

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA – FACET
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA AMBIENTAL**

THAIS MELISSA DIAS DOS SANTOS

**ANÁLISE ESPACIAL E MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA
ÁGUA DO RIO DOURADOS – 2018-2019**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL**

**DOURADOS – MS
MARÇO/2020**

THAIS MELISSA DIAS DOS SANTOS

**ANÁLISE ESPACIAL E MONITORAMENTO DA QUALIDADE
DA ÁGUA DO RIO DOURADOS – 2018-2019**

Orientador: Prof. Dr. Ivan Ramires

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal da Grande Dourados, para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, área de concentração Ciência Ambiental.

DOURADOS – MS

MARÇO/2020



Termo de Aprovação

Após apresentação, arguição e apreciação pela banca examinadora, foi emitido o parecer APROVADO, para a dissertação intitulada: “Análise Espacial e Monitoramento da Qualidade da Água do Rio Dourados”, de autoria de Thaís Melissa Dias dos Santos, apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Grande Dourados.

Prof.º Dr.º Ivan Ramires
Presidente da Banca Examinadora

Prof.ª Dr.ª Cristiane Schwalm
Membra Examinadora

Prof. Dr. Eliandro Faoro
Membro Examinador

Dourados/MS, 05 de Março de 2020.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me guiado, ter me dado forças, discernimento e sabedoria para chegar até aqui; principalmente por ter me sustentado até o final de mais este ciclo em minha vida.

Aos meus queridos pais Rosalina e Joseval, por todos os ensinamentos, educação, caráter e amor que me deram; pelos sacrifícios e esforços que fizeram; e principalmente a minha mãe por ser minha base, sustentação e sabedoria em minha vida e sempre ter me colocado em suas orações a cada viagem de volta pra casa. Sou eternamente grata a vocês.

Ao meu orientador Prof^o Dr^o Ivan Ramires pelos conhecimentos compartilhados; pela orientação e confiança. Obrigada por acreditar em mim, mesmo quando eu mesma não acreditava e pelos tantos ensinamentos e preciosos conselhos; irei levá-los pra vida. Tenho certeza que não chegaria até aqui sem o seu apoio. Obrigada POR TUDO, serei eternamente grata!

Agradeço também pelas pessoas que o Senhor colocou em meu caminho, em especial a esta amiga/mãe do coração Marivane Turim Koschevic, que sempre cuidou de mim, me deu colo, carinho, proteção e me guiou até aqui. Obrigada amiga, TE AMO!

Ao Cleidimar João Cassol, que com toda sua benevolência sempre cuidou de mim; que foi e é meu melhor amigo, irmão mais velho, conselheiro e protetor. Muuuuito obrigada por tudo migo!

Aos meu amigos de laboratório, de caminhada científica, de vida e dos *rolês* Maycon dos Santos, Michele Barbosa, Fausto Bimbi, Camila Garcia, Lorrane Barbosa, Erika Santos, Beatriz doa Anjos e Lucimeire Morizaki. Obrigada por me inspirarem, me ajudarem e principalmente por sempre me encorajarem a ser cada dia melhor e a mostrar meu potencial. Obrigada também pelos conselhos, paciência e carinho. Vocês são incríveis. AMO VOCÊS!

Deixo aqui meu agradecimento ao Rafael de Souza de Araújo, que continua sendo meu amigo, confidente, protetor. E que nunca deixou de me amparar nas horas de angústia, desânimo e medo ao longo desses 2 anos mesmo à distância. Meu mais sincero obrigada pelos 5 anos de carinho, respeito e admiração.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, pela oportunidade de realizar este curso e a todos os professores que contribuíram com a minha formação acadêmica.

Muito obrigada a todos.

“Deleita-te também no Senhor, e te concederá os desejos do teu coração.”

Salmos 37:4

RESUMO

A poluição de um ambiente aquático significa a ocorrência de qualquer alteração nas condições físicas, químicas ou biológicas do meio colocando em risco a saúde do homem e dos elementos da biota, dando-se desta forma, origem à contaminação. O objetivo do presente trabalho foi avaliar os possíveis níveis de contaminação presente nas águas do Rio Dourados. Além de avaliar também a qualidade da água de acordo com aspectos físico-químicos. O período de estudo compreendeu do mês de setembro de 2018 a julho de 2019 correspondendo a um total de seis coletas ocorridas em quatro pontos distintos e fixadas ao longo da Sub Bacia do Rio Dourados. As variáveis de análises basearam-se nos parâmetros físico-químicos: temperatura, pH, oxigênio consumido (matéria orgânica), oxigênio dissolvido, acidez total, alcalinidade total, cloreto, dureza, turbidez, sólidos totais. Observou-se dentre os meses de avaliação que o índice pluviométrico foi o fator que mais influenciou na qualidade das águas do Rio Dourados, através do processo de lixiviação pelo solo provocado pelas chuvas, acarreta o escoamento superficial tanto de áreas agrícolas como pecuárias, carreando resíduos para os corpos d'águas. As concentrações médias obtidas para as variáveis físico-químicas não ultrapassaram os limites preconizados pela Resolução 357/2005 do CONAMA para águas Classe 2, em todos os pontos, caracterizando uma boa qualidade das águas da Bacia, não havendo, portanto, qualquer restrição em relação ao seu uso, quanto a estas análises. Apesar de uma razoável preservação das Áreas de Preservação Permanente às margens da Sub Bacia, este fator tem contribuído para que não haja um aumento nos níveis de poluição, como verificado principalmente nos baixos valores das variáveis: turbidez, acidez, cloreto. A análise de componentes principais (ACP) através da ordenação dos escores revelaram diferenças resultantes da influência sazonal (estação seca e chuvosa) e dos impactos antrópicos as margens dos pontos amostrados. De modo geral as concentrações médias para as variáveis físico-químicas não ultrapassaram os limites preconizados pela Resolução 357/05 do CONAMA em todos os pontos, não havendo, portanto, restrição de uso.

Palavras-chave: Rio Dourados, qualidade da água, variáveis físico-químicas.

ABSTRACT

The pollution of an aquatic environment means the occurrence of any change in the physical, chemical or biological conditions of the environment, endangering the health of man and the elements of the biota, thus giving rise to contamination. The objective of the present work was to evaluate the possible levels of contamination present in the waters of the River Dourados. The pollution of an aquatic environment means the occurrence of any change in the physical, chemical or biological conditions of the environment, putting the health of man and biota elements at risk, thus giving rise to contamination. The objective of the present work was to evaluate the possible levels of contamination present in the waters of the River Dourados. In addition to assessing the quality of the water according to physicochemical aspects. The study period ranged from September 2018 to July 2019, corresponding to a total of six collections that took place at four different points and were fixed along the Rio Dourados Sub Basin. The analysis variables were based on the physical-chemical parameters: temperature, pH, oxygen consumed (organic matter), dissolved oxygen, total acidity, total alkalinity, chloride, hardness, turbidity, total solids. Among the months of evaluation, it was observed that the pluviometric index was the factor that most influenced the water quality of the River Dourados, through the process of leaching by the soil caused by the rains, causing the runoff of both agricultural and livestock areas, carrying waste for bodies of water. The average concentrations obtained for the physical-chemical variables did not exceed the limits recommended by Resolution 357/2005 of CONAMA for Class 2 waters, in all points, characterizing a good quality of the waters of the Basin, therefore, there is no restriction in relation to their use, regarding these analyzes. Despite a reasonable preservation of the Permanent Preservation Areas on the margins of the Sub Basin, this factor has contributed to avoid an increase in the levels of pollution, as seen mainly in the low values of the variables: turbidity, acidity, chloride. The principal component analysis (PCA) by ordering the scores revealed differences resulting from the seasonal influence (dry and rainy season) and the anthropic impacts on the margins of the sampled points. In general, the average concentrations for the physical-chemical variables did not exceed the limits recommended by CONAMA Resolution 357/05 at all points, therefore, there is no restriction on use.

Key words: River Dourados, water quality, physical-chemical variables.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização geográfica do rio Dourados.....	29
Figura 2 – Tipo de solo do município de Dourados - MS	30
Figura 3 – Tipo de vegetação do município de Dourados - MS.....	31
Figura 4 – Sub Bacia Hidrográfica do Rio Dourados e os pontos de coleta	33
Figura 5 – Imagem aérea e térrea do ponto 1 de coleta	34
Figura 6 – Imagem aérea e térrea do ponto 2 de coleta	35
Figura 7 – Imagem aérea e térrea do ponto 3 de coleta	36
Figura 8 – Imagem aérea e térrea do ponto 4 de coleta	37
Figura 9 – Registros temporais da variabilidade pluviométrica aferida na região da área de estudo.....	41
Figura 10 – Registros temporais das temperaturas atmosféricas aferida na região da área de estudo.....	43
Figura 11 – Variação espacial e temporal do pH dos pontos amostrados	45
Figura 12 –Variação espacial e temporal da Acidez Total dos pontos amostrados.....	46
Figura 13 – Variação espacial e temporal da Alcalinidade dos pontos amostrados.....	47
Figura 14 – Variação espacial e temporal do Cloreto dos pontos amostrados	48
Figura 15 – Variação espacial e temporal da Dureza Total dos pontos amostrados	49
Figura 16 – Variação espacial e temporal do Oxigênio Consumido dos pontos amostrados.....	50
Figura 17 – Variação espacial e temporal do Oxigênio Dissolvido dos pontos amostrados	51
Figura 18 –Variação espacial e temporal do Sólidos Totais dos pontos amostrados	52
Figura 19 – Variação espacial e temporal da Turbidez dos pontos amostrados.....	53
Figura 20 – Análise multivariada de componentes principais do ponto 1.....	55
Figura 21 – Análise multivariada de componentes principais do ponto 2.....	57
Figura 22 – Análise multivariada de componentes principais do ponto 3.....	59
Figura 23 – Análise multivariada de componentes principais do ponto 4.....	61
Figura 24 – Análise multivariada de componentes principais de todos pontos e coletas.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Uso das águas doces conforme classe de enquadramento	22
Tabela 2 – Classificação do grau de dureza da água.....	27
Tabela 3 – Geoposicionamento dos pontos de coleta e suas identificações	33
Tabela 4 – Parâmetros físico-químicos e metodologias utilizadas	39
Tabela 5 – Resultados das variáveis físico-químicas realizadas no período de estudo	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional das Águas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APHA – American Public Health Association

APP – Área de Preservação Permanente

CESTEB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CNRH – Conselho Nacional dos Recursos Hídricos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

mm – Milímetros

MO – Matéria orgânica

OC – Oxigênio consumido

pH – Potencial Hidrogeniônico

ST – Sólidos Totais

UNT – Unidade Nefelométrica Turbidímetra

SUMÁRIO

RESUMO.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE TABELAS.....	VII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	VIII
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 Geral.....	15
2.2 Específicos.....	15
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1 QUALIDADE DE ÁGUA.....	16
3.2 VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS.....	18
3.2.1 Temperatura.....	18
3.2.2 Potencial Hidrogeniônico - pH.....	19
3.2.3 Acidez total.....	19
3.2.4 Alcalinidade.....	20
3.2.5 Cloreto.....	20
3.2.6 Dureza.....	21
3.2.7 Oxigênio consumido (Matéria orgânica).....	22
3.2.8 Oxigênio dissolvido (OD).....	23
3.2.9 Sólidos totais - ST.....	24
3.2.10 Turbidez.....	24
3.3 ASPECTOS LEGAIS DA ÁGUA.....	25
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	28
4.1.1 Localização.....	28

4.1.2	Solo.....	30
4.1.3	Vegetação	31
4.1.4	Clima	31
4.1.5	Sub Bacia do Rio Dourados	32
4.1.6	Pontos de coleta para as análises físico-químicas	32
4.1.7	Coleta, preservação e preparo das amostras de água	38
4.1.8	Período de realização da amostragem	38
4.1.9	Procedimento de limpeza dos frascos de amostragem e vidrarias	38
5	METODOLOGIA	39
5.1	ANÁLISES DAS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS	39
5.2	ANÁLISES DE DADOS ESTATÍSTICOS	39
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
6.1	VARIÁVEIS CLIMÁTICAS	40
6.1.1	Índice pluviométrico	40
6.1.2	Temperatura atmosférica.....	42
6.2	VARIAVÉIS FISICO QUIMICAS.....	43
6.2.1	Potencial Hidrogeniônico - pH.....	45
6.2.2	Acidez total	46
6.2.3	Alcalinidade	47
6.2.4	Cloreto	48
6.2.5	Dureza total	49
6.2.6	Oxigênio consumido (MO)	50
6.2.7	Oxigênio dissolvido (OD).....	51
6.2.8	Sólidos totais - ST	52
6.2.9	Turbidez	53
6.3	ANÁLISE MULTIVARIADA DE COMPONENTES PRINCIPAIS - ACP... 54	
6.3.1	Análise multivariada de componentes principais do ponto 1.....	55

6.3.2	Análise multivariada de componentes principais do ponto 2.....	57
6.3.3	Análise multivariada de componentes principais do ponto 3.....	59
6.3.4	Análise multivariada de componentes principais do ponto 4.....	61
6.3.5	Análise multivariada de componentes principais do todos os pontos e coletas.	63
7	CONCLUSÕES	65
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
9	APÊNDICES	78

1 . INTRODUÇÃO

Historicamente, observa-se que a água é um recurso vital para a existência do ser humano, tanto para abastecimento quanto para o desenvolvimento de atividades agrícolas e industriais. Várias civilizações desenvolveram-se econômica e socialmente em regiões onde a água era um recurso abundante.

O crescimento demográfico e o desenvolvimento socioeconômico são frequentemente acompanhados pelo aumento na demanda por água, cuja quantidade e qualidade em padrões adequados são de fundamental importância para a saúde e desenvolvimento de qualquer comunidade, visto que a água é essencial para a manutenção da vida, bem como para a autossuficiência econômica de uma região. No entanto, a pressão antropogênica exercida sobre os recursos hídricos tem resultado em uma variedade de efeitos prejudiciais, principalmente no que tange à sua disponibilidade hídrica quali-quantitativa, fato que tem gerado grande preocupação aos pesquisadores, administradores e gerentes que atuam nas diversas áreas do conhecimento (CUNHA, 2009).

Embora a maior parte da superfície da Terra esteja ocupada de água, somente cerca de 2,5% são de água doce, com um mínimo de 0,06% correspondente à água dos rios, lagos, biomassa entre outros.

O restante da água doce está no subsolo e nas calotas polares sendo estas duas de difícil acesso (ESTEVEZ, 2011). Além da distribuição desigual dos recursos hídricos no território brasileiro, Silva et al. (2008) relatam que a poluição compromete este recurso nas cidades, pelo seu crescente consumo, contaminação por esgotos domésticos, ocupação das margens dos arroios e rios por habitações e, na zona rural, pela exploração exagerada e destruição da mata ciliar, originando espaço ocupado com atividades agrícolas e de pecuária.

No território brasileiro, a Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 institui a bacia hidrográfica como unidade territorial para aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), onde podem ser encontradas transformações causadas espontaneamente ou por ações humanas. A paisagem das microbacias vem sendo modificada ao longo dos anos devido à falta de um planejamento conservacionista, que pode ser caracterizada pelo mau uso e ocupação dos solos (TORRES; FABIAN, 2006) e pela introdução de grande variedade e quantidade de poluentes. Estes fatos promovem um desequilíbrio no ecossistema aquático e, conseqüentemente, deterioração das fontes de água. Diante disso, é importante que sejam feitos levantamentos e diagnósticos dos passivos ambientais que possam resultar no aporte destes poluentes às fontes hídricas.

Estes padrões de qualidade relacionados aos usos múltiplos da água são estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357 de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Para as águas doces foram criadas cinco categorias, desde a classe especial até a classe 4 (Resolução CONAMA, 357/05), conferindo determinadas variáveis representativas de qualidade associadas aos seus respectivos usos.

Para acompanhar a variação da qualidade das águas superficiais foi criada a rede básica de monitoramento de qualidade de água. No Mato Grosso do Sul, o Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL) é responsável pelo monitoramento da qualidade das águas superficiais do estado por meio de um complexo de unidades laboratoriais formado pelos Laboratórios de Físico-Química, Absorção Atômica, Bacteriologia e Hidrobiologia (IMASUL, 2014).

Segundo dados da I Conferência de Saúde Ambiental, Saúde e Ambiente, Vamos Cuidar da Gente, o Brasil é o país com maior disponibilidade de água no mundo, com vazão superior a 180 mil m³/s (BRASIL, 2010), embora exista uma grande disparidade na distribuição dentro do seu território, pois 81% estão concentrados na região hidrográfica amazônica, onde está o menor contingente populacional, cerca de 5% da população brasileira e a menor demanda. Nas regiões hidrográficas banhadas pelo Oceano Atlântico, que concentram 45,5% da população do País, estão disponíveis apenas 2,7% dos recursos hídricos do Brasil (ANA, 2014). No Brasil, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2008 (IBGE, 2010) mostra que 33 municípios não possuem abastecimento de água por rede geral, tendo como principais fontes alternativas os poços particulares e os carros-pipa (BRASIL, 2011).

Na medida em que crescem as populações, aumenta também a necessidade de demanda na oferta de água para humanidade; e associado a outros fatores relevantes, destacam-se os cuidados com o manejo sustentável desse recurso natural e a garantia da qualidade de vida.

E nesse contexto, uma das maiores preocupações está em assegurar a oferta da água pelo simples fato de ser uma substância essencial à vida de todos os seres vivos (TRATAMENTO DE ÁGUA, 2017).

O monitoramento dos recursos hídricos e a espacialização do uso e ocupação do solo são ferramentas que auxiliam na identificação de novos impactos ambientais, bem como na avaliação de possíveis influências do entorno no meio aquático, visando propor prioridades e orientar futuras decisões (SANTOS; HERNANDEZ, 2013; BERTOSSI et al., 2013).

Investigar a qualidade da água de irrigação nos permite inferir as condições da bacia como um todo (BERTOSSI et al., 2013; ZAMBERLAN et al., 2013). Além disso, entender como o uso e ocupação do solo está sendo realizado nos permite levantar dados detalhados sobre as interferências de diversas atividades que ocorrem na bacia (TERNUS et al., 2011). No entanto, é relevante conhecer as variáveis espaciais e sazonais, para que ações de melhoria da qualidade ambiental possam ser propostos e depois promovidos.

Neste contexto, propõe-se com este trabalho obter e analisar os dados de qualidade de água do Rio Dourados no período seco e chuvoso nos anos de 2018 e 2019, por meio da determinação de parâmetros físicos-químicos (indicativos de qualidade da água), bem como a realização do monitoramento sazonal e espacial.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar os possíveis níveis de contaminação presente nas águas do Rio Dourados; além de avaliar também a qualidade da água de acordo com aspectos físico-químicos.

2.2 Específicos

- Monitorar a qualidade da água do Rio Dourados, utilizando-se de técnicas rotineiras de análises químicas em escala espacial e temporal;
- Determinar os parâmetros físico-químicos dos corpos d'águas na área de estudo: temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos totais (ST), acidez total, alcalinidade, cloretos, oxigênio consumido (OC), oxigênio dissolvido (OD), dureza e turbidez, em diferentes períodos sazonais;
- Interpretar as informações obtidas, identificando os pontos fora dos padrões de qualidade das águas doces, estabelecidos pelo enquadramento na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA de nº 357 de 17 de março de 2005); para corpos hídricos de Classe 2 e correlacioná-los com possíveis fontes de contaminação.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 QUALIDADE DE ÁGUA

“Qualidade de água” é um termo utilizado para expressar um conjunto de parâmetros da água que a torna adequada, ou não, para possibilitar vários usos ou processos. Ou seja, a qualidade da água pode ser definida como a variação de um conjunto de parâmetros intrínsecos que limita seu uso. As necessidades em termos de quantidade e qualidade de água variam de acordo com seus diferentes usos e usuários, e nem sempre são compatíveis (UFSC, 2014).

A qualidade da água de uma bacia hidrográfica pode ser influenciada por vários fatores, como cobertura vegetal, topografia, geologia, uso/manejo do solo e área de entorno, que pode estar sujeita à perturbação ou variação nos seus ambientes físicos, químicos e biológicos (ABREU; CUNHA, 2015). Para outros autores como Ribeiro (2010) a noção de qualidade muitas vezes está ligada somente às características organolépticas, como sabor, odor e cor. No entanto, esses fatores estão relacionados apenas à sensibilidade humana e não revelam os reais problemas de comprometimento da qualidade das águas.

A degradação da qualidade da água está entre as principais causas de conflitos pelo uso desse recurso, sendo de extrema importância discussões acerca do planejamento e gestão dos recursos hídricos, uma vez que, a qualidade da água de uma bacia hidrográfica está diretamente relacionada ao uso e ocupação dos solos em toda a área de drenagem (LANNA, 2005; MENDONÇA et al., 2015).

Devido à alta quantidade de rejeitos que são lançados nos corpos d’água torna-se cada vez mais difícil encontrar mananciais que possam atender os mais diversificados usos.

Rotineiramente estão sendo lançados nos rios toneladas de esgoto doméstico sem nenhum tipo de tratamento, efluentes industriais, resíduos de atividades agropecuárias, além da disposição imprópria dos resíduos sólidos. Aliando-se também a perda da mata ciliar e o desmatamento favorecendo a erosão e o assoreamento e conseqüentemente comprometendo a qualidade das águas, e provocando poluição hídrica (SILVA, 2013).

