



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

LILIAN CRISTINA APOLINARIO SCHAUTZ

**Avaliação da qualidade da água do Rio Dourados/MS -
Variáveis Físico-Químicas**

Dourados-MS

2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

LILIAN CRISTINA APOLINARIO SCHAUTZ

**Avaliação da qualidade da água do Rio Dourados/MS -
Variáveis Físico-Químicas**

Dissertação de Mestrado apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química pela Universidade Federal da Grande Dourados, sob orientação do Prof. Dr. Ivan Ramires. Co-orientador: Prof. Dr. Rodrigo Amorim Bezerra da Silva.

Dourados-MS

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S313a	Schautz, Lilian Cristina Apolinario. Avaliação da qualidade da água do rio Dourados/MS : variáveis físico-químicas. / Lilian Cristina ApolinarioSchautz. – Dourados, MS : UFGD, 2015. 63f. Orientadora: Prof. Dr. Ivan Ramires. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal da Grande Dourados. 1. Monitoramento. 2. Rio Dourados. 3. Análise físico- química. I. Título. CDD –631.7
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

Termo de Aprovação

Após a apresentação, arguição e apreciação pela banca examinadora foi emitido o parecer APROVADO, para a dissertação intitulada: "Avaliação da Qualidade da Água do Rio Dourados/MS - Variáveis Físico-Químicas", de autoria de Lilian Cristina Apolinario Schautz, apresentada ao Programa de Mestrado em Química da Universidade Federal da Grande Dourados.

Prof. Dr. Ivan Ramires (Orientador-UFGD)
Presidente da Banca Examinadora

Profa. Dra. Adriana Evaristo de Carvalho
Membro Examinador (UFGD)

Profa. Dra. Daniele Mignolo dos Santos
Membro Examinador (UFGD)

Dourados/MS, 25 de fevereiro de 2015

“ A verdadeira medida de um homem não é como ele se comporta em momentos de conforto e conveniência, mas como ele se mantém em tempos de controvérsias e desafios”.

Martin Luther king.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que me ajudaram nestes anos de mestrado e aqueles que contribuíram na realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Ivan Ramires, pela sua orientação, paciência e pela oportunidade em fazer parte de seu grupo de trabalho, experiência que levarei por toda vida.

Ao professor Dr. Rodrigo Amorim, pela co-orientação e auxílio na realização de experimentos.

Aos técnicos do laboratório de Química Geral I e II, pelo empréstimo de equipamentos e vidrarias.

Ao Programa de Pós-Graduação em Química da UFGD, pela oportunidade de fazer parte do corpo discente.

A minha família e em especial a minha mãe, Maria Shirley Apolinario, e meu namorado João Antônio Jr. que desde sempre depositaram toda confiança em mim, incentivando e guiando meus caminhos. Meu eterno AMOR.

E acima de tudo a DEUS, por mais uma etapa cumprida.

A todos, meu sincero obrigada.

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APP: Área de Preservação Permanente

CE: condutividade Elétrica

CETESB: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

OC: oxigênio Consumido

OD: oxigênio dissolvido

OMS: Organização Mundial da Saúde

STD: sólidos Totais Dissolvidos

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Distribuição da água no globo terrestre.....	17
Tabela 2:	Classificação e enquadramento dos corpos d' água	20
Tabela 3:	Valores máximos/aceitáveis para qualidade da água doce	28
Tabela 4:	Coordenadas geográficas dos pontos amostrais	32
Tabela 5:	Meses de coleta nos pontos amostrais	34
Tabela 6	Resultado das variáveis físico-químicas realizadas no período de chuva	41
Tabela 7:	Resultado das variáveis físico-químicas realizadas no período de estiagem	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Mecanismo de absorção do pesticida no solo	18
Figura 2:	Localização da bacia do Rio Dourados e dos municípios que a compõe.....	29
Figura 3:	Localização dos pontos amostrais.....	31
Figura 4:	Imagem do ponto 1.....	32
Figura 5:	Imagem do ponto 2.....	33
Figura 6:	Imagem do ponto 3.....	33
Figura 7:	Índice pluviométrico no período de setembro de 2013 a dezembro de 2014; precipitação média anual e temperatura média mensal.....	39
Figura 8:	Variação espacial do pH na água do Rio Dourados.....	43
Figura 9:	Variação espacial da condutividade elétrica na água do Rio Dourados.....	44
Figura 10:	Variação espacial do oxigênio dissolvido na água do Rio Dourados.....	45
Figura 11:	Variação espacial da acidez total na água do Rio Dourados.....	46
Figura 12:	Variação espacial da alcalinidade na água do Rio Dourados.....	47
Figura 13:	Variação espacial da dureza total na água do Rio Dourados.....	48
Figura 14:	Variação espacial do cloreto na água do Rio Dourados.....	49
Figura 15:	Variação espacial da matéria orgânica na água do Rio Dourados.....	50
Figura 16:	Variação espacial dos STD na água do Rio Dourados.....	51

Figura 17:	Avaliação sazonal dos parâmetros físico-químicos da água do Rio Dourados no ponto 1.....	52
Figura 18:	Avaliação sazonal do pH e condutividade elétrica da água do Rio Dourados no ponto 1. (□) pH; (●) Condutividade elétrica.....	53
Figura 19:	Avaliação sazonal dos parâmetros físico-químicos da água do Rio Dourados no ponto 2.....	54
Figura 20:	Avaliação sazonal do pH e condutividade elétrica da água do Rio Dourados no ponto 2. (□) pH; (●) Condutividade elétrica.....	55
Figura 21:	Avaliação sazonal dos parâmetros físico-químicos da água do Rio Dourados no ponto 3.....	56
Figura 22:	Avaliação sazonal do pH e condutividade elétrica da água do Rio Dourados no ponto 3. (□) pH; (●) Condutividade elétrica.....	57

RESUMO

O manancial aquático contém contaminação que pode ser controlada e tratada como esgoto doméstico e águas residuárias. Também contém contaminação de difícil controle, como por pesticidas e metais pesados, o que leva prejuízo a seres vivos: aquáticos e terrestres. O monitoramento da qualidade da água é um dos mais importantes instrumentos relacionados com a gestão de um recurso hídrico. Diante disso, este trabalho teve como objetivo monitorar a qualidade da água da Micro bacia do Rio Dourados/MS, com análise dos parâmetros físico-químicos. Os resultados amostrados não ultrapassaram os limites permitidos pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Os pontos 1 e 2 apresentaram forte influência antrópica nos parâmetros acidez total, oxigênio dissolvido e matéria orgânica. O ponto 3, não apresentou alterações sazonais na qualidade da água.

PALAVRA-CHAVE: monitoramento, rio Dourados, análise físico-química.

ABSTRACT

The water sources contain contamination that can be controlled and treated as domestic sewage and wastewater. Also contains contamination difficult to control, such as pesticides and heavy metals, which leads prejudice the living: aquatic and terrestrial beings. The monitoring of water quality is one of the most important instruments related to the management of a water resource. Thus, this study aimed to monitor the quality of water Micro Dourados river basin / MS with analysis of physical-chemical parameters. The sampled results did not exceed the limits allowed by the National Council on the Environment (CONAMA). Points 1 and 2 showed strong anthropogenic influence in the total acidity parameters, dissolved oxygen and organic matter. The 3 point, did not show seasonal changes in water quality.

KEYWORD: monitoring, river Dourados, physical and chemical analysis.

SUMÁRIO

1	CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	12
2	CAPÍTULO 2 - OBJETIVOS	14
2.1	Objetivos Gerais	14
2.2	Objetivos Específicos	14
3	CAPÍTULO 3 - REVISÃO DA LITERATURA	15
3.1	Água superficiais	15
3.2	Distribuição da água	17
3.3	Contaminação do recurso hídrico	17
3.4	Legislação	19
3.4.1	Enquadramento dos corpos d' água	19
3.4.2	Lei Florestal	21
3.5	Qualidade da água	22
3.5.1	Potencial hidrogeniônico (pH)	22
3.5.2	Condutividade elétrica (CE)	23
3.5.3	Acidez total	23
3.5.4	Alcalinidade	24
3.5.5	Dureza	25
3.5.6	Cloreto	26
3.5.7	Oxigênio dissolvido (OD).....	26
3.5.8	Matéria orgânica (OC).....	27
3.5.9	Sólidos totais dissolvidos (STD)	28
3.6	Caracterização da bacia hidrográfica do Rio Dourados	29
4	CAPÍTULO 4 - MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1	Materiais e Reagentes	30
4.1.1	Materiais	30
4.1.2	Reagentes	30
4.2	Localização dos pontos amostrais	31
4.3	Amostragem e preparo das amostras	34
4.4	Parâmetros físico-químicos	34
4.4.1	Potencial hidrogeniônico (pH)	35
4.4.2	Condutividade elétrica (CE)	35
4.4.3	Sólidos totais dissolvidos (STD)	35
4.4.4	Oxigênio dissolvido (OD)	35
4.4.5	Acidez total	35
4.4.6	Acidez carbônica	36
4.4.7	Alcalinidade	36
4.4.8	Cloreto	36
4.4.9	Dureza total	36
4.4.10	Matéria orgânica (OC)	37
5	CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1	Índice pluviométrico e temperatura.....	38
5.2	Parâmetros físico-químicos	40
5.2.1	Potencial hidrogeniônico (pH)	43
5.2.2	Condutividade elétrica	44
5.2.3	Oxigênio dissolvido (OD)	45

5.2.4	Acidez total	46
5.2.5	Alcalinidade	47
5.2.6	Dureza total.....	48
5.2.7	Cloreto	49
5.2.8	Matéria orgânica	50
5.2.9	Sólidos totais dissolvidos (STD)	51
5.2.10	Período sazonal no ponto 1	52
5.2.11	Período sazonal no ponto 2	54
5.2.12	Período sazonal no ponto 3.....	56
6	CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO	58
7	CAPÍTULO 7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Dentre os recursos naturais de que a sociedade dispõe, a água aparece como um dos mais importantes, sendo indispensável para a sobrevivência de todos os organismos vivos. O uso da água destacou-se para um extenso campo das atividades humanas, que vão desde o abastecimento público e industrial; irrigação agrícola; produção de energia elétrica; atividades de lazer e recreação; preservação da biota aquática.

O abastecimento humano de água é considerado o destino mais nobre e prioritário, pois a qualidade de vida dos seres humanos está diretamente ligada à água [1].

Estima-se que 97,5% da água existente no planeta está nos oceanos e, dos 3% restantes, grande parte encontram-se presos nas calotas polares e geleiras na Antártida ou na Groelândia. Somente 0,3 % do total de recursos de água doce está disponível e pode ser utilizado pelo homem [2]. O percentual de água doce, de 0,3%, uma porção é inutilizável ou de difícil utilização para o consumo humano, em consequência da alta contaminação que se encontram alguns recursos hídricos.

No Brasil concentra-se em torno de 12% da água doce mundial, abrigando o maior rio em extensão e volume do Planeta, o Amazonas. Mais de 90% do território brasileiro recebe chuvas abundantes durante o ano, que abastece os mananciais, com exceção do Semi-Árido, onde os rios são pobres e temporários. Entretanto, essa água é distribuída de forma irregular, a Amazônia, onde estão as mais baixas concentrações populacionais, possui 78% da água superficial. Enquanto a região Sudeste, que possui a maior concentração populacional do País tem disponíveis 6% do total da água¹.

Uma das principais características da água, além de ser um ótimo solvente é carregar todos os tipos de partículas contaminantes, podendo ser, em seguida, liberados nos corpos d'água e logo depositados [3]. Os rios, lagos e reservatórios, são sistemas naturais abertos à atmosfera, tornando-se susceptíveis a interferências externas. Portanto, o rio dispõe facilmente desses resíduos [4].

Os ambientes aquáticos têm se tornado grande foco de poluição, com o crescimento exponencial da população mundial e em conjunto com as atividades industriais, pecuárias e

¹ Disponível em: <http://www.socioambiental.org/esp/agua/pgn/>

agrícolas, [5]. Além disso, esses fatores junto ao desperdício contribuem para a escassez do recurso hídrico destinado ao abastecimento ¹.

O conhecimento das características e realidades geoambientais de uma determinada região, constitui um instrumento fundamental para o seu desenvolvimento sustentado. As características 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. Características 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 [6] e em diferentes pontos ao longo do percurso do rio.

Os índices de qualidade de água são bastante úteis para transmitir informação a respeito da qualidade da água ao público em geral, podendo dar uma idéia da tendência desta ao longo do tempo, permitindo comparação em diferentes cursos d'água. A falta de sistemas adequados de monitoramento, controle e padrões de qualidades mais rígidos, algumas fontes de água, em uso hoje, poderão ter sua utilização comprometida num futuro bastante próximo.

O Rio Dourados pertence à bacia hidrográfica do Rio Dourados, onde onze municípios do sul do estado de Mato Grosso do Sul usufruem economicamente desse manancial. A qualidade da sua água tem sido avaliada nos últimos anos, em relação a alguns parâmetros: físico-químicos, microbiológicos e sanitários. Os resultados dos estudos não ultrapassaram o valor permitido pela legislação. Com exceção aos metais zinco e chumbo, que são provenientes de contaminação antrópica [7,8]. O Rio Dourados apresenta boa qualidade da água, em comparação aos rios brasileiros, onde pesquisa aponta que 40% desses mananciais obtêm qualidade ruim a péssima².

Considerando a importância da qualidade da água potável para a saúde pública e, a qualidade da água bruta para a vida das comunidades aquáticas, existe uma grande necessidade de avaliar a qualidade das águas superficiais e prevenir a sua contaminação progressiva. Assim, espera-se com essa pesquisa, contribuir de forma mais objetiva para a gestão dos recursos hídricos no Estado do Mato Grosso do Sul.

² Disponível em: <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2014/03>

CAPÍTULO 2 - OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

Avaliar a qualidade da água da Sub-Bacia do Rio Dourados de acordo com aspectos físico-químicos, e determinar os níveis de contaminação em uma escala espacial e temporal.

2.2 Objetivos Específicos

- Monitorar a qualidade da água da Sub-Bacia do Rio Dourados, utilizando-se de técnicas rotineiras de análise química em escala espacial e sazonal;
- Identificar pontos isolados com maior problemática em relação à poluição ambiental;
- Determinar os parâmetros físico-químicos na área de estudo: potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica, teor de oxigênio dissolvido, teor de oxigênio consumido (matéria orgânica), sólidos totais, acidez, alcalinidade, cloretos e dureza total;
- Avaliar e interpretar as informações da qualidade da água e identificar possíveis fontes de contaminação;
- Interpretar as informações obtidas com relação aos padrões de qualidade das águas doce, Classe 2 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA de nº 357 de 17 de março de 2005);
- Identificar os pontos fora dos padrões estabelecidos pelo enquadramento CONAMA 357/2005 para Classe 2 e correlacioná-los com possíveis fontes de contaminação.

CAPÍTULO 3 - REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Águas superficiais

Águas superficiais como rios e córregos, são alimentados pela chuva de três formas diferentes: uma parte escoar pelo solo até atingir o corpo d'água e o restante infiltra-se no solo através do subsolo dos lençóis freáticos. Dessa parcela infiltrada também ocorre escoamento para os cursos d'água, tanto do subsolo quanto do lençol freático. Esse escoamento ocorre em velocidades diferentes, o que permite o abastecimento nos períodos de estiagem [9].

