

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa Programa de Pós-Graduação
Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável

IGOR SILVA BARBOSA

**ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E METAIS
PRESENTES NAS NASCENTES DO RIO MEIA PONTE**

GOIÂNIA
2015

IGOR SILVA BARBOSA

**ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E METAIS
PRESENTES NAS NASCENTES DO RIO MEIA PONTE**

Dissertação de Mestrado Multidisciplinar, da
Pontifícia Universidade Católica de Goiás,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Ecologia e Produção
Sustentável.

Orientadora: Profa. Dra. Cleonice Rocha

GOIÂNIA
2015

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação (CIP)
(Sistema de Bibliotecas PUC Goiás)

Barbosa, Igor Silva.

B238a Análise dos parâmetros físico-químicos e metais presentes nas nascentes do Rio Meia Ponte [manuscrito] / Igor Silva Barbosa – Goiânia, 2015.

72 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável, 2015.

“Orientadora: Profa. Dra. Cleonice Rocha”.

Bibliografia.

1. Água. 2. Físico-química. I. Título.

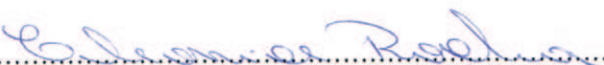
CDU 628(043)

IGOR SILVA BARBOSA

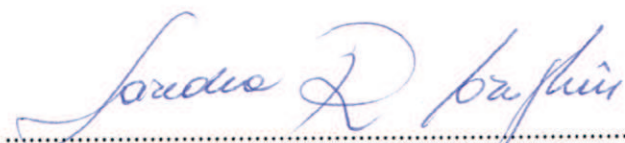
**ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E METAIS
PRESENTES NAS NASCENTES DO RIO MEIA PONTE**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DEFENDIDA E APROVADA EM 25 DE FEVEREIRO DE 2015

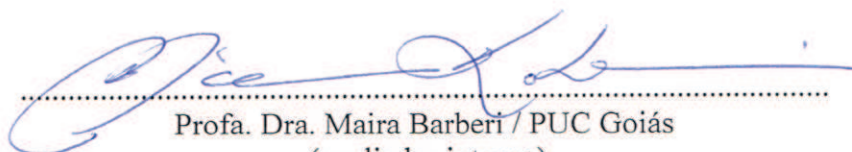
BANCA EXAMINADORA



Profª. Dra. Cleonice Rocha / PUC Goiás
(presidente-orientador)



Profª. Dra. Sandra Regina Longhin / IFG
(avaliador externo)



Profª. Dra. Maira Barberi / PUC Goiás
(avaliador interno)

Dedico esse trabalho principalmente a minha família e amigos

AGRADECIMENTO

Agradeço toda minha família, em especial a minha mãe que me deu todo o suporte emocional e financeiro, ao meu irmão Vitor que foi um dos maiores incentivadores para que eu pudesse entrar no Mestrado, a minha namorada que soube entender a minha dedicação e que me ajudou bastante.

A todos meus amigos que me afastei nesse período devido a necessidade de estar focado nos estudos, particularmente quero agradecer ao apoio dado pelo amigo Aluízio Barcelos e Helves Belmiro que me ajudaram tecnicamente em várias atividades, contribuindo assim para o bom andamento do Mestrado.

Agradeço ao professor Mestrando na área das ciências exatas pela UFT Indalecio Ferreira que atualmente é servidor da Seduc PA, por ter me ajudado na parte dos dados estatísticos e formulação de tabelas e gráficos da dissertação.

Agradeça ao Professor Dr. Clistenes Williams Araujo do Nascimento pelas análises dos metais e a Ana Paula Rodriguêz pelo apoio na coleta e preparo das amostras.

À Secretaria de Educação do Estado do Pará (Seduc), que me concedeu o direito a licença aprimoramento remunerada durante todo o período da realização do Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável.

Aos meus Diretores da Escola Archangela Milhomem que me apoiaram e me incentivaram a está me dedicando para um bom andamento do mestrado e da dissertação.

Ao Maykson Michel Pereira Nunes que ajudou na parte de formatação de dissertação.

A Professora Jéssica Bruna que corrigiu os erros ortográficos e de concordância da dissertação.

A todos os meus colegas do curso, em especial a minha amiga Marcília Davantel, que foi em vários momentos uma orientadora e uma conselheira e não mediu esforços para me ajudar.

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pelo suporte financeiro para realização desse trabalho.

A Todo o corpo Docente da PUC Goiás, em especial a minha querida Professora, Orientadora e amiga Dra. Cleonice Rocha que esteve junto comigo nessa grande jornada do trabalho de conclusão, meu muito obrigado.

RESUMO

Nessa dissertação foi determinada as variações de parâmetros físico-químicos e metais poluentes em água nas nascentes do rio meia ponte em Goiás, onde foram coletadas amostras de 20 pontos a jusante e montante e os dados foram tratados estatisticamente. No Parâmetro físico-químico foi avaliado pH, condutividade, Oxigênio Dissolvido, Temperatura e Luminosidade. Os parâmetros pH e luminosidade encontraram-se dentro da normalidade estabelecida pela legislação. Em relação a Condutividade e Oxigênio Dissolvido ocorreram variações significativas de acordo com os padrões do CONAMA 357/2005. No parâmetro condutividade no ponto de coleta 17 na jusante assim como na montante, os índices ficaram bem elevados e são justificados devido a produção de ruminantes próxima aos pontos de coletas e também ao terreno ter alto declive, facilitando o escoamento de resíduos da produção para o leito do rio. Em relação ao parâmetro OD, foi observada anomalias nos pontos 10,11,12,13,14,15 e 19, são justificados esses aumentos devido a alguns fatores como: ações antrópicas e áreas de várzeas nos locais de coleta. Para os metais poluentes, foi observado em todas as amostras, que o Cu e Cr estão dentro dos padrões estabelecidos pela legislação para águas potáveis, Cd e Pb apresentaram valores elevados apenas em uma mostra coletada no ponto 1, que pode ser devida principalmente a ação antrópica, já o Zn apresentou valor elevado apenas no ponto 3, o Mn por sua vez foi o metal que esteve acima dos padrões em maior número de pontos podendo ser observadas alterações nos pontos, 1,2,9,10,11,13,15,16,18 e 20, isso provavelmente deve-se às características geológicas da região onde as amostras foram coletadas.

Palavra-chave: Parâmetros físico-químicos da água, Águas Naturais, Metais em Água.

ABSTRACT

In this dissertation was determined variations in physicochemical parameters and metal pollutants in water collected in the springhead of the Meia Ponte river Goiás, samples were collected from 20 points downstream and upstream and the data were statistically treated. The physicochemical parameters evaluated were pH, conductivity, dissolved oxygen, temperature and luminosity. The pH and luminosity showed in accord with by law. With respect to conductivity and dissolved oxygen were observed variations when compared to CONAMA 357/2005 standards, the conductivity parameter in the collection point 17 in both in the downstream as well as in the upstream the indexes was too high, it can be justified because of the production of ruminants next to the collection points and also to the have high ground slope, facilitating the flow of wastes from the production to the riverbed. For OD parameter were observed anomalies in points 10,11,12,13,14,15 and 19, those increases are justified because by factors such as: anthropic actions and flood plains in the collection locations. For metals pollutants were observed in all the samples, that Cu and Cr are in accord to the standards set out by law for drinking waters, Cd and Pb showed high values only in point 1 which can mainly due to antropic action, already Zn showed a high value only in point 3, Mn on the other hand was the metal that was above the standard in highest number of points, alterations can be observed in the points 1,2,9,10,11,13,15,16,18, and 20, this was probably due to the geological characteristics of the region which the samples were collected.

Keyword: Physicochemical parameters in water, Water Natures, Metals in Water.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Principais usos das águas no Brasil	18
Figura 2	Bacia Hidrográfica do alto Meia Ponte, GO.....	38
Figura 3	Coleta de Amostra em campo.....	40
Figura 4	Armazenamento da Amostra.....	41
Figura 5	Aparelhos para realizar análises dos parametrons fisico-quimicos.....	41
Figura 6	Realização das análises fisico-quimicas.....	41
Figura 7	Características do ponto de coleta 2.....	42
Figura 8	Ações Antropicas observadas no ponto de coleta 2.....	42
Figura 9	Assoreamento observado no ponto de coleta 5.....	43
Figura 10	Vegetação do ponto de coleta 5.....	43
Figura 11	Vegetação do ponto de coleta 9.....	43
Figura 12	Formações rochosas no ponto de coleta 9.....	43
Figura 13	Valores médio, máximo e mínimo de pH das amostras coletadas a jusante e a montante nas nascentes do rio Meia..	46
Figura 14	Frequência de valores de pH a Jusante.....	46
Figura 15	Frequência de valores de pH a Montante.....	46
Figura 16	Valores médio, máximo e mínimo de condutividade das amostras coletadas a jusante e a montante nas nascentes do rio Meia Ponte.....	47
Figura 17	Frequencia de valores de Condutividade Jusante.....	48
Figura 18	Frequência de valores de Condutividade Montante.....	48
Figura 19	Valores médio, máximo e mínimo de OD das amostras coletadas a jusante e a montante nas nascentes do rio Meia Ponte.....	49
Figura 20	Frequência de valores OD Jusante.....	49
Figura 21	Frequência de OD Montante.....	49
Figura 22	Valores médio, máximo e mínimo de Temperatura das amostras coletadas a jusante e a montante nas nascentes do rio Meia Ponte.....	50
Figura 23	Frequência de valores de Temperatura Jusante.....	51
Figura 24	Frequência de valores de Temperatura Montante.....	51

Figura 25	Valores médio, máximo e mínimo de Luminosidade das amostras coletadas a jusante e a montante nas nascentes do rio Meia Ponte.....	51
Figura 26	Frequência de valores luminosidade Jusante.....	52
Figura 27	Frequência de valores luminosidade Montante.....	52
Figura 28	Valores médio, máximo e mínimo de Altitude dos pontos de coleta.....	52
Figura 29	Frequência dos valores altitude dos pontos amostrados.....	53
Figura 30	Valores médio, máximo e mínimo de Zn das amostras coletadas a jusante e a montante nas nascentes do rio Meia Ponte.....	57
Figura 31	Frequência de concentração do Zn Jusante.....	58
Figura 32	Frequência de concentração Zn Montante.....	58
Figura 33	Valores médio, máximo e mínimo de Mn das amostras coletadas a jusante e a montante nas nascentes do rio Meia Ponte.....	59
Figura 34	Frequência de concentração Mn Jusante.....	59
Figura 35	Frequência de concentração Mn Montante.....	59

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1	Classificação das águas doces e uso.....	20
Quadro 2	Informações sobre os pontos de coleta.....	39
Quadro 3	Parâmetros físico-químicos de amostras coletadas nas nascentes do rio Meia Ponte.....	44
Tabela 1	Descrição dos parâmetros físico-químicos coletados em cursos d'água do rio Meia Ponte.....	45
Quadro 4	Concentração de Metais (Cu, Cd, Cr, Pb, Zn, Mn) nas amostras coletadas nas nascentes do rio Meia Ponte.....	53
Tabela 2	Concentração de metais poluentes (mgL ⁻¹) nas quarenta amostras de água dos cursos d'água das nascentes do rio Meia Ponte.....	54
Tabela 3	Comparação entre as avaliações dos parâmetros físico-químicos de amostras coletadas a jusante e montante nas nascentes do rio Meia Ponte.....	61
Tabela 4	Comparação das concentrações de metais poluentes (mg L ⁻¹) nas amostras de água coletadas a jusante e montante nas nascentes do rio Meia Ponte.....	62

LISTA DE ABREVIÇÕES E SIGLAS

Cd	Cádmio
Cr	Cromio
Cond	Condutividade
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Cu	Cobre
HCl	Ácido Clorídrico
IQA	Índice de Qualidade de Água
Jusan	Jusante
L	Litro
Mont	Montante
Mn	Manganês
m	metro
OD	Oxigênio Dissolvido
Pb	Chumbo
pH	Potencial Hidrogeniônico
T	Temperatura
Zn	Zinco

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1 ÁGUAS NATURAIS	17
1.1 QUALIDADE DA ÁGUA	19
1.2 VARIÁVEIS DA QUALIDADE DA ÁGUA	22
1.2.1 Parâmetros físicos	22
1.2.1.1 Cor.....	22
1.2.1.2 Turbidez.....	23
1.2.1.3 Temperatura	24
1.2.1.4 Condutividade.....	25
1.2.2 Parâmetros químicos	25
1.2.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH).....	26
1.2.2.2 Nitrogênio	26
1.2.2.3 Fósforo	28
1.2.2.4 Oxigênio Dissolvido (OD)	28
1.3 METAIS	28
1.3.1 Cobre.....	30
1.3.2 Cádmio	31
1.3.3 Cromo.....	32
1.3.4 Chumbo.....	33
1.3.5 Manganês.....	34
1.3.6 Zinco.....	35
2 MATERIAIS E MÉTODOS	37
2.1. ÁREA DE ESTUDO	37
2.1.1 Características físicas e geográficas do Rio Meia Ponte.....	37
2.2 AMOSTRAGEM	38
2.2.1 Coleta de água para análise de metais	39
2.2.2 Análises dos metais poluentes em água	40
2.2.3 Análises físico-química	40
2.3 ANÁLISES DOS DADOS	41
2.3.1 Apresentação dos resultados	41
2.3.2 Comparações entre as avaliações	41

3 RESULTADOS E DISCURSSÃO	42
3.1 DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICA DOS PONTOS DE COLETA.....	42
3.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	43
3.2.1 pH (Potencial Hidrogeniônico).....	45
3.2.2 Condutividade	47
3.2.3 Oxigênio Dissolvido (OD)	49
3.2.4 Temperatura	50
3.2.5 Luminosidade	51
3.2.6 Altitude	52
3.3 CONCENTRAÇÃO DE METAIS POLUENTES.....	53
3.3.1 Cobre.....	55
3.3.2 Cádmio	55
3.3.3 Cromo.....	56
3.3.4 Chumbo.....	56
3.3.5 Zinco.....	57
3.3.6 Manganês.....	59
3.4 COMPARAÇÃO ENTRE AS VARIAÇÕES MONTANTE E JUSANTE. ..	60
3.4.1 Parâmetros físico-químicos	60
3.4.2 Concentrações de metais poluentes	61
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

INTRODUÇÃO

A água¹ é uma substância de fundamental importância para a vida dos organismos, estando presente em todas as estruturas químicas do organismo vivo. O ser humano quando em período fetal e em seus primeiros anos de vida apresentam mais de 80% da sua massa em água.

A substância química possui um conjunto de características físico-químicas, fundamentais para o desenvolvimento dos organismos. As águas naturais variam de acordo com fatores intrínsecos ou pela ação antrópica. No Brasil a regulamentação das águas naturais é especificada na resolução 357/2005 do CONAMA que a classifica de acordo com sua utilização.

O estado de Goiás é reconhecido nacionalmente como berço das águas, águas emendadas, por conter dentro de seu espaço territorial a confluência de grandes bacias hidrográficas, como a bacia do Araguaia Tocantins, bacia do Paraguai-Paraná e bacia do São Francisco.

Em Goiás se destaca a presença do rio Meia Ponte que banha cerca de 36 municípios, incluindo a capital Goiânia, que concentra 45,7% da população do estado de Goiás (GALINKIN, 2003). Em função dessa ocupação, a bacia do rio Meia Ponte torna-se importante, pois sua utilização intensiva engloba a produção de alimentos, abastecimento público e usos múltiplos da água pela população e outros.

A agricultura e a pecuária no estado de Goiás são as principais fontes de renda, devido às características de suas terras como também a presença abundante de recursos hídricos, que sendo utilizada, de forma desordenada, traz alterações nas características das águas naturais que banham o estado.

A utilização de práticas intensivas na agricultura e na pecuária causam alteração nas características físico-químicas das águas naturais, como também o aporte de metais poluentes que, em alta concentração, podem promover problemas a animais e a saúde humana (BARRETO e BITAR, 2011).

As características naturais da água são alteradas devido a chegada aos mananciais pelo assoreamento do solo e a falta de vegetação nas margens dos

1) No presente trabalho o termo água será usado para designar a substância química H₂O e águas naturais a água presente nos diferentes cursos de água.

rios, de substâncias oriundas da produção agropecuária como defensivos agrícolas e também dejetos liberados por animais (MORAES e JORDÃO, 2002), sendo a chuva um dos principais meios de condução.

O uso de práticas não sustentáveis vem alterando as características da água até mesmo nas nascentes, pois a prática de produção muitas vezes não respeita o meio ambiente, não conserva a vegetação e a biodiversidade, principalmente próxima a rios. Além disso, a manipulação inadequada dos resíduos das práticas agropecuárias trazem problemas ao meio ambiente.

As águas de nascente são de origem subterrânea e na sua essência é uma água livre de grandes variações quanto aos parâmetros físico-químicos e a presença de metais, mas mesmo nessas áreas, quando não existe uma preocupação em preservar o meio ambiente que circundam esses nascedouros pode existir a presença de alteração dos padrões físico-químicos e também metais poluentes.

Nesse sentido o objetivo desse trabalho foi analisar os parâmetros físico-químicos como pH, condutividade, oxigênio dissolvido (OD), temperatura, luminosidade e altitude e também a presença de metais em águas como: cádmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), chumbo (Pb), zinco (Zn) e manganês (Mn), nas nascentes do rio Meia Ponte localizadas no município de Ituaçu, ao noroeste do Estado de Goiás. A região onde foram realizadas as coletas apresenta uma prática de agropecuária constante o que leva a necessidade de avaliar os impactos ambientais, desmatamento das matas ciliares que conseqüentemente causam assoreamento, perda de nascente, diminuição do volume de água, modificação da qualidade da água entre outros problemas.

Esta dissertação encontra-se organizada em quatro partes além dessa introdução. Na primeira, são apresentadas as classificações dos tipos de água definidas por legislação: qualidade da água, parâmetros físico-químicos e metais, como parâmetros de qualidade da água. Na segunda apresenta-se a metodologia utilizada para coleta e análise das amostras, bem como os procedimentos de análises estatísticas dos dados. Na terceira e quarta parte temos os resultados obtidos e a discussão dos mesmos, esclarecendo as possíveis alterações nos parâmetros físico-químicos e também em metais poluentes em água.