Neary et al. (2009) relatam que a maior sustentabilidade e melhoria da qualidade de fontes de água doce do mundo se originam em ecossistemas florestais. As características químicas, biológicas e físicas dos solos florestais são particularmente adequadas para o fornecimento de água de alta qualidade em bacias hidrográficas, moderando o fluxo, e fornecendo diversos habitats aquáticos. A conversão de florestas em áreas agrícolas ou urbanas quase sempre resulta na deterioração da qualidade da água.

Em inúmeras bacias hidrográficas a contaminação dos mananciais tem ocorrido devido às diferentes condições de interferência do homem no seu funcionamento natural, tornando indispensável a realização de estudos que considerem a compreensão do funcionamento básico dessas unidades.

No Brasil, a principal fonte de abastecimento de água para a população são os rios, que em sua maioria não possuem sistemas de monitoramento da qualidade da água. Diante da importância dos recursos hídricos para o desenvolvimento da vida humana e de várias atividades, torna-se fundamental o monitoramento desses corpos d'água (SANTOS et al., 2013).

Ribeiro (2010) explica que o controle da qualidade da água está condicionado ao conhecimento das fontes de poluição e do planejamento em nível da bacia hidrográfica a partir de um gerenciamento da água, levando em consideração o ciclo de uso. A qualidade da água pode ser monitorada a partir dos vários elementos que definem suas características físicas, químicas e biológicas. São os parâmetros de qualidade que incluem a determinação da presença de sólidos, gases, substâncias inorgânicas e orgânicas bem como seres vivos. Ainda de acordo com o autor, a legislação ambiental e o monitoramento da qualidade da água vêm oportunizando o aprimoramento do sistema de gestão ambiental das águas.

A grande parte dos rios brasileiros, que são a principal fonte de abastecimento de água para a população, gera preocupação, quando se leva em consideração a importância dos recursos hídricos para o desenvolvimento da vida humana e das atividades agrícolas e industriais.

Desse modo, é de fundamental importância o conhecimento da qualidade das águas, pois este permite não somente auxiliar na definição dos usos pretendidos como também avaliar sua qualidade e indicar quais atividades humanas provocam ou podem causar sua degradação (HADDAD, 2010). Nessa direção o monitoramento da qualidade da água insere-se como uma ferramenta que permite investigar, descrever e interpretar dados sobre a verdadeira situação da qualidade dos recursos hídricos, possibilitando fomentar ações no sentido de se restabelecer as condições de equilíbrio e sustentabilidade destes ecossistemas impactados (ARROIO JUNIOR et al., 2011).

O monitoramento da qualidade das águas é um dos mais importantes instrumentos da gestão ambiental. Ele consiste, basicamente, na avaliação qualitativa e quantitativa da presença de poluentes no meio ambiente, podendo ser realizado de maneira contínua e/ou periódica visando compreender os dados de múltiplas escalas espaciais e temporais nas avaliações das condições ecológicas atuais e estabelecer previsões de riscos futuros para as matrizes ecológicas

avaliadas (USEPA, 2011), visando à produção de informações que são destinadas à comunidade científica, ao público em geral e, principalmente, às diversas instâncias decisórias (CARVALHO et al., 2007).

O monitoramento reúne um conjunto de práticas que visam o acompanhamento de determinadas características de um sistema que permite uma avaliação adequada da qualidade da água, sempre associado a um objetivo. Para tanto, podem ser utilizadas diversas configurações, em termos de localização dos pontos de monitoramento, de periodicidade e de tipo de parâmetros monitorados (BRASIL, 2011). Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA), num monitoramento básico, a frequência acompanha os ciclos hidrológicos, ou seja, geralmente varia de uma frequência mínima trimestral até uma frequência mensal (BRASIL, 2011).

Para Esteves e Rocha (2015) um programa de monitoramento ambiental pode ser definido como a tentativa de identificar mudanças nas variáveis bióticas e abióticas, de forma a gerar propostas de manejo para proporcionar o uso futuro dos recursos existentes, ainda para estes autores o monitoramento limnológico trata especificamente da qualidade da água para propósito de efetivo gerenciamento dos ecossistemas aquáticos.

O monitoramento da qualidade da água é uma das principais formas de sustentação de uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos, uma vez que funciona como um sensor que possibilita o acompanhamento do processo de utilização dos corpos hídricos, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, objetivando subsidiar as ações de controle ambiental (GUEDES et al., 2012).

Conforme Alves et al., (2012), o monitoramento da qualidade da água, através de análises físico-química e microbiológicas fornece subsídio às políticas de proteção ambiental e a tomada de decisão quanto às ações de gestão ambiental. Por isso, avaliação da qualidade da água de um rio é de grande importância, pois influencia diretamente a saúde pública e a vida aquática (NOORI et al., 2010). As alterações da qualidade da água representam uma das maiores evidências do impacto humano sobre a biosfera.

3.2 VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS

3.2.1 TEMPERATURA

A temperatura é uma característica física das águas, sendo uma medida de intensidade de calor ou energia térmica em transito, pois indica o grau de agitação das moléculas.

Elevações da temperatura aumentam a taxa das reações físicas, químicas e biológicas (na faixa usual de temperatura), diminuem a solubilidade de gases (ex: oxigênio dissolvido) e

também aumentam a taxa de transferência de gases (o que pode gerar mau cheiro, no caso da liberação de gases com odores desagradáveis) (SPERLING, 2005).

Variações de temperatura são parte do regime climático normal e corpos d'água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, vazão e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água pode também ser provocada por despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoelétricas (CETESB, 2009).

3.2.2 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO – pH

O potencial hidrogeniônico, (pH) indica a o balanço entre as espécies alcalinas e ácidas do meio. Interferências no pH das águas naturais são normalmente devido aos sólidos e aos gases dissolvidos na água.

Em condições ácidas aumentam de atividade à medida que o pH decresce e, vice-versa, condições alcalinas se apresentam a pH elevados. O pH 7,0 tem pouco significado como ponto de referência na engenharia sanitária. Em sistemas de abastecimentos de água o pH está geralmente compreendido de caráter básico, entre 6,5 e 9,0. De um modo geral valor baixos tendem a ser corrosivas ou agressivas aos materiais da estrutura (RICHTER; AZEVEDO NETTO, 1991)

A Resolução 357/2005 do CONAMA regulamenta que para a proteção do ecossistema aquático, o pH ideal deve apresentar-se num intervalo de 6,0 a 9,0. Posteriormente, para as águas destinadas ao abastecimento público, os valores são fixados entre 6,0 e 9,0, baseado na Portaria n° 518/2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004).

3.2.3 ACIDEZ

A acidez, em contraposição à alcalinidade, mede a capacidade da água em resistir às mudanças de pH causadas pelas bases. Ela decorre, fundamentalmente, da presença de gás carbônico livre na água (PARRON et al., 2011).

A origem da acidez tanto pode ser natural (CO₂ absorvido da atmosfera, ou resultante da decomposição de matéria orgânica, presença de H₂S – gás sulfídrico) como antropogênica (despejos industriais, passagem da água por minas abandonadas). De maneira semelhante à alcalinidade, a distribuição das formas de acidez também é função do pH da água: pH > 8,2 – CO₂ livre ausente; pH entre 4,5 e 8,2 – acidez carbônica; pH < 4,5 – acidez por ácidos minerais fortes, geralmente resultantes de despejos industriais. Águas com acidez mineral são

desagradáveis ao paladar, sendo desaconselhadas para abastecimento doméstico (PARRON et al., 2011).

3.2.3 ALCALINIDADE

A alcalinidade total de uma água é dada pelo somatório das diferentes formas de alcalinidade existentes, ou seja, é a concentração de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos, expressa em termos de Carbonato de Cálcio. Pode-se dizer que a alcalinidade mede a capacidade da água em neutralizar os ácidos (PIVELI; KATO 2005).

Os principais componentes da alcalinidade são os sais do ácido carbônico, ou seja, bicarbonatos e carbonatos, e os hidróxidos. Outros sais de ácidos fracos inorgânicos, como boratos, silicatos, fosfatos, ou de ácidos orgânicos, como sais de ácido húmico, ácido acético etc., também conferem alcalinidade às águas, mas seus efeitos normalmente são desconsiderados por serem pouco representativos.

Os bicarbonatos e, em menor extensão, os carbonatos, que são menos solúveis, dissolvem-se na água devido à sua passagem pelo solo. Se este solo for rico em calcário, o gás carbônico da água o solubiliza, transformando-o em bicarbonato (PIVELI; KATO, 2005).

Os carbonatos e hidróxidos podem aparecer em águas onde ocorrem florações de algas (eutrofizadas), sendo que em período de intensa insolação o saldo da fotossíntese em relação à respiração é grande e a retirada de gás carbônico provoca elevação de pH para valores que chegam a atingir 10 unidades. A principal fonte de alcalinidade de hidróxidos em águas naturais decorre da descarga de efluentes de indústrias, onde se empregam bases fortes como soda cáustica e cal hidratada. Em águas tratadas, pode-se registrar a presença de alcalinidade de hidróxidos em águas abrandadas pela cal (PIVELI; KATO 2005).

3.2.4 CLORETO

O cloreto é o ânion Cl^- que se apresenta nas águas subterrâneas, oriundo da percolação da água através de solos e rochas. Nas águas superficiais são fontes importantes as descargas de esgotos sanitários, sendo que cada pessoa expele através da urina cerca 6g de cloreto por dia, o que faz com que os esgotos apresentem concentrações de cloreto que ultrapassam a 15 mg/L (CETESB, 2010).

Diversos são os efluentes industriais que apresentam concentrações de cloreto elevadas como os da indústria do petróleo, indústrias farmacêuticas, curtumes etc. Nas águas tratadas, a adição de cloro puro ou em solução leva a uma elevação do nível de cloreto, resultante das reações de dissociação do cloro na água (RODRIGUES, et al., 2013).

O cloreto não apresenta toxicidade ao ser humano, exceto no caso da deficiência no

metabolismo de cloreto de sódio, por exemplo, na insuficiência cardíaca congestiva (RODRIGUES, et al., 2013).

A concentração de cloreto em águas de abastecimento público constitui um padrão de aceitação, já que provoca sabor “salgado” na água. Concentrações acima de 250 mg/L causam sabor detectável na água, mas o limite depende dos cátions associados (CETESB, 2009).

Os consumidores podem, no entanto, habituarem-se a uma concentração de 250 mg/L, como é o caso de determinadas populações árabes adaptadas ao uso de água contendo 2.000 mg/L de cloreto. No caso do cloreto de cálcio, o sabor só é perceptível em concentrações acima de 1.000 mg/L (CETESB, 2009).

A Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde estabelece o valor máximo de 250 mg/L de cloreto na água potável como padrão de aceitação de consumo. Da mesma forma que o sulfato, sabe-se que o cloreto também interfere no tratamento anaeróbio de efluentes industriais, constituindo-se igualmente em interessante campo de investigação científica (CETESB, 2007). O cloreto apresenta também influência nas características dos ecossistemas aquáticos naturais, por provocarem alterações na pressão osmótica em células de microrganismos (SPERLING, 2005).

3.2.5 DUREZA

A dureza total pode ser dividida em duas partes: a dureza de carbonato - é a da porção do cálcio e do magnésio suscetível de se combinar com o bicarbonato e a pequena quantidade de carbonato presente; e, a dureza de não carbonato – que é a diferença entre a dureza total e a dureza de carbonato. É causada pelo cálcio e magnésio que se combinam com íons sulfato, cloreto e nitratos presentes (PEREIRA, et al 2010).

Dureza de uma água é a medida da sua capacidade de precipitar sabão, isto é, nas águas que a possuem os sabões transformam-se em complexos insolúveis, não formando espuma até que o processo se esgote. É causada pela presença de cálcio e magnésio, principalmente, além de outros cátions como ferro, manganês, estrôncio, zinco, alumínio, hidrogênio, etc, associados a ânions carbonato (mais propriamente bicarbonato, que é mais solúvel) e sulfato, principalmente, além de outros ânions como nitrato, silicato e cloreto (KATO, 1983).

São quatro os principais compostos que conferem dureza às águas: bicarbonato de cálcio, bicarbonato de magnésio, sulfato de cálcio e sulfato de magnésio. A principal fonte de dureza nas águas é a sua passagem pelo solo (dissolução da rocha calcária pelo gás carbônico da água) (PIVELI; KATO 2006).

A dureza de uma água pode ser temporária ou permanente. A dureza temporária resiste à ação dos sabões e provoca incrustações e se deve a presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio, que se decompõem, pela ação do calor, em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis que se precipitam. A dureza permanente, também resiste à ação dos sabões, mas não produz incrustações por serem seus sais muito solúveis na água e isso ocorre pela presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio (BRASIL, 2004). Tradicionalmente, a dureza é expressa em miligramas por litro carbonato de cálcio (BAIRD, 2011).

Segundo Richter e Netto (2007), o grau de dureza da água pode ser classificado de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação do grau de dureza da água.

Grau de Dureza	mg L⁻¹ de CaCO₃
Mole ou branda	< 50
Moderada	entre 50 e 150
Dura	entre 150 e 300
Muito dura	> 300

Fonte: Richter e Netto, 2007.

A poluição das águas superficiais devido à atividade industrial é pouco significativa com relação à dureza, embora os compostos que a produzem sejam normalmente utilizados nas fábricas. As águas tratadas em estações convencionais apresentam dureza geralmente um pouco superior à das águas brutas devido ao uso da cal hidratada. A cal reage com o sulfato de alumínio, formando sulfato de cálcio. Mas as dosagens são relativamente pequenas em relação aos níveis de dureza necessários para implicar em problemas para os usos da água tratada (PIVELLI; KATO, 2006).

3.2.6 OXIGÊNIO CONSUMIDO (MATÉRIA ORGÂNICA)

O termo "Oxigênio Consumido" (OC) quimicamente tem o mesmo significado que a Demanda Química de Oxigênio, ou seja, é baseado na medida da concentração de oxigênio requerido para oxidar a matéria orgânica, biodegradável ou não, em meio ácido e em condições energéticas por ação de um oxidante forte, no entanto, quando o oxidante utilizado é o permanganato, emprega-se a metodologia para OC. Assim o oxigênio consumido, também conhecido como "matéria orgânica", é um indicador da concentração de matéria orgânica, assim como a Demanda Química de Oxigênio (DQO) (VALENTE et al., 1997).

O objetivo é oxidar quantitativamente a matéria orgânica e fornecer informações úteis acerca da quantidade de OC, que demonstram alterações da qualidade da água a ser tratada e indicam a efetividade do processo do tratamento aplicado, além de apontar um possível desenvolvimento de microrganismo nas unidades de tratamento (ANDRADE, et al., 2007).

A informação sobre a quantidade do OC é útil para definir alterações da qualidade da água a ser tratada e indicar a efetividade do processo do tratamento aplicado, além de indicar o desenvolvimento de microrganismo nas unidades de tratamento (ANDRADE, et al., 2007).

3.2.7 OXIGÊNIO DISSOLVIDO – OD

O oxigênio dissolvido é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição por lançamentos orgânicos. É um gás pouco solúvel em água. Sua solubilidade depende da temperatura, pressão e da concentração de cloretos. O oxigênio dissolvido (OD) é reconhecidamente o parâmetro mais importante para expressar a qualidade de um ambiente aquático (RICHTER; NETTO, 2007). O oxigênio dissolvido é vital para a preservação da vida aquática, já que vários organismos precisam de oxigênio para respirar. Algumas espécies de peixes necessitam de águas contendo no mínimo 5 mg L^{-1} para sobreviver (BAIRD, 2011).

A determinação de concentração de oxigênio dissolvido nos rios é um dos testes mais importantes, pois está diretamente relacionado com a manutenção da fauna e flora aquática. No curso de água sem poluição a concentração de OD em equilíbrio com oxigênio da atmosfera pode variar na faixa de $8 - 11 \text{ mg L}^{-1}$, dependendo da temperatura da água e pressão (BUZELLI, 2013).

O oxigênio dissolvido (OD) é essencial para os organismos aeróbios. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução da sua concentração no meio. Dependendo da magnitude deste fenômeno, podem vir a morrer diversos seres aquáticos, inclusive os peixes. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, têm-se as condições anaeróbias com geração de maus odores (VON SPERLING, 1996).

O oxigênio dissolvido no corpo hídrico pode ser proveniente da atmosfera através da superfície, dependendo de características hidráulicas e da velocidade, sendo que a taxa de reaeração superficial em uma cascata é maior do que a de um rio de velocidade normal (CETESB, 2005).

O teor mínimo de oxigênio dissolvido para a preservação da vida aquática, estipulado pela Resolução 357/2005 do CONAMA é de $5,0 \text{ mg L}^{-1}$ (BRASIL, 2005), embora sabe-se que existe uma certa variação decorrente da tolerância nos organismos de espécie para espécie.

3.2.8 SÓLIDOS TOTAIS – ST

A presença de sólidos na água pode estar associada a características físicas, químicas ou biológicas.

Em geral, sólidos refere-se a qualquer partícula que encontra em suas formas suspensas ou dissolvidas em águas limpas ou residuárias e, que podem afetar a qualidade da água ou efluente, desfavoravelmente de várias formas. Sólidos totais (ST) são definidos como um resíduo material inserido em um recipiente, que após processo de evaporação do meio e, posterior secagem em estufa a uma temperatura definida, obtém-se o teor de sólidos totais (APHA, 1998). Comumente, os métodos empregados para a determinação de sólidos são gravimétricos.

A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgotos) (UFA; UFSC, 2009). Muito embora os parâmetros turbidez e sólidos totais estejam associados, eles não são absolutamente equivalentes.

A determinação dos níveis de concentração das diversas frações de sólidos é utilizada nos estudos de controle de poluição das águas naturais, caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais e no controle de sistemas de tratamento de esgotos, resultando assim em um quadro geral da distribuição das partículas com relação ao tamanho e com relação à natureza química (TRENTIN; BOSTELMANN, 2010).

Os sólidos agem de maneira indireta sobre a vida aquática, impedem a penetração da luz, induzem o aquecimento da água o que, conseqüentemente, diminui a quantidade de oxigênio dissolvido no meio (LOUGON, 2009). A qualidade da água que é direcionada para o abastecimento, os altos teores de sais minerais, tais como sulfato e cloreto, é associada à tendência de corrosão nos sistemas de distribuição, além de conferir sabor para a água.

3.2.9 TURBIDEZ

A Turbidez é um parâmetro físico e representa o grau com que os sólidos em suspensão presentes na água atenuam a passagem de luz no meio líquido, proporcionando aparência turva à água (CETESB, 2015). A turbidez pode ter origem natural através de partículas de rocha, argila e silte, algas e outros microrganismos ou origem antropogênica por meio de despejos industriais e domésticos, microrganismos ou erosão (SPERLING, 2005).

Segundo Sperling (2005), este é um parâmetro muito utilizado na caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas, podendo servir de abrigo para organismos patogênicos e assim reduzir a eficiência da desinfecção e estar associada a compostos tóxicos. Além disso,

a alta turbidez é um problema para realização da fotossíntese da vegetação enraizada e algas em corpos d'água, visto a ocorrência de interferências na penetração da luz neste ambiente, afetando assim a produtividade de peixes e as comunidades biológicas aquáticas em geral (CETESB, 2015).

Em lagos e represas, ou seja, em ambientes lênticos, a turbidez tende a ser bastante reduzida, frequentemente menor do que 10 UNT (Unidade Nefelométrica Turbidímetro). No Brasil, a turbidez tende a ser mais elevada nas localidades com solos erodíveis, pois a ação das chuvas pode carrear partículas de argila, silte, areia, fragmentos de rocha e óxidos metálicos deste solo para os corpos d'água (LIBÂNIO, 2010). Segundo a CETESB (2015), o aumento da turbidez nas águas pode estar ligado à erosão das margens dos rios em estações chuvosas, sendo tal processo intensificado pelo mau uso do solo.

Conforme Libânio (2010), quase todas as estações de tratamento de água do mundo monitoram este parâmetro, principalmente pela rapidez e facilidade de determinação, sendo seu valor reportado em unidades de turbidez (uT), também denominada unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

A Resolução CONAMA nº 357/2005 traz como padrões para águas doces os valores de até 40 UNT para as águas enquadradas como de classe 1, até 100 UNT para classes 2 e 3, não havendo limites estabelecidos para classe 4.

3.3. ASPECTOS LEGAIS SOBRE A ÁGUA

As águas superficiais, subterrâneas e potáveis, no Brasil, são estudadas a partir de legislações. O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) dispõe de resoluções que estabelecem o enquadramento das águas brutas, tanto para as águas superficiais, quanto para as águas subterrâneas.

A Resolução CONAMA Nº357/2005 fala 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. Em todos os casos, os enquadramentos são feitos a partir de parâmetros estabelecidos a partir dos seus usos (LORDELO et al., 2016). Atualmente, vigora, no Brasil, a Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Essa Portaria estabelece que as partes envolvidas no processo de tratamento e controle de água devem atuar em conjunto no sentido de fornecer água potável à população dentro das qualidades higiênico-sanitárias adequadas.

Estabelece ainda, buscando concretizar a qualidade da água para o abastecimento público, parâmetros avaliativos de indicadores físicos, químicos e biológicos para monitorar e caracterizar a potabilidade (BRASIL, 2011).

A qualidade requerida está bem definida nas concentrações máximas permitidas para determinadas substâncias, conforme especificado nas Resoluções CONAMA 357/05, 396/08 e 430/2011, que dispõem sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e superficiais e estabelecem as condições e padrões de lançamento de efluentes. Os principais indicadores da qualidade da água são separados sob os aspectos físicos, químicos e biológicos (BRASIL, 2014).