Segundo Braga *et al.* [1], a chuva é o fator que mais interfere na sustentação e na renovação das águas superficiais no planeta. As variações na disponibilidade de água doce ocorrem de forma heterogênea no espaço e no tempo. No espaço, pela existência de regiões com diferentes taxas de umidade, como por exemplo, desertos e florestas tropicais. No tempo, ocorrência de precipitações conforme a variabilidade sazonal. Além das variações características do ciclo hidrológico, alterações causadas por intervenção humana, afetam diretamente a disponibilidade de água. Estas intervenções humanas são modificações de paisagens, desmatamento, urbanização, uso e ocupação do solo, o que provocam sérias mudanças nos regimes de chuvas.

As águas superficiais raramente estão livres de contaminação, mesmo nas bacias de mananciais com pouca ou nenhuma presença humana. A vulnerabilidade dos recursos hídricos ocorre devido a exposição às atividades naturais e antrópicas. Nenhuma fonte de água superficial “in natura” é considerada segura para consumo, exigindo, portanto, alguma forma de tratamento para que apresente condições adequadas de potabilidade [10].

3.2 Distribuição da água

A água é o elemento líquido mais abundante presente na terra, onde 75% da superfície terrestre é composta por água [11]. Assim, fica evidente que todas as formas de vida na Terra são totalmente dependentes da sua qualidade. Portanto a necessidade de uma boa gestão e conscientização do homem para assegurar sua conservação.

A grande massa d'água existente na terra (aproximadamente 98%), encontra-se concentrada na forma líquida em mares, lagoas e rios e desse montante, apenas 2% encontra-se dividido em partes. A primeira parte está congelada nos pólos e geleiras glaciais e, a segunda parte está presente no solo, na atmosfera, em estado gasoso e no corpo dos

organismos vivos [11]. No total de água doce disponível para uso da humanidade, um montante de 97% se faz presente no subsolo, fixadas como água subterrânea, onde apenas 3% do valor total, encontram-se nas superfícies. As águas superficiais são as mais escassas, embora correspondam às águas mais utilizadas para diferentes finalidades [12].

Outro aspecto importante é o seu ciclo hidrológico da água. Este ciclo consiste na passagem contínua da água do oceano para a atmosfera e novamente desta, por intermédio da precipitação pluviométrica, do escoamento superficial e subterrâneo para o oceano [11]. Entre os principais componentes que contribuem com o ciclo hidrológico está a evaporação, a precipitação, a transpiração das plantas, a infiltração, a percolação e a drenagem [2]. O ciclo hidrológico é movido pela energia luminosa do sol, força dos ventos (o que proporciona o transporte de vapor d'água para os continentes) e, a força gravitacional que controla os fenômenos de precipitação, infiltração e deslocamento das massas de água.

Alguns volumes de água desencadeiam o escoamento superficial e subterrâneo alimentando diretamente rios, oceanos, lagos e lençóis freáticos [9]. Outros volumes de água são diretamente retidos pelo solo, que por sua vez, dependendo do volume das chuvas, serão armazenadas nos aquíferos subterrâneos, os quais são as principais fontes de alimentação dos cursos de água durante as estiagens [13].

Segundo Júnior [13], a precipitação pluviométrica, tida como umas das principais interferentes da qualidade das águas, não são distribuídas por igual sobre os continentes, sofrendo grandes variações de volumes de chuvas. Assim, a disponibilidade de água é totalmente dependente do posicionamento geográfico e da população como um todo [14].

Na Tabela 1 encontra-se a distribuição da água no planeta.

Tabela 1: Distribuição da água no globo terrestre.

Localização	Volume (10 ³ km ³)	Porcentagem %
Oceanos	1.370.000	93,94
Água Subterrânea	64.000	4,39
Gelo	24.000	1,65
Lagos	280	0,019
Água Doce	150	-
Água Salgada	125	-
Reservatórios	5	-
Umidade do solo	85	0,006
Atmosfera	14	0,001
Rios	1,2	0,0001

Fonte: BRASIL, 2006.

No Brasil, mesmo contendo 12% de toda água mundial, o país passa pela maior crise hídrica da história. Essa crise não é consequência apenas de fatores climáticos e geográficos. Também é consequência do uso irracional dos recursos hídricos junto com a falta de investimentos das empresas para evitar desperdício e, a gestão inadequada. A seca em São Paulo desencadeou outros problemas pelo país. Problemas naturais como a falta de água na região nordeste, e problemas não naturais como a contaminação (por esgoto não tratado e falta de saneamento básico) dos rios usados para abastecimento^{3,4,5}. Essa crise já é sentida na economia de energia e água em grande parte do país, sem falar no aumento dos preços dos alimentos. Para sancionar esses problemas, requer políticas públicas eficientes e conscientização por parte da população.

3.3 Contaminação dos recursos hídricos

A poluição provocada pelo homem no ambiente aquático, de forma direta ou indireta, através da introdução de substâncias orgânicas e inorgânicas, produz efeitos deletérios tais como: prejuízo aos seres vivos, prejuízo a saúde humana e efeitos negativos as atividades aquáticas [15].

³ Disponível em: <http://cidadesdobrasil.com.br>

⁴ Disponível em: <http://zh.clicrbs.com.br>

⁵ Disponível em: <http://epoca.globo.com>

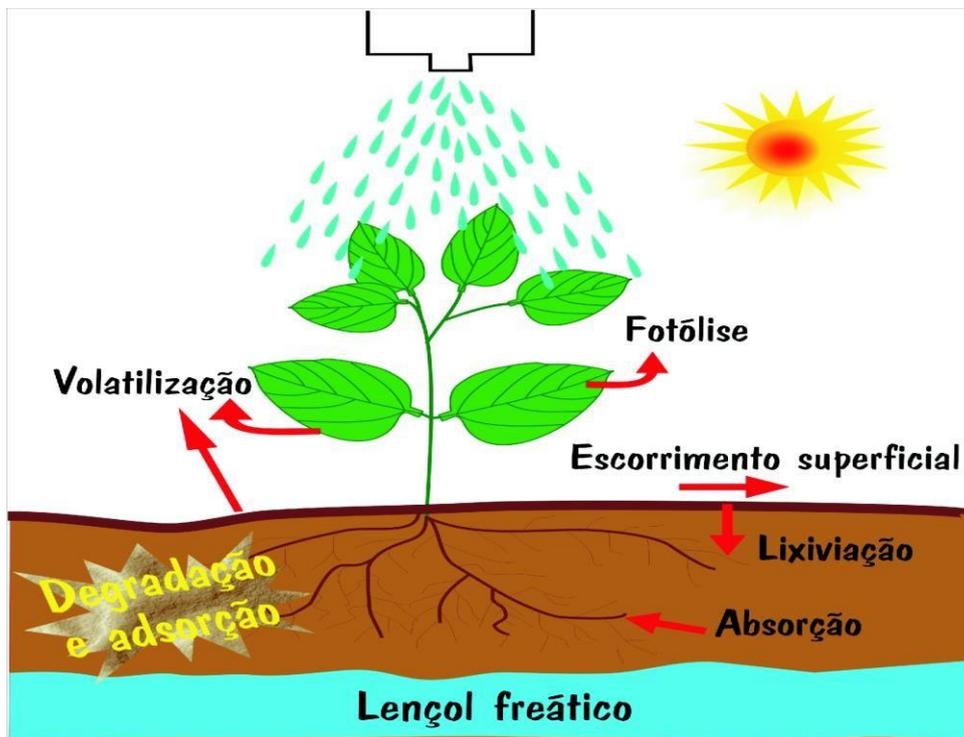
Metais em concentrações tóxicas, acidificação, poluentes orgânicos e efluentes tóxicos, tem degradado os corpos d'água, principalmente em áreas densamente povoadas [16]. O uso de pesticidas nas atividades agrícolas é uma das maiores causas de contaminação de águas superficiais e subterrâneas. Esta contaminação resulta da ação da água das chuvas e de irrigação que provocam lixiviação, drenagem e escoamento dos pesticidas presentes nas plantações e no solo para o curso d'água ou reservatório [17].

Com a expansão da fronteira agrícola no Mato Grosso do Sul, houve a transformação das áreas naturais em áreas de cultivo e pastagem [18]. O Estado é um dos maiores produtores de rebanho e a agricultura é voltada para soja, milho e cana-de-açúcar. Essas atividades levam ao desmatamento, sendo o solo desnudo mais suscetível a lixiviação superficial [19].

Os pesticidas quando chegam ao solo, estão sujeitos a vários processos. Estes processos influenciam na eficiência de controle de pragas, como também na contaminação do ambiente do solo [20].

A Figura 1 mostra o processo de ação do pesticida no solo.

Figura 1: Mecanismo de ação do pesticida no solo



Fonte: Scorza Júnior, 2006.

Estes mecanismos são: adsorção: processo que envolve a atração e retenção de uma molécula de pesticida à superfície de uma partícula de solo; Fotólise: processo de fotodecomposição do pesticida depositado no solo ou nas superfícies das folhas, através da

exposição à radiação solar; Lixiviação: movimento vertical de pesticidas ao longo do perfil do solo junto com água da infiltração proveniente da chuva e irrigação; Escorrimento superficial: transporte de pesticidas na superfície do solo junto com a água e sedimentos provenientes da enxurrada; Volatilização: passagem do pesticida presente na solução do solo ou na superfície das plantas (forma líquida) para a atmosfera (forma gasosa).

Em um estudo realizado por Scorza Júnior & Silva [19], junto com a Embrapa Agropecuária Oeste, detectaram as culturas que mais consomem pesticidas na região da Grande Dourados. A soja é líder no consumo de pesticida (62,7%). Em seguida está o milho (21,9%), pastagens (7,5%), trigo (3,2%) e feijão (2,2%). Os municípios que mais utilizam pesticidas foram: Dourados (32,1%), Caarapó (18,6%), Ponta Porã (16,3%), Itaporã (12,6%), Laguna Carapã (7,5%), Fátima do Sul (5,5%), Deodápolis (2,7%), Vicentina (2,2%) e Antônio João (1,8%). Os municípios de Glória de Dourados, Jateí e Ivinhema consumiram menos de 1% do total de pesticidas comercializados. As classes de pesticidas mais usadas são os herbicidas (52,6%), inseticidas (37,5%) e fungicidas (8,2%).

3.4 Legislação

3.4.1 Enquadramento dos corpos d'água

As leis Federais Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e Nº 9.984, de 17 de julho de 2000, instituem a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. No Brasil são estas leis são responsáveis pela regulamentação das atribuições, normas gerais e ações, auxiliando na gestão e na conservação das águas brasileiras.

A Política Nacional de Recursos Hídricos instituem: os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; o sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

De acordo com o Art. 9º da Lei nº 9.433/1997, os corpos d'água são enquadrados em classes, (doce, salobra e salina), segundo seus usos preponderantes e visam “assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas” e a “diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes”.

As principais regulamentações para o enquadramento e destino da água, são as resoluções nº 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e a nº 91/2008 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) [21]. A Resolução CONAMA

357/2005, foi revogada parcialmente pela Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, a qual disciplina condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos d'água receptores [21]. Assim, foram mantidos os critérios e parâmetros relativos à classificação e enquadramento de corpos d'água (em doces, salobras e salinas).

A Tabela 2 mostra a classificação dos corpos d'água.

Tabela 2. Classificação e enquadramento dos corpos d'água

Classificação	Definição
Doce	Salinidade <0,5%
Salobra	Salinidade 0,5-30%
Salina	Salinidade > 30%

Fonte: Resolução CONAMA nº 357/05.

A água doce se enquadra em 5 classes, de acordo com o tratamento e o destino [22]:

1. Classe Especial - São águas destinadas ao abastecimento para consumo humano após desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
2. Classe I - São águas destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); à 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; a proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
3. Classe II - águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho); à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, onde o público possa vir a ter contato direto; aquíicultura e à atividade de pesca.

4. Classe III - águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; à dessedentação de animais.
5. Classe IV - águas que podem ser destinadas à navegação; e à harmonia paisagística.

A resolução de 17 de março de 2005 do CONAMA, também estabelece os padrões de qualidade para os corpos d'água. Cada corpo d'água tem limites máximos de resíduos estabelecidos para alguns compostos. Esta resolução trás compostos que já têm seu uso proibido no Brasil, no entanto, não estabelece limites para muitos de ampla utilização, dentre estes vários pesticidas [22].

A Portaria nº 518 de 25 de março de 2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Ministério da Saúde, dispõem os parâmetros destinados ao abastecimento da água ao público. Esta Portaria estabelece procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos devem atender ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde [23].

3.4.2 Lei Florestal

A Lei Florestal nº 4.771/65 revogada pela Lei nº 12.651/12, estabelece normas gerais sobre a Área de Preservação Permanente (APPs).

Segundo a Resolução nº 302 de 20 de março de 2002 do CONAMA, as APPs, tem a “função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas” [24]. A ausência da mata ciliar (APP), entre vários fatores, aumenta o escoamento direto de resíduos de agrotóxicos das áreas agrícolas diretamente para o curso d'água.; provoca o deslocamento e até o desaparecimento de nascentes; causa o aumento na temperatura e redução do oxigênio dissolvido da água e contribui para o assoreamento, que aumenta a velocidade das águas e provoca erosões.

Tundisi e Tundisi [25], afirma que a vegetação tem um papel importante na qualidade da água de rios, lagos e represas. Segundo Daniel *et al.* [26], a região da Bacia do Rio Dourados apresenta índices de vegetação nativa, incluindo reservas legais e áreas de preservação permanente, inferior ao que preconiza a legislação A redução das APP na região

da Bacia se deve, principalmente, ao avançar das áreas de culturas já estabelecidas, a crescente urbanização, industrialização e a construção de estradas vicinais.

3.5 Qualidade da água

Águas superficiais como rios, lagos e reservatórios são sistemas naturalmente abertos para a atmosfera [4] e, portanto, são mais vulneráveis a interferências externas. O estudo sazonal e geográfico desses ambientes é bastante complexo e envolve um número significativo de fatores. Qualidade de um rio em qualquer ponto reflete várias influências, incluindo a litologia da bacia, deposição atmosférica, condições climáticas e entradas antropogênicas.

Segundo Razmkhah *et al.* [27], um procedimento usualmente empregado na avaliação e caracterização da qualidade das águas é a mensuração de vários parâmetros em estações de monitoramento e em diferentes períodos. A qualidade de um recurso hídrico só é representativa através de uma ampla série de avaliações de suas características físicas, químicas e biológicas. O conjunto dessas informações disponibiliza tanto dados espaciais quanto temporais [28].

As características físicas são de pouca importância sanitária e relativamente simples de se determinar, pois estão associadas em maior parte aos sólidos presentes na água [10]. As características químicas ocorrem em função da presença de substâncias dissolvidas, geralmente mensuráveis por meios analíticos, sendo de grande importância sanitária e econômica [1].

Dentre os parâmetros para a qualidade da água podemos destacar os principais parâmetros avaliados neste estudo: potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica, acidez, alcalinidade, dureza total, cloreto, oxigênio dissolvido, matéria orgânica sólidos e totais dissolvidos.

3.5.1 Potencial hidrogeniônico pH

O potencial hidrogeniônico de uma solução é tido como um dos parâmetros de análises mais rotineiras em estações de tratamento, como por exemplo, no controle dos processos físico-químicos de tratamento de efluentes industriais. O pH é representado pela concentração dos íons H^+ e expressa o grau de acidez ou alcalinidade de um meio [5]. As medidas de pH são realizadas através do método eletrométrico, utilizando pHmetro digital [29].

Os ecossistemas aquáticos podem ser afetados diretamente ou indiretamente pelo pH, diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das espécies e indiretamente, ao contribuir para a precipitação de metais pesados em pH elevado, e na solubilização de nutrientes em pH baixo [30].