1 ÁGUAS NATURAIS

A água é uma substância fundamental para a manutenção da vida na terra, sendo assim discutir o valor dos conhecimentos sobre a água em seus usos variáveis é pensar na sobrevivência da raça humana, para conservar e manter equilíbrio da biodiversidade e das relações de dependência dos ambientes naturais e entre seres vivos (BACCI e PATACA, 2008). O planeta terra tem sua superfície quase toda coberta de água, sendo ela encontrada na forma líquida nos oceanos, rios, lagoas, sangas, arroios, água da chuva e subterrâneas. As águas naturais podem ser descritas como: doce e salgada, sendo que a adequada para o consumo humano (potável) representa apenas 3%. Segundo Clarke e King (2005) a água com qualidade potável encontra-se armazenada em aquíferos subterrâneos.

A manipulação adequada da água pode levar a ótimos resultados na produção de alimentos, contudo seu uso inadequado causa degradação do meio físico natural (NASCIMENTO, 2005).

O ser humano sempre necessitou da água para exercer suas atividades. Os principais usos da água são o domiciliar, industrial, agrícola, paisagismo. Nem toda água doce está disponível para o consumo humano, dependendo do seu uso haverá um padrão de qualidade, em virtude das ações predatórias do homem (MORAES e JORDAO, 2002). Sendo assim, a qualidade da água pode ser comprometida pelas diversas atividades comerciais, industriais ou domésticas, cada uma gerando poluição característica (PEREIRA, 2004). Seu uso mais intensivo é na irrigação para produção de alimentos, no Brasil cerca de 69% do consumo de água são destinados a essa finalidade. O abastecimento urbano representa 11%; a dessedentação animal, 11%; o industrial, 7%; e o abastecimento rural, 2% (Figura 1).

A utilização da água poderá ser mais ou menos consultivo, isto é, pode suceder em perda elevada, média ou reduzida de água. A perda é a redução entre o volume de água extraído do corpo d'água para ser usado e o volume restituído ao mesmo corpo d'água ao montante do uso. No abastecimento urbano, abatendo as perdas pela rede de distribuição, o uso consultivo pode ser avaliado como baixo, em torno de 10%. Entretanto, no abastecimento industrial, o uso consultivo pode chegar a 20% conforme o setor. Na irrigação, o uso

consultivo é elevado, alcançando 90%. Por outro lado, na geração de energia elétrica a perda é em geral baixa e se dá somente pela evaporação (TUNDISI, 2006).

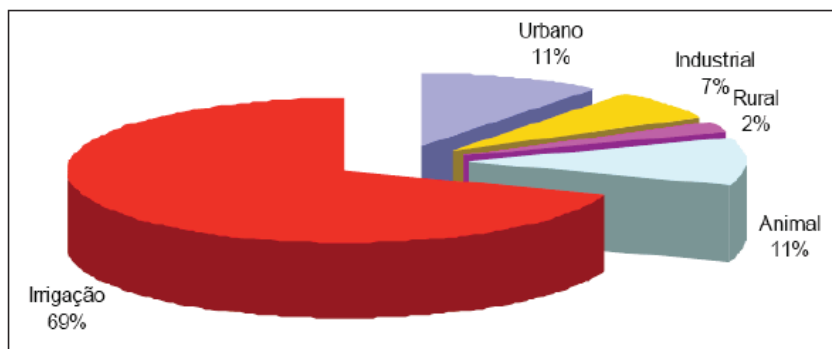


Figura 1 – Principais usos da água no Brasil

Fonte: ANA, 2007

A condição dos recursos hídricos em inúmeros países consiste num grande desafio para os responsáveis pela sua gestão. De fato, em diversas regiões a quantidade de água excede a demanda, mas 40% da população mundial já sofre de escassez de água desde o início dos anos 2000 (LEMOS, 2003).

A indispensabilidade na produção de alimentos e energia demonstra a necessidades industrial e doméstica de água. Isso requer uma visão integrada da gestão de recursos hídricos, de maneira a permitir uma exploração ordenada e sustentável dos recursos hídricos (LEAL, 1998).

A expansão urbana, o adensamento populacional e a ocupação de áreas perimetrais urbanas e rurais estão trazendo consigo inúmeros desafios, entre elas, o acesso contínuo e confiável de água potável e o abastecimento para realização das atividades do dia-a-dia. Esse crescimento desordenado agravou-se pela a ocupação de áreas desprovidas dos serviços urbanos básicos e essências para o ser humano (RAZZOLINI e GÜNTHER, 2008).

A qualidade e quantidade de água fornecida devem ser adequadas para a sobrevivência humana e animal, para a produção de alimentos através da irrigação e para tantos outros usos. O fornecimento adequado traz benefícios como o controle e prevenção de doenças, prática de hábitos higiênicos, conforto

e bem-estar, aumento da expectativa de vida e da produtividade econômica (D'AGUILA *et al.*, 2000).

De Resende (2002) afirma que para a provisão da vida numa comunidade é de fundamental importância a existência de um abastecimento de água pura, ou seja, isenta de contaminação por nenhuma espécie de poluição. Esta água será primeiramente a fonte de água potável; em seguida auxiliará no suporte físico para o progresso das comunidades aquáticas, isto é, nos produtores primários e consumidores em todos os níveis.

O evidente crescimento populacional causa uma acentuada demanda de água para abastecimento, conseqüentemente se acentuam os despejos de esgotos urbanos e industriais em rios e lagos. Na zona rural, a realização das atividades agropecuárias também causa o desgaste dos recursos hídricos, seja pelo desmatamento, uso impróprio da água na irrigação, ou pelo carreamento de agrotóxicos e de fertilizantes até os corpos d'água. Tais poluições pontuais e difusas ocasionam a deterioração dos ecossistemas, em detrimento da qualidade das águas de abastecimento público (BITTENCOURT e GOBBI, 2006).

1.1 QUALIDADE DA ÁGUA

A utilização e ocupação do solos resultantes de ação humana modifica os sistemas químicos, físicos e biológicos da natureza. Contudo, a água é de fundamental importância para existência de toda vida no planeta, devido a sua participação em grande parte das atividades metabólicas (HESPANHOL, 2009).

As águas naturais estão sujeitas a diferentes fontes de poluição as de origem rural, urbana e industrial, necessitando então de planos de providência e recuperação ambiental, para assegurar as condições básicas para o uso dos dias atuais e futuros (MANCHESTER *et al.*, 2013). Quando existem impurezas orgânicas ou inorgânicas, necessita-se então examinar e analisar tais substâncias para verificar suas características e propriedades, para que haja a escolha do melhor tratamento para realizar ou mensurar os níveis de poluição.

A forma como o homem vem utilizando a água e a liberação de resíduos de maneira indiscriminada no meio ambiente despertou a necessidade de atitudes preventivas e de recuperação nos dias atuais (SHUBO, 2003). Desta

forma, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei 9.433, 8 de janeiro de 1997, que tem por objetivo assegurar água de boa qualidade em seu Art. 5º, a PNRH define os meios legais para gestão de recursos hídricos:

- I – os Planos de Recursos Hídricos;
- II – o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- III – a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- IV – a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- V – o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

A necessidade de preservar os corpos hídricos está descrita na Lei 9.433 da PNRH, que tem dentre seus objetivos “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (Cap. II, Art. 20).

A resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) classifica as águas, de acordo com sua utilização, fixando parâmetros de qualidade a serem observados. Dispõe ainda 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. O Quadro 1 a seguir apresenta esta classificação.

Quadro1. Classificação das águas doces e uso

Classe	Uso
Especial	Abastecimento para consumo humano, com desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação e de proteção ambiental.
Classe 1	Abastecimento doméstico após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas ou de frutas que se desenvolvem rentes ao solo ou que sejam ingeridas cruas sem remoção de películas; Proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.

Classe 2	Abastecimento para o consumo humano, após tratamento convencional; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); Irrigação, parques, jardins, campos de esporte e lazer; Aquicultura e atividade de pesca.
Classe 3	Abastecimento doméstico após tratamento convencional ou avançado; Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; Pesca amadora; Recreação de contato secundário; Dessedentação de animais.
Classe 4	Navegação Harmonia paisagística

Fonte: CONAMA 357/05.

Nas água naturais há diferentes componentes, sendo que, para uma avaliação completa deve-se analisar os parâmetros biológicos, físicos e químicos, que servirão de indicadores da qualidade da água, resultante das ações naturais e antrópica sobre os corpos d'água. Dependendo da atividade executada, tem-se um requisito de qualidade para o uso da água, portanto, a qualidade da água não é um valor definitivo, de tal maneira que, aponta-se a adequabilidade para certa aplicação (MORETTO, 2011).

Na descrição da qualidade da água usam-se vários parâmetros que contribuem para as características físico-químicas e biológicas, que funcionam como indicadores da qualidade da água. O propósito primeiro para a exigência de qualidade da água é a proteção à saúde pública, os critérios estabelecidos para assegurar essa qualidade concedem uma base para o desenvolvimento de ações, que garantirão a segurança do fornecimento de água através da eliminação ou redução à concentração mínima de constituintes na água conhecidos por serem perigosos à saúde (SEMA, 2010).

A qualidade das águas naturais é representada por um conjunto de características, geralmente mensuráveis, de natureza química, física e biológica. Sendo um recurso comum a todos, foi necessário, para a proteção dos corpos d'água instituir restrições legais de uso. Desse modo, as características físicas e químicas da água devem ser mantidas e para tal são propostos valores orientadores da qualidade de água e dos sedimentos, especificados no Brasil pelas Resoluções CONAMA nº 357/2005.

Ao longo dos corpos hídricos ocorrem processos que combinados definem a qualidade da água, sendo que essa qualidade não se trata apenas das características físico-química e biológica, mas também das características e desempenho do ecossistema (BUENO; GALBIATTI e BORGES, 2005).

1.2 VARIÁVEIS DA QUALIDADE DA ÁGUA

Independente da fonte, se superficial ou subterrânea, a água poderá servir de veiculação hídrica para diversos agentes biológicos e químicos, sendo de fundamental importância investigar os elementos que poderão interferir negativamente na sua qualidade. Para garantir a vida aos habitantes dos rios e a ingestão de uma substância que não causa danos à saúde, alguns parâmetros de características físicas, químicas e biológicas foram elaborados para mensurar a qualidade da água (SILVA *et al.*, 2007).

1.2.1 Parâmetros físicos

Dentre os parâmetros físicos estabelecidos destacam-se: a cor, turbidez, temperatura e condutividade elétrica. Uma breve explanação desses parâmetros e sua influência nas propriedades da água será apresentada a seguir.

1.2.1.1 Cor

A substância química água em seu estado líquido ($H_2O_{(l)}$) possui as seguintes propriedades organolépticas: incolor, inodora e insípida. Estas propriedades permitem seu uso como padrão de referência.

A transparência da substância química água indica que o mesmo não absorve energia na forma de OEM na faixa de visível espectro. Este comportamento permite que se avalie a presença de outras substâncias por meio de comportamento de uma mistura frente a incidência de radiação OEM não visível.

O padrão de cor mostrará a existência de sólidos que podem estar em suspensão. Sua cor está relacionada ao nível de diminuição de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la devido à existência de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal (orgânico e inorgânico). A problemática maior associada à coloração da água em geral é estética, pois pode causar efeito repulsivo aos usuários (MIRANDA, 2007).

A presença de elementos coloidais suspenso na água determina o surgimento de cor, essas partículas procedem principalmente do contato da água com materiais orgânicos como, por exemplo, madeiras e folhas em processo de decomposição e da presença de compostos de ferro ou de outros compostos corados suspensos ou dissolvidos (FREITAS *et al.* 2002). A existência de materiais diluídos ou suspensos modifica a cor da água de acordo com a quantidade, tipo e a característica destes.

Frequentemente, a cor da água está relacionada aos compostos orgânicos e taninos, oriundos de decomposição de vegetais e desta forma não mostram ameaça para a saúde. (D'AGUILA *et al.*, 2000).

A cor aparente é quando além da cor, a água mostra turbidez. Removida a turbidez, o restante que se afere é a cor verdadeira. Quando a cor é extremamente elevada, a retirada pode ser auxiliada ou efetuada totalmente por meio do processo de oxidação química, usando permanganato de potássio, cloro, ozônio, ou qualquer outro oxidante forte (SCURACCHIO, 2010).

1.2.1.2 Turbidez

A turbidez é avaliada através da dispersão de feixe de luz em virtude da existência de fragmentos suspensos, como mineral, coloides, organismos microscópio, óleo emulsificador entre outros. A área proveitosa dos corpos hídricos é quase semelhante à profundidade de visualização da mesma. A

existência de sólidos em suspensão e conseqüentemente de turbidez altera a condição de luminosidade das águas, influenciando diretamente na fotossíntese e no desenvolvimento das plantas aquáticas e do plâncton, especialmente em águas paradas ou com baixa velocidade de escoamento (PAVANELLI, 2001).

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2014), a turbidez de uma amostra de água é a perda gradual de intensidade da radiação sofrida ao atravessa- lá.

A erosão das margens dos rios em estações chuvosas, acentuado pelo mau uso do solo, é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas. Outra maneira de aumentar a turbidez é por meio dos esgotos sanitários e por variados efluentes industriais (GOMES; PALMA e SILVA, 2000). Na natureza a água pode dissolver substâncias assim como pode mostrar materiais que se encontram em suspensão. Estes materiais quando dissolvidos causam o surgimento da coloração, e a parte em suspensão resultará numa água que se apresenta mais turva. Uma água que possui turbidez expressa a existência do efeito de partículas em suspensão, que será maior quanto maior for à quantidade de material em suspensão (ANTUNES;CASTRO e GUARDA, 2004).

Segundo Mello, Dantas e Cezar (2000), a turbidez adquirida de forma natural, não apresenta alterações sanitárias diretas, entretanto, esteticamente não é aprazível na água potável, apesar dos sólidos em suspensão servirem de abrigo para microrganismos patogênicos. Porém, quando de origem antropogênica, pode estar ligada a compostos tóxicos e organismos patogênicos.

A Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, estabelece o valor máximo de turbidez para água de abastecimento público é de 5 UT (BRASIL, 2004).

1.2.1.3 Temperatura

As oscilações de temperatura fazem parte do regime climático normal e corpos de água naturais expressam variantes sazonais e diurnas, assim como estratificação vertical. A temperatura superficial é impressionada por fatores como estação do ano, período do dia, taxa de fluxo, profundidade latitude e

altitude. O aumento elevado da temperatura em um corpo d'água pode ser ocasionado por despejos industriais e de usinas termoelétricas (TUNDISI, 2006).

A temperatura exerce um papel importante para a manutenção do meio aquático, condiciona e influencia uma série de variações físico-químicas. Em geral, conforme a temperatura oscila de 0 a 30°C, a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização decrescem, ao passo que a condutividade térmica e a pressão de vapor sobem. Organismos aquáticos possuem limite tolerável térmico superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, postura e incubação do ovo (BRASIL, 2006).

1.2.1.4 Condutividade

De modo geral os íons relacionados à modificação da condutividade elétrica em águas são: magnésio (Mg^{2+}), sódio (Na^+), potássio (K^+), nitrato (NO_3^-), cloreto (Cl^-), ferro (Fe^{3+}), sulfato (SO_4^{2-}), carbonato (CO_3^{2-}), bicarbonato (HCO_3^-) e cálcio (Ca^{2+}).

A condutividade está relacionada à concentração de íons dissolvidos, e por isso é um importante indicador de lançamento de efluentes. Embora importante, não é parâmetro integrante do padrão de potabilidade das águas brasileiras, sendo monitorado apenas em estações de grande porte (LIBÂNIO, 2005). A condutividade elétrica mostra a capacidade da água natural de conduzir corrente elétrica em detrimento da aparência de substâncias dissolvidas (GONÇALVES, 2009).

1.2.2. Parâmetros Químicos

Os parâmetros químicos adotados para conduto de águas são o pH, ($N-N_3$) NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , nitrogênio, fósforo (P – Pt, $PO_4^{3-}\cdot P$) e oxigênio dissolvido ($O_{2(g)}$).

1.2.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons de hidrogênio H^+ , designado para situações de acidez, alcalinidade ou neutralidade da água. Os valores de pH possuem habilidades de possibilitar sinais a respeito da qualidade de um corpo d'água ou indicar a forma de poluição química que está presente na água. No curso de um corpo hídrico, a modificação do pH resulta de diversos fatores naturais, como clima, geologia e vegetação, podendo assim ser resultado de interferências antropogênicas (TUNDISI, 2008). A ação do pH influencia os ecossistemas aquáticos naturais devido seus efeitos acontecerem sobre a fisiologia das variadas espécies.

O pH influencia na disponibilidade de metais, geralmente em meio ácido os metais são mais disponíveis na forma iônica. Pode também influenciar nas solubilidades de nutrientes. Desta maneira, as limitação de faixas de pH são ajustadas para as diversificadas classes de águas naturais.

1.2.2.2 Nitrogênio

No meio aquático o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas: nitrogênio molecular, nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal (amônia), nitrato e nitrito. Na natureza o nitrogênio apresenta-se nas proteínas e podendo advir também da composição celular de microrganismos. Quanto ao surgimento pela ação antropogênica do nitrogênio pode ser oriunda de despejos domésticos e industriais bem como de dejetos de animais e fertilizantes químicos (VON SPERLING, 2005).

Nos ambientes aquáticos o nitrogênio surge por meio das chuvas, fixação biológica e origem alóctone. Sendo assim, os registros do acúmulo nas formas dissolvidas são de suma importância para mensurar a quantidade de nitrogênio, pois, quando o seu índice está elevado pode trazer danos tanto para o homem quanto para os seres aquáticos (SILVA, 2005).