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em sua Resolução nº 357, de março de 2005, estabelece níveis de qualidade para as águas, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar o uso das águas doces, salinas e salobras (CONAMA, 2005). A referida resolução foi implementada em substituição à Resolução CONAMA nº 20, de 1986 e, no ano de 2011, foi complementada e atualizada com a Resolução CONAMA nº 430, a qual dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Já a Resolução CONAMA nº 396, de abril de 2008 estabelece níveis de qualidade para águas subterrâneas considerando os usos preponderantes (CONAMA, 2008).

A resolução CONAMA nº 357/2005 classifica as águas do território brasileiro, de acordo com a sua salinidade, em águas doces (salinidade inferior ou igual a 0,5%) salobras (salinidade entre 0,5% e 30%) e salinas (salinidade superior a 30%).

Quanto às águas doces, que são objeto do presente projeto de pesquisa, a Resolução CONAMA nº 357/2005, as classifica em cinco classes, sendo elas: classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4. Uma esquematização resumida das classes definidas por essa resolução para as águas doces, bem como dos usos a que são destinadas, pode ser visualizada na Tabela 2.

Tabela 2 – Uso das águas doces conforme classe de enquadramento.

Classe	Uso da água
Classe Especial	a) abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; c) preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe 1	a) abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) proteção das comunidades aquáticas; c) recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e) proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas
Classe 2	a) abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; b) recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; c) irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; d) aquicultura e a atividade de pesca.
Classe 3	a) abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) pesca amadora; d) recreação de contato secundário; e) dessedentação de animais.
Classe 4	a) navegação; b) harmonia paisagística.

Fonte: Adaptado BRASIL (2005) – CONAMA nº 357/2005.

A publicação da Resolução CONAMA nº 357, de 2005, representou um importante avanço em termos técnicos e institucionais para a gestão da qualidade das águas. Entre estes avanços, podem ser destacados: a inclusão de novos atributos de qualidade de águas, e a revisão dos atributos da Resolução CONAMA nº 20, de 1986; a definição de que as metas de qualidade da água deverão ser atingidas em regime de vazão de referência, excetuados os casos em que a

determinação hidrológica dessa vazão não seja possível; e a definição do conceito de progressividade para o alcance das metas de enquadramento (UMBUZEIRO, 2009).

Em 13 de maio de 2011, foi publicada a resolução nº 430, que dispõe sobre os parâmetros, condições, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de águas receptores e altera e complementa a resolução nº 357, de 17 de março de 2005, (VIEIRA, 2015).

Já a Resolução CONAMA 396 de 03 de abril de 2008 dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, condições e padrões de qualidade e prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas, por meio da quantificação de parâmetros físicos, químicos e biológicos. A resolução classifica as águas subterrâneas em cinco classes: especial, classe 1, classe 2, classe 3, classe 4 e classe 5, sendo a classe especial a mais restritiva, tratando das águas dos aquíferos ou parte deles, destinados à preservação de ecossistemas, e a classe 5 a menos restritiva, tratando, em conjunto com as águas de classes 3 e 4, de águas de aquíferos que já tem alteração em sua qualidade devido à interferência antrópica (VIEIRA, 2015).

Com relação à portaria nº 518 de 2004 do Ministério da Saúde (MS), a mesma estabelece os procedimentos e as responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, bem como seu padrão de potabilidade. Essa portaria estabelece que a água produzida e distribuída para consumo humano deve ser controlada, bem como a quantidade mínima e a frequência com que as amostras de água devem ser coletadas, além dos parâmetros e limites permitidos para esse uso. As referidas resoluções e portaria determinam os parâmetros qualitativos dos recursos hídricos, atribuindo a eles valores limites, de acordo com cada uso feito da água (CETESB, 2005).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

A caracterização da área de estudo foi realizada, inicialmente, com base em dados obtidos através de estudos e pesquisas que foram realizados nessa região geográfica, como Kottwitz (2012) e Gonçalves (2013) os quais produziram dados e informações que foram de grande importância para essa dissertação.

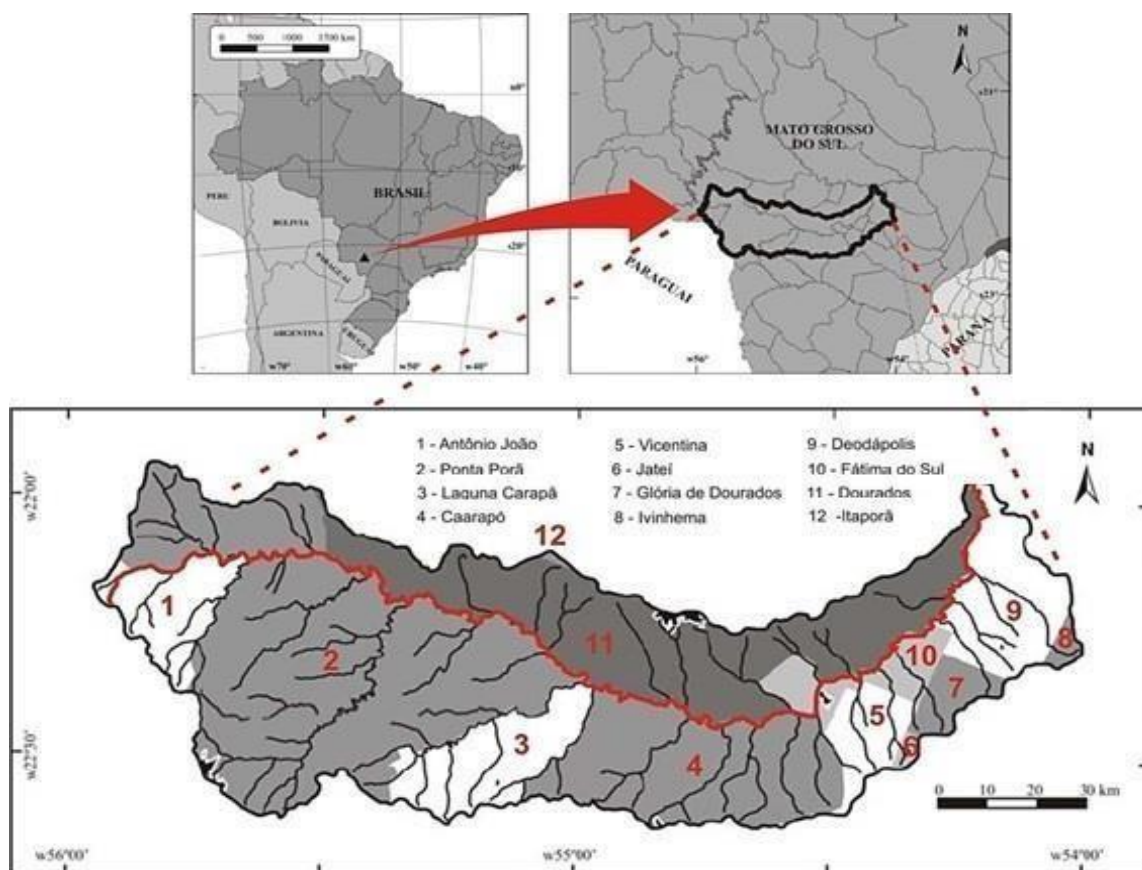
4.1.1 Localização

A área de estudo está localizada na região de Dourados, centro-sul do estado do Mato Grosso do Sul, conforme a Figura 1. É uma região que passou por um rápido crescimento econômico, e em consequência, resta pouco da cobertura vegetal original.

A área escolhida para a realização da pesquisa situa-se na porção sul do Estado de Mato Grosso do Sul entre as coordenadas 21°56'37 "e 22°38'06" de latitude S e 53°59'57 "e 55°57'26" de longitude W, ocupando uma faixa no sentido oeste-leste desde as imediações da Serra de Maracaju, até a foz do Rio Dourados no Rio Brilhante (MATO GROSSO DO SUL, 2000).

Com 4.096,90 km², o Município de Dourados, está localizado geograficamente no Sudoeste de Mato Grosso do Sul, apresentando uma altitude média de 430 metros possuindo uma topografia plana. A cidade de Dourados fica a 224 km da capital Campo Grande (SEMA, 2005) e 120 km da fronteira com o Paraguai. Dourados destaca-se pela agricultura com a produção de grãos de soja e milho; e a pecuária, com a criação de bovinos. Também se destaca na produção de aves, ovos e mel de abelha (PREFEITURA DE DOURADOS, 2020).

Figura 1 – Localização Geográfica do Rio Dourados.



Fonte: CARNEIRO et al., 2006.

O território da Grande Dourados abrange 12 municípios apresentando as seguintes características; uma área de 21.245,90 km² de extensão (6% da área do Estado de Mato Grosso do Sul); possui 352.047 habitantes, sendo 73,12% em área urbana e 26,88% em área rural, 49,71% homens e 50,29% mulheres (SEMAM, 2012).

O município de Dourados é limítrofe aos seguintes municípios: Itaporã, Douradina, Maracaju, Rio Brillhante, Ponta Porã, Laguna Carapã, Caarapó e Fátima do Sul. Nove distritos fazem parte do município: Guaçu, Indápolis, Formosa, Ithaum, Macaúba, Panambi, Picadinha, Vila São Pedro, Vila Vargas (SEMAC, 2012).

4.1.2 Solo

A maior parte do solo do município de Dourados é composta pelo Latossolo Vermelho, podendo encontrar em algumas regiões o Latossolo Vermelho Distroférico e até mesmo Gleissolo, conforme pode-se observar na Figura 2 (SEMAC, 2012).

O predomínio é de Latossolo, devido aos solos minerais, não hidromórficos, altamente intemperizados, profundos, bem drenados, de textura muito argilosa e Gleissolos, solo caracterizado pelo elevado teor de matéria orgânica no horizonte superficial, encontrados geralmente nas margens dos cursos de água em áreas sujeitas à inundação (SEMAC, 2012).

Figura 2 – Tipos de solo do município de Dourados, MS.

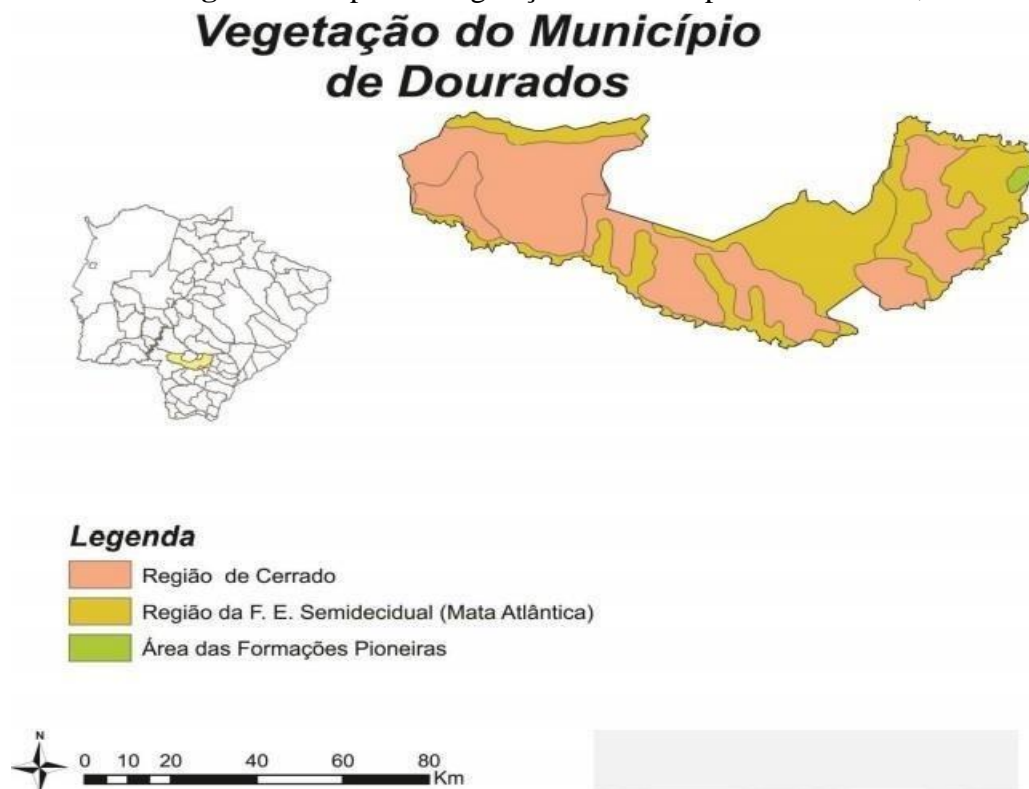


Fonte: SEMADE, 2016.

4.1.3 Vegetação

A cobertura vegetal de Dourados apresentada na Figura 3, revela o domínio da Floresta e do Cerrado. Com o passar dos anos, essa vegetação natural vem sendo descaracterizada, devido às ações antrópicas, reduzindo-se a resquícios de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial e Cerrada, dominando assim, a agricultura e a pastagem plantada (SEMAC, 2012).

Figura 3 – Tipos de vegetação do município de Dourados, MS.



4.1.4 Clima

Dourados apresenta clima úmido nas porções Oeste e Sudoeste, com índices de umidade variando de 40 a 60% e clima Úmido a Sub-Úmido no restante da área do município, com índices efetivos de umidade com valores anuais variando de 20 a 40%. Com excedente hídrico anual de 800 a 1.200mm durante cinco a seis meses.

Segundo o INMET apresenta temperaturas médias oscilando em torno de 12°C a 32°C. Os períodos de chuvas são de setembro/2018 a março/2019 e períodos de estiagem de abril/2019 a julho/2019.

4.1.5 Sub Bacia do Rio Dourados

A Sub Bacia do Rio Dourados conforme Figura 4, tem como principal constituinte o próprio rio Dourados, que nasce nas imediações da serra de Maracaju, na cidade de Antônio João, a uma altitude de cerca de 700 metros; percorre todo o planalto, aproximadamente no sentido oeste-leste, até a cidade de Fátima do Sul, onde então toma a direção norte, percorrendo uma extensão de 374 km até desembocar no rio Brillhante, este último com uma extensão de 380 km (SEMA, 2005).

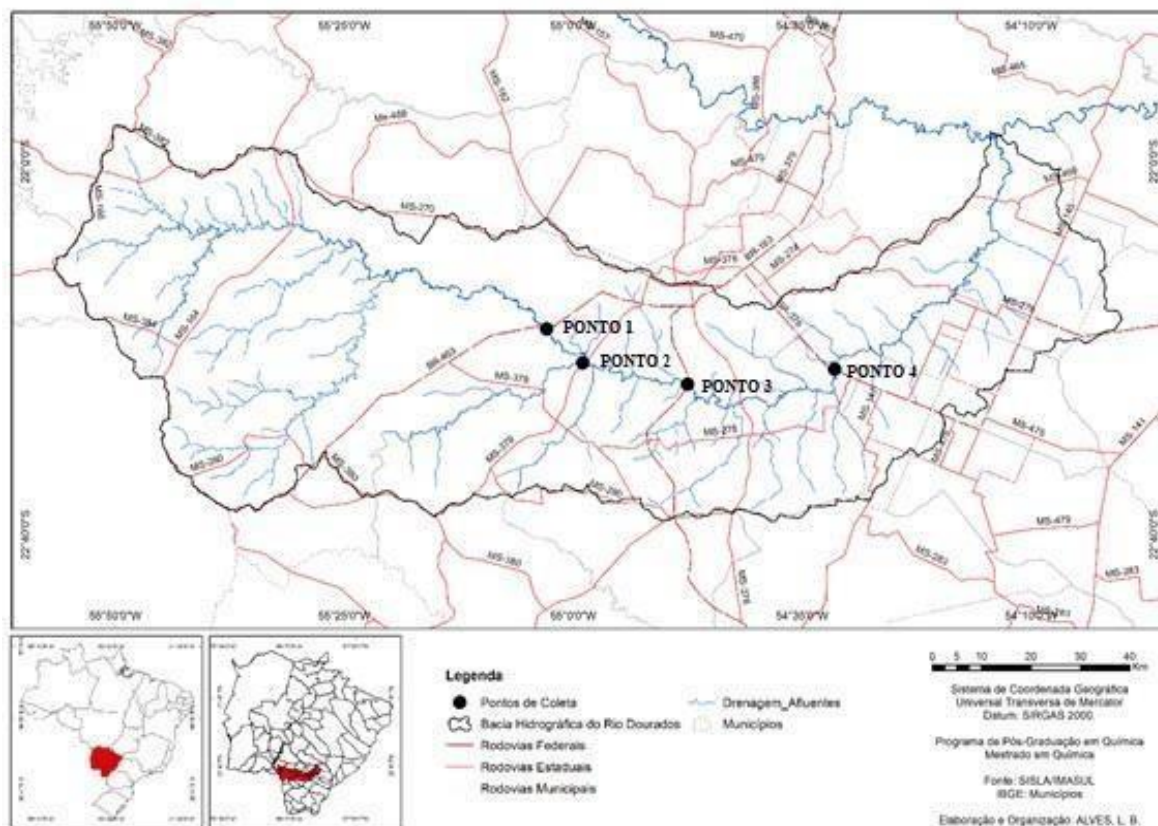
Possui uma área de drenagem de 9.205,41 km². Nela, localizam-se total ou parcialmente, onze municípios: Antônio João, Caarapó, Deodápolis, Dourados, Fatima do Sul, Glória de Dourados, Ivinhema, Jateí, Laguna Carapã, Ponta Porã e Vicentina (SEMADE, 2016). Suas características são de grande importância para a economia da região da Grande Dourados, tem um papel decisivo na vida das sociedades que vivem nas margens do Rio, tanto no aspecto agropecuário, urbano e industrial.

Um outro fator decisivo é a questão do ecoturismo, o qual vem crescendo nos últimos anos, um dos exemplos é o Município de Fátima do Sul, que vem se preparando e se destacando na reorganização do espaço e infraestrutura para o parque de lazer na margem direita do Rio Dourados Cidade de Fátima do Sul -MS.

4.1.6 Pontos de coleta para as análises físico-químicas

Para realização das amostragens foram definidos quatro pontos de coleta ao longo do Rio Dourados, que abrangem os limites entre os municípios Dourados e Ponta Porã, Dourados e Laguna Carapã, Dourados e Caarapó, Dourados e Fátima do Sul conforme Figura 4.

Figura 4 – Sub Bacia Hidrográfica do Rio Dourados e os pontos de coleta.



Fonte: ALVES, 2019.

O posicionamento geográfico e a identificação de cada ponto são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Geoposicionamento dos pontos de coleta e suas identificações.

Ponto	Coordenadas Geográficas		Altitude (m)	Município
	Latitude	Longitude		
P1	22°17'52.42"S	55°03'14.46"W	355	Ponta Porã
P2	22°21'35.68"S	54°58'51.26"W	415	Dourados
P3	22°23'54.03"S	54°47'30.04"W	333	Laguna Carapã
P4	22°22'16.62"S	54°31'26.69"W	309	Fátima do Sul

Fonte: Autora, 2019.

Os pontos de amostragem apresentavam as seguintes características:

Ponto 1 (P1): localizado na BR-463, divisa dos municípios de Dourados e Ponta Porã, um extenso perímetro rural. No entorno do Rio além de ser utilizado para o cultivo de milho e soja, existe em andamento uma construção de um parque residencial.

Neste ponto, como observado na Figura 5, é possível observar que a ação humana não é tão evidente (Figura 5a), apresentando uma Área de Preservação Permanente (APP) mais conservada dentre os pontos estudados, apesar de haver a existência de culturas de soja, milho e pastagem, há também uma significativa faixa de cobertura vegetal em torno do corpo hídrico.

Figura 5 (a e b) – Imagem aérea e térrea do Ponto 1 de coleta.



Fonte: Google Earth, 2019.



Fonte: Autora, 2019.

Ponto 2 (P2): localiza-se próximo a Usina São Fernando Açúcar e Álcool Ltda, aproximadamente 7,23 km da rota MS-379, conforme Figura 6. Sendo este ponto muito explorado por pescadores locais e populares dá região pra lazer. Às margens deste trecho, as APPs são bastante irregulares, sendo identificada a presença de pastagem e cultivo de soja e milho em ambos os lados do Rio. Devido a essas ações antrópicas é nítida a redução da APP de forma mais acentuada em uma das margens (figura 6a).

Figura 6 (a e b) – Imagem aérea e térrea do Ponto 2 (Ponte próximo a Usina São Fernando) de coleta.



Fonte: Autora, 2019.



Fonte: Autora, 2019.

Ponto 3 (P3): situado na BR-163, principal rodovia que corta o estado do Mato Grosso do Sul; saída do município de Dourados sentindo o estado do Paraná, é um perímetro de grande e contínuo fluxo de veículos de carga.

As margens deste trecho conforme a Figura 7, as APPs são bastante irregulares, sendo identificada a presença de pastagem e cultivo de soja e milho em ambos os lados do Rio.

Figura 7 (a e b) – Imagem aérea e térrea do Ponto 3 (Ponte na saída para o Paraná) de coleta.



