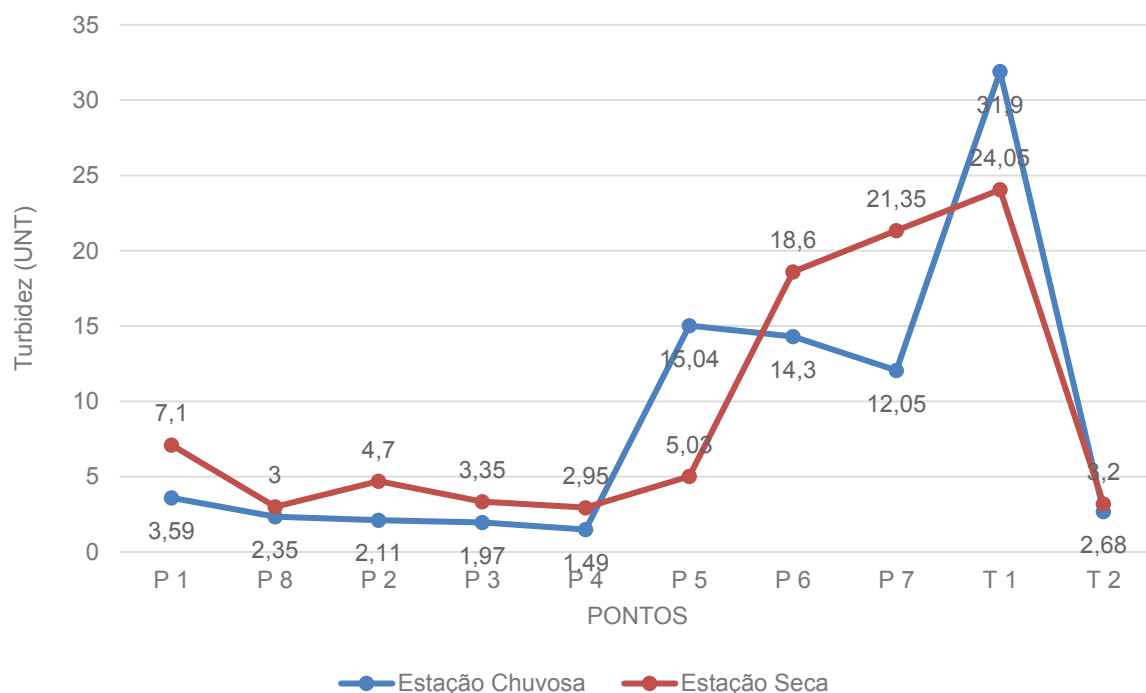


Figura 16. Média dos resultados do parâmetro turbidez (UNT) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.

5.2.2 Temperatura da Água

A temperatura média da água na fase rio foi de 25,41 °C, na fase reservatório 26,01 °C, o córrego onça com 27,4 °C e Cana Brava com 28,35 °C, portanto os afluentes demonstraram uma temperatura maior que a fase rio e reservatório.

A média dos resultados demonstrou que a temperatura da água de 8 pontos amostrados (P 1, P 8, P 2, P 4, P 6, P 7, T 1 e T 2) durante a estação chuvosa foi superior a estação seca, com exceção somente do P 3 e P 5 (Figura 17). Os resultados elevados nesses dois pontos podem ser explicados pela interferência no ambiente aquático realizada pela temperatura do ar.

Na fase reservatório a média da temperatura da água da estação chuvosa foi de 27,03 °C e desvio padrão de $\pm 1,28$ °C e no período de estiagem de 25 °C e desvio padrão de $\pm 1,28$ °C ($z=2,56$ e $p=0,007$). Já nos afluentes a média foi de 28,42 °C e desvio padrão de \pm

0,46 °C na estação chuvosa e 27,32 °C e desvio padrão de $\pm 1,08$ °C na estação seca ($z=2,16$ e $p=0,03$)(Tabela 13).

Ao se comparar a temperatura da água com todos os pontos em conjunto e com as estações do ano. Observa-se que a média da estação chuvosa foi de 27,17 °C e desvio padrão de $\pm 1,55$ °C e na estação seca de 25,29 °C e desvio padrão de $\pm 1,69$ °C com diferença significativa entre as estações ($z=3,08$ e $p=0,002$).

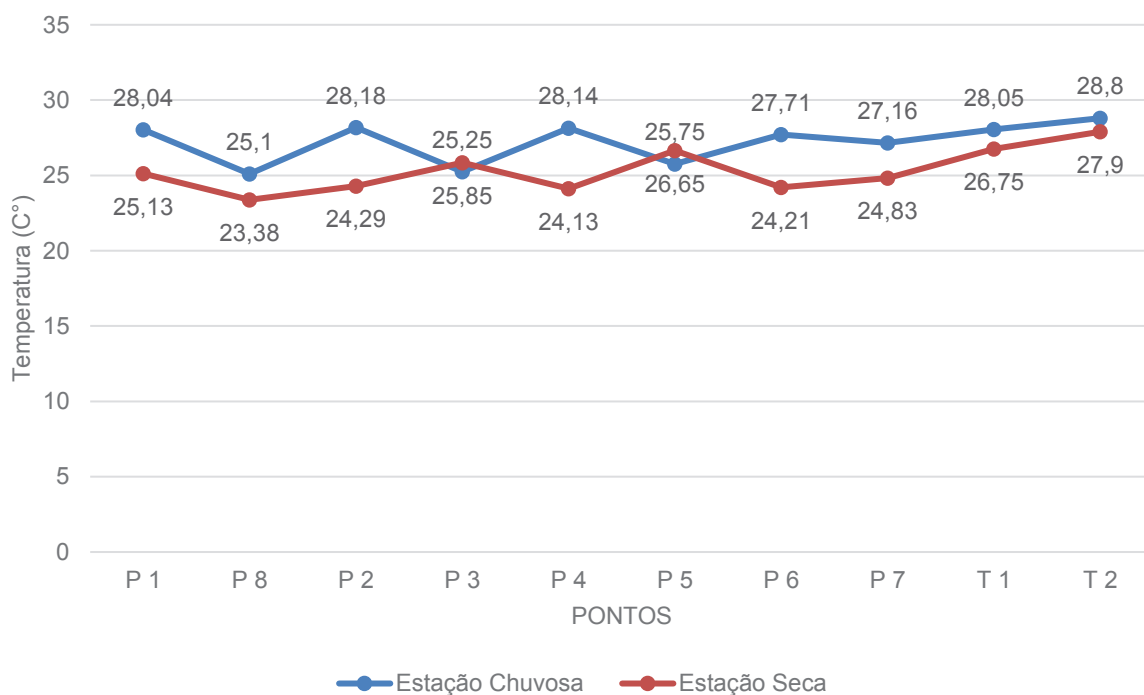


Figura 17. Média dos resultados do parâmetro temperatura (°C) da água do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.

Tabela 13. Resultados analíticos da temperatura (°C) da água do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	1ª Campanha	2ª Campanha	Média	3ª Campanha	4ª Campanha	Média
P 1	28,00	28,08	28,04	24,66	25,61	25,13
P 8	25,50	24,70	25,1	24,93	21,83	23,38
P 2	28,00	28,36	28,18	24,6	23,99	24,29
P 3	24,40	26,10	25,25	26,40	25,30	25,85
P 4	28,00	28,28	28,14	24,83	23,44	24,13
P 5	24,50	27,00	25,75	25,10	28,20	26,65
P 6	27,00	28,43	27,71	24,81	23,62	24,21
P 7	25,5	28,83	27,16	24,82	24,85	24,83
T 1	28,10	28,00	28,05	25,70	27,80	26,75
T 2	28,60	29,00	28,8	27,80	28,00	27,9

Comparando temperatura da água das estações entre as fases rio e afluente houve diferença significativa na estação seca ($z=2,30$ e $p=0,02$). Na comparação entre rio e afluentes houve diferença significativa na estação chuvosa ($z=2,30$ e $p=0,02$) e na estação seca ($z=2,30$ e $p=0,02$).

5.2.3 Resíduo Total ou Sólidos Totais

Os córregos Cana Brava e Onça apresentaram menor média desse parâmetro com 101,5 mg/L e 124,25 mg/L, portanto com resultados inferiores a fase rio e reservatório onde obtiveram 133,37 mg/L e 144,41 mg/L, respectivamente. Isso demonstra que os afluentes possuem menos partículas sólidas que a fase rio e reservatório.

Os resultados de resíduo total demonstram que durante a estação chuvosa houve um acréscimo considerável da concentração de resíduo total em todos os pontos amostrados, evidenciando que os índices pluviométricos interferiram diretamente nesse parâmetro (Tabela 14, Figura 18).

Vale destacar ainda que o ponto da fase rio, P 1 e pontos do reservatório do (P2, P 3, P 4 e P 6) obtiveram um aumento relevante durante a estação chuvosa, porém durante a estação seca o ponto P 2 apresentou menor quantidade de resíduo total.

Tabela 14. Resultados analíticos do resíduo total (mg/L) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	1ª Campanha	2ª Campanha	Média	3ª Campanha	4ª Campanha	Média
P 1	99	163	131	100	130	115
P 8	118	222	170	145	90	117,5
P 2	139	332	235,5	62	77	69,5
P 3	119	277	198	84	153	118,5
P 4	92	157	124,5	102	92	97
P 5	143	189	166	81	198	139,5
P 7	91	222	156,5	80	72	76
P 6	114	414	264	103	73	88
T 1	100	175	137,5	66	156	111
T 2	85	114	99,5	106	101	103,5

*Camp. = Campanha; *M.= Média;

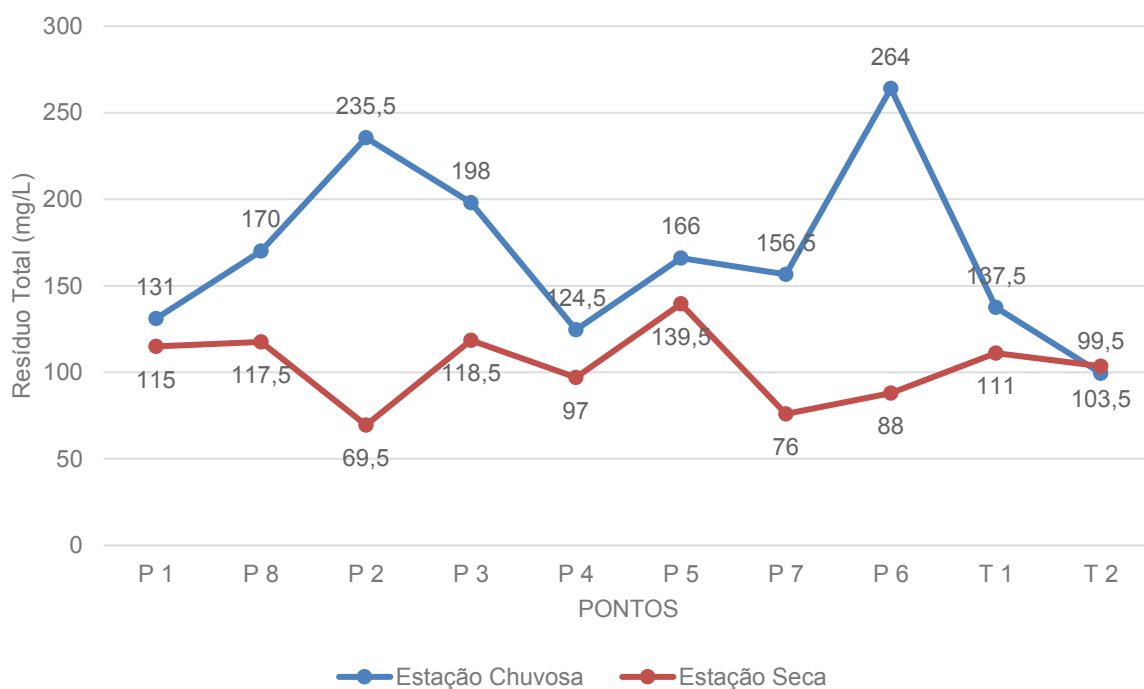


Figura 18. Média dos resultados do parâmetro resíduo total (mg/L) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.