O nitrogênio serve como nutriente para processos biológicos caracterizando-se como macro nutriente, visto que, depois do carbono, é o composto em maior quantidade nas células vivas. Quando lançados nas águas naturais, concomitantemente com o fósforo e outros nutrientes, torna o meio

mais fértil e possibilita o desenvolvimento em maior extensão dos seres vivos que o usa. A espécie prevalecente do nitrogênio em um corpo hídrico poderá indicar sobre o estágio da poluição sendo que poluição recente está ligada ao nitrogênio na forma orgânica ou de amônia, enquanto uma poluição mais antiga está relacionada ao nitrogênio na forma de nitrato NO_3^- → estado mais oxidado possível para o nitrogênio (CANTOR, 1997).

As modificações causadas nos ecossistemas aquáticos podem levar à existência de processos acelerados de eutrofização, acarretando num enriquecimento artificial desses ecossistemas pelo acréscimo das concentrações de nutrientes na água, em especial os compostos nitrogenados e fosfatados, resultante do aumento dos processos naturais da produção biológica em rios, lagos, e reservatórios. A fonte principal desse enriquecimento vem sendo apontada como oriundas de descargas de esgoto doméstico e industriais dos centros urbanos e das regiões agricultáveis.

O crescimento acelerado de cianobactérias provenientes principalmente do processo de eutrofização, em reservatórios de água desenvolve diversas problemáticas no fornecimento de água, por mostrarem florações com a produção de toxinas que podem resultar na intoxicação de humanos e outros animais.

O nitrato é um dos íons mais encontrados em águas naturais. Frequentemente encontram-se em baixas concentrações nas águas superficiais, porém pode alcançar altas concentrações em águas profundas. A sua ingestão ocorre por meio das águas de abastecimento e está relacionado a dois efeitos adversativo à saúde a indução à metemoglobinemia, principalmente em crianças, e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (ALABURDA e NISHIHARA, 1998). Pessoas adultas podem ingerir nitrato em quantidades consideráveis que é eliminado pela urina e não causa qualquer distúrbio na saúde, contudo, quando crianças menores de um ano ingerem o nitrato podem se envenenar, pois diminui a capacidade do sangue transportar oxigênio (DE RESENDE, 2002).

1.2.2.3 Fósforo

Da mesma maneira que o nitrogênio, o fósforo constitui em um dos principais nutrientes para as funções biológicas, ou seja, é um macro nutriente por estar presente em diversas células. Na qualidade da água, torna-se parâmetro fundamental em programas de caracterização de efluentes industriais que se intenciona tratar por processo biológico. (CETESB, 2011).

O fósforo pode estar presente nas águas em três formas diferentes: os fosfatos orgânicos em que o fósforo compõe moléculas orgânicas; os ortofosfatos que se ligam a cátions formando sais inorgânicos nas águas e os polifosfatos, ou fosfatos condensados, que são polímeros de ortofosfatos. A terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque sofre hidrólise convertendo-se rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais (ARAUJO, 2006).

1.2.2.4 Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido atua como importante agente oxidante em águas naturais. O OD é necessário para a respiração de microrganismos aeróbicos, assim como para outras formas aeróbicas de vida, para subsistência dos peixes, por exemplo, as concentrações mínimas de oxigênio dissolvidos devem estar entre 10% e 60% de saturação, dependendo da espécie e outras características do sistema aquático (CETESB, 2011).

Os fatores que alteram a concentração do OD podem ser endógenos, que ocorrem pelo excesso da produção da fotossíntese devido um aumento no número de espécies no meio aquático, ou causado por processos exógenos onde ocorre por difusão do oxigênio do ar.

1.3 METAIS

Grande parte dos metais existentes no ambiente são biogeoquimicamente ciclados a partir da constituição do planeta e à vista disso, são de incidência natural. No entanto, atualmente, tem sido constatada a

presença desses elementos de origem antrópica. Muitas dessas entradas provêm do descarte de resíduos, deposição atmosférica, uso de agroquímicos, ou mesmo reuso de resíduos urbanos e industriais. O aumento do incremento de metais pesados nos variados ecossistemas terrestres tem sido assistido pela preocupação com a disseminação desses elementos, em concentrações que podem afetar a qualidade dos ecossistemas (AGUIAR, NOVAES, GUARINO, 2002).

Os minerais, bem como as vitaminas, são necessários para o funcionamento do organismo humano, para exercer a função metabólica de alta peculiaridade, não podendo acontecer sem o seu fornecimento (NASCIMENTO, 2002). A presença dos metais ocorre de forma naturalmente em plantas e animais, e quando em pequenas concentrações não trazem dano algum, porém em altas concentrações tornam-se tóxicos, com exclusão do chumbo, cádmio e mercúrio que mesmo em concentrações baixas são tóxicos. Portanto, a contaminação de sedimentos fluviais por metais é de interesse, pela sua influência nas águas superficiais, plantas, animais e seres humanos. A acumulação de metais em sedimentos fluviais podem intoxicar organismos aquáticos e peixes, assim resultando em morte, redução no crescimento, diversidade de espécies e ainda afetar a capacidade reprodutiva da biota (EBRAHIMI; TAHERIANFARD, 2011; PRAVEENA *et al.*, 2007).

Os metais tóxicos são procedentes principalmente de efluentes industriais e seriamente tóxicos para a vida aquática. Eles sofrem biomagnificação, que é a absorção de substância como metais onde ocorre o acúmulo no organismo, mais do que sua liberação para o meio ambiente. A persistência, outro aspecto dos metais pesados, garante a ação desses metais mesmo após interrompido as fontes poluidoras (AGOURAKIS *et al.*, 2006).

Os metais tóxicos constituem a fração mais daninha dos efluentes de mineração, pois a partir dessa atividade podem acumular na água, no solo, no sedimento e nos organismos vivos. A presença de metais tóxicos em plantas e corpos de água prejudica as atividades corriqueiras da população (EYSINK; PADUA e PIVA-BERTOLETT, 1988).

Dentre os metais tóxicos serão apresentados a seguir, aqueles que foram avaliados nesse estudo.

1.3.1 Cobre

O primeiro metal utilizado pelo homem foi o cobre. Estima-se que por volta de 13.000 a.C. foi detectado no espaço Terrestre em forma de cobre nativo, um metal puro em seu estado metálico. Utilizado a princípio para substituição da pedra como ferramenta de trabalho, e na confecção de armas e objeto de decoração, o cobre foi uma descoberta relevante na história da evolução humana (RÜSEN, 2009).

O elemento químico cobre é um metal de cor avermelhada, calcófilo, de número atômico 29, peso atômico 63,54, dureza 2,5 a 3,0, ponto de fusão 1.023°C, brilho metálico, ótimo condutor de calor e eletricidade, dúctil e maleável. Apresenta elevada resistência à tensão física e à corrosão. Possui propriedade não magnética e é de fácil formação de ligas com outros metais.

A indústria de cobre primário organiza-se em torno de quatro tipos de produtos proveniente em etapas diferente dos processos de extração, fundição e refino, os quais estão relacionados a seguir (CERETTAI et al., 2010).

- minério de cobre: corresponde ao mineral extraído da mina, cujo conteúdo oscila entre 0,7% e 2,5% de cobre;
- concentrado de cobre: corresponde ao minério de cobre que, através de um processo de moagem das rochas e mistura com água e reagentes, passa a apresentar entre 30% e 38% de cobre fino;
- cobre fundido: corresponde aos concentrados que, por meio de processos pirometalúrgicos, se transformam no chamado cobre blister (98,5%) e, posteriormente, no anodo de cobre, cuja concentração é de 99,7% de cobre;
- cobre refinado: corresponde aos anodos e às soluções (no caso da lixiviação) que são refinados por processo de eletrólise, resultando nos catodos, com pureza de 99,9% de cobre.

Em relação ao cobre secundário, pode-se citar dois tipos principais de sucata:

- sucata para refino - é a sucata industrial de processo, assim como a sucata comprada de terceiros no mercado, necessitando processamento de refino;
- sucata para uso direto - direcionada aos transformadores, sem necessidade de refino (FLÔR, 2007).

Na natureza o cobre é encontrado em abundância na forma de sulfetos, arsenitos, cloretos e carbonato, estando naturalmente na atmosfera por dispersão pelo vento e erupções vulcânicas. O cobre elementar não se degrada no ambiente. As principais fontes antropogênicas do metal são: mineração, fundição, queima de carvão (como fonte de energia) e incineração de resíduos municipais (OKUMURA *et al.*, 2004).

O cobre quando encontrado em elevadas quantidades se torna poluente, causando desequilíbrio ambiental, porém em concentrações normais é importante no organismo dos seres vivos, pois atua nos mecanismos fisiológicos e bioquímicos evitando problemas como anemia, que pode levar a uma baixa mobilização do ferro no organismo (MATTIAS, 2006).

1.3.2 Cádmi

O cádmio é um elemento resquício da crosta terrestre, sendo um metal de transição. É um metal prateado que em contato com o ar se torna maleável, os seus principais usos são nos niquelados e cromados, nas soldas, na indústria do plástico, nas ligas, nas baterias de Ni-Cd, entre outros. A obtenção do cádmio é retirado fundamentalmente como sub-produto dos minérios de Zn-Cu-Pb. As principais fontes ambientais deste elemento são a combustão de carvão; as escombrelas e a fundição de zinco, cobre e chumbo; os moinhos de ferro; os cromados e niquelados; os fertilizantes; os pneus; as lamas de efluentes e a incineração de resíduos (TINÔCO, 2010).

O contato com a fumaça contendo cádmio acarreta problemas pulmonares e respiratórios. Contatos mais breves levam a sintomas como dores-de-cabeça, resfriados ou dores musculares. A exposição demorada acarreta a nocividade mais graves, como pneumonia, bronquite ou edemas pulmonares. A contaminação com o cádmio afeta especialmente os rins, comprometendo

irreversivelmente a habilidade de remover ácidos do sangue, essa disfunção provoca a diminuição da concentração de fosfatos no sangue (hipofosfatemia), fraqueza muscular e, por vezes, coma. Pode levar também ao acúmulo de ácido úrico nas articulações (gota), entre outras complicações (DA CUNHA, 2013).

O cádmio é um metal que possui propriedade de bioacumulação em organismos vivos, sendo também muito persistente no ambiente (principalmente em solos e águas subterrâneas), tendo assim um grande potencial de destruição ambiental, pois ele não sofre degradação com o passar do tempo, permanecendo nos ecossistemas com os quais ele tem contato. Os animais são grandemente afetados quando expostos a esse metal, dentre os efeitos sobre eles podem-se citar o aparecimento de câncer de pulmão, aumento da pressão arterial, e efeitos negativos em sua reprodução e desenvolvimento (SOARES, 2007).

O cádmio acaba poluindo os rios pelas atividades como a produção de lubrificantes, baterias de níquel-cádmio, vidro, cerâmica, estabilizador de plásticos, alguns biocidas e fertilizantes superfosfatos que são descartados de forma inadequada na natureza, causando problemas como a contaminação de metais (ZAMBON, 2003).

1.3.3 Cromo

O cromo é um metal que tem incidência no biosistema resultante da intemperização do material de origem dos solos, mas também pode ser introduzido por meio de lançamentos de resíduos de origem industrial e siderurgia. O cromo é um elemento crucial, porém também tóxico para o ser humano se em concentrações altas, sendo que, esse elemento químico encontra-se de forma natural no solo, na poeira e gases de vulcões (GOMES *et al.*, 2005).

Grande parte dos microrganismos (protozoários, fungos, algas, bactérias) tem a capacidade de absorver o cromo. O cromo está presente em todas as plantas, apesar disso não há comprovação científica de que seja fundamental para o crescimento de plantas. Em solos contendo altas concentrações de cromo, a planta retém o cromo em suas raízes e somente uma

pequena parcela é transportada para as partes superiores das plantas, sendo improvável a bioacumulação nestas partes.

Nos solos o cromo está presente, geralmente na forma de Cr (III) que tem pouca mobilidade, a não ser que esteja envolvido no processo. O Cr é absorvido pelas argilas e em partículas de materiais orgânicos (DORIGON e TESSARO, 2010).

Os efeitos da bioacumulação em longo prazo nem sempre são previsíveis, principalmente no caso de compostos como o cromo, que não se decompõem ou apresentam baixa degradabilidade, acumulando-se no meio ambiente e na cadeia alimentar, onde são absorvidos no organismo em concentrações muito maiores do que as de seu lançamento (MATHEUS, 2009). O cromo está presente na contaminação de rios, principalmente nos componentes de fertilizantes e pesticidas utilizados na agropecuária para a produção de animais.

1.3.4 Chumbo

O chumbo é um metal cinza-azulado localizado em quantidades pequenas na crosta terrestre, usualmente agregado a minérios, especialmente aos que contêm zinco. O sulfeto de chumbo (galena) é a mais relevante fonte primária de chumbo e a primordial proveniência comercial. O Pb pode ser usado na forma de metal, puro ou ligado a outros metais, e também como compostos químicos, principalmente na forma de óxidos. A toxicidade do chumbo gera desde efeitos claros, ou clínicos, até efeitos sutis e bioquímicos. Estes últimos envolvem vários sistemas de órgãos e atividades bioquímicas (DUARTE, 2000)

O chumbo é um elemento tóxico não essencial que se acumula no organismo. Na sua relação com a matéria viva, manifesta peculiaridades comuns a outros metais tóxicos quanto a algumas características. Como esse metal influencia significativamente em todos os órgãos e sistemas do organismo, os mecanismos de toxicidade envolvem os processos bioquímicos fundamentais, que incluem a habilidade do chumbo de inibir ou imitar a ação do cálcio e de interrelacionar-se com proteínas, em quantidades de exposição moderada (ambiental e ocupacional). Uma importante dimensão dos efeitos tóxicos do

chumbo é a reversibilidade das mudanças bioquímicas e funcionais induzidas (MOREIRA e MOREIRA, 2004).

A poluição ambiental ocasionada pelo chumbo ocorre especialmente em atribuição do seu emprego industrial, em atributo das diversas formas de aplicação do metal e do grande número elementos influenciadores, em diversos locais a aplicação (FIGUEIREDO, 2005).

A preocupação com o meio ambiente, e principalmente, com a água, tem aumentado na última década, uma vez que os órgãos reguladores procuram transformar os níveis toleráveis mais rigorosos. O chumbo é um dos principais contaminantes dos mananciais, fruto do processo de industrialização das grandes metrópoles. O chumbo pode ser encontrado na água potável através da corrosão de encanamentos de chumbo, isto é comum quando a água é ligeiramente ácida, este é um dos motivos para os sistemas de tratamento de águas públicas ajustarem o pH das águas para uso doméstico. O chumbo não apresenta nenhuma função essencial conhecida no corpo humano, é extremamente danoso quando absorvido pelo organismo através da alimentação, ar ou água (LIMA, 2001).

1.3.5 Manganês

Manganês (Mn) é a nomenclatura atribuída ao metal cinza brilhante e quebradiço, caracterizado pelo um alto grau de dureza, seu peso específico é $5,95 \text{ g/cm}^3$, tendo um peso atômico de 54,98 g, densidade de 7,21 a $7,40 \text{ g/cm}^3$, seu ponto de fusão é por volta de $1245 \text{ }^\circ\text{C}$ e ponto de ebulição 2150°C , seu número atômico é 25 designando- o metal de transição (VERDADE, 1960).

O manganês em quantidades pequenas é uma substância fundamental para diversos organismos vivos, dentre eles o do ser humano, influência nas atividades reprodutivas, conservação da estrutura óssea e no sistema nervoso, mas são tóxicos em concentrações elevadas (WARD, 1995). A principal fonte de exposição da população de forma geral é por ingestão de alimentos, ou suplementos nutricionais compostos por manganês.

Trabalhadores vulneráveis cronicamente a aerossóis e poeiras contendo altas concentrações do metal podem apresentar tosse, náusea, cefaléia, fadiga, perda do apetite, insônia e inflamação nos pulmões que podem levar a

pneumonia química. O contato a níveis muito altos pode ocasionar efeitos neurológicos e neuropsiquiátricos, como alucinações, instabilidade emocional, fraqueza, distúrbios de comportamento e da fala, e ainda uma doença semelhante ao Mal de Parkinson classificado como manganismo. Com a evolução da patogenia tem-se mudança na fisionomia facial, tremores, a taxia, rigidez muscular e alteração de marcha (SEGURA-MUÑOZ *et al.*, 2003).

O manganês e seus compostos podem existir na atmosfera na forma de partículas em suspensão, resultante da erosão do solo, emissões industriais e vulcânicas. Essas partículas apresentam meia-vida em torno de alguns dias. No solo, o material particulado contendo Mn pode ser transportado para o ar e o estado de oxidação do metal, tanto nessa matriz como em sedimentos, pode ser alterado por atividade microbológica. Deve ser considerado ainda que os metais são essenciais, entretanto em alta concentração são tóxicos para os organismo aquáticos e o homem (CAMPBELL *et al.*, 1988).

O manganês está presente em muitos produtos industrializados pelo homem, e quando descartado de forma inadequada pode ocasionar contaminação de rios, além de estar presente em rações animais, fertilizante e também fungicidas que são bastante utilizados na agropecuária.

1.3.6 Zinco

A insuficiência de zinco no ser humano podem causar diversos problemas, entre eles estão: a redução da percepção gustativa, diminuição de apetite, retardamento do crescimento e depressão do sistema imune, o que auxilia a ocorrência de doenças. Se a dieta prover quantidade de zinco deficiente ao longo da gravidez corre risco de haver complicação do desenvolvimento do feto. Situações extremas de deficiência acarreta em retardamento na maturação sexual (ARAÚJO e AMARAL SOBRINHO, 2000), por outro lado, o excesso desse metal pode acarreta problemas sérios ao trato digestivo.

O zinco é um elemento químico natural e apresenta índices maiores em água de rios devido ao escoamento de resíduos naturais de queima da vegetação da erosão, e também da ação do homem na utilização de defensivos agrícolas. Podendo ser designado poluição, quando esses metais no meio

ambiente estiverem causando problemas à saúde humana e danos aos recursos naturais segundo (ROBINSON, 1986).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir será apresentada a área de estudo, técnicas de amostragem e os métodos e técnicas utilizadas para a análise das amostras.