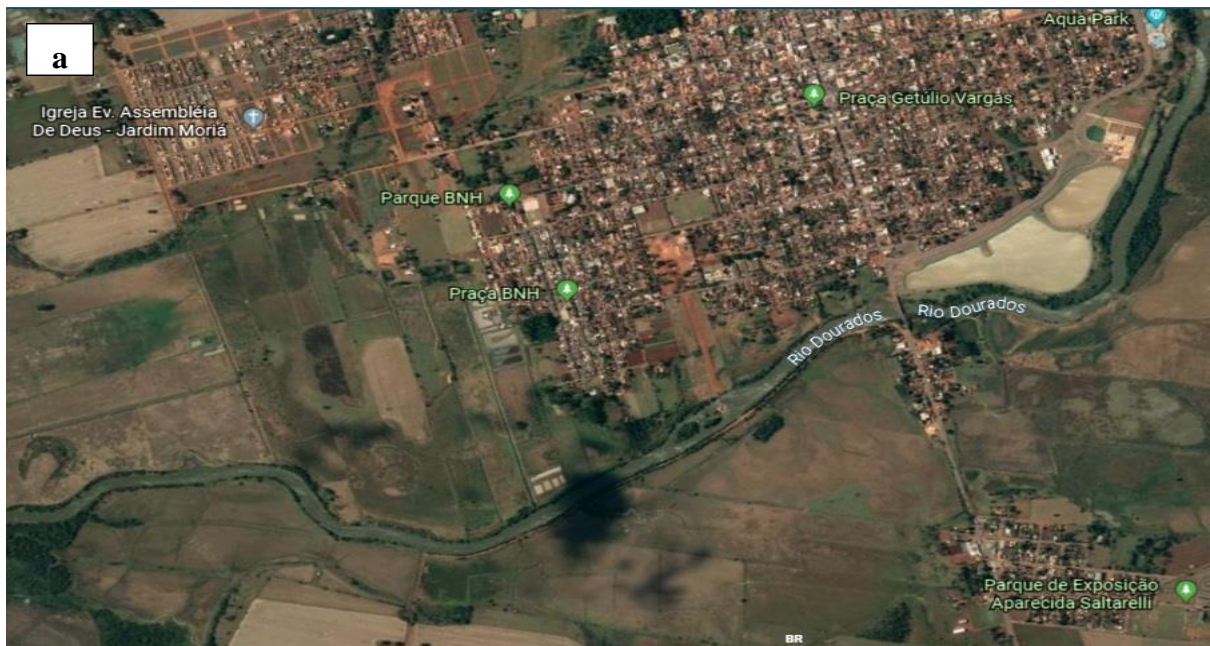
Fonte: Google Earth, 2019.



Fonte: Autora, 2019.

Ponto 4 (P4): localizado na cidade de Fátima do Sul no perímetro urbano; esse trecho do Rio é utilizado como balneário pela população, além de área de pesca. A alguns metros do Rio se encontram alguns estabelecimentos comerciais e residências, como pode ser observado na Figura 8. Já a cobertura vegetal encontra-se praticamente desaparecida em todo o seu torno, além de alguns trechos das margens do rio onde por lei deveria existir APPs, foram substituídas por pastagens e pela agricultura. O que resulta em grandes impactos, poluições e degradação da qualidade da água.

Figura 8 (a e b) – Imagem aérea e térrea do Ponto 4 (Ponte na entrada de Fátima de Sul – MS) de coleta.



Fonte: Autora, 2019.



Fonte: Autora, 2019.

4.1.7 Coleta, preservação e preparo das amostras de água

As amostras de água da Sub bacia do Rio Dourados foram conduzidas em recipiente plástico (PET – politereftalato de etileno e/ou polietileno) a uma profundidade de 0-30 cm e armazenada em 4 frascos de polietileno (2 L), devidamente identificados e mantidos em caixas de isopor, com gelo ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) (CETESB, 1987).

As medidas de temperatura ambiente e temperatura da água foram determinadas “*in loco*” usando recipientes separados daquelas que foram encaminhadas para as medidas em laboratório para evitar assim, qualquer tipo de contaminação e, posterior interferência nos resultados.

Após a amostragem de cada ponto, acondicionou-se as amostras de água nos frascos previamente lavados e, etiquetou-os contendo as devidas identificações individuais de cada ponto. Em seguida, conservou-se as amostras em caixas de isopor contendo gelo ($\pm 4^{\circ}\text{C}$), (CETESB, 1987), para o posterior deslocamento e análises até o laboratório da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD.

Os demais requisitos para condicionamento, preservação e validade das amostras seguiu-se as normas do “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” (APHA, 1998) para cada variável a ser analisada.

As amostras não preservadas quimicamente foram conservadas refrigeradas até a realização do protocolo em laboratório.

4.1.8 Período de realização da amostragem

Os procedimentos convencionais para as amostragens das águas da Sub bacia do Rio Dourados, foram realizados bimestralmente a partir de Setembro de 2018 a Agosto de 2019, compreendendo os períodos sazonais chuvoso, seco e de estiagem nos 4 pontos de coletas; a qual possibilitou a avaliação da qualidade das águas e posterior caracterização espacial e temporal do recurso hídrico em estudo.

4.1.9 Procedimento de limpeza dos frascos de amostragem e vidrarias

Todas as vidrarias e frascos plásticos, usados desde a amostragem até as 80 posteriores determinações dos parâmetros físico-químicos, foram previamente lavadas usando detergente e solução de limpeza de HNO_3 - ácido nítrico (10%, v/v). Deixou-se os frascos de molho em solução ácida de limpeza durante um período mínimo de 24 horas e, enxaguou-se com água destilada/ionizada para minimizar possíveis contaminações e interferências nos resultados finais das análises.

5. METODOLOGIA

5.1 Análises das variáveis físico-químicas

O estudo realizado avaliou os seguintes parâmetros para determinar a qualidade da água: Temperatura, Potencial Hidrogeniônico - pH, Oxigênio Consumido (Matéria Orgânica), Acidez Total, Alcalinidade, Cloreto, Dureza, Turbidez, ST - Sólidos Totais.

Em todos os pontos selecionados para as amostragens de água, somente as determinações de temperatura e oxigênio dissolvido foram realizadas “*in loco*”, através de Oxímetro YSI *Plus*, Modelo 55. Os demais parâmetros foram medidos no laboratório de Físico-Química da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas da UFGD, conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros físico-químicos e metodologias utilizadas.

Parâmetro	Método	Equipamento	Referência
Acidez total	Titulométrico	-	APHA, 1998
Alcalinidade total	Titulométrico	-	Adaptado de APHA, 1998
Cloreto	Titulométrico	-	APHA, 1998
Dureza	Titulométrico com EDTA	-	APHA, 1998
Matéria Orgânica	Titulométrico	-	Adaptado de APHA, 1998
Oxigênio Dissolvido	Titulométrico	-	APHA, 1998
pH	Potenciométrico	pHmetro, Metrohm	APHA, 1998
Sólidos Totais	Gravimétrico	Estufa	APHA, 1998
Turbidez	Nefelométrico	Turbidímetro – Modelo TD 200 Instrutherm	APHA, 1998

Fonte: Autora, 2019.

5.2 Análises dos Dados Estatísticos

Os resultados gerados das variáveis físico-químicas foram expostos separadamente em tabelas, registrando-se os valores de todos os pontos de coleta, conforme cada período de análises. Os resultados encontrados da Média (M) e do Desvio padrão (DP) foram obtidos usando o software Microsoft Office Excel 2010 e, os registros gráficos, foram originados a partir do Programa Estatístico OriginPro 8.

Para verificar similaridades, diferenças e as variáveis de maior influência em cada ponto amostrado, em função tempo e espaço; foi aplicada Análise de Componentes Principais (ACP) e avaliados por análise estatística descritiva. Toda a análise estatística foi realizada usando o software Statística 10.0.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físico-químicas dos rios variam conforme a sazonalidade e a espacialidade ao qual estão submetidos. Estas características são consequências da geologia que forma sua bacia de drenagem, do declive, da cobertura vegetal, das características da água da chuva, dos diversos tipos de ações antrópicas, que variam ao longo do tempo e do espaço, justificando que as avaliações da qualidade de corpos d'água sejam feitas envolvendo períodos de seca e precipitação (BAIO, 2009) e em diferentes pontos ao longo do percurso do rio.

O Rio Dourados é enquadrado, segundo a Resolução n° 357/05 do CONAMA, como Classe 2, que inclui as águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, à aquicultura e à atividade de pesca (BRASIL, 2005).

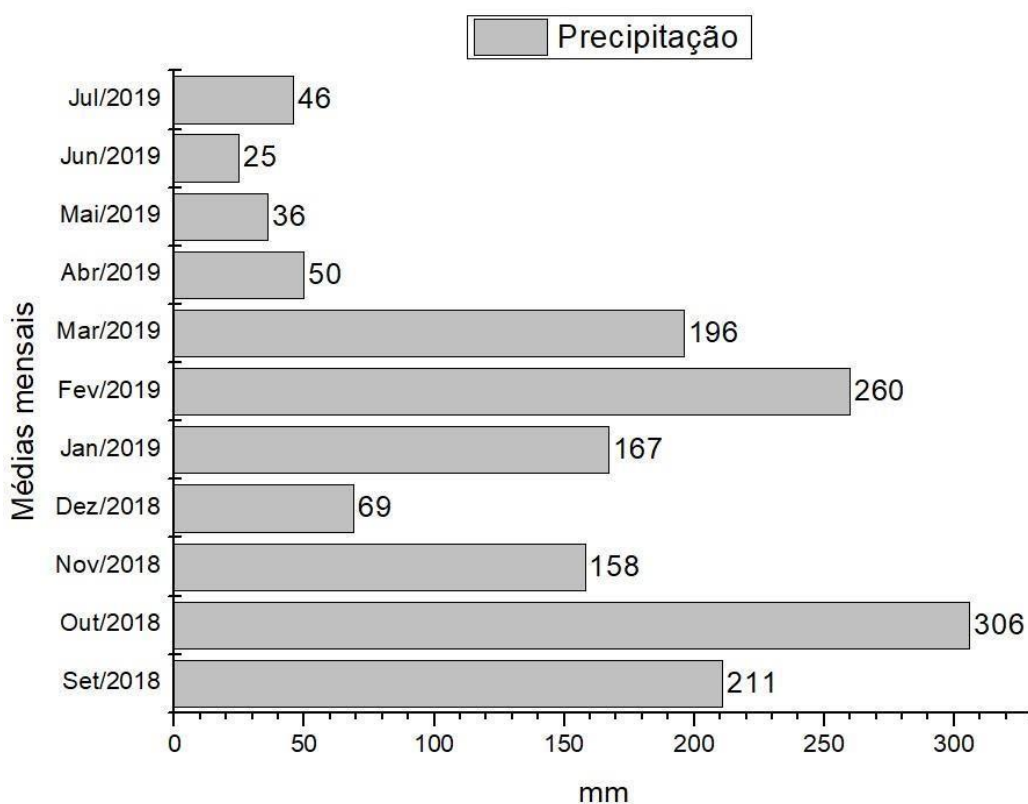
6.1 Variáveis Climáticas

As variáveis climáticas exercem forte influência sobre a qualidade da água porque estão diretamente correlacionadas com a mobilidade dos poluentes nos compartimentos solo, sedimento e água e, portanto, são consideradas de grande relevância em estudos ambientais.

6.1.1 Índice Pluviométrico

Os parâmetros climáticos incluídos no estudo foram o índice pluviométrico (mm) e a temperatura atmosférica (°C). Os respectivos dados estão apresentados na Figura 9.

Figura 9 – Registros temporais da variabilidade pluviométrica aferidas na região da área de estudo.



Fonte: INMET, 2019.

O volume de chuvas influencia diversos parâmetros de qualidade da água, tanto na evolução quanto na diminuição da poluição na água, principalmente em rios que são sistemas naturalmente vulneráveis a qualquer alteração ocorrida na sua bacia de drenagem.

Segundo os Boletins mensais fornecidos pelo INMET, destaca-se os seguintes meses de coleta, setembro/2018 e março/2019 que apresentaram as maiores precipitações, sendo eles 211 mm e 196 mm de chuvas respectivamente.

O mês de novembro/2018 foi um mês chuvoso na Região Sul de Mato Grosso do Sul, registrando 158 mm. Já o mês de janeiro de 2019 foi o mais quente em 40 anos na Região de Dourados choveu 167 mm em janeiro em Dourados, praticamente igualando à média histórica de 40 anos, 163 mm.

Em março/2019 as chuvas ocorreram nos primeiros 20 dias do mês. Registrando 196 mm em março em Dourados, 45 mm acima da média histórica do mês, 141 mm. Assim como em abril, choveu pouco em Dourados no mês de maio, apesar da região estar sob influência do fenômeno *El Niño*, de fraca intensidade.

A chuva em Dourados foi de apenas 36 mm, aproximadamente 30% da média histórica de maio, 106 mm. O volume de chuvas foi pequeno em quase toda a região sul de Mato Grosso

do Sul. No mês julho/2019 teve ocorrência de geadas e poucas chuvas na Região. A chuva em julho foi de 46 mm em Dourados, quantidade praticamente igual à média histórica do mês, 47 mm. Houve apenas três dias chuvosos e a maior chuva foi 25 mm, em 3 de julho.

6.1.2 Temperatura Atmosférica

Na Figura 10 estão apresentados os dados da temperatura atmosférica no período de estudo.

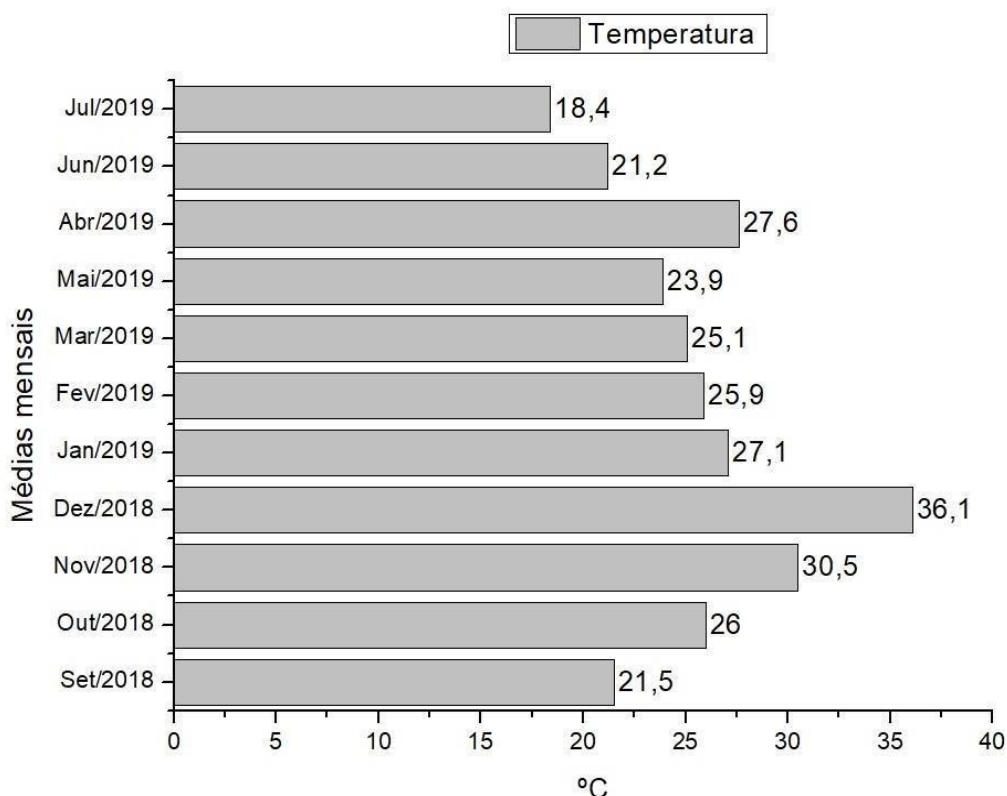
As menores temperaturas atmosféricas foram aferidas no mês de julho/2019 e setembro/2018, respectivamente 1ª e 2ª coleta, onde observou-se uma acentuada queda na temperatura, e menores índices pluviométricos, conforme Figura 10.

Por sua vez, as maiores temperaturas registradas foram obtidas no verão, principalmente durante as coletas realizadas em novembro/2018, janeiro/2019 março/2019 (2ª, 3ª e 4ª coleta, respectivamente), caracterizados também pela ocorrência de altos volumes de chuvas.

A temperatura média em Dourados em julho, foi 18,4°C, foi praticamente igual à média histórica do mês, 18,2°C. Além de que ocorreu em dois dias consecutivos de julho, formação de geadas. Em janeiro/2019 a temperatura média em Dourados foi 27,1°C, quase um grau e meio superior à média histórica de janeiro, 25,5°C. Foi o janeiro mais quente desde 1980, igualando janeiro de 1998.

Da mesma forma como ocorreu em março e abril, maio de 2019 foi quente. A temperatura média em Dourados foi 21,9°C, mais de dois graus superior à média histórica do mês, 19,7°C.

Figura 10 – Registros temporais de temperatura aferidas na região da área de estudo.



Fote: INMET, 2019.

6.2 Variáveis Físico-Químicas

A determinação da qualidade da água é feita mediante o estudo das características físicas e químicas e está diretamente relacionada ao uso proposto para o corpo d'água. A avaliação da qualidade da água é especialmente importante quando sua utilização afeta a saúde humana e do ecossistema aquático. Na Tabela 5, estão apresentados os valores encontrados neste estudo das características físicas e químicas do Rio Dourados.

A resolução 357/05 do CONAMA é a lei maior para a qualidade de água no Brasil em vigor e estabelece os valores máximos permissíveis de pH, cloreto, turbidez e sólidos totais, dentre outros. Os resultados das variáveis físico-químicas obtidos no monitoramento das águas superficiais do Rio Dourados, para fins de determinação da qualidade da água, constam na Tabela 5, bem como valores de referência para águas de Classe 2, segundo o CONAMA (BRASIL, 2005).

Tabela 5 – Resultado das variáveis físico-químicas realizadas no período de estudo

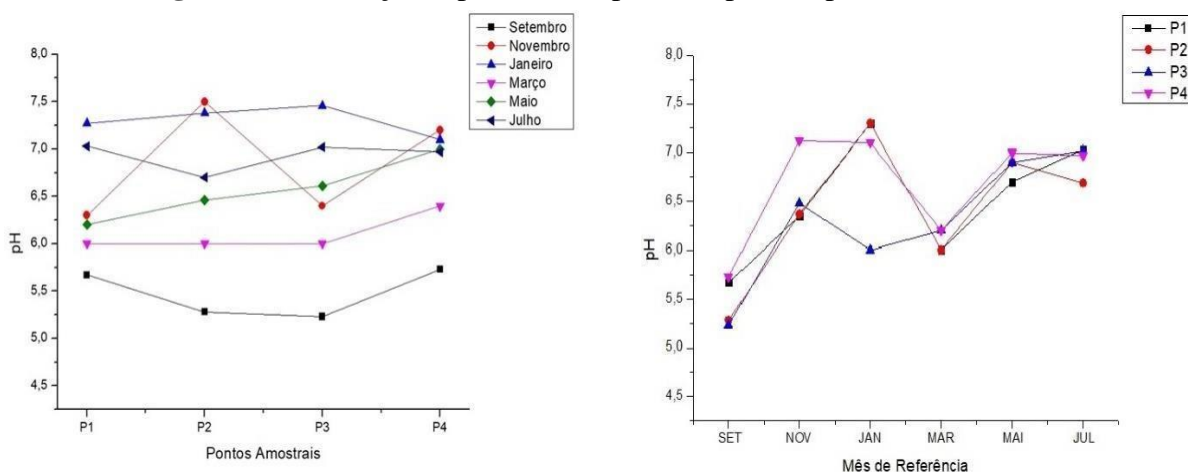
		pH	Turbidez (NTU)	Matéria Orgânica OC (mg/L)	Oxigênio Dissolvido OD (mg/L)	Acidez Total (mg/L)	Cloreto (mg/L)	Dureza (mg/L)	Alcalinidade (mg/L)	ST (mg/L)
Ponto 1	1ª Coleta	5,7	18,5	4,7	5,0	4,5	3,5	20,0	25,0	1,2
	2ª Coleta	6,4	185,0	19,3	7,9	5,5	1,8	25,0	25,0	27,0
	3ª Coleta	7,3	69,1	20,5	7,2	5,0	1,4	25,0	28,0	261,0
	4ª Coleta	6,0	54,3	17,4	5,5	3,0	0,7	41,0	30,0	10,0
	5ª Coleta	6,7	27,4	3,5	6,5	5,0	2,1	25,0	30,0	750,0
	6ª Coleta	7,0	19,9	60,0	6,6	10,0	1,4	30,0	49,0	480,0
	Média	6,5	62,4	20,9	6,5	5,5	1,8	27,7	31,2	254,9
	DP	0,6	63,4	20,6	1,0	2,4	1,0	7,3	9,0	307,3
Ponto 2	1ª Coleta	5,3	20,3	5,4	5,6	5,5	48,6	22,0	29,0	744,0
	2ª Coleta	6,4	181,0	14,2	8,2	4,5	3,5	25,0	29,0	17,0
	3ª Coleta	7,3	54,2	17,1	6,1	6,5	1,4	29,0	27,0	250,0
	4ª Coleta	6,0	46,8	49,6	5,0	3,0	0,4	21,0	28,0	10,0
	5ª Coleta	6,9	27,1	3,8	7,0	5,0	1,1	22,0	33,0	530,0
	6ª Coleta	6,7	19,0	53,7	5,9	10,0	1,4	35,0	49,0	420,0
	Média	6,4	58,1	24,0	6,3	5,8	9,4	25,7	32,5	328,5
	DP	0,7	61,9	22,1	1,1	2,4	19,2	5,4	8,3	292,0
Ponto 3	1ª Coleta	5,2	21,3	5,2	5,0	5,0	31,6	25,0	28,0	203,0
	2ª Coleta	6,5	184,0	12,6	8,8	5,5	1,4	25,0	28,0	8,0
	3ª Coleta	6,0	27,2	10,4	7,0	5,5	1,1	25,0	33,0	90,0
	4ª Coleta	6,2	41,6	52,1	5,4	3,0	0,7	45,0	26,0	10,0
	5ª Coleta	6,9	29,5	3,2	6,2	4,5	1,8	23,0	33,0	40,0
	6ª Coleta	7,0	25,0	53,7	5,8	11,0	2,1	21,0	42,0	360,0
	Média	6,3	54,8	22,9	6,4	5,8	6,4	27,3	31,7	118,5
	DP	0,7	63,7	23,5	1,3	2,7	12,3	8,8	5,8	138,9
Ponto 4	1ª Coleta	5,7	22,6	31,9	4,1	2,5	0,4	15,0	25,0	27,0
	2ª Coleta	7,1	182,0	11,1	6,9	5,0	1,1	44,0	35,0	238,0
	3ª Coleta	7,1	42,1	14,2	5,3	4,5	1,4	27,0	34,0	120,0
	4ª Coleta	6,2	63,4	51,2	5,4	3,5	1,1	25,0	25,0	9,9
	5ª Coleta	7,0	23,9	8,2	7,0	4,5	1,8	35,0	85,0	140,0
	6ª Coleta	7,0	26,0	47,4	7,1	5,0	1,1	35,0	48,0	210,0
	Média	6,7	60,0	27,3	6,0	4,2	1,1	30,2	42,0	124,1
	DP	0,6	61,8	18,9	1,2	1,0	0,5	10,0	22,7	92,8
Conama 357/05		6,0 - 9,0	100	-	≥5	-	250	-	-	500

DP - Desvio Padrão

6.2.1 Potencial Hidrogeniônico - pH

Os valores do potencial hidrogeniônico podem ser observados na Figura 11.