Assim, o pH é definido de forma logarítmica conforme a equação a seguir:

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] \quad (1)$$

Soluções com pH inferior a 7,00 tem como característica a acidez, pH acima de 7,00 a 14,00 caracteriza solução alcalina, e pH 7,00 indica neutralidade [5].

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 9,5, baseado na Portaria n° 518/2004 do Ministério da Saúde [23].

3.5.2 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica mede a capacidade da água de transmitir corrente elétrica. Esta capacidade se deve a presença de substâncias iônicas, cátions e ânions, que se encontram dissolvidos ou dissociados [5]. Quanto maior for a quantidade desses íons, maior será a condutividade elétrica.

Os principais íons responsáveis pelos valores de condutividade são os íons cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonatos, sulfatos e cloretos. Os íons nitrito, nitrato, íon amônio e ortofosfato desempenham pouca influência sobre a condutividade [31].

Em águas naturais os teores de condutividade são na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$, enquanto que em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ [32].

3.5.3 Acidez total

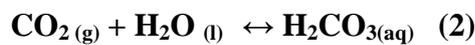
A acidez total tem a função de neutralizar bases e medir a capacidade da água em resistir às mudanças bruscas de pH, sendo decorrente da presença de gás carbônico livre na água [5].

O dióxido de carbono (CO_2) é o maior componente ácido presente na água superficial [33], seguido pelos ácidos minerais, ácidos orgânicos e sais de ácidos fortes [34]. Os ácidos fortes sofrem hidrólise aumentando a concentração de íons hidrogênio (H^+) para a solução. A

acidez total é representada pelo teor total desses componentes e é expressa em termos da concentração de carbonato de cálcio (mg L^{-1} de CaCO_3). Neutraliza-se o dióxido de carbono livre em uma solução básica de hidróxido e, utilizando como indicador, a fenolftaleína [10].

A acidez tanto pode ser de origem natural, que está relacionada ao CO_2 absorvido da atmosfera, pode ser resultante da decomposição de matéria orgânica e da presença de gás sulfídrico (H_2S), quanto de origem antropogênica, está associada a despejos industriais, lixiviação do solo e origem mineradora.

O dióxido de carbono é um componente habitual da acidez das águas naturais e, seu equilíbrio químico em presença de água, gera o ácido carbônico [33], conforme a equação 2 e 3.

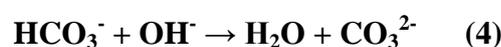


As formas de acidez também estão distribuídas em função do pH da água: $\text{pH} > 8,2$ representa ausência de CO_2 livre; pH entre 4,5 e 8,2 corresponde à acidez carbônica e $\text{pH} < 4,5$ está relacionado à acidez causada por ácidos minerais fortes, geralmente resultantes de despejos industriais [5].

3.5.4 Alcalinidade

A alcalinidade total de uma água é a soma das diferentes formas de alcalinidade existentes, ou seja, é a concentração de hidróxidos (OH^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e bicarbonatos (HCO_3^-), expressa em termos carbonato de cálcio (CaCO_3) [10]. A distribuição da alcalinidade se dá em função do pH: para $\text{pH} > 9,4$ há o predomínio de hidróxidos e carbonatos; pH entre 8,3 e 9,4 se deve a presença de carbonatos e bicarbonatos e pH entre 4,4 e 8,3 apenas bicarbonatos [5].

Em função da reação química do íon bicarbonato com o íon hidróxido, o íon bicarbonato age como se fosse um ácido fraco na presença de uma base forte, (Equação 4), assim, não é possível a existência das três formas de alcalinidade em uma mesma amostra [35].



Assim, na maior parte dos ambientes aquáticos, a alcalinidade deve-se exclusivamente a presença de bicarbonatos, compostas em especial pelos íons cálcio e magnésio [5, 32, 34]. Este parâmetro está totalmente associado à dureza da água, sendo os íons cálcio e os íons magnésio, os mais vinculados aos cátions causadores da alcalinidade e que por sua vez, estão diretamente relacionados com a dureza. A maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg L⁻¹ de CaCO₃ [32].

Para quantificação dos íons OH⁻ e CO₃²⁻, o indicador mais utilizado é a fenolftaleína, sua faixa pH de atuação é de 8,3 a 9,8, em pH menor que 8,3 apresenta coloração incolor, em pH acima de 8,3 assume a cor rosa. Na quantificação dos íons HCO₃⁻, podem ser utilizados os seguintes indicadores: alaranjado de metila, cuja faixa de pH de atuação varia de 3,1 a 4,6. Em pH 3,1 apresenta coloração vermelha e em pH 4,6 assume a cor amarela; vermelho de metila, faixa de pH de atuação varia de 4,4 a 6,2, em pH 4,4 apresenta coloração vermelha e em pH 6,2 assume a cor amarelo.

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 [5].

3.5.5 Dureza

A dureza total da água está associada a presença de íons metálicos (Ca²⁺ e Mg²⁺). A dureza se divide em temporária, que é gerada pela presença de carbonatos e bicarbonatos, que podem ser eliminados por meio de fervura; e dureza permanente, que se deve aos sulfatos não suscetíveis a fervura. A soma das duas durezas dar-se a dureza total.

No Brasil, as águas superficiais são, na sua maioria, brandas ou moderadamente duras, não ultrapassando 100 mg L⁻¹. Essa reduzida dureza confere a biota aquática uma maior sensibilidade em relação à presença de substâncias tóxicas, uma vez que a toxicidade é inversamente proporcional ao grau de dureza da água [5].

A dureza é expressa por mg L⁻¹ de CaCO₃, sendo < 50mg L⁻¹ a água é considerada mole, de 50 a 150 moderada, 150 a 300 água dura e acima de 300 mg L⁻¹ água muito dura [10].

A origem da dureza em águas superficiais pode ser natural, principalmente através da dissolução de rochas calcárias e depósitos minerais de sulfato de cálcio ou pela entrada de lançamento de efluentes industriais [29, 32].

3.5.6 Cloreto

Em águas superficiais, as fontes de cloreto provém de descargas de esgotos sanitários, efluentes industriais (indústria do petróleo, farmacêuticas, curtumes, etc.) e lixiviação do solo pela chuva. O cloreto em altas concentrações provoca alterações na pressão osmótica em células de microrganismos [30]. Nas águas de abastecimento público, a adição de cloro leva a uma elevação do nível de cloreto, que é resultado das reações de dissociação do cloro na água.

Segundo a portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde [23] o valor padrão de potabilidade é de 250 mg L^{-1} de NaCl, em altas concentrações o uso da água é restringido para consumo, pelo efeito laxativo.

O cloreto de sódio provoca sabor salgado na água, na concentração de 250 mg L^{-1} , padrão de potabilidade. Enquanto ao cloreto de cálcio, o sabor só é perceptível em concentrações de cloreto superior a 1000 mg L^{-1} [30].

O cloreto provoca corrosão em estruturas hidráulicas, como por exemplo em emissários submarinos para a disposição oceânica de esgotos sanitários. A fim de evitar essa corrosão, os emissários são construídos com polietileno de alta densidade (PEAD) [30].

3.5.7 Oxigênio dissolvido (OD)

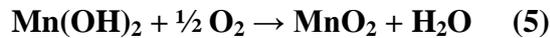
O oxigênio dissolvido é necessário para respiração de organismos aeróbicos, bem como outras formas aeróbicas de vida. A sobrevivência dos peixes, por exemplo, requer concentrações de 10% a 60% de saturação de OD [36].

O oxigênio dissolvido no sistema aquático pode ser originado por processos fotossintéticos dos organismos autótrofos ou pela reação, que consiste na passagem de oxigênio atmosférico para o interior do meio aquático por meio da interface ar-água, caracterizado como produção exógena [1]. Segundo Libânio [5], os níveis de OD podem ser reduzidos naturalmente pela respiração de organismos aquáticos, mineralização da matéria orgânica, oxidação de íons e por perdas para a atmosfera. A concentração de saturação de OD é inversamente proporcional a altitude, diretamente proporcional a pressão atmosférica e indiretamente proporcional a temperatura.

De acordo com a CETESB [30], águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de OD, devido a decomposição de compostos orgânicos despejados no rio. Por sua vez, águas superficiais limpas apresentam concentrações de OD elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação em torno de $9,1 \text{ mg L}^{-1}$ a 20°C .

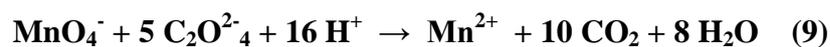
O método modificado de Winkler é usado para a determinação de OD em águas através da reação de iodometria, conforme as Equações 5, 6 e 7. O método utiliza cloreto

manganoso em meio alcalino, que na presença de oxigênio dissolvido, o manganês é oxidado formando um precipitado marrom [35].



3.5.8 Matéria orgânica (OC)

A matéria orgânica é todo o material de origem vegetal ou animal produzido no próprio ambiente aquático ou introduzido por carreamento [30]. Matéria orgânica ou oxigênio consumido é baseado na medida da concentração de oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica, biodegradável ou não. A oxidação da matéria orgânica é realizada em meio ácido e condições energéticas por ação de um agente químico oxidante forte, como o permanganato [37], (Equação 8). A solução de oxalato de sódio é utilizada como agente redutor, em quantidades equivalentes ao permanganato, (Equação 9). A fim de não formar compostos intermediários de manganês, determina-se OC por meio de titulação indireta [35].



A decomposição da matéria orgânica libera nutrientes para o meio que serão utilizados pelas algas e vegetais superiores para o seu crescimento. Esses nutrientes são o nitrogênio e o fósforo, importantes para a produção primária do meio ambiente aquático [30].

Em condições anaeróbicas, a decomposição de matéria orgânica contendo enxofre leva a formação de gases fétidos [36]. De acordo com Macêdo [34], quanto maior o consumo de oxigênio, maior a será a poluição desse recurso hídrico.

A oxidação utilizando o permanganato é uma prática utilizada para águas limpas, com baixa concentração de matéria orgânica, quando os teores de oxigênio consumido são inferiores a $5 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ [37].

3.5.9 Sólidos totais dissolvidos (STD)

Os sólidos totais dissolvidos podem ser fixos ou voláteis. Esses sólidos são constituídos unicamente por porções de sólido que permanecem em solução após a filtração e, comumente, possuem diâmetro inferior a 10^{-3} μm , como a soma de todos os minerais presentes em um corpo d'água [32]. A ocorrência de sólidos na água se deve a entradas naturais, através de processos de lixiviação e erosão e a presença de organismos e detritos orgânicos, ou por meio da ação antropogênica, caracterizada pelo lançamento de lixo e esgotos.

Os sólidos, ao se depositarem no leito dos rios, destroem tanto os organismos que vivem nos sedimentos e que servem de alimento para outros organismos, como também, danificar os locais de desova de peixes. Os sólidos depositados comprometem a vida aquática [21], além de deixar a água imprópria para aplicações industriais, devido a sua mineralização [33].

A Portaria nº 518/04 do Ministério da Saúde esta, estabelece valor máximo permitido de 1000 mg L^{-1} de STD para as águas para consumo humano [32]. Entretanto a Resolução do CONAMA 2005 estabelece valores máximos permitidos para STD em águas doce até 500 mg L^{-1} .

Na Tabela 3 encontra-se os teores permitidos dos parâmetros físico-químicos para água doce.

Tabela 3: Valores máximos permitidos/aceitáveis para qualidade da água doce.

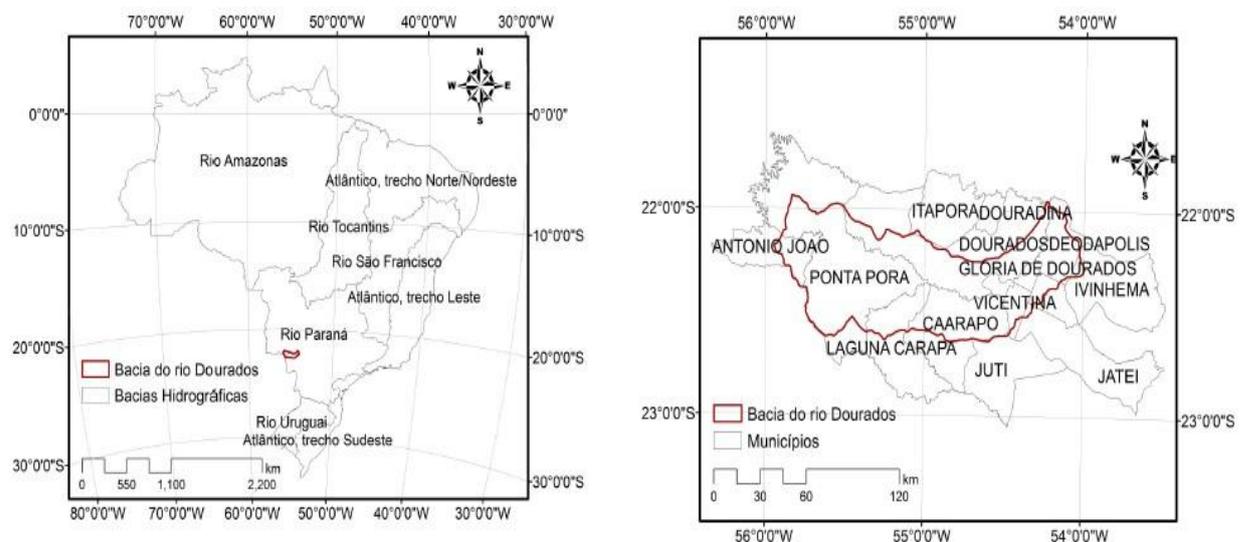
Parâmetro	Valores
pH	6,0 – 9,0
Condutividade elétrica	10 – 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$
Acidez total	< 10 mg L^{-1}
Alcalinidade	30 – 500 mg L^{-1}
Cloreto	250 mg L^{-1}
Dureza	Até 100 mg L^{-1}
Oxigênio dissolvido	> 5 mg L^{-1}
Matéria orgânica	—
STD	Até 500 mg L^{-1}

Fonte: Brasil, 2004; Brasil, 2005; Brasil, 2006; Libânio, 2005;

3.6 Caracterização da bacia hidrográfica do Rio Dourados

O Rio Dourados, é representado por uma micro-bacia e afluente da bacia hidrográfica do Paraná, nasce no município de Antônio João, Estado de Mato Grosso do Sul fronteira com o Paraguai. Este rio deságua no Rio Brilhante, o Rio Brilhante deságua no Rio Ivinhema e, o Rio Ivinhema no Rio Paraná. A bacia do Rio Paraná é uma das três da Bacia Platina incluindo, Bacia do Paraguai originária do pantanal e Bacia do Uruguai, sentido sul do oceano atlântico [38]. Dos atuais 78 municípios que compõem o Estado de Mato Grosso do Sul, onze pertencem à Bacia do Rio Dourados, (Figura 2), e sete destes possuem ali também sua sede: Antônio João, Ponta Porã, Caarapó, Deodápolis, Laguna Carapã, Vicentina e Fátima do Sul [39].

Figura 2: Localização da bacia do Rio Dourados e dos municípios que a compõe



Fonte: Arai *et al.*, 2012.

A cobertura vegetal original era constituída de formações das Regiões Fitoecológicas da Savana (Cerrados), na porção oeste da área da Bacia, e da Floresta Estacional Semidecidual na sua porção leste até a foz do rio Dourados no rio Brilhante (Floresta Submontana) e ao longo dos vales dos rios (Floresta Aluvial). Atualmente, essa cobertura encontra-se praticamente desaparecida em toda a região, com exceção de alguns trechos de margens de rios, substituída por pastagens e pela agricultura [40].