2.1 ÁREA DE ESTUDO

As amostras foram coletadas em 20 pontos amostrais (n=20) nas nascentes do Rio Meia Ponte no estado de Goiás, no município de Itauçu que encontra-se localizado a 70 km da capital Goiânia. Uma das fontes econômicas da região é a pecuária.

2.1.1 Características físicas e geográficas do rio Meia Ponte.

O rio Meia Ponte nasce na Serra dos Brandões, entre os limites de Itauçu e Taquaral de Goiás percorre uma extensão de 471,6 km até desaguar no Rio Paranaíba; sua bacia hidrográfica abrange uma área de aproximadamente 12.180 km², ou seja, cerca de 4% da área do estado de Goiás, consiste no principal manancial que abastece a cidade de Goiânia. A Bacia Hidrográfica do Alto Meia Ponte à qual os cursos d'água em estudo estão inseridos, está compreendida entre as coordenadas de 16° 06' e 16° 15' S e 49° 30' e 49° 40' W, na região central de Goiás, cuja área de drenagem é de 162,93 km², incluindo os municípios de Itauçu e Inhumas (CALIL *et al.*, 2012) (Figura 2).

O clima predominante na região, segundo a classificação de Köppen², se enquadra no tipo Aw, característico dos climas úmidos tropicais, com duas estações bem definidas, isto é, seca no inverno e úmida no verão (PELÁ e CASTILHO, 2010).



Figura 2 – Bacia Hidrográfica do alto Meia Ponte, GO

Fonte: Pró-Águas do cerrado 2008

2.2 AMOSTRAGEM

As amostras foram coletadas no período de seca para evitar efeitos de diluição (OLUBUNMI e OLORUNSOLA, 2010), em um percurso de 200 m onde foi determinado um ponto entre jusante e outro montante. No Quadro 2 pode ser verificado as coordenadas geográficas dos pontos amostrais, como também a data de cada coleta.

Quadro 2 - Informações sobre os pontos de coleta.

Data da Coleta	Local	Coord Montante W	Coord Montante S
01/10/2012	Ponto 1	49°36'51.34"	16°10'28.56"
01/10/2012	Ponto 2	49°36'29.76"	16°10'53.94"
01/10/2012	Ponto 3	49°36'9.37"	16°10'2.67"
01/10/2012	Ponto 4	49°37'0.01"	16°10'0.12"
01/10/2012	Ponto 5	49°36'57.10"	16° 9'34.96"
01/10/2012	Ponto 6	49°37'6.71"	16° 9'40.71"
02/10/2012	Ponto 7	49°36'9.05"	16° 8'18.96"
02/10/2012	Ponto 8	49°36'1.80"	16°10'14.80"
02/10/2012	Ponto 9	49°36'20.50"	16°10'11.54"
02/10/2012	Ponto 10	49°33'2.96"	16° 7'5.67"
02/10/2012	Ponto 11	49°32'53.94"	16° 7'35.30"
02/10/2012	Ponto 12	49°34'4.68"	16° 8'4.72"
02/10/2012	Ponto 13	49°34'7.74"	16° 8'30.68"
03/10/2012	Ponto 14	49°33'34.97"	16° 7'27.24"
03/10/2012	Ponto 15	49°33'55.70"	16° 6'39.80"
29/10/2012	Ponto 16	49°33'32.87"	16° 7'3.38"
29/10/2012	Ponto 17	49°33'38.70"	16° 6'25.31"
29/10/2012	Ponto 18	49°33'2.54"	16° 6'55.90"
29/10/2012	Ponto 19	49°34'31.71"	16° 7'24.62"
30/10/2012	Ponto 20	49°34'2.82"	16° 7'30.37"

Organização: Ana Paula Rodriguez

2.2.1 Coleta de água para análise de metais

As amostras foram coletadas em vinte pontos amostrais a jusante e montante, o que totaliza 40 amostras. Para tanto foram utilizadas coletores plásticos de 1,0 L previamente lavadas com HCl 10% e no momento da coleta lavadas com a própria água da bacia para evitar a presença de qualquer resíduo do material, a maioria das amostras foi coletada a uma profundidade de 30 cm, devido à baixa profundidade do córrego. Todas as amostras foram preservadas acidificadas com 1,0 mL de HCl concentrado (Figuras 3 e 4).

O material foi coletado conforme preconizado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (INMETRO), determinação estabelecida pela Resolução N° 20 de 18/06/1986, disposta no art. 24 em seu

caput (CONAMA, 1986) e encaminhadas para o laboratório do Centro de Biologia Aquática da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (CBA/PUC-GO) onde foram adequadamente armazenadas até o momento da análise.



Figura 3 - Coleta de amostra em campo



Figura 4 - Armazenamento da Amostra

Fotos: Ana Paula Rodrigues/2012

2.2.2 Análises dos metais poluentes em água

A determinação da concentração de metais de cádmio (Cd), chumbo (Pb), zinco (Zn), cromo (Cr), manganês (Mn) e cobre (Cu), foi realizada por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) no Laboratório de Solos do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco sob a responsabilidade do Prof. Dr. Clístenes Williams Araújo do Nascimento. Antes das análises as amostras foram pré-concentradas por redução de volume a 50% em banho-maria e armazenadas em frascos de polietileno devidamente etiquetados.

2.2.3 Análises físico-química

As análises físico-químicas foram realizadas *in loco*, por meio de equipamentos portáteis (Figuras 5 e 6), em cada ponto amostral. Para determinação da concentração de oxigênio dissolvido utilizou-se um oxímetro Lutron Modelo YK-22DO e para obtenção da temperatura um termômetro digital Modelo Gurtem-180/A condutividade foi medida em condutivímetro WTW 315-I, o pH em medidor de pH Lutron modelo pH-206 e a luminosidade em luxímetro Lux Meter modelo LD-511.



Figura 5 - Aparelhos para realizar análises dos parâmetros físico-químicos.

Fotos: Ana Paula Rodríguez/2012



Figura 6 - Realização das análises Físico-químicos.

2.3 ANÁLISES DOS DADOS

As análises estatísticas dos dados foram realizadas por meio de softwares R versão 2.15 e MINITAB versão 14, com nível de significância de 5% ($p=0,05$).

2.3.1 Apresentação dos resultados

Todas as características avaliadas foram descritas e os resultados foram obtidos foram apresentados utilizando medidas de tendência central (média e mediana) e medidas de dispersão (desvio-padrão).

Foram confeccionados gráficos Box plots ou histogramas de todas as características que apresentaram informações nos pontos de coleta a montante e jusante.

2.3.2 Comparações entre as avaliações

Para comparações nos pontos a montante e jusante, foi utilizado o teste t-pareado quando a suposição de normalidade foi atendida e teste Wilcoxon, caso contrário, já a suposição de normalidade foi avaliada por meio do teste Shapiro-Wilk.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICA DOS PONTOS DE COLETA

Os 20 pontos da área estudada encontram-se próximo a terrenos em declive, o que favorece o escoamento de resíduos naturais ou antrópicos para o leito do rio.

Já a vegetação presente é composta por árvores de pequeno e grande porte, além de gramíneas e arbusto (Figura 7). Outro fato observado foi o desmatamento da mata ciliar em vários pontos, causando o assoreamento das margens do rio nesses pontos.

Ressalta-se também que os pontos de coletas 2 apresentam ações antrópicas tendo às suas margem a presença de mata com árvores de pequeno porte e mata riparia além da presença de gramíneas, o terreno experimenta ações de erosão (Figura 7 e 8).



Figura 7 - Características do ponto de Coleta 2 **Figura 8** - Ações antrópicas observadas no ponto de Coleta 2

Fotos: Ana Paula Rodriguêz/2012

No ponto 5 da coleta foi observado a presença constante da vegetação riparia, observando-se também a presença de plantas de médio e grande porte (Figura 9 e 10). O terreno tem declive, sendo observado tanto nas margens esquerda e direita a presença de areia e cascalho devido a processo de assoreamento.



Figura 9 - Assoreamento observado no ponto de Coleta 5



Figura 10 - Vegetação do ponto Coleta 5

Fotos: Ana Paula Rodriguêz/2012

No ponto de coleta 9 foi observado a presença de gramíneas e árvores de pequeno porte tanto do lado direito quanto esquerdo, as margens são formadas por rochas, e há presença de areia, que pode ser devido ao desmatamento da mata ciliar que é visível (Figura 11 e 12). O rio apresenta muita matéria orgânica em seu leito, o que lhe dá uma cor escura.



Figura 11 - Vegetação do ponto de Coleta 9



Figura 12 - Formação rochosa do ponto de coleta 9

Fotos: Ana Paula Rodriguêz/2012

3.2 PARÂMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS

Os resultados dos parâmetros físico-químicos obtidos são apresentados no (Quadro 3).

Quadro 3 - Parâmetros físico-químicos de amostras coletadas nas nascentes do rio Meia Ponte.

Parâmetros	pH		Condutividade (μ mho cm^{-1})		OD (mg/L O_2)		Temperatura $^{\circ}\text{C}$		Lumin. (lux)		Altitude (m)
	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Média
Ponto 1	5,98	5,80	47,1	47,5	7,2	7,8	25,1	25,1	16	14	280
Ponto 2	6,00	6,00	44,3	45,1	7,8	7,6	24,8	24,6	11	17	288
Ponto 3	6,16	6,05	43,2	43,3	8	7,3	25,0	24,7	12	11	285
Ponto 4	6,54	6,08	93,7	43,8	6,3	7,8	26,2	25,0	10	9	288
Ponto 5	5,90	5,84	36,7	36,8	6,7	7,3	23,7	22,9	8	10	285
Ponto 6	6,60	6,64	38,5	38,5	6,9	6,8	18,5	18,5	10	10	283
Ponto 7	6,32	6,10	35,6	36,8	6,3	6,4	19,7	20,2	11	13	293
Ponto 8	6,49	6,37	52,3	50,8	6,8	6,3	25,1	25,3	14	17	278
Ponto 9	6,21	6,38	62,5	63,4	6,2	6,1	23,1	24,5	10	12	286
Ponto 10	5,75	5,58	37,7	37,6	3,8	2,8	25,6	24,6	10	12	339
Ponto 11	5,64	5,66	37,2	37,3	4,4	4,8	24,3	24,3	11	10	327
Ponto 12	5,72	6,12	48,3	52,3	4,7	5,3	22,9	26,7	11	13	309
Ponto 13	5,86	6,43	49,6	61,2	3,8	2,5	22,2	23,7	10	12	306
Ponto 14	5,22	5,93	13,3	34,7	1,2	4,8	19,9	20,1	9	11	329
Ponto 15	5,51	5,52	57,3	39,6	2,8	3,2	21,2	20,4	9	11	338
Ponto 16	5,34	5,85	42,4	42,2	6,2	6,2	24,9	24,9	10	11	108
Ponto 17	5,44	5,35	152,7	154,5	5,1	5,3	24,2	23,0	12	12	314
Ponto 18	5,60	6,19	40,4	40,6	5,2	5,2	24,5	24,4	12	10	322
Ponto 19	6,13	6,79	22,1	31,4	5,2	3,3	26,8	24,8	15	16	321
Ponto 20	6,24	6,07	32,7	39,3	6,2	6,2	21,1	21,1	11	13	312
CONAMA 357/2005	6,0 a 9,0		< 100		≥ 5		ND		ND		ND

- ND = Parâmetro não determinado pelo CONAMA 357/05

A Tabela 1 apresenta a média, desvio padrão (D.P), mínimo, 1º. Quartil, mediana e 3º. Quartil (Q) e valor máximo encontrados para os resultados obtidos dos parâmetros físico-químicos em amostras coletadas nas nascentes do rio Rio Meia Ponte.

Tabela1 - Descrição dos parâmetros físico-químicos coletados em cursos d'água do Rio Meia Ponte

Características	n	Média	D.P	Mínimo	1ºQ	Mediana	3ºQ	Máximo
pH								
Jusante	20	5,9	0,4	5,2	5,6	5,9	6,2	6,6
Montante	20	6,0	0,4	5,4	5,8	6,1	6,3	6,8
Cond. (μ mho/cm ⁻¹)								
Jusante	20	49,4	29,2	13,3	36,8	42,8	51,6	152,7
Montante	20	48,8	26,2	31,4	37,4	41,4	50,0	154,5
OD (mg/L O ₂)								
Jusante	20	5,5	1,7	1,2	4,5	6,2	6,8	8,0
Montante	20	5,7	1,7	2,5	4,8	6,2	7,2	7,8
Temp (°C)								
Jusante	20	22,9	3,8	18,5	21,5	24,3	25,1	26,8
Montante	20	23,4	2,2	18,5	21,6	24,5	24,9	26,7
Lumin (lux)								
Jusante	20	11,1	2,0	8,0	10,0	11,0	12,0	16,0
Montante	20	12,2	2,3	9,0	10,3	12,0	13,0	17,0
Altitude (m)	20	294,6	48,3	108,0	285,0	299,5	321,8	339,0

n: nº de observações; D.P.: desvio-padrão; 1º Q: 1º Quartil; 3º Q: 3º Quartil

Todos os parâmetros são apresentados graficamente na forma de histogramas e boxplot, proporcionando uma melhor compreensão dos dados. Nos boxplots os asteriscos indicam observações consideradas como valores extremos, ou seja, muito diferentes dos valores apresentados pelas outras observações. O início da caixa representa o primeiro quartil, consistindo-se em 25% das observações que estão abaixo deste valor. A linha central representa a mediana, indicando que 50% dos valores estão acima e outros 50% abaixo deste valor. O fim da caixa representa o terceiro quartil, que indica que 75% das observações estão abaixo deste valor.

3.2.1 pH (Potencial Hidrogeniônico)

Os dados das estatísticas descritivas relacionadas ao pH Jusante e o pH Montante quando comparado com a resolução 357/2005 do CONAMA para águas classe 1 que estabelece um intervalo na escala de pH 6,00 a 9,0 mostram que algumas amostras estão fora do intervalo estabelecido. No presente estudo o intervalo observado foi de 5,22 a 6,79.

No boxplot (Figura 13), pode ser observada que para as 20 amostras a jusante, o pH foi, em média, de 5,9 com desvio padrão de 0,4, o pH mínimo foi de 5,6 e o máximo de 6,3. Para as 20 amostras a montante, o pH foi em média de 6,0, com desvio padrão de 0,4, o pH mínimo foi de 5,6 e o máximo de 6,8.

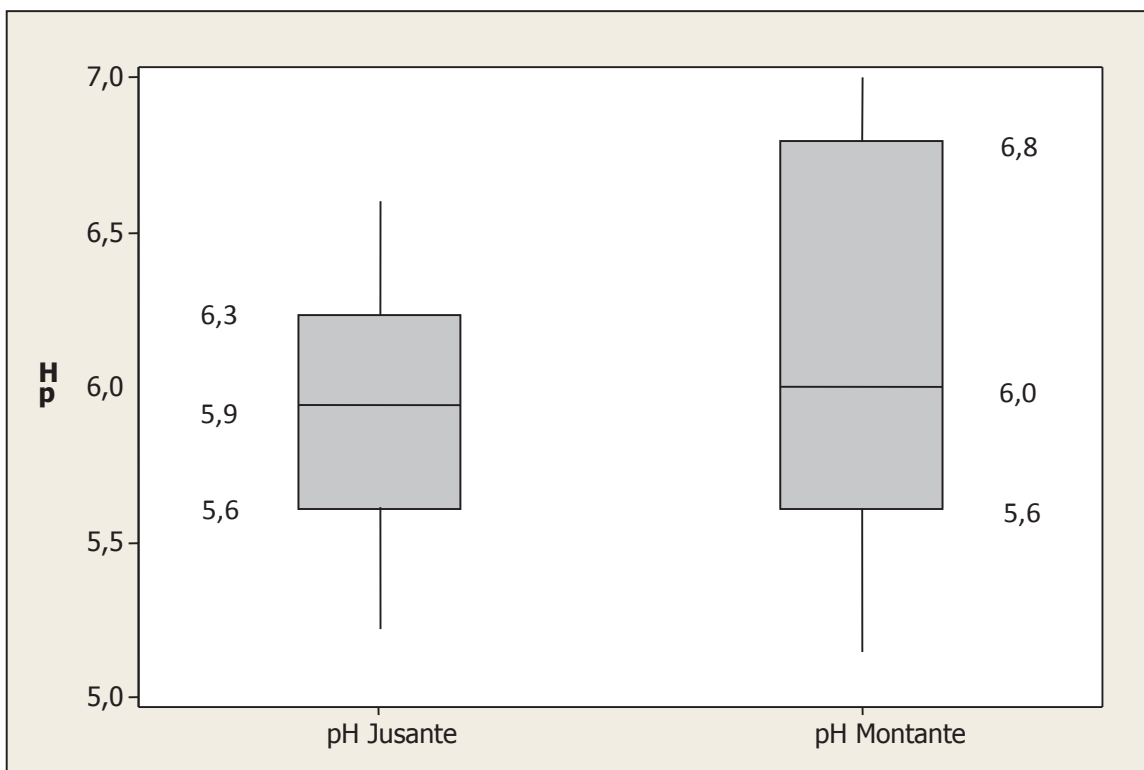


Figura 13 – Valores médio, máximo e mínimo de pH das amostras coletadas a jusante e a montante nas nascentes do rio Meia Ponte.

No histograma (figuras 14 e 15) pode ser observado que em alguns pontos de coletas o pH está fora dos índices da normalidade de acordo com o CONAMA 357/2005 para águas classe 1.