Figura 11 – Variação espacial e temporal do pH dos pontos amostrados.



Fonte: Autora, 2019.

O pH obteve a mínima de 5,45 no P2 e P3 no mês de setembro; encontrando-se, fora da faixa de 6 a 9 exigida para a classe 2, conforme a resolução CONAMA 357 de 2005, no respectivo mês.

Bueno et al (2005) e Souza (2006) verificaram em áreas de vegetação nativa, respectivamente, valores de pH que variaram entre 5,7-6,3 e 4,8-5,3. Estes valores foram relacionados pelos autores com a presença de matéria orgânica, a qual proporcionou condições mais ácidas ao ambiente aquático.

Estudos semelhantes foram realizados por Kottwitz (2012) e Gonçalves (2013) que encontraram valores médios de pH entre 6,7 e 7,2; e 6,0 a 7,3, respectivamente.

Outro fator que pode interferir nos valores de pH dos corpos d'água, de acordo com Borges et al (2003), é o tipo de solo (por) onde a água percorre. Mesmo em uma bacia hidrográfica preservada, com suas condições naturais em equilíbrio, a qualidade das águas varia de acordo com o clima e as características físicas e biológicas dos ecossistemas correspondentes, devido à contínua e constante interação entre a litosfera, a biosfera e a atmosfera (SALATI et al., 2002).

Tais processos ocorrem naturalmente, dependendo de fatores ambientais, como clima, vegetação e litologia. O clima e a vegetação interferem na qualidade da água a partir da precipitação, que proporciona o escoamento superficial, responsável pelo carreamento do material particulado gerado a partir do impacto da gota de chuva no solo e os íons oriundos da dissolução das rochas, além de carbono orgânico e compostos nitrogenados para os cursos d'água da bacia.

O crescimento, a morte e a decomposição de plantas aquáticas também interferem na qualidade das águas, devido a alterações nos teores de nitrogênio, fósforo, pH, oxigênio dissolvido, além de outros elementos sensíveis de condições de redução e oxidação da matéria orgânica. Além destes, outro fator ambiental que influencia na qualidade da água é a litologia que, ao entrar em contato com as águas, altera suas características (MEYBECK et al., 1996).

As medidas das variações espaciais de pH (Figura 10), apontam que os valores mínimos foram obtidos no ponto 2 e 3 (Ponte para Ponta Porã e próximo a Usina São Fernando) apenas em setembro; nos pontos e meses seguintes estes valores foram gradativamente aumentados.

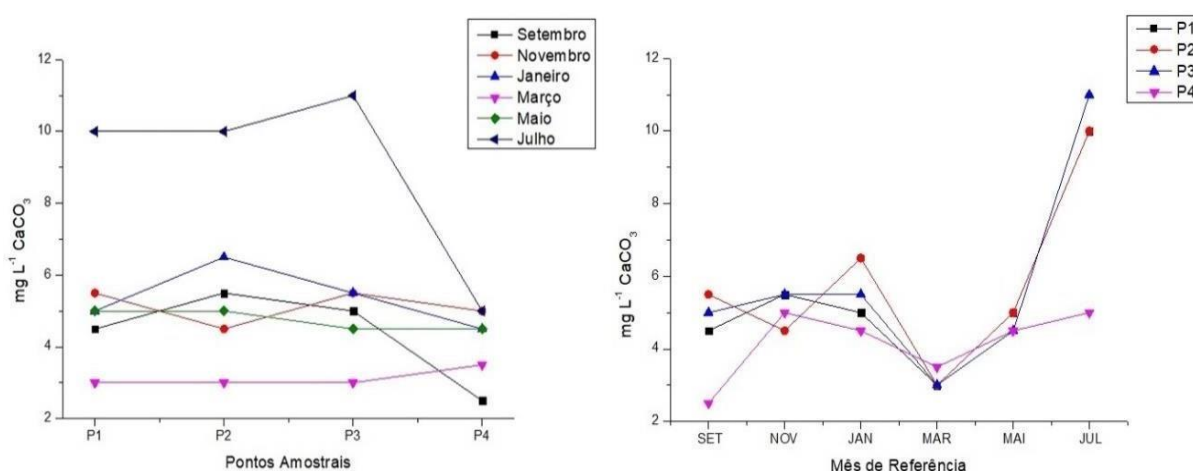
As variações temporais estão demonstradas graficamente que o pH obteve a máxima dentre 7,0 e 7,5 nos P1 e P2 em novembro e janeiro respectivamente. Segundo a resolução CONAMA n° 357/2005 o pH das águas doces superficiais deve estar entre 6,0 a 9,0 em todas as classes de água.

Para o consumo humano é recomendável a faixa entre 6 a 9,5, segundo a Portaria n° 518 do Ministério da Saúde, 2018. De acordo com estes dados verificou-se que todos os valores registrados em todas as campanhas se enquadram na Resolução 357/05 do CONAMA.

6.2.2 Acidez Total

Observa-se na Figura 12 os valores encontrados para Acidez Total em todos os pontos e meses de coleta.

Figura 12 – Variação espacial e temporal da Acidez Total das águas dos pontos amostrados.



Fonte: Autora, 2020.

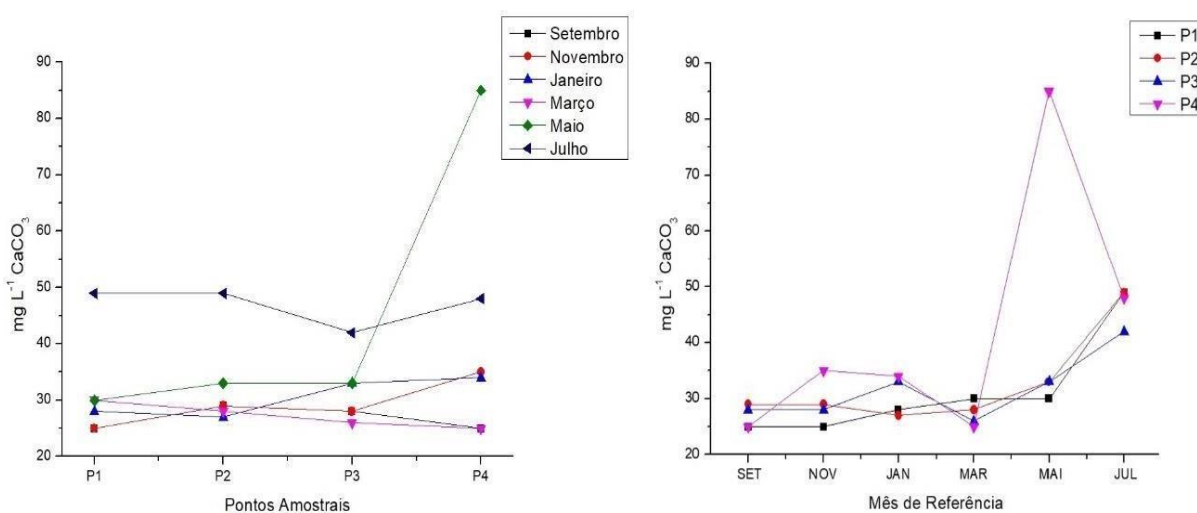
A acidez total demonstrou variação nas concentrações, aferindo o valor máximo de 11,0 mg/L de CaCO₃ no P3 para o mês de julho que foi o mês de maior estiagem de chuvas e alcançando seu valor mínimo de 2,5 mg/L de CaCO₃ no P4 no mês de setembro, que foi um mês de grande ocorrência de chuvas; além disso a acidez está relacionada somente ao ácido carbônico.

O mesmo ocorreu nos estudos de Kottwitz (2012) que encontrou valores altos entre 9,8-12,0 mg L⁻¹ CaCO₃ no período de chuva e valores baixos entre 8,3- 10,0 mg L⁻¹ CaCO₃, no período de seca. E no estudo de Gonçalves (2013), que obteve os maiores valores entre 8,3-10,0 mg L⁻¹ CaCO₃ no período de estiagem e 4,7-5,6 mg L⁻¹ CaCO₃, no período chuvoso; estes resultados podem ser justificado pelo fato do período de maior estiagem ser, portanto, com mínima tendência a precipitações e carreamento de materiais contaminantes para o corpo d'água, em comparação ao período de grande volume de chuva.

6.2.3 Alcalinidade

Na Figura 13, estão apresentados os valores encontrados para Alcalinidade em todos os pontos e meses de coleta.

Figura 13 – Variação espacial e temporal da Alcalinidade das águas dos pontos amostrados.



Fonte: Autora, 2019.

A alcalinidade resultou em um valor máximo de 85,0 mg/L de CaCO₃ no P4 para a quinta coleta. Todos os outros os pontos, tiveram um comportamento linear, resultando em um valor mínimo de 25,0 mg/L de CaCO₃; além disso a alcalinidade está relacionada somente ao bicarbonato. A Portaria do MS não faz referências a esse parâmetro estabelecendo os limites de alcalinidade em água.

Para este parâmetro, Gonçalves (2012) obteve menores concentrações de íons nos períodos de chuvosos variando entre 12,7-14,8 mg L⁻¹, e maiores concentrações em períodos de estiagem, alcançando a marca de 20,0 mg L⁻¹. Em contra partida no estudo de Kottwitz (2013) as menores concentrações ocorreram nos períodos de seca 5,67 -13,33 mg L⁻¹ e os maiores nos períodos de chuva, atingindo máximas de 10,0-14,33 mg L⁻¹.

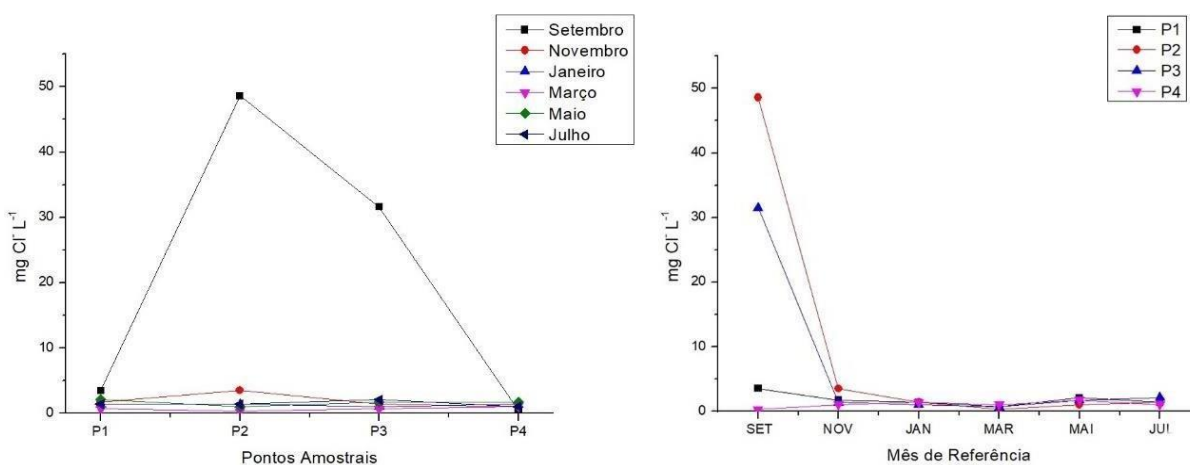
A alcalinidade elevada está associada a processos de decomposição da matéria orgânica, a alta liberação e dissolução de gás carbônico na água pela respiração de microrganismos e ao lançamento de efluentes industriais (LIBÂNIO, 2005).

6.2.4 Cloreto

Os valores encontrados para Cloreto em todos os pontos e meses de coleta, podem ser observados na Figura 14.

Neste estudo os maiores valores apresentados foram de 48,60 mg/L de Cl⁻ no P2, e de 31,60 mg/L de Cl⁻, no P3; que ocorreram no mês de setembro. Nas demais coletas houve um comportamento linear de íons de Cl⁻, variando de 0,40 mg/L de Cl⁻, a 1,77 mg/L de Cl⁻.

Figura 14 – Variação espacial e temporal de Cloreto das águas dos pontos amostrados.



Fonte: Autora, 2019.

Estudos realizados por Kottwitz (2013) e Gonçalves (2013) na mesma região que este estudo, também encontraram baixas concentrações de cloreto, e identificados todos abaixo do nível permitido e que se encontram todos abaixo do nível de 250 mg/L estabelecidos pela legislação vigente, não apresentando risco para a população.

Siqueira et al. (2012) em um diagnóstico do Rio Parauapebas-PA, encontraram teores de 0,40 mg L⁻¹ de Cl⁻ demonstrando que as concentrações baixas são comuns nos rios Amazônicos. A média mundial das concentrações de cloreto é de 7,8 mg L⁻¹ (ESTEVES, 2011).

Desta forma observa-se que diversos fatores afetam a concentração de cloreto nos corpos d'água. E os resultados obtidos neste estudo se encontram em conformidade com os padrões de enquadramento das águas doces do CONAMA 357 e com a portaria de nº 2914 do Ministério da Saúde, onde o valor máximo permitido de cloreto é de 250 mg L⁻¹ para águas doces classe 1, 2 e 3. Contudo, em caracterizações gerais de recursos hídricos, o cloreto é um componente encontrado naturalmente em análises de rotina (ALFARO, 2014).

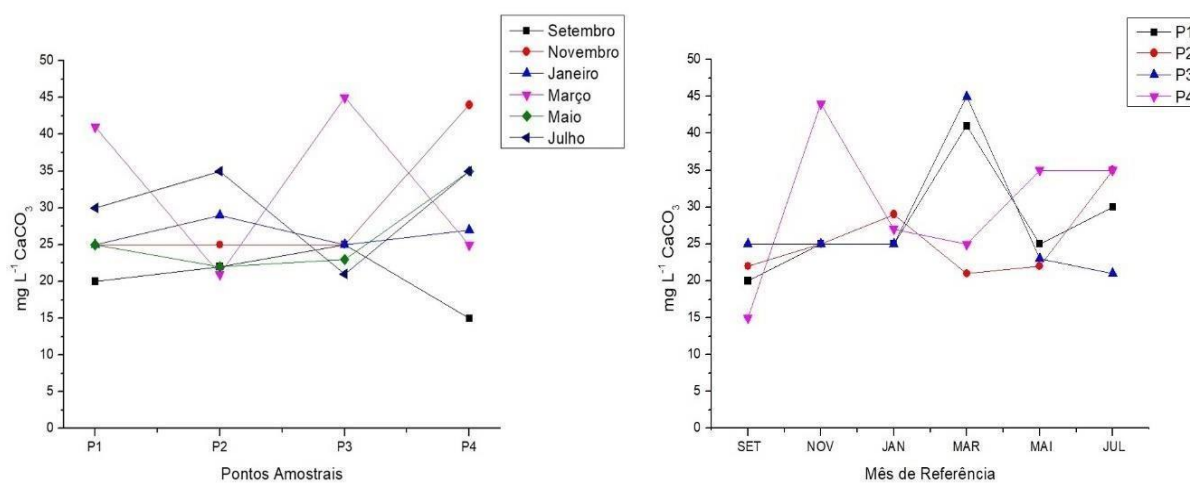
6.2.5 Dureza total

A Figura 15 traz os valores encontrados para Dureza Total em todos os pontos e meses de coleta.

O maior valor apresentado para dureza foi de 45 mg L⁻¹ no P3 e P4 nos respectivos meses de novembro e março. Já o menor valor foi de 15 mg L⁻¹, no P4 do mês de setembro.

Os valores encontrados neste estudo não ultrapassam 75 mg L⁻¹ CaCO₃ e, por isso, as águas podem ser classificadas como brandas ou moles conforme a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde; segundo Richter e Netto (2007), não apresentando nenhuma restrição de uso.

Figura 15 – Variação espacial e temporal da Dureza total das águas dos pontos amostrados



Fonte: Autora, 2019.

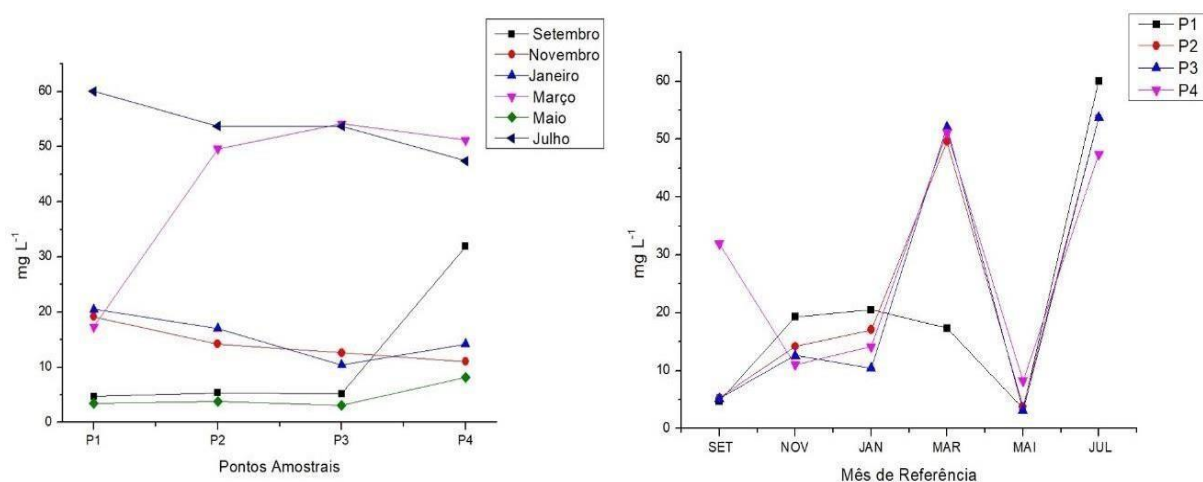
Gonçalves (2012) e Kottwitz (2013) encontraram valores de dureza entre 3,21-9,46 mg L⁻¹; e 15,1- 28,0 mg L⁻¹, respectivamente; ambos dentro do grau estabelecido pela Portaria N.º 518 de 2004, que se enquadraram como águas brandas.

Para efeito de potabilidade, são admitidos valores relativamente altos de dureza. No Brasil, a Portaria N.º 518 de 2004 estabelece o limite máximo de 500mg CaCO₃/L para que a água seja admitida como potável.

6.2.6 Oxigênio consumido (Matéria Orgânica)

Na Figura 16 observa-se os valores encontrados para Matéria Orgânica (MO) em todos os pontos e meses de coleta.

Figura 16 – Variação espacial e temporal do Oxigênio Consumido das águas dos pontos amostrados.



Fonte: Autora, 2019.

As concentrações de oxigênio consumido na água variaram entre 3,16 mg L⁻¹ no P3, no mês de maio, e 60,04 mg L⁻¹ no P1 no mês de julho. Em suas variações espaço/tempo, as médias registradas nas determinações de MO para os três primeiros meses de avaliação, setembro/2018, novembro/2018 e janeiro/2019, apresentaram certa linearidade entre os pontos amostrados e discrepância entre os demais meses de avaliação (março, maio e julho de 2019), em especial para os dois últimos. O aumento da temperatura causa um consequente aumento da demanda de oxigênio e da decomposição da matéria orgânica na água.

Os menores teores apontados foram encontrados durante o intervalo da 1^a e 3^a coleta, levando em consideração todos os pontos amostrados conforme percurso do rio.