No reservatório houve diferença significativa ($z=3,03$ e $p=0,002$) sendo que a média da estação chuvosa foi de $190,75$ mg/L e desvio padrão de $\pm 102,26$ mg/L e na estação seca de $98,08$ mg/L e desvio padrão de $\pm 39,25$ mg/L.

Fazendo esta mesma comparação entre os pontos em conjunto com a estação chuvosa e seca. Encontrou-se uma média de $168,25$ mg/L e desvio padrão de $\pm 87,64$ mg/L na estação chuvosa e na estação seca de $103,6$ mg/L e desvio padrão de $\pm 35,61$ mg/L com diferença significativa ($z=3,11$ e $p=0,001$).

5.3 Parâmetros Químicos de Qualidade de Água

5.3.1 Cloreto

O córrego Onça apresentou o valor médio mais baixo de cloretos com $5,22$ mg/L Cl, seguido do córrego Cana Brava com $7,52$ mg/L Cl, da fase rio com $8,69$ e da fase reservatório com $8,74$ mg/L Cl. Portanto os afluentes apresentaram resultados mais satisfatórios para esse parâmetro que a fase rio e reservatório.

Em todos os pontos amostrados os resultados de cloretos durante todas as campanhas estiveram menor que 250 mg/L Cl estabelecido pela legislação nacional. Outro fator importante que vale destacar é que a poluição dos recursos hídricos analisados por efluentes domésticos, industriais ou águas da irrigação provavelmente é bem baixa (BRASIL, 2005, BRASIL, 2012b; MOTA, 2008; VON SPERLING, 2014b), (Tabela 15).

Tabela 15. Resultados analíticos dos cloretos (mg/L Cl) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	1ª Campanha	2ª Campanha	Média	3ª Campanha	4ª Campanha	Média
P 1	14,18	3,54	8,86	7,09	8,51	7,8
P 8	11,34	8,2	9,77	8,51	8,20	8,35
P 2	28,36	3,54	15,95	9,21	8,51	8,86
P 3	6,38	3,54	4,96	7,09	8,51	7,8
P 4	25,52	3,54	14,53	9,21	7,09	8,15
P 5	10,63	3,54	7,08	7,09	9,92	8,50
P 6	9,21	3,90	6,55	9,21	7,09	8,15
P 7	9,92	3,19	6,55	8,51	7,09	7,8
T 1	5,67	3,54	4,60	6,02	5,67	5,84
T 2	9,92	4,25	7,08	8,15	7,80	7,97

Comparando os resultados de cloretos tanto da estação chuvosa como da estação seca com o valor máximo permitido pela legislação em vigor. Nota-se que houve diferença significativa na fase rio e afluentes. As duas estações e os dois locais de coleta apresentaram o mesmo resultado ($z=2,30$ e $p=0,02$). Essa tendência também ocorreu no reservatório. Este apresentou diferença mais significativa ($z=4,15$ e $p<0,0001$)

O ponto P 7, ponto de captação para abastecimento público, a concentração média de cloretos durante a estação chuvosa foi de 6,55 mg/L Cl e na estação seca 7,8 mg/L de Cl. Esses valores estão bem abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação nacional. Além do mais não dificulta o processo de tratamento da ETA exigindo eletrodialise ou osmose reversa (BRASIL, 2012b; MOTA, 2008; VON SPERLING, 2014b).

O ponto T 1 (córrego Cana Brava) foi o que apresentou menor concentração média desse composto durante as duas estações. Houve aumento relevante desse parâmetro no ponto P4 e P2 durante a estação chuvosa (Figura 19).

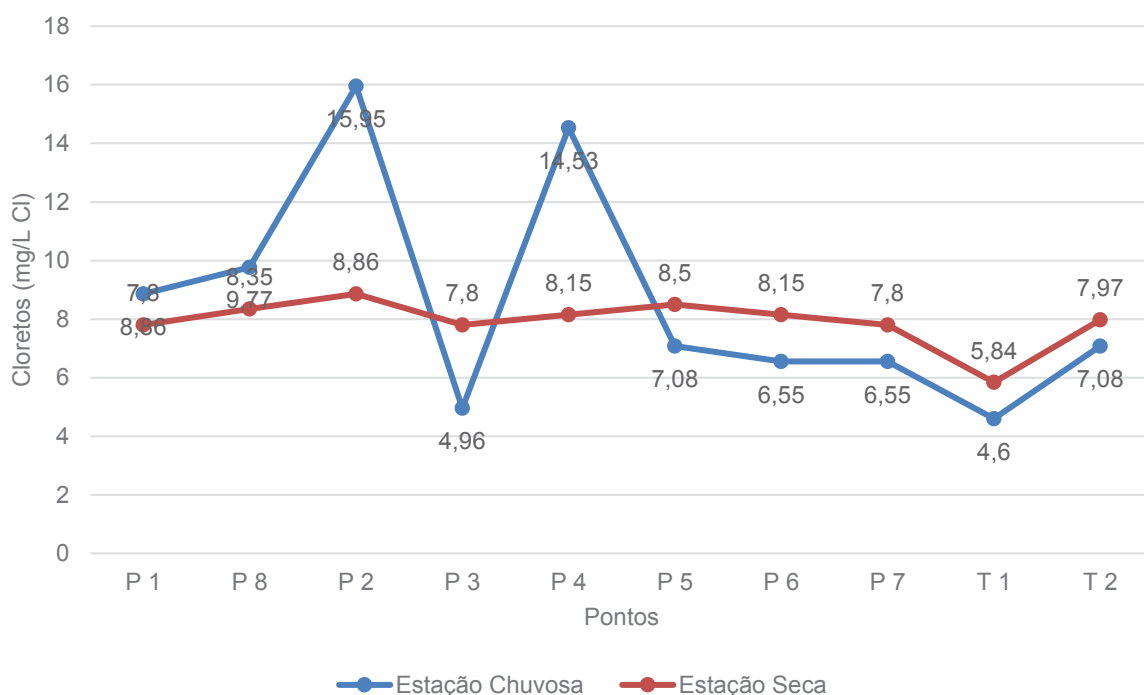


Figura 19. Média dos resultados do parâmetro cloreto (mg/L Cl) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.

5.3.2 Condutividade Elétrica

O córrego Onça apresentou menor condutividade que o córrego Cana Brava, que a fase rio e reservatório, onde tiveram resultados respectivos de 81,65 μ S, 105,42 μ S, 113,62 μ S e 113,91 μ S.

A condutividade elétrica teve resultados superiores em 7 pontos amostrados (P 8, P 2, P 4, P 6, P 7, T 1 e T 2), durante a estação chuvosa. Provavelmente essas concentrações maiores foram devido a pluviosidade carrear aos mananciais resíduos minerais e industriais (STEFFENS et al., 2015; WU et al., 2017). O córrego Cana Brava obteve a menor concentração desse parâmetro durante as duas estações. Todos os pontos do ribeirão João Leite apresentaram resultados superiores a esse córrego devido receber todos os íons oriundos de todos os seus afluentes (Figura 20, Tabela 16).

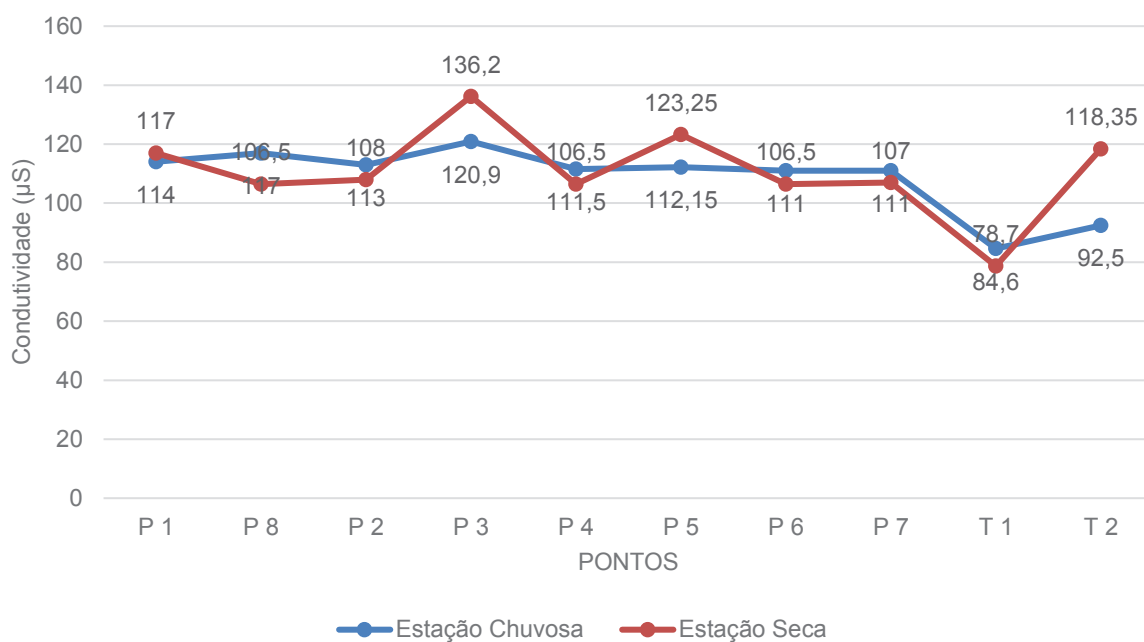


Figura 20. Média dos resultados do parâmetro condutividade (μS) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.

Tabela 16. Resultados analíticos da condutividade (μS) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	1ª Campanha	2ª Campanha	Média	3ª Campanha	4ª Campanha	Média
P 1	118	110	114	109	125	117
P 8	119	115	117	110	103	106,5
P 2	116	110	113	109	107	108
P 3	151,8	90	120,9	120,1	152,3	136,2
P 4	113	110	111,5	109	104	106,5
P 5	146,7	77,6	112,15	111,9	134,6	123,25
P 6	113	109	111	109	104	106,5
P 7	113	109	111	110	104	107
T 1	107,5	61,7	84,6	78,7	78,7	78,7
T 2	110,5	74,5	92,5	119	117,7	118,35

5.3.3 Demanda Bioquímica do Oxigênio, Oxigênio Dissolvido e Demanda Química do Oxigênio

A média dos resultados demonstram que o córrego Onça ($10,14 \text{ mg/L O}_2$) apresentou menor DBO que a fase reservatório ($11,07 \text{ mg/L O}_2$), rio ($13,48 \text{ mg/L O}_2$) e córrego Cana Brava ($15,29 \text{ mg/L O}_2$).

A DBO expressa contaminação por matéria orgânica de um ambiente, principalmente carboidratos, proteínas e lipídeos. Os resultados de DBO na 4ª campanha estão acima de 10 mg/L^{-1} , portanto sendo considerada água poluída que só pode ser consumida depois do tratamento realizado pelas ETAs (MATOS, 2010; PHILIPPI; SILVEIRA, 2005). Durante o

período amostral a DBO teve um aumento demasiado durante a 4ª campanha se comparada as anteriores. Nesta o parâmetro ultrapassou o limite preconizado pela legislação brasileira de 5 mg/L O₂ apresentando concentrações bem maiores que as anteriores (BRASIL, 2005), (Figura 21).

Os valores encontrados na 4ª campanha demonstram que houve interferência da ação antrópica no meio ambiente aquático pelo uso do solo ou efluente doméstico, necessitando de melhores condições de saneamento ambiental (MARANHO et al., 2017; MEDEIROS et al., 2016). Este fato pode ser explicado pelo aumento da temperatura, incidência de luz solar e aumento da evaporação que ocorre durante esse período do ano. Além de contaminação por efluentes domésticos ou agropecuários (ESTEVES, 2011; SANTOS et al., 2017; SOUZA; GASTALDINI, 2014), (Tabela 17).

No decorrer da estação seca, extraindo uma média das duas campanhas, nota-se que em todos os pontos amostrados o parâmetro teve concentração sempre superior à estação chuvosa, o que demonstra que, para esse parâmetro a qualidade da água é melhor durante a estação chuvosa (Figura 21).

Comparando os resultados de DBOs encontrados na estação chuvosa e na estação seca com o valor máximo permitido pela legislação do país. Nota-se que houve diferença significativa da fase rio somente na estação chuvosa ($z=2,30$ e $p=0,02$). Na fase reservatório houve diferença significativa durante a estação chuvosa ($z=4,15$ e $p<0,0001$).