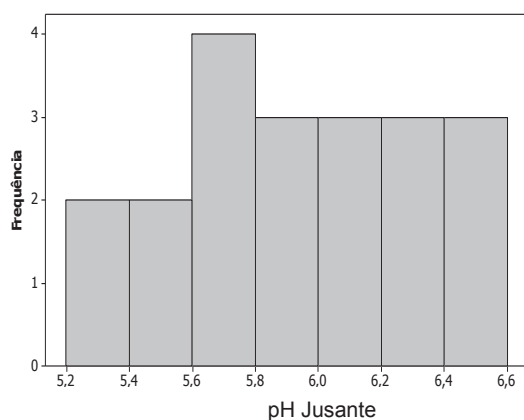


Figura 14 - Frequência de valores de pH a Jusante

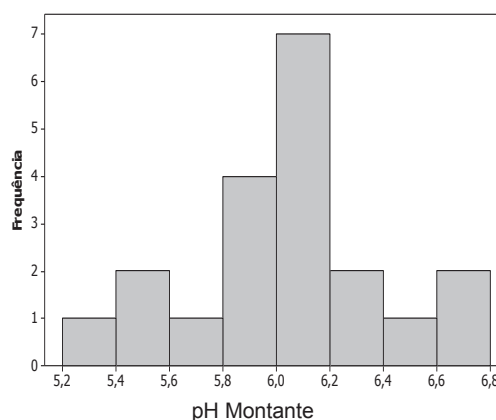


Figura 15 – Frequência de valores de pH a Montante

Observou-se anomalias de pH em vários pontos, a saber: ponto 1 Jusante 5,98 e Montante 5,8; Ponto 5 Jusante 5,9 e Montante 5,84; Ponto 10 Jusante 5,75 e Montante 5,58; Ponto 11 Jusante 5,64 e Montante 5,66; Ponto 12 Jusante 5,72; Ponto 13 Jusante 5,86; Ponto 14 Jusante 5,22 e Montante 5,93; Ponto 15 Jusante 5,51 e Montante 5,52; Ponto 16 Jusante 5,43 e 5,85; Ponto 17 Jusante 5,44 e Montante 5,35 e ponto 18 Jusante 5,6.

Segundo Esteves (1988), o pH é uma variável importante, devido ao grande número de fatores que podem influenciar, além de estar relacionado ao crescimento de microrganismo ou associado a proliferação de algas.

Todas as amostras coletadas na nascente estariam dentro dos valores de pH estabelecidos pelo CONAMA 357/2005, se os valores fossem enquadrados no padrão de emissão de efluentes líquidos domésticos e industriais, que tem faixa de pH estabelecida entre 5,0 e 9,0.

3.2.2 Condutividade

Pode ser observada que para as 20 amostras coletadas a jusante a condutividade (Figura 16) teve média de $49,4 \mu\text{mho cm}^{-1}$ com desvio padrão de $29,2 \mu\text{mho cm}^{-1}$, o valor mínimo foi de $13,3 \mu\text{mho cm}^{-1}$ e o máximo de $152,7 \mu\text{mho cm}^{-1}$; e para as 20 amostras coletadas a montante a condutividade teve média de $48,8 \mu\text{mho cm}^{-1}$ com desvio padrão de $26,2 \mu\text{mho cm}^{-1}$, o valor mínimo foi de $31,4 \mu\text{mho cm}^{-1}$ e o máximo de $154,5 \mu\text{mho cm}^{-1}$.

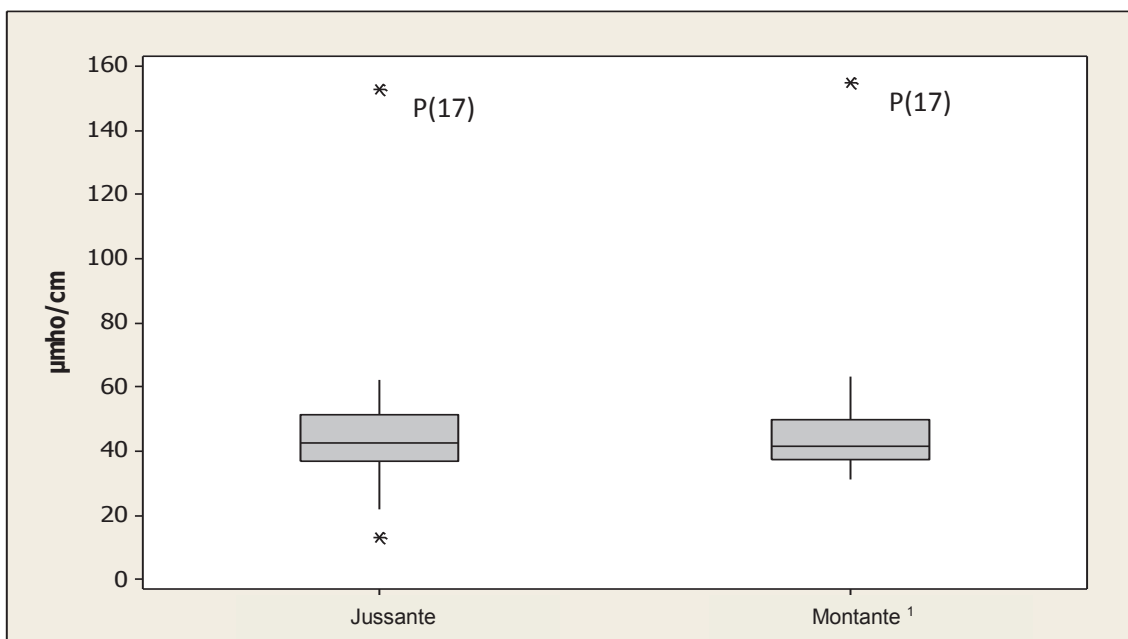


Figura 16 - Valores médio, máximo e mínimo de condutividade das amostras coletadas a jusante e a montante nas nascentes do rio Meia Ponte.

Observa-se que no ponto 17 (Figura 16) que há alteração da condutividade, com frequência no ponto Jusante e a outra no ponto Montante acima dos valores de $100 \mu \text{mho cm}^{-1}$ (Figuras 17 e 18), quando comparada à resolução CONAMA 357/05 que estabelece valor máximo de até $100 \mu \text{mho cm}^{-1}$ para águas classe 1.

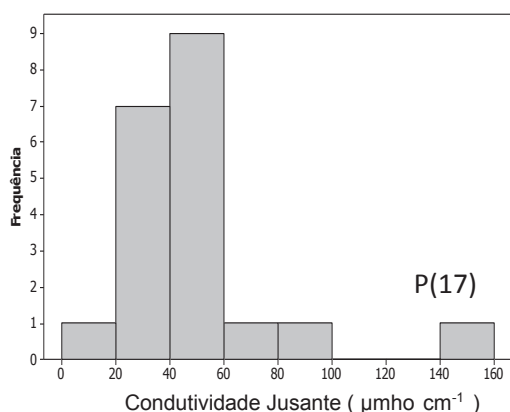


Figura 17 - Frequência de valores de Condutividade a Jusante

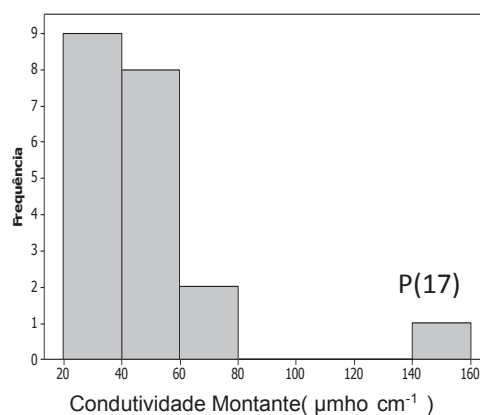


Figura 18 – Frequência de valores de Condutividade a Montante

Para o parâmetro condutividade foi observado de forma geral que está dentro dos padrões estabelecidos, com exceção do ponto da coleta 17, tanto na jusante quanto na montante, onde foi observado no ponto Jusante $152,7 \mu \text{mho cm}^{-1}$ e Montante $154,5 \mu \text{mho cm}^{-1}$, podendo ser provocado devido à presença de produção agropecuária próximo ao local de coleta e também a presença das erosões e alta declividade do terreno o que poderia facilitar o escoamento de resíduos para o rio causando as possíveis alterações nesse parâmetro.

3.2.3 Oxigênio Dissolvido (OD)

Para as 20 amostras coletadas a jusante o OD a média foi de $5,5 \text{ mg/L}^{-1}$ com desvio padrão de $1,7 \text{ mg/L}^{-1}$, valor mínimo de $1,2 \text{ mg/L}^{-1}$ e máximo de $8,0 \text{ mg/L}^{-1}$; e para as amostras coletadas a montante OD teve média de $5,7 \text{ mg/L}^{-1}$ com desvio padrão de $1,7 \text{ mg/L}^{-1}$, valor mínimo foi de $2,5 \text{ mg/L}^{-1}$ e máximo de $7,8 \text{ mg/L}^{-1}$ (Figura 19).

Quando observado o parâmetro oxigênio dissolvido, nota-se que os padrões encontram-se abaixo do recomendado de 5 mg/L O_2 CONAMA 357/05 para águas classe 1, em vários pontos 10,11,12,13,14,15 e 19.

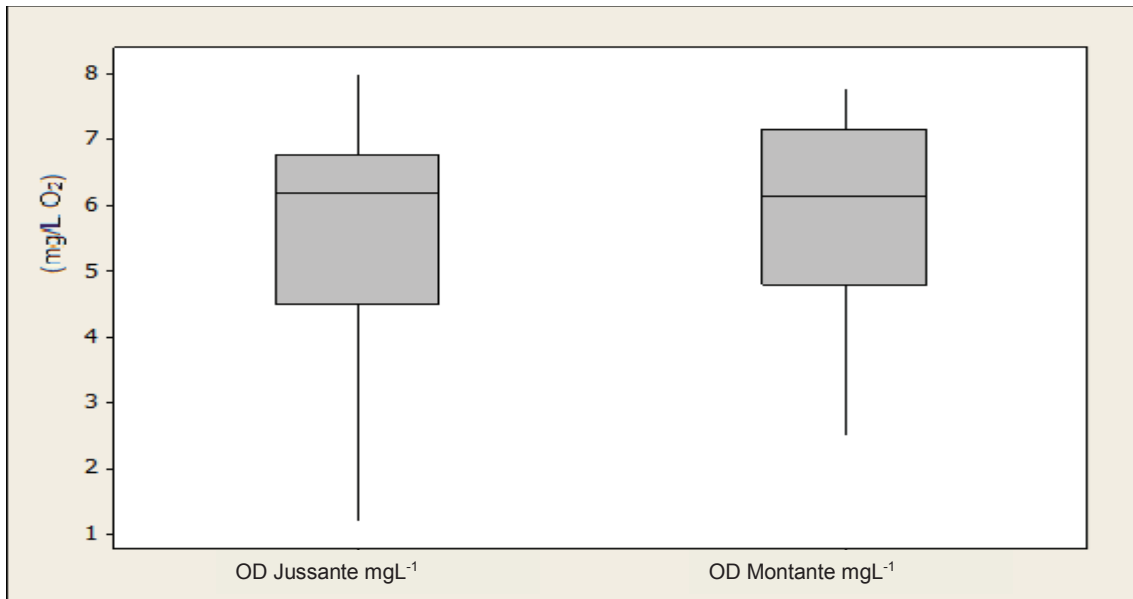


Figura 19 - Valores médio, máximo e mínimo de OD das amostras coletadas a jusante e a montante nas nascentes do rio Meia Ponte.

As Figuras 20 e 21 mostram a frequência de valores de OD das amostras coletadas a jusante e a montante. Observam-se vários valores abaixo dos padrões determinado pelo CONAMA 357/05 para águas classe 1.

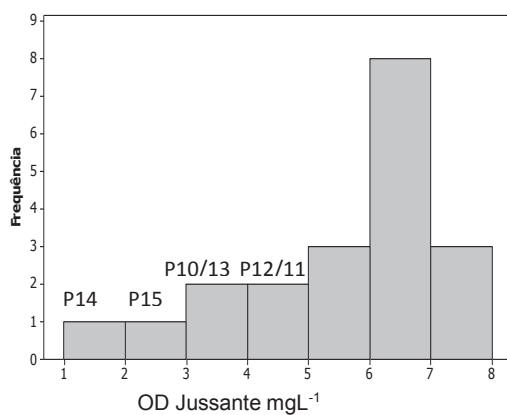


Figura 20 - Frequência de valores de OD Jusante

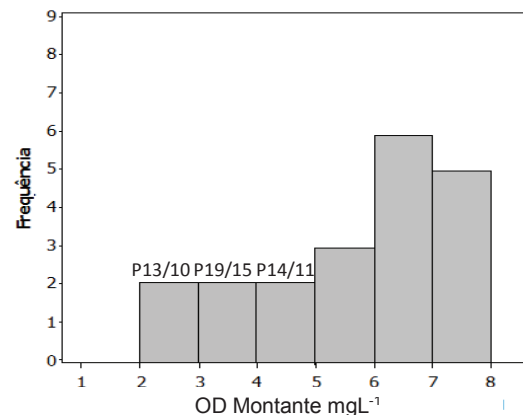


Figura 21 – Frequência de valores de OD Montante

Para o parâmetro OD foram observados em vários pontos a jusante e a montante abaixo dos valores estabelecidos pelo CONAMA, a saber: ponto 10 Jusante $3,8\text{mgL}^{-1}\text{ O}_2$ e ponto Montante $2,8\text{mgL}^{-1}\text{ O}_2$; ponto 11 Montante $4,4\text{mgL}^{-1}\text{ O}_2$ e Montante $4,8\text{mgL}^{-1}\text{ O}_2$; ponto 12 Jusante $4,73\text{mgL}^{-1}\text{ O}_2$; ponto 13 Jusante $3,8\text{mgL}^{-1}\text{ O}_2$ e ponto Montante $2,5\text{mgL}^{-1}\text{ O}_2$; ponto 14 Jusante $1,2\text{mgL}^{-1}\text{ O}_2$ e ponto Montante $4,8\text{mgL}^{-1}\text{ O}_2$; ponto 15 Jusante $2,8\text{mgL}^{-1}\text{ O}_2$ e ponto Montante $3,2\text{mgL}^{-1}\text{ O}_2$. A baixa quantidade de OD nos primeiros quatro pontos (10, 11, 12, 13) justifica-se pela presença de ações antrópicas como a

criação de gado e presença de lavouras próximos aos pontos amostrados. Os baixos valores OD e pH em corpos d'água estão associados ao processo de decomposição da matéria orgânica, (COSTA *et al.*, 2006). Já nos últimos dois pontos (14 e 15) é observado uma área de várzea o que ocasionaria uma diminuição do oxigênio dissolvido na água devido ao aumento dos processos fotossintetizantes, que influenciariam diretamente nesse parâmetro físico químico.

3.2.4 Temperatura

A temperatura nos 20 pontos a jusante teve média de 22,9 °C com desvio padrão de 3,8 °C, mínimo foi de 9,7 °C e o máximo de 26,8 °C. Para os 20 pontos a montante temperatura média foi de 23,4 °C com desvio padrão de 2,2 °C, o mínimo foi de 18,5 °C e o máximo de 26,7 °C.

No gráfico abaixo (Figura 22) pode ser observado que a mediana da temperatura a Jusante e a Montante encontra-se entre as temperaturas entre 24 e 26 °C.

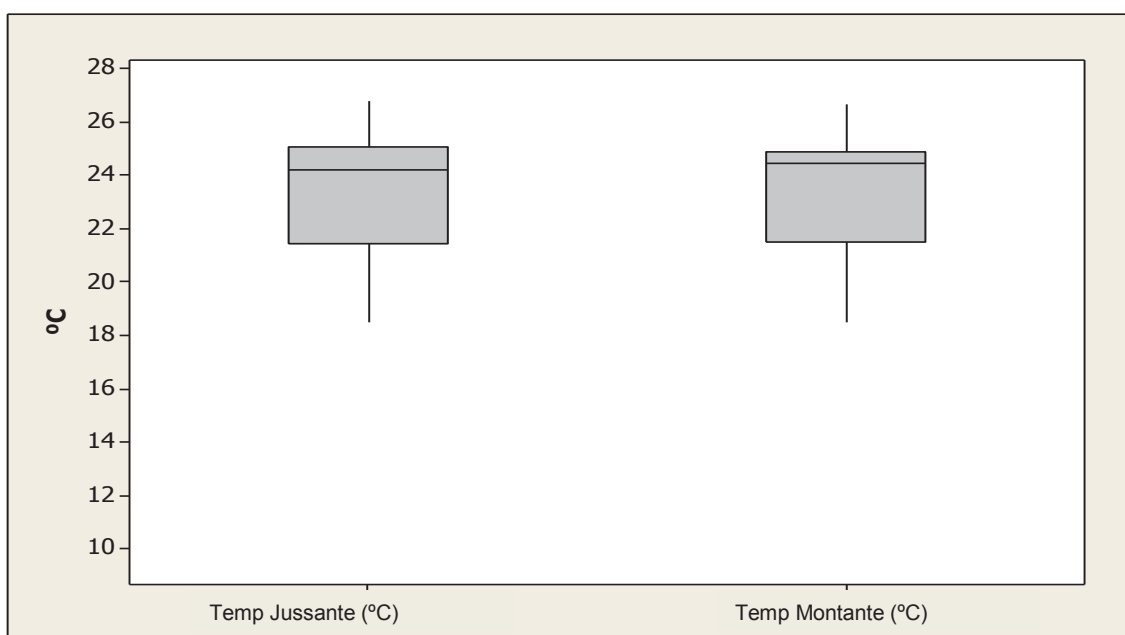


Figura 22 - Valores médio, máximo e mínimo de temperatura das amostras coletadas a jusante e a montante nas nascentes do rio Meia Ponte.

Entretanto, observou-se as 24 e 25) uma frequência acima de 50% nas temperaturas de 24 a 26 °C, ocorrendo em alguns pontos pequenas alterações (figuras 23 e 24).

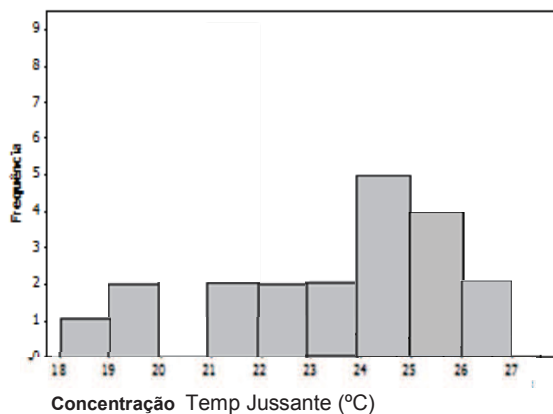


Figura 23 - Frequência de valores de temperatura a Jusante

A temperatura esteve com valores entre de 24°C a 26°C, contendo pequenas oscilações, fatores que podem ocorrer por questões naturais como por exemplo sombra. Para Conte e Leopoldo (2001), a determinação da temperatura da água é de fundamental importância, uma vez que as variações que ocorrem constituem em fatores de reações energéticas e ecológicas aplicadas aos recursos hídricos, principalmente em relação aos organismos aquáticos.