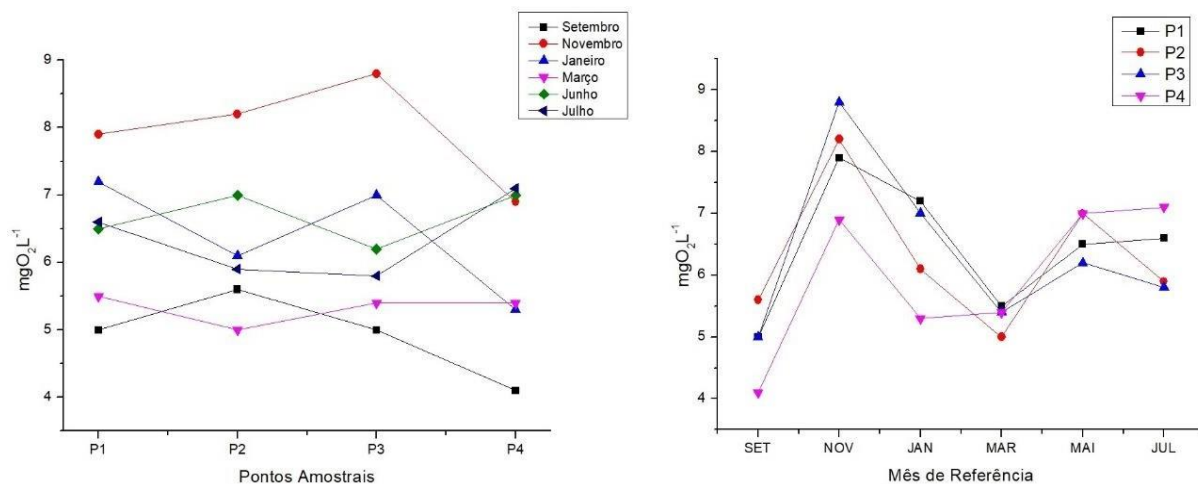
A aparente queda de MO pode ser justificada devido ao pequeno volume das chuvas (Figura 8) que ocorreu na região anteriormente ao período de amostragem. Em oposição, os maiores valores das concentrações, conforme elevação do registro gráfico (espaço/tempo) resultou durante a 4^a coleta e, em todos os pontos amostrados, concluindo que nesse período de avaliação, foi tido como um período de ocorrências de chuvas com aumento significativo do volume das águas, acarretando uma maior entrada de MO advinda da erosão das margens do rio.

No estudo de Gonçalves (2013), foram encontrados valores baixos nas estações chuvosas e altos nas estações de seca; os menores valores variaram entre e 5,5-7,1 mg L⁻¹ e maiores valores entre 16,0 -18,0 mg L⁻¹. Valores de MO elevadas em alguns períodos de coleta foram obtidos no estudo de Kottwitz (2012) e associados à degradação da área, que estava comprometida pela presença antrópica (residências, olaria, culturas de soja e milho).

6.2.7 Oxigênio dissolvido – OD

Os resultados obtidos de oxigênio dissolvido em todos os pontos e meses de coleta estão expressos na Figura 17.

Figura 17 – Variação espacial e temporal do Oxigênio Dissolvido das águas dos pontos amostrados



Fonte: Autora, 2019.

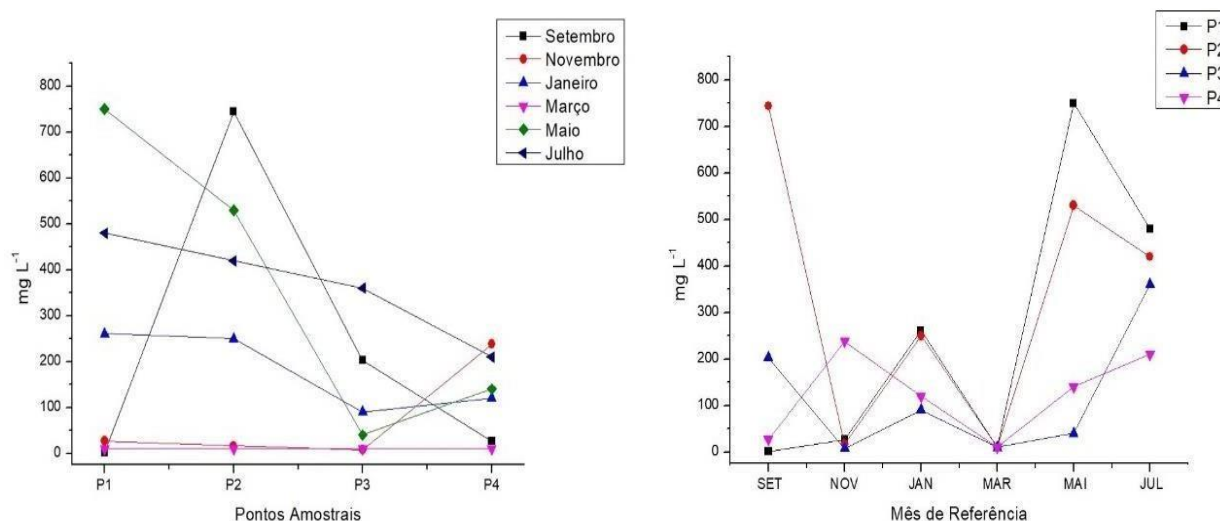
A variação sazonal, indicada na Figura 19, mostra que para o período chuvoso, as concentrações de OD foram ligeiramente maiores quando comparados com o período de estiagem e de altas temperaturas; como foi o caso do mês de novembro/2019 que em geral apresentou as concentrações médias de OD entre 8,8 e 6,9 mg L⁻¹. Já para o período de chuva as médias ficaram entre 4,1 no mês de setembro/2019 e 5,0 mg L⁻¹ nos meses de setembro e março/2019, tendo o desvio padrão variado de modo menos pronunciado (0,26-0,46). Os resultados estão de acordo com o enquadramento estabelecido pela legislação vigente.

Tal variabilidade sazonal também foi encontrada por Souza et al. (2010), uma vez que os valores de OD tendem a ser mais elevados nos períodos de maior precipitação mgO₂L⁻¹.

6.2.8 Sólidos Totais

Na Figura 18 observa-se os valores encontrados para Sólidos Totais em todos os pontos e meses de coleta.

Figura 18 – Variação espacial e temporal dos Sólidos Totais das águas dos pontos amostrados.



Fonte: Autora, 2019

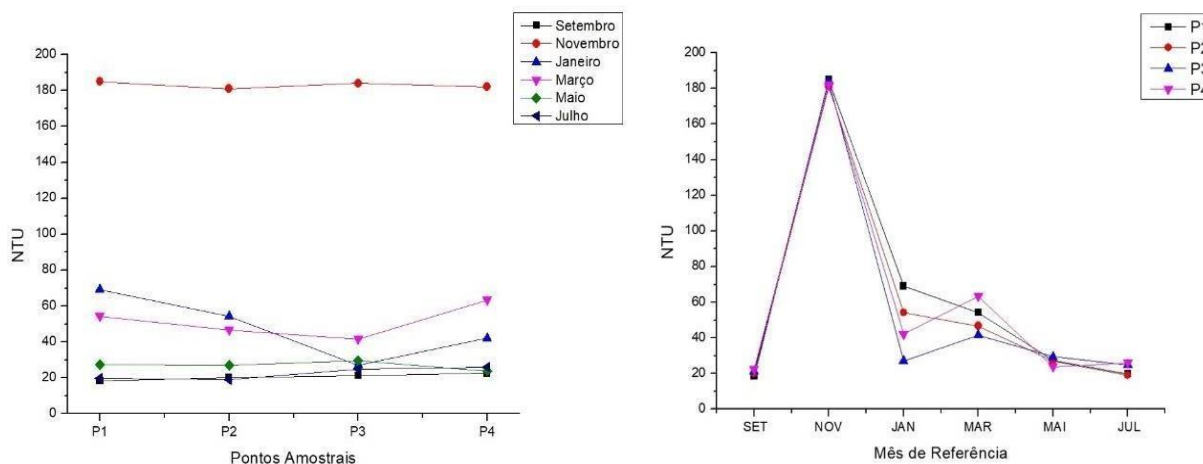
Os Sólidos Totais (ST) tiveram uma variação entre 1,20 mg. L⁻¹ e 744,0 mg. L⁻¹; onde P1 e P2 no mês de setembro apresentaram o menor valor; e alcançaram o maior valor nos meses de novembro e maio, respectivamente. Resultados similares foram encontrados por Oliveira et al. (2008), onde os maiores valores foram associados ao maior volume de chuvas, uma vez que há a ocorrência de maior carga orgânica carregada para dentro do recurso hídrico.

Estes resultados também corroboram com os estudos de Kottwitz (2012) e Gonçalves (2013) que obtiveram os maiores valores de ST, nos meses com maior ocorrência de chuvas. Já os valores baixos de ST estão diretamente associados ao baixo volume de chuvas, pois o deflúvio ocasionado pelas chuvas favorece, o transporte e a deposição de materiais sólidos e detritos orgânicos de origem difusa e antropogênica através de lançamento de lixo e esgoto, e nos períodos de seca este transporte não ocorre de forma significativa, e/ou este corpo hídrico recebe pouca e/ou quase nenhuma interferência dessas fontes antropogênicas.

6.2.9 Turbidez

A Figura 19 traz os valores encontrados para Turbidez em todos os pontos e meses de coleta.

Figura 19 – Variação espacial e temporal da turbidez das águas dos pontos amostrados.



Fonte: Autora, 2019.

A Turbidez apresentou seu maior valor, 190,0 UNT, (unidade nefelométrica de turbidez) no mês de novembro nos quatro pontos amostrais. De acordo com a resolução CONAMA n° 357/2005 a turbidez não deve exceder 100 UNT em nenhum tipo de classe de água, porém o excesso ocorreu estritamente na coleta realizada no mês de novembro, dentre as seis coletas, assim esse parâmetro está dentro dos limites determinados. Sendo a clareza de um corpo hídrico um grande determinante da sua capacidade de produtividade (APHA, 2005).

Nos demais meses sua menor variação foi de 18,5 a 19,9 UNT, para os quatro pontos nos meses de setembro e julho sendo os menores resultados expresso dentre as seis coletas e estando dentro do estabelecido pela portaria 2914/2011 para o consumo humano (BRASIL, 2011). Todos os pontos apresentam valores compatíveis com os limites da classe 2.

Valores parecidos encontrados neste estudo foram obtidos no estudo realizado por Kottwitz (2012), no mesmo corpo hídrico, que apresentou média entre 13,9 e 200,0 UNT, o que excedeu o limite exigidos pelo CONAMA 357/05. Entretanto no estudo de Gonçalves (2013), os valores encontrados fora de 22,8 a 56,6 UNT, atingindo os limites exigidos, o que indicou uma boa qualidade da água do recurso hídrico em estudo para esse parâmetro.

A turbidez natural das águas está geralmente compreendida na faixa de 3 a 500 UNT, de acordo com Libânio (2005). A legislação ambiental federal, através da Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, estabelece um limite de até 40 UNT para os corpos d'água da Classe 1 e um limite máximo de 100 UNT para os corpos d'água enquadrados na

Classe 2 e Classe 3 (BRASIL, 2005).

Siqueira et al. (2012), ao avaliarem a qualidade da água do rio Parauapebas, encontraram valores de turbidez dentro dos padrões da legislação, que oscilou em consequência do material em suspensão devido à entrada de materiais carregados para o interior do rio por meio da lixiviação. A mesma situação foi encontrada por Queiroz et al., (2010) em seu trabalho sobre “Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural”, realizado no município de Cascavel-PR.

Diante dos dados obtidos para o parâmetro turbidez, de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, que determina a limitação de 100 UNT para corpos hídricos de classe 2 e 3.

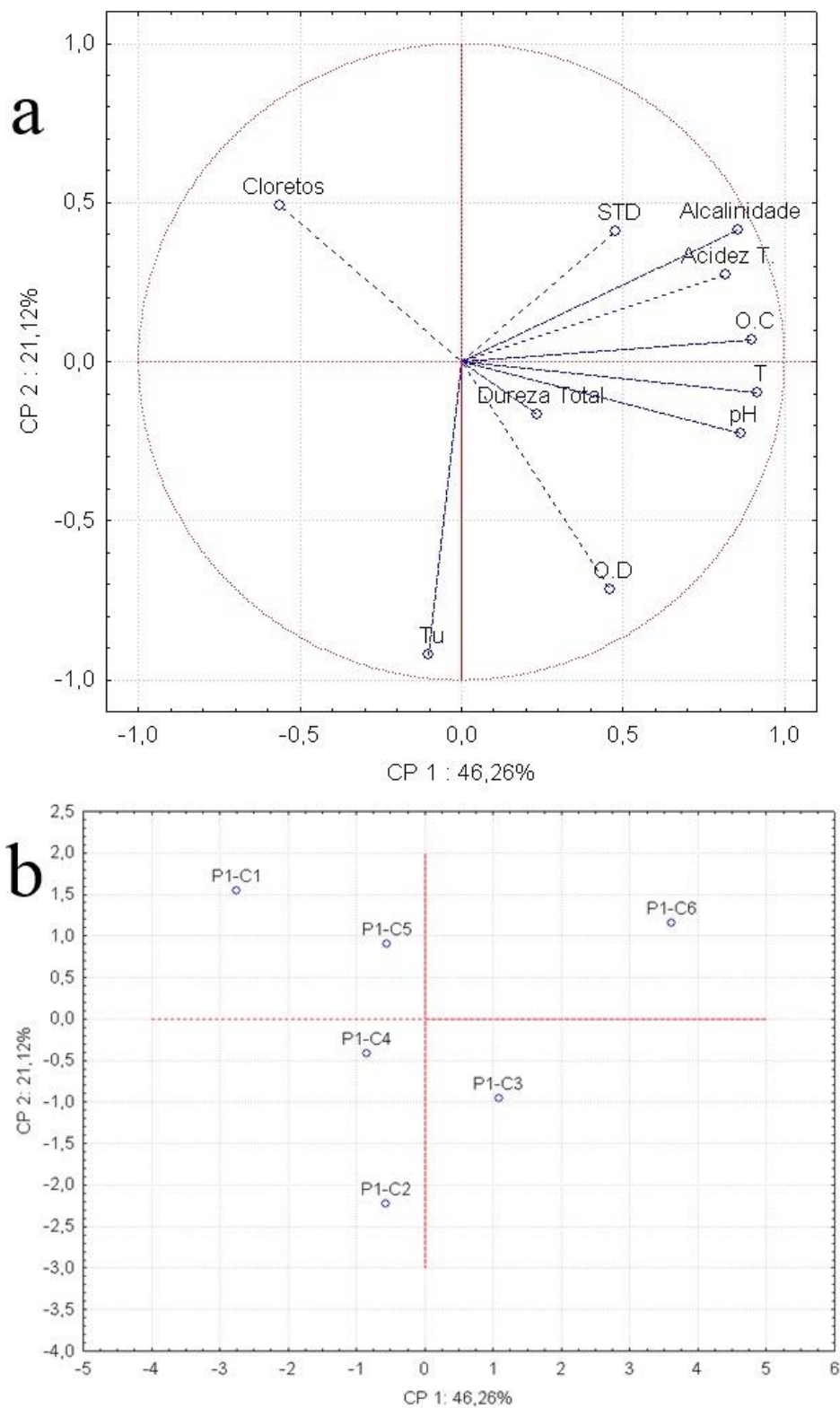
6.3 Análise multivariada de componentes principais – ACP

Inicialmente foi realizada a análise de componentes principais (ACP) para cada ponto amostral individualmente, adicionalmente todos os pontos amostrais foram integrados na ACP. A partir da padronização da matriz de dados (média do conjunto de dados transformados igual a 0 e desvio padrão igual a 1), foram selecionadas as componentes principais em ordem de variância, de modo que o maior autovalor está associado a primeira componente principal (CP), o segundo maior autovalor a segunda CP, e assim sucessivamente, até que o menor autovalor esteja associado a última CP, colocando as primeiras como as mais importantes (HONGYU, 2015).

6.3.1. Análise multivariada de componentes principais do ponto 1.

Na Figura 20, são apresentados os diagramas de ordenação das variáveis e projeção das coletas em função de suas variáveis.

Figura 20 (a e b) – Análise multivariada de componentes principais do ponto 1.



Fonte: Autora, 2020.

Observa-se na Figura 20, que os dois primeiros eixos explicaram 67,38% da variância dos dados, sendo o primeiro 46,26 e o segundo 21,12%. As variáveis mais explicativas em termos de variabilidade dos dados pela CP1 foram: T, O.C, pH, alcalinidade e acidez. Já pela CP2: Tu e O.D.

Nota-se pelo eixo positivo de X, que às variáveis pH, T, O.C e acidez total são correlacionadas positivamente entre si, isso foi verificado pelos autovetores com pesos e direções semelhantes. Braz et al (2015), obteve resultados similares e associou os resultados ao aumento da temperatura da água, que diminui o pH além de poder acelerar ou retardar a atividade biológica, e sua redução aumenta a viscosidade da água e seu aumento favorece a precipitação de sais de cálcio. A acidez elevada corrobora com os valores ácidos do pH, pois são parâmetros dependentes: à medida que o pH diminui, a acidez aumenta, e vice-versa (BRASIL, 2011).

Na presença de matéria orgânica os teores de OD tendem a diminuir pelo aumento da atividade microbiana, esse fato foi evidenciado pela relação inversa do OC com o OD.

Com o aumento da temperatura, ocorre intensa reprodução do fitoplâncton devido ao aumento da taxa das reações químicas e biológicas, sendo a temperatura um fator limitante para o crescimento e desenvolvimento de microrganismos (MALHEIROS et al., 2012). Outra variável que interfere no teor de OD é a acidez carbônica que também foi detectada pela ACP, sendo o teor de OD associado a CP2 e a acidez carbônica a CP1.

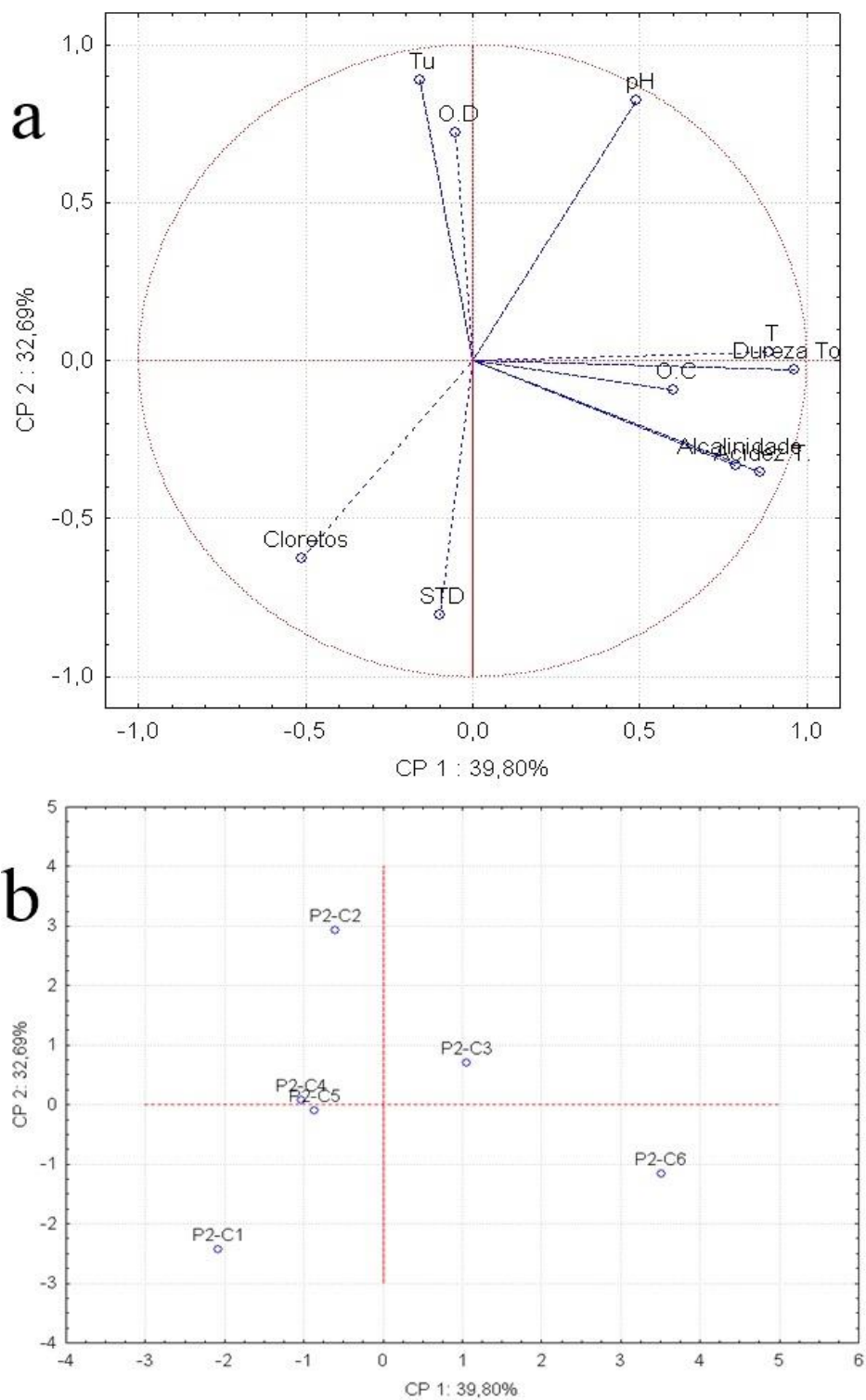
As coletas distribuíram-se nos quatro quadrantes do diagrama de projeção das variáveis Figura 20. Isso significa que são estatisticamente diferentes com relação às variáveis determinadas.