A média dos resultados da DBO da fase rio durante a estação chuvosa foi de 2,22 mg/L O₂ e desvio padrão de $\pm 1,77$ mg/L O₂ e na estação seca de 24,74 mg/L O₂ e desvio padrão de $\pm 28,18$ mg/L O₂.

Tabela 17. Resultados analíticos da Demanda Bioquímica do Oxigênio (mg/L O₂) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	1ª Campanha	2ª Campanha	Média	3ª Campanha	4ª Campanha	Média
P 1	3,00	0,64	1,82	0,84	55,52	28,18
P 8	4,36	0,90	2,63	0,80	41,78	21,29
P 2	0,19	0,28	0,23	0,98	45,76	23,37
P 3	1,02	2,04	1,53	1,96	31,18	16,57
P 4	0,26	0,13	0,19	0,52	43,78	22,15
P 5	2,14	2,92	2,53	0,72	40,02	20,37
P 6	1,78	0,60	1,19	1,28	41,46	21,37
P 7	1,04	0,40	0,72	1,26	44,06	22,66
T 1	1,40	1,02	1,21	1,00	37,14	19,07
T 2	0,76	2,06	1,41	1,82	56,54	29,18

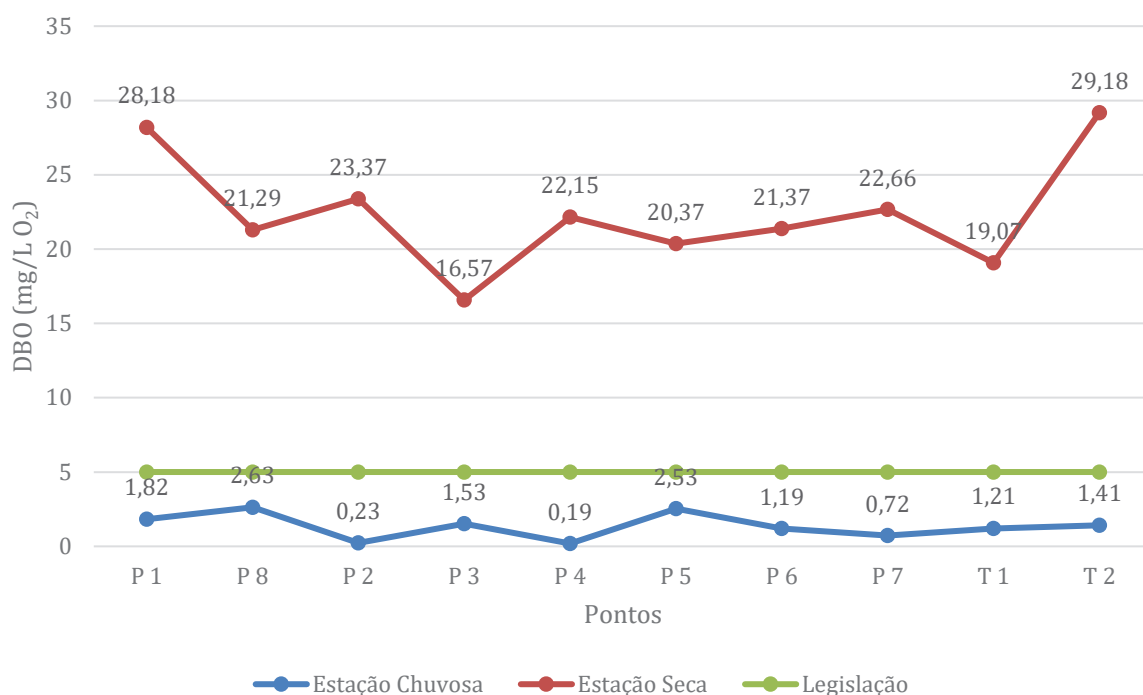


Figura 21. Média dos resultados do parâmetro demanda bioquímica do oxigênio (mg/L O₂) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.

Ainda comparando as estações dos locais analisados. Os resultados desse parâmetro da fase reservatório apresentaram média de 1,06 mg/L O₂ e desvio padrão de ± 0,93 mg/L O₂ na estação chuvosa e na estação seca de 21,08 mg/L O₂ e desvio padrão de ± 21,14 mg/L O₂ com diferença significativa ($z=2,42$ e $p=0,015$).

Ao comparar os pontos estudados agrupados com a estação chuvosa e seca. Percebe-se que na estação chuvosa a média foi de 1,34 mg/L O₂ e desvio padrão de ± 1,12 mg/L O₂ e na estação seca foi de 22,42 mg/L O₂ e desvio padrão de ± 22,49 mg/L O₂ com diferença significativa entre as duas estações ($z=2,65$ e $p=0,008$).

As menores médias de OD foram encontradas na fase rio com 8,12 mg/L O₂ e na fase reservatório 10, 20 mg/L O₂. O córrego Onça com 16,23 mg/L O₂ apresentou menor OD que o córrego Cana Brava com 21,41 mg/L O₂. Somente o ponto P 5 apresentou 4,76 mg/L O₂, ou seja, oxigênio dissolvido menor que o estabelecido pela legislação de > 5 mg/L O₂ (BRASIL, 2005).

Fazendo uma comparação entre o valor máximo permitido pela legislação atual tanto com a estação chuvosa quanto a estação seca. É notório que houve diferença significativa na fase reservatório durante a estação chuvosa ($z=2,42$ e $p=0,01$) e seca ($z=2,91$ e $p=0,003$).

O OD ao longo das 4 campanhas demonstra que a oxigenação do reservatório está “excelente”, pois apresentou resultados > 5 mg/L O_2 (STRASKRABA; TUNDISI, 2013), (Tabela 18).

As concentrações de OD encontradas na época chuvosa estão relacionadas a diluição realizada pela precipitação que podem reduzir sua concentração nos recursos hídricos (WANG et al., 2014).

Tabela 18. Resultados analíticos de oxigênio dissolvido (mg/L O_2) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	1ª Campanha	2ª Campanha	Média	3ª Campanha	4ª Campanha	Média
P 1	6,38	6,69	6,53	8,29	10,70	9,49
P 8	8,09	8,02	8,05	8,04	8,82	8,43
P 2	6,79	6,96	6,87	8,18	9,93	9,05
P 3	8,36	7,44	7,90	7,70	36,06	21,88
P 4	7,03	6,96	6,99	7,87	9,03	8,45
P 5	4,76	7,38	6,07	6,10	46,02	26,06
P 6	7,16	6,88	7,02	7,37	8,71	8,04
P 7	7,13	6,76	6,94	5,53	8,91	7,22
T 1	6,70	6,92	6,81	7,20	44,10	25,65
T 2	6,48	7,96	7,22	7,36	63,86	35,61

*Camp. = Campanha; *M.= Média;

Diante dos resultados apresentados fica evidente que durante a estação seca o OD foi bem maior que a estação chuvosa, porém a tendência desse período era diminuir devido o aumento da temperatura e o consumo intenso das bactérias. Por isso, percebe-se que houve grande reintrodução de oxigênio na água realizada pelas algas, plantas e pelo fitoplâncton resultante da atividade fotossintética (MATOS, 2010; STRASKRABA; TUNDISI, 2013), (Figura 22).

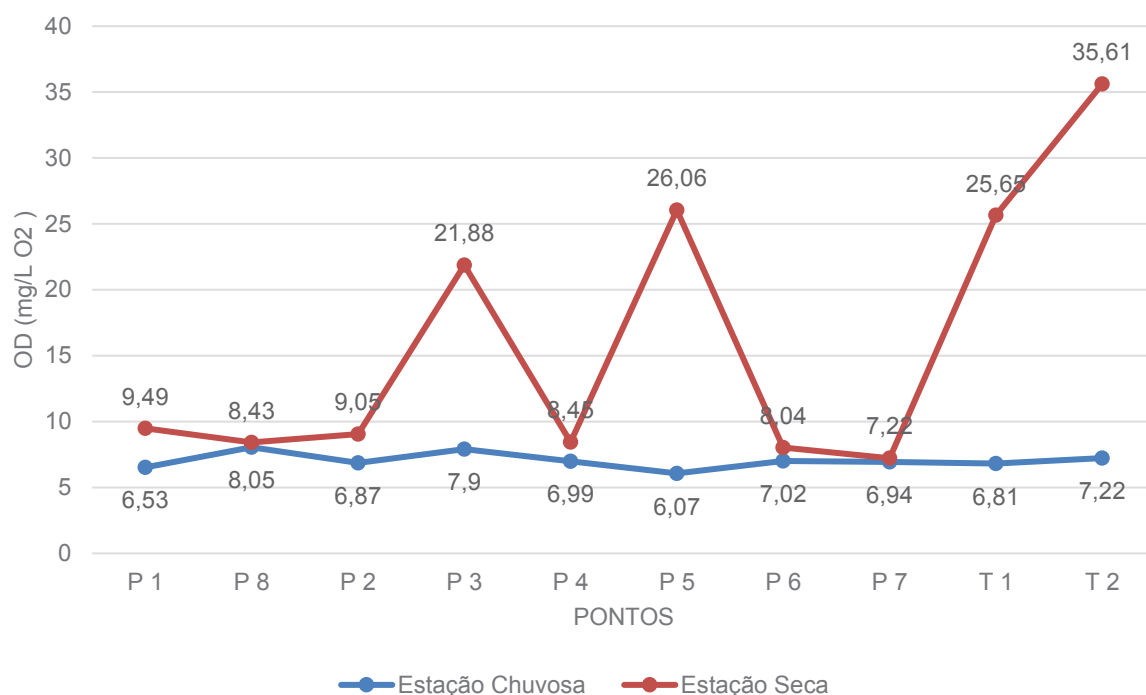


Figura 22. Média dos resultados do parâmetro oxigênio (mg/L O₂) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.

Os resultados do OD de saturação de todos os pontos amostrados estiveram sempre abaixo de 9,2 mg/L o que não evidencia que as algas estão produzindo oxigênio puro (VON SPERLING, 2014b), (Tabela 19). Comparando a fase rio, reservatório e afluentes com as estações chuvosa e seca, a média da fase rio durante a estação chuvosa foi de 7,29 mg/L O₂ e desvio padrão de $\pm 0,88$ mg/L O₂ e na estação seca foi de 8,96 mg/L O₂ e desvio padrão de $\pm 1,20$ mg/L O₂ com diferença significativa entre as duas estações ($z=2,02$ e $p=0,04$). Na fase reservatório também houve diferença significativa ($z=2,54$ e $p=0,01$). Na estação chuvosa dessa fase a média foi de 6,96 mg/L O₂ e desvio padrão de $\pm 0,81$ mg/L O₂ e na estação seca de 13,45 mg/L O₂ e desvio padrão de $\pm 13,12$ mg/L O₂.

Já em conjunto a média dos pontos foi de 70,4 mg/L O₂ e desvio padrão de $\pm 0,77$ mg/L O₂ durante a estação chuvosa e na estação seca 15,99 mg/L O₂ e $\pm 16,87$ mg/L O₂, respectivamente com diferença estatística entre as duas estações ($z=3,57$ e $p=0,0004$).

Tabela 19. Resultados analíticos de oxigênio dissolvido de saturação (mg/L O₂) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Ponto	Estação Seca		Estação Chuvosa	
	1ª Campanha	2ª Campanha	3ª Campanha	4ª Campanha
P 1	7,20	7,19	7,65	7,51
P 8	7,56	7,67	7,64	8,09
P 2	7,21	7,16	7,66	7,75
P 3	7,67	7,44	7,40	7,54
P 4	7,21	7,18	7,63	7,83
P 5	7,66	7,32	7,57	7,16
P 6	7,35	7,16	7,64	7,81
P 7	7,52	7,09	7,61	7,61
T 1	7,18	7,19	7,49	7,22
T 2	7,13	7,08	7,23	7,20

A variação da DQO só pode ser notada na 4ª campanha devido a metodologia empregada (Tabela 20). Durante esta campanha a média da DQO foi de 127,5 mg/L O₂. A fase reservatório obteve uma média pouco inferior a fase rio com 128,5 mg/L O₂.

