UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENFERMAGEM DE RIBEIRÃO PRETO

RUDISON BELTRAMINI TREVILATO

Avaliação ambiental do córrego Ribeirão Preto – Ribeirão Preto, SP, Brasil

Ribeirão Preto

2016

RUDISON BELTRAMINI TREVILATO

Avaliação ambiental do córrego Ribeirão Preto – Ribeirão Preto, SP, Brasil

Dissertação apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação Enfermagem em Saúde Pública.

Linha de pesquisa: Saúde Ambiental

Orientadora: Susana Inés Segura-Muñoz

Ribeirão Preto
2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Trevilato, Rudison Beltramini

Avaliação ambiental do córrego Ribeirão Preto – Ribeirão Preto, SP, Brasil.
Ribeirão Preto, 2016.

109 p. : il. ; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Enfermagem Saúde Pública.

Orientadora: Susana Inés Segura-Muñoz

1. Análise de água e sedimento. 2. Parâmetros limnológicos. 3. Coliformes. 4. Metais. 5. Análise multivariada.

TREVILATO, Rudison Beltramini

Avaliação ambiental do córrego Ribeirão Preto – Ribeirão Preto, SP, Brasil

Dissertação apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação Enfermagem Saúde Pública.

Aprovado em / /

Comissão Julgadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Agradecimentos

Agradeço,

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e seu Programa de Excelência Acadêmica (Proex) pela bolsa concedida;

À Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (EERP-USP), pela oportunidade;

Aos meus pais, Haroldo e Tânia; irmãos, Peterson e Nickson; e toda a família, avós, tios e primos, pelo amor, carinho, confiança e todo o apoio necessário;

À minha querida e amada esposa que é minha melhor companheira nesta trajetória, fornecendo-me carinho, paz e determinação para que eu alcance o objetivo de ser sempre uma pessoa melhor, e que faz com que seja de fato um homem feliz;

À família de minha esposa, Sr^o Luiz e Sr^a Maria de Lourdes, meus sogros; e Cleber e Danilla, meu cunhado e sua esposa; além de meu sobrinho Felipe que me acompanharam neste meu percurso;

À minha orientadora Prof^a Dr^a Susana Inés Segura-Muñoz, pela orientação e ensinamentos para realização deste estudo, e também da oportunidade que me foi fornecida;

Ao Marcos Muniz, Técnico do Laboratório de Pediatria do setor de metais do HCFMRP-USP, o qual além de amigo me orientou e auxiliou na realização das análises de metais, como das conversas cordiais e da terapia psicológica gratuita que me fornecia a cada tarde que passávamos realizando as análises;

Ao Renato Igor da Silva Alves, Pós-doutorando do laboratório de Ecotoxicologia e Parasitologia Ambiental, que auxiliou nas análises de dados e colaborou muito em todas as etapas deste Estudo;

A todos os colegas do laboratório de Ecotoxicologia e Parasitologia Ambiental (LEPA) que ajudaram na realização deste estudo: André, Beatriz, Brisa, Carol, Cássio, Camila, Guilherme, Jennifer, Karina, Meire e Thais;

Aos Professores doutores Luiz Eduardo Moschini e Sônia Valle, pelas contribuições no Exame de Qualificação;

Aos meus amigos adquiridos nas disciplinas de Pós-Graduação, Lóris, Cristiane e Gabriela, pelo apoio, conversas e auxílios;

À Shirley Ferreira de Figueiredo, pelo apoio e paciência em todos os momentos;

Aos meus amigos, Wesley, Alfredo, Patrícia, Douglas, Matheus e principalmente ao Rafael Borges, que embora já falecido, acompanhou todo o início de minha trajetória neste mestrado e me apoiou bastante como só um verdadeiro amigo e irmão faz;

À minha cachorrinha Princesa Léia que permaneceu deitada aos meus pés por horas enquanto escrevia esta dissertação, me fornecendo calor e carinho;

À todos que direta ou indiretamente participaram da elaboração e realização deste estudo;

Muito Obrigado!

RESUMO

TREVILATO, R. B. **Avaliação ambiental do córrego Ribeirão Preto – Ribeirão Preto, SP, Brasil.** 2016. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

O Brasil tem uma situação hídrica privilegiada, cerca de 12% da água doce do mundo percorre o território brasileiro. No entanto, boa parte das águas brasileiras estão concentradas nas regiões menos habitadas. Em regiões urbanas, o aumento populacional seguido do crescimento das cidades nas margens dos rios e a degradação cada vez maior das águas superficiais, tem afetado a disponibilidade de água superficial com risco de escassez desse recurso em diferentes regiões do país. Essas condições tornam-se necessárias políticas de preservação e monitoramento constante dos corpos hídricos urbanos. O presente estudo visa desenvolver uma avaliação ambiental do córrego Ribeirão Preto, localizado em quase sua totalidade no município de Ribeirão Preto-SP, inserido na bacia hidrográfica do rio Pardo. O córrego Ribeirão Preto é um dos cursos de água superficial mais importante do município e vem sendo afetado pela ação do homem, podendo mobilizar agentes químicos e microbiológicos que apresentam um grande risco a saúde pública e ambiental. Foram realizadas quatro campanhas de amostragem, duas no período de seca (julho-setembro, 2014) e duas no período chuvoso (março-maio, 2015), em 11 pontos ao longo de todo o córrego, desde a nascente até a confluência no Rio Pardo. As leituras de parâmetros limnológicos (pH, Temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e turbidez) foram realizadas *in situ*. Análises bacteriológicas (Coliformes totais e *E.coli*) foram realizadas pela técnica de tubos múltiplos em substrato cromogênico e as análises parasitológicas pelo método de sedimentação com quantificação por Câmara de Sedgwick Rafter, no Laboratório de Ecotoxicologia e Parasitologia Ambiental na EERP– USP. Análises de Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Pb e Zn tanto em água quanto em sedimento foram realizadas por Espectrofotometria de Absorção Atômica no Setor de Metais do Laboratório de Pediatria do HCFMRP–USP. Dentre os parâmetros limnológicos, unicamente condutividade elétrica apresentou valores superiores aos recomendados pela CETESB ($>100\mu\text{S}/\text{cm}$) próprio de corpos hídricos impactados por cargas poluidoras. A concentração de Coliformes totais variou de $4,9\text{E}+04$ a $1,1\text{E}+07$ e de *E. coli* de $<1,8$ a $1,1\text{E}+06$. Unicamente o ponto da nascente do córrego atendeu os critérios da Resolução CONAMA 357/2005 para *E. coli*. Houve baixa detecção e quantificação de parasitas. Analisando a concentração de metais, foram encontrados valores acima do preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005 em águas superficiais para Cu e em sedimento para Cr, Cu e Zn. A avaliação sazonal mostrou diferenças estatisticamente significantes para temperatura, oxigênio dissolvido, coliformes totais e cobre. ($p<0,05$). Na Análise de Agrupamento Hierárquico (HCA), o grupo 1 está mais próximo aos centros urbanos e o grupo 2 à áreas agrícolas. A análise temporal demonstrou melhora das condições físico-químicas do córrego mediante os resultados obtidos dos parâmetros limnológicos e dos metais em águas nos anos de 2014/2015 quando comparadas aos de 2008/2009. Destaque-se no presente estudo, uma diminuição nas concentrações de Hg e Pb e aumento dos níveis de oxigênio dissolvido. O monitoramento do principal córrego que atravessa a cidade de Ribeirão Preto pode auxiliar na tomada de decisão e gestão pública desse corpo hídrico, evitando riscos para a saúde humana e ambiental.

Palavras-chave: Análise de água e sedimento. Parâmetros limnológicos. Coliformes. Metais. Análise multivariada.

ABSTRACT

TREVILATO, R. B. Environmental Assessment of the Ribeirao Preto Stream, Preto, Brazil. 2016. 109 f. Thesis (Masters of Science) - Ribeirao Preto College of Nursing, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

Brazil has a water availability very privileged, with about 12% of the fresh water of the world runs into Brazilian territory. However, a good amount of these waters are concentrated in the less populated areas. With the population increase followed by the growth of the cities surrounding the rivers and superficial water quality getting worse every year, the hydric crises and the risk of scarcity of this resource are affecting the water availability in many regions of the country and making necessary a preservation and constant monitoring of the urban waterbodies. The current research aims at the environmental assessment of the Ribeirão Preto Stream, located almost entirely in the Ribeirão Preto city, which belongs to the Pardo river watershed. The Ribeirão Preto Stream is one of the most important watercourse of the city and has been affected by the human action, it can mobilize chemical and microbiological agents who show a big risk to the public and environmental health. Four samplings campaign were made, two in the dry season (July-September, 2014) and two in the rainy season (March-May, 2015), in eleven spots along the whole stream, since the source until its confluence in the Pardo river. The limnological parameters (pH, temperature, dissolved oxygen, electric conductivity and turbidity) were analysed *in situ*. Bacteriological analysis (total coliforms and *E.coli*) were carried out by the multiple tubes technique with chromogenic substract and parasitological analysis by the sedimentation method with Sedgwick Rafter's chamber, in the Laboratory of Ecotoxicology and Environmental Parasitology / EERP-USP. Cadmium, Pb, Cu, Cr, Mn, Hg and Zn analysis, both in water and sediment, were carried out by Spectrophotometry Atomic Absorption in the Pediatrics Laboratory, Metal Sector, University Hospital of School of Medicine at Ribeirão Preto, University of São Paulo HCFMRP-USP. Among the limnological parameters, only electric conductivity showed values above the recommended by CETESB ($>100\mu\text{S}/\text{cm}$) typical of waterbodies that were impacted by pollutant loads. The concentration of total coliforms varied from $4,9\text{E}+04$ to $1,1\text{E}+07$ and *E.coli* from $<1,8$ to $1,1\text{E}+06$. Exclusively the source spot of the stream attended to the rating criteria of the CONAMA 357/2005 resolution to *E.coli*. There was a low detection and quantification of parasites. By metals concentration analysis, values higher than the expected were found in the CONAMA 357/2005 resolution in superficial waters for Cu and in sediments for Cr, Cu and Zn. The sazonal assessment showed statistically significant differences for temperature, dissolved oxygen, total coliforms and Cu ($p<0,05$). The Hierarchical Clustering Analysis (HCA) showed that group 1 is near to the urban centers and the group 2 to the rural areas. The temporal analysis demonstrated improvement in the physical and chemical conditions of the stream, based on the results obtained from the metals and limnological parameters in water during 2014/2015 when compared to the results of 2008/2009. Stands out in the research a decline of the Hg and Pb concentrations and also a increase of the dissolved oxygen levels. The monitoring of the main watercourse in the Ribeirão Preto city might help on decision-making and public administration of this stream. Thus, decreasing the human and environmental health risks.

Keywords: Water and sediment analysis. Limnology parameters. Coliforms. Metals. Multivariate analysis.

RESUMEN

TREVILATO, R. B. Evaluación Ambiental del rio Ribeirão Preto - Ribeirão Preto, Brasil. 2016. 109 p. Disertación (Maestría en Ciencias) – Escuela de Enfermería de Ribeirão Preto, Universidad de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

Brasil posee una situación hídrica privilegiada, alrededor del 12% del agua dulce del mundo recorre el territorio brasileño. Sin embargo, gran parte del agua en Brasil se concentra en las zonas menos pobladas. En regiones urbanas el aumento de la población, el crecimiento de las ciudades en las margenes de los ríos y la degradación cada vez mayor del agua superficial a afectado la disponibilidad de agua con riesgo de escases de ese recurso en diferentes regiones del país. Esa condición torna necesarias políticas de preservación y constante monitoreo de los cuerpos hídricos urbanos. Este estudio tiene como objetivo desarrollar una evaluación ambiental del río Ribeirão Preto, ubicado casi en su totalidad en la ciudad de Ribeirão Preto-SP, perteneciente a la cuenca del río Pardo. El río Ribeirão Preto es uno de los cursos de agua superficiales más importantes de la ciudad de Ribeirão Preto y ha sido afectado por la acción humana, pudiendo movilizar agentes químicos y microbiológicos que presentan un gran riesgo para la salud pública y ambiental. En el presente estudio se llevaron a cabo cuatro campañas de muestreo, dos en la estación seca (julio-septiembre de 2014) y dos en la estación lluviosa (marzo-mayo de 2015), en 11 puntos a lo largo del río desde la naciente hasta la desembocadura en el Río Pardo. Los parámetros limnológicos (pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad y turbidez) se analizaron *in situ*. Los análisis bacteriológicos (coliformes totales y *E. coli*) se llevaron a cabo mediante la técnica de tubos múltiples por sustrato cromogénico y el análisis parasitológico por el método de sedimentación con la cámara de cuantificación de Sedgwick Rafter en el Laboratorio de Ecotoxicología y Parasitología Ambiental en la EERP-USP. Los análisis de Cd, Pb, Cu, Cr, Mn, Hg y Zn tanto en agua como en sedimento fueron realizados por Espectrometría de Absorción Atómica en el Laboratorio de Pediatría del Sector de Metales HCFMRP- USP. Entre los parámetros limnológicos únicamente conductividad eléctrica presentó valores superiores a los recomendados por CETESB ($>100\mu\text{S}/\text{cm}$) característico de ríos impactados por cargas poluidoras. La concentración de Coliformes totales varió de $4,9\text{E}+04$ a $1,1\text{E}+07$ e de *E. coli* de $<1,8$ a $1,1\text{E}+06$. Únicamente el punto de colecta ubicado en la naciente del río atendió los criterios de la Resolución CONAMA 357/2005. La detección y cuantificación de parásitos fue baja. Analizando la concentración de metales, fueron encontrados valores superiores de los preconizados por la Resolución CONAMA 357/2005 en aguas superficiales para Cu y en sedimento para Cr, Cu y Zn. La evaluación temporal mostró diferencias estadísticamente significativas en la temperatura, oxígeno disuelto, coliformes totales y cobre ($p < 0,05$). En el análisis de agrupamiento jerárquico (HCA), el Grupo 1 está más próximo de los centros urbanos y el grupo 2 de las zonas agrícolas. El análisis temporal mostró una mejora en las condiciones físicas y químicas del río considerando los resultados obtenidos de los parámetros limnológicos y metales en el agua en los años 2014/2015 en comparación con 2008/2009. Se destaca en este estudio, una disminución en las concentraciones de Hg y Pb y aumento de los niveles de oxígeno disuelto. El monitoreo del principal río que atraviesa la ciudad de Ribeirão Preto puede dar subsidios para la tomada de decisiones y la gestión pública de este cuerpo hídrico evitando riesgos para la salud humana y del medio ambiente.

Palabras claves: Análisis de agua y sedimento. Parámetros Limnológicos. Coliformes. Metales. Análisis multivariado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais sub-bacias hidrográficas afluentes do córrego Ribeirão Preto.

Figura 2 – Pontos de coletas no córrego Ribeirão Preto.

Figura 3 - Pontos de coleta do córrego Ribeirão Preto, localizados desde sua nascente em Cravinhos até sua confluência com rio Pardo em Ribeirão Preto – SP.

Figura 4 - Médias mensais de precipitação na cidade de Ribeirão Preto de 1995 a 2015.

Figura 5 - Representação de confirmação do resultado para coliformes totais e *E. coli* utilizando a Técnica de Tubos Múltiplos de Substrato Cromogênico Definido.

Figura 6 - Representação gráfica dos *loadings* gerados pela PCA. (a): *loadings* componente principal 1 e componente principal 2. (b): *loadings* componente principal 1 e componente principal 3.

Figura 7 - Representação gráfica dos *scores* gerados pela PCA. (a): *scores* componente principal 1 e componente principal 2. (b): *scores* componente principal 1 e componente principal 3.

Figura 8 - Dendograma com três principais agrupamentos formados (Grupo 1, 2 e os subgrupos A e B) na análise dos 11 pontos de coleta no córrego Ribeirão Preto.

Figura 9 - Comparação temporal dos valores médios de pH na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Figura 10 - Comparação temporal dos valores médios de temperatura na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Figura 11 - Comparação temporal dos valores médios de oxigênio dissolvido na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Figura 12 - Comparação temporal dos valores médios de condutividade elétrica na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Figura 13 - Comparação temporal dos valores médios de coliformes totais na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Figura 14 - Comparação temporal dos valores médios de *Echerichia coli* na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Figura 15 - Comparação temporal dos valores médios de cádmio na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Figura 16 - Comparação temporal dos valores médios de cromo na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Figura 17 - Comparação temporal dos valores médios de cobre na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Figura 18 – Comparação temporal dos valores médios de manganês na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Figura 19 – Comparação temporal dos valores médios de chumbo na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Figura 20 – Comparação temporal dos valores médios de zinco na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores do pH obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 2 - Valores da temperatura obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 3 – Valores de oxigênio dissolvido obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 4 - Valores de condutividade elétrica obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 5 - Valores da variação da turbidez obtidos nas duas estações coletadas no córrego Ribeirão Preto.

Tabela 6 - Valores da concentração de coliformes totais obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 7 - Valores da concentração de *Echerichia coli* obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 8 - Frequência média parasitária em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca.

Tabela 9 - Frequência média parasitária em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação chuvosa.

Tabela 10 - Valores da concentração de cádmio obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 11 - Valores da concentração de cádmio obtidos em amostra de sedimento coletado no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 12 - Valores da concentração de cromo obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 13 - Valores da concentração de cromo obtidos em amostra de sedimento coletado no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 14 - Valores da concentração de cobre obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 15 - Valores da concentração de cobre obtidos em amostra de sedimento coletado no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 16 - Valores da concentração de mercúrio obtidos em amostra de sedimento coletado no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 17 - Valores da concentração de manganês obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 18 - Valores da concentração de manganês obtidos em amostra de sedimento coletado no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 19 - Valores da concentração de chumbo obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 20 - Valores da concentração de chumbo obtidos em amostra de sedimento coletado no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 21 – Valores da concentração de zinco obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 22 - Valores da concentração de zinco obtidos em amostra de sedimento coletado no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Tabela 23 - Matrix de componentes rotacionada, evidenciando as variáveis analisadas.

Tabela 24 - Variação total explicada, evidenciando os três componentes principais.

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas
CEEIBH	Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIIAGRO	Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CP	Componentes Principais
DAEE	Departamento das Águas e Energia Elétrica
DAERP	Departamento de Água e Esgoto de Ribeirão Preto
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DST	Defined Substrate Technology
EAA	Espectrofotometria de Absorção Atômica
EERP	Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
ETE-C	Estação de Tratamento de Esgoto Caiçara
ETE-RP	Estação de Tratamento de Esgoto Ribeirão Preto
FE	Fator de Evaporação
FMRP	Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
FTU	Unidade de Turbidez Formazina
HC	Hospital das Clínicas
HCA	Análise de Agrupamento Hierárquica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Impossibilidade de Coleta
IQA	Índice de Qualidade das Águas
LD	Limite de Detecção
LEPA	Laboratório de Ecotoxicologia e Parasitologia Ambiental
NMP	Número Mais Provável

OD	Oxigênio Dissolvido
OMS	Organização Mundial da Saúde
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PCA	Análise de Componentes Principais
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SP	São Paulo
UGRHI	Unidade Hidrográfica de Gerenciamento dos Recursos Hídricos
USP	Universidade de São Paulo
UV	Ultravioleta
VGA	Acessório Gerador de Vapor

LISTA DE SIMBOLOS

%	Porcentagem
<	Menor que
>	Maior que
°C	Graus Celsius
μL	Microlitros
μS	Micro Siemens
Cd	Cádmio
cm	Centímetros
CO ₂	Dióxido de Carbono
Cr	Cromo
Cu	Cobre
Eh	Potencial de Óxido-Redução
g	Gramas
hab	Habitantes
HCL	Ácido Clorídrico
Hg	Mercúrio
HNO ₃	Ácido Nítrico
Kg	Quilograma
Km	Quilômetros
Km ²	Quilômetros quadrados
Km ³	Quilômetros cúbicos
L	Litro
m	Metros
m ³	Metros cúbicos
mg	Miligrama
mL	Mililitro
mm	Milímetro

mm ³	Milímetros cúbicos
Mn	Manganês
<i>p</i>	Valor-p ou nível descritivo
P/A	Presença ou Ausência
Pb	Chumbo
pH	Potencial Hidrogeniônico
s	Segundos
<i>spp</i>	Espécies
Zn	Zinco

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
RESUMO.....	6
ABSTRACT	7
RESUMEN	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE SIGLAS.....	13
LISTA DE SÍMBOLOS	15
1 INTRODUÇÃO	19
2 OBJETIVOS	23
2.1 Objetivo geral	23
2.2 Objetivos específicos	23
3 REFERENCIAL TEÓRICO	24
3.1 Situação dos recursos hídricos no mundo.....	24
3.2 Situação dos recursos hídricos no Brasil	25
3.3 Gestão de recursos hídricos superficiais, formação dos Comitês de Bacias no Brasil ..	26
3.4 Recursos hídricos superficiais do Estado de São Paulo.....	27
3.5 Recursos hídricos do município de Ribeirão Preto.....	28
3.6 Critérios de qualidade das águas.....	30
3.7 Parâmetros Limnológicos	31
3.8 Bioagentes patogênicos em águas superficiais	32
3.9 Metais em águas superficiais e sedimentos	33
4 MATERIAL E MÉTODO	35
4.1 Local de estudo	35
4.2 Pontos de coleta e período de amostragem	35
4.3 Análise da qualidade da água.....	38
4.3.1 Parâmetros Limnológicos	38
4.3.2 Análise bacteriológica.....	38
4.3.3 Análise parasitológica.....	39
4.4 Dosagem de metais	40
4.4.1 Metais em águas superficiais	40
4.4.2 Metais em sedimento	40

4.5 Análise dos dados	42
5 RESULTADOS / DISCUSSÃO	44
5.1 Características limnológicas	44
5.1.1 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	44
5.1.2 Temperatura (°C).....	45
5.1.3 Oxigênio Dissolvido (mg/L)	46
5.1.4 Condutividade Elétrica (μS/cm).....	47
5.1.5 Turbidez (FTU).....	49
5.2 Concentração Bacteriológica	50
5.2.1 Coliformes Totais (NMP/ 100mL).....	50
5.2.2 <i>Echerichia coli</i> (NMP/ 100mL)	51
5.3 Frequência Parasitária.....	52
5.4 Concentração de metais em água e sedimento.....	55
5.4.1 Cádmio(Cd).....	55
5.4.2 Cromo (Cr).....	57
5.4.3 Cobre (Cu).....	60
5.4.4 Mercúrio (Hg)	62
5.4.5 Manganês (Mn).....	63
5.4.6 Chumbo (Pb)	65
5.4.7 Zinco (Zn).....	66
5.7 Análise de Componentes Principais (PCA)	68
5.8 Análise Hierárquica de Agrupamento (HCA)	71
5.9 Comparação Temporal.....	74
5.8.1 Parâmetros Limnológicos	74
5.8.2 Parâmetros Microbiológicos.....	78
5.8.3 Parâmetros Parasitológicos.....	80
5.8.4 Parâmetros metais em águas superficiais.....	81
6 CONCLUSÃO.....	88
7 REFERÊNCIAS	90
9 APÊNDICE	97

1. INTRODUÇÃO

Desde sua origem, o homem vem formando civilizações que geralmente emergiam nas proximidades de onde havia recursos hídricos e sua história sempre esteve relacionada com as diversas formas que conseguia lidar com este recurso, permitindo com seu uso adequado que se abastecessem de alimentos e exportassem o excedente, criando riqueza e associando a água à boa qualidade de vida, podendo assim, garantir a manutenção da população (GLEICK, 2001; ALVES, 2009).