Segundo Arai *et al.* [40], a caracterização morfométrica da bacia do rio Dourados aponta para uma bacia de forma alongada, com declividade média de 2,76%, caracterizando o relevo como plano e drenagem deficiente ($0,38 \text{ km km}^{-2}$) com altitude média de 449,5 m.

CAPÍTULO 4 - MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais e Reagentes

4.1.1 Materiais

- Erlenmeyer 250 mL
- Bureta 25 mL
- Pipeta graduada 1 mL, 5 mL, 10mL
- Proveta 1000 mL
- Conta gotas
- Suporte universal
- Garras
- Espátula
- Chapa de aquecimento
- pHmetro Metrohm
- condutivímetro Metrohm

4.1.2 Reagentes

Soluções indicadoras

- Fenolftaleína alcoólica 1% (m v⁻¹)
- Negro de Eriocromo T 0,5 % (m v⁻¹)
- Vermelho de metila 0,2 % (m v⁻¹)
- Cromato de potássio (K₂CrO₄)
- Amido solúvel 1% (m v⁻¹)

Soluções titulantes

- Hidróxido de sódio (NaOH) 0,020 mol L⁻¹
- Ácido sulfúrico (H₂SO₄) 0,020 mol L⁻¹
- Nitrato de prata (AgNO₃) 0,010 mol L⁻¹
- Tiosulfato de sódio (Na₂S₂O₃) 0,025 mol L⁻¹
- Permanganato de potássio (KMnO₄) 0,0125 mol L⁻¹

- Ácido etileno-diamino-tetracético (EDTA) $0,020 \text{ mol L}^{-1}$

Solução de limpeza

- Ácido nítrico (HNO_3) 10% (v v^{-1})

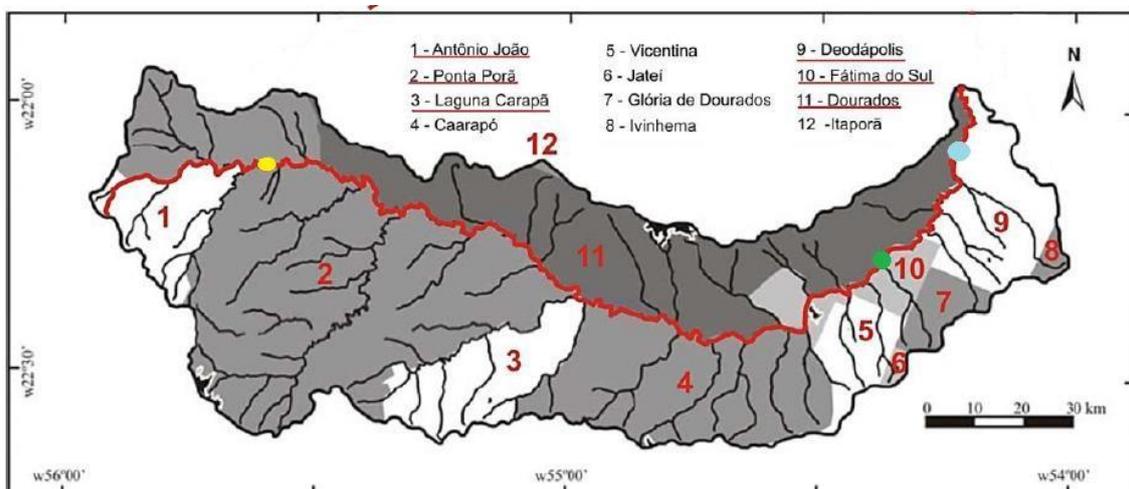
Outras soluções e reagentes

- Hidróxido de sódio 30% (m v^{-1})
- Cloreto manganoso (MnCl_2) 80% (m v^{-1})
- Ácido clorídrico (HCl) 50% (v v^{-1})
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) 1:3
- Oxalato de sódio ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$) $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$
- Solução tampão pH 10,00
- Solução tampão pH 4 e pH 7
- Iodeto de potássio (KI) P.A

4.2 Localização dos pontos amostrais

Os pontos amostrados foram escolhidos ao longo da micro-bacia do Rio Dourados, compondo de 3 pontos: ponto 1 próximo a nascente, no assentamento Itamaraty no município de Ponta Porã, ponto 2 em seu curso, na cidade de Fátima do Sul, e ponto 3 próximo a foz, entre as cidades de Indápolis e Deodápolis, (Figura 3).

Figura 3: Localização dos pontos amostrais



Fonte: CARNEIRO, et. al., 2006. (● ponto 1; ● ponto 2; ● ponto 3).

O acesso aos pontos de coleta fez-se pelo sistema rodoviário. O trajeto percorrido de próximo a nascente até a foz passa por rodovias estaduais (MS-276, MS-370) e federais (BR-463, BR-376, BR-163), As coordenadas geográficas encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4: Coordenadas geográficas dos pontos amostrais

Pontos	Coordenadas Geográficas		Altitude (m)	Município
	Latitude	Longitude		
P1	22°06'46.8"	55°30'40.0"	415	Ponta Porã
P2	22°22'16.4"	54°31'25.1"	301	Fátima do Sul
P3	22°14'23.6"	54°18'33.2"	293	Deodópolis

As Figuras de 4 a 6 mostram a ilustração dos pontos amostrais.

Figura 4: Imagem do ponto 1



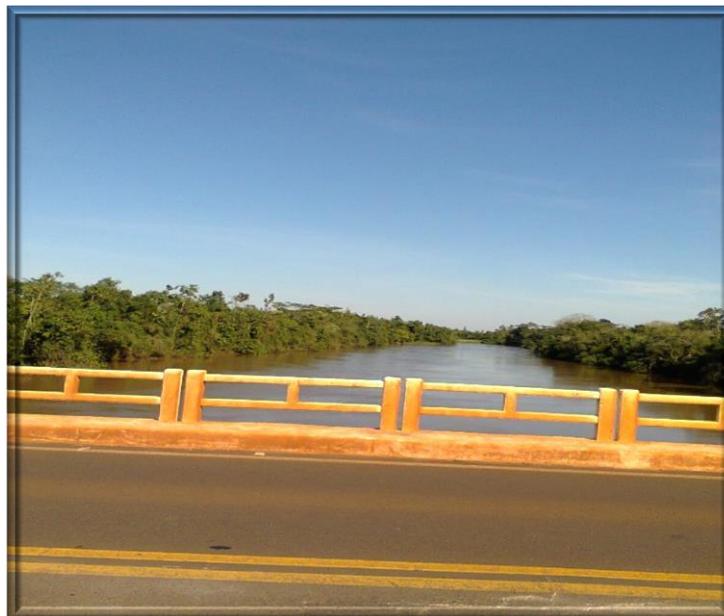
No entorno do ponto 1 (P1), região do assentamento Itamraty, há a ocorrência de pastagem e lavouras de soja e milho, que possivelmente ocasionaram a redução da APP de forma mais acentuada em uma das margens.

Figura 5: Imagem do ponto 2



No ponto 2 (P2), o rio se encontra na entrada da cidade de Fátima do Sul, o rio é usado para balneabilidade e pesca pela população. Em seu entorno há moradia e culturas de soja e milho, neste ponto encontram-se maior influência antropogênica.

Figura 6: Imagem do ponto 3



No ponto 3 (P3), a ação humana não é tão evidente, a pesca não é frequente devido a distância e a localidade muito próxima da rodovia. As APPs são mais conservadas neste ponto entre os estudados.

A água do Rio Dourados apresenta coloração amarelo esverdeada a parda, (coloração mais intensa no ponto 2), barrenta nos meses chuvosos e sem odor, tendo essas características em todos os pontos amostrados.

4.3 Amostragem e preparo das amostras

As coletas foram realizadas bimestralmente no ano de 2013 no ponto 2 na cidade de Fátima do sul, compreendendo os meses de setembro a dezembro, período sazonal chuvoso, e estendendo as coletas neste ponto até março de 2014 (Tabela 5). No ano de 2014, as coletas foram efetuadas mensalmente em todos os pontos, respeitando o período sazonal de estiagem. O período sazonal chuvoso de 2014, as coletas foram realizadas nos pontos 1 e ponto 3.

O período chuvoso na região da bacia do rio Dourados, compreende os meses de outubro a março, e o período de seca compreende os meses de abril a agosto [7, 41].

Tabela 5: Meses de coletas nos pontos amostrais

Pontos	Meses	
	Chuvoso 2013/2014	Estiagem 2014
P1	Out – Dez	Abril – julho
P2	Set/dez – jan/mar	Abril – julho
P3	Out- Dez	Abril – julho

As amostras foram coletadas da ponte, em recipientes de plástico, a uma profundidade de 10-30 cm da superfície e armazenadas em frascos de polietileno de 2L. As amostras foram mantidas em caixa de isopor com gelo (4°C) [30], até serem levadas para o laboratório de Físico-Química da Faculdade de Ciência e Tecnologia (FACET) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

Todos os recipientes de armazenamento das amostras foram assepsiados com solução de HNO₃, seguido de enxague com água destilada, antes e após as coletas.

4.4 Parâmetros físico-químicos

Os parâmetros físico-químicos investigados para determinar a qualidade da água foram:

4.4.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

As medidas de pH da amostra foram realizadas em pHmetro Metrohm, devidamente calibrado com soluções tampões de pH 4 e pH 7.

4.4.2 Condutividade elétrica (CE)

As medidas de condutividade elétrica foram realizadas em condutivímetro Metrohm, devidamente calibrado em solução 146,9 $\mu\text{S cm}^{-1}$ a 20°C.

4.4.3 Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Os STD também foram medidos em condutivímetro Metrohm, devidamente calibrado em solução 146,9 $\mu\text{S cm}^{-1}$ a 20° C. Após calibrado, ajustou-se para a função STD.

4.4.4 Oxigênio Dissolvido (OD)

Para a análise do OD, colocou-se 250 mL de amostra de água em uma proveta. Adicionou-se 1 mL de cloreto manganoso, e 1 mL de hidróxido de sódio (NaOH) 30%. Após, homogeneizou - se a amostra e esperou-a decantar por 5 min.

Em seguida, adicionou-se uma pitada de iodeto de potássio (KI), 10 mL de ácido clorídrico (HCl) 50% . Tampou-se a proveta e homogeneizou-se até a completa dissolução do precipitado.

Transferiu-se uma alíquota de 100 mL para um erlenmeyer e titulou-se com tiosulfato de sódio até o alcançar uma amarelo claro. Adicionou-se gotas de solução de amido solúvel ao erlenmeyer, continuou-se a titulação até o descoloramento total da amostra.

4.4.5 Acidez Total

Transferiu-se uma alíquota de 100 mL da amostra para um erlenmeyer, adicionou-se 3 gotas do indicador solução de fenolftaleína alcoólica. Titulou-se com solução padronizada de hidróxido de sódio até a viragem da coloração a rósea.

4.4.6 Acidez Carbônica

Para a análise da acidez carbônica, transferiu-se uma alíquota de 100 mL da amostra para um erlenmeyer, levou-se a chapa de aquecimento a 100 °C, após 3 minutos de ebulição, retirou-se a amostra do aquecimento.

Adicionou-se 3 gotas de solução de fenolftaleína alcoólica: a) quando a amostra tornou-se rósea a vermelha, a acidez dessa amostra provem da acidez carbônica; b) quando a amostra permaneceu incolor, titulou-se com NaOH 0,020 mol L⁻¹, até o aparecimento da coloração rósea. Neste caso, a acidez da amostra provém de outros ácidos, com ácidos orgânicos, ácidos minerais fortes ou sais desses ácidos.

4.4.7 Alcalinidade

Transferiu-se 100 mL da amostra para um erlenmeyer, adicionou-se 3 gotas de solução de fenolftaleína, para o teste da alcalinidade a fenolftaleína. Se a amostra continuar incolor indica que a alcalinidade a fenolftaleína é igual a zero. Ou seja, a alcalinidade da amostra provém somente dos íons bicarbonatos.

No presente estudo o teste da fenolftaleína foi negativo para todas as amostras nos 3 pontos.

Realizado o teste, adicionou-se na mesma amostra 3 gotas da solução indicadora de vermelho de metila, devido a faixa de pH da amostra 6,0 – 7,0. Titulou-se com solução padronizada de ácido sulfúrico, até o aparecimento da coloração vermelho-laranja.

4.4.8 Cloreto

Transferiu-se 50 mL da amostra para um erlenmeyer, adicionou-se 3 gotas de solução indicadora de cromato de potássio. Titulou-se com solução de nitrato de prata, até o aparecimento da coloração vermelho-tijolo.

4.4.9 Dureza Total

Transferiu-se 25 mL da amostra para um erlenmeyer, juntou-se 25 mL de água destilada. Adicionou-se 2 mL de solução tampão pH 10,00. Em seguida adicionou-se 2 gotas da solução do indicador Negro de Eriocromo T. Titulou-se com solução de ácido etileno-diamino-tetracético (EDTA) até a viragem de coloração de vermelho para azul.

4.4.10 Matéria Orgânica (OC)

Transferiu-se 100 mL da amostra para um erlenmeyer, adicionou-se 10 mL de H_2SO_4 1:3, 10 mL de solução padronizada de permanganato de potássio. Levou-se a chapa de aquecimento a 100 °C. Após 20 minutos em ebulição retirou-se para o seu resfriamento.

Adicionou-se 10 mL de solução de oxalato de sódio, esperou-se a descoloração da amostra e titulou-se em seguida com solução padronizada de KMnO_4 até o aparecimento da coloração violeta.

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

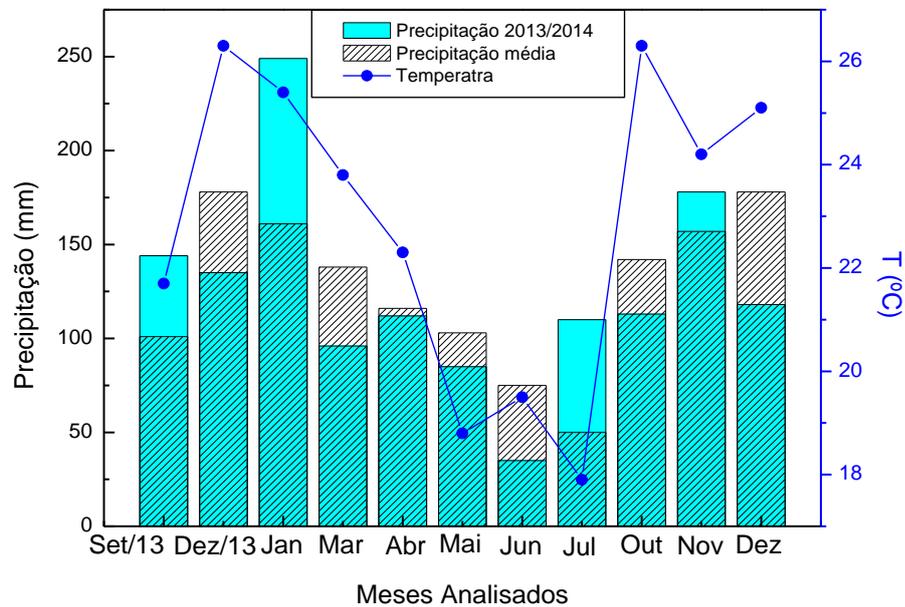
Segundo a Resolução 357/05 do CONAMA, o Rio Dourados é classificado como Classe II. São águas destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional e à proteção das comunidades aquáticas. Esta classe de águas também inclui à recreação de contato primário, tais como natação, esqui 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 aqüicultura; e à atividade de pesca.

5.1 Índice pluviométrico e temperatura

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 [8].