Tabela 20. Resultados analíticos da Demanda Química do Oxigênio (mg/L O₂) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Ponto	Estação Chuvosa		Estação Seca	
	P 1	<50	<50	<50
P 8	<50	<50	<50	132
P 2	<50	<50	<50	124
P 3	<50	<50	<50	129
P 4	<50	<50	<50	137
P 5	<50	<50	<50	165
P 6	<50	<50	<50	90
P 7	<50	<50	<50	120
T 1	<50	<50	<50	111
T 2	<50	<50	<50	169

Na 4ª campanha, todos os pontos estiveram bem acima de 20 mg/L O₂ que o caracteriza como águas superficiais poluídas por materiais orgânicos e inorgânicos (OMS, 1996). Durante esta campanha o ponto que apresentou maior DQO foi o córrego Onça seguido pelo P 1. Os resultados de DQO do ponto P 1 apresentaram 165 mg/L O₂. Os pontos P 3 P 5 estão entre os 3 com menor concentração de DQO. O córrego Cana Brava apresentou a segunda menor concentração de DQO (figura 23).

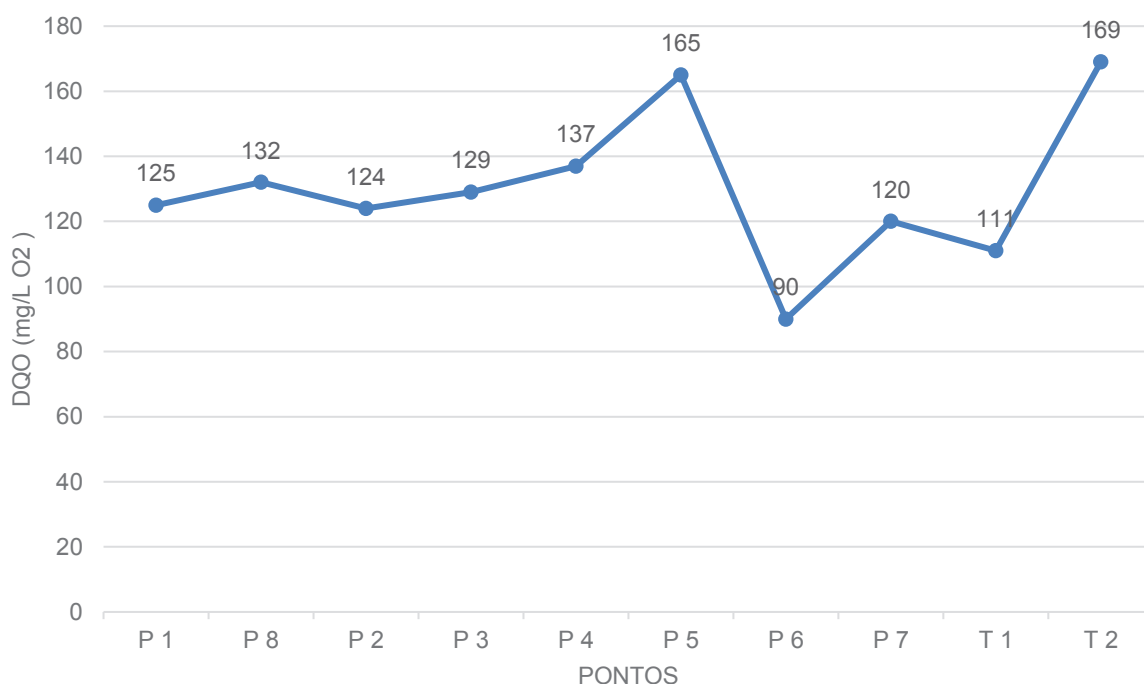


Figura 23. Média dos resultados do parâmetro demanda química do oxigênio (mg/L O₂) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante a 4ª campanha.

5.3.4 Dureza Total

O córrego Onça e Cana Brava apresentaram menor dureza com 16,5 mg/L CaCO₃ e 27,5 mg/L CaCO₃ e a fase rio menor que a fase reservatório com resultados respectivos de 31,25 mg/L CaCO₃ e 31,58 mg/L CaCO₃.

O ponto P 7, ponto de captação para abastecimento público, apresentou baixas concentrações de dureza. Ainda, somente o ponto P 3, na 1ª campanha (estação chuvosa), apresentou a água com 51 mg/L CaCO₃, classificada como dureza “moderada” já que apresentou dureza maior que 50 mg/L CaCO₃. Todos os demais pontos das 4 campanhas são classificadas como dureza “mole”, pois apresentaram concentração abaixo de 50 mg/L (VON SPERLING, 2014b), (Tabela 21, Figura 24).

Houve variação da dureza no período chuvoso para a estiagem. Durante a estação chuvosa a dureza, isto é, os íons cálcio e magnésio em forma de carbonato de cálcio obtiveram concentrações maiores em todos os pontos amostrados (BRASIL, 2012b).

Já na fase reservatório e afluentes houve diferença significativa. No reservatório durante a estação chuvosa a média foi de 39,58 mg/L e desvio padrão de ± 6,20 mg/L e na estação seca de 23,58 mg/L e desvio padrão de ± 3,91 mg/L com diferença significativa ($z=4,15$ e $p<0,0001$). Nos afluentes a média da estação chuvosa foi de 29 mg/L e desvio

padrão de $\pm 7,02$ mg/L e na estação seca média de 15 mg/L e desvio padrão de $\pm 6,21$ mg/L com diferença significativa entre as duas estações ($z=2,16$ e $0,03$).

Tabela 21. Resultados analíticos da dureza total (CaCO_3) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	1ª Campanha	2ª Campanha	Média	3ª Campanha	4ª Campanha	Média
P 1	34,0	38,0	36	20,0	35,0	27,5
P 8	35,0	38,0	36,5	28,0	22,0	25
P 2	33,0	38,0	35,5	20,0	25,0	22,5
P 3	51,0	48,0	49,5	22,0	32,0	27
P 4	33,0	38,0	35,5	20,0	23,0	21,5
P 5	41,0	48,0	44,5	24,0	30,0	27
P 6	35,0	38,0	36,5	20,0	24,0	22
P 7	34,0	38,0	36	20,0	23,0	21,5
T 1	22,0	24,0	23	12,0	8,0	10
T 2	34,0	36,0	35	18,0	22,0	20

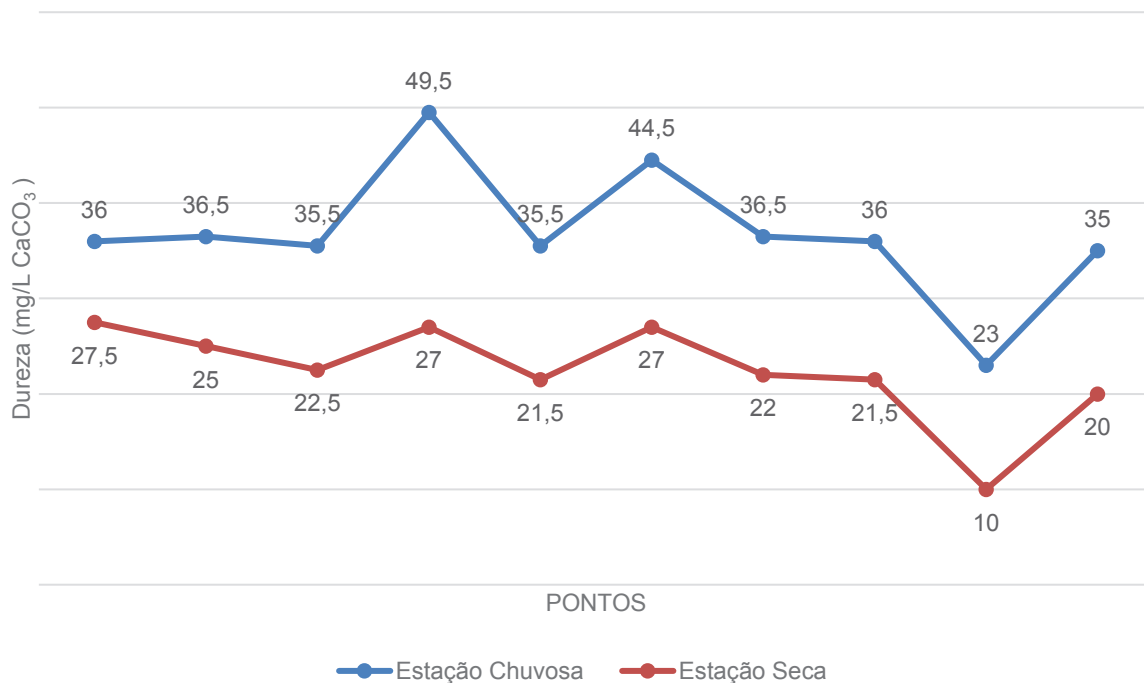


Figura 24. Média dos resultados do parâmetro dureza (mg/L CaCO_3) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.

Comparando os resultados da estação chuvosa e seca de todos os pontos em conjunto. Foi observado que a média da estação chuvosa foi de 36,8 mg/L e desvio padrão de $\pm 6,96$ mg/L e na estação seca de 22,4 mg/L e $\pm 6,14$ mg/L, respectivamente com diferença significativa entre as duas estações ($z=0,48$ e $p<0,0001$). Houve diferença significativa quando comparado o reservatório com os afluentes. Na estação chuvosa ($z=2,12$ e $p=0,03$) e seca ($z=2,36$ e $p=0,01$).

5.3.5 Ferro Total

Em todos os pontos analisados durante as 4 campanhas os valores de ferro estiveram abaixo do limite de detecção do método aplicado. Portanto este parâmetro não confere a água sabor, odor e está dentro dos padrões permitidos para água potável que é de até 0,3 mg/L (VON SPERLING, 2014b), (Tabela 22).

Tabela 22. Resultados analíticos de ferro total (mg/L Fe) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa		Estação Seca	
	1ª Campanha	2ª Campanha	3ª Campanha	4ª Campanha
P 1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
P 8	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
P 2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
P 3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
P 4	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
P 5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
P 6	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
P 7	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
T 1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
T 2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

5.3.6 Fósforo e Ortofosfato

O monitoramento da qualidade da água durante este estudo demonstrou que o fósforo esteve sempre abaixo do limite de detecção do método. Portanto estando dentro dos padrões estabelecido pela legislação nacional de $\leq 0,050$ mg/L P para o reservatório e tributários (BRASIL, 2005). Esses resultados demonstram que o parâmetro não limita a sobrevivência do fitoplâncton, zooplâncton e peixes e que estes estão em equilíbrio com o meio inserido (STRASKRABA; TUNDISI, 2013), (Tabela 23).

Os ambientes amostrados são considerados oligotróficos (STRASKRABA; TUNDISI, 2013) e não-eutróficos (VON SPERLING, 2014a). Não há, portanto, evidência de carreamento de resíduos oriundos da agricultura ao manancial, pelas águas pluviais e processos erosivos (GONÇALVES; ROCHA, 2016; SANTOS et al., 2017).

Tabela 23. Resultados analíticos de fósforo total (mg/L Fe) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Ponto	Estação Chuvosa		Estação Seca	
	1ª Campanha	2ª Campanha	3ª Campanha	4ª Campanha
P 1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
P 8	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
P 2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
P 3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
P 4	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
P 5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
P 6	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
P 7	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
T 1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
T 2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Em todos os pontos amostrados durante as 4 campanhas não se constatou esse tipo de fósforo mais comum encontrado em água e que está ligado ao metabolismo biológico (VON SPERLING, 2014a), (Tabela 24).

Tabela 24. Resultados analíticos de ortofosfato total (mg/L P) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa		Estação Seca	
	1ª Campanha	2ª Campanha	3ª Campanha	4ª Campanha
P 1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
P 8	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
P 2	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
P 3	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
P 4	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
P 5	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
P 6	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
P 7	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
T 1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
T 2	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03

5.3.7 pH

A média do pH durante o período amostral oscilou de 7,44 do córrego Onça para 7,75 da fase rio. O córrego Cana Brava apresentou pH de 7,56 e a fase reservatório de 7,73. Demonstrando que estes estiveram dentro da faixa de neutralidade (VON SPERLING, 2005).

Essa média do pH dos recursos hídricos analisados está dentro da legislação em vigor que permite uma variação entre 7 e 9 (BRASIL, 2005), (Tabela 25, Figura 25).