As atividades humanas que mais se destacam com o uso das águas são: o abastecimento público e industrial, a irrigação agrícola, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer. Por outro lado, a crescente expansão demográfica e industrial vem acarretando o comprometimento da qualidade das águas superficiais, como os rios, lagos e reservatórios; causando a poluição dessas águas pelos efluentes domésticos, industriais e carga difusa urbana e agrícola (CETESB, 2014). O ser humano tem aumentado de forma excessiva o uso e a retirada deste recurso hídrico da natureza, estima-se que em 2050, quase metade da população mundial não tenha acesso a água potável (AITH; ROTHBARTH, 2015).

No Brasil, como em muitos países, o uso desordenado dos recursos hídricos pode acarretar escassez. A legislação Brasileira estabelece que os planos de recursos hídricos devem ser elaborados obedecendo três escalas: nacional, estadual e de bacia hidrográfica. Estes planos são norteados pela Agência Nacional de Águas (ANA) e o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) visando atingir a constituição Federal do Brasil (BRAGA; ARGOLLO FERRÃO, 2015), a qual traz em seu Título VIII Da Ordem Social, Capítulo VI do Meio Ambiente, artigo 225:

Todos os seres humanos têm direito ao ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Com finalidade de garantir o referido direito a Resolução CONAMA N° 357/2005 (BRASIL, 2005), dispõe sobre a classificação dos corpos de hídricos e diretrizes ambientais para o seu enquadramento classificando as águas doces em: classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4.

A classe especial caracteriza águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e a preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

Classe 1 são águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; a proteção das comunidades aquáticas; a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e a proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

Na classe 2, enquadram-se corpos de água destinados ao abastecimento para consumo humano, mas após tratamento convencional; a proteção das comunidades aquáticas; a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; a irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e a aquicultura e a atividade de pesca.

A classe 3, inclui águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; a pesca amadora; a recreação de contato secundário; a dessedentação de animais.

Na classe 4, estão categorizadas águas que podem ser destinadas a navegação; e a harmonia paisagística.

Nessa classificação dos corpos hídricos, alguns dos parâmetros utilizados são: os limnológicos, microbiológicos, parasitológicos, determinações das concentrações dos metais dissolvidos na água e no sedimento entre outros, podendo constituir ferramentas na avaliação do grau de contaminação de um determinado ecossistema aquático, além de serem utilizados por diferentes pesquisadores em todo o mundo (ALVES, 2013).

O presente estudo é desenvolvido no córrego Ribeirão Preto, SP, Brasil, que de acordo com o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) no Decreto 10.755 de 22 de Novembro de 1977 (BRASIL, 1977), está classificado como córrego de classe 4 e sua microbacia pertence à bacia hidrográfica do rio Pardo (UGRHI 4). Este córrego tem percurso de 34 Km dentro da cidade de Ribeirão Preto, percurso majoritariamente na área urbana, percorrendo-a de sul a norte, antes do desaguamento no Rio Pardo. Possui uma área de drenagem que abrange 53% da área total do município e parte do município de Cravinhos (FREITAS, 2006).

Com a estimativa do IBGE relacionada ao número populacional das cidades do estado de São Paulo nota-se que Ribeirão Preto é a oitava cidade mais populosa do estado e teve um

crescimento demográfico de aproximadamente 12% entre os anos de 2008 a 2015 (IBGE, 2016).

Atividades como ocupação da área de várzea e impermeabilização do solo decorrente da urbanização acabaram fazendo com que as enchentes fizessem parte da história da cidade de Ribeirão Preto. A cidade entre 1879 e 1881 foi chamada Vila Entre Rios justamente por ter se formado por terras localizadas no encontro dos córregos Retiro Saudoso com o Ribeirão, que mais tarde passou a dar nome a cidade. As enchentes na área central e em parte na vila Virgínia acabaram se tornando um problema socioambiental constante na cidade. Por este motivo em 2008 teve início as obras antienchentes e em 2010 houve a liberação de recursos federais para a conclusão das obras, iniciativa que culminou com a inserção das obras antienchentes no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). As obras de alargamento dos córregos Retiro Saudoso e Ribeirão Preto, foram realizadas com a tarefa de triplicar a vazão de 80 para 250 m³, e o aprofundamento do canal em 1,5 m, alargamento do córrego em 6 m, totalizando 2.800 metros de obras antienchentes, encerradas em 2013 (PEREIRA, 2014; PREFEITURA DE RIBEIRÃO PRETO, 2016).

As Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) programadas a partir de 1995 na cidade, com início do seus funcionamentos no ano 2000, em regime de concessão, previram 25 Km de tubulações que conduziriam o esgoto até as estações, sendo que a Estação de Tratamento de Esgotos Caiçara (ETE-C) atende cerca de 14% da população urbana e a Estação de Tratamento de Esgoto Ribeirão Preto (ETE-RP / Ambient – na rodovia Alexandre Balbo) atende os 84% restantes do esgoto coletado na cidade. Esta última após o tratamento despeja seu afluente no córrego Ribeirão Preto. Até o presente estudo as duas juntas recolhem 98% dos esgotos da cidade de Ribeirão Preto (DAERP, 2016).

Tem sido observado com o funcionamento da ETE-RP que a parte líquida do final do processo de descontaminação dos efluentes domésticos reduzem 95% de sua carga poluidora se tornando própria para o despejo nos rios, e assim, ocorrendo um maior desenvolvimento de várias espécies de vida aquática (DAERP, 2016). Nos últimos anos, existem registros de prática de pesca e recreação por parte da população da cidade em alguns pontos do córrego Ribeirão Preto (QUARTIER, 2009), este hábito vem crescendo, embora possa ser considerado de risco a saúde pública, já que este córrego é classificado como classe 4. Por outro lado, a cidade de Ribeirão Preto é conhecida por ser a capital do agronegócio, principalmente pela agroindústria do açúcar que é bem desenvolvida na região, além de possuir criação de gado nos entornos do córrego Ribeirão Preto que o utiliza para dessedentação. Estas atividades também não condizem com a atual classificação do corpo hídrico.

Estudos anteriores no córrego Ribeirão Preto apontaram concentração elevada de *Escherichia coli* e também de mercúrio (Hg) próximo a ETE-RP, apresentando valores superiores ao máximo permitido segundo a Resolução CONAMA N° 357/2005 (BRASIL, 2005) para rios classe 3 já que não existe tais parâmetros para rios classe 4 (DA SILVA ALVES et al., 2013).

Por estes motivos o presente estudo, justifica-se para a realização de análises da qualidade do corpo hídrico, a fim de verificar se há mudanças nas condições ambientais do córrego Ribeirão Preto.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar os parâmetros ambientais do córrego Ribeirão Preto, no contexto da saúde pública e ambiental.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- Avaliar os parâmetros limnológicos, bacteriológicos, parasitológicos em água e as concentrações de metais em água e sedimento no córrego Ribeirão Preto.
- Comparar as variações temporais dos parâmetros ambientais incluídos no presente estudo com o estudo desenvolvido no mesmo córrego, nos anos de 2008 e 2009.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

A base do referencial teórico da presente pesquisa aborda os seguintes temas: situação dos recursos hídricos no mundo; situação dos recursos hídricos no Brasil; gestão de recursos hídricos superficiais, formação dos comitês de bacias no Brasil; recursos hídricos superficiais do estado de São Paulo; recursos hídricos do município de Ribeirão Preto; critérios de qualidade das águas; parâmetros limnológicos; microbiologia; parasitologia; metais em águas superficiais e sedimentos.

A seguir são apresentados esses temas, que serão retomados na discussão dos resultados desta pesquisa.

3.1 Situação dos recursos hídricos no mundo

O volume total de água no mundo é de aproximadamente 1,4 bilhões de Km^3 , dos quais apenas 2,5% (cerca de 35 milhões de Km^3) correspondem à água doce, desta 77,39% é composta de gelo, 22,03% é águas subterrâneas; 0,37% são lagos, rios e similares, 0,18% de umidade no solo e 0,03% de vapor atmosférico. Deste total, apenas 200 mil Km^3 correspondem à parte aproveitável disponível para captações, aproximadamente 0,006% do total de água doce (TOMASONI; PINTO; SILVA, 2009).

No que se refere ao ciclo hidrológico, o total da precipitação anual sobre o solo é da ordem de 119000 Km^3 , dos quais 72000 Km^3 se evaporam, restando cerca de 47000 Km^3 de escoamento; destes, aproximadamente 4000 Km^3 são captados anualmente (TOMASONI; PINTO; SILVA, 2009), cerca de 10% do total que são derivados dos rios para o uso humano. Da água captada, estima-se que apenas 2000 Km^3/ano são efetivamente consumidos, resultando no retorno dos outros 2000 Km^3/ano aos cursos d'água, porém, com qualidade inferior ao que foram captados (LIMA, 2001).

O recurso hídrico superficial mundial está distribuído em 6% para Austrália e Oceania, 7% Europa, 9% África, 32% Ásia e 46% para as Américas destes 12% se encontram no Brasil. Embora a Ásia seja comparativamente a região com maior descarga de água doce, seus habitantes dispõem das menores taxas, enquanto a Austrália/Oceania, com os menores potenciais, proporcionam maiores disponibilidades per capita. Quanto à distribuição por país, os habitantes das nações da América do Sul são relativamente os mais ricos em água doce, enquanto os dos países do Norte da África, em termos relativos, são os mais pobres (ROCHA et al., 2011).

A má distribuição temporal e espacial das chuvas; vazões; e a concentração das demandas por água em determinadas regiões, configuram um dos principais fatores que levam à ocorrência de problemas relacionados aos recursos hídricos (LIMA, 2001). Devido à urbanização e expansão das atividades econômicas, cerca de 13% da população do mundo não têm acesso a água potável (PRABHA et al., 2013), a Organização Mundial nas Nações Unidas publicou previsões em seu último Relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento da Água 2015, que até o ano de 2030 o planeta enfrentará um déficit de água de 40%, tornando-se necessária uma melhora na gestão desse recurso (AITH; ROTHBARTH, 2015).

Em muitos países a escassez de água poderá ser um fator determinante para o desenvolvimento, pois eles poderão enfrentar problemas de ordem econômica, política e social, inclusive podendo fazer certos países entrarem em guerra devido à carência de seus recursos hídricos (CAUBET, 2006, OLIVO; ISHIKI, 2014). Alguns territórios já enfrentam uma escassez hídrica como o continente africano e o Oriente Médio, países como México, Hungria, Índia, China, Tailândia e Estados Unidos apresentam limites críticos na quantidade de recursos hídricos (UNIAGUA, 2015).

Ao se observar a atual situação de desperdício e escassez de água percebe-se que existe uma crescente demanda por água doce subterrânea e pode estar associada a uma inadequada utilização das águas superficiais que se tornam cada vez mais impróprias para os usos. Há um esgotamento rápido e alarmante dos aquíferos em todo o mundo que pode complicar a situação hídrica, principalmente dos países que apresentam seus limites críticos de recursos hídricos (OLIVO; ISHIKI, 2014).

3.2 Situação dos recursos hídricos no Brasil

O Brasil é um país reconhecido por suas dimensões físicas, que atingem números expressivos sob os mais variados critérios de análise. Com uma área de pouco mais de 8,5 milhões de Km², ocupa a quinta posição mundial em termos de tamanho, representando 47,7% do território da América do Sul (ANA, 2010).

Nosso País possui uma diversidade climática, predominando os tipos: equatorial úmido, tropical e subtropical úmido, além do semiárido sobre menos de 10% do território. Em termos pluviométricos, mais de 90% do território brasileiro recebe abundantes chuvas entre mil e três mil milímetros ao ano (REBOUÇAS, 2006; ANA, 2010).

Destaque-se como um dos países mais ricos em recursos hídricos superficiais do planeta, com vazões médias que totalizam quase 180 mil m³/s. A disponibilidade hídrica total

de águas superficiais do País é da ordem de 91 mil m³/s (ANA, 2010), este valor corresponde a aproximadamente 12% da disponibilidade mundial de recursos hídricos. A maior parte de sua produção hídrica é provida da Amazônia internacional que representa 53% da produção de água doce do continente sul-americano (REBOUÇAS, 2006).

Para efeito de planejamento e gerenciamento, o Brasil adotou no seu Plano Nacional de Recursos Hídricos, uma divisão do país em 12 Regiões Hidrográficas, organizadas segundo a localização das principais bacias hidrográficas do País. A maior região hidrográfica é a Amazônica, com 3870 Km², enquanto a mais povoada é a do rio Paraná, com população de quase 55 milhões de pessoas. Pelo critério de densidade demográfica, contudo, a região que apresenta maior índice é a Atlântico Sudeste, com 118 habitantes por Km²; no extremo oposto está a região Amazônica, com apenas 2 hab/Km² (ANA, 2010).

Embora o Brasil seja privilegiado em relação à quantidade e a qualidade de recursos hídricos, eles estão sendo utilizados de forma irresponsável, com a superexploração e despreocupação com os mananciais, tendo em vista o desmatamento, a poluição e o desperdício, isto gera sérios problemas de escassez de água resultante tanto da sua distribuição geograficamente desigual, como de sua contaminação. (NASCIMENTO; HAUSMANN, 2015).

Mesmo com as constatações da escassez de água que a sociedade tende a enfrentar, o seu desperdício atinge níveis que variam entre 40% e 60% de perdas totais da água tratada e injetada nas redes de distribuição das cidades brasileiras (OLIVO; ISHIKI, 2014). Existem no País graves problemas sociais relacionados com a água, que vai desde situações de carência absoluta até o desperdício franco, passando por problemas de baixa qualidade do recurso hídrico por contaminações orgânicas e químicas; e a falta de consciência para o reuso deste recurso, entre outras (AUGUSTO et al., 2012).

3.3 Gestão de recursos hídricos superficiais, formação dos Comitês de Bacias no Brasil

Com a crescente complexidade das questões relacionadas ao uso da água, em 1976, o Ministério das Minas e Energia e o governo do estado de São Paulo fizeram acordo para a melhoria das condições sanitárias das Bacias do Alto Tietê e Cubatão. Com o êxito dessa experiência foi permitido a concepção, em 1978, da figura do Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH) 4, e a subsequente criação de Comitês Executivos em diversas bacias hidrográficas, como do Paraíba do Sul, do São Francisco e do Ribeira de Iguape. Esses comitês tinham apenas atribuições consultivas na época. Mesmo

assim, constituíram-se em importantes embriões para a evolução futura da gestão por bacia hidrográfica (ANA, 2011).

A inclusão dos comitês, como instâncias de gestão de recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, ocorreu com mudanças estruturais do Estado nas décadas de 1980 e 1990, sendo este resultado do processo de mobilização social incrementado com a redemocratização do País (ANA, 2011).

A participação social e a representação no âmbito do comitê permitiram a negociação sobre o uso da água no País. O comitê tem poder deliberativo e deve ser composto por representantes da sociedade civil e dos usuários, além do poder público (ANA, 2011).

A principal competência de um comitê é a de aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica. Esse plano encontra-se definido no artigo 7º da Lei nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997), e regulamentado pela Resolução nº 17 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), de 2001 (BRASIL, 2001), e constitui-se no instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos cuja prerrogativa legal é exclusiva do comitê (ANA, 2011).

O Brasil em 2007 já estava com cerca de 140 comitês, além de organismo de bacia, em diversos estágios de funcionamento, portanto, será considerado como referência para mostrar uma visão geral das Bacias do Brasil, a Divisão Hidrográfica Nacional em 12 regiões hidrográficas, instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), órgão superior do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), por intermédio da Resolução nº 32/2003 (BRASIL, 2003). Nesta divisão está a Bacia Amazônica, Atlântico Nordeste Ocidental, Paraíba, Tocantins-Araguaia, Paraguai, Atlântico Nordeste Oriental, São Francisco, Atlântico Leste, Paraná, Atlântico Sudeste, Uruguai e Atlântico Sul (INSTITUTO IPANEMA, 2007).

3.4 Recursos hídricos superficiais do Estado de São Paulo

O estado de São Paulo possui como principais mananciais superficiais os rios: Tietê, Mogi-Guaçu, Grande, Pardo, Piracicaba, Paranapanema e Ribeirão do Iguapé, além dos mananciais que tem conexão com outros Estados, como o rio Paraná, na divisa com o Estado do Mato Grosso do Sul, e o Rio Paraíba do Sul cuja bacia abrange os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais (ANA, 2010).

São Paulo encontra-se com 1,6% dos recursos hídricos brasileiros, segundo o Departamento das Águas e Energia Elétrica (DAEE, 2007). E apesar da elevada oferta de água superficial, muitos mananciais são afetados por sérios problemas de qualidade das águas,

dados os usos intensivos, sobretudo urbanos que se fazem presentes em suas bacias de contribuição (ANA, 2010). A qualidade das águas superficiais do estado de São Paulo estão 21% classificadas em ruim ou péssimo quando analisamos os 408 pontos da rede básica da CETESB, já para abastecimento público é imprópria em 18,8% dos rios e nos reservatórios existentes no Estado, uma vez que foram classificados como ruins ou péssimos, de acordo com o Relatório de Análise da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo de 2014 (CETESB, 2014).

Mais da metade dos municípios paulistas possuem sistemas com captação exclusivamente subterrânea. Na região mais próxima a capital leste do Estado, encontra-se um maior número de captações superficiais, enquanto os 20 % restantes das sedes urbanas são abastecidas de forma mista (mananciais superficiais e subterrâneos) (ANA, 2010).

Diferentes municípios do estado de São Paulo vêm enfrentando o desafio de manter o abastecimento de água, enquanto os níveis de água nos principais reservatórios da região macrometropolitana estão abaixo do volume útil, estando em uso o volume da reserva técnica. A principal causa para essa crise hídrica é a falta de chuvas no verão 2013 e 2014 (JACOBI; CIBIM; LEÃO, 2015).

Esta situação ocasionou a redução do volume dos reservatórios abaixo de 15% do limite máximo, tornando necessário a utilização do volume morto deste sistema de abastecimento para suprir a demanda da população da Cidade de São Paulo. O uso inconsciente dos recursos hídricos, a poluição de mananciais e a falta de chuva, estão fazendo com que o Sudeste do Brasil enfrente atualmente uma das suas piores crises com relação à falta de água e energia (CORONATO; IMERCIO, 2014).

3.5 Recursos hídricos do município de Ribeirão Preto

No estado de São Paulo 75% de seus municípios são abastecidos pelo Aquífero Guarani, sendo que Ribeirão Preto é a cidade abastecida 100% por este aquífero. (PUTTI et al., 2013). O Aquífero Guarani é considerado um dos maiores depósitos de água subterrânea do planeta, com uma área total de 1087879 Km². Com uma de suas áreas de recarga existente na zona leste do município de Ribeirão Preto, este possui sua íntima relação com a dinâmica do aquífero (CAMPANHÃO; FONTES; SOUZA, 2014).