A ausência de agrupamento Figura 20 (b) entre as coletas realizadas estão associadas às diferentes estações as quais foram coletadas, como ocorreu na quarta coleta; realizada no mês de maio/2019, que é um mês de baixas temperaturas, e esses reflexos foram observados na variável temperatura, que é o mês que houve maior pluviosidade foi o mês de setembro na segunda coleta percebeu-se maior influência da turbidez.

6.3.2. Análise multivariada de componentes principais do ponto 2.

Na Figura 21, são apresentados os diagramas de ordenação das variáveis e projeção das coletas em função de suas variáveis.

Figura 21 (a e b) – Análise multivariada de componentes principais do ponto 2.



Fonte: Autora, 2020.

Na aplicação das componentes no P2 é apresentado o diagrama de ordenação em que os eixos explicaram o total de 72,49% da variância dos dados, sendo o primeiro 39,80% e o segundo 32,69%. As variáveis mais explicativas em termos de variabilidade dos dados pela CP1 foram: Dureza, temperatura, acidez e alcalinidade. Já pela CP2 foram: Tu, pH, ST e O.D. As variáveis temperatura, dureza, alcalinidade e acidez apresentaram forte correlação com o eixo positivo de X.

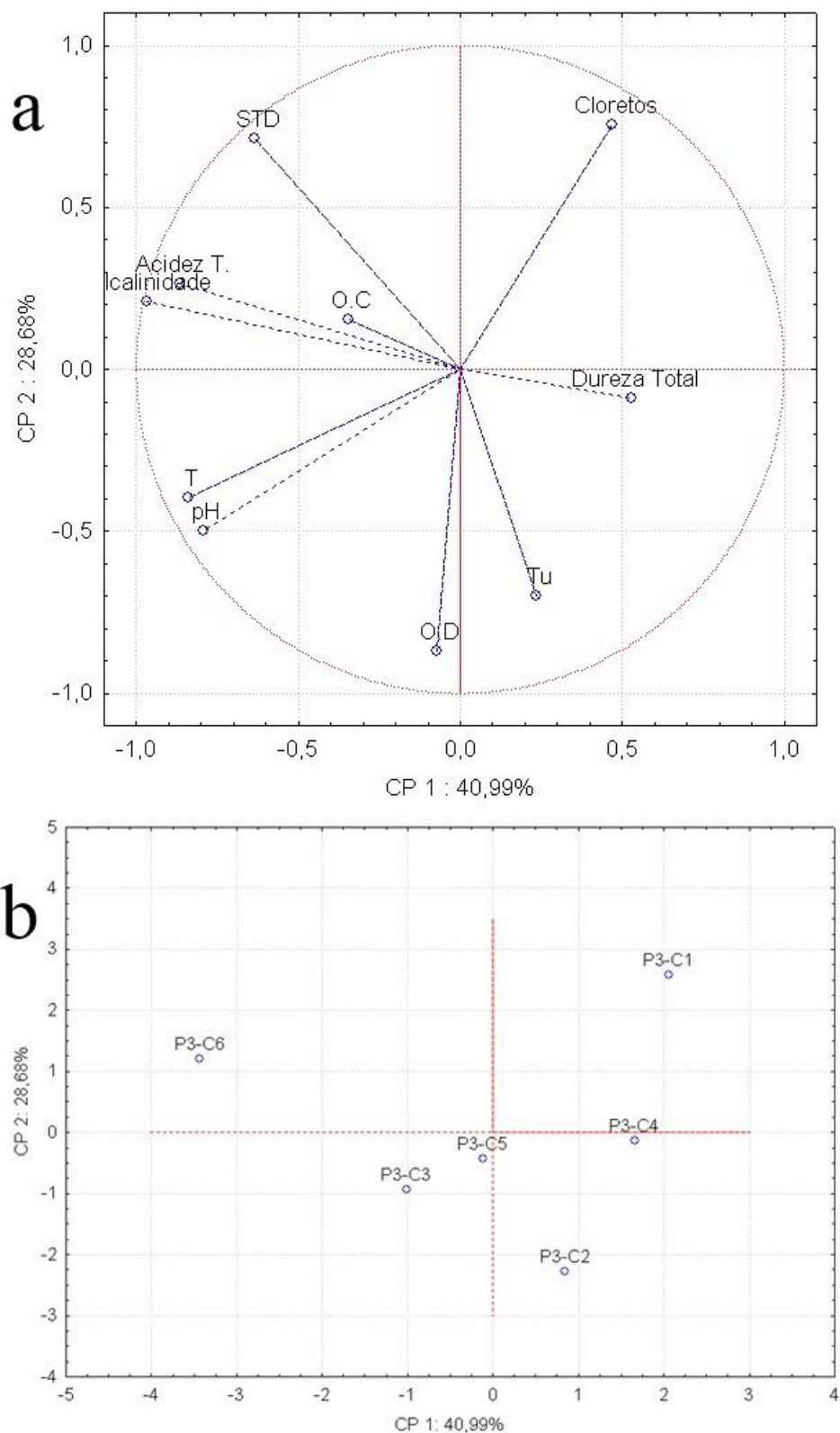
Esta correlação pode estar associada principalmente por sedimentos e rochas ricas em carbonatos de cálcio e magnésio (FIGUEIREDO; SALOMÃO, 2009). Estes compostos, quando incorporados à água aumentam a concentração de íons cálcio e carbonatos, aumentando a dureza, e por consequência a alcalinidade.

Nota-se na Figura 21 (b) o agrupamento do P2 na quarta e quinta coleta, em que ambas apresentaram valores médios de temperaturas atmosféricas próximos, sendo de 25,1 no mês de março/2019 e 27,6 para o mês de maio/2019 respectivamente. Esta relação pode ser explicada devida a temperatura derivada diretamente da radiação solar, possuir um papel fundamental na regulação de numerosos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos ecossistemas aquáticos (PÉREZ; RESTREPO, 2008) o que explica a relação do P2 com as coletas.

6.3.1. Análise multivariada de componentes principais do ponto 3.

Na Figura 22, são apresentados os diagramas de ordenação das variáveis e projeção das coletas em função de suas variáveis.

Figura 22 (a e b) – Análise multivariada de componentes principais do ponto 3.



Fonte: Autora, 2020.

Para o P3 na Figura 22, os dois primeiros eixos explicaram o total de 69,68% da variância dos dados, sendo o primeiro 40,99 e o segundo 28,69%. As variáveis mais explicativas em termos de variabilidade dos dados pela CP1 foram: alcalinidade, acidez, temperatura e pH. Já pela CP2: O.D, cloreto, ST e Tu.

As variáveis alcalinidade, acidez, T e pH, apresentaram forte correlação com o eixo positivo de X. Enquanto na segunda componente destaca-se forte associação da variável Tu e O.D. com o eixo negativo de Y. Já a variável cloretos apresentou associação moderada com o eixo positivo de Y.

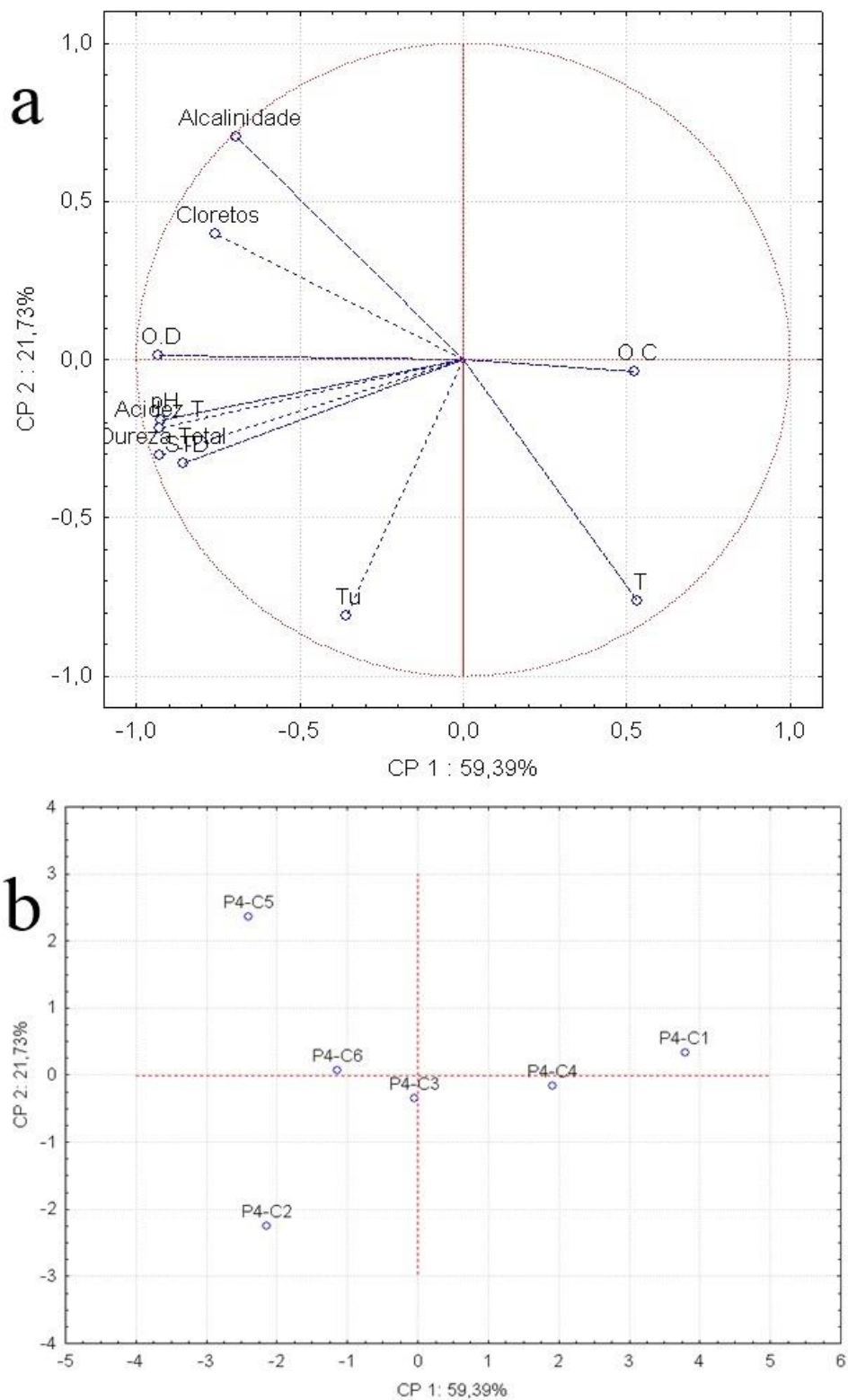
Uma fonte importante para o O.D, é a produção fotossintética (CETESB, 2009). Dessa forma, o OD se relaciona nessa componente, devido a presença de cor e turbidez que influenciam na passagem dos raios solares no corpo d'água e com isso podem diminuir a disponibilidade de luz para a fotossíntese e conseqüentemente diminuir a geração de OD na água.

Nota-se na Figura 22 (b) para o P3, que também houve a ausência de agrupamento entre as coletas realizadas, o que pode estar associado a maior variabilidade dos dados em cada coleta. Estes resultados foram associados as variações espaço/tempo das variáveis, dureza em que P3 obteve maior valor no mês novembro e as médias registradas nas determinações de MO, especificamente no mês de janeiro/2019; que obteve uma das maiores médias mensal de temperatura e pluviosidade.

6.3.1. Análise multivariada de componentes principais do ponto 4.

Na Figura 23, são apresentados os diagramas de ordenação das variáveis e projeção das coletas em função de suas variáveis.

Figura 23 (a e b) – Análise multivariada de componentes principais do ponto 4.



Fonte: Autora, 2020.

Observa-se na Figura 23, que os dois primeiros eixos explicaram 81,12% da variância dos dados, sendo o primeiro 59,39 e o segundo 21,73%. As variáveis mais explicativas em termos de variabilidade dos dados pela CP1 foram: O.D, dureza, acidez, pH, ST e cloretos. Já pela CP2: Tu, T e alcalinidade.

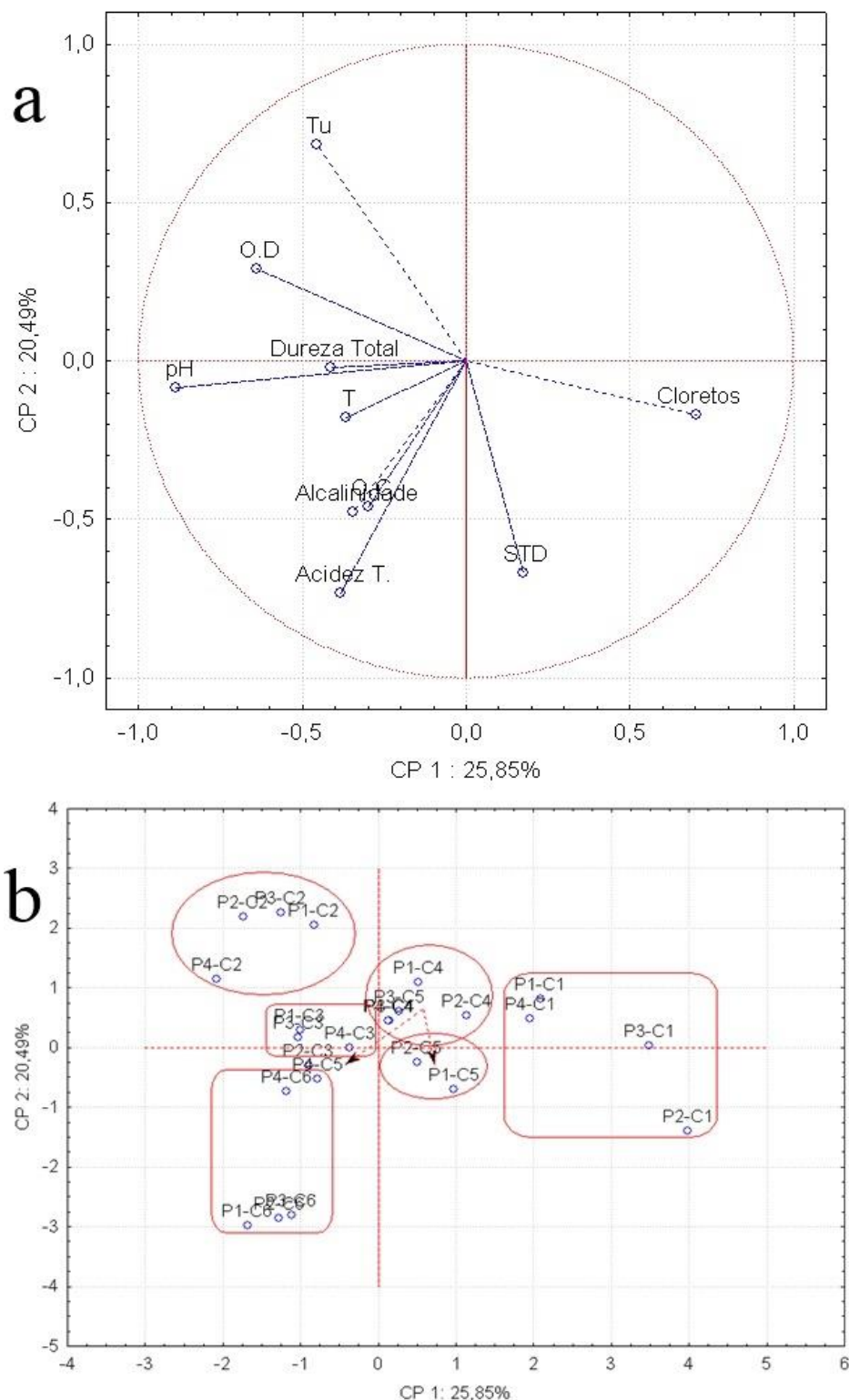
Analisando os dados é possível observar que as variáveis cloretos, O.D, pH, acidez, dureza e ST apresentaram correlação positiva entre si em função do eixo de X. E com isso evidenciou uma relação inversa entre O.D. e O.C, que quanto maior a atividade bacteriana para consumir matéria orgânica, menor será a quantidade de oxigênio dissolvido na água. Uma vez que o oxigênio dissolvido, está envolvido praticamente em todos os processos químicos e biológicos na água; o que o torna vital para a manutenção de condições oxidantes (aeróbias) para degradar a matéria orgânica (MIQUELANTE; KOLM, et al., 2011) Outra correlação negativa ocorreu com as variáveis alcalinidade e T em função do eixo de Y.

Nos pontos amostrados na Figura 23b não houve agrupamentos, tal comportamento foi associado a maior variabilidade de dados obtidos neste ponto dentre todos os pontos, em função dos impactos antrópicos, devido este ponto estar localizado em um área urbana, com grande fluxo de pessoas para atividades, somado a atividades agrícolas as margens do Rio. Destaca-se o P4-C1 que obteve menor valor de alcalinidade no respectivo mês de setembro e P4-C4 que obteve o maior valor para dureza entre todos os pontos, no respectivo mês de março/2019.

6.3.1. Todos os pontos e todas as coletas.

Na Figura 24, são apresentados os diagramas de ordenação das variáveis e projeção das coletas em função de suas variáveis.

Figura 24 (a e b) – Análise multivariada de componentes principais do todos os pontos e coletas.



Fonte: Autora, 2020.

Na Figura 24 (a e b) estão expressos os resultados da análise multivariada em função do espaço e tempo de todos os pontos e todas as coletas.

Conforme observado na Figura 24 (a) o primeiro eixo explicou 25,85% e o segundo eixo explicou 20,49, os dois eixos explicaram o total de 46,34 da variância dos dados. As variáveis mais explicativas em termos de variabilidade dos dados pela CP1 foram: pH e cloretos, ambos se encontram no eixo positivo de X. Já pela CP2: acidez, que está localizada no eixo negativo de Y.

Os pontos amostrados na Figura 24 (b) formaram seis grupos em regiões distintas na análise de agrupamento, sendo possível inferir que cada arranjo formado pelos está diretamente associado com os parâmetros de maior influência em cada agrupamento conforme podemos comparar a Figura 24 (a e b).

Segundo França (2009) o significado de se terem amostras próximas entre si, indicando agrupamentos, é que estas são semelhantes, podendo sugerir uma mesma característica de parâmetros de qualidade de água para as respectivas condições de amostragem, implicando do ponto de vista estatístico um mesmo “retrato” da condição de poluição.

7 CONCLUSÕES

De forma geral, observou-se no decorrer da pesquisa que a maioria dos parâmetros físico-químicos ficaram dentro da normalidade preconizados pela Resolução 357/2005 do CONAMA, Classe 2, caracterizando uma boa qualidade das águas da sub bacia; com exceção de alguns parâmetros como foi o caso de Sólidos Totais na terceira coleta e matéria orgânica na sexta coleta, que apresentaram valores um pouco acima do esperado; todavia este fato não implica em nenhuma restrição típica referente ao seu uso e o panorama geral é que o rio Dourados está em conformidade com a legislação vigente.

A análise de componentes principais (ACP) mostrou ser ser uma ferramenta estatística de extrema importância e satisfatoriamente aplicável para a identificação das correlações dos dados físicos-químicos da água, pois possibilita uma investigação conjunta das variáveis consideradas e permite também inferir sobre a ação das variáveis na ordenação e discriminação dos corpos de água da bacia e suas características associadas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. H. M.; CUNHA, A. C. Qualidade da água em ecossistemas aquáticos tropicais sob impactos ambientais no baixo Rio Jari – AP: Revisão descritiva. *Revista Biota Amazônica*. v. 5. n. 2. p. 119- 131. 2015.

ALVES. I. C. C. et al. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do rio Arari (Ilha de Marajó, Norte do Brasil). *Acta Amazônica*, v. 42. n. 1. p. 115 – 124. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA (Brasil). RDC n. 274, de 22 de setembro de 2005. Brasília, p. 7, 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Pesquisa da série histórica pluviométrica da estação Aratuípe. 2019.

ALFARO, J. D. B. Determinación de cationes en agua potable del cantón de Grecia, Costa Rica por absorción atómica. *Revista. InterSedes*, v 15, p. 95-106, 2014.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura dos recursos hídricos: informe 2014. Brasília: ANA, p. 107, 2015.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura Recursos Hídricos no Brasil. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/crisehidrica2014.pdf>. Acesso em: 10 de setembro de 2019.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012. 264 p.; il. Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, 2012.

ANDRADE, E. M.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; DISNEY, W.; ALVES, A. B. Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 683-690, 2007.

APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION), 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22th ed. APHA-AWWA-WPCF, Washington, DC.

APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION). **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. (CD), Washington, D. C., 1998.

ARROIO JÚNIOR, PA. P; ARAÚJO. RE. R. SOUZA. A. Monitoramento da qualidade da água no manancial do rio Santo Anastácio. *Revista Colloquium Exactarum*. v. 3, n. 1, p. 10- 17. 2011.

BAIO, J. A. F. Avaliação da contaminação nos principais corpos d'água do município de São Carlos/SP. Dissertação (Mestrado em Ciências) Instituto de Química de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2009.

BAIRD, C. e CANN, M. **Química Ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. p.844
BERTOSSO, A. P. A.; CECÍLIO, R. A.; NEVES, M. A.; GARCIA, G. de O. Qualidade da água em microbacias hidrográficas com diferentes coberturas do solo no sul do Espírito Santo. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v.37, n.1, p.107-117, 2013.