Comparando os valores de pH com o mínimo e máximo apresentado pela legislação brasileira com as duas estações estudadas. Foi observado que a fase rio e afluentes apresentaram os mesmos resultados. Houve diferença significativa na estação chuvosa e seca ($z=2,30$ e $p=0,20$). No reservatório também houve diferença significativa nas duas estações onde ambas apresentaram o mesmo resultado ($z=4,15$ e $p<0,0001$).

Tabela 25. Resultados analíticos de potencial hidrogeniônico do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	1ª Campanha	2ª Campanha	Média	3ª Campanha	4ª Campanha	Média
P 1	7,65	7,86	7,75	8,16	8,68	8,42
P 8	6,97	7,00	6,98	8,22	7,55	7,88
P 2	7,65	7,79	7,72	8,09	8,29	8,19
P 3	8,03	8,29	8,16	7,03	7,07	7,05
P 4	7,69	7,68	7,68	7,97	8,01	7,99
P 5	7,50	8,04	7,77	7,05	7,58	7,31
P 6	7,71	7,72	7,71	7,76	7,95	7,85
P 7	7,61	7,88	7,74	7,38	8,01	7,69
T 1	7,57	8,05	7,81	6,96	7,21	7,08
T 2	7,46	8,16	7,81	7,14	7,48	7,31

A média dos pHs demonstram que pH mais básico foi encontrado no ponto P 1 durante a estação seca e o mais básico foi encontrado no ponto P 8 na estação chuvosa.

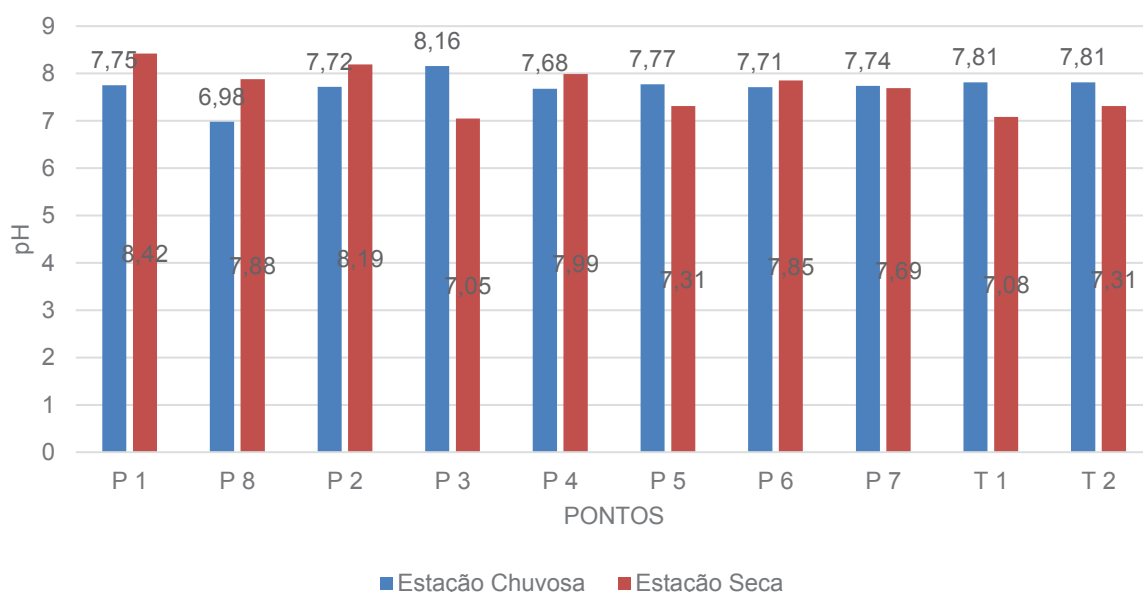


Figura 25. Média dos resultados do parâmetro potencial hidrogeniônico do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.

Comparando o pH das estações chuvosa e seca da fase rio, reservatório e afluentes temos os seguintes resultados. Durante a fase rio a média foi de 7,3 e desvio padrão de $\pm 0,45$, ou seja, pH básico. Na estação chuvosa a média foi de 8,15 e desvio padrão de $\pm 0,46$, ou seja, pH ligeiramente alcalino.

Na fase reservatório a média da estação chuvosa foi de 7,79 e desvio padrão de $\pm 0,22$ e na estação seca média de 7,68 e desvio padrão de $\pm 0,44$. Portanto a média desses pHs os enquadram em pH básico.

Já nos afluentes a média da estação chuvosa foi de 7,81 e desvio padrão de $\pm 0,34$ e na estação seca de 7,19 e $\pm 0,21$, respectivamente. Conseqüentemente a média desses pHs estão na faixa da neutralidade.

Com todos os pontos juntos a média foi de 7,71 e desvio padrão de $\pm 0,33$ durante a estação chuvosa e na estação seca foi de 7,67 e desvio padrão de $\pm 0,50$.

Na fase rio com os afluentes houve diferença significativa na estação seca ($z=2,30$ e $p=0,02$).

5.3.8 Nitrogênio Total

Ao longo das 4 campanhas não se evidenciou nitrogênio total em nenhum dos recursos hídricos analisados (Tabela 26).

Tabela 26. Resultados analíticos do nitrogênio total (mg/L N) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa		Estação Seca	
	1ª Campanha	2ª Campanha	3ª Campanha	4ª Campanha
P 1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
P 8	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
P 2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
P 3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
P 4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
P 5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
P 6	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
P 7	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
T 1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
T 2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

5.4 Pesticidas

5.4.1 Organofosforado e Carbamatos

Apesar dos pesticidas estarem entre os tóxicos orgânicos mais comuns em reservatórios e atualmente encontrado na água, solo, sedimentos e até mesmo em água destinada ao consumo humano, não se detectou em nenhum ponto amostrado qualquer sinal desse resíduo, assegurando a saúde da população abastecida por esse manancial (STRASKRABA; TUNDISI, 2013; VAN TOAN et al., 2013), (Tabela 27).

Tabela 27. Resultados analíticos de organofosforado e carbamatos ($\mu\text{g/L}$) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa		Estação Seca	
	1ª Campanha	2ª Campanha	3ª Campanha	4ª Campanha
P 1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
P 8	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
P 2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
P 3	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
P 4	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
P 5	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
P 6	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
P 7	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
T 1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
T 2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Mesmo no período chuvoso não se evidenciou contaminação por pesticidas, apesar de ser típica a ocorrência desse produto químico nesse período (BRASIL, 2012a). Para os pesticidas estudados, portanto, não é necessário um tratamento de água para sua eliminação (FERNANDES NETO; SARCINELLI, 2009).

Um fator que pode explicar o fator de não ter se encontrado pesticida nesses recursos hídricos é o fluxo de água devido sua capacidade de diluição (PAPADAKIS et al., 2015).

Os resultados de organofosforados demonstram que para esse parâmetro os recursos hídricos analisados não ocasionam danos à saúde de mamíferos, incluindo a espécie humana (BAIRD, 2002). Já o resultado de carbamatos nos permite afirmar que este produto químico também não fornecerá efeitos tóxicos ou agudos sobre a população abastecida por esse manancial (ASSIS et al., 2012).

Outro fator que pode estar associado a ausência desse tipo de pesticida no reservatório é a inexistência de atividade agrícola nas margens do reservatório.

5.5 Parâmetros Bacteriológicos de Qualidade da Água

5.5.1. Coliformes Totais

A média dos resultados de coliformes totais revelam que a fase rio com 704,03 NMP/100 mL e reservatório com 743,19 NMP/100 mL possuem menos coliformes que seus afluentes. Por sua vez o córrego Cana Brava com 847,5 NMP/100 mL apresentou esse tipo de microrganismo em menor quantidade que o córrego Onça com 1425 NMP/100 mL.

Os coliformes totais são bactérias entéricas ou não entéricas (SILVA et al., 2010). Em 7 pontos do reservatório, durante a estação seca, os pontos (P 1, P 8, P 2, P 3, P 4, P 6 e P 7) apresentaram NMP/100 mL desse tipo de microrganismo maior que na estação chuvosa (Tabela 28, Figura 26).

Tabela 28. Resultados analíticos de coliformes totais (NMP/100 mL) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	1ª Campanha	2ª Campanha	Média	3ª Campanha	4ª Campanha	Média
P 1	2,4x10 ²	5x10	145	3x10 ²	≥1,6x10 ³	950
P 8	2,4x10 ²	2,3	121,15	1,6x10 ³	≥1,6x10 ³	1600
P 2	2,3x10 ²	3x10	130	5x10 ²	≥1,6x10 ³	1050
P 3	≥1,6x10 ³	8x10	840	3x10 ²	1,6x10 ³	950
P 4	2,3x10	2,3x10	23	5x10 ²	≥1,6x10 ³	1050
P 5	≥1,6x10 ³	≥1,6x10 ³	1600	5x10 ²	≥1,6x10 ³	1050
P 6	2,3x10	2,3	12,65	3x10 ²	≥1,6x10 ³	950
P 7	2,3x10	2,3	12,65	9x10 ²	≥1,6x10 ³	1250
T 1	≥1,6x10 ³	≥1,6x10 ³	1600	9x10 ²	≥1,6x10 ³	1250
T 2	5x10	≥1,6x10 ³	825	1,4x10 ²	≥1,6x10 ³	870

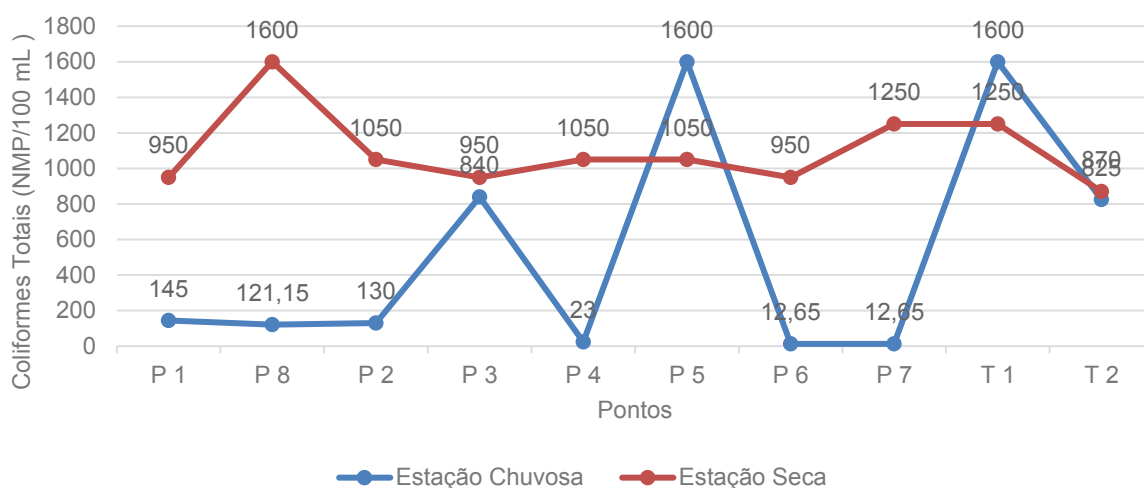


Figura 26. Média dos resultados do parâmetro coliformes totais (NMP/100 mL) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.

Na fase rio da estação chuvosa a média desse parâmetro foi de 133,07 NMP/100 mL e desvio padrão de $\pm 124,99$ NMP/100 mL e na estação seca a média foi de 1275 NMP/100 mL e desvio padrão de ± 650 NMP/100 mL com diferença significativa entre as duas estações ($z=2,30$ e $p=0,02$). Na fase reservatório a média ao longo da estação chuvosa foi de 436,38 NMP/100 mL e desvio padrão de $\pm 704,34$ NMP/100 mL. Na estação seca foi de 1050 NMP/100 mL e 593,1 NMP/100 mL, respectivamente e com diferença significativa entre as estações ($z=2,59$ e $p=0,009$).

Já nos afluentes a média foi de 1212,5 NMP/100 mL e desvio padrão de ± 775 NMP/100 mL durante a estação chuvosa e na estação seca a média foi de 1060 NMP/100 mL e desvio padrão de $\pm 696,46$ NMP/100 mL.

Com todos os pontos juntos a média da estação chuvosa foi de 530,5 NMP/100 mL e desvio padrão de ± 722 NMP/100 mL e na estação seca de 1097 NMP/100 mL e desvio padrão de $\pm 596,1$ NMP/100 mL com diferença significativa entre as duas estações ($z=2,97$ e $p=0,002$).