O Município de Ribeirão Preto está inserido em áreas de recarga do aquífero Guarani, e os fatores econômicos aliados ao alto índice de crescimento demográfico e expansão urbana geram dois graves problemas: demanda crescente por água e um consumo que supera em

muito a média nacional; e a ocupação das áreas de recarga impedindo a renovação do sistema. A estes problemas acrescentam-se as perdas no abastecimento, que chegam a quase 50% do total extraído, estimando-se que existe uma exploração de água quase duas vezes maior que sua capacidade de renovação. A retirada intensiva de água dos poços para suprir a demanda e o alto consumo, ocasionou o rebaixamento dos níveis hídricos, que dificulta a exploração da água, e exige a perfuração de poços cada vez mais profundos (CAMPANHÃO; FONTES; SOUZA, 2014).

Juntamente com este rebaixamento gradual do nível de água do aquífero, existe a preocupação com os corpos hídricos da cidade e sua qualidade da água. De acordo com o Departamento de Água e Esgoto de Ribeirão Preto (DAERP, 2007), a cidade despejava aproximadamente 28,7 milhões de litros de esgoto por dia nas águas do córrego Ribeirão Preto. Dados oficiais atuais indicam que 98% do esgoto da cidade é tratado, o que remete estes índices comparados aos países de primeiro mundo (DAERP, 2016).

O córrego Ribeirão Preto está dentro da grande bacia do Paraná, encontrando-se também na bacia do rio Pardo (localizada na região Hidrográfica da vertente Paulista do Rio Grande), este córrego possui como seus principais afluentes na sua margem direita, os córregos Limeira, Retiro Saudoso e Tanquinho, e em sua margem esquerda os córregos Serraria, Laureano e córrego Campos representados na Figura 1 abaixo (FREITAS, 2006).

Figura 1 – Principais sub-bacias hidrográficas afluentes do córrego Ribeirão Preto.
Fonte: adaptado de FREITAS, 2006.

O córrego Ribeirão Preto é um dos cursos de água superficial mais importante do município e vem sendo afetado pela ação do homem, podendo mobilizar agentes químicos, microbiológicos que apresentam um grande risco a saúde pública e ambiental (ALVES, 2009).

Segundo o DAEE, o córrego Ribeirão Preto é um corpo de água doce pertencente à classe 4, restrito especificamente para a navegação e harmonia paisagística, no entanto, existem constatações de uso indevido dessa água pela comunidade local. Informações divulgadas na imprensa de circulação na cidade relatam pessoas que utilizam as águas do córrego para lazer, higiene pessoal, dessedentação de animais e outras atividades (QUARTIER, 2009).

3.6 Critérios de qualidade das águas

A água só é considerada potável e adequada para consumo quando está dentro dos padrões estabelecidos de potabilidade, analisando-se as características limnológicas, organolépticas, bacteriológicas, físicas, químicas dentro dos limites, já determinados como referenciais da legislação vigente. Assim, podemos dizer que a perda da qualidade da água torna-se um agravante maior ou tão importante quanto à escassez da mesma no abastecimento de uma população (COSTA, 2009).

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), as águas superficiais doces, salobras e salinas são classificadas, para seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade. Para cada um dos usos e classes de qualidade são estabelecidas condições por meio de variáveis descritivas, tais como: materiais flutuantes não naturais, óleos e graxas; substâncias que propiciam gosto ou odor; corantes provenientes de fontes antrópicas; resíduos sólidos objetáveis; toxicidade; e quantitativas, tais como: Potencial Hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), Substâncias Orgânicas, Metais totais e dissolvidos, Densidade de Cianobactérias, teor de Clorofila, entre outras. Existem faixas de concentrações permitidas dessas variáveis para cada classe de água, o que é denominado de padrão de qualidade da água (CETESB, 2014).

Para avaliar a qualidade das águas, foi criado a partir de um estudo realizado em 1970 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos e adaptado pela CETESB o Índice de Qualidade das Águas (IQA), que incorpora 8 parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, como: pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez,

tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público (CETESB, 2014).

3.7 Parâmetros Limnológicos

A avaliação dos parâmetros limnológicos é uma ferramenta importante no estudo dos problemas ambientais, contribuindo na compreensão dos mecanismos de funcionamento dos ecossistemas aquáticos, auxiliando na gestão, monitoramento e recuperação da qualidade dos corpos hídricos, em particular na região tropical (ALVES, 2009; ESTEVES, 2011).

Existem variáveis que orientam os parâmetros físico-químicos, de acordo com a CETESB (2014) e com a Resolução CONAMA N°357/2005 (BRASIL, 2005); e outros estudos, sendo estas variáveis definidas da seguinte forma:

Potencial Hidrogeniônico (pH) - medida da acidez ou alcalinidade relativa de uma solução, age diretamente nos sistemas biológicos de um ecossistema aquático, influenciando na fisiologia e metabolismo das diversas espécies. O pH pode afetar as reações químicas do meio, contribuir para precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados e exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. Em um sistema aquático, o pH é um indicador da qualidade e da dimensão da poluição em corpos hídricos, sendo que o pH ideal para essas águas variam entre 6,5 e 8,5 (CETESB 2009; ESTEVES 2011; WHO, 2011).

Temperatura - este parâmetro pode influenciar uma série de variáveis físico-químicas como: viscosidade, calor específico, constante de ionização, condutividade térmica, pressão de vapor, dentre outras. Nos corpos hídricos a temperatura apresenta, estratificação vertical, variações sazonais e diárias, desempenhando um importante papel no controle de espécies aquáticas (BRAGA et al., 2005; CETESB 2009), podendo variar entre 0°C a 30°C (SILVA et al., 2008; ALVES, 2009).

Turbidez - parâmetro que representa o grau de atenuação de intensidade sofrido por um feixe de luz que atravessa uma substância. Essa propriedade da água está relacionada com a presença de sólidos em suspensão, como partículas inorgânicas e também detritos orgânicos como bactérias e algas (CETESB, 2009; 2014). Esses materiais podem atingir a água mediante processos naturais de erosão e escoamento superficial ou por efluentes domésticos e industriais (JAIN et al., 2005; SIQUEIRA; APRILE; MIGUEIS, 2012). Uma elevação deste parâmetro leva a redução da taxa fotossintética de algas e vegetais submersos, influenciando na produtividade das comunidades biológicas aquáticas. O uso doméstico, industrial e recreacional deste corpo d'água podem ser afetados pela elevada turbidez (CETESB, 2009). A

presença de *Cryptosporidium spp.* também esta associada à turbidez da água, no entanto são necessárias técnicas específicas para o diagnóstico (BASTOS et al., 2001).

Condutividade - é a medida da capacidade da água de conduzir corrente elétrica (CETESB, 2014). Seus valores podem variar em função da concentração e dos tipos de íons presentes no corpo hídrico e da temperatura (ESTEVES, 2011). A condutividade está relacionada às mudanças no fluxo de água, na quantidade de sólidos dissolvidos e a condição da qualidade da água (BAYRAM et al., 2013).

Oxigênio Dissolvido - elemento essencial na dinâmica e caracterização de ecossistemas aquáticos, com função diretamente relacionada ao metabolismo dos organismos aeróbios. Sua existência na água se deve ao oxigênio existente na atmosfera e produzido pela fotossíntese de algas. Quando organismos decompositores consomem matéria orgânica, ocorre um decréscimo nas concentrações de oxigênio dissolvido devido à respiração desses organismos. Sendo assim, este parâmetro pode ser facilmente relacionado à presença de matéria orgânica geralmente provida de esgoto (BRAGA et al., 2005; VON SPERLING, 2007; CETESB, 2009; ESTEVES, 2011; ALIYEV; KHALILOVA; 2014).

3.8 Bioagentes patogênicos em águas superficiais

Corpos d'água possuem microrganismos, devido a sua exposição ao ar e ao solo. Estes microrganismos nem sempre causam grandes prejuízos a saúde humana, sua quantidade e natureza irão variar de acordo com o lugar e as condições ambientais (ALVES, 2009).

Ao longo do seu percurso, essas águas naturais, superficiais ou subterrâneas, podem ser contaminadas com microrganismos patogênicos introduzidos em um corpo d'água por meio do material fecal proveniente de esgotos sanitários, sistemas de fossa séptica e pelo escoamento superficial urbano. Esses microrganismos podem ser bactérias, vírus, helmintos e protozoários, que são provenientes, principalmente, dos dejetos de pessoas doentes (GONÇALVES, 2003; ALVES, 2009). Portanto, a água pode servir como veículo de transmissão de doenças, tais como: amebíases, cóleras, febre tifoide, leptospirose, doenças diarréicas, algumas verminoses entre outras (COSTA, 2009).

Entre as possíveis infecções, as causadas por helmintos e protozoários estão entre os mais frequentes no mundo. Esses enteroparasitas podem afetar o equilíbrio nutricional, pois interferem na absorção de nutrientes, induzem sangramento intestinal, reduzem a ingestão alimentar e ainda podem causar complicações significativas, como obstrução intestinal, prolapso retal e formação de abscessos (NEVES, 2005; ALVES, 2009).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 3,5 bilhões de pessoas estão infectadas por helmintos e enteroprotzoários, destas a maior parte são crianças (WHO, 2010).

A contaminação do sistema público de abastecimento de água por esgoto, geralmente é detectada pela presença de coliformes na água. Estes, originários de um grupo de bactérias que pertence a família Enterobacteriaceae representam a maior e mais heterogênea coleção de bacilos Gram-negativos de importância clínica (D'ÁGUILA et al., 2000; BRASIL, 2013). O gênero *Escherichia* consiste em cinco espécies, sendo que a *Escherichia coli* é a mais comum e de grande importância clínica, por tratar de uma bactéria termotolerante, utilizada como um indicador de contaminação da água por fezes de animais (HELLER, 1997; BRASIL, 2013).

Os coliformes termotolerantes são utilizados pela legislação brasileira como padrão para estimar a qualidade microbiológica de águas superficiais destinadas ao abastecimento, irrigação, recreação e piscicultura (CETESB, 2009; DA SILVA ALVES et al., 2013; BRAGA et al., 2015).

As doenças diarréicas continuam sendo as causas de morbidade e mortalidade infantil nos países em desenvolvimento, devido sua transmissão através da água. Para que tenha uma melhoria deste quadro há três elementos fundamentais: tratamento da água com adição de cloro, armazenamento apropriado e educação ambiental. Estas ações não envolvem muito custo e podem reduzir em 20% ou mais a incidência de diarreia (QUICK et al., 1999; BRASIL, 2007; ALVES, 2009).

3.9 Metais em águas superficiais e sedimentos

Dentre os diferentes contaminantes químicos, o estudo de metais vem sendo considerado prioritário nos programas de promoção da saúde em escala mundial. Geralmente, os metais estão presentes em quantidades diminutas no meio ambiente aquático, por causa da ocorrência de fenômenos naturais, como intemperismo de rochas e a erosão de solos ricos destes materiais. Essa fonte natural de metais definidos como oligoelementos são essenciais para a vida; e tais micronutrientes, em ínfimas quantidades, desempenham um papel determinante, como constituintes de enzimas ou como elementos que intervêm na síntese das mesmas. Níveis deficitários ou excessivos desses metais podem desencadear danos a saúde. Além dos metais essenciais, a água também pode conter metais tóxicos que podem causar doenças ao ser humano (NIKAIDO et al., 2004; ALVES, 2013).

Entretanto, as atividades industriais, agrícolas e de mineração podem aumentar a concentração destes metais na água. Elevados níveis de metais em um ecossistema aquático representam uma grande ameaça à vida aquática e a saúde humana. Estas substâncias podem atingir altas concentrações nos seres vivos, em razão do fenômeno de bioacumulação, no qual os compostos se acumulam e aumentam sua concentração ao longo dos níveis tróficos (NAGAJYOTI; SREEKANTH, 2010; HUANG et al., 2012; GENTH et al., 2013).

Os metais em alta concentração produzem efeitos tóxicos agudos e crônicos, que podem ser de ordem neurológica, hepática, renal, neoplásicos, entre outros. Além de estarem intimamente relacionados aos processos carcinogênicos (TONANI et al., 2011; GENTHE et al., 2013).

Estas substâncias podem ficar retidas no solo, sejam dissolvidas ou fixadas por processos de adsorção, complexação e precipitação. Também podem ser absorvidos pelas plantas, e assim incorporados nas cadeias tróficas; passar para a atmosfera por volatilização ou mover-se para águas superficiais ou subterrâneas (CHASIN; PEDROZO, 2003; ALVES, 2013).

Na coluna d'água os teores de metais dissolvidos alteram por várias ordens de magnitude ao longo do tempo e dos diferentes pontos de amostragem, o que ocorre devido sua dinâmica, tais como: variações diárias e sazonais de fluxo d'água; descargas locais de esgoto urbanos e industriais; variações de pH e condições redox (Eh); níveis de detergentes; salinidade e temperatura. Apesar de tais mudanças, a determinação das concentrações dos metais dissolvidos na água constitui uma ferramenta útil na avaliação do grau de contaminação de um determinado ecossistema, e tem sido utilizada por diferentes pesquisadores em todo o mundo (TOMAZELLI et al., 2007; LI et al., 2011; SU et al., 2013).

Nos sedimentos dos rios, lagos e mares, os contaminantes orgânicos adsorvidos nas partículas têm sua mobilidade e disponibilidade reduzida. A natureza das substâncias, da força da ligação, da temperatura do meio, o pH e o teor de oxigênio determina a disponibilidade química da substância. No fundo dos oceanos as condições são anaeróbias, enquanto nos cursos d'água de fluxo intenso os níveis de oxigênio são relativamente elevados (VAN STRAALLEN, 1996; WALKER et al., 2001).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Nesta seção será apresentado o local de estudo, pontos de coleta e período de amostragem, análise de qualidade da água, análise de metais na água e em sedimento e análise dos dados.

4.1 Local de estudo

O local de estudo foi a microbacia do córrego Ribeirão Preto, localizado nos municípios de Ribeirão Preto-SP e Cravinhos-SP, Brasil. O córrego possui 42 Km de extensão, localizando-se 34 Km no município de Ribeirão Preto e 8 Km no município de Cravinhos. A nascente deste córrego está localizada no município de Cravinhos-SP a 791 metros acima do nível do mar, e a foz, localizada no Rio Pardo que está a 523 metros acima do nível do mar, oscilando sua largura entre dois a doze metros (ALVES, 2009).

4.2 Pontos de coleta e período de amostragem

Este estudo ocorre no córrego Ribeirão Preto que se encontra no município de Ribeirão Preto e Cravinhos. Ribeirão Preto possui 604682 habitantes distribuídos em uma área total de 650,916 Km², resultando em uma densidade demográfica de 928,92 hab/Km² e Cravinhos possui população de 31691 habitantes distribuídos em uma área total de 311,423 Km², o que resulta em uma densidade demográfica de 101,77 hab/Km² (IBGE, 2016). Foram coletados água e sedimento em 11 pontos ao longo de todo o córrego, desde a nascente até a confluência no Rio Pardo, equidistantes em 4200 metros aproximadamente, com exceção do ponto 0 (zero) que foi adicionado ao trabalho por se tratar de uma das nascentes do córrego Ribeirão Preto, e em estado de preservação adequada para ser utilizada como ponto de coleta controle (Figura 2). Os pontos de coleta foram determinados de acordo com estudo feito anteriormente por Da Silva Alves et al. (2013), desenvolvido nos anos de 2008 e 2009 (Figura 3).

O clima da região apresenta sazonalidade marcada por precipitações intensas durante os meses de primavera e verão, com pouca chuva durante os meses de outono e inverno como demonstra a Figura 4 (GRIECO, 2014; IBGE, 2016; CIIAGRO, 2016), portanto, as coletas foram realizadas em quatro campanhas de amostragem: duas no período de seca (julho, agosto e setembro de 2014) e duas no período de chuva (março, abril e maio de 2015).

Figura 2 - Pontos de coletas no córrego Ribeirão Preto.

Fonte: adaptado de DA SILVA ALVES et al., 2013.

Figura 4 – Médias mensais de precipitação na cidade de Ribeirão Preto de 1995 a 2015.

Fonte: adaptado CIIAGRO, 2016.

Figura 3 – Pontos de coleta do córrego Ribeirão Preto, localizados desde sua nascente em Cravinhos até sua confluência com rio Pardo em Ribeirão Preto – SP.

Fonte: do autor e adaptado do Google Earth 2015.

4.3 Análise da qualidade da água

4.3.1 Parâmetros Limnológicos

Para análise limnológica foram verificados o pH, temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez e condutividade elétrica, de acordo com os padrões de qualidade definidos pelo CONAMA na resolução nº 357/2005 (BRASIL, 2005).

As análises destes parâmetros foram realizados *in situ*, em cerca de 30 cm abaixo da superfície da água, sendo utilizada para medições do pH da água o pHmetro da marca Phtek®, modelo pH-100. As medições de temperatura da água foram feitas, com termômetro digital Minipa®, modelo MV-365. Para a turbidez foi utilizado o turbidímetro da marca Hanna Instruments®, Modelo HI 93703, já a condutividade elétrica foi realizada por um condutivímetro da marca LT Lutron®, modelo CD-4303, e finalmente as medições de oxigênio dissolvido com oxímetro da marca LT Lutron®, modelo DO – 5510.

4.3.2 Análise bacteriológica

A análise bacteriológica foi realizada através da determinação de coliformes totais e *Escherichia coli* pela Técnica de Tubos Múltiplos de Substrato Cromogênico Definido (Defined Substrate Technology - DST) do Standard Method for the Examination of Water and Wastewater (APHA/AWWA/WEF, 2012). Realizado a coleta de 250 mL de amostra de água do córrego, acondicionadas em garrafas de vidro, previamente esterilizadas e conservadas em baixa temperatura até a chegada ao laboratório.

As amostras foram analisadas no LEPA (Laboratório de Ecotoxicologia e Parasitologia Ambiental) do Departamento de Saúde Pública da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto (EERP) da Universidade de São Paulo (USP) por meio do Teste P/A (Presença ou Ausência), com a utilização de um Kit denominado Colilert®, utilizado para a detecção e confirmação simultânea de Coliformes totais e *Escherichia coli*. No momento da análise as amostras foram homogeneizadas cerca de 25 vezes e os frascos de vidro mantidos fechados até o início do procedimento.

Com uma pipeta esterilizada foram transferidos 10 mL da amostra para cada frasco contendo 90 ± 2 mL de água destilada esterilizada. Assim, a primeira diluição (10^{-1}) foi preparada. Desta, cada 1 mL corresponderá a 0,1 mL da amostra. Com outra pipeta devidamente esterilizada, transfere-se 10 mL do frasco contendo a primeira diluição decimal

(10^{-1}) para um frasco contendo 90 ± 2 mL, conseguindo a segunda diluição (10^{-2}), na qual 1 mL corresponde a 0,01 mL da amostra. Para tanto, foi repetido o procedimento até obtenção de sete diluições (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7}). As diluições foram inoculadas em séries de cinco tubos de vidro contendo o substrato cromogênico (Colilert[®]), sendo cada série correspondente a uma das diluições (APHA/AWWA/WEF, 2012).

Posteriormente foram inoculados 1 mL das amostras diluídas em cada tubo contendo 10 mL de substrato cromogênico. Os tubos foram colocados em estufa a uma temperatura de $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, permanecendo incubado por 24 horas (APHA/AWWA/WEF, 2012). Após a incubação realizou-se a leitura dos resultados. Assim, na presença do desenvolvimento de Coliformes Totais observará a coloração amarela. Contudo para observação de *Escherichia coli* foi utilizado uma lâmpada ultravioleta (UV) para a confirmação da fluorescência (Figura 5). O arranjo de tubos positivos para Coliformes Totais e *Escherichia coli* levará ao Número Mais Provável (NMP) em 100 mL, conferida na tabela de Hoskins (CETESB, 2009).

Figura 5 - Representação de confirmação do resultado para coliformes totais e *E. coli* utilizando a Técnica de Tubos Múltiplos de Substrato Cromogênico Definido. Fonte: GRIECO, 2014.

4.3.3 Análise parasitológica

As amostras coletadas em garrafas de polietileno previamente esterilizadas de 1 L de água do córrego, acondicionadas e conservadas em baixa temperatura até a chegada ao laboratório, foram transferidos para cálices cônicos para a sedimentação, onde ficaram em repouso por 6 horas, tempo considerado suficiente para verificar a presença de qualquer forma evolutiva de parasitas (SARAIVA et al., 2005).