Segundo Arai *et al.* [41], as precipitações na bacia do Rio Dourados são maiores na região da cabeceira e decrescendo sentido a foz, fazendo aumentar também o índice de erosividade na região da cabeceira devido ao maior volume de chuva.

Figura 7: Índice pluviométrico mensal no período de setembro de 2013 a dezembro de 2014; precipitação média anual e temperatura mensal



Fonte: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015.

De acordo com o boletim meteorológico da Embrapa Agropecuária Oeste [42], os índices de precipitações mensais na região sul do estado, onde se localiza a bacia hidrográfica, no período de 2013 a 2014, há uma variação na distribuição das precipitações.

Conforme a Figura 7, os meses de dezembro/13, março, outubro e dezembro/14 apresentaram precipitações menores que a média mensal anual, registrando 135 mm, 95 mm, 113 mm e 118 mm respectivamente, sendo que a média anual é 178 mm para o mês de dezembro, 138 mm e 142 mm para o mês de março e outubro. O mês de outubro registrou temperaturas acima da média anual, sendo a média do mês 26,3°C, caracterizando a maior temperatura dos últimos 35 anos na região.

No período de abril a julho que compreende período de estiagem na região, observou-se também uma variação no índice pluviométrico, registrando chuvas abaixo da média entre abril a junho, sendo junho o mês menos chuvoso com 35 mm de precipitação, metade da média anual (75 mm), e o mês mais quente, comparado com a média anual, com temperatura

média de 19,5°C. O mês de julho foi caracterizado com chuvas acima da média, registrando 110 mm, sendo que a média anual é de 50 mm para este mês.

Variações já mencionadas por Arai *et al.* [41], diz que as precipitações médias demonstram que já não são mais adequadas como indicadores de precipitações.

5.2 Parâmetros físico-químicos

As Tabela 5 e 6 apresentam os dados físico-químicos obtidos nos períodos chuvoso e de estiagem, respectivamente.

Tabela 5: Resultado dos parâmetros físico-químicos realizados no período de chuva

Pontos	Coleta	Ph	Condutividade elétrica (μScm^{-1})	Oxigênio Dissolvido (mg L^{-1})	Acidez Total (mg L^{-1})	Alcandade (mg L^{-1})	Dureza (mg L^{-1})	Cloreto (mg L^{-1})	Matéria Orgânica (mg L^{-1})	STD (mg L^{-1})
<i>P1</i>	out/14	7,35	39,93	11,20	5,33	25,33	62,40	38,00	4,43	19,71
	nov/14	7,39	40,10	8,00	2,66	14,66	30,66	40,00	3,80	21,50
	dez/14	7,36	40,15	12,00	5,00	16,00	29,20	12,00	9,48	23,00
	*Média	7,37	40,06	10,40	4,33	18,66	40,75	30,00	5,90	21,40
	\pm	(0,021)	(0,1153)	(2,12)	(1,46)	(5,812)	(18,76)	(15,62)	(3,11)	(1,65)
<i>P2</i>	set/13	7,14	50,41	19,66	8,66	7,33	16,66	22,00	34,76	25,00
	dez/13	6,28	39,80	19,80	8,33	10,30	22,40	40,59	45,82	20,00
	jan/14	7,25	40,21	20,26	9,00	17,33	17,20	12,59	21,80	96,00
	mar/14	7,22	38,54	24,00	13,00	14,00	14,66	15,00	17,06	12,27
	*Média	7,22	42,21	20,93	9,75	12,24	17,73	22,55	29,86	38,31
\pm	(0,037)	(5,493)	(2,063)	(2,19)	(4,35)	(3,299)	(12,67)	(13,01)	(38,80)	
<i>P3</i>	out/14	7,20	52,65	11,20	5,00	19,00	24,00	34,60	4,74	26,93
	nov/14	7,25	53,01	8,80	4,66	20,00	29,33	40,00	6,32	29,00
	dez/14	7,20	53,20	12,40	6,00	22,30	30,66	20,00	6,32	27,20
	*Média	7,22	52,95	10,80	5,22	20,43	27,99	31,53	5,79	27,71
	\pm	(0,028)	(0,2793)	(1,833)	(0,697)	(1,692)	(3,524)	(10,35)	(0,912)	(1,125)
CONAMA										
357/05		6,0-9,0	-	> 5	-	-	-	250	-	500

*Média \pm desvio
padrão

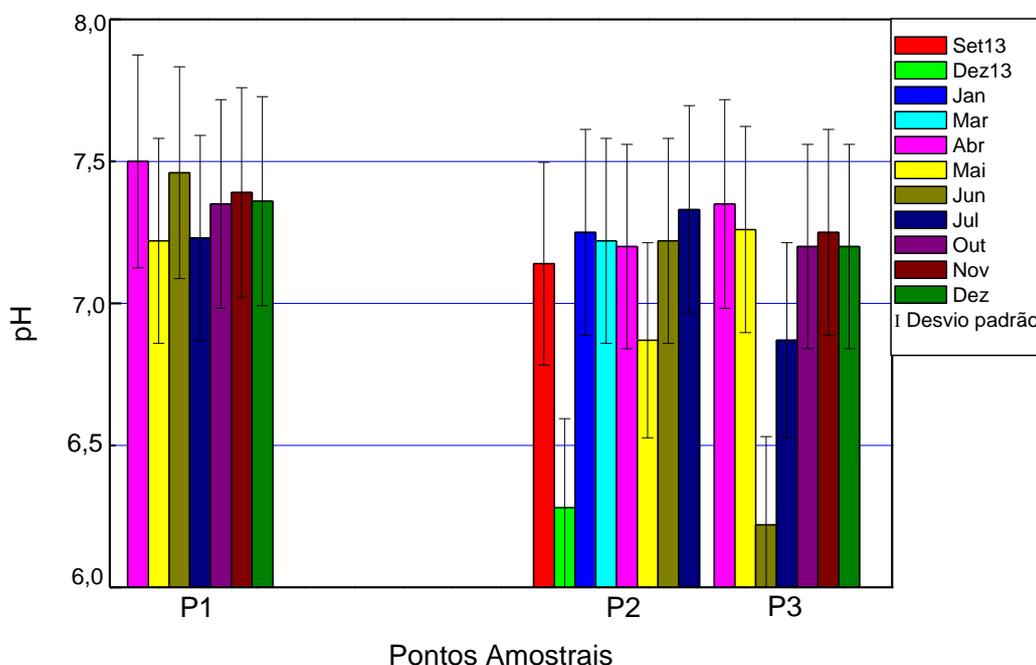
Tabela 6: Resultado dos parâmetros físico-químicos realizados no período de estiagem

Pontos	Coletas	pH	Condutividade Elétrica (μScm^{-1})	Oxigênio Dissolvido (mg L^{-1})	Acidez Total (mg L^{-1})	Alcalinidade (mg L^{-1})	Dureza (mg L^{-1})	Cloreto (mg L^{-1})	Matéria Orgânica (mg L^{-1})	STD (mg L^{-1})
<i>P1</i>	abr/14	7,50	33,20	12,00	4,50	14,60	33,00	35,00	3,00	15,60
	mai/14	7,22	30,05	11,00	4,00	14,40	30,00	44,00	3,00	11,80
	jun/14	7,46	29,32	25,00	4,33	14,30	44,00	60,00	2,21	15,48
	jul/14	7,34	24,21	10,60	4,00	14,00	28,00	26,00	13,58	10,70
	*Média	7,38	29,20	14,65	4,21	14,33	33,75	41,25	5,45	13,40
	\pm	(0,126)	(3,725)	(6,925)	(0,249)	(0,250)	(7,14)	(14,50)	(5,43)	(2,517)
<i>P2</i>	abr/14	7,20	40,83	13,20	7,00	16,00	20,00	12,00	8,00	13,35
	mai/14	6,87	43,86	16,40	9,00	18,00	20,00	25,00	3,16	14,00
	jun/14	7,25	38,86	16,00	4,00	17,00	28,00	30,00	3,16	20,17
	jul/14	7,32	32,08	13,20	4,66	16,00	32,00	27,30	4,74	14,50
	*Média	7,16	38,91	14,70	6,17	16,75	25,00	23,58	4,77	15,51
	\pm	(0,20)	(4,994)	(1,739)	(2,29)	(0,96)	(6,00)	(7,98)	(2,28)	(3,145)
<i>P3</i>	abr/14	7,35	43,20	16,00	10,00	16,60	30,00	20,00	5,00	15,20
	mai/14	7,26	43,53	16,20	5,00	17,30	17,20	19,00	5,06	14,81
	jun/14	6,22	43,01	16,00	29,30	17,00	30,66	25,00	3,50	21,93
	jul/14	6,87	31,13	12,80	11,00	17,00	34,40	44,30	15,80	15,18
	*Média	6,93	40,22	15,25	13,83	16,98	28,07	27,08	7,34	16,78
	\pm	(0,514)	(6,062)	(1,636)	(10,65)	(0,287)	(7,497)	(11,78)	(5,69)	(3,438)
CONAMA										
357/05		6,0-9,0	-	> 5	-	-	-	250	-	500

*Média \pm desvio
padrão

5.2.1 Potencial hidrogeniônico pH

Figura 8: Variação espacial do pH na água do Rio Dourados

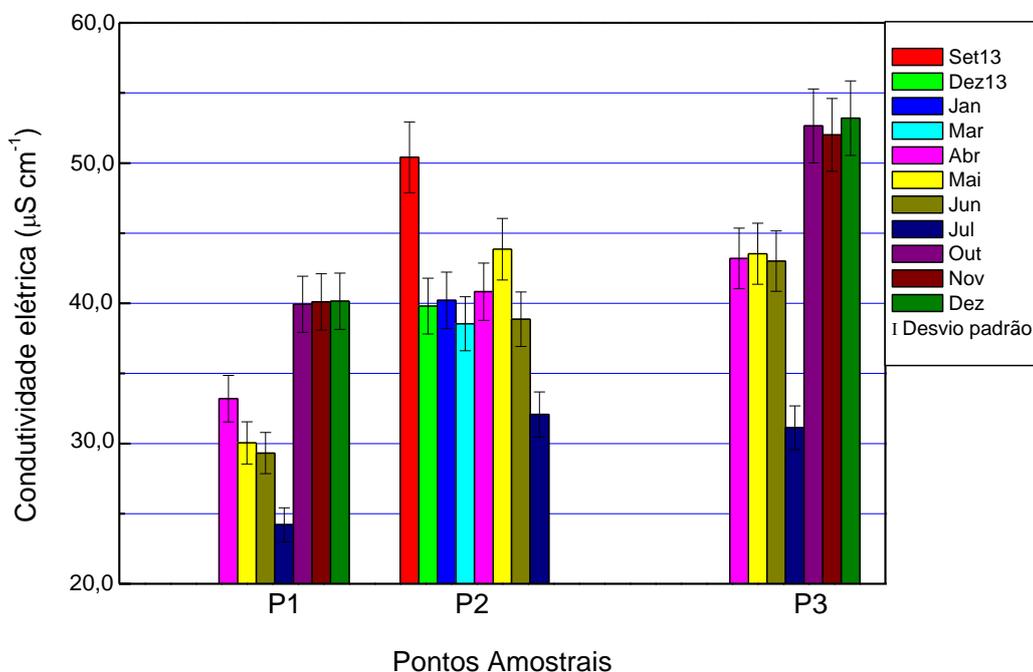


De acordo com a Resolução do CONAMA 357/05, o pH de águas superficiais tem que ficar em torno de 6,0 – 9,0. Conforme a Figura 8, os dados obtidos nos 3 pontos de coleta mostraram valores de pH dentro da faixa permitida. No ponto 2 (P2), obteve-se valor mais baixo no mês de dezembro/13, com valor de pH 6,28, e no mês de maio um valor de pH 6,87. No ponto 3 (P3), os valores mais baixos medidos foram no mês de junho, 6,22. Nos meses de dezembro/13, maio e junho, ocorreram os menores níveis de chuvas.

Segundo Carvalho *et al.* [43], com o aumento das pluviosidades o pH tende a aumentar, devido a diluição dos compostos dissolvidos decorrente da maior lavagem do solo, maior volume e velocidade da água. Assim, há uma interferência direta das precipitações no pH, uma vez que a concentração de substâncias diminui com o aumento no volume de água.

5.2.2 Condutividade elétrica

Figura 9: Variação espacial da condutividade elétrica na água do Rio Dourados

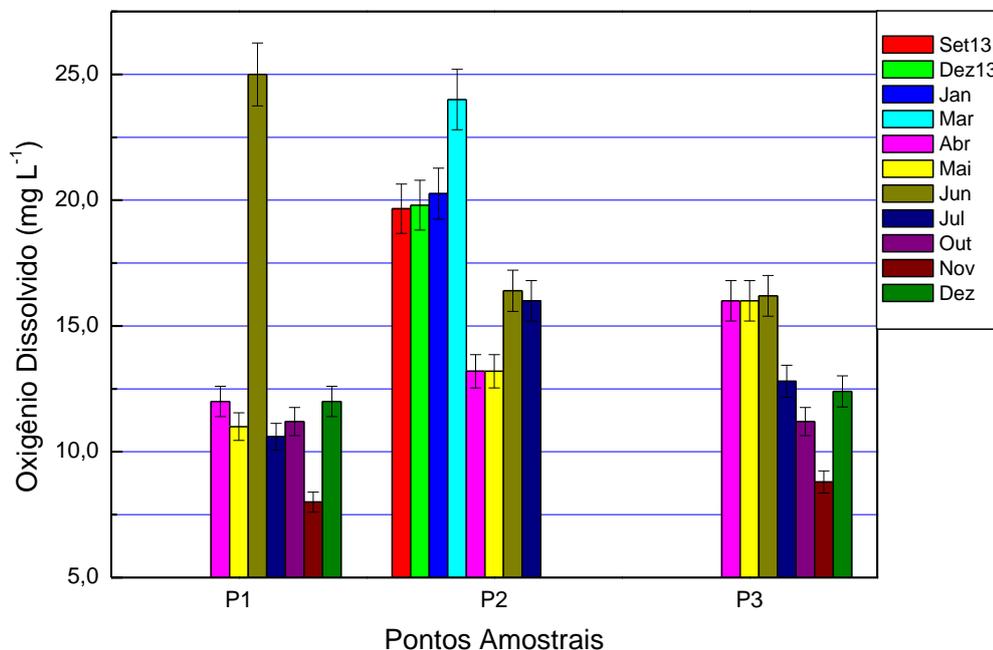


Os valores obtidos de condutividade elétrica ficaram na faixa dos 20–53 $\mu\text{S cm}^{-1}$ para todos os pontos, dentro do permitido (Figura 9). Observa-se um aumento gradual na condutividade do ponto 1 (próximo a cabeceira) em direção a foz, provavelmente ocorre em função do recebimento de afluentes, escoamento superficial e intemperismo das rochas ao longo do rio. No mês de julho obteve-se valores de CE menores para todos os pontos. De acordo com Paiva & Souza [44], no período de chuva obtém-se maiores valores de CE, devido ao recebimento de efluentes e o carreamento superficial de poluentes para o corpo d'água. Porém, no mês de julho caracterizado como mês de estiagem choveu o dobro do esperado, deixando este mês descaracterizado.

Os meses chuvosos obtiveram maiores valores de condutividade elétrica para os pontos 1 e 3, dentro do esperado. No ponto 2, no período de dezembro de 2013 a março de 2014, que compreende o período chuvoso, apresentaram valores baixos de C.E., em comparação aos meses de estiagem. Este período foi caracterizado por chuvas e estiagem fora da média anual, deixando esses meses descaracterizados.