No reservatório com os afluentes a estação chuvosa apresentou ($z=1,75$ e $p=0,07$) e seca ($z=0,06$ e $p=0,95$).

5.5.2 Coliformes Termotolerantes

A média de coliformes termotolerantes revela que a fase rio possui esse microrganismo em maior quantidade que o córrego Cana Brava, fase reservatório e córrego onça. Onde os resultados respectivos foram 358,25 NMP/100 mL, 268,07 NMP/100 mL, 451,33 NMP/100 mL e 890 NMP/100 mL.

Os resultados de coliformes termotolerantes, para todos os pontos amostrados, foi sempre maior na estação seca do que na chuvosa. Durante a estação seca os pontos P2 (reservatório) e o ponto T1 (córrego Onça) obtiveram NMP/100 mL acima do permitido pela legislação nacional de 1×10^3 , ou seja, foi superior ao permitido na legislação em vigor (BRASIL, 2005; BRASIL, 2012b), (Tabela 29).

Realizando uma comparação entre as fases estudadas, estações do ano com o valor máximo permitido para esse parâmetro pela legislação. Fica claro que a fase rio e afluentes apresentaram os mesmos resultados nas duas estações. Na estação chuvosa houve diferença significativa ($z=2,30$ e $p=0,02$). No reservatório houve diferença significativa na estação chuvosa ($z=2,77$ e $p=0,005$) e na estação seca ($z=2,07$ e $p=0,03$). Os resultados encontrados ainda evidenciam a importância da ETA e do processo de cloração para eliminação dos microrganismos patogênicos (Figura 27).

Tabela 29. Resultados analíticos de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	1ª Campanha	2ª Campanha	Média	3ª Campanha	4ª Campanha	Média
P 1	2,3x10	9	16	1,4x10 ²	≥1,6x10 ³	870
P 8	2,3x10	<2	12	1,7x10 ²	9x10 ²	535
P 2	2,3x10	4	13,5	5x10 ²	1,6x10 ³	1050
P 3	≥1,6x10 ³	1,1x10	805,5	3x10	7x10	50
P 4	2,3x10	<2	12	3x10 ²	1,6x10 ³	950
P 5	≥1,6x10 ³	9	804,5	3x10 ²	3,3x10	166,5
P 6	2,3x10	<2	12	3x10 ²	1,6x10 ³	950
P 7	2,3x10	<2	12	2,8x10 ²	9x10 ²	590
T 1	9,2x10 ²	1,4x10 ²	530	9x10 ²	≥1,6x10 ³	1250
T 2	2,3	8x10	41,15	9x10	9x10 ²	495

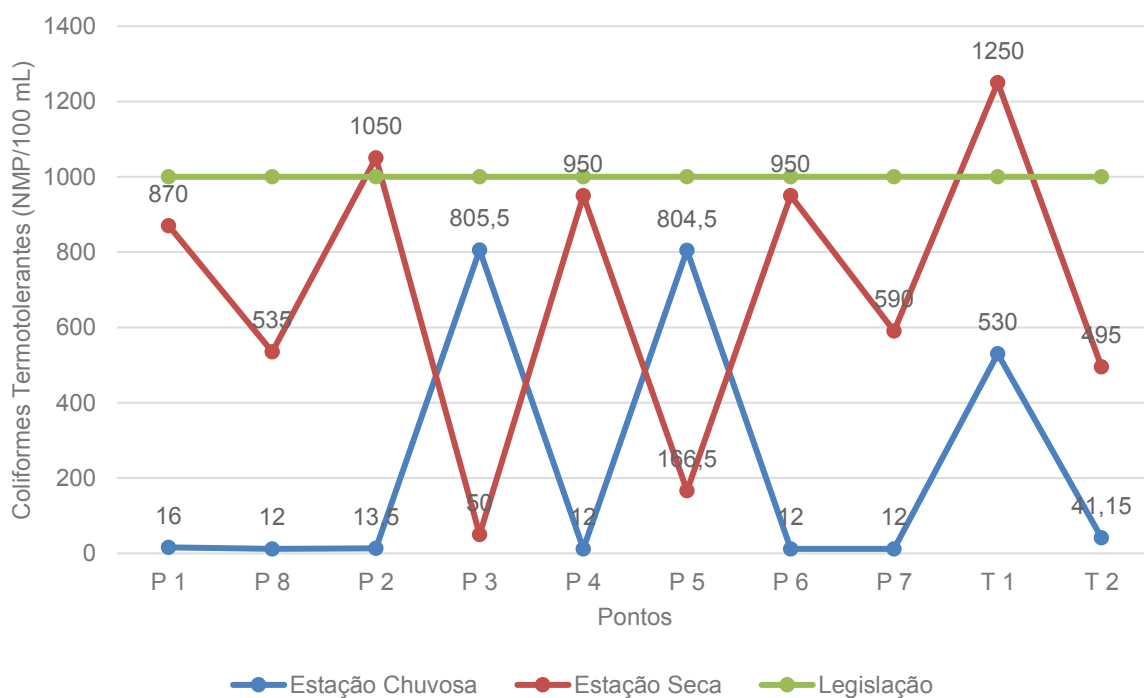


Figura 27. Média dos resultados do parâmetro coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.

O córrego Onça provavelmente está sendo afetado por efluentes, uma vez que apresentou 1250 NMP, ou seja, a maior quantidade de coliformes dos pontos analisados (CARVALHO et al., 2015). O ponto de captação de água para abastecimento público foi o 3º melhor em quantidade de coliformes durante as duas estações e obteve resultados dentro da legislação atual (BRASIL, 2005), porém os resultados obtidos principalmente na estação seca demonstram risco de doenças hídricas (KONZEN et al., 2015).

O índice de coliformes termotolerantes pode estar sendo agravado devido os afluentes do reservatório serem ocupados e utilizados de forma ilegal por fazendeiros para a pecuária, principalmente do córrego Cana Brava, onde fezes e cadáveres de gado bovino são encontrados (Figura 28).



Figura 28. Margem do córrego Cana Brava (T 2A) com fezes de gado.

Comparando a estação seca e chuvosa da fase rio, reservatório e afluentes temos os resultados abaixo.

Na fase rio a média de coliformes termotolerantes da estação chuvosa foi de 14,25 NMP/100 mL e desvio padrão de $\pm 10,5$ NMP/100 mL e na fase seca de 702,5 NMP/100 mL e desvio padrão de $\pm 693,9$ NMP/100 mL com diferença significativa ($z=2,30$ e $p=0,02$). Na fase reservatório também houve diferença significativa ($z=2,49$ e $p=0,003$). A média foi de 276,83 NMP/100 mL e desvio padrão de $\pm 618,11$ NMP/100 mL durante a estação chuvosa e na estação seca a média foi de 626,1 NMP/100 mL e desvio padrão de $\pm 631,8$ NMP/100 mL.

Já nos afluentes a média da estação chuvosa foi de 285,57 NMP/100 mL e desvio padrão de $\pm 426,69$ NMP/100 mL. Na estação seca foi de 872,5 NMP/100 mL e desvio padrão de $\pm 617,27$ NMP/100 mL.

Comparando todos os pontos juntos com as estações estudadas. Fica evidente que durante a estação chuvosa a média foi de 226,06 NMP/100 mL e desvio padrão de $\pm 511,64$ NMP/100 mL e na estação seca de 690,65 NMP/100 mL e desvio padrão de $\pm 613,95$ NMP/100 mL com diferença significativa entre as estações ($z=3,85$ e $p=0,0001$).

5.5.3 Bactérias Heterotróficas ou Aeróbios Mesófilos

A média dos resultados desse parâmetro explicitam que o córrego Cana Brava apresentou menor quantidade deste microrganismo com 137,5 UFC/mL que a fase rio com 377,5 UFC/mL que a fase reservatório com 583,75 UFC/mL e córrego Onça com 2650 UFC/mL.

Durante a estação seca os resultados de aeróbios mesófilos foram maiores que 105 UFC/mL em 7 pontos analisados. O córrego Onça (T 1) e o córrego (Cana Brava) também apresentaram resultados acima de 105 UFC/mL o que demonstra poluição significativa e deficiência sanitária (SILVA et al., 2010; STRASKRABA; TUNDISI, 2013), (Tabela 30, Figura 29).

Tabela 30. Resultados analíticos de bactéria aeróbias mesófilas do ribeirão João Leite, córrego Onça e Cana Brava durante as 4 campanhas.

Pontos Amostrados	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	1ª Campanha	2ª Campanha	Média	3ª Campanha	4ª Campanha	Média
P 1	4,3x10 ²	1,6x10 ²	295	1x10	3,8x10 ²	195
P 8	5,4x10 ²	2x10 ²	370	1x10 ³	3x10 ²	650
P 2	3,8x10 ²	1,5x10 ²	265	1x10 ²	5x10	75
P 3	6x10 ²	1,4x10 ³	1000	6x10 ²	5,2x10 ²	560
P 4	1,9x10 ²	1,1x10 ²	150	2x10 ²	5x10 ²	350
P 5	9x10 ²	5,8x10 ²	740	4,5x10 ³	1,8x10 ³	3150
P 6	5x10	1,3x10 ²	90	2x10 ²	2x10 ²	200
P 7	4x10	3x10 ²	170	2,1x10 ²	3x10 ²	255
T 1	1,3x10 ³	1,9x10 ³	1600	5x10 ³	2,4x10 ³	3700
T 2	4x10 ²	9,5x10 ²	675	3,4x10 ³	5,6x10 ²	1980

*Camp. = Campanha; *M.= Média;

O ponto P 5 (próximo a BR 153) apresentou o maior resultado dentro do reservatório provavelmente carga de resíduo sólido oriunda da BR 153. O ponto de captação para abastecimento (P 7) foi o 2º ponto com menor quantidade de UFC/100 mL com 170 na estação chuvosa e 255 UFC/mL na estação seca. Somente o ponto P 30A demonstrou não possuir poluição significativa oriunda do meio externo do reservatório (Figura 29) (STRASKRABA; TUNDISI, 2013).



Figura 29. Carcaça de bovino às margens desmatadas do córrego Cana Brava (T 2A).

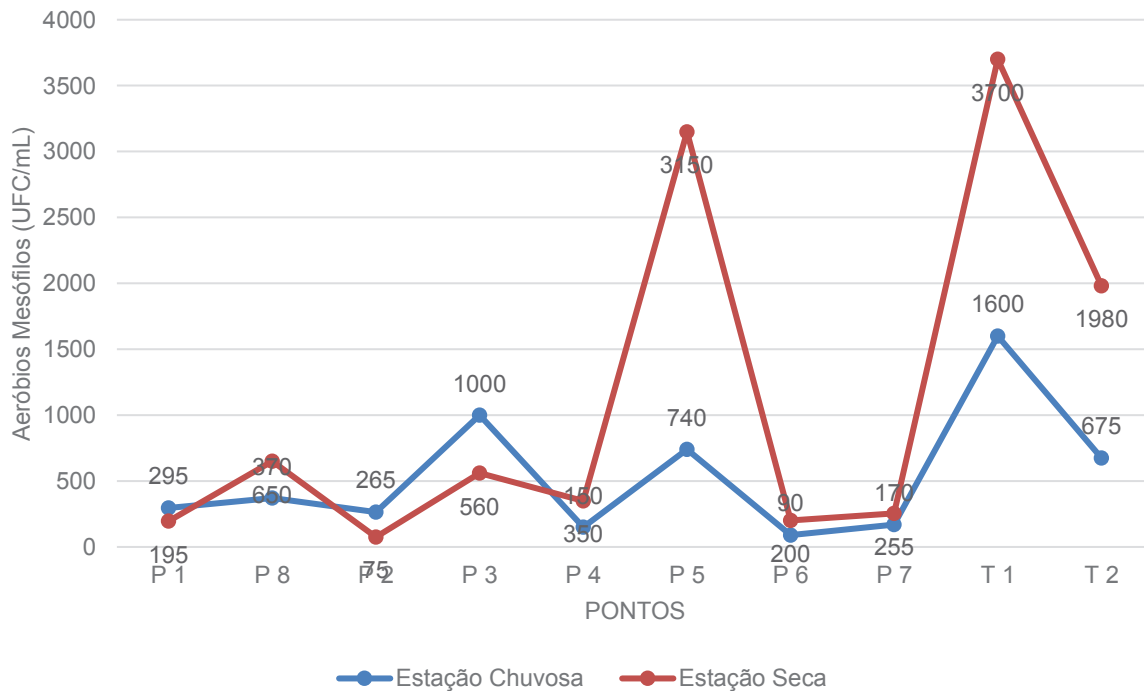


Figura 30. Média dos resultados do parâmetro bactéria aeróbias mesófilas (UFC) do reservatório do ribeirão João Leite, do córrego Cana Brava e Onça, durante as 4 campanhas.