Após o repouso, com auxílio de uma pipeta Pasteur foi coletada uma porção do sedimento na camada inferior, depositando sobre uma lâmina e lamínula (40 x 80 mm) uma gota de Lugol para análise microscópica, sendo este sedimento analisado com um microscópio óptico (Nikon Eclipse® E200) em aumento de 100 e 400 vezes, no LEPA. A

análise quantitativa foi através de varredura com a utilização de uma câmara de Sedwick Rafter, em que dispõem 1 mL da amostra em pipeta Pauster, evitando a formação de bolhas de ar. E antes da contagem a amostra ficou em repouso durante 5 minutos para decantação. A contagem foi feita através de campos, cada um corresponde a área do retículo de Whipple (APHA/AWWA/WEF, 2012). Após o procedimento, fez-se o cálculo para obter o resultado de microrganismos por milímetro de amostra:

$$\text{N}^\circ \text{ microrganismos/ml} = \frac{C \times 1000 \text{ mm}^3/\text{mL}}{A \times D \times F}$$

Onde: C = número de microrganismos contados; A = área de um campo (mm^2); D = profundidade de um campo – 1 mm; F = número de campos contados (APHA/AWWA/WEF, 2012).

4.4 Dosagem de metais

4.4.1 Metais em águas superficiais

Amostras de água em triplicata foram acondicionadas em tubos de polietileno de 50 mL, tratados anteriormente com ácido nítrico 30% (*overnight*) para eliminar metais interferentes (APHA/AWWA/WEF, 2012). Em cada amostra de água foram adicionados 250 μL de ácido nítrico de alta pureza (HNO_3 65% Suprapur – Merk, Germany) para fixação dos metais. No LEPA, as amostras foram armazenadas a -18°C (APHA/AWWA/WEF, 2012). Para dosagens, foram centrifugadas e encaminhadas ao Setor de Metais do Laboratório de Pediatria do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto–USP.

4.4.2 Metais em sedimento

Para a coleta utilizou-se uma draga de Ekman e uma pá de polietileno. Armazenou-se 500 g de amostra acondicionando em recipientes plásticos previamente lavados com ácido nítrico. As amostras foram secas a temperatura ambiente por 30 dias. Posteriormente, homogeneizadas manualmente com auxílio de espátula de polietileno, no LEPA. Para o preparo prévio das amostras foi utilizado o método de “Extração de Metais por Água Régia (HNO_3 ; HCL ; 3:1), em bombas de teflon”. Pesou-se aproximadamente 0,5 g do sedimento, adicionou-se 10 mL de Água Régia nas bombas de teflon para efetivação da digestão. As bombas de teflon foram tampadas, permaneceram em repouso por 8 horas a temperatura ambiente e logo depois, levadas à temperatura de 80°C em estufa por mais 8 horas (ALVES, 2013).

Ao término da digestão o conteúdo das bombas de teflon foi filtrado (com papel de filtro 12,5 cm) e diluído para balão volumétrico de 25 mL com água ultra pura (Milli-Q). As amostras passaram por um processo de evaporação em “banho de areia” para eliminar a carga ácida. Neste processo registra-se os pesos dos béqueres vazios, dos béqueres com resíduo e também com o acréscimo de 25 mL de água ultra pura.

Após o processo foi calculado um fator de correção chamado Fator de Evaporação (FE), por meio da fórmula:

$$FE = \frac{(P_1 - P_2 + P_3)}{P.amostra}$$

Onde: P_1 = Peso do béquer com resíduo; P_2 = Peso do béquer vazio; P_3 = Peso dos 25 ml de água ultra pura; P.amostra = Peso da amostra de sedimento digerido.

Foram dosados cinco metais tóxicos: mercúrio (Hg), cádmio (Cd), cromo (Cr), manganês (Mn), chumbo (Pb) e dois metais micronutrientes cobre (Cu), zinco (Zn). Para obtenção de valor de mercúrio foi utilizado Espectrofotometria de Absorção Atômica com acessório de geração de hidretos VGA 77 – EAA 200 VARIAN. O Cádmio, Cromo, Cobre, Manganês e Chumbo foram dosados por Espectrofotometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite Zeeman – EAA 640Z VARIAN, enquanto para o Zinco utilizou-se a Espectrofotometria de Absorção Atômica com Chama- através do equipamento EAA 55B. As amostras foram encaminhadas para o Setor de Metais do Laboratório de Pediatria do Hospital das Clínicas (HC) da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP)–USP.

Para a conversão das unidades das concentrações de metais nos sedimentos (de mg/L para mg/Kg) foi utilizado a fórmula:

$$\text{Concentração do metal no sedimento} = \frac{C \times V \times FE}{P}$$

Onde: C = Concentração do metal em solução; V = Volume de diluição; FE = Fator de Evaporação; P = Peso da amostra de sedimento utilizada na extração.

Os limites de detecção para as dosagens dos metais nos equipamentos em que foram analisados são: para Mn 0,00014 mg/L; Cr 0,002 mg/L; Cd 0,0001 mg/L; Pb 0,0001 mg/L; Cu 0,005 mg/L em EAA de forno de grafite; o Zn 0,001 mg/L em EAA de chama e o Hg 0,0001 mg/L em EAA de VGA.

4.5 Análise dos dados

Os valores encontrados na literatura dos parâmetros limnológicos, análises bacteriológicas, assim como os contaminantes inorgânicos (metais), foram avaliados seguindo os valores estipulados na Resolução CONAMA N° 357/2005 (BRASIL, 2005).

Comumente, as análises foram utilizadas para verificar possíveis variações sazonais entre os dados coletados na estação seca e chuvosa, sendo realizados testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk) para definir a utilização dos testes paramétricos (teste t-Student ou teste t) ou não paramétricos (teste Mann-Whitney e Kolmogorov-Smirnov). Utilizou-se o nível de confiança de 95% ($p < 0,05$) para determinar se houve diferença com significância estatística entre as estações. Para análise da concentração de metais em água, quando o valor encontrado foi menor que o limite de detecção, utilizou-se o próprio limite de detecção para avaliação da significância estatística.

A Análise de Componentes Principais (PCA) foi utilizada para agrupar variáveis da qualidade da água com relação aos CPs (*loadings*), e os pontos de amostragem com relação aos CPs (*scores*) formando os componentes principais. Para esta análise não houve distinção entre as estações seca e chuvosa. Algumas variáveis foram excluídas por não satisfazerem alguns requisitos exigidos para a análise ou apresentarem concentrações abaixo dos limites de detecção dos métodos utilizados nas dosagens. Os parâmetros utilizados para o PCA foram: pH; temperatura; OD; Mn; Cu; Zn e Cr, em águas superficiais. A rotação de componentes principais pode conseguir representação mais simples e mais significativa dos fatores subjacentes, diminuindo a contribuição de variáveis com menor importância e aumentando as mais significativas para os componentes principais. Apesar da rotação não afetar a qualidade de ajuste do componente principal, a variância explicada por cada fator é modificada.

A Análise de Agrupamento Hierárquica - cluster (HCA-cluster) pode indicar associações entre as amostras e/ou as variáveis determinando agrupamentos de amostras ligados por similaridade. Para esta análise não houve distinção entre as estações seca e chuvosa, obtendo um dendograma por ponto de coleta. Foram excluídos os parâmetros parasitológicos por não ter sido encontrado uma frequência parasitária constante nas quatro coletas na maioria dos pontos; o Hg em água por ter obtido valor menor que o limite de detecção em todas as amostras; e os metais em sedimentos para que sejam mantidos todos os parâmetros analisados em água e não proporcionar conflitos nos agrupamentos. Esta análise agrupa os pontos de coleta em grupos que compartilham dados similares (distância

euclidiana) de acordo com o método de Ward para a utilização de um conjunto de dados normalizados, e o método hierárquico foi o de ligação média entre grupos.

Todas as análises foram realizadas através da aplicação do software *Statistical Package for Social Science 17.0 for Windows (SPSS)*, da *IBM Software Inc.*

A análise temporal dos dados foi realizada por meio da comparação entre os resultados do presente estudo realizado em 2014 e 2015, com os resultados de trabalho anteriormente realizado pelo mesmo grupo de pesquisa em 2008 e 2009 (DA SILVA ALVES et al., 2013). Foram comparados os parâmetros limnológicos, bacteriológicos, parasitológicos e a dosagem de cinco metais tóxicos (Hg, Cd, Cr, Mn e Pb) e dois metais micronutrientes (Cu e Zn).

5 RESULTADOS / DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos nas análises dos parâmetros limnológicos (pH, temperatura, OD, turbidez e condutividade elétrica); análises microbiológicas contemplando os coliformes totais e *E. coli*; análise parasitológica com um levantamento de frequência parasitária (larvas de nematóides, *Entamoeba coli*, *Giardia spp.* e ciliados); avaliação de Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Pb e Zn em águas e em sedimento.

As variáveis analisadas no presente estudo são influenciadas pelo regime de precipitação, visto que as águas das chuvas alteram a vazão do córrego, além de promoverem a entrada de diversos poluentes no corpo hídrico por meio da lixiviação e do escoamento superficial, sendo apresentadas as avaliações sazonais do córrego Ribeirão Preto no período de seca e no período de chuva (ALVES, 2013; GRIECO, 2014; MEI et al., 2014).

Os valores obtidos para análise de qualidade da água (parâmetros limnológicos, microbiológicos e de metais) foram comparados com os valores existentes na legislação para rios classe 3, da Resolução CONAMA n° 357/2005 (BRASIL, 2005), pois o córrego estudado embora seja enquadrado como sendo classe 4, sabe-se que sua utilização está além da permitida para a devida classe.

No Brasil não existe legislação específica para as concentrações de metais em sedimento, dessa forma os resultados obtidos para esta matriz foram comparados com a Resolução CONAMA n° 344/2004 (BRASIL, 2004) que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para as avaliações dos materiais a serem dragados do leito de corpos de água.

5.1 Características Limnológicas

5.1.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

A Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) preconiza nos rios classe 3 que o valor de pH deve estar entre 6,0 e 9,0. A seguir a Tabela 1 apresenta a leitura de pH em cada ponto de coleta, segundo a estação seca e chuvosa.

Tabela 1 – Valores do pH obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Pontos de coleta	pH	
	Estação seca	Estação chuvosa
0	8,1	7,1
1	6,1	7,1
2	6,6	6,6
3	6,9	7,2
4	7,1	6,9
5	6,7	6,9
6	6,4	6,6
7	6,4	6,7
8	6,5	7,0
9	6,5	7,1
10	6,2	7,1
Média	6,7	6,9
Desvio Padrão	0,6	0,4
Máximo	8,1	7,2
Mínimo	6,1	6,6
CONAMA 357	6,0 – 9,0	

O pH teve uma variação entre 6,1 e 8,1 com uma média de 6,7 na estação seca e 6,9 na estação chuvosa e não apresentou diferença estatisticamente significativa entre as estações. Todos os valores encontrados estão de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005).

A diminuição de valores de pH em água pode ser derivada de fontes de origens naturais, como CO₂ absorvido da atmosfera ou resultante da decomposição da matéria orgânica, ou mesmo de origem antropogênica como despejo doméstico e industrial (VON SPERLING, 2005), o que pode estar influenciando o ponto de coleta 1 e o 10. O ponto de coleta 1 está localizado no centro comercial de Cravinhos, enquanto o ponto de coleta 10 está na confluência do córrego com o rio Pardo. Dessa maneira, estes pontos podem estar recebendo uma maior carga de matéria orgânica tanto de forma natural, como de despejo doméstico através de esgotos clandestinos, o que pode justificar a diminuição do pH no período da seca quando comparado com outros pontos.

5.1.2 Temperatura (°C)

A Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) para rios classe 3 estabelece um limite de temperatura para o corpo hídrico variando de 0°C até 30°C. Na Tabela 2 verifica-se

que todos os pontos, tanto na estação seca quanto na estação chuvosa estão enquadrados dentro dos valores permitidos na legislação.

Tabela 2 - Valores da temperatura obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Temperatura		
Pontos de coleta	Estação seca	Estação chuvosa
0	21,4	25,4
1	23,1	25,4
2	21,3	23,7
3	21,2	23,9
4	20,9	25,3
5	20,9	23,8
6	18,9	20,8
7	21,3	22,0
8	21,8	22,9
9	24,0	23,9
10	24,8	24,0
Média	21,8	23,7
Desvio Padrão	1,8	1,6
Máximo	24,8	25,4
Mínimo	18,9	20,8
CONAMA 357	0°C – 30°C	

A temperatura teve uma oscilação de 18,9 °C (ponto 6, na estação seca) a 25,4 °C (pontos 0 e 1, na estação chuvosa), provavelmente influenciada por fatores naturais relacionados com a transferência de calor por radiação, condução e convecção entre a atmosfera e o solo (VON SPERLING, 2005).

No córrego Ribeirão Preto a temperatura apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre as estações seca e chuvosa, sendo as maiores temperaturas caracterizadas no período de chuva que coincide com o verão na região e as temperaturas mais baixas no período de seca, que está relacionado ao inverno (Figura 4). Porém, a principal razão das elevadas temperaturas em todo o córrego, pode estar associada com a falta de vegetação ciliar que está bastante degradada (GUNDERSEN et al., 2010), insuficiente para manter a regulação térmica do curso de água.

5.1.3 Oxigênio Dissolvido (mg/L)

O OD apresentou valores de 6,2 a 9,9 mg/L, como uma média de 8,2 mg/L na estação seca e 7,5 mg/L na estação chuvosa (Tabela 3). A Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) estabelece que para rios classe 3, o valor de OD tem que ser maior que 4 mg/L, portanto, todos os pontos de coleta estão de acordo com a legislação.

Tabela 3 - Valores de oxigênio dissolvido obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Pontos de coleta	Oxigênio Dissolvido	
	Estação seca	Estação chuvosa
0	9,6	7,6
1	6,9	6,6
2	8,3	6,3
3	8,5	6,2
4	8,7	9,9
5	8,2	7,2
6	8,9	9,0
7	7,4	7,5
8	7,9	7,7
9	7,9	8,0
10	7,9	7,0
Média	8,2	7,5
Desvio Padrão	1,0	1,4
Máximo	9,6	9,9
Mínimo	6,9	6,2
CONAMA 357	> 4 mg/L	

Observa-se que o OD apresentou no período de seca concentrações maiores, enquanto no período chuvoso concentrações menores, essa diferença entre as estações possui significância estatística ($p < 0,05$). Durante o período de chuva há um aumento da matéria orgânica dissolvida e particulada, que se origina pela própria ressuspensão do sedimento ou a partir das águas dos tributários, que podem estar recebendo descargas de esgotos, e águas de escoamento superficial, resultando em um aumento da matéria orgânica que por sua vez, pode reduzir os níveis de oxigênio dissolvido (DAMASCENO et al, 2015).

Alguns fatores podem controlar a concentração de OD nos corpos hídricos como: a temperatura, corrente, turbulência, luz, pressão, salinidade, atividade fotossintética e a concentração de matéria orgânica (ESTEVES, 2011; DAMASCENO et al., 2015).

5.1.4 Condutividade Elétrica ($\mu\text{S/cm}$)

Na Resolução CONAMA n° 357/2005 (BRASIL, 2005) não consta os valores máximos permissíveis estabelecidos para condutividade elétrica, porém, a CETESB considera que valores de condutividade elétrica acima de $100 \mu\text{S/cm}$ indicam corpos hídricos impactados por cargas poluidoras (CETESB, 2011).

Na Tabela 4 o parâmetro condutividade elétrica, variou de 99 a $342 \mu\text{S/cm}$, com uma média de $226 \mu\text{S/cm}$ na estação seca e $161 \mu\text{S/cm}$ na estação chuvosa. Observa-se que apenas o ponto de coleta 2, na estação seca apresenta valor abaixo, permanecendo bem próximo do limiar.

Tabela 4 - Valores de condutividade elétrica obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Condutividade Elétrica		
Pontos de coleta	Estação seca	Estação chuvosa
0	285	259
1	342	131
2	99	125
3	224	180
4	218	142
5	191	135
6	144	104
7	188	128
8	175	134
9	290	200
10	326	239
Média	226	161
Desvio Padrão	107	55
Máximo	342	259
Mínimo	99	104
CONAMA 357	< $100 \mu\text{S/cm}$	

Ao comparar os valores de condutividade elétrica, segundo as estações, foi evidenciada uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,005$), sendo superior na estação seca.

Observa-se a influência direta dos períodos chuvosos e de seca. A maioria das médias mais elevadas foram encontradas no período de seca, provavelmente em função da concentração de sais solúveis na água, já que o nível hídrico deste córrego geralmente é mais baixo nesse período, fazendo com que ocorra uma concentração dos íons em solução que pode ser ocasionada por atividade antrópica. Os altos valores de condutividade elétrica podem estar

associados aos aspectos sazonais, nos períodos de seca ocorre a maior carga de poluente para as águas do córrego, elevando desta forma os teores de sais e matéria orgânica (SOUZA et al., 2014).

No Relatório de Qualidade das Águas superficiais do Estado de São Paulo dos anos de 2011 e 2012, a CETESB observou que todos os reservatórios monitorados que apresentaram qualidade média (Ruim ou Péssima) exibiram condutividade acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Além disso, em locais de monitoramento pouco impactados por fontes poluidoras a condutividade apresentava baixos valores (CETESB, 2011; 2012; GRIECO 2014).

A condutividade elétrica depende da composição iônica dos corpos d'água, podendo ser influenciada pelo volume de chuvas. Com baixa precipitação e predominância de rochas magmáticas na bacia de drenagem, a composição da água é, geralmente, determinada por produtos de intemperismo dessas rochas. Com alta pluviosidade e predominância de rochas sedimentares, a composição iônica da água é determinada pela composição das rochas (ALVES, 2009; ESTEVES, 2011).

A condutividade elétrica pode representar uma medida indireta do efeito antrópico, já que depende das concentrações iônicas e da temperatura, indicando a quantidade de sais existentes na água (CETESB, 2011). Com esses dados é possível inferir que o córrego estudado encontra-se impactado, já que quase 100% dos pontos estudados em todas as coletas apresentaram valores de condutividade muito acima dos mencionados pela CETESB.

5.1.5 Turbidez (FTU)

A turbidez apresentou valores entre 0,3 FTU (ponto 0) e 26,1 FTU (ponto 3), com uma média de 13,0 FTU na estação seca e 15,1 FTU na estação chuvosa. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece que para rios classe 3, os valores de turbidez devem ser menor ou igual a 100 FTU (BRASIL, 2005), portanto todos os pontos, tanto na estação seca como na estação de chuva, estão de acordo com a legislação, não havendo diferença estatisticamente significativa entre as estações. Os resultados para turbidez estão expressos na Tabela 5.

Tabela 5 - Valores de turbidez obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Pontos de coleta	Turbidez	
	Estação seca	Estação chuvosa
0	15,2	0,3
1	21,8	4,2
2	1,4	22,7
3	21,3	26,1
4	12,8	11,6
5	13,4	17,1
6	13,4	23,2
7	10,4	20,8
8	5,4	18,3
9	17,3	14,9
10	10,2	7,0
Média	13,0	15,1
Desvio Padrão	7,8	8,5
Máximo	21,8	26,1
Mínimo	1,4	0,3
CONAMA 357	≤ 100 FTU	

Foi observado nas amostras que apesar de alguns pontos de coleta estarem com suas águas turvas, os valores obtidos para turbidez foram baixos em todos os pontos de coleta. Este parâmetro pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas, afetando também os usos doméstico, industrial e recreacional das águas deste corpo hídrico (PAULINO, 2014).

5.2 Concentração Bacteriológicas

5.2.1 Coliformes Totais (NMP/ 100mL)

No Brasil não existe legislação que regule a concentração máxima de coliformes totais, considerando que existem bactérias do grupo coliforme que não são de origem exclusivamente fecal (*Citrobacter spp.*, *Enterobacter spp.* e *Klebsiella spp.*), que podem se desenvolver na água, em solo e em plantas, o que limita sua utilização como indicador específico de contaminação fecal (BRASIL, 2006; WHO, 2011; APHA/AWWA/WEF, 2012).

Na Tabela 6, pode-se observar a variação na concentração dos coliformes totais, de 4,9E+04 (ponto 0) até 1,1E+07 (ponto 9) NMP/100 mL, mantendo em média, concentrações superiores de coliformes totais na estação seca com relação a estação chuvosa.

A concentração de coliformes totais foi significativamente superior na estação seca quando comparada com estação chuvosa ($p < 0,05$) provavelmente considerando que o nível

fluviométrico é menor no período da seca, apresentando uma maior concentração dos poluentes oriundos de esgoto doméstico.

Tabela 6 - Valores da concentração de coliformes totais obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Coliformes Totais (NMP / 100mL)		
Pontos de coleta	Estação seca	Estação chuvosa
0	7,9E+04	4,9E+04
1	2,0E+06	7,1E+05
2	5,0E+05	1,8E+05
3	2,5E+05	3,2E+05
4	2,5E+05	1,4E+05
5	1,0E+06	7,7E+05
6	7,5E+05	7,2E+04
7	1,8E+06	5,2E+05
8	5,6E+05	4,1E+05
9	1,1E+07	1,6E+06
10	3,3E+06	3,3E+05
Máximo	1,1E+07	1,6E+06
Mínimo	7,9E+04	4,9E+04

O ponto 9 apresentou maior concentração de coliformes totais em ambas as estações, o que pode ser explicado pela sua localização ser após a ETE de Ribeirão Preto. Estudo desenvolvido na ETE de Ribeirão Preto em Tonani (2011) apresentou presença de coliformes totais em esgoto tratado ($7,9E+06$) o que pode afetar a qualidade do corpo hídrico receptor desse esgoto tratado (TONANI, 2011). Além disso, o ponto encontra-se próximo a um conjunto de moradias populares precárias, possivelmente desprovidas de infraestrutura em saneamento básico e a existência de uma área de pastagem bovina que pode estar influenciando na alta concentração de coliformes totais.