5.2.3 Oxigênio dissolvido

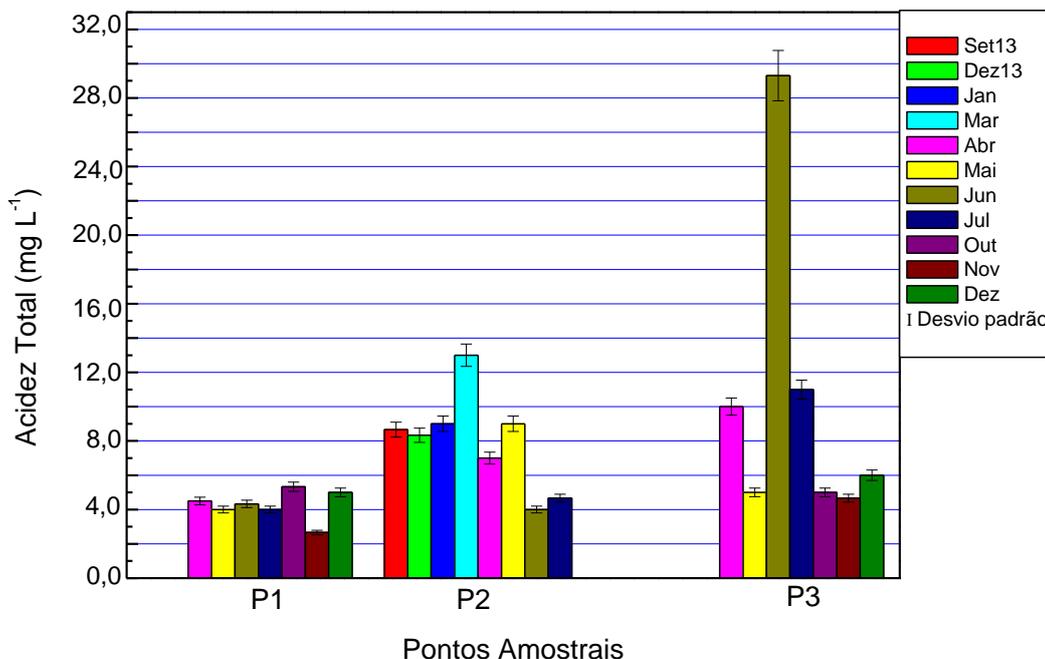
Figura 10: Avaliação espacial de oxigênio dissolvido da água do Rio Dourados



De acordo com a Resolução do CONAMA 357/05, valores de OD para a água classe II tem que ser acima de 5 mg L^{-1} . Nos pontos amostrados na Figura 10 observa-se que a concentração de OD ficou dentro da normalidade. No P1 entre 8 e 25 mg L^{-1} , P2 entre 8 e 16 mg L^{-1} , e no P3 entre 12 e 24 mg L^{-1} . Com exceção do mês de junho que apresentou maior valor de OD para o ponto 1, com concentração de 25 mg L^{-1} , observa-se um aumento gradual na concentração de OD da região da cabeceira em direção a foz. Os valores mais baixos no ponto 1, podem ser provenientes de possível poluição orgânica e contagem de coliformes, devido a este ponto se localizar próximo ao assentamento Itamaraty e este por sua vez não conter tratamento de esgoto em grande parte da região.

5.2.4 Acidez total

Figura 11: Avaliação espacial de acidez total da água do Rio Dourados



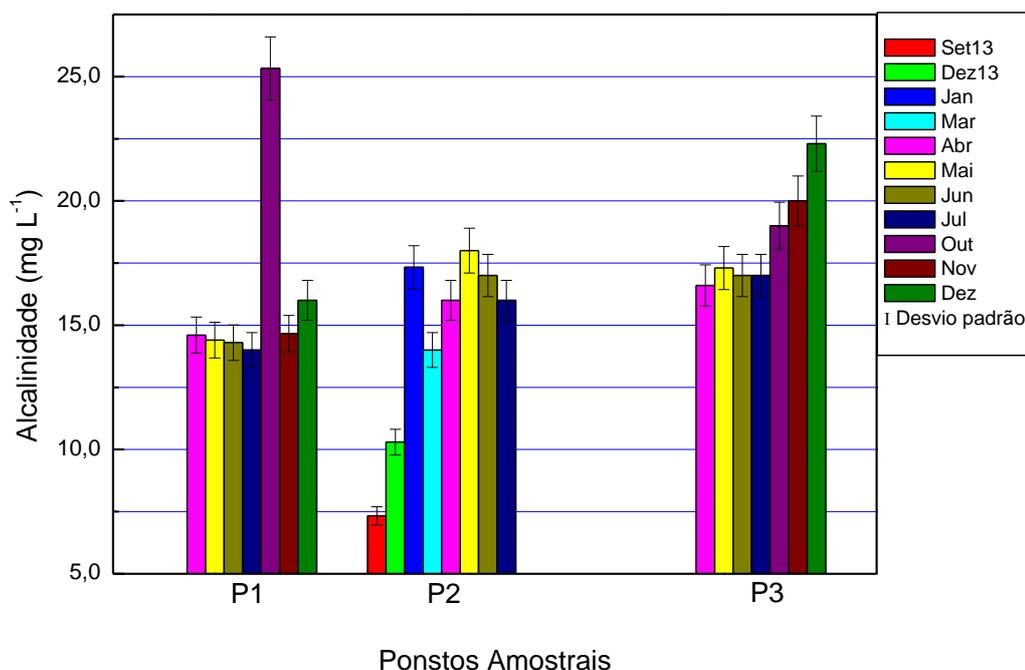
Valores aceitáveis de concentração de acidez para águas superficiais estão em torno de 10 mg L⁻¹. Com exceção do ponto 3 no mês de junho, com 29,30 mg L⁻¹. Observa-se na Figura 11 que as concentrações amostradas estão dentro do esperado. Observa-se também um aumento da concentração acida ao longo do rio.

Como já mencionado a acidez corresponde a quantidades de CaCO₃, entre pH 4,5 - 8,2 a acidez é carbônica, os valores obtidos de pH neste estudo (Figura 8), estão neste intervalo, o que condiz para uma acidez carbônica, porém no ponto 1 e ponto 3 para o mês de julho, dos 4 mg L⁻¹ encontrados, 1 mg L⁻¹ corresponde a acidez carbônica, no ponto 1, e no ponto 3 dos 11 mg L⁻¹, somente 3 mg L⁻¹ é da acidez carbônica. No ponto 2 outros ácidos são encontrados no mês de abril e junho, somente 4 mg L⁻¹ e 6 mg L⁻¹ respectivamente, provem de gás carbônico (CO₂).

Os ácidos restantes podem vir de ácidos minerais fortes, ácidos orgânicos, como também essa discrepância na concentração pode ser de origem antrópica, mais acentuada nesses meses estudados.

5.2.5 Alcalinidade

Figura 12: Avaliação espacial da alcalinidade da água do Rio Dourados



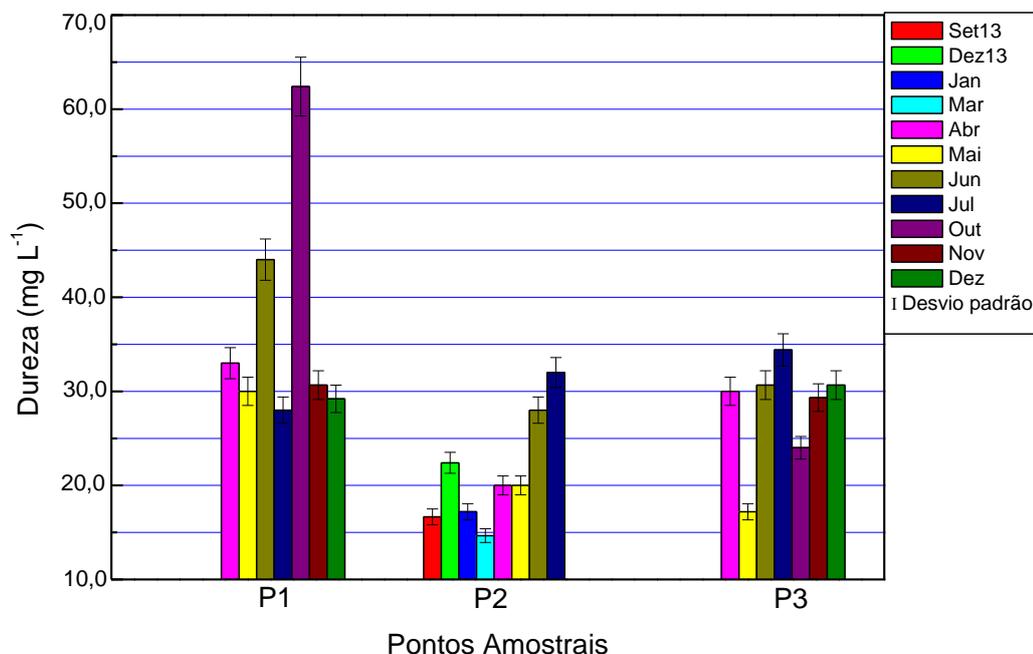
Como observado nos outros parâmetros, a alcalinidade também aumenta no prolongamento do rio, o que era esperado devido ao aumento da vazão e do alargamento natural do rio, acarretando a uma maior dissolução dos carbonatos existentes nos solos e rochas.

Conforme a Figura 12, não há variações da alcalinidade nos meses amostrados, os valores obtidos ficaram na faixa de 14 – 25 mg L⁻¹, para os pontos P1 e P3, e valores na faixa de 7-18 mg L⁻¹ para o P2. As concentrações obtidas devem-se somente aos íons bicarbonato (pH entre 4,0 – 8,0), natural para águas superficiais.

Segundo Libânio [5], a alcalinidade elevada esta associada a processos de decomposição da matéria orgânica, a alta liberação e dissolução de gás carbônico na água pela respiração de microorganismos e ao lançamento de efluentes industriais.

5.2.6 Dureza

Figura 13: Avaliação espacial da dureza total da água do Rio Dourados

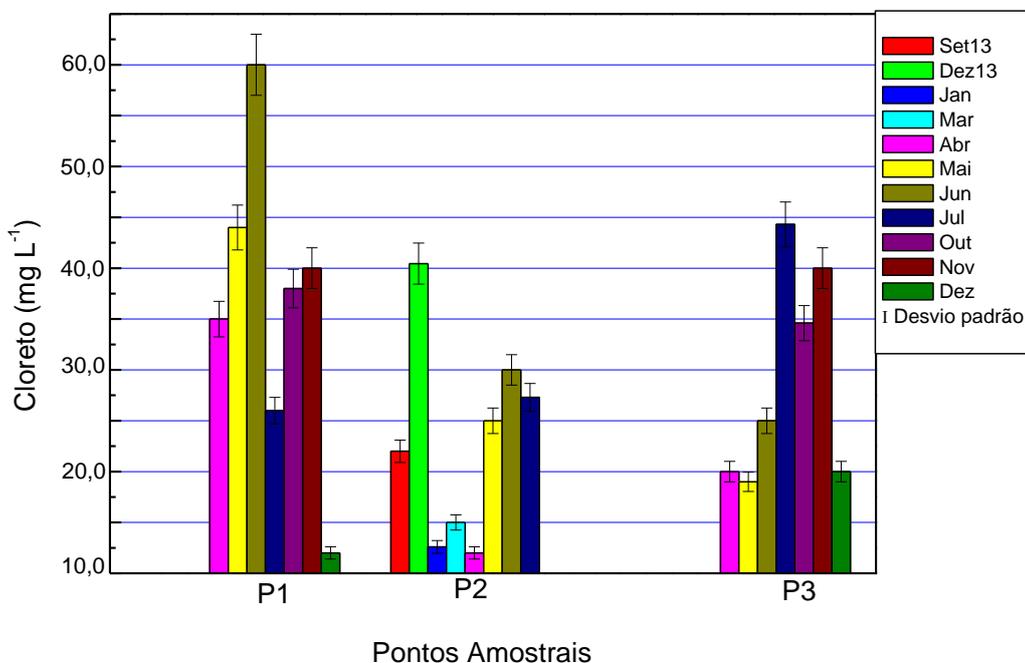


As águas superficiais no Brasil não ultrapassam 100 mg L^{-1} de concentração de CaCO_3 . O permitido pelo Ministério da Saúde é até 500 mg L^{-1} para água potável. Segundo Baird [29], pessoas que vivem em áreas de água dura apresentam menor índice de mortalidade por doenças cardíacas do que pessoas que vivem em locais com água muito leve. Ainda não está claro se a vantagem de beber água dura está relacionada ao teor de íons magnésio, ou na proteção que a água dura possa proporcionar devido à presença de outros íons, tais como o sódio e os íons de metal pesado.

Nos meses analisados segundo a Figura 13, os teores de dureza ficaram na faixa de $14 - 45 \text{ mg L}^{-1}$, com exceção ao mês de outubro no P1, $62,4 \text{ mg L}^{-1}$. Portanto classifica-se a água do Rio Dourados em água mole ($<50 \text{ mg L}^{-1}$). A discrepância no P1 pode estar associada ao maior lançamento de efluentes ou dissolução de rocha calcárias neste mês [29, 32].

5.2.7 Cloreto

Figura 14: Avaliação espacial de cloreto da água do Rio Dourados

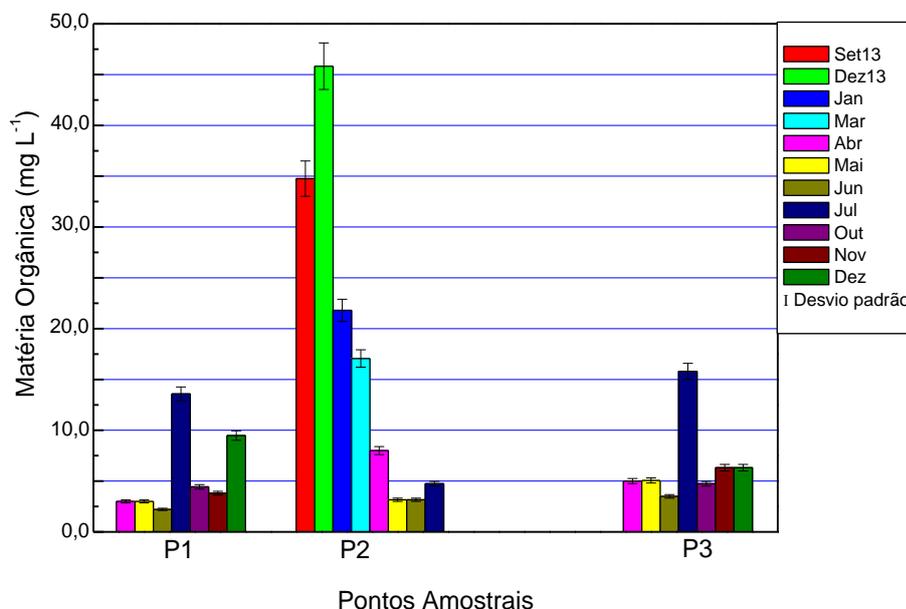


Nos pontos amostrados observa-se um declínio na concentração de cloreto no sentido da cabeceira a foz, com exceção do mês de julho no ponto 3, (45 mg L^{-1}) (Figura 14). Esses maiores valores na concentração de cloreto no ponto 1, estão relacionados à proximidade do ponto ao assentamento Itamaraty, uma vez que grande parte do assentamento não tem tratamento de esgoto. De acordo com a CETESB [30], o cloreto em águas superficiais é de fonte de descargas de esgoto sanitários e efluentes industriais como da indústria do petróleo, farmacêutica e curtumes. Cada pessoa elimina na urina cerca de 6 g de cloreto por dia, fazendo com que o esgoto apresente concentração de cloreto superior a 15 mg L^{-1} .