Na fase rio na estação chuvosa a média foi de 332,5 UFC/100 mL e desvio padrão de $\pm 182,46$ UFC/100 mL e na estação seca 422,5 UFC/100 mL e desvio padrão de $\pm 416,5$ UFC/100 mL. Na fase reservatório na estação chuvosa a média foi de 355 UFC/100 mL e desvio padrão $\pm 261,62$ UFC/100 mL e na estação seca 765 UFC/100 mL e ± 1265 UFC/100 mL.

Nos afluentes a média da estação chuvosa foi de 1137,5 UFC/100 mL e desvio padrão de $\pm 628,98$ UFC/100 mL e na estação seca de 2840 UFC/100 mL e $\pm 1859,31$ UFC/100 mL.

Ao se comparar todos os pontos juntos com a estação seca e chuvosa. Nota-se que a média da estação chuvosa foi de 495 UFC/100 mL e desvio padrão de $\pm 464,74$ UFC/100 mL e na estação seca de 1111,5 UFC/100 mL e desvio padrão de $\pm 1518,24$ UFC/100 mL.

Comparando o reservatório com afluente nas estações chuvosa e seca. Fica evidente que houve diferença significativa na estação chuvosa ($z=2,42$ e $p=0,01$) e na estação seca ($z=2,30$ e $p=0,02$). Houve diferença significativa na estação seca com ($z=2,02$ e $p=0,04$).

5.6 Correlação Entre os Parâmetros

Ao analisar todos os pontos em conjunto houve uma correlação forte entre a cor e as bactérias heterotróficas de 0,73. Também houve correlação de 0,61 entre a temperatura do ar e as bactérias heterotróficas. Entre os coliformes totais e a dureza de 0,63 e dos coliformes termotolerantes e a dureza de 0,62 e dos coliformes totais e termotolerantes de 0,67 (Tabela 31).

Na fase rio a cor houve correlação forte com 5 parâmetros: turbidez, DBO, OD, pH e coliformes termotolerantes. A turbidez houve correlação forte com a DBO, OD e coliformes termotolerantes. A temperatura do ar houve correlação com o resíduo total. O resíduo total houve correlação com a dureza. A condutividade com a dureza. A DBO houve correlação com o OD e com os coliformes termotolerantes. O OD teve correlação com os coliformes totais, e houve correlação dos coliformes totais com os coliformes termotolerantes (Tabela 32).

Na fase reservatório houve correlação forte entre as bactérias heterotróficas e a cor. Entre a temperatura da água e resíduo total. Houve entre os coliformes termotolerantes e a temperatura da água. Entre a DBO e os coliformes Totais. Entre os coliformes totais e termotolerantes (Tabela 33).

Já nos afluentes houve correlação forte entre cor com turbidez, temperatura da água e bactérias heterotróficas. A turbidez com a dureza e OD, a temperatura da água com o pH e

bactérias heterotróficas. A condutividade com os cloretos e coliformes totais. A dureza com o OD.

31. Matriz de correlação de Spearman dos parâmetros amostrados considerando todos os pontos em conjunto.

Parâmetro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cor (mg P/L)	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Turbidez (UNT)	0,46	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Temperatura da Água (°C)	0,19	0,23	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Temperatura do Ar (°C)	0,54	-0,27	0,10	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Resíduo Total (mg/L)	0,08	0,06	0,07	0,02	1	---	---	---	---	---	---	---	---
Cloreto (mg/L Cl)	-0,33	-0,25	-0,05	-0,20	-0,31	1	---	---	---	---	---	---	---
Condutividade (µS)	-0,43	-0,29	-0,03	0,04	-0,04	0,30	1	---	---	---	---	---	---
DBO (mg/L O2)	0,20	0,11	0,06	0,14	-0,19	-0,04	0,09	1	---	---	---	---	---
Dureza (mg/L CaCO3)	-0,43	-0,31	-0,12	-0,10	0,50	-0,02	0,27	-0,28	1	---	---	---	---
O.D. (mg/L O ₂)	0,32	0,02	0,23	0,46	0,02	-0,02	0,15	0,59	-0,24	1	---	---	---
pH	-0,19	-0,03	-0,26	-0,35	0,11	-0,13	-0,19	0,17	0,27	-0,21	1	---	---
Colif. Totais (NMP/100 mL)	0,30	0,36	-0,13	0,27	-0,24	-0,19	-0,05	0,63	-0,20	0,38	0,24	1	---
Colif. Termotolerantes	0,23	0,38	-0,07	-0,01	-0,33	-0,09	0,08	0,62	-0,25	0,16	0,21	0,67	1
Anaeróbias	0,73	0,22	0,19	0,61	-0,16	-0,12	-0,22	-0,07	-0,42	0,11	-0,46	0,15	0,09

Tabela 32. Matriz de correlação de Spearman dos parâmetros amostrados da fase rio.

Parâmetro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cor (mg P/L)	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Turbidez (UNT)	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Temperatura da Água (°C)			1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Temperatura do Ar (°C)				1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Resíduo Total (mg/L)					1	---	---	---	---	---	---	---	---
Cloreto (mg/L Cl)						1	---	---	---	---	---	---	---
Condutividade (µS)							1	---	---	---	---	---	---
DBO (mg/L O2)								1	---	---	---	---	---
Dureza (mg/L CaCO3)									1	---	---	---	---
O.D. (mg/L O ₂)										1	---	---	---
pH											1	---	---
Colif. Totais (NMP/100 mL)												1	---
Colif. Termotolerantes													1
Anaeróbias													

Tabela 33. Matriz de correlação de Spearman dos parâmetros amostrados da fase reservatório.

Parâmetro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cor (mg Pt/L)	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Turbidez (UNT)		1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Temperatura da Água (°C)			1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Temperatura do Ar (°C)				1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Resíduo Total (mg/L)					1	---	---	---	---	---	---	---	---
Cloro (mg/L Cl)						1	---	---	---	---	---	---	---
Condutividade (µS)							1	---	---	---	---	---	---
DBO (mg/L O2)								1	---	---	---	---	---
Dureza (mg/L CaCO3)									1	---	---	---	---
O.D. (mg/L O ₂)										1	---	---	---
pH											1	---	---
Colif. Totais (NMP/100 mL)												1	---
Colif. Termotolerantes													1
Anaeróbias													

Tabela 34. Matriz de correlação de Spearman dos parâmetros amostrados dos afluentes.

Parâmetro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cor (mg Pt/L)	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Turbidez (UNT)		1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Temperatura da Água (°C)			1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Temperatura do Ar (°C)				1	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Resíduo Total (mg/L)					1	---	---	---	---	---	---	---	---
Cloro (mg/L Cl)						1	---	---	---	---	---	---	---
Condutividade (µS)							1	---	---	---	---	---	---
DBO (mg/L O2)								1	---	---	---	---	---
Dureza (mg/L CaCO3)									1	---	---	---	---
O.D. (mg/L O ₂)										1	---	---	---
pH											1	---	---
Colif. Totais (NMP/100 mL)												1	---
Colif. Termotolerantes													1
Anaeróbias													

6. CONCLUSÕES

Somente 3 parâmetros (DBO, OD e coliformes termotolerantes) dos pontos do reservatório tiveram acima do permitido pela legislação nacional. Só houve diferença estatística entre os resultados apresentados e o valor máximo permitido pela legislação nacional em 2 parâmetros da fase rio, em 1 parâmetro da fase reservatório e em 3 parâmetros dos afluentes.

Houve diferença estatística entre as estações chuvosa e seca em 3 parâmetros da fase rio, em 7 da fase reservatório, 3 parâmetros dos afluentes e no IQA da fase rio

Ao se comparar a fase rio e reservatório não houve diferença significativa entre as duas estações em nenhum parâmetro. Já comparando a fase rio com os afluentes houve diferença significativa em 4 parâmetros. No reservatório e afluentes houve diferença estatística em 5 parâmetros.

Não se constatou nenhuma concentração de pesticidas: organofosforado e carbamatos nos mananciais estudados.

7. REFERÊNCIAS

- AENDA. Associação Brasileira dos Defensivos Genéricos. **Equipe Técnica Aenda. Notícias da Aenda: mar/2016**. 2016. Disponível em: <http://www.aenda.org.br/painel/images/files-noticias/174/u/noticias-da-Aenda_mar2016.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2017.
- _____. **Equipe Técnica Aenda. Notícias da Aenda: jan/2017**. 2017a. Disponível em: <<http://www.aenda.org.br/painel/images/files-noticias/187/u/noticias-aenda-jan2017.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2017.
- _____. **Equipe Técnica Aenda. Notícias da Aenda: mai/2017**. 2017b. Disponível em: <<http://www.aenda.org.br/painel/images/files-noticias/191/u/noticias-aenda-mai.pdf> BBBB >. Acesso em: 28 de ago. de 2017.
- AMORIM, D. G. et al. Enquadramento e avaliação do índice de qualidade da água dos igarapés Rabo de Porco e Precuá, localizados na área da Refinaria Premium I, município de Bacabeira (MA). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Taubaté, v. 22, n. 2, p.251-259, 2017.
- ANDRIETTI, G. et al. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. **Ambiente & Água**, Taubaté, v. 11, n. 1, p.1-2, jan./mar. 2016.
- APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington: American Public Health Association, 2012. 1496 p.
- ARAÚJO, M. C.; OLIVEIRA, M. B. M. Monitoramento da qualidade das águas de um riacho da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. **Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 3, set./dez. 2013.
- ARANTES, A. G. et al. Avaliação da qualidade da água do futuro ponto de captação no reservatório para abastecimento público ribeirão João Leite. In: **XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. 22 a 26 de novembro, Brasília-DF.
- ARANHA, C. F.; RREIRA, N. C. Mapeamento geomorfométrico da bacia hidrográfica do ribeirão João Leite – GO, utilizando software livre. In: **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. 2013.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 10664**: águas – determinação de resíduos (sólidos) – método gravimétrico. Rio de Janeiro, 1989. 7 p.
- _____. **NBR 12614**: águas – determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) – método de incubação (20°C, cinco dias). Rio de Janeiro, 1992. 4 p.
- _____. **NBR 13798**: água – determinação de cor – método da comparação visual. Rio de Janeiro, 1997. 4 p.
- ASSIS, C. R. D. et al. Comparative effect of pesticides on brain acetylcholinesterase in tropical fish. **Science Of The Total Environment**, v. 441, p.141-150, 2012.
- AZEVEDO, J. C. R. Determinação de Pesticidas na Água e Sedimento do Rio Piquiri. **Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v.9, n.3, p. 651-671, 2016.
- BAIRD, Colin. **Química Ambiental**. 2ª edição. Porto Alegre: Bookman. 2002. 622 p.
- BATABYAL, A. K.; CHAKRABORTY, S. Hydrogeochemistry and Water Quality Index in the Assessment of Groundwater Quality for Drinking Uses. **Water Environment Research**, v. 87, n. 7, p.607-617, 2015.