5.2.2 *Escherichia coli* (NMP/ 100mL)

Para avaliar as concentrações de coliformes termotolerantes foi utilizado a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) para rios classe 3, que permite a utilização da concentração de *Escherichia coli* como equivalente. Esta resolução diz que para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de $2,5E+03$ coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados em confinamento, não deverá ser excedido o limite de $1,0E+03$ coliformes

termotolerantes. E para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4,0E+03 coliformes (BRASIL, 2005).

Na Tabela 7 é possível observar a variação desde <1,8E+00 até 1,1E+06. O ponto 0 manteve o menor valor (<1,8E+00) para todas as coletas, ficando enquadrado dentro da resolução para todos os usos, e situa-se dentro do parque de preservação ecológica da cidade de Cravinhos, estando este possivelmente mais protegido de atividades antrópicas, sendo o único ponto de acordo com a resolução. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as estações seca e chuvosa.

Tabela 7 - Valores da concentração de *Escherichia coli* obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

<i>Escherichia coli</i> (NMP / 100mL)		
Pontos de coleta	Estação seca	Estação chuvosa
0	<1,8E+00	<1,8E+00
1	5,3E+04	1,7E+04
2	3,9E+04	1,2E+05
3	7,2E+03	1,1E+05
4	7,2E+03	4,6E+04
5	6,6E+04	8,2E+04
6	9,5E+03	7,2E+03
7	5,4E+04	1,5E+05
8	6,4E+04	9,0E+04
9	1,1E+06	4,1E+05
10	2,5E+05	1,3E+05
Máximo	1,1E+06	4,1E+05
Mínimo	<1,8E+00	<1,8E+00

A alta concentração de *Escherichia coli* em 90,9% dos pontos de coletas, deve-se ao fato desse córrego ter seu percurso predominantemente em áreas urbanas, e por vezes, receber cargas difusas e pontuais de esgoto doméstico clandestino. Também cabe à possibilidade de existir o carreamento de contaminantes, provenientes de resíduos mal armazenados e dejetos para as galerias pluviais; e assim, alcançando o córrego. Assim, como para coliformes totais, o ponto 9 apresenta a maior concentração de *E. coli* em todas as coletas.

5.3 Frequência Parasitária

As parasitoses são causas relevantes de agravo à saúde em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, já que as condições sócio-econômicas-culturais permitem a manutenção e disseminação de ciclos biológicos de vários parasitas, sendo esse, um dos principais fatores

debilitante, frequentemente associado à diarreia crônica e desnutrição, comprometendo o desenvolvimento das faixas etárias mais jovem da população (ALVES, 2009).

Nas Tabelas 8 e 9 são apresentados as frequência parasitárias para estação seca e chuvosa, respectivamente.

Tabela 8 – Frequência média parasitária em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca.

Estação seca (frequência / mL)				
Pontos de coleta	Nematóide	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Giárdia spp</i>	Ciliados
0	0,5	0,0	0,0	0,3
1	3,8	0,3	1,0	0,0
2	0,3	0,0	0,5	0,0
3	4,0	0,0	0,8	0,0
4	1,0	0,0	0,5	0,0
5	1,0	0,3	0,5	0,0
6	0,0	0,0	0,3	0,0
7	0,5	0,3	0,0	2,0
8	1,5	0,0	0,0	0,0
9	1,3	0,3	0,0	0,0
10	1,5	0,0	0,8	0,0
Máximo	4,0	0,3	1,0	2,0
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 9 – Frequência média parasitária em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação chuvosa.

Estação chuvosa (frequência / mL)				
Pontos de coleta	Nematóide	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Giárdia spp</i>	Ciliados
0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,5	0,0	1,0	0,0
2	0,0	0,0	0,5	0,0
3	2,5	0,0	1,0	0,0
4	4,8	0,0	1,5	0,0
5	0,8	0,0	0,3	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,8	0,0	0,5	0,0
8	0,0	0,3	0,0	0,0
9	0,8	0,0	0,0	1,5
10	1,0	0,3	0,5	0,0
Máximo	4,8	0,3	1,5	1,5
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0

Todos os pontos, com exceção do ponto 6, apresentaram pelo menos uma larva/ovo de nematóide, enquanto os pontos 1, 3 e 4 obtiveram as maiores frequências perante os demais pontos. Os nematóides são um grupo de organismos dominantes em muitos lagos, lagoas e rios; eles compreendem diversos níveis tróficos, contendo espécies que se alimentam de detritos, bactérias, algas, fungos, plantas superiores, além de várias espécies serem parasitas de peixes, aves e mamíferos que habitam nas proximidades de corpos hídricos, podendo também algumas espécies, serem parasitas do ser humano. Esses helmintos são usados em estudos de biomonitoramento e podem ser indicadores adequados de poluição por efluente doméstico (HEININGER et al., 2007).

Nos pontos de coleta 1, 5, 7, 8, 9 e 10 foi identificada *Entamoeba coli*, tendo uma maior frequência na estação seca com 1,2 enteroparasitas por mL. Esses pontos de coleta localizam-se próximos das cidades, podendo a água desses pontos ser contaminada por esgoto clandestino. Este parasita é encontrado na cavidade intestinal, alimentando-se de bactérias e detritos alimentares. As incidências desses parasitas estão associadas às condições precárias de higiene e à ineficácia de educação sanitária, o que os torna importantes indicadores de contaminação fecal (SIMÕES et al., 2015).

Nos pontos de coleta 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 10 foi identificada *Giardia spp.* Esse enteroparasita já foi relatado em vários estudos envolvendo corpos hídricos, e por sua transmissão ser via oral-fecal, geralmente a presença de *Giardia spp.* em corpos hídricos urbanos está relacionada com contaminação por esgoto doméstico (FERNANDES, 2012). A Giardíase é uma das dez parasitoses intestinais que mais acometem o homem e animais (FERREIRA et al., 2015). É uma parasitose que apresenta casos assintomáticos e sintomáticos, ocorrendo em adultos ou crianças, que muitas vezes podem eliminar cistos nas fezes por um período de até seis meses (TONANI, 2011).

Foram encontrados ciliados nos pontos 0, 7 e 9, com uma maior frequência nos pontos 7 e 9; os demais pontos apresentaram ausência deste parasita. O acúmulo de matéria orgânica favorece a composição de uma microfauna composta por ciliados (CABRAL; DUARTE; SANTOS, 2014). A frequência maior no ponto 7, pode-se justificar por estar situado no centro de Ribeirão Preto, próximo a um dos bairros mais antigos do município e os ciliados podem contaminar o córrego por lançamento de esgoto clandestino. A presença de ciliados no ponto 9 pode ser explicada pela descarga de esgoto tratado da ETE-RP. O ponto 0 fica dentro do parque ecológico de Cravinhos, onde existem muitos peixes, anfíbios e aves que podem ter cooperado para a presença desses ciliados neste ponto (PADUA et al., 2012; PAVÃO et al., 2013).

5.4 Concentração de metais em água e sedimento.

A concentração específica de Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Pb e Zn em águas superficiais e sedimentos estão representadas nas Tabelas 10 - 22.

Os valores encontrados para as concentrações de metais em água foram comparados com a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) para rios classe 3, que regulariza a concentração máxima de metais permitidos em mg/L.

Como não existe uma resolução que determina o máximo de metais permitidos em sedimentos coletados, utilizou-se a Resolução CONAMA nº 344/2004 (BRASIL, 2004) que institui as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para as avaliações dos materiais a serem dragados em águas jurisdicionais brasileiras (BRASIL, 2004). Apesar de estipular padrões de qualidade para sedimentos dragados, a resolução fornece um parâmetro que pode ser usado para os sedimentos coletados em áreas não dragadas, mas que estão impactadas por atividades antropogênicas (DA SILVA ALVES et al., 2013).

Para a classificação do sedimento a Resolução CONAMA nº 344/2004 (BRASIL, 2004) define critérios a partir de dois níveis. O nível 1 que define os limiares abaixo, dos quais se prevê a baixa probabilidade de efeitos adversos à biota, e o nível 2 define o limiar acima, do qual se prevê um provável efeito adverso à biota (BRASIL, 2004; GRIECO, 2014). No ponto 7, não foi possível coletar o sedimento, porque este ponto encontra-se concretado não havendo acúmulo de sedimento passível de coleta; e no ponto 4, na estação chuvosa, por conta do crescimento da vegetação tornou-se perigoso o acesso ao sedimento do córrego, impossibilitando as coletas neste ponto.

5.4.1 Cádmio (Cd)

A Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) estabelece que para o Cádmio o valor máximo admitido é de 0,01 mg/L para rios classe 3, e neste estudo os valores variaram de <0,0001 mg/L e 0,0009 mg/L no ponto de coleta 1 (Tabela 10). Todos os valores encontrados para o Cd foram em escala de dez vezes menores do que os permitidos na legislação e quase 81,8% estavam ainda menores que o limite de detecção.

Tabela 10 - Valores da concentração de cádmio obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Cádmio (mg/L)		
Pontos de coleta	Estação seca	Estação chuvosa
0	<LD	<LD
1	<LD	<LD
2	<LD	<LD
3	<LD	0,0002
4	<LD	<LD
5	<LD	<LD
6	<LD	<LD
7	<LD	<LD
8	<LD	<LD
9	0,0001	<LD
10	0,0002	<LD
Média	0,0003	0,0002
Desvio Padrão	0,0003	<LD
Máximo	0,0009	0,0002
Mínimo	<LD	<LD
CONAMA 357	0,01	

*LD – limite de detecção = 0,0001 mg/L

Em sedimento, este metal manteve uma concentração entre 0,03 mg/Kg no ponto 2, da estação chuvosa, e 0,54 mg/Kg ponto 9 da estação seca, com médias de 0,16 mg/Kg na estação seca, e 0,08 mg/Kg na estação chuvosa. Nenhum ponto excedeu o permitido na legislação (Tabela 11).

Tabela 11 - Valores da concentração de cádmio obtidos em amostra de sedimento coletado no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Cádmio (mg/Kg)		
Pontos de coleta	Estação seca	Estação chuvosa
0	0,08	0,04
1	0,19	0,10
2	0,08	0,03
3	0,07	0,05
4	0,12	/
5	0,09	0,11
6	0,07	0,08
7	/	/
8	0,18	0,06
9	0,54	0,09
10	0,17	0,20
Média	0,16	0,08
Desvio Padrão	0,17	0,05
Máximo	0,54	0,20
Mínimo	0,07	0,03
CONAMA 344	Nível 1: 0,6 / Nível 2: 3,5	

*/ - indisponibilidade de coleta

O Cádmio condiciona fontes naturais de contaminação pelas emissões de gases de atividades vulcânicas, queima de florestas e transporte pelo vento de partículas de fuligem e solo, mas as principais fontes de contaminação se dão por atividades antrópicas. A fonte de contaminação por cádmio mais relevante acontece pela incorporação de fertilizantes contaminados (FERNANDES; MAINIER, 2010).

5.4.2 Cromo (Cr)

O Cromo variou de 0,002 mg/L até valores menores de 0,011 mg/L (Tabela 12), sendo que o máximo permitido pela Resolução 357/2005 (BRASIL, 2005) é de 0,05 mg/L. Há seis pontos (0, 1, 2, 5, 6 e 7) que apresentaram concentrações menores do que os limites de detecção (<0,002). Todos os valores do metal estudado estavam abaixo das máximas permitidas na legislação, e 68,2% das amostras abaixo do limite de detecção. As maiores concentrações de Cr estão na estação seca.

Tabela 12 - Valores da concentração de cromo obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Cromo (mg/L)		
Pontos de coleta	Estação seca	Estação chuvosa
0	<LD	<LD
1	<LD	<LD
2	<LD	<LD
3	0,011	0,002
4	0,008	<LD
5	<LD	<LD
6	<LD	<LD
7	<LD	<LD
8	0,006	<LD
9	0,003	<LD
10	0,003	0,003
Média	0,004	<LD
Desvio Padrão	0,004	<LD
Máximo	0,011	0,003
Mínimo	<LD	<LD
CONAMA 357	0,05	

*LD – limite de detecção = 0,002 mg/L

No sedimento o Cr teve dosagens intercaladas entre 27,6 mg/Kg no ponto 9 (estação chuvosa) e 205,3 mg/Kg no ponto 3 da mesma estação, mantendo uma média de 79,6 mg/Kg na estação seca e 84,2 mg/Kg na chuvosa. Os pontos 0, 2, 3, 4 e 5 tiveram valores de concentração de Cr acima da Resolução CONAMA 344/2004 (BRASIL, 2004). A estação chuvosa alcançou o maior número de pontos com valores acima da legislação (Tabela 13).

Tabela 13 - Valores da concentração de cromo obtidos em amostra de sedimento coletado no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Cromo (mg/Kg)		
CONAMA 344	Nível 1: 37,3 / Nível 2: 90	
Pontos de coleta	Estação seca	Estação chuvosa
0	68,9	94,5
1	52,3	54,2
2	76,6	110,0
3	146,8	205,3
4	138,7	/
5	73,2	116,3
6	70,7	60,1
7	/	/
8	62,2	44,8
9	58,6	27,6
10	47,8	45,2
Média	79,6	84,2
Desvio Padrão	35,7	58,4
Máximo	146,8	205,3
Mínimo	47,8	27,6
CONAMA 344	Nível 1: 37,3 / Nível 2: 90	

*/ - indisponibilidade de coleta

A presença de cromo em água e sedimento pode estar associada aos processos de contaminação de origem antrópica, ligada as atividades como: indústrias de transformação e beneficiamento de metal; tratamento de madeira, curtumes, mineração e indústrias de manufaturas de pigmentos; de filmes fotográficos; de inibidores de corrosão; e queima da lignina contida nas matérias vegetais (SOUZA et al., 2014).

As ocorrências naturais estão associadas aos incêndios florestais, erupções vulcânicas e via intemperismo, principalmente de rochas máficas e ultramáficas (SOUZA et al., 2014). Tendo em vista a presença da Companhia Eletro metalúrgica de Ribeirão Preto, instalada em 1922 no antigo bairro Tanquinho e o município de Cravinhos ser um pólo industrial (LIMA, 2014), podemos sugerir que o intemperismo das rochas e das atividades antropológicas de metalúrgica, adicionado com a lixiviação do solo, realça a probabilidade desse metal no corpo hídrico, principalmente no sedimento dos pontos de coleta 0, 2, 3, 4 e 5 localizados no município de Cravinhos ou próximo dele. Este metal possui um elevado potencial tóxico e acumula-se em organismos aquáticos, possibilitando sua entrada na cadeia alimentar (SANTOS et al., 2015).

5.4.3 Cobre (Cu)

O Cobre se manteve em concentrações de <0,005 mg/L (50% das amostras) até 0,021 mg/L, com o valor máximo permitido pela legislação de 0,013 mg/L para rios classe 3 (Tabela 14).

Tabela 14 - Valores da concentração de cobre obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Pontos de coleta	Cobre (mg/L)	
	Estação seca	Estação chuvosa
0	<LD	0,008
1	0,007	<LD
2	<LD	<LD
3	0,017	<LD
4	0,021	<LD
5	<LD	<LD
6	0,007	<LD
7	0,006	0,008
8	0,006	<LD
9	0,010	0,007
10	0,006	<LD
Média	0,008	0,006
Desvio Padrão	0,007	0,003
Máximo	0,021	0,008
Mínimo	<LD	<LD
CONAMA 357	0,013	

*LD – limite de detecção = 0,005 mg/L

Na estação seca verificam-se os maiores valores para Cu com 0,017 mg/L no ponto 3 e 0,021 mg/L no ponto 4, excedendo o limiar da resolução. Já os demais pontos ficaram dentro do limite da legislação. Este metal apresentou uma concentração média, na maioria dos pontos maior na estação seca do que na estação chuvosa, essa diferença possui significância estatística ($p < 0,05$), e pode estar relacionada novamente com o baixo nível pluviométrico encontrado neste período.

Os pontos excedentes (3 e 4) são bem próximos de áreas agrícolas e possivelmente contém algumas fontes de contaminações por cobre de origens antrópicas de fossas sépticas e de fertilizantes agrícolas. Acredita-se que a lixiviação dessas áreas agrícolas podem ter carregado esse metal para o corpo hídrico, excedendo as concentrações.

A concentração deste metal em águas superficiais pode ser oriundo da decomposição ou mineralização da matéria orgânica, lixiviação de solos e rochas, podendo ter origem

antrópica de efluentes de fossas sépticas, efluentes da indústria, fertilizantes agrícolas e lixos (SASSOMA et al., 2015).

No sedimento obteve uma variação na concentração de Cu de 56,3 mg/Kg no ponto 9 da estação chuvosa à 226,2 mg/Kg no ponto 0 da estação seca, uma média de 130,7 mg/Kg na estação seca e 104,8 mg/Kg na estação chuvosa. O ponto 0 na estação seca ficou acima do valor máximo concordados pela resolução. Já os demais pontos de coleta ficaram com todos os valores dentro dos limiares em ambas as estações (tabela 15)

Tabela 15 - Valores da concentração de cobre obtidos em amostra de sedimento coletado no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Pontos de coleta	Cobre (mg/Kg)	
	Estação seca	Estação chuvosa
0	226,2	184,3
1	61,3	68,5
2	90,2	74,1
3	106,6	95,0
4	190,8	/
5	104,6	161,0
6	120,0	124,5
7	/	/
8	131,8	62,2
9	163,3	56,3
10	112,6	110,1
Média	130,7	104,8
Desvio Padrão	61,2	49,7
Máximo	226,2	184,3
Mínimo	61,3	56,3
CONAMA 344	Nível 1: 35,7 / Nível 2: 197	

*/ - indisponibilidade de coleta

As principais fontes de contaminação antropogênica para cobre são as águas residuárias municipais e os efluentes dos processos de manufatura das peças de cobre. Geralmente, também pode ser usado na indústria elétrica por causa da sua alta condutividade, em dutos de água, devido sua inércia química, em ligas metálicas e na agricultura como fungicida (CORREIA et al., 2014).

O que poderia elucidar em relação a presença deste metal em alta concentração no ponto 0, remete na construção do parque ecológico e da lagoa artificial, através da canalização da nascente para o ponto próximo a lagoa, com a utilização de canos de cobre.

5.4.4 Mercúrio (Hg)

A água procedente de todos os pontos de coleta obtiveram resultados menores que o limite de detecção (<0,0001 mg/L) para Hg tanto na estação seca quanto na estação chuvosa. A Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) preconiza que o valor máximo permitido não pode ser superior a 0,002 mg/L, sendo assim, todos os pontos estão adequados com a legislação.

Em sedimento, nenhum ponto em ambas as estações excedeu a quantidade de Hg prevista na legislação, tendo este metal a alternância de 0,006 mg/Kg no ponto 5 na estação seca à 0,293 mg/Kg no ponto 10 de mesma estação, mantendo uma média de 0,134 mg/Kg na estação seca e 0,051 mg/Kg na estação chuvosa (Tabela 16).

Tabela 16 - Valores da concentração de mercúrio obtidos em amostra de sedimento coletado no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Pontos de coleta	Mercúrio (mg/Kg)	
	Estação seca	Estação chuvosa
0	0,176	0,034
1	0,113	0,029
2	0,022	0,035
3	0,021	0,028
4	0,046	/
5	0,006	0,034
6	0,155	0,054
7	/	/
8	0,273	0,099
9	0,237	0,023
10	0,293	0,128
Média	0,134	0,051
Desvio Padrão	0,129	0,040
Máximo	0,293	0,128
Mínimo	0,006	0,023
CONAMA 344	Nível 1: 0,17 / Nível 2: 0,486	

*/ - indisponibilidade de coleta

O mercúrio é um metal naturalmente encontrado na crosta terrestre, integrado no ar, no solo e na água. Este metal com elevada capacidade de espargir e de persistir no meio ambiente, é um elemento que pode ser liberado para o ar e a água, por meio do intemperismo de rochas, contendo minério de mercúrio ou por meio de atividades humanas, tais como: processos industriais, mineração, o desmatamento, a incineração de resíduos, e queima de combustíveis fósseis.

O Hg também pode ser liberado a partir de uma série de produtos manufaturados que contêm o metal em sua composição, tais como: amálgama dentária; dispositivos eletroeletrônicos como interruptores e lâmpadas fluorescentes; equipamentos de medição tais como, termômetros e barômetros; baterias; cosméticos; e cremes antissépticos. Uma vez liberado permanece no meio ambiente, circulando entre o ar, a água, o sedimento, o solo, e a biota, onde assume diversas formas químicas (BRASIL, 2011). Este metal é bioacumulativo e sua presença nas águas pode acarretar contaminação nas populações dos peixes, possibilitando a entrada do metal na cadeia alimentar humana local pelo consumo dos pescados, podendo trazer graves consequências à saúde humana ao consumir este pescado (WHO, 2012).