BARBOZA, G. C. B239m Monitoramento da qualidade e disponibilidade da água do Córrego do Coqueiro no noroeste paulista para fins de irrigação / Gustavo Cavalari Barboza. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2010 143 f.: il. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2010.

BORGES, A. C.; SILVA, V. M. Influência Hidrogeoquímica da Água Subterrânea em Manguezais. *Geochimica Brasiliensis*, v. 27, n. 2, p. 98-103, 2013.

BORGES, M.J.; GALBIATTI, J.A.; FERRAUDO, A.S. Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptores de esgotos em cursos d'água urbanos da Bacia Hidrográfica do Córrego Jaboticabal. *Rev. Bras. de Recursos Hídricos*, v.8, n.2, p.161-171, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde – Brasília: Funasa, p. 112, 2014.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Manual Técnico de Uso da Terra, 3º ed. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Saúde ambiental: guia básico para construção de indicadores. Série B. Brasília, 2011. Disponível em:

http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_ambiental_gui_a_basico.pdf. Acesso em: 10 de outubro de 2019.

BRASIL. CONAMA. **Resolução 357/2005**, Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais no Brasil. Governo Federal, Brasília. Publicada no DOU n 92, de 13 de maio de 2011, Seção 1, 89 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso: 05 outubro. 2019.

BRASIL, Ministério da Saúde. I Conferência de Saúde Ambiental. Saúde e Ambiente, Vamos Cuidar da Gente. Relatório Final. Brasília, 2010. Disponível em: http://conselho.saude.gov.br/biblioteca/Relatorios/CNSA_Relatorio_Final.pdf. Acesso em: 06 de outubro de 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n° 518, de 25 de março de 2004. Dispõe sobre os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília: DF, 2004.

BRASIL. 1997. Lei Federal n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Versão publicada pela ABRH - Comissão de Gestão. São Paulo, 1997.

BREDA, L. S. Avaliação Espaço-Temporal da Qualidade da Água no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Funil- Região Sul de Minas Gerais. 2011. 272 f. Dissertação (Mestrado em saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais. 2011.

BUENO, L.F.; GALBIATTI, J.A.; BORGE, M.J. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do horto Ouro Verde - Conchal - SP. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.3, p.742-748, 2005.

CAMEPÃO, P.; VILPOUX, O.; ALMEIDA, A. Célula de acompanhamento e informação. Relatório analítico território da Grande Dourados. p. 2, 2012.

CARVALHO, A. P.; CAVALCANTI SILVA, D. G. K.; SOUSA, A. M.; GERMANO, B. C. C. Diagnóstico da degradação ambiental da bacia do rio Taquari em Araguatins (TO). Caminhos da Geografia, Uberlândia, v. 07, n. 20, 2007.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de qualidade das águas superficiais. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade - Apêndice D, 2007.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2010. Variáveis de qualidade das águas. <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>.

CETESB. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, p. 44. 2009.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. 1. ed. São Paulo, 1987, p. 155, 1987.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução n 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, n 053, 18 mar. 2005. p. 58-63.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução n 396, de 3 de abril de 2008. Diário Oficial da União, Brasília, 7 abril de 2008, Seção 1, p. 64-68. 112.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução Nº 430 de 13 de maio de 2011. Diário Oficial da União, Brasília, de 16 de maio de 2011, p. 89.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 357, alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011. 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] República Federativa do Brasil, Brasília, 17 de mar. de 2005.

CUNHA, G. de P.Q. Caracterização ambiental da região de montante do rio Mogi-Guaçu (Bom Repouso - MG): estratégias para replicabilidade e diretrizes para elaboração do plano de adequação ambiental. 2009. Escola de Engenharia de São Carlos (Tese), Universidade de São Paulo, 2009.

ESTEVEZ, R. A; ROCHA, J. R. S. L. Monitoramento limnológico do rio São Francisco- RJ como ferramenta de gestão ambiental para as empresas que o utilizam como fonte de recursos

hídricos. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 19, n. 2, p.392-401. 2015.

ESTEVEZ, F. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência. p, 826, 2011.
FELSKI, G.; ANAISSI, F. J.; QUINÁIA, S. P. Avaliação da qualidade da água consumida pela população do município de Guarapuava, Paraná. Revista Eletrônica Lato Sensu, ano 3, v. 1, p. 1-25, 2008.

FIGUEIREDO, D. M.; SALOMÃO, F. X. T. Bacia do Rio Cuiabá: uma abordagem socioambiental. Cuiabá, MT: Entrelinhas: Ed. UFMT, 216 p. 2009.

FRANÇA, M. S. Análise estatística multivariada dos dados de monitoramento de qualidade de água da Bacia do Alto Iguaçu: uma ferramenta para a gestão de recursos hídricos. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental)–Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Manual Prático de Análise de água. Brasília: FUNASA, 2014. Disponível em: <
http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files/mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf
>. Acesso em: 21 setembro 2019.

GONÇALVES, P. T. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água da sub-bacia do Ivinhema, MS. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) Universidade Federal da Grande Dourados – Dourados, MS, 127 f, 2013.

GUEDES, H. A. S. et al. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do rio Pomba, MG. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 16, n. 5, p. 558- 563, 2012.

HADDAD, E. A; JÚNIOR, A. P. M. Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, Carste do alto São Francisco, Minas Gerais. Revista Geosul, v. 25, n. 49, p 79- 102. 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). Censo demográfico 2010. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=521880&search=goias|rio-verde>. Acesso em: 14 outubro 2019.

IMASUL. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. Informações sobre os empreendimentos licenciados. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS: gráficos. Precipitação Mensal em Araranguá. 2014. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 21 setembro 2019. KOTTWITZ, J. Avaliação espacial e sazonal da qualidade da água do Rio Dourados. – Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal da Grande Dourados Dourados, MS: UFGD, 2012.109 f.

KATO, M. T. “Dureza”. Curso Qualidade da Água, do Ar e do Solo. Escola de Engenharia Mauá. São Caetano do Sul/SP, 1983.

LANNA, A. E. A economia dos recursos hídricos: os desafios da alocação eficiente de um recurso (cada vez mais) escasso. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 113-130, 2008.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água – 3ª ed. Campinas, São Paulo: Editora Átomo, 2005.

LORDELO, L. M. K.; BORJA, P. C.; PORSANI, M. J.; ANDRADE, J. DE; MORAES, L. R. S. Qualidade das águas superficiais e subterrâneas do município de Santa Brígida – sertão da Bahia, para abastecimento humano. IV Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cruz das Almas, Bahia, p. 2, 2016.

LOUGON, M. S. et al. Caracterização dos sólidos totais, fixos e voláteis nas águas residuais geradas pela lavagem dos frutos do cafeeiro. UFES - Departamento Engenharia Florestal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Jerônimo Monteiro, ES. 2009 a 2010.

MALHEIROS, C. H.; HARDOIM, E. L.; LIMA, Z. M.; AMORIM, R. S. S. Qualidade da água de uma represa localizada em área agrícola (Campo Verde, MT, Brasil) *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 7, n. 2, p. xx-xxx, 2012. (<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.904>).

MANLY, B. F. J. **Multivariate statical methods**. 2. Ed., London, Chapman; Hall, 215p. 1994. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, p. 112, 2014.

MATO GROSSO DO SUL, Secretaria do Estado de Meio Ambiente, do Planejamento e de Ciência e Tecnologia – SEMAC/MS. Estudo da Dimensão territorial do Estado de Mato Grosso do Sul: Regiões de Planejamento. Campo Grande - MS, 2011.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/Instituto de Meio Ambiente Pantanal. Gerência de Recursos Hídricos. Bacia hidrográfica do rio Dourados: relatório de qualidade das águas superficiais – 1999 a 2004. Campo Grande, MS, 2005.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Meio Ambiente. Fundação Estadual de Meio Ambiente Pantanal. Coordenadoria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental. Divisão Centro de Controle Ambiental. **Microbacia hidrográfica do Rio Dourados: diagnóstico e implantação da rede básica de monitoramento da qualidade das águas.** Campo Grande, 2000.

MENDONÇA, D. S; MAGALHÃES, S. C. M; TRINDADE, W. M. Água e saúde: Uma análise do córrego entre rios em Pirapora- MB. Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde. v. 11, n. 20, p.189, 2015.

MEYBECK, M. et al. Water quality. In: BARTRAM, J.; BALLANCE, R. (Ed.). Waterquality monitoring - a practical guide to design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes. London: UNEP/WHO, p.15-36, 1996.

MIQUELANTE, F. A.; KOLM, H. E. Indicadores microbiológicos de poluição fecal na desembocadura da Gamboa Olho d'Água, Paraná: subsídio para o monitoramento da balneabilidade do Brasil. Biology Health Science, v. 17, nº 1, p. 21–35, 2011

MOURA, T. M. C. F. de; SILVESTRE, A. S. dos S.; DUARTE, M. D. das D. C.; SOUSA, A.C. de; SANTOS A. da S. Gestão da qualidade da água destinada ao consumo humano na comunidade Gurugi I (Conde/PB), 2017. Portal Tratamento de Água. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/gestao-da-qualidade-da-agua-destinada-ao-consumo-humano-na-comunidade-gurugi-i-condepb/>. Acesso 25 setembro 2019.

NEARY, D. G.; ICE, G. G.; JACKSON, C. R. Linkages between forest soils and water quality and quantity. Forest Ecology and Management, Elsevier, v. 258, n. 10, p. 2269-2281, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2009.05.027>.

NOORI, R. et al. Multivariate statistical analysis of surface water quality based on correlations and variations in the data set. *Desalination*, v. 260, p. 129-136, 2010.

OLIVEIRA, M. S. R.; SILVA, A. R. M. B.; MOTTA SOBRINHO, M. A.; CORRÊA, M. M.; SILVA, E. F. F.; MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SILVA, V. L. Caracterização da qualidade das águas de poços rasos e profundos da ilha de Fernando de Noronha utilizando a análise de componentes principais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO, 1., 2009, São Paulo. Anais. São Paulo: ABAS, 2009.

PARRON, L. M; MUNIZ, D. H. F; PEREIRA, C. M. Manual de amostragem e análise físico-química de água. Embrapa floresta, ISSN 1980-3958; 219. Colombo, Paraná. 2011.

PEREIRA, S. de F. P.; COSTA, A. de C.; CARDOSO, E. do S. C.; CORRÊA, M. do S. S.; ALVES, D. T. V.; MIRANDA, R. G.; OLIVEIRA, G. R. F. de. Condições de potabilidade da água consumida pelas populações de Abaetetuba-Pará. REA – Revista de estudos ambientais. v.12, n. 1, p. 50-62, 2010.

PÉREZ, G. A. R.; RESTREPO, J. J. R. Fundamentos de limnología neotropical. 2. ed. Medellín: Editora da Universidade de Antioquia, 413 p.2008.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T.; Qualidade das águas e poluição: Aspectos Físico-Químicos, 1ª ed., ABES-Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, São Paulo, cap. 6 e 7, 2006.

PREFEITURA DE DOURADOS. História. Disponível em: <http://www.dourados.ms.gov.br/index.php/sintese-historica/>. Acessado em 20 de novembro de 2019.

QUEIROZ, M. M. F. IOST, C.; GOMES, S. D. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.5, p.200-210, 2010.

RIBEIRO, E. V. Avaliação da Qualidade da água do Rio São Francisco no Segmento entre Três Marias e Pirapora Minas Gerais, Metais Pesados e Atividades Antropogênicas. 2010. 189 f. Mestrado (Departamento de Geografia). Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais. 2010.

RICHTER, C. A. e NETO, J. M. A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. 1.ed. São Paulo: Blucher, 2007.p.332.

RODRIGUES, Á. L. Levantamento e análises das fontes alternativas de captação de água utilizadas no abastecimento de uma população rural de Visconde do Rio Branco – MG. *Águas Subterrâneas*, v. 33, n. 1, p. 1–6, 2013.

SALATI, E.; LEMOS, H.M.; SALATI, E. Água e desenvolvimento sustentável. In: REBOUÇAS, A.C; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 2.ed. São Paulo: Escrituras, p.39.-63, 2002.

SANTOS, Q. R. FRAGA. M. S; ULIANA; E. M; REIS. A. S; BARROS. F. M. Monitoramento da Qualidade da água em uma seção Transversal do rio Catolé, Itapetinga-BA. *Enciclopédia Biosfera*. v. 9. n. 16. p, 1530, 2013.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M.; FEITOSA, D. G.; BARBOSA, G. C.; LIMA, R. C. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade de água para fins de irrigação no córrego do Ipê, noroeste do Estado de São Paulo. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto - SBSR, 15.*, 2011, Curitiba. *Anais*. Curitiba: SBSR, 2011. p.1263-1270.

SARTORI, H. PORTAL SANEAMENTO BÁSICO - Saneamento básico nos Centros urbanos x Zona rural, 2017. Disponível em:
http://www.saneamentobasico.com.br/portal/index.php/destaque_do_dia/saneamento-basico-nos-centros-urbanos-x-zona-rural/>. Acesso em: 30 de setembro de 2019.

SEMAC – Secretário de Estado do Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia. *Caderno Geoambiental, GTNF/MS*. Campo Grande. 2012.

SEMADE – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico. *Geoambientes da Faixa de Fronteira GTNF/MS*. Campo Grande – MS, 2016.

SILVA. M. G. Modelagem Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Poxim- Açu/ se e suas Relações Antrópicas. 2013. 224 f. Tese (Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 2013.

SILVA, D. F; GALVÍNIO, J. D; ALMEIDA, H. R. RO. C. Variabilidade da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio São Francisco e atividades antrópicas relacionadas. *Revista eletrônica*. v. 9. n. 3. 2010.

SILVA, E. C.; COSTA, W.; MARQUES, M. B.; SILVA, N. C.; COSTA, R. P. Um indicativo da relação entre as atividades humanas e a contaminação das águas do Rio Verde Ponta Grossa-PR. *Ciências Exatas e da Terra*, v.14, n. 3, p. 247-254, 2008.

SIQUEIRA, G. W.; APRILE, F.; MIGUÉIS, A. M. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará - Brasil). *Acta Amaz.*, v. 42, n. 3, p. 413-422, 2012.

SOUZA, E. S.; CARDOSO, J. J. C. A. Análise da qualidade da água. In: VI Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe. Aracaju, SE; 2013. p. 2.

SOUZA, R.A.S. Avaliação das frações de fosfato como indicadores de eutrofização de águas superficiais. 2006.123p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SPERLING, M. V. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 3^a. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. I, 2005.

TERNUS, R. Z.; SOUZA-FRANCO, G. M.; ANSELMINI, E. K.; MOCELLIN, D. J. C.; MAGRO, J. D. Influence of urbanization on water quality in the basin of the upper Uruguay River in western Santa Catarina, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliense*, Rio Claro, v.23, p.189-199, 2011. DOI: 10.1590/S2179-975X2011000200009.

TORRES, J. L. R. & FABIAN, A. J. Levantamento Topográfico e Caracterização da paisagem para planejamento conservacionista em microbacia hidrográfica de Uberaba-MG. *Caminhos de Geografia*, v. 6, n.19, p. 150-159, 2006. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/15496/8775>. Acesso em: 21 outubro 2019.

TRENTIN, P.S.; BOSTELMANN, E. Programa Interlaboratorial. Para Sólidos Totais dissolvidos e em suspensão em amostras de águas. Dezembro, 2010.

TSGA – Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água. Dossiê dos Objetivos, Metodologias e Ciclos de Aprendizagem. 2014. Disponível em: <http://www.boaspraticas.org.br/index.php/pt/areas-tematicas/meio-ambiente/370-projeto-tecnologias-sociais-para-a-gestao-da-agua-tsga>. Acesso em: 12 novembro 2019.

USEPA – United States Environmental Protection Agency. Environmental Monitoring & Assessment Program 2011. Disponível em: <http://www.epa.gov/emap/>. Acesso em: 31 de agosto de 2019.

UFA - Universidade Federal de Alagoas; UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina. Princípios de hidrologia ambiental. Curso de aperfeiçoamento em gestão de recursos hídricos. 2009.

VALENTE, J. P. S. *et al.* Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. **Eclética Química**, v. 22, p. 49-66, 1997.

VIEIRA, P. A. Avaliação das condições de qualidade da água em tempo seco e durante eventos de chuvas em uma microbacia urbanizada no município de Belo Horizonte. 2008. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

ZAMBERLAN, J. F.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; FERRAZ, R. C.; PINTO, L. de M. Índices sazonais de qualidade da água de irrigação via análise multivariada na região central do Rio Grande do Sul. *Irriga, Botucatu*, v.18, n.3, p.376-386. DOI: 10.15809/irriga.2013v18n3. 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Boron in drinking water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. 2003. Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/boron.pdf. Acesso em: 10 de novembro 2019.

9 APÊNDICES

Tabela – Extração de componentes principais com seus respectivos coeficientes fatoriais, autovalores e variância acumulada do ponto 1.

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
T	0,916098	-0,097582	0,064961	-0,129452	0,360921
pH	0,865563	-0,227941	0,206692	-0,190132	0,346370
Tu	-0,100348	-0,920198	0,208074	0,226678	-0,220199
O.C	0,900246	0,068371	-0,125207	0,410609	-0,024621
O.D	0,462016	-0,717298	0,472477	-0,115844	-0,188072
Acidez T.	0,819246	0,275259	0,313933	0,345369	-0,187709
Cloretos	-0,561691	0,489832	0,620069	0,238154	0,058001
Dureza T	0,235299	-0,164314	-0,945241	-0,065969	-0,140722
Alcalinidade	0,856225	0,415866	-0,172878	0,180548	-0,177340
ST	0,478355	0,410618	0,289378	-0,623927	-0,359922

Fonte: Autora, 2020.

Tabela – Extração de componentes principais com seus respectivos coeficientes fatoriais, autovalores e variância acumulada do ponto 2.

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
T	0,886052	0,027300	0,094090	0,446465	0,077352
pH	0,490952	0,821381	0,213325	0,195928	-0,020094
Tu	-0,158280	0,888243	0,158965	-0,239484	0,321479
O.C	0,602417	-0,092747	-0,736708	-0,260708	0,133357
O.D	-0,049655	0,721225	0,621704	-0,264741	-0,144105
Acidez T.	0,859849	-0,351845	0,355441	-0,054012	0,087227
Cloretos	-0,510996	-0,624541	0,355111	-0,064847	0,467464
Dureza T	0,964610	-0,030037	0,180838	0,009995	0,189269
Alcalinidade	0,789151	-0,332595	0,087141	-0,482161	-0,162938
ST	-0,098756	-0,806698	0,563344	0,016375	-0,147856

Fonte: Autora, 2020.

Tabela – Extração de componentes principais com seus respectivos coeficientes fatoriais, autovalores e variância acumulada do ponto 3.

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
T	-0,838841	-0,395315	-0,279394	0,247217	0,029921
pH	-0,793916	-0,496727	-0,066433	0,282955	-0,196168
Tu	0,235627	-0,700288	0,350653	-0,573347	0,048914
O.C	-0,345535	0,152726	-0,765961	-0,520040	-0,011903
O.D	-0,073565	-0,869079	0,426496	-0,215285	-0,105092
Acidez T.	-0,864305	0,264107	0,217841	-0,368085	-0,016816
Cloretos	0,470588	0,754742	0,435401	-0,020385	-0,137560
Dureza T	0,528623	-0,088795	-0,828038	-0,130874	-0,099493
Alcalinidade	-0,967403	0,208940	0,084472	0,024605	0,112848
ST	-0,633260	0,710539	0,158228	-0,246385	-0,091515

Fonte: Autora, 2020.

Tabela – Extração de componentes principais com seus respectivos coeficientes fatoriais, autovalores e variância acumulada do ponto 4.

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
T	0,532916	-0,764547	-0,095626	-0,340941	-0,077990
pH	-0,924818	-0,192162	-0,032988	-0,325907	-0,021942
Tu	-0,358848	-0,808089	-0,206502	0,280126	0,311620
O.C	0,525844	-0,037554	0,827867	-0,114067	0,153955
O.D	-0,933548	0,014786	0,329237	0,118060	0,077034
Acidez T.	-0,930609	-0,217525	0,169081	-0,213098	-0,112472
Cloretos	-0,760698	0,396807	-0,192999	-0,413985	0,235055
Dureza T	-0,931054	-0,301391	0,103393	0,136108	0,114395
Alcalinidade	-0,693138	0,703135	-0,048503	0,150842	-0,007408
ST	-0,854847	-0,326926	0,126853	0,153177	-0,350430

Fonte: Autora, 2020.

Tabela – Extração de componentes principais com seus respectivos coeficientes fatoriais, autovalores e variância acumulada de todos os pontos e todas e as colestas.

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
T	-0,365333	-0,178980	0,711022	0,454941	0,088057
pH	-0,885066	-0,087099	-0,037105	0,128628	-0,236598
Tu	-0,457534	0,681939	-0,168064	0,290434	0,331815
O.C	-0,300161	-0,460010	0,547245	-0,285731	0,277163
O.D	-0,640449	0,291033	-0,561380	0,304601	0,012568
Acidez T.	-0,382818	-0,734602	-0,110595	0,348153	0,079508
Cloretos	0,702112	-0,170713	-0,381376	0,257903	0,327620
Dureza T	-0,411804	-0,019288	-0,165079	-0,555241	0,603271
Alcalinidade	-0,345215	-0,477626	-0,517366	-0,504495	-0,255017
ST	0,173333	-0,671175	-0,383081	0,413314	0,153634

Fonte: Autora, 2020.