3.2.5 Luminosidade

Com relação à luminosidade foi observado que para os 20 pontos a jusante média de 11,1 lux com desvio padrão de 2,0 lux, luminosidade mínima de 8,0 lux máxima de 16,0 lux e para as 20 amostras a montante a luminosidade média foi de 12,2 lux, com desvio padrão de 2,3 lux, mínimo de 9,0 lux e máximo de 17,0 lux (Figura 25).

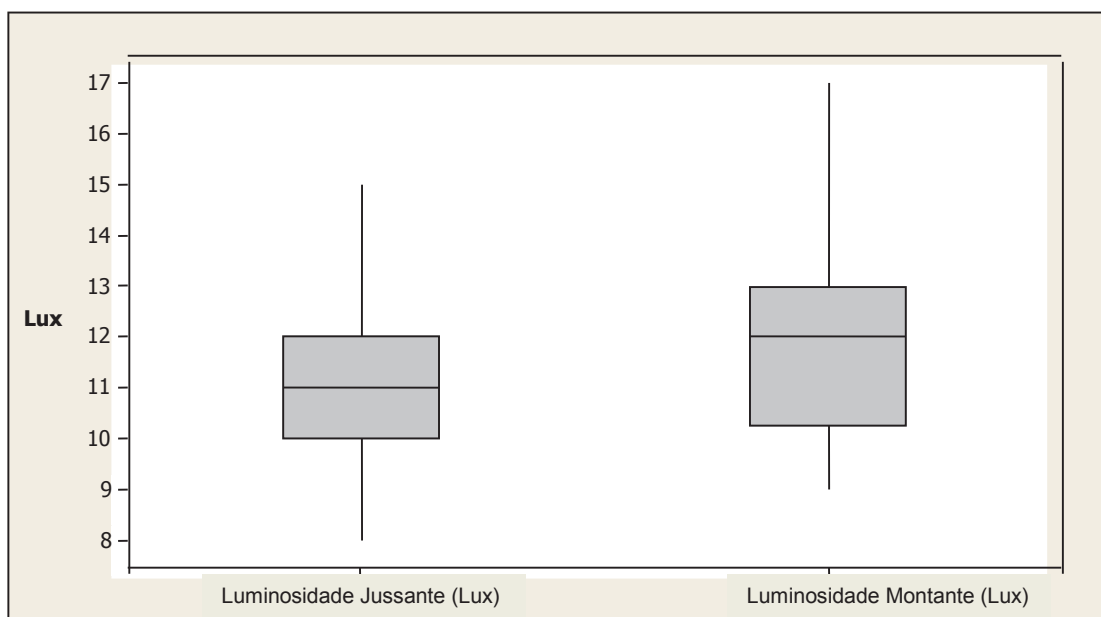


Figura 25 - Valores médio, máximo e mínimo de luminosidade das amostras coletadas a jusante e a montante nas nascentes do rio Meia Ponte

Para o parâmetro luminosidade pode ser observado às variações entre os pontos de coletas jusantes e montantes (Figuras 26 e 27).

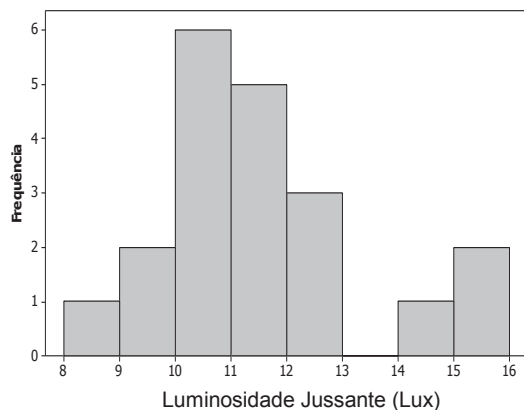


Figura 26 - Frequência de valores de luminosidade a Jusante

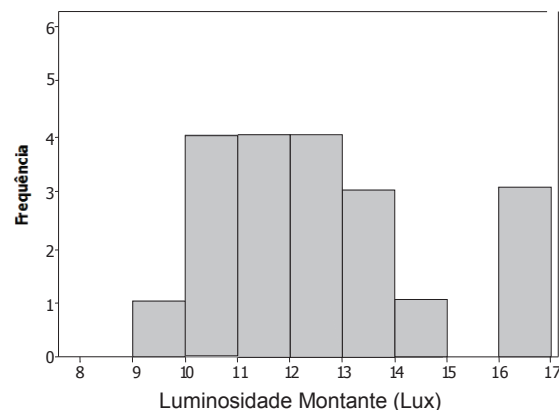


Figura 27 – Frequência de valores de luminosidade a Montante

A luminosidade é um fator que influencia diretamente o metabolismo dos organismos autótrofos, em condições alteradas ocorre a dificuldade da realização dos processos fotossintetizantes, podendo causar problemas para as demais espécies, devido à liberação de oxigênio dissolvido presente na água, vital para a sobrevivência das espécies. Segundo Harding, et al., (2006) a luminosidade também permite entender sobre o estado de preservação de margens, entrada de material alóctone e efeitos da erosão.

3.2.6 Altitude

No parâmetro altitude foi observada uma média de 294 m entre os pontos amostrais, onde a mínima foi 108 m e a máxima de 339 m (Figura 28).

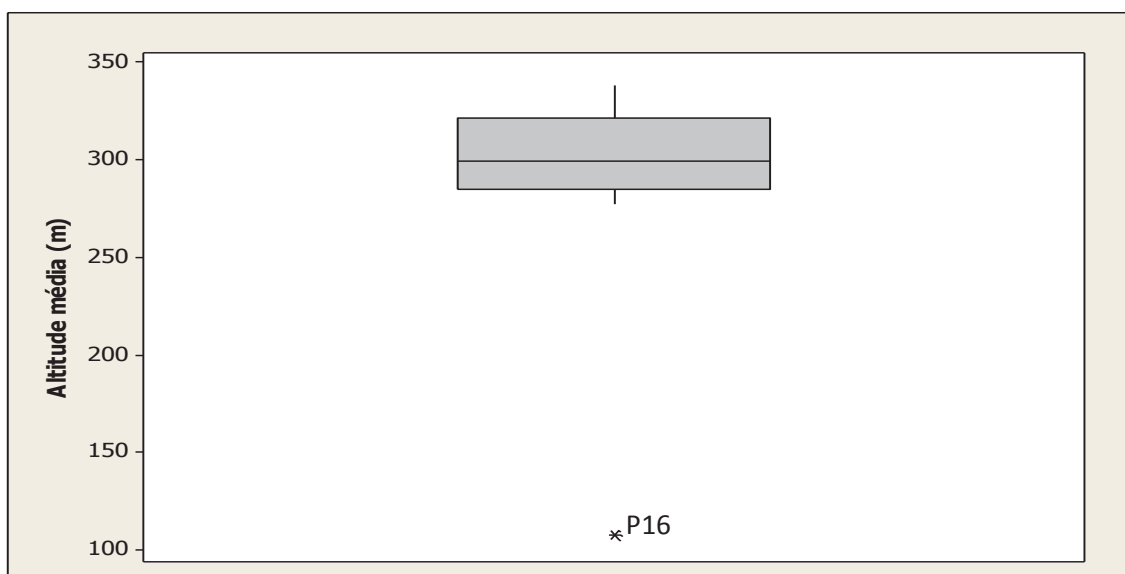


Figura 28 - Valores médio, máximo e mínimo de altitude dos pontos de coleta

A frequência em relação à altitude média encontradas nos pontos de coletas em campo é apresentado na figura 29.

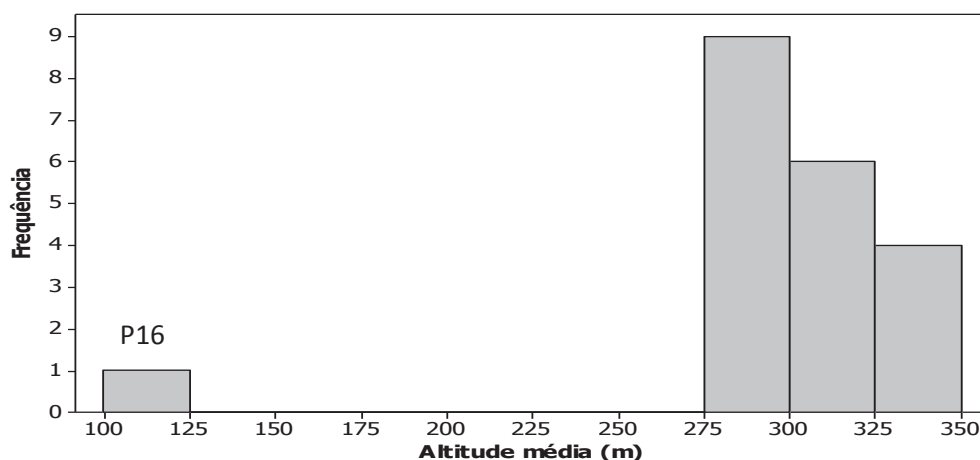


Figura 29 - Frequência de valores de altitude dos pontos amostrados

A maior parte dos pontos amostrados possui altitude entre 275 a 350 m, somente no ponto 16 a altitude deve um oscilação considerável em relação as demais. Segundo Sperling (2007) a altitude e a temperatura são fatores físico-químicos que influencia diretamente na solubilidade de OD, que atuam diretamente nas características da vegetação presença da biodiversidade e consequentemente na qualidade da água.

3.3 – CONCENTRAÇÃO DE METAIS POLUENTES

Concentrações de metais nas quarenta amostras de água dos cursos d'água afluentes do rio Meia Ponte, expressos em mg L^{-1} são apresentados no (Quadro 4).

Quadro 4 – Concentração de Metais (Cu, Cd, Cr, Pb, Zn, Mn) nas amostras coletadas nas nascentes do rio Meia Ponte.

Pontos de Coleta	Cu		Cd		Cr		Pb		Zn		Mn	
	mg L^{-1}											
	Jusan	Mont	Jusan	Mont	Jusan	Mont	Jusan	Mont	Jusan	Mont	Jusan	Mont
Ponto 1	ND	ND	0,002	ND	ND	ND	0,038	ND	0,008	0,053	0,25	0,179
Ponto 2	ND	ND	ND	ND	0,001	0,001	0,001	0,001	0,081	0,031	0,241	0,091
Ponto 3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,275	0,028	0,051	0,037
Ponto 4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,064	0,043	0,083	0,036
Ponto 5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,104	0,054	0,025	0,021
Ponto 6	ND	ND	ND	ND	0,001	ND	ND	ND	0,032	0,009	0,023	0,038

Ponto 7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,013	0,015	0,034	0,031
Ponto 8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,004	0,006	0,074	0,071
Ponto 9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,026	0,032	0,091	0,114
Ponto 10	ND	ND	ND	ND	ND	0,004	ND	ND	0,043	0,039	0,195	0,176
Ponto 11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,15	0,102	0,283	0,447
Ponto 12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,154	0,087	0,028	0,022
Ponto 13	ND	ND	ND	ND	0,003	0,007	ND	ND	0,103	0,099	0,013	0,187
Ponto 14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,072	0,128	0,056	0,098
Ponto 15	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,131	0,127	0,724	0,337
Ponto 16	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,124	0,134	0,241	0,181
Ponto 17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,09	0,079	0,016	0,02
Ponto 18	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,104	0,08	0,232	0,206
Ponto 19	ND	ND	ND	ND	ND	0,035	ND	ND	0,083	0,08	0,06	0,331
Ponto 20	ND	ND	ND	ND	ND	0,036	ND	ND	0,067	0,071	0,131	0,134
CONAMA 357/2005	0,009	0,001	0,001	0,05	0,01	0,18	0,1					

- ND = Abaixo do limite de detecção
- Jusante = Jusante e Montante = Montante

Cobre não foi detectado nas amostras coletadas e por isso não será apresentado nas análises estatísticas.

A Tabela 2 apresenta a análise descritiva das concentrações de metais presentes nas quarenta amostras de água (vinte amostras a jusante e vinte amostras a montante) dos cursos d'água das nascentes do rio Meia Ponte.

Tabela 2: Concentração de metais poluentes (mgL^{-1}) nas quarenta amostras de água dos cursos d'água das nascentes do rio Meia Ponte.

Característica	n	n*	Média	D.P	Mínimo	1ºQ	Mediana	3ºQ	Máximo
Cd									
Jusante	1	19	0,002	*	0,002	*	0,002	*	0,002
Montante	0	20	*	*	*	*	*	*	*
Cr									
Jusante	3	17	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,003
Montante	5	15	0,017	0,017	0,001	0,003	0,007	0,036	0,036
Pb									
Jusante	2	18	0,020	0,026	0,001	*	0,020	*	0,038
Montante	1	19	0,001	*	0,001	*	0,001	*	0,001
Zn									
Jusante	20	0	0,086	0,063	0,004	0,035	0,082	0,119	0,275
Montante	20	0	0,065	0,040	0,006	0,031	0,063	0,096	0,134
Mn									
Jusante	20	0	0,143	0,165	0,013	0,030	0,079	0,239	0,724
Montante	20	0	0,138	0,121	0,020	0,036	0,106	0,186	0,447

n: nº de observações; n*: casos sem informação; D.P.: desvio-padrão; 1º Q: 1º Quartil; 3º Q: 3º Quartil; *: não foi possível obter

Os gráficos são apresentados para os metais em duas formas, quando os dados são possíveis a demonstração estatística em histogramas e boxplots, para facilitar a apreciação dos dados. Nos Boxplots os asteriscos indicam observações consideradas como valores extremos, ou seja, muito diferentes dos valores apresentados pelas outras observações. O início da caixa representa o primeiro quartil, que consiste em 25% das observações que estão abaixo deste valor. A linha central representa a mediana, indicando que 50% dos valores estão acima, e outros 50% abaixo deste valor. O fim da caixa representa o terceiro quartil, que indica que 75% das observações estão abaixo deste valor.

3.3.1 Cobre

Nas amostras coletadas o cobre encontra-se abaixo do limite de 0,05 mg/L detecção e por isso dentro dos padrões estipulados pelas normas do CONAMA 357/05 para classe 1.

3.3.2 Cádmi

Com exceção do ponto 1 Jusante, todos os outros pontos apresentaram concentração de Cádmi abaixo do limite estabelecido pelo CONAMA 357/05 ($0,001\text{mgL}^{-1}$).

Entretanto, em uma das amostras (ponto 1) foi encontrado concentração de $0,002\text{mg/L}^{-1}$. Mesmo que somente uma amostra esteja acima dos padrões para o Cd abre-se um alerta, pois é um metal de alta toxicidade, não essencial e de difícil excreção (CARDOSO e CHASIN, 2001). No ser humano ocasiona problemas renais, pulmonares e imunológicos (LARSON e WEINCK, 1994).

O aumento de cádmio nesse ponto amostral pode se devido à presença de atividade agropecuária na proximidade, o que poderia ocasionar o escoamento dos resíduos da produção que podem conter a presença de vários metais poluentes em água, inclusive o Cd. Além disso, a falta de vegetação nas margens do rio e a alta inclinação do terreno podem facilitar a entrada dos resíduos no curso d'água.

3.3.3 Cromo

Interpretando as estatísticas descritivas relacionadas as concentrações a Jusante e a Montante de cromo (Cr), tem-se para as 17 observações desse metal nos pontos jusantes concentração média, de $0,002 \text{ mgL}^{-1}$, com desvio padrão de $0,001 \text{ mgL}^{-1}$, a concentração mínima foi de $0,001 \text{ mgL}^{-1}$ e a máxima de $0,003 \text{ mgL}^{-1}$, e para 15 observações desse metal nos pontos a montante, a concentração média foi de $0,017 \text{ mgL}^{-1}$, com desvio padrão de $0,017 \text{ mgL}^{-1}$, a concentração mínima foi de $0,001 \text{ mgL}^{-1}$ e a máxima de $0,036 \text{ mgL}^{-1}$.

As concentrações de Cr encontrados nas amostras estão todas dentro dos padrões estabelecidos pelo CONAMA ($0,05 \text{ mgL}^{-1}$) para água classe 1. Entretanto os organismos aquáticos apresentam grande variação em relação à sensibilidade ao cromo de $0,03$ a 118 mgL^{-1} . Considerando o cromo hexavalente, uma concentração de $0,05 \text{ mgL}^{-1}$ causa a morte de *Daphnia magna* em 6 dias (EPA, 1972).

O Cr pode ocasionar o desequilíbrio do ecossistema. Para os peixes em concentrações fora dos padrões pode ocasionar déficit na natação, problemas respiratórios e na alimentação e até morte (REPULA *et al.*, 2012). Já para o ser humano a principal consequência é o câncer (SILVA e PEDROSO, 2001).

3.3.4 Chumbo

Foi observada a presença de Pb em dois pontos a jusante e em um ponto a montante, sendo que ponto 1 jusante apresentou concentração de $0,038 \text{ mgL}^{-1}$, acima do estabelecido pelo CONAMA 357/2005 de ($0,01 \text{ mgL}^{-1}$). O chumbo nestes pontos pode ser proveniente de dejetos bovinos, uma vez que verificou-se a criação de gado próximo a estes pontos. Este metal pode estar presente no suplemento alimentar do gado e essa contaminação pontual pode estar relacionada com os dejetos bovinos que eventualmente escoam para o rio no tratamento dos animais (MARÇAL *et al.*, 2003).