5.4.5 Manganês (Mn)

O valor máximo admissível para rios classe 3 na Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) é de 0,5 mg/L. Os valores encontrados diferem de 0,011 mg/L no ponto 1 (estação chuvosa) até 0,129 mg/L do ponto 7 (estação seca). A média na estação seca foi 0,071 mg/L e na estação chuvosa 0,050 mg/L (Tabela 17). Não houve valores acima ou próximos do permitido na Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005).

Tabela 17 - Valores da concentração de manganês obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Pontos de coleta	Manganês (mg/L)	
	Estação seca	Estação chuvosa
0	0,024	0,016
1	0,027	0,011
2	0,034	0,059
3	0,037	0,033
4	0,079	0,036
5	0,097	0,096
6	0,114	0,048
7	0,129	0,070
8	0,079	0,050
9	0,092	0,045
10	0,074	0,087
Média	0,071	0,050
Desvio Padrão	0,046	0,030
Máximo	0,129	0,096
Mínimo	0,024	0,011
CONAMA 357	0,5	

Em geral, o Mn raramente atinge concentrações de 1 mg/L em águas superficiais e está presente em quantidades abaixo de 0,2 mg/L. Este metal é muito usado na indústria do aço, na fabricação de ligas metálicas e baterias, bem como na indústria química, em tintas vernizes, fogos de artifícios e fertilizantes, entre outros. Porém, sua principal fonte de contaminação é o esgoto industrial (AYERS; WESTCOT, 1999).

No sedimento a Resolução CONAMA 344/2004 (BRASIL, 2004) não estabelece um parâmetro para Mn, embora tenha sido encontrado em maior quantidade. Este metal variou entre 143,5 mg/Kg no ponto 2 da estação chuvosa e 942,3 mg/Kg no ponto 4 da estação seca, mantendo uma média de 411,0 mg/Kg na estação seca e 361,8 mg/Kg na estação chuvosa mg/Kg (Tabela 18).

Tabela 18 - Valores da concentração de manganês obtidos em amostra de sedimento coletado no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Pontos de coleta	Manganês (mg/Kg)	
	Estação seca	Estação chuvosa
0	262,1	347,5
1	201,5	245,1
2	233,4	143,5
3	308,7	381,1
4	942,3	/
5	424,5	879,3
6	679,1	568,0
7	/	/
8	370,8	267,4
9	324,7	151,2
10	362,8	272,9
Média	411,0	361,8
Desvio Padrão	235,2	251,1
Máximo	942,3	879,3
Mínimo	201,5	143,5

*/ - indisponibilidade de coleta

Estes metais no solo podem ter origem natural através do intemperismo da rocha, e acrescido pela contaminação de origem antropogênica. Os solos vermelhos denominados Latossolo e Nitossolo vermelho (terra roxa) são originados da decomposição do basalto, e esses solos apresentam altas concentrações de Mn (BELLUTA et al., 2014). O solo do município de Ribeirão Preto é rico historicamente na chamada terra roxa, por este solo ser rico em nutrientes que auxiliam a cultura do café na região (OLIVEIRA; SILVA; OLIVEIRA, 2014), o que justifica as altas concentrações de Mn no sedimento de forma natural.

5.4.6 Chumbo (Pb)

O valor máximo permissivo na Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) é de 0,033 mg/L. Foram apurados valores mínimos <0,0001 mg/L (Ponto 0) na estação seca e máximos de 0,0030 mg/L (ponto 5) na estação chuvosa. Todos os valores estão abaixo do preconizado da legislação (Tabela 19).

Tabela 19 - Valores da concentração de chumbo obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Pontos de coleta	Chumbo (mg/L)	
	Estação seca	Estação chuvosa
0	<LD	0,0005
1	0,0020	0,0012
2	0,0003	0,0010
3	0,0020	0,0007
4	0,0009	0,0005
5	0,0008	0,0030
6	0,0004	0,0008
7	0,0004	0,0007
8	0,0003	0,0007
9	0,0010	0,0020
10	0,0010	0,0005
Média	0,0009	0,0010
Desvio Padrão	0,0007	0,0009
Máximo	0,0020	0,0030
Mínimo	<LD	0,0005
CONAMA 357	0,033	

*LD – limite de detecção = 0,0001 mg/L

No sedimento o Pb permaneceu entre 0,6 mg/Kg no ponto 3 da estação chuvosa e 16,0 mg/Kg no ponto 9 da estação seca, com a média de 7,0 mg/Kg na estação seca e 1,2 mg/Kg na estação chuvosa. Os maiores valores apurados foram na estação seca, e apesar disto, nenhum dos valores ficaram acima do consentido na legislação (Tabela 20).

Tabela 20 - Valores da concentração de chumbo obtidos em amostra de sedimento coletado no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Pontos de coleta	Chumbo (mg/Kg)	
	Estação seca	Estação chuvosa
0	8,8	0,9
1	3,3	2,3
2	4,5	0,7
3	3,8	0,6
4	12,3	/
5	4,9	1,2
6	2,6	1,2
7	/	/
8	7,8	1,0
9	16,0	1,3
10	6,4	1,7
Média	7,0	1,2
Desvio Padrão	5,4	0,6
Máximo	16	2,3
Mínimo	2,6	0,6
CONAMA 344	Nível 1: 35 / Nível 2: 91,3	

*/ - indisponibilidade de coleta

Este metal é um elemento de ocorrência natural, encontrado em relativa abundância na crosta terrestre, sendo que as maiores fontes geológicas dele são as rochas ígneas e metamórficas. Em solos urbanos o Pb pode ser de origem antrópica, através de resíduos provenientes de indústrias e agricultura (WATERLOT et al, 2013), e posteriormente, pode ser lixiviado para os corpos hídricos contaminando suas águas e sedimentos.

Comumente usa-se o Pb na fabricação de canos, em revestimentos de cabos elétricos, de chapas para pias, cisternas e telhados, e principalmente, na indústria de baterias automotivas, fato que tem incentivado o aumento do número de empresas que promovem a reciclagem desse tipo de bateria (CUNHA et al., 2014). Podem ser encontrado no Brasil, elevadas concentrações de Pb, entorno das indústrias de atividade de exploração do metal ou de reciclagem de baterias automotivas (HENRIQUE; GUIMARAES; FONSECA, 2014).

5.4.7 Zinco (Zn)

Enquanto o Zn variou de <0,001 mg/L no ponto 0 (estação seca) até 0,60 mg/L no ponto 5 (estação chuvosa), considerando que a resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL,

2005) para rios classe 3, deve-se um valor máximo de 5 mg/L. Todos os pontos se enquadraram com a resolução (Tabela 21).

Tabela 21 - Valores da concentração de zinco obtidos em amostra de água coletada no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Pontos de coleta	Zinco (mg/L)	
	Estação seca	Estação chuvosa
0	<LD	0,007
1	0,044	0,007
2	0,006	0,009
3	0,060	0,019
4	0,034	0,006
5	0,020	0,060
6	0,013	0,005
7	0,014	0,009
8	0,010	0,009
9	0,023	0,009
10	0,037	0,010
Média	0,023	0,013
Desvio Padrão	0,019	0,019
Máximo	0,044	0,060
Mínimo	<LD	0,005
CONAMA 357	5,0	

*LD – limite de detecção = 0,001 mg/L

No sedimento o Zn permaneceu entre 50,6 mg/Kg no ponto 2 da estação chuvosa e 427,6 mg/Kg no ponto 9 da estação seca, mantendo uma média de 181,2 mg/Kg na estação seca e 132,7 mg/Kg na estação chuvosa. Apenas o ponto 9 da estação seca, excedeu o máximo permissível pela legislação (Tabela 22).

Tabela 22 - Valores da concentração de zinco obtidos em amostra de sedimento coletado no córrego Ribeirão Preto na estação seca e chuvosa.

Zinco (mg/Kg)		
Pontos de coleta	Estação seca	Estação chuvosa
0	74,9	70,1
1	183,6	140,9
2	93,1	50,6
3	93,1	92,9
4	242,8	/
5	105,5	198,8
6	115,2	188,3
7	/	/
8	276,6	105,5
9	427,6	115,2
10	199,6	232,0
Média	181,2	132,7
Desvio Padrão	147,8	81,4
Máximo	427,6	232,0
Mínimo	74,9	50,6
CONAMA 344	Nível 1: 123 / Nível 2: 315	

*/ - indisponibilidade de coleta

A principal emissão natural de zinco é por erosão. As fontes antropogênicas são a mineração; produção de zinco; produção de ferro e aço; corrosão de estruturas galvanizadas; combustão de carvão e outros combustíveis; eliminação e incineração de resíduos; e uso de fertilizantes e agrotóxicos contendo zinco (DONNER et al., 2010).

Acredita-se que uma justificativa plausível para valores remanescentes deste metal no sedimento do ponto 9, seria semelhante ao do cobre, pois no ponto 9 além das áreas de plantio próximo a este, o Zn também está relacionado ao processo de combustão em combustíveis, e a presença de distribuidora de combustíveis próximo ao ponto de coleta que reforça a temática. Também vale ressaltar que nas proximidades há a existência de movimentada avenida da cidade de Ribeirão Preto (Via Expressa Norte) e de uma rodovia (Rodovia Alexandre Balbo) que podem estar contribuindo para o acréscimo deste metal.

5.5 Análise de Componentes Principais (PCA)

A análise de componentes principais foi realizada para dados relativos à água superficial utilizando sete variáveis dentre elas pH, temperatura, OD, Cr, Cu, Mn e Zn (Tabela

23 e 24). Observou-se que aproximadamente 78% da variação dos dados são explicadas pelos três primeiros componentes.

Tabela 23 – Matrix de componentes rotacionada, evidenciando as variáveis analisadas.

Matrix de Componentes Rotacionada			
Variáveis	Componentes		
	1	2	3
pH	-0,039	0,819	0,203
Temperatura	-0,156	0,386	-0,784
Oxigênio Dissolvido	0,061	0,201	0,830
Mn água	0,035	-0,830	0,252
Cu água	0,896	0,008	0,223
Zn água	0,764	-0,297	-0,303
Cr água	0,899	0,076	0,220

Tabela 24 – Variação total explicada, evidenciando os três componentes principais.

Variação Total Explicada									
Componente Principal	Autovalores Iniciais			Soma de Extração Squared Loadings			Soma de Rotação Squared Loadings		
	Total	% variância	% Acumulada	Total	% variância	% Acumulada	Total	% variância	% Acumulada
1	2,459	35,132	35,132	2,459	35,132	35,132	2,224	31,770	31,770
2	1,569	22,416	57,549	1,569	22,416	57,549	1,644	23,486	55,257
3	1,437	20,530	78,079	1,437	20,530	78,079	1,598	22,822	78,079
4	0,547	7,810	85,889						
5	0,444	6,338	92,227						
6	0,355	5,072	97,299						
7	0,189	2,701	100,000						

O componente 1 explicou aproximadamente 35% da variação dos dados, no qual o Cr e o Cu foram as variáveis que mais contribuíram de acordo com o gráfico de *Loadings* (Figura 6), e estão presentes principalmente nos pontos 3 e 4 com altos valores para o componente 1, de acordo com o gráfico de *scores* (Figura 7). Esta concentração destes metais, como já explicado anteriormente, pode estar associada a sua proximidade com áreas agrícolas que possivelmente contém algumas fontes de contaminações de origem antrópica como: fossas

sépticas e fertilizantes agrícolas, sendo que com a lixiviação dessas áreas podem ter carreado esses metais para o corpo hídrico (SASSOMA et al., 2015).

Figura 6 – Representação gráfica dos *loadings* gerados pela PCA. (a): *loadings* componente principal 1 e componente principal 2. (b): *loadings* componente principal 1 e componente principal 3.

Figura 7 – Representação gráfica dos *scores* gerados pela PCA. (a): *scores* componente principal 1 e componente principal 2. (b): *scores* componente principal 1 e componente principal 3.

O componente 2 explicou aproximadamente 22% dos dados, sendo o pH e o Mn as principais variáveis que contribuíram para este componente. De acordo com o gráfico de Loadings (Figura 6), o pH apresentou valores positivos, sendo o ponto 0 com o maior valor médio neste parâmetro, mantendo o maior valor para este componente; e o Mn valores

negativos com os pontos 5, 6 e 7 com os maiores valores médios para este metal, mantendo os maiores valores negativos neste componente como demonstrado pelo gráfico de scores (Figura 7).

O componente 3 explica 21% dos dados, contribuindo para este componente o oxigênio dissolvido e a temperatura, demonstrado no gráfico de Loadings (Figura 6). Oxigênio dissolvido apresentou valores positivos para este componente, sendo o ponto 6 o maior influenciado por este parâmetro neste componente, como demonstrado pelo gráfico de Scores (Figura 7), possuindo o maior valor médio para esta variável; e a temperatura apresentando valores negativos para este componente, sendo o ponto 1 o mais influenciado (Figura 7), com a maior média para este parâmetro.

5.6 Análise Hierárquica de Agrupamento (HCA)

A análise hierárquica de agrupamento reuniu os 11 pontos de coleta em dois grandes grupos (grupo 1 e grupo 2) com o segundo grupo dividido em dois subgrupos (subgrupo A e subgrupo B), deixando três pontos de coletas isolados em agrupamentos mais distantes neste grupo (Figura 8).

Figura 8 – Dendrograma com três principais agrupamentos formados (Grupo 1, 2 e os subgrupos A e B) na análise dos 11 pontos de coleta no córrego Ribeirão Preto.

O grupo 1 formado pelos pontos 2, 8, 6 e 7, que podem estar relacionados com a localização em centros urbanos ou pela proximidade entre eles; estes pontos podem estar sofrendo influência antrópica das cidades fazendo com que apresentem algumas características similares.

No grupo 2 há associação dos demais pontos (ponto 0, 1, 3, 4, 5, 9 e 10). Neste grupo houve a ramificação em dois subgrupos mais próximos. O subgrupo A foi definido por dois pontos de coleta, o ponto 5 e o ponto 10, o primeiro fica na saída do distrito de Bonfim, entre os municípios de Bonfim e Ribeirão Preto. Neste ponto subsiste uma área de pastoreio de gado, juntamente com algumas áreas de plantio. Já o segundo ponto fica na foz do córrego Ribeirão Preto em sua confluência com rio Pardo, onde detém áreas de plantio e de pastagem, sendo que os dois pontos mantêm parte de sua mata ciliar preservada. Assim essas características podem ser a razão norteadora dessa similaridade neste subgrupo.

O subgrupo B foi formado pelos pontos 3 e 4, ambos ficam entre os municípios de Cravinhos e Ribeirão Preto, e estão em áreas de intensa ação da agricultura, estes pontos estão com a maior concentração de Cr e Cu, estes metais podem ser provenientes de fertilizantes agrícolas, pesticidas entre outras fontes antrópicas, relacionadas a essa utilização da área (SASSOMA et al., 2015); essas características podem ter aproximado os parâmetros destes pontos agrupando-os por similaridade.

Os demais pontos (pontos 0, 1 e 9) são pertencentes ao grupo 2, porém estão presentes em grupos mais distantes no dendograma. O ponto 0 considerado o mais próximo da nascente, localiza-se dentro do Parque Ecológico de Cravinhos, não sofrendo com tanta intensidade a ação antrópica e possui o maior valor médio de pH; estas características singulares neste ponto podem tê-lo afastado dos demais pontos. O ponto 1 está bem no centro comercial de Cravinhos sofrendo a ação antrópica local, porém por Cravinhos ser um município pequeno e este ponto estar protegido com grades, este pode ter sofrido menos com a ação antrópica do que outros pontos localizados dentro de cidades (ponto 7 e 8); este ponto possui o maior valor médio para temperatura o que pode ter separado dos demais pontos. E em relação ao ponto 9 que fica após a ETE da cidade de Ribeirão Preto, juntamente com uma área de pastoreio de gado, sendo o ponto com maior valor médio para coliformes totais e *E. coli*, muito maiores que os demais pontos; estas características bacteriológicas podem ter afastado dos demais grupos. As particularidades destes três pontos podem tê-los agrupados em clusters mais distantes ou isolados na análise HCA.

5.7 Comparação temporal

Esta comparação foi realizada através dos resultados dos parâmetros limnológicos, microbiológico, parasitológico e de metais em águas superficiais deste presente estudo (2014 e 2015) com resultados realizados por Da Silva Alves et al. (2013) (2008 e 2009) no mesmo corpo hídrico. No entanto, o ponto 0 teve que ser retirado desta análise, devido a sua inexistência no momento efetivado do estudo de Da Silva Alves et al. (2013), pois o parque ecológico de Cravinhos não havia sido construído naquela época, sendo assim, não tinha conhecimento da presença deste ponto mais próximo a nascente.

5.8.1 Parâmetros Limnológicos

Neste parâmetro foram analisados o pH, temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica, em ambas as estações (seca e chuvosa).

O pH apresentou valores médios menores neste estudo (2014 e 2015) do que no estudo anterior (2008 e 2009), tanto na estação seca quanto na chuvosa (Figura 9). Esta diminuição do pH pode ser associada a influência antropogênica, como despejo de esgoto doméstico e industrial (VON SPERLING, 2005), com o crescimento de 100 mil habitantes no município de Ribeirão Preto e de quase 5 mil habitantes no município de Cravinhos (IBGE, 2016) no período entre os estudos, pode-se ter aumentado a quantidade de esgoto doméstico clandestino sendo despejada ou matéria orgânica sendo lixiviada para esse corpo hídrico, diminuindo assim, o pH nos anos de 2014 e 2015 deixando as águas deste corpo hídrico levemente mais ácidas.

Figura 9 – Comparação temporal dos valores médios de pH na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Fonte: do autor e adaptado de Da Silva Alves et al., 2013.

Ao passo que a temperatura apresentou valores médios menores neste estudo (2014/2015) ao conferir ao anterior (2008/2009) em ambas às estações, apresentando assim uma ligeira queda de temperatura. Esta diminuição pode ser explicada pelos horários e os dias de coletas, já que embora tenhamos os mesmos períodos e estações, essa variação seria imprecisa ao comparar uma temporada com a outra, o que pode ter contribuído para os menores valores encontrados no estudo (Figura 10).

Figura 10 – Comparação temporal dos valores médios de temperatura na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Fonte: do autor e adaptado de Da Silva Alves et al., 2013.

Enquanto o oxigênio dissolvido aumentou sua concentração média na maioria dos pontos neste estudo (2014/2015), e este acréscimo pode significar uma melhora na qualidade deste corpo hídrico, com o aumento de algas e vegetações em seus arredores, proporcionando assim uma maior concentração deste gás (Figura 11). Alguns fatores podem alterar a concentração de oxigênio dissolvido como: a temperatura, corrente, turbulência, luz, pressão, salinidade, atividade fotossintética e a concentração de matéria orgânica (ESTEVES, 2011; DAMASCENO et al., 2015). As águas podem ser definidas como poluídas com baixa concentração de oxigênio dissolvido e águas limpas com concentrações de oxigênio dissolvido elevadas (CETESB, 2014). Se observarmos este parâmetro existe uma nítida melhora na qualidade da água deste corpo hídrico em ambas as estações.

Figura 11 – Comparação temporal dos valores médios de oxigênio dissolvido na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Fonte: do autor e adaptado de Da Silva Alves et al., 2013.

Valores para condutividade elétrica foram em média mais elevadas neste estudo (2014/2015) do que em Da Silva Alves et al., 2013 (2008/2009), representado na Figura 12. Isso pode significar um aumento das concentrações iônicas que indicam a quantidade de sais existentes na água (CETESB, 2011). Esta concentração de sais pode estar relacionada com o intemperismo de rochas e com fontes poluidoras de esgoto doméstico que podem ter aumentado com o passar dos anos.

Figura 12 – Comparação temporal dos valores médios de condutividade elétrica na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Fonte: do autor e adaptado de Da Silva Alves et al., 2013.

5.8.2 Parâmetros Microbiológicos

Para este parâmetro foram comparados os valores médios de coliformes totais e *Escherichia coli* de ambas as estações (seca e chuvosa). Para coliformes totais manteve-se metade dos pontos de coletas com valores superiores ao trabalho de Da Silva Alves et al., 2013 (2008/2009) e a outra metade dos pontos com valores inferiores ao mesmo trabalho na estação seca. Já na estação chuvosa predominou valores médios, menos elevados para este estudo (2014/2015) como demonstrado na Figura 13.

Figura 13 – Comparação temporal dos valores médios de coliformes totais na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Fonte: do autor e adaptado de Da Silva Alves et al., 2013.

Os valores médios para *E. coli* foram em 5 pontos para estação seca com valores maiores, e 5 pontos com valores menores que o estudo realizado anteriormente; e para estação chuvosa com 4 pontos maiores e 6 pontos menores, observando assim de uma forma geral uma melhora na estação chuvosa deste estudo (2014/2015) em contrapartida com o Da Silva Alves et al., 2013 (2008/2009) como demonstrado na Figura 14. O fato que o valor de *E. coli* estar menor neste estudo nos pontos 6, 7 e 8 pode estar relacionado a obras antienchentes realizadas neste córrego, principalmente no trecho em que se encontra o ponto 7, onde pode ter sido descoberto e corrigido problemas de despejo de esgoto doméstico clandestino.