O valor estabelecido pelo CONAMA de cloreto é de 250 mg L^{-1} . Este valor também é adotado para padrões de potabilidade da portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde [23]. Os valores encontrados nos meses analisados estão dentro do permitido, entre $10 - 60 \text{ mg L}^{-1}$.

5.2.8 Matéria orgânica

Figura 15: Avaliação espacial da matéria orgânica da água do Rio Dourados



Do ponto de vista sanitário não há ressalvas para concentrações baixas de matéria orgânica.

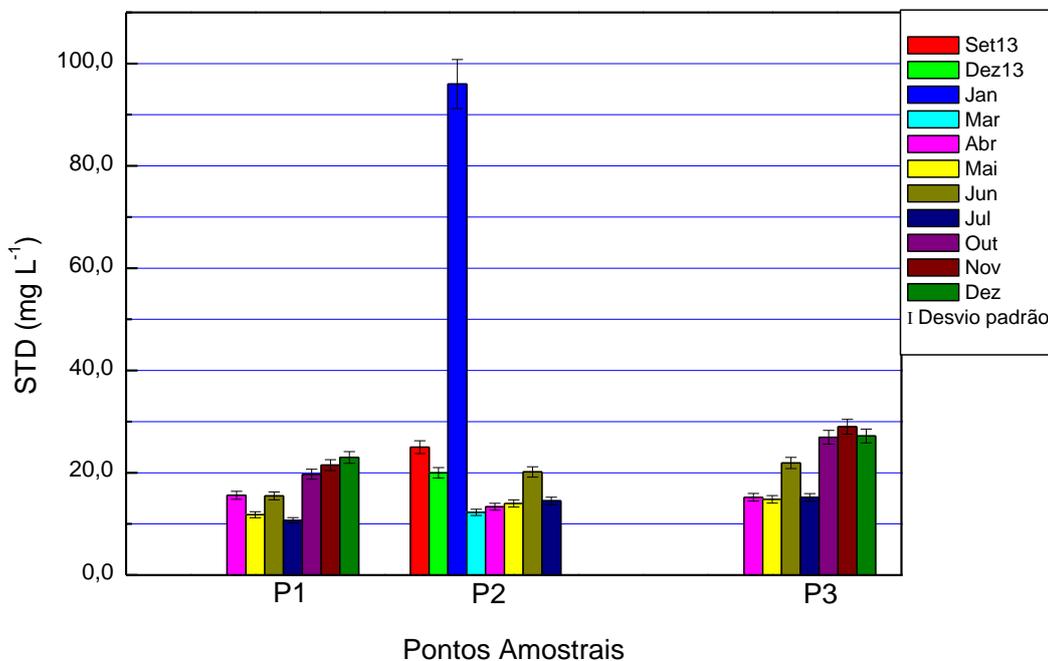
Nos pontos analisados (Figura 15) há um aumento na concentração no percurso do rio. O mês de julho apresenta-se atípico para os pontos estudados. No ponto 1 e 3 há um brusco aumento na concentração enquanto no ponto 2 a um declive, atingindo a concentração de 13,58 mg L⁻¹, 15,80 mg L⁻¹ e 4,74 mg L⁻¹ respectivamente. Essa discrepância pode estar associada ao grande volume de chuvas acima da média nesse mês como também a ação antrópica.

No ponto P2, nos meses de chuvas obtiveram maiores concentração de OC, na faixa de 17-34 mg L⁻¹.

Segundo Dias & Lima [45], a matéria orgânica é de ocorrência natural no ambiente, dentre os mais variados tipos de solos, resultado do intemperismo químico de minerais de silicato formadores de rochas. No recurso hídrico o OC deve-se aos processos de lixiviação de solos estimulados pelas chuvas e escoamento superficial, na qual são percolados para os corpos d'água.

5.2.9 Sólidos totais dissolvidos (STD)

Figura 16: Avaliação espacial dos STD da água do Rio Dourados



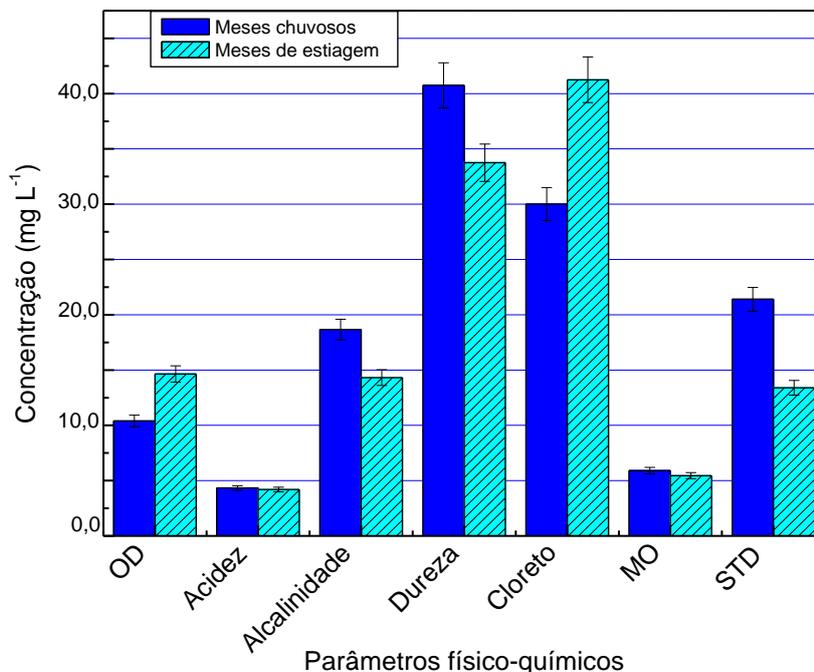
Sólidos totais dissolvidos provém de lixiviação do solo, erosão e detritos orgânicos, valores permitidos de sólidos são de até 500 mg L⁻¹, para uma qualidade de vida aquática [22].

Os valores amostrados de STD estão dentro do permitido. Ficaram na faixa de 10 - 22 mg L⁻¹, com exceção do mês de janeiro no P2, sendo de 96 mg L⁻¹ a concentração de STD (Figura 16). Este mês foi caracterizado por chuvas acima da média, assim com o aumento do nível de precipitação há a maior dissolução de detritos orgânicos, e material proveniente da lixiviação do solo.

Como já observado em outros parâmetros como alcalinidade, por exemplo, há um aumento gradual na concentração de sólidos no decorrer do rio, devido a entrada de afluentes e a maior dissolução de íons presentes nas rochas e no solo [8].

5.2.10 Período sazonal no ponto 1

Figura 17: Avaliação sazonal dos parâmetros físico-químicos da água do Rio Dourados no ponto 1



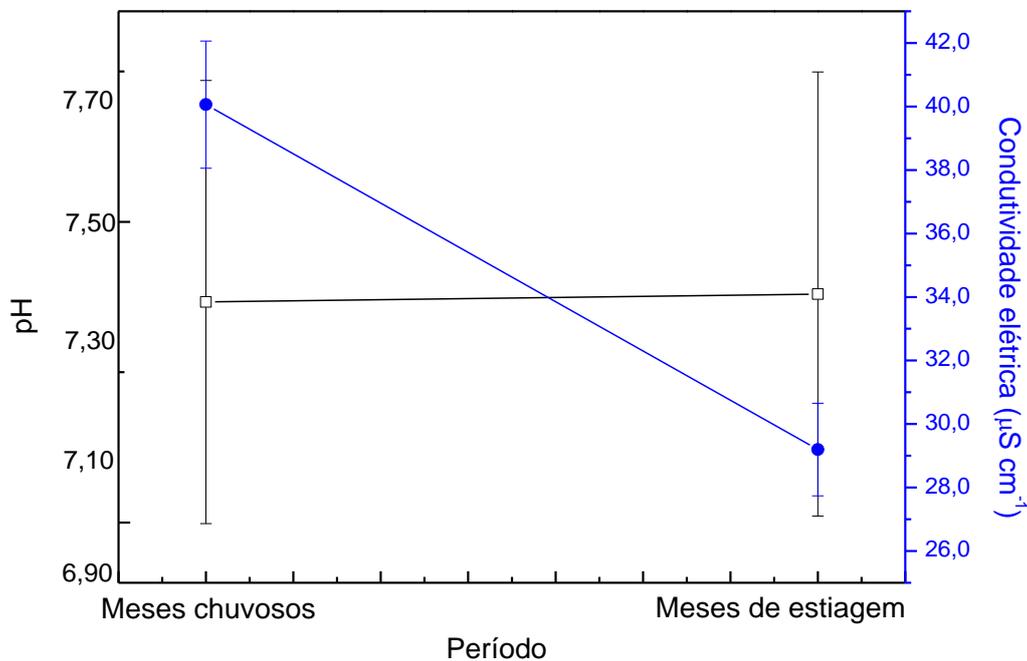
Os parâmetros analisados tendem a serem maiores nos períodos chuvosos, devido a diluição em função do maior volume de água e o alargamento natural do rio. Dissolução de íons CO_3^{2-} presentes em solos e rochas e poluição orgânica, também contribuem para o aumento da concentração dos parâmetros [8].

De acordo com a Figura 17, o parâmetro de cloreto, obteve 41 mg L⁻¹ de concentração média no período de estiagem, enquanto no período chuvoso obteve 30 mg L⁻¹. O que já era confirmado por Lemos *et al.* [46], que, atribuiu os maiores valores ao período de baixa precipitação e os valores menores a alta precipitação. Isto se deve à provável diluição ocorrida em função do maior volume de água no período chuvoso.

A concentração de oxigênio dissolvido também apresentou valores maiores no período de estiagem, devido a provável poluição orgânica e saturação de oxigênio.

Contudo, as concentrações médias de cloreto e OD estão dentro do permitido pelo CONAMA 537/05, junto com as concentrações médias dos demais parâmetros.

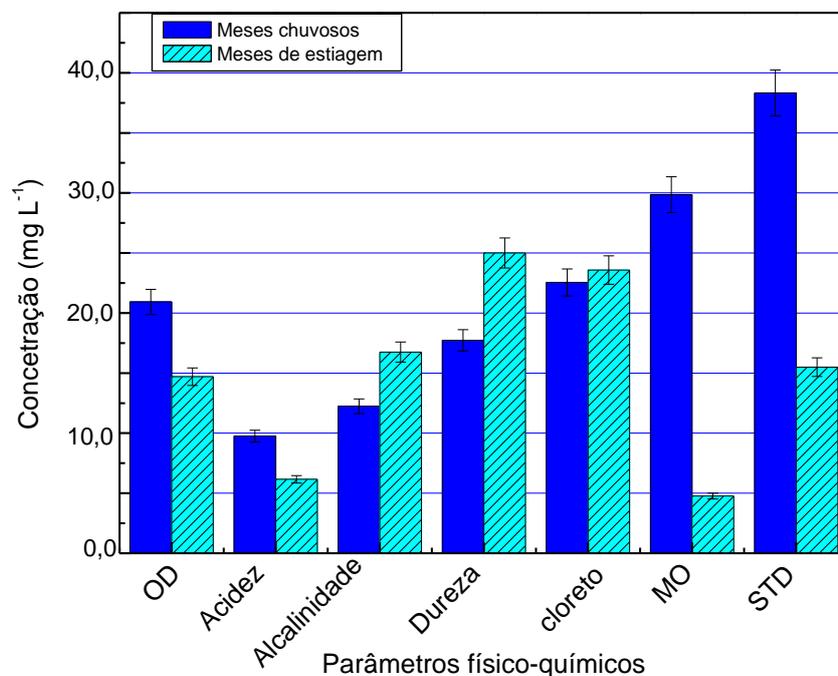
Figura 18: Avaliação sazonal do pH e condutividade elétrica da água do Rio Dourados no ponto 1. (□) pH; (●) Condutividade elétrica.



Em termos de sazonalidade, obteve-se um leve aumento de pH no período de estiagem para o ponto 1, com valor de pH 7,38, enquanto no período de chuvas obteve valor médio de 7,36, como observado na Figura 18. Deve-se ressaltar que o período de estiagem foi caracterizado por chuvas acima da média anual. Segundo Carvalho *et al.* [43], com o aumento das pluviosidades o pH tende a aumentar, aproximando da neutralidade, devido ao somatório de processos que diminuem a acidez, e maior a dissolução dos íons presentes no solo e nas rochas.

5.2.11 Período sazonal no ponto 2

Figura 19: Avaliação sazonal dos parâmetros físico-químicos da água do Rio Dourados no ponto 2

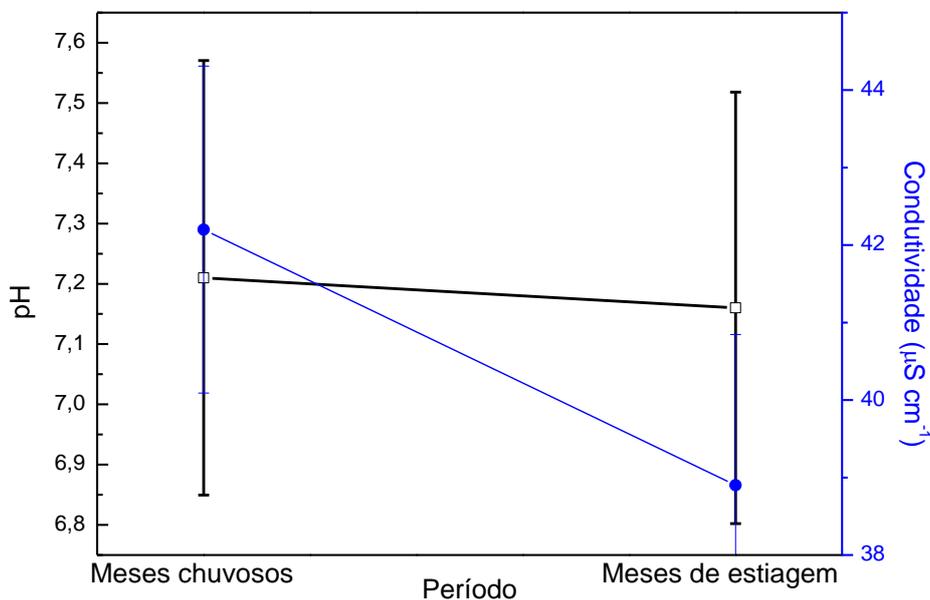


A concentração de OD recomendada para águas de Classe II é acima de 5,0 mg L⁻¹, para a sobrevivência de seres aeróbicos. Os valores obtidos nos períodos de chuva e estiagem observados na Figura 19, foram acima de 13 mg L⁻¹, indicando saturação de oxigênio.

Chuvas e estiagem fora da média registradas nos meses de estudo, (setembro, janeiro, junho e julho) e a presença antrópica, descaracterizam o período sazonal, como nos parâmetros alcalinidade e dureza, conforme a figura 19. Essa discrepância, simultânea nesses dois parâmetros era esperado devido à dissolução dos íons cálcio e magnésio presente nas rochas e no solo [5]. Porém os valores obtidos estão dentro da máxima permitido pelo CONAMA 357/05, com concentração até 30 mg L⁻¹ para alcalinidade e 500 mg L⁻¹ de CaCO₃ para teores de dureza.

O teor de cloreto (Cl⁻) teve um ligeiro aumento nos meses de estiagem, sendo de 23,57 mg L⁻¹ neste período e nos meses de chuva 22,54 mg L⁻¹, já confirmado por Lemos *et al.* [46]. Isto se deve à provável diluição ocorrida em função do maior volume de água no período chuvoso.