No ponto 2 jusante e montante a concentração de chumbo foi $0,001 \text{ mgL}^{-1}$ e nos demais pontos a concentração ficou abaixo do limite de detecção. Com esses dados foi possível observar que no ponto 1 Jusante ocorreu um aumento significativo, mas se comparando com o intervalo de concentrações de Pb

registradas em Minas Gerais por JORDÃO *et al.*, (2007), onde foram encontrados concentrações de 3,8 a 22,5 mgL⁻¹ em áreas urbanas, próximo a lixões e lançamentos de efluente doméstico sem tratamento, vê-se que o valor da amostra do estudo é muitas vezes inferior.

3.3.5 Zinco

Pode ser observada que para os 20 pontos jusantes, o zinco teve concentração média de 0,086 mgL⁻¹, com desvio padrão de 0,063 mgL⁻¹, mínimo de 0,004 mgL⁻¹ e máximo de 0,275 mgL⁻¹; e para os 20 pontos a montante a concentração média de zinco foi 0,065 mgL⁻¹, com desvio padrão de 0,040 mgL⁻¹, mínimo de 0,006mgL⁻¹ e o máximo de 0,134mgL⁻¹. Observa-se também que não há anomalia de zinco nos pontos amostrados.

Na figura 30 pode-se observar a variação ocorrida entre as medias, nos pontos de coletas jusante e montante.

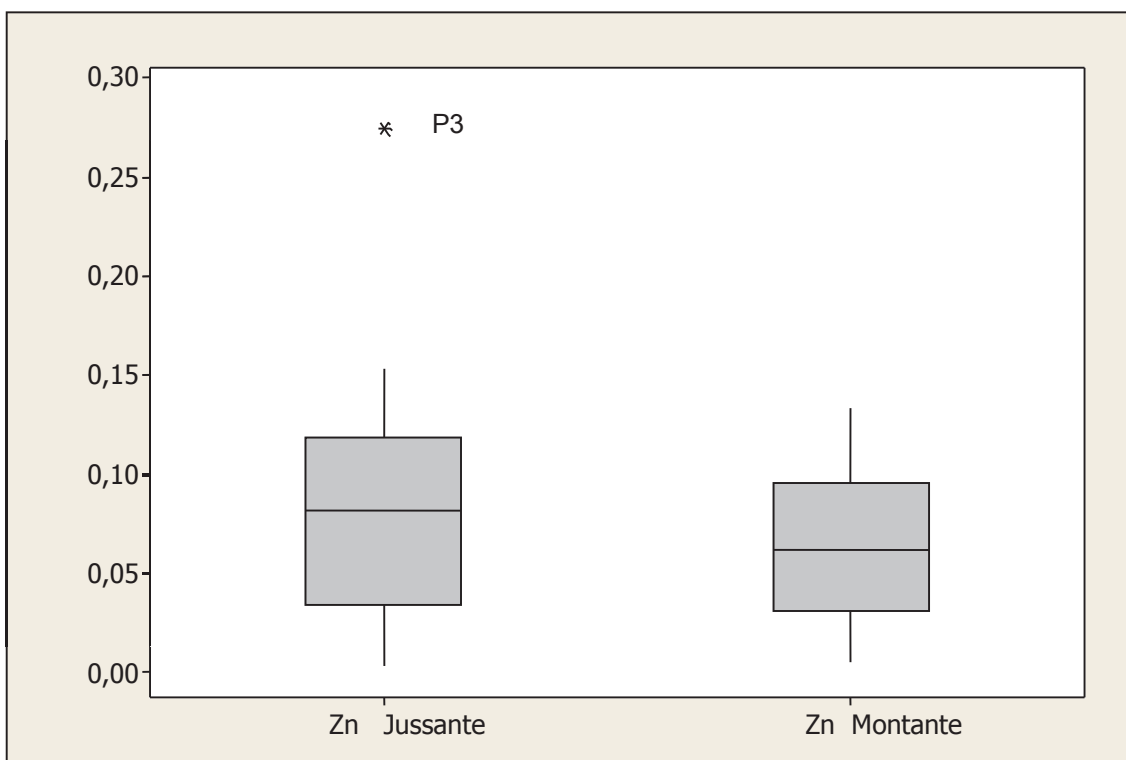


Figura 30 - Valores médio, máximo e mínimo da concentração de zinco nas amostras coletadas a jusante e a montante nas nascentes do rio Meia Ponte.

As figuras 31 e 32 mostram apenas uma amostra (ponto 3 a jusante) fora dos padrões 0,18 mg/L estabelecido pela resolução do CONAMA 357/05 para classe 1.

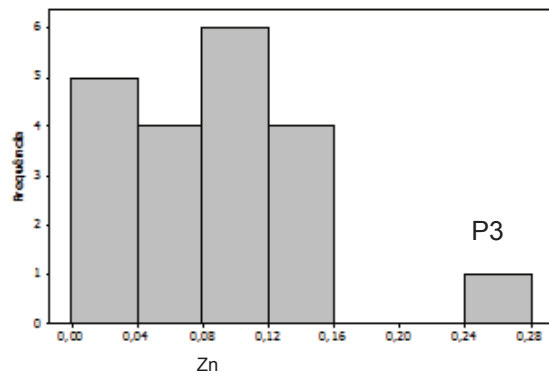


Figura 31 - Frequência de concentração de zinco Jusante

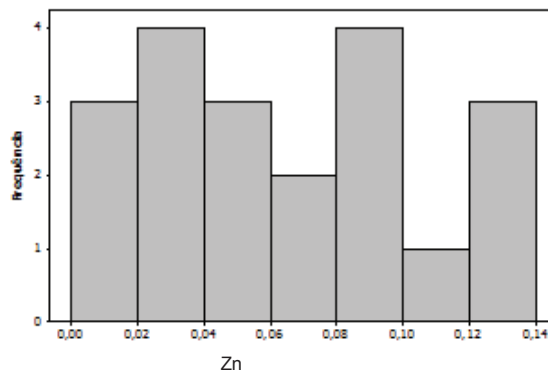


Figura 32 – Frequência de concentração de zinco Montante

Com relação ao zinco foi observada a presença em todas as amostras, mas para a classificação de água doce classe 1 estabelecida pela resolução 357/05 o valor máximo permitido é de $0,18\text{mgL}^{-1}$, então, somente o ponto amostral 3 jusante ($0,275\text{mgL}^{-1}$) excedeu esse valor. O zinco se torna prejudicial à saúde quando ingerido em concentrações muito altas, o que é extremamente raro. Neste caso, pode acumular-se em diversos tecidos do organismo humano; isto só ocorre quando as taxas de ingestão diária são elevadas (PHILIPPI, *et al.*, 2004).

Mesmo a coleta sendo realizada perto de áreas onde o homem realiza atividades agropecuárias, características marcante da região e do Estado de Goiás, o Zn é um elemento que pode não ser de origem antrópica e sim disponível no ambiente terrestre, podendo ser transferido para o meio aquático principalmente pela lixiviação de solo durante as chuvas (SANTANA e BARRONCAS, 2007).

3.3.6 Manganês

Pode ser observado que para os 20 pontos jusantes a concentração de manganês foi em média de $0,143\text{mgL}^{-1}$, com desvio padrão de $0,165\text{mgL}^{-1}$, mínimo de $0,013\text{mgL}^{-1}$ e o máximo de $0,724\text{mgL}^{-1}$; e que para os 20 pontos a montante a concentração média de manganês foi de $0,138\text{mgL}^{-1}$, com desvio

padrão de $0,121 \text{ mgL}^{-1}$, mínimo de $0,020 \text{ mgL}^{-1}$ e o máximo de $0,447 \text{ mg/L}^{-1}$. (Figura 33).

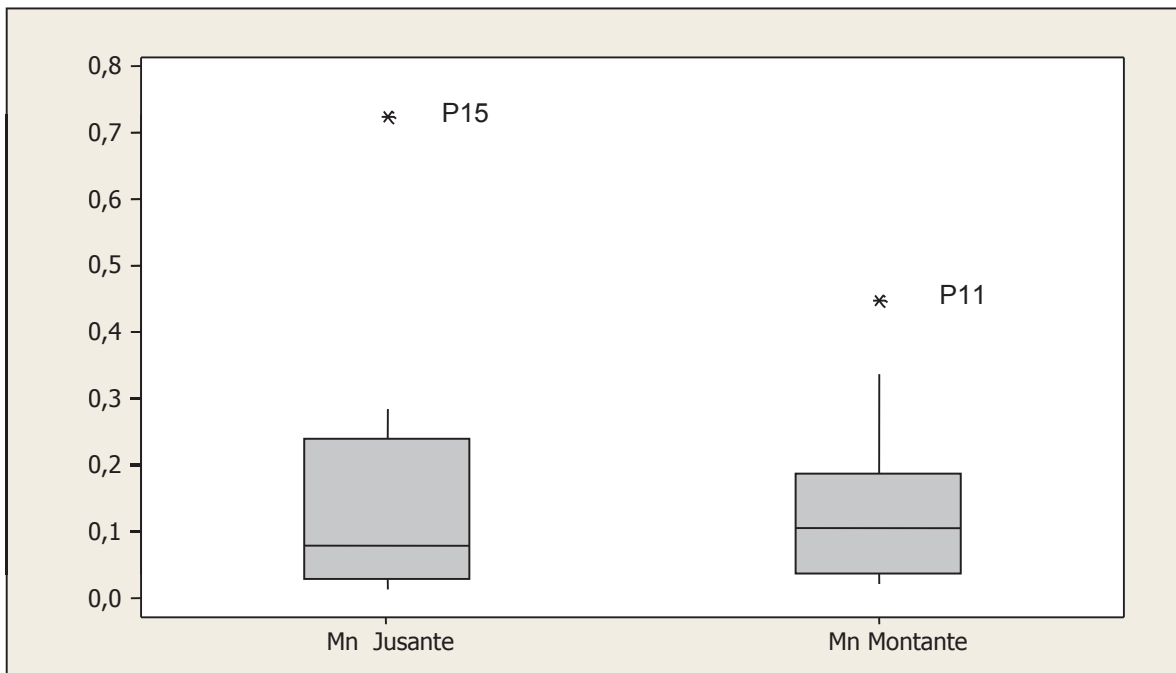


Figura 33 - Valores médio, máximo e mínimo da concentração de manganês nas amostras coletadas a jusante e a montante nas nascentes do rio Meia Ponte.

Nas figuras 34 e 35 pode ser observado com bastante frequência que os índices estão acima $0,1 \text{ mgL}^{-1}$, valor máximo permitido pela legislação (CONAMA 357/05), tanto nas amostras a jusante e a montante. Nas amostras a montante pode ser observado que vários dos pontos estão acima do estabelecido pela legislação.

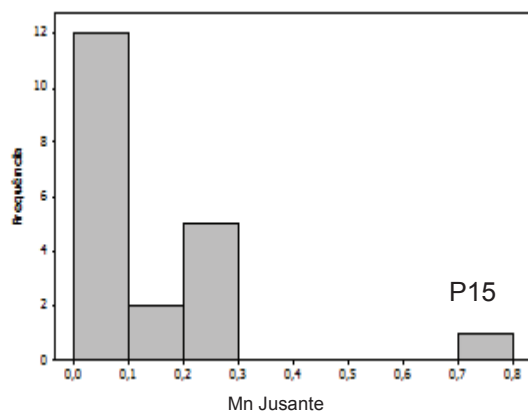


Figura 34 - Frequência de concentração de manganês Jusante

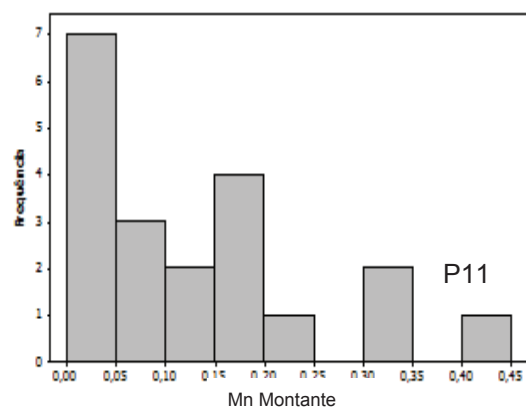


Figura 35 – Frequência de concentração de manganês Montante

Concentrações de Mn acima do permitido pela legislação foram observadas em vários pontos, a saber: ponto 1 Montante 0,179 mgL⁻¹; ponto 2 Jusante 0,241 mgL⁻¹; ponto 9 Montante 0,114 mgL⁻¹; ponto 10 Jusante 0,195 mgL⁻¹ e Montante 0,176 mgL⁻¹; ponto 11 Jusante 0,283 mgL⁻¹ e Montante 0,447 mgL⁻¹; ponto 13 Montante 0,187 mgL⁻¹, ponto 15 Jusante 0,724 mgL⁻¹ e Montante 0,337 mgL⁻¹, ponto 16 Jusante 0,241 mgL⁻¹ e Montante 0,181 mgL⁻¹, ponto 18 Jusante 0,232 mgL⁻¹ e Montante 0,206 mgL⁻¹, e ponto 20 Jusante 0,131 mgL⁻¹ e Montante 0,134 mgL⁻¹, podendo ser observado que em 50% dos pontos amostrais ocorreu alteração de manganês.

O solo predominante na região de estudo é o Latossolo que é rico em manganês. Assim essa anomalia de manganês pode ser atribuída às características geológicas do local. Relembra-se que as águas de nascentes são de origem subterrânea, ambiente com pouco oxigênio e por isso a redução do manganês e consequente solubilização do mesmo é facilitada, tornando mais fácil sua remoção dos sedimentos (KRUPADAM *et al.*, 2006).

Segundo ROCHA *et al.*, (2013), fatores geológicos podem explicar as diferenças observadas no comportamento dos metais em cada bacia hidrográfica, entretanto produtos industrializados utilizados na agropecuária de forma desordenada em rações, fertilizante e fungicidas, práticas constante no estado de Goiás pode causar grande alterações em metais em água. Os metais poluentes podem causar diversos problemas ambientais, como alterações das características físico-químicas, redução da biodiversidade e contaminação de organismo vivos, em função de seus altos potenciais tóxicos e não biodegradabilidade (FRANÇA *et al.*, 2008).

3.4 COMPARAÇÃO ENTRE AS VARIAÇÕES MONTANTES E JUSANTES.

3.4.1 Parâmetros Físico-químicos

Foram realizados testes para verificar se existem diferenças entre as médias dos parâmetros físico-químicos nos dois pontos, Jusante e Montante.

Inicialmente foi avaliada a suposição de normalidade por meio do teste Shapiro-Wilk. Nas comparações entre as médias foi utilizado o teste t-pareado quando a suposição de normalidade foi atendida, e nos casos em que a suposição de normalidade não foi atendida utilizou-se o teste Wilcoxon.

A Tabela 3 apresenta os resultados desses testes. Pode-se observar que apenas a luminosidade difere entre os pontos (valor-p=0,019). A luminosidade Jusante é em média 1,1 lux menor que a luminosidade Montante (IC95%: -2,0 a -0,2).

Tabela 3 - Comparação entre as avaliações dos parâmetros físico-químicos de amostras coletadas a jusante e montante nas nascentes do rio Meia Ponte

Características	Avaliação						Valor-p
	Jusante			Montante			
	Média	D.P	Mediana	Média	D.P	Mediana	
pH	5,9	0,4	5,9	6,0	0,4	6,1	0,187 ¹
Cond. (µmho/cm)	49,4	29,2	42,8	48,8	26,2	41,4	0,121 ²
OD (mg/L O ₂)	5,5	1,7	6,2	5,7	1,7	6,2	0,667 ¹
Temp. (°C)	22,9	3,8	24,3	23,4	2,2	24,5	0,955 ²
Lumin. (lux)	11,1	2,0	11,0	12,2	2,3	12,0	0,019¹

D.P: Desvio-padrão; 1: Teste t-pareado; 2: Teste Wilcoxon

Dentre os parâmetros físico-químicos somente a luminosidade mostrou diferença significativa entre a média jusante e montante, que se justifica por influência de fatores naturais sobre os pontos de coletas.

3.4.2 Concentrações de metais poluentes

Foram realizados testes para verificar se existem diferenças entre as médias das concentrações de metais presentes na água nos dois pontos, jusante e montante.

Inicialmente foi avaliada a suposição de normalidade por meio do teste Shapiro-Wilk, nas comparações entre as médias foi utilizado o teste t-pareado quando a suposição de normalidade foi atendida, e nos casos em que a suposição de normalidade não foi atendida, foi utilizado o teste Wilcoxon.

Só foram realizados os testes para os metais observados nos dois pontos (Tabela 4). Pode-se observar que não houve diferença significativa nas concentrações de metais entre os pontos Jusante e Montante.

Tabela 4 - Comparação das concentrações de metais poluentes (mg L^{-1}) nas amostras de água coletadas a jusante e montante nas nascentes do rio Meia Ponte.

Características	Avaliação								
	Jusante				Montante				Valor-p
	n	Média	D.P	Mediana	n	Média	D.P	Mediana	
Zn	20	0,086	0,063	0,082	20	0,065	0,040	0,063	0,073 ²
Mn	20	0,143	0,165	0,079	20	0,138	0,121	0,106	0,601 ²

D.P: Desvio-padrão; 1: Teste t-pareado; 2: Teste Wilcoxon

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O parâmetro pH nas 40 amostras a jusante e montante está de acordo com os padrões estabelecidos pela resolução do CONAMA 357/2005, quando enquadrados no padrão de emissão de efluentes líquidos domésticos e industriais para lançamento de esgotos 5 a 9. As amostras variaram entre 5,22 a 6,79 e assim enquadrando-se todas as amostra dentro das normas para essa característica. Para o parâmetro condutividade foi observado de forma geral que está dentro dos padrões estabelecidos com exceção do ponto da coleta 17 que apresentou valor acima do estabelecido pela legislação (BRASIL, 2005).

Para o parâmetro OD foi observado em vários pontos valores abaixo dos estabelecidos pelo CONAMA, esse fato foi atribuído à presença de ações antrópicas como a criação de gado e lavouras próximas aos pontos de coleta.

Já no que se refere a presença de metais poluentes em água nos pontos amostrais na jusante e montante não foram encontradas concentrações significativas de Cu.