Figura 14 – Comparação temporal dos valores médios de *Escherichia coli* na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Fonte: do autor e adaptado de Da Silva Alves et al., 2013.

5.8.3 Parâmetros Parasitológicos

Foram encontrados para este parâmetro nematóides (larvas e ovos), *Entamoeba coli*, *Giardia spp.* e ciliados, sendo encontrada uma maior frequência parasitária neste estudo (2014/2015) ao equiparar ao realizado anteriormente por Da Silva Alves et al., 2013 (2008/2009).

Para os nematóides foram encontrados uma frequência por mL maior em 2014/2015 do que em 2008/2009, mantendo uma média de 2,5 nematóides por mL, enquanto em estudo anterior manteve média de 0,6 nematóides por mL, sendo a maior frequência deste parasita no presente estudo de 6,5 no ponto 3, enquanto o estudo anterior obteve maior frequência de 2,3

no ponto 9, e a menor frequência obtida em ambos os estudos foram de zero parasitas, encontrando esta frequência para o presente estudo apenas no ponto 6, e no estudo de Da Silva Alves et al, 2013 nos pontos 2 e 4.

Entamoeba coli obteve uma média de 0,2 parasitas por mL no presente estudo (2014/2015) e 0,1 parasitas por mL no estudo anterior (2008/2009). Sendo encontrados parasitas apenas nos pontos 1, 5, 7, 8, 9 e 10 neste estudo, e nos pontos 2 e 8 no estudo de Da Silva Alves et al., 2013.

Giardia spp. e ciliados só foram encontrados uma frequência parasitária no presente estudo (2014/2015), não existindo relato de terem sido encontradas no estudo anterior realizado por Da Silva Alves et al., 2013 (2008/2009). A giardia manteve uma frequência média de 1,0 parasita por mL, sendo encontrada em quase todos os pontos, exceto nos pontos 8 e 9. Já os ciliados manteve uma frequência média de 0,4 parasitas por mL, sendo encontrado parasitas apenas nos pontos 7 e 9.

Este aumento na frequência parasitária pode estar relacionado com a técnica utilizada para coleta destes parasitas, já que a norma da CETESB estabelece que tal procedimento não é mais utilizada, por haver variáveis que alteram esta frequência parasitária, não podendo assim ser utilizada como parâmetro determinante de qualidade do corpo hídrico (CETESB, 2014).

5.8.4 Parâmetros metais em águas superficiais

Para este parâmetro foram analisados sete metais (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Pb e Zn), verificando se houve diferenças entre os resultados dos estudos apresentados e as estações coletadas. Para o Cd obteve valores maiores na estação seca no presente estudo (2014/2015) ao relacionar com trabalho de Da Silva Alves et al., 2013 (2008/2009) e menores na estação chuvosa, evidenciando uma diferença na concentração média deste metal entre as estações dos estudos realizados (Figura 15).

Figura 15 – Comparação temporal dos valores médios de cádmio na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Fonte: do autor e adaptado de Da Silva Alves et al., 2013.

Foram encontrados os valores para Cr maiores neste estudo (2014/2015) em comparação ao estudo anterior (2008/2009), tendo a justificativa equivalente ao Mn no aumento de sua concentração (Figura 16).

Figura 16 – Comparação temporal dos valores médios de cromo na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Fonte: do autor e adaptado de Da Silva Alves et al., 2013.

O Cu obteve a maioria dos seus valores médios menores neste estudo (2014/2015) do que no trabalho anterior (2008/2009), na estação chuvosa (exceto ponto 3, 7 e 9), sendo nítida a diferença deste metal entre as estações. Já na estação seca três pontos tiveram valores muito maiores que o estudo de Da Silva Alves et al., 2013 (Ponto 3, 4 e 9), apresentando uma nítida diferença entre os dois estudos nesta estação nos determinados pontos (Figura 17).

Figura 17 – Comparação temporal dos valores médios de cobre na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Fonte: do autor e adaptado de Da Silva Alves et al., 2013.

O Hg se manteve menor no presente estudo (2014/2015) do que em estudo anterior de Da Silva Alves et al., 2013 (2008/2009) em ambas as coletas, adquirindo valores muito abaixo do que o estudo comparativo. Este estudo encontrou apenas valores menores que o limite de detecção em todos os pontos de coleta para ambas as estações. Já no estudo realizado anteriormente se obteve valores muito acima se comparado com este estudo, tendo o ponto 9 com 0,0552 mg/L na estação seca; este valor está acima do que se preconiza a Resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe 3 (BRASIL, 2005) que recomenda que o valor máximo concebido não pode ser superior a 0,002 mg/L, mantendo os demais pontos e a estação chuvosa com valores permitidos pela legislação, porém acima dos obtidos no presente

estudo. Podendo caracterizar uma melhoria na qualidade deste corpo hídrico para este parâmetro.

O Mn apresentou maiores valores neste estudo (2014/2015) em referência ao anterior (2008/2009), o que pode significar um aumento das intempéries do solo, já que este é conhecido como “Terra Roxa” na região e é rico em Mn (Figura 18).

Figura 18 – Comparação temporal dos valores médios de manganês na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Fonte: do autor e adaptado de Da Silva Alves et al., 2013.

Os valores médios obtidos para o Pb foram menores em ambas as estações nos anos de 2014/2015, ao confrontar com o estudo anterior realizado em 2008/2009 (DA SILVA ALVES et al., 2013), podendo indicar uma melhora com relação a este metal na contaminação do corpo hídrico (Figura 19). De acordo com a secretaria de Meio Ambiente de Ribeirão Preto, estão sendo feito campanhas para que haja o devido descarte de pilhas baterias e componentes

eletrônicos que podem ser fonte de contaminação deste metal (PREFEITURA DE RIBEIRÃO PRETO, 2016), justificando assim a melhora da qualidade do corpo hídrico para esse parâmetro neste presente estudo.

Figura 19 – Comparação temporal dos valores médios de chumbo na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Fonte: do autor e adaptado de Da Silva Alves et al., 2013.

O Zn apresenta valores maiores que do estudo de Da Silva Alves et al., 2013 (2008/2009) na estação seca (exceto ponto 9) e menor na estação chuvosa (com exceção do ponto 3 e 5), sendo nítida essa diferença nas estações entre os estudos para este metal (Figura 20).

Figura 20 – Comparação temporal dos valores médios de zinco na estação seca e chuvosa em água do córrego Ribeirão Preto.

Fonte: do autor e adaptado de Da Silva Alves et al., 2013.

6. CONCLUSÃO

Com base nos objetivos traçados para o presente estudo e nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Dentre os parâmetros limnológicos avaliados, unicamente a condutividade elétrica se encontrou acima do indicado pela CETESB (2012), considerando que este parâmetro indica a quantidade de sais existentes na água, pode representar uma medida indireta do efeito antrópico (CETESB, 2012). Todos os demais parâmetros se encontraram dentro dos valores permitidos na Resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe 3 (BRASIL, 2005).

- A análise microbiológica evidenciou que *E. coli* apresentou concentração acima das preconizadas na Resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe 3 (BRASIL, 2005) em todos os pontos exceto o ponto 0 (nascente) que se encontra dentro do Parque Ecológico da cidade de Cravinhos.

- Nas concentrações de metais encontradas em águas superficiais, apenas para o Cu foram obtidos valores maiores que na Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005) na estação seca para os pontos 3 e 4, sendo estes pontos próximos de áreas agrícolas. No sedimento foi excedida a concentração de metais permitida pela Resolução CONAMA nº 344/2004 (BRASIL, 2004) para o Cr nos pontos 0, 2, 3 e 5 na estação chuvosa; 3 e 4 na estação seca. Para o Cu no ponto 0, e Zn no ponto 9 ambos na estação seca.

- Na Análise de Componentes Principais foi evidenciado que 78% da variação dos dados são explicadas por 3 componentes principais. No componente 1 se observou que o Cr e o Cu foram as variáveis que mais contribuíram para este componente e estão presentes principalmente nos pontos 3 e 4. No componente 2, o pH e o Mn são principais variáveis que contribuíram para sua formação, sendo os pontos 5, 6 e 7 os mais influenciados. As variáveis que contribuem para o componente 3 são oxigênio dissolvido e temperatura, sendo o ponto 1 e 6 os mais influenciados por este componente.

- A Análise de Agrupamento Hierárquico evidenciou dois grandes grupos. O grupo 1 apresentou todos os pontos localizados em centros urbanos ou nas proximidades de áreas urbanas. No grupo 2 houve a ramificação em dois subgrupos. O subgrupo A definido por pontos de coleta que detém áreas de plantio e de pastagem, mantendo parte de sua mata ciliar preservada. Já o subgrupo B formado por pontos que ficam entre os municípios de Cravinhos e Ribeirão Preto, e estão em áreas de intensa ação da agricultura.

- Ao comparar os resultados obtidos pelo presente estudo (2014/2015) nas análises da qualidade da água com os resultados obtidos em estudo desenvolvido por Da Silva Alves et

al., 2013 (2008/2009), pode-se concluir uma relativa melhoria dos parâmetros limnológicos principalmente o oxigênio dissolvido e das concentrações de metais em águas, considerando principalmente a diminuição na concentração de Hg nesse período.

- Os resultados mostram que é essencial à avaliação ambiental periódica desse corpo hídrico e de outros rios da cidade e da região com a finalidade de obter informações que dêem subsídios à gestão dos recursos hídricos no âmbito dos comitês de Bacias Hidrográficas.

7. REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de água: Panorama nacional**. v. 1. Brasília. ANA. Engecorps. Cobrape. 2010.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de água: Panorama nacional**. v. 2. Brasília. ANA. Engecorps. Cobrape. 2010.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **O comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?**. Caderno de capacitação em recursos hídricos. v. 1. Brasília. SAG. 2011. 64 p.
- AITH, F. M. A.; ROTHBARTH, R. O estatuto jurídico das águas no Brasil. **Estudos Avançados**. v. 29, n. 84, p. 163-177, 2015.
- ALIYEV, F. G.; KHALILOVA, H. K. The anthropogenic impact on surface water resources in Azerbaijan. **Energy & Environment**, v. 25, n. 2, p. 343-356, 2014.
- ALVES, R. I. S. **Avaliação de parâmetros liminológicos, parasitológicos, bactérias e metais pesados em água superficial no córrego Ribeirão Preto, Ribeirão Preto – SP**. 2009. 112 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009.
- ALVES, R. I. S. **Parâmetros Liminológicos, metais e bioagentes patogênicos na Bacia Hidrográfica do Pardo: Avaliação de risco à saúde humana e análise multivariada**. 2013. 133 f. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.
- APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for examination of water and wastewater**. 22nd ed. Washington: American Public Health Association; 2012, 1360 p.
- AUGUSTO, L. G. S.; GURGEL, D. G. I.; CÂMARA NETO, F. H.; MELO, H. C.; COSTA, M. A. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Revista Ciência e saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6. 2012.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. UFPB, Campina Grande, 1999, 153 p.
- BASTOS, R. K. X.; BEVILACQUA, P. D.; HELLER, L.; VIEIRA, M. B. C. M.; BRITO, L. L. A. Abordagem sanitária-epidemiológica do tratamento e da qualidade parasitológica da água: entre o desejável e o possível. In: **21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**. 2001, João Pessoa. Resumos...João Pessoa: ABES, 2001. 1 CD ROM.
- BAYRAM, A.; ÖNSOY, H.; BULUT, V. N.; AKINCI, G. Influences of urban wastewaters on the stream water quality: A case study from gumushane province, Turkey. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 185, n. 2, p. 1285-1303, 2013.
- BELLUTA, I.; COELHO, J. C.; SILVA, R. F. B.; CARVALHO, L. R.; SILVA, A. M.; VALENTE, J. P. S. Investigação da poluição por tóxicos no córrego do Cintra. **Irriga**, v. 19, n. 2, p. 225-244, 2014.
- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 336 p.
- BRAGA, L.M.M.; ARGOLLO FERRÃO, A.M. A gestão dos recursos hídricos na França e no Brasil com foco nas bacias hidrográficas e seus sistemas territoriais. **Labor & Engenho**, Campinas, v. 9, n. 4, p 19-33, 2015.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual de Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde**. Módulo 6 : Detecção e identificação de bactérias de importância médica /Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2013, 149 p.

- BRASIL. **Constituição Federal. Brasília:** Congresso Nacional, 1988.
- BRASIL. **Constituição Federal. Brasília:** Congresso Nacional. Lei nº 9.433 de 8 de Janeiro de 1997. Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos, 1997.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento.** 3 ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2007. 408 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Inspeção sanitária em abastecimento de água. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 84 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Perfil do Gerenciamento de Mercúrio no Brasil, incluindo seus Resíduos. Brasília: MMA, 2011.
- BRASIL. Resolução CNHR nº 17 de 29 de maio de 2001. Diretrizes complementares para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas. 2001.
- BRASIL. Resolução CNRH nº 32 de 15 de outubro de 2003. Define metodologia de codificação e procedimentos de subdivisões em agrupamentos de bacias e regiões hidrográficas, no âmbito nacional. 2003.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 344 de 25 de março de 2004. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências. 2004.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005.
- CABRAL, L. H. B. M.; DUARTE, M. P.; SANTOS, T. V. Evidência de potenciais enteroparasitos na Bacia Hidrográfica do Uma, município de Belém, Estado do Pará, Brasil. **Amazônia em Foco**, Castanhal, v.3, n.1, p 24-33, 2014.
- CAMPANHÃO, L. M. B.; FONTES, A. T.; SOUZA, M. P. Proposta de criação de espaços territoriais a serem especialmente protegidos em uma zona de recarga do Sistema Aquífero Guarani no município de Ribeirão Preto, SP. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 29, p. 93-112, 2014.
- CAUBET, C. G. **A água doce nas relações internacionais.** 2006. 1ª edição. 223 p.
- CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Relatório de Qualidade das Águas superficiais do Estado de São Paulo. 2011. Disponível em <
<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/agua-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>> Acesso em 19 fev. 2015.
- CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Relatório de Qualidade das Águas superficiais do Estado de São Paulo. 2012. Disponível em <
<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/agua-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>> Acesso em 19 fev. 2015.
- CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Série Relatórios. Relatório de Qualidade das Águas superficiais do Estado de São Paulo. 2007. Disponível em <
<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>> Acesso em 15 fev. 2015.
- CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Variáveis. Relatório de Qualidade das Águas superficiais do Estado de São Paulo. 2014. Disponível em <
<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/agua-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>> Acesso em 19 fev. 2016.
- CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Apêndice A. Variáveis. Relatório de Qualidade das Águas superficiais do Estado de São Paulo. 2009. Disponível em <
<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/agua-superficiais/125-variaveis-de-qualidade-das-aguas-e-dos-sedimentos>> Acesso em 19 fev. 2015.

- CHASIN, A. A. M.; PEDROZO, M. F. M. O estudo da toxicologia. In: Azevedo, F. A. & Chasin, A. A. M. (eds.). **As Bases Toxicológicas da Ectotoxicologia**. São Carlos: RiMa, p. 330, 2003.
- CIIAGRO. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas < <http://www.ciiagro.sp.gov.br/> > Acesso em 04 abr. 2016.
- CORONATO, M.; IMERCIO, A. O Brasil pede água. **Revista Época**, São Paulo, v. 3, n 825, p.44-50, março 2014.
- CORREIA, L. M.; CARNEIRO, A. L.; JÚNIOR, C. L. C.; VIEIRA, R. S. Adsorção de íons cobre (Cu^{2+}) em solução aquosa sintética utilizando resíduo de Búzio natural. In: **XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA**. 2014, Florianópolis. COBEQ, 2014. 284, n. 2, p. 28-33, 2001.
- COSTA, P. H. **Análise da Modificação dos Elementos da Paisagem do Curso e das Adjacências do Córrego Água Fresca**. Londrina: Universidade Estadual, 2009. 77 p.
- CUNHA, C. S. M.; OLIVEIRA, D. P.; SILVA, C. P.; GARCIAL, K. G. V.; NASCIMENTO, C. D. V. OLIVEIRA, E. T. Dinâmica do chumbo no ambiente terrestre. **ACSA**, v. 10, n. 3, p. 01-10, 2014.
- D'AGUILA, P. S.; ROQUE, O. C. C.; MIRANDA, C. A. S.; FERREIRA, A. P. Avaliação da qualidade da água para Abastecimento público do município de Nova Iguaçu. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 16, n. 3, p. 791-798, 2000.
- DA SILVA ALVES, R. I.; CARDOSO, O. O.; TONANI, K. A. A.; JULIÃO, F. C.; TREVILATO, T. M. B.; SEGURA-MUNÔZ, S. I. Water quality of the Ribeirão Preto Stream, a watercourse under anthropogenic influence in the southeast of Brazil. **Environmental Monitoring Assessment**, v. 185, p. 1151-1161, 2013.
- DAMASCENO, M. C. S., RIBEIRO, H. M. C., TAKIYAMA, L. R., PAULA, M. P. Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais do Rio Amazonas na orla da cidade de Macapá, Amapá, Brasil. **Ambiente & Água**, Taubaté, v. 10, n. 3, p. 598-613, 2015.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DE RIBEIRÃO PRETO. 2007. Disponível em < <http://www.daerp.ribeiraopreto.sp.gov.br> > Acesso em 02 mar. 2014.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DE RIBEIRÃO PRETO. 2016. Disponível em < <http://www.daerp.ribeiraopreto.sp.gov.br/daerp/i04principal.php> > Acesso em 02 mar. 2016.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Situação das UGRHIs 2007**. Disponível em < http://www.daee.sp.gov.br/acervoepesquisa/perh2204_2207/perh08.pdf > Acesso em 14 mai. 2013.
- DONNER, E.; BROSS, K.; HEEMSBERGEN, D. WARNE, M. S.; MCLAUGHLIN, M. E.; NORTCLIFF, S. Biological and chemical assessments of zinc ageing in field soils. **Environmental Pollution**, v. 158, p. 339-345, 2010.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 3ª edição. 790 p.
- FERNANDES, D. R. **Deteção de cistos de *Giardia spp.* e oocistos de *Cryptosporidium spp.* em amostras de água do rio Tamanduá, principal rio de abastecimento público da cidade de Foz do Iguaçu - PR**. 2012. 105 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia) – Setor de Ciências do Paraná, Universidade de Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- FERNANDES, L. H.; MINIER, F. B. Problemas Ambientais causados pelo metal Cádmio. In: **Safety, Health and Environment World Congress**. 2010, São Paulo.
- FERREIRA, E. R. S.; SANTOMÉ, J. G.; DUARTE, R. N. S. S.; CARVALHO, L. C. B. M.; GARCIA, S. A. S.; JUNIOR, A. F. G.; MENDONÇA, B. O. M.; ALVES, F. A. V. B. Prevalência de *Giardia sp.* Em crianças de 3 a 7 anos em uma escola municipal de Cachoeira de Goiás. **Revista Faculdade Montes Belos (FMB)**, v. 8, n. 1, p. 1-16, 2015.

- FREITAS, G. V. A bacia hidrográfica como unidade territorial para o planejamento e gestão ambiental: Estudo da bacia hidrográfica do Ribeirão Preto no município de Ribeirão Preto - SP. **Dialogus**, v. 1, p. 65-84, 2006.
- GENTHE, B.; LE ROUX, W. J.; SCHACHTSCHNEIDER, K.; OBERHOLSTER, P. J.; ANECK HAHN, N. H.; CHAMIER, J. Health risk implications from simultaneous exposure to multiple environmental contaminants. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 93, p. 171-179, 2013.
- GLEICK, P. H. Making every drop count. **Scientific American**, v. 284, n. 2, p. 40-45, 2001.
- GONÇALVES, C. S. **Qualidade da águas superficiais na microbacia hidrográfica do arroio Lino Nova Boêmia – Agudo – RS**. 2003. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- GOOGLE Inc. Google Earth. Disponível em: < <http://www.earth.google.com> > Acesso em: Acesso em 09 mar. 2015.
- GRIECO, A. A. **Diagnóstico espacial e sazonal de condições físico-químicas e microbiológicas do córrego do Tanquinho, Ribeirão Preto – SP**. 2014 69f. Trabalho de conclusão de curso (Monografia em Ciências Biológicas, Programa de Graduação em Biologia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.
- GUNDERSEN, P.; LAURÉN, A.; FINÉR, L.; RING, E.; KOIVUSALO, H.; SAETERSDAL, M.; WESLIEN, J. O.; SIGURDSSON, B. D.; HOGBOM, L.; LAINE, J.; HANSEN, K. Environmental services provided from riparian forests in the Nordic countries. **Ambio**, v. 39, n. 8, p. 555-566, 2010.
- HEININGER, P.; HÖSS, S.; CLAUS, C.; PELZER, J.; TRAUNSPURGER, W. Nematode communities in Contaminated River Sediments. **Environmental pollution**, p. 64-76, 2007.
- HELLER, L. **Saneamento e saúde**. Brasília: OPS/OMS. 1997, 97 p.
- HENRIQUE, R.; GUIMARAES, R. B.; FONSECA, E. S. Contaminação ambiental por chumbo em Caçapava-SP. **Caminhos de geografia**, v. 15, n. 50, p. 37-49, 2014.
- HUANG, J.; GE, X.; WANG, D. Distribution of heavy metals in the water column, suspended particulate matters and the sediment under hydrodynamic conditions using an annular flume. **Journal of Environmental Sciences**, v. 24, n. 12, p. 2051-2059, 2012.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Cidades @**. 2016. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=354340&search=sao-paulo|ribeirao-preto|infograficos:-informacoes-completas>> Acesso em 01 abr. 2016.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **ESTADOS @**. 2016. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=sp#>> Acesso em 01 abr. 2016.
- INSTITUTO IPANEMA. **Programa “Road Show”**: Formação e Capacitação nos Comitês de Bacia Hidrográficas Brasileiros. Agosto. 2007.
- JACOBI, P. R.; CIBIM, J.; LEÃO, R. S. Crise hídrica na Macrometrópole Paulista e resposta da sociedade civil. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 27-42, 2015.
- JAIN, P.; SHARMA, J. D.; SOHU, D.; SHARMA, P. Chemical analysis of drinking water of villages of Sanganer Tehsil, Jaipur district. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 2, n. 4, p. 373-379, 2005.
- LI, G.; LIU, G.; ZHOU, C.; CHOU, C. L.; ZHENG, L.; WANG, J. Spatial distribution and multiple sources of heavy metals in the water of Chaohu Lake, Anhui, China. **Environmental Monitoring and Assessment**, p. 1-11, 2011.
- LIMA, F. G. **Evolução petrogenética das rochas máficas/ultramáficas na área ao sul do Craton São Francisco, entre as cidades de Fortaleza de Minas e Jacuí-MG**. 2014. 104 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Ciências Exatas) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2014.