- BENETTI, A.; BIDONE, F. O Meio Ambiente e os Recursos Hídricos. In: TUCCI, Carlos E. M. (Org). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4ª ed. Porto Alegre: UFRGS, 2013, cap 22, p. 849-875.
- BRAGA, B. et al. Monitoramento da quantidade e qualidade das águas. In: REBOUÇAS, A. C. et al. (Org.). **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. 3ª edição. São Paulo: Escrituras. 2006, cap. 05, p. 145-160.
- BRASIL. Lei nº 6.938 de 31 de Agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Lex**: coletânea de legislação: edição federal, Casa Civil, Brasília, DF. 1981.
- _____. Lei nº 7.802 de 11 de Julho de 1989.. **Lex**: coletânea de legislação: edição federal, Casa Civil, Brasília, DF. 1989.
- _____. Decreto nº 4.074, de 4 de Janeiro de 2002. **Lex**: coletânea de legislação: edição federal, Casa Civil, Brasília: DF. 2002.
- _____. Resolução 357, de 17 de Março de 2005. 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Nº 053, p. 58-63. 2005.
- _____. Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Lex**: coletânea de legislação: edição federal, Ministério da Saúde, Brasília, DF: MS, 2011.
- _____. Agência Nacional de Águas. **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil**: 2012. Brasília, DF: ANA, 2012a. 265 p.
- _____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de análise de água**. 4ª edição. Brasília, DF: FUNASA, 2012b. 150 p.
- _____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: 2013. Brasília, DF: ANA, 2013. 434 p.
- _____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: 2016. Brasília, DF: ANA, 2016a. 95 p.
- _____. **Agência Nacional das Águas**. 2016b. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/analise/RegiaoMetropolitana.aspx?rme=10>>. Data de acesso: 22 abr. 2016.
- _____. **Agência Nacional de Águas**. 2016c. Disponível em: <<http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Goi%C3%A1s%20-%20Ribeir%C3%A3o%20Jo%C3%A3o%20Leite.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2016c.
- _____. **Agência Nacional de Águas**. 2017. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 20 mar. 2017.
- BROGAN, W. R.; RELYEA, R. A. Multiple mitigation mechanisms: Effects of submerged plants on the toxicity of nine insecticides to aquatic animals. **Environmental Pollution**, v. 220, p.688-695, jan. 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749116317018?via=ihub>>. Acesso em: 23 out. 2017.

- CARVALHO, K. Q. et al. Influence of urban area on the water quality of the Campo River basin, Paraná State, Brazil. **Brazilian Journal Of Biology**, São Carlos, v. 75, n. 42, p.96-106, dez. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842015000900096>. Acesso em: 10 out. 2017.
- CASSAL, V. B. et al. AGROTÓXICOS: UMA REVISÃO DE SUAS CONSEQUÊNCIAS PARA A SAÚDE PÚBLICA. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria**, v. 18, n. 1, p.437-445, 7 abr. 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/viewFile/12498/pdf>>. Acesso em: 25 set. 2017.
- DELLAMATRICE, P. M. et al. Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 12, p.1296-1301, dez. 2014. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br/revista/v18n12/v18n12a14.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- ESTEVES, F. A. 2011. **Fundamentos de Limnologia**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Interciência. 826p.
- EPA. **United States Environmental Protection Agency**. "Método 8270D" (SW-846): Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/ Mass Spectrometry (GC/MS), revisão 4. 1998. Disponível em: <<https://www.epa.gov/homeland-security-research/epa-method-8270d-sw-846-semivolatile-organic-compounds-gas>>. Acesso em: 15 set. 2016.
- FERNANDES NETO, M. L.; SARCINELLI, P. N. Agrotóxicos em água para consumo humano: uma abordagem de avaliação de risco e contribuição o processo de atualização da legislação brasileira. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p.69-78, mar. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522009000100008>. Acesso em: 10 out. 2017.
- FERREIRA, J. C. et al. Previsão de vazão da bacia do ribeirão João Leite utilizando redes neurais artificiais. **Irriga: Brazilian Journal of Irrigation and Drainage**, Botucatu, v. 16, n. 3, p.339-350, 6 dez. 2011. Disponível em: <<http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/291>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- FOUNDATION FOR WATER RESEARCH ALLEN HOUSE. World Water: resources, usage and the role of man-made reservoirs. Revisão Março de 2010. 2010. 60 p. Disponível em: <<http://www.fwr.org/wwtrstrg.pdf>>. Acesso em: 10 out.2017.
- GOIÁS. Secretaria de meio ambiente, recursos hídricos, infraestrutura, cidades e assuntos metropolitanos (SECIMA). **Plano Estadual de Recurso Hídricos do Estado de Goiás**. 2015. p. 290. Disponível em: <<http://www.secima.go.gov.br/post/ver/207710/plano-estadual-de-recursos-hidricos-do-estado-de-goias>>. Acesso em: 07 set. 2016.
- _____. **Companhia Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO)**. 2016a. Disponível em: <<http://www.saneago.com.br/2016/#agua>>. Data de acesso: 07 set. 2016.
- _____. **Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás (SIMEHGO)**. 2016b. Disponível em: <<http://www.simehgo.sectec.go.gov.br>>. Data de acesso: 12 set. 2016.
- GONÇALVES, D. R. P.; ROCHA, C. H. Indicadores de qualidade da água e padrões de uso da terra em bacias hidrográficas no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p.1172-1183, set. 2016. Disponível em:

- <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2016000901172&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 11 out. 2017.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2017. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=520140&search=goias|aparecida-de-goiania>>. Acesso: 20 abr. 2017.
- JÚNIA, R. **Agrotóxicos: um mercado bilionário e cada vez mais concentrado**. 2012. Disponível em: <<http://www.epsjv.fiocruz.br/noticias/reportagem/agrotoxicos-um-mercado-bilionario-e-cada-vez-mais-concentrado>> Acesso: 24 abr. 2017.
- KONZEN, G. et al. History of water quality parameters – a study on the Sinos River/Brazil. **Brazilian Journal Of Biology**, São Carlos, v. 75, n. 2, p.1-10, maio 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842015000300003>. Acesso em: 05 maio 2017.
- LOBO, E. A. et al. Development of the Trophic Water Quality Index (TWQI) for subtropical temperate Brazilian lotic systems. **Environmental Monitoring And Assessment**, v. 187, n. 6, p.354-367, 14 maio 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25971521>>. Acesso em: 11 out. 2017.
- MacDonald, Paul L., and Robert C. Gardner. “Tupe I error rate comparisons of post hoc procedures for I j Chi-Square tables”. *Educational and Psychological Measurement* 60.5 (2000): 735-754.
- MARANHO, L. A. et al. Avaliação da qualidade da água do ribeirão Samambaia (São Pedro, São Paulo, Brasil) através de parâmetros físicos e químicos, índice de estado trófico e teste de toxicidade com *Daphnia magna*. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p.195-201, fev. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1413-41522017000100195&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 12 out. 2017.
- MARRETO, R. N. et al. Trophic quality of waters in the Patos Lagoon estuary: a comparison between its margins and the port channel located in Rio Grande, RS, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 29, 18 set. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2179-975X2017000100309&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 11 out. 2017.
- MARTINS, M. A. N.; SILVA, M. A. A Construção da Barragem João Leite e os Reflexos nas Áreas de Abrangência do Reservatório. In: **IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. 2013, Salvador. Salvador: CONGEA, 2013. 9 p. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/VII-038.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2017.
- MATOS, A. T. **Poluição Ambiental: Impactos no Meio Físico**. Viçosa: UFV, 2010. 260 p.
- MEDEIROS, S. R. M. et al. Índice de qualidade das águas e balneabilidade no Riacho da Bica, Portalegre, RN, Brasil. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, Taubaté, v. 11, n. 3, p.711-730, 23 jun. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2016000300711&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 11 out. 2017.
- MENEZES, J. P. C. et al. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de

- Janeiro, v. 21, n. 3, p.519-534, set. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522016000300519&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 11 out. 2017.
- MILLER JÚNIOR, G. T. **Ciência Ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 501 p.
- MOTA, S. **Gestão Ambiental dos recursos hídricos**. 3ª ed., atual, Rio de Janeiro: ABES, 2008. p. 343.
- OLIVEIRA, M. D. et al. Nova abordagem do Índice de Qualidade de Água Bruta utilizando a Lógica Fuzzy. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p.361-372, dez. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v19n4/1413-4152-esa-19-04-0361.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2017.
- OMS. Organização Mundial de Saúde. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring**, 2ª edição, University Press, Cambridge, Grã-Bretanha. 1996.
- PÁDUA, G. O.; SOUZA, A. H. Reservatório da barragem do ribeirão João Leite em Goiás: análise, importância e uso. In: V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2014, Belo Horizonte. Belo Horizonte: CONGEA, 2014. p. 1-5.
- PAPADAKIS, E. N. et al. A pesticide monitoring survey in rivers and lakes of northern Greece and its human and ecotoxicological risk assessment. **Ecotoxicology And Environmental Safety**, v. 116, p.1-9, jun. 2015.
- PASSIG, F. H. et al. Monitoring of urban and rural basins: water quality of Mourão basin. **Braz. J. Biol**, São Carlos, v. 75, n. 4, p.S158-S164, 2015.
- PHILIPPI Jr, A.; SILVEIRA, V. F. Controle da Qualidade das Águas. In: PHILIPPI Jr (Editor). **Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Manole, 2005. p.415-438.
- REBOUÇAS, A. C. In: Águas no Brasil. REBOUÇAS, A. C. et al. (Orgs). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. p. 748.
- ROCHA, F. C. et al. Water quality index calculated from biological, physical and chemical attributes. **Environmental Monitoring And Assessment**, v. 187, n. 1, p.4162-4177, 10 dez. 2014. Springer Nature. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-014-4163-1>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- SAHOO, P. K. et al. Influence of seasonal variation on the hydro-biogeochemical characteristics of two upland lakes in the Southeastern Amazon, Brazil. **Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 88, n. 4, p.2211-2227, dez. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0001-37652016000602211&script=sci_abstract>. Acesso em: 05 abr. 2017.
- SANTOS, E. H. M. et al. Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 8, p.826-834, 2010. Disponível em: <<dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000800006>>. Acesso em: 09 out. 2017.
- SANTOS, R. C. L. et al. Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, p.1-14, 2017. Disponível em:

- <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522017005005102&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 10 out. 2017.
- SILVA, N. et al. **Manual e métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4^a. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2010. p. 624.
- SOUZA, M. M.; GASTALDINI, M. C. C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p.263-274, set. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522014000300263&lang=pt>. Acesso em: 10 mar. 2017.
- SOUZA, J. R. et al. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodepa**, Fortaleza, v. 1, n. 8, p.26-45, abr. 2014. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/revista/index.php/rede/article/view/217/51>>. Acesso em: 02 ago. 2017.
- STEFFENS, C. et al. Water quality assessment of the Sinos River – RS, Brazil. **Brazilian Journal Of Biology**, São Carlos, v. 75, n. 42, p.62-67, dez. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842015000900062>. Acesso em: 07 jul. 2017.
- STRASKRABA, M.; TUNDISI, J.M. **Gerenciamento da qualidade de água de represas**. 3^a edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p. 300.
- TUCCI, C. E. M. **Modelos Hidrológicos**. 2^a edição. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2005. p. 677.
- TUCCI, C. E. M. et al. **A gestão da água no Brasil: uma primeira avaliação da situação atual e das perspectivas para 2025**. 2000. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/80416-A-gestao-da-agua-no-brasil-uma-primeira-avaliacao-da-situacao-atual-e-das-perspectivas-para-2025.html>>. Acesso em: 17 out. 2017.
- TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2008. p. 631.
- VAN TOAN, P. et al. Pesticide management and their residues in sediments and surface and drinking water in the Mekong Delta, Vietnam. **Science of The Total Environment**, v. 452, p.28-39, maio 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969713001897?via=ihub>>. Acesso em: 24 out. 2017.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3^a edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. p. 452.
- _____. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. 2^a edição. Belo Horizonte: editora UFMG, 2014a. p. 592.
- _____. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4^a edição. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014b. p.472.
- WANG, X. et al. Is urban development an urban river killer? A case study of Yongding Diversion Channel in Beijing, China. **Journal Of Environmental Sciences**, v. 26, n. 6, p.1232-1237, jun. 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1001074213605938?via=ihub>>. Acesso em: 08 ago. 2017.

WU, T. et al. Multi-Elements in Source Water (Drinking and Surface Water) within Five Cities from the Semi-Arid and Arid Region, NW China: Occurrence, Spatial Distribution and Risk Assessment. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, Basel, v. 14, n. 10, p.1168-1186, 2 out. 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28974043>>. Acesso em: 17 out. 2017.

ZHANG, H. et. al. Application of fish index of biological integrity (FIBI) in the Sanmenxia Wetland with water quality implications. **Journal Of Environmental Sciences**, v. 26, n. 8, p.1597-1603, 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jes.2014.05.026>. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1001074214000345?via=ihub>>. Acesso em: 17 out. 2017.