Cádmio foi encontrado em concentrações elevadas em uma das amostras apenas no ponto 1 Jusante ($0,002\text{mg L}^{-1}$), sendo que o CONAMA estabelece $0,001\text{mg. L}^{-1}$ para água doce classe 1, podendo ser justificado devido a presença de ações antrópicas na proximidade.

As concentrações de Cr encontrados nas coletas estão todas dentro dos padrões estabelecidos pelo CONAMA (Brasil, 2005).

As concentrações de chumbo nas amostras coletas no ponto 1 jusante ($0,038\text{ mgL}^{-1}$) e no ponto 2 jusante e montante ($0,001\text{mgL}^{-1}$) encontraram-se acima do estabelecido pela legislação para águas classe 1 (BRASIL, 2005). Nos demais pontos não se observaram anomalias.

Com relação ao metal Zn foi observado a presença em todas as amostras, mas somente o ponto 3 jusante excedeu o valor estabelecido pela resolução CONAMA 357/05 ($0,18\text{ mgL}^{-1}$) para águas classe 1

No que se refere as concentrações de Mn foram observadas em várias amostras uma variação acima do que e estabelecido pelo resolução do CONAMA, que é de $0,1\text{mg/L}^{-1}$ para águas classe 1. Este fato pode ser atribuído principalmente a fatores naturais advindo da formação geológica da região.

Dessa forma foi possível observar algumas variações nos parâmetros físico-químicos e em alguns metais poluentes em água, mesmo com os pontos de coletas sendo nas nascente do rio Meia Ponte, onde não se esperaria contaminação, mas devido principalmente a ação do antrópica insustentável como produção agropecuária e a não preservação das áreas de nascente, podem apresentar contaminação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOURAKIS, D.C. Comportamento de zinco e manganês de pilhas alcalinas em uma coluna de solo. **Química Nova**, v. 29, n. 5, p. 960-964, 2006.

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista de Saúde Pública**, v. 32, n. 2, p. 160-165, 1998.

ANTUNES, C.A.; CASTRO, M.C.F.M.; GUARDA, V.L.M. Influência da qualidade da água destinada ao consumo humano no estado nutricional de crianças com idades entre 3 e 6 anos, no município de Ouro Preto – MG. **Alim.Nutr., Araraquara**, v. 15, n. 3, p. 221-226, 2004.

ARAUJO, A.E.M. **Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e índice de qualidade da água no Rio Saúde, em razão da precipitação.** (Dissertação de Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió. 107p, 2006.

ARAÚJO, W. S.; AMARAL, S. NMB do Influência das propriedades físicas e químicas de solos intemperados na adsorção de chumbo, cobre e zinco. **Floresta e Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 167-180, 2000.

BACCI, D. de La C.; PATACA, E.M. Educação para a água. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 211-226, 2008.

BARRETO, A.C.L.; BITAR, N.A.B. **Análise de metais pesados na água e nos sedimentos de corrente do córrego Aragão situado no município de Patos de Minas/MG.** Patos de Minas, MG: UNIPAM. Patos de Minas, 2011.

BITTENCOURT, S.; GOBBI, E.F. Carga Máxima de Fósforo Admissível ao Reservatório Piraquara II, uma aplicação do processo TMDL. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 595-603, 2006.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 20,** de 18/06/1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 15.02.2013.

BRASIL. **Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água.** 2ª ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

BRASIL. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. **Legislação para águas de consumo humano. Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 de mar. 2004. Seção 1.

BUENO, L.F.; GALBIATTI, J.A.; BORGES, M.J. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde- Conchal - SP. **Eng. Agric., Jaboticabal**, v. 25, n. 3, p. 742-748, 2005 .

CALIL, P.M.; OLIVEIRA, L.F.C. de.; KLIEMANN, H.J.; OLIVEIRA, V.A. de. Caracterizaçãogeomorfométrica e do uso do solo da Bacia Hidrográfica do Alto Meia Ponte, Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.4, p. 222-236,2012.

CAMPBELL, P.G.C.; LEWIS, A.G.; CHAPMAN, P.M.; CROWDER, A.A.; FLETCHER, W.K.; IMBER, B.; LUOMA, S.N.; STOKES, P.M.; WINFREY, M. **Biologically available metals in sediments. Publications NRCC/CNRC**, Ottawa, Canada, 298p., 1988.

CANTOR, K. P. Drinking water and câncer. **Cancer Causes and Control**, Oxford, v.8, p. 292-308, 1997.

CARDOSO, L.M.N.; CHASIN, A.A.M. **Ecotoxicologia do cádmio e seus compostos**. Salvador: CRA, v.6, 122p., 2001.

CERETTAI, E.G. C.A.; BRUNETTOII, D.R.S.G.; ZALAMENAIV, J.G. de A.IIIJ.. Formas de perdas de cobre e fósforo em água de escoamento superficial e percolação em solo sob aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos. **Ciência Rural**, v. 40, n. 9,p.1948-1954, 2010.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Variáveis de Qualidade das Águas**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo,Secretaria do Meio Ambiente, 2011.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Índice de qualidade das águas**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 2014.

CLARKE, R.; KING, J. **Atlas da Água**: mapeamento completo do recurso mais precioso do planeta. São Paulo: Publifolha, 2005.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio AmbienteResolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em <28 de Ago. 2014.

CONTE, M.L.; LEOPOLDO, P. R. **Avaliação de recursos hídricos: Rio Pardo, um exemplo**. São Paulo: UNESP, 141 p., 2001.

COSTA, W.; MARQUES, M.B.; DELEZUK,J.A.M. Avaliação preliminar da qualidade da água do arroio Madureira e afluentes. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**,v.12, n. 1p.15-22, 2006.

DA CUNHA, C.B.; KRAUSE, J.C. Estudo Das Propriedades Estruturais e Magneticas em Ligas HALF-HEUSLER CoMn Sb e CuMnSb. **Revista CIATEC-UPF**, v. 5, n. 2, p. 29-37, 2013.

D'AGUILA, P.S.; ROQUE, O.C. da C.; MIRANDA, C.A.S.; FERREIRA, A.P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.16, n. 3, p. 791-798, 2000.

DE AGUIAR, M.R.M.P.; NOVAES, A.C.; GUARINO, A.W.S. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. **Química Nova**, v. 25, n. 6, p.1145-1154, 2002.

DE RESENDE, A. V. **Agricultura e Qualidade da Água: Contaminação da Água por Nitrato**. Embrapa Cerrados, 2002.

DORIGON, E.B.; TESSARO, P. Caracterização dos efluentes da lavagem automotiva em postos de atividade exclusiva na região AMAI–Oeste catarinense. **Unoesc e Ciência-ACBS**, v. 1, n. 1, p.13-22, 2010.

DUARTE, R. P. S.; PASQUAL, A. Avaliação do cádmio (Cd), chumbo (Pb), níquel (Ni) e zinco (Zn) em solos, plantas e cabelos humanos. **Energia na agricultura**, v. 15, n. 1, p.46-58, 2000.

EBRAHIMI, M.; TAHERIANFARD, M. Pathological and Hormonal Changes in Freshwater Fishes Due to Exposure to Heavy Metals Pollutants. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 217, n. 1-4, 47-55, 2011.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnoquímica**. Rio de Janeiro: Interciência, 575p., 1988.

EPA. **Water Quality Criteria**, Washington, D.C. 595 p., 1972.

EYSINK, G.G.J.; PADUA, H.B. de.; PIVA-BERTOLETTI, S.A.E. Metais pesados no Vale do Ribeira e em Iguape-Cananéia. **Ambiente: revista CETESB de tecnologia**, v. 2, n. 1, p.6-13, 1988.

FIGUEIREDO, B.R. A contaminação ambiental e humana por chumbo no Vale do Ribeira (SP-PR). **ComCiência SBPC/LABJOR**, 23p., 2005.

FLÔR, C.C. Extensão da Tabela Periódica e Projeto Manhattan: Histórias Tecidas numa Perspectiva Fleckiana. **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, v. 6, 265p., 2007.

FRANÇA, S.C.A.; LUZ, A.B.; INFORÇATI, P.F. Diatomita. Centro de Tecnologia Mineral-CETEM, **Rocha Minerais Industriais: Usos e Especificações**, v.2, n.20, p.451-465, 2008.

FREITAS, V. P. S.; BRÍGIDO B. M.; BADOLATO, M. I. C.; ALABURDA, J. Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, Campinas, v.61, n.1, p.51-58, 2002.

GALINKIN, M. (ed). **Geo-Goiás 2002**. Agência Ambiental de Goiás, Fundação Centro Brasileiro de Referência e Apoio Cultural (CEBRAC), PNUMA, Secretaria

do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Goiás (SEMARH), Brasília, 272p., 2003.

GOMES, A. S.; PALMA, J. J. C.; SILVA, C. G. Causas e consequências do impacto ambiental da exploração dos recursos minerais marinhos. **Rev. Bras. Geof.** São Paulo, v. 18, n. 3, p.447-454, 2000.

GOMES, M. R.; ROGERO, M. M.; TIRAPEGUI, J. Considerações sobre cromo, insulina e exercício físico. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 11, n. 5, p. 262-266, 2005.

GONÇALVES, E. M. **Avaliação da Qualidade da Água do Rio Uberabinha.** Uberlândia MG. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 135p., 2009.

HARDING, J. S.; CLASSEN, K; EVERS, N. Can forest fragments reset physical and water quality conditions in agricultural catchments and act as refugia for Forest stream invertebrates? **Hydrobiologia**. v. 568, p.391-402, 2006.

HESPANHOL, K. M. H. **Monitoramento e Diagnóstico da Qualidade da Água do Ribeirão Morangueiro.** Dissertação (Mestrado em Engenharia). 81p, 2009.

JORDÃO, C. P.; RIBEIRO P. R. S.; MATOS A. T.; FERNANDES R. B. A. 2007. Aquatic contamination of the Turvo Limpo river basin at the Minas Gerais State, Brazil. **J. Braz. Chem. Soc.** v.18, n.1,p.116-125, 2007.

KRUPADAM, R. J.; SMITA, P.; WATE, S. R. Geochemical fractionation of heavy metals in sediments of the Tapi estuary. **Geochemical Journal**, v. 40, n.5,p.513-522, 2006.

LARSON, K. A.; WEINCEK, J. M., Mercury removal from aqueous streams utilizing micro emulsion liquid membranes. **Environmental Progress**, v. 11, n. 2, p.456-464, 1994.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** Campinas: Átomo, 2005.

LEAL, M. S. **Gestão Ambiental dos Recursos Hídricos.** Princípios e Aplicações 1998.

LEMO, H. M. de. **O Século 21 e a Crise da Água.** São Paulo: Agência Estado, Caderno Ciência, 2003.

LIMA, M. C. Especiação de cobre e chumbo em sedimento do Rio Tubarão (SC) pelo método Tessier. **Química Nova**, v. 24, n. 6, p.734-742, 2001.

MANCHESTER, R.S.A.S.; RODRIGUES, J.L.; BOMFETI, C.A., GONÇALVES, A.M.P.M.. Determinação da qualidade da água de Minas na área urbana do

Município de Teófilo Otoni - MG – Brasil. **Revista Vozes dos Vales**, Minas Gerais, v.2, n. 2, p.4-5, 2013.

MARÇAL, W. S.; GASTE, L.; NASCIMENTO, M. R. L.; LIBONI, M.; GOMES, G. P.; HISASI, C. S. Cadmium concentration in mineral salt mixtures used as supplementation in beef cattle food. **Veterinarski Arhiv, Zagreb**, v. 73, n.1,p.47-53, 2003.

MATHEUS, B. P. Risco químico relacionado aos fumos de solda e poeira metálica. **Revista rede de cuidados em saúde**, v. 3, n. 3, p. 1-10, 2009.

MATTIAS, J. L. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas micro bacias hidrográficas de Santa Catarina**. 2006.. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação de Ciências do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 150p., 2006.

MELLO, J. L. S.; DANTAS, J. M.; CEZAR, G. M. **Avaliação Preliminar da Qualidade das Águas dos Poços Artesianos do Campus Universitário da UFRN/ Natal – RN**. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre RS, 2000.

MIRANDA, L. A. S. **Sistemas e processos de tratamento de águas de abastecimento**. Porto Alegre: (S. n.), 148p., 2007.

MORAES, D. S. de L.; JORDAO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Rev. Saúde Pública**. vol.36, n.3, p.370-374, 2002.

MOREIRA, F. R.; MOREIRA, J. C. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. **Rev Panam Salud Publica**, v. 15, n. 2, p.119-29, 2004.

MORETTO, D. L. **Calibração do Índice de Qualidade da Água (IQA) para Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, RS, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Área de Concentração em Gestão e Tecnologia Ambiental) - Universidade de Santa Cruz do Sul, 71p., 2011.

NASCIMENTO, C. W. A. Fracionamento, dessorção e extração química de zinco em Latossolos. **Bras. Ci. Solo**, v. 26, p.599-606, 2002.

NASCIMENTO, N. de O.; HELLER, L. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, n. 1, p.36-48, 2005.

OKUMURA, F.; CAVALHEIRO, É. T. G.; NÓBREGA, J. A. Experimentos simples usando fotometria de chama para ensino de princípios de espectrometria atômica em cursos de química analítica. **Química Nova**, v. 27, n. 5,p.832-836, 2004.

OLUBUNMI, F. E.; OLORUNSOLA, O.E. Evaluation of the Status of Heavy Metal Pollution of Sediment of Agbabu Bitumen Deposit Area. **European Journal of Scientific Research**, v. 41, n. 3, p.373-382, 2010.

PAVANELLI, G. **Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2001.

PELÁ, M.; CARTILHO, D. **Cerrados: perspectivas e olhares**. Goiânia: Editora Vieira, 2010.

PEREIRA, R.S. Identificação e Caracterização das Fontes de Poluição em Sistemas Hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**. IPH- UFRGS. V.1, n.1, p.20-36, 2004.

PHILIPPI, A. JR.; ROMERO M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental**. Barueri: Manole, 2004.

PRAVEENA, S. M.; RADOJEVIC, M.; ABDULLAH, M. H.; AVIS, A. Z. Factor-cluster analysis and enrichment study of mangrove sediments — An example From Mengkabong Sabah. **Malysian Journal of Analytical Sciences**, v. 2, n. 6, p.421-430, 2007.

RAZZOLINI, M. T. P.; GÜNTHER, W. M. R. Impactos na Saúde das Deficiências de Acesso a Água. **Revista Sociedade Saúde Soc.** São Paulo, v.17, n.1, p.21-32, 2008.

REPULA, C. M. M.; CAMPOS, B. K.; GANZAROLLI, E. M.; LOPES, M. C.; QUINÁIA, S.Q. Biomonitoramento de Cr e Pb em peixes de água doce. **Química Nova**, v. 35, n. 5, p.905-909, 2012.

ROCHA, C.; CAMPOS, A. B. de.; GARRO, F. L. T.; JUNIORA, F. C. G. Metais Poluentes em Sedimentos Fluviais de Cursos D'água sob Influência de Pecuária Leiteira no Estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** v 18 n.4, p.267-278, 2013.

ROBINSON, W. D. **The Solid Waster Hanbook: a pratical Guide**. 1986.

RÜSEN, J. Didática da História: passado, presente e perspectivas a partir do caso alemão. **Práxis educativa**, v. 1, n. 2, p. 7-16, 2009.

SANTANA, G. P.; BARRONCAS, P. S. R. Estudo de metais pesados (Co, Cu, Fe, Cr, Ni, Mn, Pb e Zn) na Bacia do Tarumã-Açu Manaus – (AM). **Acta Amazonica**, v. 57, n. 1, p.111-118, 2007.

SCURACCHIO, P. A. **Qualidade da Água Utilizada para Consumo em Escolas no Município de São Carlos - SP**. Dissertação (Mestrado em Alimento e Nutrição) – Universidade Estadual Paulista, 57p., 2010.

SEGURA-MUÑOZ, S. I.; TAKAYANAGUI, A. M. M.; LOPES, T. M.; TREVILATO, T. M. B.; HERING, S. Estudo do efeito neurotóxico da exposição ocupacional ao mercúrio, ao chumbo e ao manganês utilizando como ferramenta metodológica a Revisão Sistemática de Literatura. **Mundo saúde (Impr.)**(1995), v. 27, n. 4, p.589-595, 2003.

SEMA. **Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água da Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia – 2007 a 2009**.Cuiabá: SEMA/MT, 2010

SHUBO, Tatsuo. **Sustentabilidade do Abastecimento e da Qualidade da Água Potável Urbana**. Dissertação (Mestrado em Mestre em Ciências na área de Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz, 96p., 2003.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T. **Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, p. 4867-4874, 2007.

SILVA, D. M. L. da. **Dinâmica de nitrogênio em micro bacias no Estado de São Paulo**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo (USP). Centro de Energia Nuclear na Agricultura,2005.

SILVA, C. S.; PEDROZO, A. F. M. **Ecotoxicologia do cromo e seus compostos**. Salvador: CRA, v. 5 100p., 2001.

SOARES, C. R. F. S. et al. Nutrição fosfática e micorrizaarbuscular na redução da toxicidade de cádmio em trema [Trema micrantha (L.) Blum.]. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p.783-792, 2007.

SPERLING, M. Von. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

TINÔCO, A. A. P. Avaliação de contaminação por mercúrio em Descoberto, MG. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 15, n. 4, p.305-314, 2010.

TUNDISI, J. G. Novas Perspectivas para a Gestão dos Recursos Hídricos. **Revista USP (Superintendência de Comunicação Social da Universidade de São Paulo)**. v 1, n 70,p.24-35, 2006

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p.7-16, 2008.

VERDADE, F. Composição química de alguns solos do Estado de São Paulo: II- Fósforo e manganês. **Bragantia**, v. 19, n. único, p.567-577, 1960.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3.ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

WARD, N. I. Trace elements. In: Field, F. W. and Haines, P. J. (Eds.). **Environmental analytical chemistry**. London : Blackie Academic and Professional. Chapman and Hall, 1995.

ZAMBON, G.A. **Remoção de chumbo (Pb²⁺) Utilizando Zeolita Natural Clinoptilolita**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)- Universidade de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas-SP.98p.,2003.