Figura 20: Avaliação sazonal do pH e condutividade elétrica da água do Rio Dourados no ponto 2. (□) pH; (●) Condutividade elétrica.

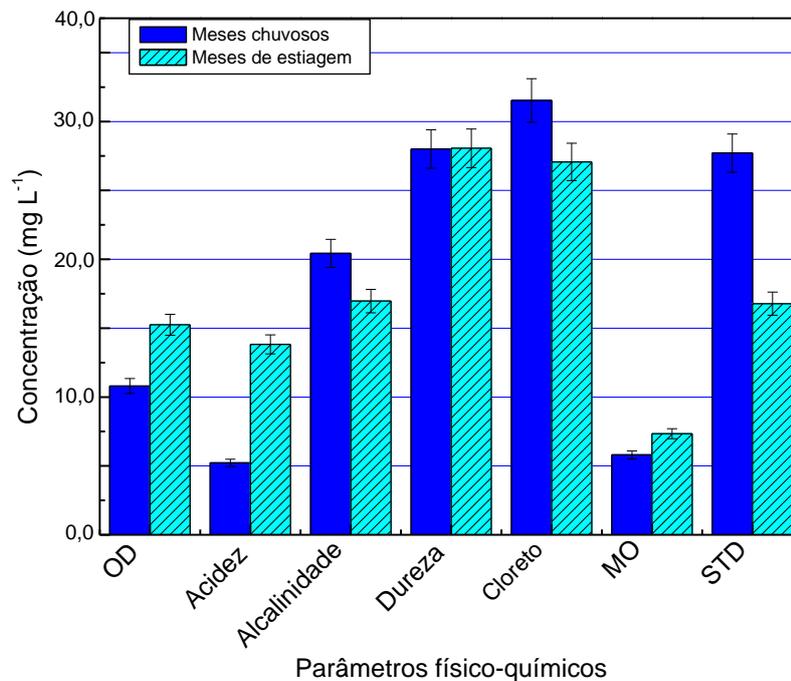


A condutividade elétrica apresenta valores menores que $20 \mu\text{S cm}^{-1}$ em regiões onde há floresta conservada e valores maiores que $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ em áreas devastadas [25]. Conforme a Figura 20, na cidade de Fátima do Sul, obteve - se valores de $38 \mu\text{S cm}^{-1}$ nos meses de estiagem e $42 \mu\text{S cm}^{-1}$ nos meses chuvosos, o rio neste ponto sofre ação antrópica, contudo ainda contém mata ciliar preservada pela população.

Contudo os valores de pH e condutividade estão dentro do valor permitido.

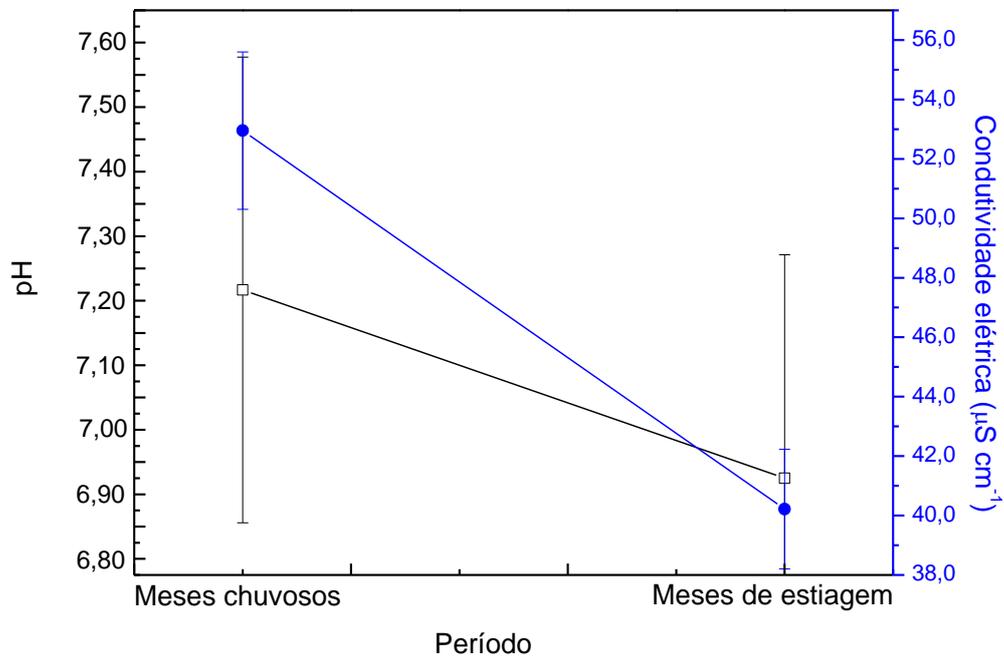
5.2.12 Período sazonal no ponto 3

Figura 21: Avaliação sazonal dos parâmetros físico-químicos da água do Rio Dourados no ponto 3



No ponto 3, os parâmetros OD, acidez e OC, registraram concentrações médias maiores no período de estiagem, observado na Figura 21. Isto se deve a maior dissolução da matéria orgânica, dissolução de carbonatos presentes em rochas calcárias, que foram proporcionadas pelo aumento do nível pluviométrico registrado nesse período e pelo alargamento do rio, visto que o ponto 3 é próximo a foz.

Figura 22: Avaliação sazonal do pH e condutividade elétrica da água do Rio Dourados no ponto 3. (□) pH; (●) Condutividade elétrica.



Os valores médios de pH e condutividade para o ponto 3 estão dentro do permitido, conforme a Figura 22. Apresentam maiores valores no período de chuvas, já confirmando pela literatura. Com o aumento do nível de precipitação, há um aumento na dissolução de íons e de compostos provenientes da lavagem do solo, acarretando assim um aumento de pH e condutividade elétrica [43, 44].

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO

Com base nos dados analisados conclui-se que os índices pluviométricos ainda se fazem fortes em alguns parâmetros, observados na espacialidade dos pontos, embora haja a descaracterização dos ciclos sazonais devido as distribuições desuniforme de chuvas.

As influências da ação antrópica e das APPs mostram-se fortes em alguns parâmetros, como a acidez total que, se fez presente também na forma de ácidos orgânicos e minerais, nos meses de estiagem. O oxigênio dissolvido e a matéria orgânica, também apresentaram variações principalmente nos pontos 1 e 2, pontos estes que sofrem maior ação antropogênica.

No ponto 2, ainda é observado a influência antrópogênica nos períodos sazonais nas concentrações de alcalinidade e dureza. No ponto 3 não foi observado fortes alterações na qualidade da água.

Entretanto, mesmo com a descaracterização dos ciclos sazonais em alguns parâmetros amostrados, e algumas alterações na qualidade da água, os resultados não ultrapassaram os limites permitidos pela Resolução do CONAMA 357/05, não havendo assim restrição ao uso da água do Rio Dourados.

CAPÍTULO 7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. BRAGA, B. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2.ed. São Paulo: Perarson Prentice Hall, 2005.
- [2]. TUNDISI, J. G. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 4, p. 31-33, 2003.
- [3]. SAMPAIO, A. C. S. **Metais pesados na água e sedimentos dos rios da Bacia do Alto Paraguai**. Campo Grande/MS, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais – UFMS, 2003. Dissertação de Mestrado, 76p.
- [4]. NOORI, R.; SABAHI, M. S.; KARBASSI, A. R.; BAGHVAND, A.; TAATI ZADEH, H. Multivariate statistical analysis of surface water quality based on correlations and variations in the data set. **Desalination**, v.260, p.129-136, 2010.
- [5]. LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Editora, 2005.
- [6]. BAIO, J. A. F. **Avaliação da contaminação nos principais corpos d'água do município de São Carlos/SP**. São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Ciências – USP, 2009. Dissertação de mestrado, 111p.
- [7]. DE PAULA, S. M.; RAMIRES, I.; DANTAS, F. G. S.; TEODÓSIO, T. K. C.; CAMPOS, K. B. G.; BRABES, K. C. S.; NEGRÃO, F. J. Qualidade da água do Rio Dourados/MS – parâmetros físico-químicos e microbiológicos. **Evidências**, v. 13, p. 83-100, 2013.
- [8]. KOTTWITZ, J. **Avaliação espacial e sazonal da qualidade da água do Rio Dourados. Dourados/MS**. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental – UFGD, 2012. Dissertação de Mestrado, 109p.
- [9]. GRIBBIN, John E. **Introdução a Hidráulica, Hidrologia e Gestão de Águas Pluviais**. 3.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- [10]. RICHTER, C. A. e NETO, J. M. A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. 1ªed (1991). São Paulo: Blucher, 2007.
- [11]. ARANA, L. V. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões**. Tradução de Marlene Alano Coelho, 2ª ed. revisada e ampliada. Florianópolis: Ed. da UFSC, p.23-31, 2004.

- [12]. FIGUÊIREDO, G. J. A. de. **Avaliação da Presença de Alumínio na Água do Sistema de Abastecimento Público da Cidade de João Pessoa e Grande João Pessoa no Estado da Paraíba e os Possíveis Riscos para a Saúde da População.** João Pessoa/PB. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e meio ambiente - UFPB/CCEN/PRODEMA, 2004. Dissertação de mestrado, 116p.
- [13]. JÚNIOR, J. S. P. Recursos Hídricos – Conceituação, Disponibilidade e Usos. **Consultoria Legislativa**, abr., p.3-5, 2004.
- [14]. REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Organização e coordenação Científica). **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** 2ª ed. São Paulo: Escrituras, p.1-70, 2002.
- [15]. RODRIGUES, O. M. P.; CARNIER, L. E. Avaliação do desenvolvimento geral de crianças de um a cinco anos de idade contaminadas por chumbo. **Interação em Psicologia**, v.11, n.2, p.269-279, 2007.
- [16]. MARQUES, M. N. **Avaliação do impacto de agrotóxico em áreas de proteção ambiental, pertencente a bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape/SP. Uma contribuição a análise crítica da Legislação sobre o padrão de potabilidade.** São Paulo/SP. Programa de Pós-Graduação em Ciência na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais – USP, 2005. Tese de Doutorado, 198 p.
- [17]. GARCIA, A. F.; HOLLEMBERG. M. C. Determinação voltamétrica do herbicida glifosato em águas naturais utilizando eletrodo de cobre. **Química Nova**, v. 30, p. 1592-1596, 2007.
- [18]. SILVESTRE, R.; SILVA, F. G.; DE PAULA, S. M.; RAMOS, L. A.; W.D. FERNANDES, W. D. Formigas como indicadores ecológicos do manejo e conservação da mata ciliar do Rio Dourados, Mato Grosso do Sul. **Biológico**, v. 69, suplemento 2, p. 43-48, 2007.
- [19]. SCORZA JÚNIOR, R. P.; SILVA, J. P. Avaliação do Potencial de Contaminação dos Recursos Hídricos por Pesticidas na Bacia do Rio Dourados, MS. **Pesticidas: Revista ecotoxicologia e meio ambiente**, v.17, p. 87-93, 2007.
- [20]. SCORZA JÚNIOR; Pesticidas, agricultura e recursos hídricos. Circular Técnica-12, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa**, 2006.
- [21]. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. "Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA." Ministério do Meio Ambiente, 2011. 9p.
- [22]. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. (Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências). Ministério do Meio Ambiente, 2005. 23p.

- [23]. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de portabilidade e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 59, Seção 1, p. 266-270, 2004a.
- [24]. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 302, de 20 de março de 2002. (Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno). Ministério do Meio Ambiente, 2002. 4p.
- [25]. TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotrópica**, v.10, n.4, p.67-75, 2010.
- [26]. DANIEL, O; VITORINO, A. C. T.; VERONESI, C. de O.; QUEIROZ, L. S.; GELAIN, E. Mapeamento do uso da terra na bacia do Rio Dourados-MS, por meio de imagens Landsat. DCA/UFMS, 2002.
- [27]. RAZMKHAH, H.; ABRISHAMCHI, A.; TORKIAN, A. Evaluation of spatial and temporal variation in water quality by pattern recognition techniques: A case study on Jajrood River (Tehran, Iran). **Journal of Environmental Management**, v.91, p.852–860, 2010.
- [28]. BOUZA-DEAÑO, R. Trend study and assessment of surface water quality in the Ebro River. **Journal of Hydrology**, v.361, p. 227-239, 2008.
- [29]. BAIRD, C. e CANN, M. **Química Ambiental**. 4^aed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- [30]. CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Variáveis de qualidade das águas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas#cloreto>, acessado em junho de 2014.
- [31]. ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2^a ed, Rio de Janeiro: Interciência, INEP, 575p, 1998.
- [32]. BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p.
- [33]. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20^a ed. (CD), Washington, D. C., 1998.
- [34]. MACÊDO, J. A. B. de. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas**. CRQ – MG, 3^a ed. Atualizada e Revisada. Belo Horizonte, MG: 2005.
- [35]. _____, Determinação da Alcalinidade e do Oxigênio Consumido. Disponível em: <http://www.tratamentodeagua.com.br> Acessado em outubro de 2014.

- [36]. FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI-FILHO, E. A importância do oxigênio dissolvido em ambientes aquáticos. **Química Nova na Escola**, v. 22, p. 10-16, 2005.
- [37]. VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. 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.
- [38]. MACEDO, M. M. F. A complexidade sobre o Rio Dourado. Disponível em: <http://www.fatimanews.com.br/noticia/geografo-de-fatima-do-sul-aborda-a-complexidade-sobre-o-rio-dourado/60720>, acessado em maio de 2014.
- [39]. MATO GROSSO DO SUL. Microbacia Hidrográfica do Rio Dourados: diagnóstico e implantação da rede básica de monitoramento da qualidade das águas. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Fundação Estadual de Meio Ambiente Pantanal. Coordenadoria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental. Campo Grande, MS, 2000.
- [40]. ARAI, F. K.; PEREIRA, S. B.; DE OLIVEIRA, F. C.; DAMÁLIA, L. S. Caracterização hidromorfométrica da bacia do Dourados localizada no centro-sul do Mato Grosso do Sul. **Revista Agrarian**, v.5, p.270-280, 2012.
- [41]. ARAI, F. K.; GONÇALVES, G. G. G.; PEREIRA, S. B.; COMUNELLO, E.; VITORINO, A. C. T.; DANIEL, O. Espacialização da precipitação e erosividade na bacia hidrográfica do Rio Dourados – MS. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 30, p. 922-932, 2010.
- [42]. BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agropecuária Oeste. Condições Meteorológicas, Estação de Dourados, MS. Disponível em: <http://www.cpa.embrapa.br/clima/?IC=site/boletins/pesquisa>, acessado em janeiro de 2015.
- [43]. CARVALHO, A. R.; SCHLITZER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, v. 23, p. 618-622, 2000.
- [44]. PAIVA, L. C.; SOUZA, A. O. Avaliação de alguns parâmetros físico-químicos da água do rio Riachão no município de Caatiba – BA. **Enciclopédia Biosfera**. Centro Científico Conhecer – Goiânia, v.6, n.9, 11p, 2010.
- [45]. DIAS, J. C.; LIMA, W. N.; Departamento de Química, Centro de Ciências Exatas e Naturais, UFPA, v.4, 16p, 2004.
- [46]. LEMOS, M.; NETO, M. F.; DIAS, N. DA S. Sazonalidade e variabilidade espacial da qualidade da água na Lagoa do Apodi, RN. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 155-164, 2010.
- [47]. CARNEIRO, M. A.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T. V. COMUNELLO, E. Aptidão da Bacia do Rio Dourados para o cultivo de algumas espécies de eucaliptos. **FLORESTA**, v. 36, p. 331-342, 2006.

[48]. BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 1ª ed. Brasília: FUNASA, 2004b. 146 p.