- LIMA, J. E. F. W. **Documentos 33: Recursos Hídricos no Brasil e no mundo**. EMBRAPA. Planaltina. DF, 2001.
- MEI, K.; LIAO, L.; ZHU, Y.; LU, P.; WANG, Z.; DAHLGREN, R. A.; ZHANG, M. Evaluation of spatial-temporal variations and trends in surfaces water quality across a rural-suburban-urban interface. **Environmental Science and Pollution Research**, 2014.
- NAGAJYOTI, P. C.; LEE, K. D.; SREEKANTH, T. V. M. Heavy metals, occurrence, and toxicity for plants: a review. **Environmental Chemistry Letters**, v. 8, n. 3, p. 199-216, 2010.
- NASCIMENTO, B. L. M.; GOMES, D. R. C. S.; COSTA, G. P.; ARAUJO, S. S.; SANTOS, L. C. A.; OLIVEIRA, J. D. Comportamento e avaliação de metais potencialmente tóxicos (Cu) (II), Cr (III), Pb (II) e Fe (III) em águas superficiais dos Riachos Capivara e Bacuri Imperatriz-MA, Brasil. **Eng Sant Ambient**, v. 20, n. 3, p. 369-378, 2015.
- NASCIMENTO, R. L.; HAUSMANN, R. Sistema de bombeamento de água pluvial com estudo da viabilidade da utilização de energia solar fotovoltaica. **E-tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, Florianópolis, v. 8, n. 2, 2015.
- NEVES, D. P. **Parasitologia Humana**. 11º Ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2005.
- NIKAIDO, M.; OLIVEIRA, A. S.; TREVILATO, T. M. B.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Análise da qualidade de água do córrego Monte Alegre e afluentes, Ribeirão Preto: enfoque para coliformes fecais e metais pesados. **O mundo da saúde**, v. 28, n. 4, p. 414-420, 2004.
- OLIVEIRA, E. M. **Desafios e perspectivas para recuperação da qualidade das águas do Rio Tietê na Região Metropolitana de São Paulo**. 2015. 83 f. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Saúde Publica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- OLIVEIRA, J. H. C.; SILVA, I. J.; OLIVEIRA, L. L. Land Prices and Negotiation Patterns in Coffe Economy: Region of Ribeirão Preto between 1874 and 1899. **Global Journal of Human-Social Science**, v. 14, n. 6, 2014
- OLIVO, A. M.; ISHIKI, H. M. Brasil frente à escassez de água. **Colloquium Humanarum**, Presidente Prudente, v. 11, n. 3, p.41-48, 2014.
- PADUA, S. B.; ISHIKAWA, M. M.; MENEZES FILHO, R. N.; MARTINS, M. L. Ictiofitiríase: conhecendo a doença para elaborar estratégias de controle. **Panorama da Aquicultura**, v. 22, n. 131, p. 22-31, 2012.
- PAULINO, M. B. **Diagnóstico da relação entre uso do solo e qualidade da água na bacia hidrográfica do rio dos Sinos – Novo Hamburgo – RS, com o auxílio de técnicas de geoprocessamento**. 2014. 168 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências do Paraná, Universidade de Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- PAVÃO, F. F.; GALVÃO, F. I.; HADDAD, L. V. **Enterite necrótica em frangos de corte e matrizes Pesadas**. 2013. 60 p. Monografia (Bacharel em medicina veterinária, departamento de Medicina veterinária do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde) – Universidade católica de Minas Gerais, Betim, 2013.
- PEREIRA, M. Enchentes em Ribeirão Preto: uma abordagem biológica e histórica através da utilização de espaços e atividades não formais de ensino. **SBEEnBio – Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, n. 7, p. 5337-5348, 2014.
- PRABHA, S.; KUMAR, M.; KUMAR, A.; DAS, P.; RAMANATHAN, A. L. Impact assessment of textile effluent on groundwater quality in the vicinity of Tirupur industrial area, southern India. **Environ Earth Sci**, v. 70, p. 3015-3022, 2013.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE RIBEIRÃO PRETO <
<http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/principal.php> > Acesso em 04 abr. 2016.
- PUTTI, F. F.; CATANEO, P. F.; GABRIEL, C. P. C.; FILHO, L. R. A. G. Políticas públicas dos recursos hídricos no desenvolvimento da Agricultura Irrigada. **IX Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 7, p. 46-57, 2013.

- QUARTIER, S. **Vida sem trégua, na Baixada 24 horas.** A Cidade, Ribeirão Preto, 7 nov. 2009. Especial, p. A16.
- QUICK, R. E.; VENCZEL, L. V.; MINTZ, E. D.; SOLETO, L.; APARICIO, J.; GIRONAZ, M.; HUTWAGNER, L.; GREENE, K.; BOPP, C.; MALONEY, K.; CHAVEZ, D.; SOBSEY, M.; TAUXE, R. V. Diarrhoeae prevention in Bolivia through point-of-use water treatment and safe storage: a promising new strategy. **Epidemiology and infection**, v. 122, n. 1, p. 83-90, 1999.
- REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Água doce no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação.** Escritura Editora. 2006. 3ªEd. 255 p.
- ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; MAZZONI, R. 2011. Invasive
- SANTOS, A. L. F.; BORGES, L. O. S.; BOAVENTURA, G. R.; GONÇALVES, L. P. Metais pesados no Ribeirão Piancó, Anápolis-GO e suas implicações ambientais. **Revista Mirante**, v. 8, n. 1, p. 1-11, 2015.
- SARAIVA, N.; BALLESTERO, L. G. B.; POVÊA, A. M.; ANIBAL, F. de F. Incidência da Contaminação Parasitária em Alfices nos Municípios de Araraquara (SP) e São Carlos (SP). **Revista Uniara**, v. 16, p. 213-218, 2005.
- SASSOMA, I. T. L.; SOUSA, I. F.; AGUIAR NETTO, A. O.; CARVALHO, C. M. Avaliação temporal e espacial de características físico-químicas em águas superficiais do rio Catumbela, Angola. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 9, n. 3, p. 113-126, 2015.
- SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHMAN, A. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazonica**, v. 38, p. 733-742, 2008.
- SIMÕES, B.S., MACHADO-COELHO, G. L. L., PENA, J. L., FREITAS, S. N. Condições ambientais e prevalência de infecção parasitária em indígenas Xukuru-Kariri, Caldas, Brasil. **Rev Panam Salud Publica**, v. 38, n. 1, p. 8-42, 2015.
- SIQUEIRA, G. W.; APRILE, F.; MIGUEIS, A. M. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará-Brasil). **Acta Amazonica**, v. 42, n. 3, p. 413-422, 2012.
- SOUZA, J. R.; MORAES, M. E. B.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. A importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da bahia, Brasil. **Revista Eletronica do Prodema**, v. 8, n. 1, p. 26-45, 2014.
- SOUZA, M. D. C.; NEVES, J. S.; GOMES, O. V. O.; SELLA, S. M.; MARQUES, E. D.; SILVA-FILHO, E. V. Fracionamento de cromo em águas superficiais por ultrafiltração tangencial. **Geochimica Brasiliensis**, v. 28, n. 1, p. 2-12, 2014.
- SU, S.; XIAO, R.; MI, X.; XU, X.; ZHANG, Z.; WU, J. Spatial determinants of hazardous chemicals in surface water of Qiantang River, China. **Ecological Indicators**, v. 24, n. 0, p. 375-381, 2013.
- TOMASONI, M. A.; PINTO, J. E. S.; SILVA, H. P. **A questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil.** GeoTextos. v. 5, n. 2, dez. 2009. p. 107 – 127
- TOMAZELLI, A. C.; MARTINELLI, L. A.; KRUG, F. J.; SANTOS, D.; RUFFINI, I.; BARBOSA DE CAMARGO, P.; HORVAT, M. Mercury Distribution in Medium-Size Rivers and Reservoirs the São Paulo State (Southeast Brazil). **J. Environ. Qual.**, v. 36, n. 2, p. 478-486, 2007/3 2007.
- TONANI, K. A. A. **Bioagentes patogênicos em águas residuárias: destaque para *Giardia ssp.*, *Cryptosporidium ssp.*, bactérias indicadoras de vírus entéricos.** 2011. 140 f. Tese (Doutorado em Ciências, Programa de Pós Graduação em Enfermagem em Saúde Pública) Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.
- TONANI, K. A. A.; JULIÃO, F. C.; TREVILATO, T. M. B.; TAKAYANAGUI, A. M. M.; BOCIO, A. DOMINGO, J. L.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Behavior of metals, pathogen parasites, and indicator bacteria in swage effluents during biological treatment by activated sludge. **Biological Trace Element Research**, v. 143, n. 2, p. 1193-1201, 2011.

- UNIÁGUA – Universidade da Água. Água no Planeta. Disponível em: < www.uniagua.org.br/aguaplaneta.htm >. Acesso em: 07 jun. 2015.
- VAN STRAALLEN, N. M. **Ecotoxicology**. In: NIESINK, R. J.; VRIES, J.; HOLLINGER, M. A. **Toxicology**. New York: Boca Raton, 1996.
- Vertebrates in Brazil. **Economic and Environmental Costs of Alien Plant, Animal, and Microbe Species**, New York, ed. 2, p. 53-103, 2011.
- VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da água de rios**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007. 588 p. (Série Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 7).
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. 3º ed. 452 p.
- WALKER, C. H.; HOPKINS, S. P.; SIBLY, R. M.; PEAKALL, D. B. **Principles of ecotoxicology**. 2º edição. London: Taylor & Francis, 2001, 353 p.
- WATERLOT, C.; BIDAR, G.; PELFRENE, A.; ROUSSEL, H.; FOURRIER, H.; DOUAY, F. Contamination, Fractionation and Availability of Metals in Urban Soils in the Vicinity of Former Lead and Zinc Smelters, France. **Pedosphere**, v. 23, n. 2, p. 143–159, 2013.
- WHO (World Health Organization). Guidelines for drinking-water quality. 4 ed. Geneva, 2011.
- WHO (World Health Organization). Mercury and health. Geneva, 2012. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/en/>>. Acesso em: 21 nov. 2012.
- WHO (World Health Organization). **Prevention and control of shistosomiasis and soil-transmitted Helminthiasis**. ; WHO technical report series 912, 2010.

9. APÊNDICE

Apêndice A – Resultados dos testes realizados com os valores dos parâmetros limnológicos para a verificação de diferença estatística entre as duas diferentes estações coletadas.

pH

		Descriptives		Statistic	Std. Error
pH	Seca	Mean		6,650	,1312
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	6,377	
			Upper Bound	6,923	
		5% Trimmed Mean		6,617	
		Median		6,600	
		Variance		,379	
		Std. Deviation		,6155	
		Minimum		5,8	
		Maximum		8,1	
		Range		2,3	
		Interquartile Range		,7	
		Skewness		,970	,491
		Kurtosis		,793	,953
	Chuva	Mean		6,909	,0840
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	6,734	
			Upper Bound	7,084	
		5% Trimmed Mean		6,910	
		Median		6,800	
		Variance		,155	
		Std. Deviation		,3939	
		Minimum		6,2	
		Maximum		7,6	
		Range		1,4	
		Interquartile Range		,6	
		Skewness		,162	,491
		Kurtosis		-,693	,953

T-Test

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
pH	Equal variances assumed	1,898	,176	-1,663	42	,104	-,2591	,1558	-,5735	,0553
	Equal variances not assumed			-1,663	35,731	,105	-,2591	,1558	-,5751	,0570

Temperatura

		Descriptives		
	Estação		Statistic	Std. Error
Temperatura	Seca	Mean	21,750	,4105
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	20,896	
		Upper Bound	22,604	
		5% Trimmed Mean	21,689	
		Median	21,400	
		Variance	3,706	
		Std. Deviation	1,9252	
		Minimum	17,7	
		Maximum	26,8	
		Range	9,1	
		Interquartile Range	2,4	
		Skewness	,748	,491
		Kurtosis	1,868	,953
	Chuva	Mean	23,723	,4082
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	22,874	
		Upper Bound	24,572	
		5% Trimmed Mean	23,739	
		Median	23,550	
		Variance	3,667	
		Std. Deviation	1,9148	
		Minimum	19,6	
		Maximum	27,6	
		Range	8,0	
		Interquartile Range	2,8	
		Skewness	-,174	,491
		Kurtosis	-,134	,953

T-Test

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Temperatura	Equal variances assumed	,272	,604	-3,408	42	,001	-1,9727	,5789	-3,1410	-,8044
	Equal variances not assumed			-3,408	41,999	,001	-1,9727	,5789	-3,1410	-,8044

Oxigênio dissolvido

		Descriptives		Statistic	Std. Error
OD	Seca	Mean		8,164	,1952
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	7,758	
			Upper Bound	8,570	
		5% Trimmed Mean		8,191	
		Median		8,100	
		Variance		,839	
		Std. Deviation		,9158	
		Minimum		6,2	
		Maximum		9,6	
		Range		3,4	
		Interquartile Range		1,3	
		Skewness		-,442	,491
		Kurtosis		-,184	,953
	Chuva	Mean		7,518	,3219
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	6,849	
			Upper Bound	8,188	
		5% Trimmed Mean		7,398	
		Median		7,400	
		Variance		2,280	
		Std. Deviation		1,5099	
		Minimum		5,3	
		Maximum		12,1	
		Range		6,8	
		Interquartile Range		1,1	
		Skewness		1,187	,491
		Kurtosis		3,258	,953

Mann-Whitney Test

Test Statistics ^a	
	OD
Mann-Whitney U	136,500
Wilcoxon W	389,500
Z	-2,479
Asymp. Sig. (2-tailed)	,013

a. Grouping Variable: Estação

Two-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistics ^a	
	OD
Most Extreme Differences	Absolute
	Positive
	Negative
Kolmogorov-Smirnov Z	1,508
Asymp. Sig. (2-tailed)	,021

a. Grouping Variable: Estação

Condutividade elétrica

Descriptives					Statistic	Std. Error
Condutividade_elétrica	Seca	Mean			225,623	21,4315
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound		181,053	
			Upper Bound		270,192	
		5% Trimmed Mean			215,642	
		Median			198,500	
		Variance			10104,813	
		Std. Deviation			100,5227	
		Minimum			94,6	
		Maximum			553,0	
		Range			458,4	
		Interquartile Range			111,5	
		Skewness			1,673	,491
		Kurtosis			4,367	,953
	Chuva	Mean			140,186	11,4804
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound		116,312	
			Upper Bound		164,061	
		5% Trimmed Mean			140,356	
		Median			135,100	
		Variance			2899,589	
		Std. Deviation			53,8478	
		Minimum			25,2	
		Maximum			255,0	
		Range			229,8	
		Interquartile Range			61,6	
		Skewness			-,172	,491
		Kurtosis			1,001	,953

T-Test**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Condutividade_elétrica	Equal variances assumed	4,489	,040	3,514	42	,001	85,4364	24,3127	36,3713	134,5015
	Equal variances not assumed			3,514	32,135	,001	85,4364	24,3127	35,9211	134,9516

Turbidez

Descriptives				
	Estação		Statistic	Std. Error
Turbidez	Seca	Mean	13,0450	1,65734
		95% Confidence Interval for Mean		
		Lower Bound	9,5984	
		Upper Bound	16,4916	
		5% Trimmed Mean	12,5409	
		Median	12,8900	
		Variance	60,429	
		Std. Deviation	7,77362	
		Minimum	,95	
		Maximum	34,94	
		Range	33,99	
		Interquartile Range	7,94	
		Skewness	,983	,491
		Kurtosis	1,998	,953
	Chuva	Mean	15,1077	2,13220
		95% Confidence Interval for Mean		
		Lower Bound	10,6736	
		Upper Bound	19,5419	
		5% Trimmed Mean	14,7812	
		Median	12,8700	
		Variance	100,018	
		Std. Deviation	10,00091	
		Minimum	,00	
		Maximum	36,56	
		Range	36,56	
		Interquartile Range	14,78	
		Skewness	,421	,491
		Kurtosis	-,508	,953

T-Test**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Turbidez	Equal variances assumed	2,640	,112	-,764	42	,449	-2,06273	2,70057	-7,51269	3,38724
	Equal variances not assumed			-,764	39,590	,450	-2,06273	2,70057	-7,52254	3,39709

Apêndice B – Resultados dos testes realizados com os valores dos parâmetros Coliformes Totais e *E. coli* para a verificação de diferença estatística entre as duas diferentes estações coletadas.

Coliforme Totais

		Descriptives		Statistic	Std. Error
Coliformes_Totais	Seca	Mean		1970772,73	693181,844
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	529222,17	
			Upper Bound	3412323,29	
		5% Trimmed Mean		1483808,08	
		Median		790000,00	
		Variance		1,057E13	
		Std. Deviation		3251311,046	
		Minimum		33000	
		Maximum		13000000	
		Range		12967000	
		Interquartile Range		1525000	
		Skewness		2,626	,491
		Kurtosis		6,740	,953
	Chuva	Mean		457454,55	109101,976
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	230564,56	
			Upper Bound	684344,53	
		5% Trimmed Mean		414025,25	
		Median		280000,00	
		Variance		2,619E11	
		Std. Deviation		511733,629	
		Minimum		23000	
		Maximum		1700000	
		Range		1677000	
		Interquartile Range		417500	
		Skewness		1,447	,491
		Kurtosis		,825	,953

Mann-Whitney Test

Test Statistics^a

	Coliformes_Totais
Mann-Whitney U	145,000
Wilcoxon W	398,000
Z	-2,281
Asymp. Sig. (2-tailed)	,023

a. Grouping Variable: Estação

Two-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistics^a

	Coliformes_Totais
Most Extreme Differences	
Absolute	,409
Positive	,000
Negative	-,409
Kolmogorov-Smirnov Z	1,357
Asymp. Sig. (2-tailed)	,050

Escherichia Coli

			Descriptives			
	Estação			Statistic	Std. Error	
<i>Escherichia_coli</i>	Seca	Mean		149386,527	70123,8797	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3555,936		
			Upper Bound	295217,118		
		5% Trimmed Mean		91287,961		
		Median		28000,000		
		Variance		1,082E11		
		Std. Deviation		328910,1506		
		Minimum		1,8		
		Maximum		1400000,0		
		Range		1399998,2		
		Interquartile Range		87775,0		
		Skewness		3,224	,491	
		Kurtosis		10,716	,953	
	Chuva	Mean		105845,618	27027,1906	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	49639,498		
			Upper Bound	162051,738		
		5% Trimmed Mean		91192,001		
		Median		64000,000		
		Variance		1,607E10		
		Std. Deviation		126768,7607		
		Minimum		1,8		
		Maximum		490000,0		
		Range		489998,2		
		Interquartile Range		145000,0		
		Skewness		1,674	,491	
		Kurtosis		2,864	,953	

Mann-Whitney Test**Test Statistics^a**

	Escherichia_coli
Mann-Whitney U	210,000
Wilcoxon W	463,000
Z	-,752
Asymp. Sig. (2-tailed)	,452

a. Grouping Variable: Estação

Two-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**Test Statistics^a**

	Escherichia_coli
Most Extreme Differences	
Absolute	,227
Positive	,227
Negative	-,091
Kolmogorov-Smirnov Z	,754
Asymp. Sig. (2-tailed)	,621

a. Grouping Variable: Estação

Apêndice C – Resultados dos testes realizados com os valores das concentrações de metais em águas superficiais para a verificação de diferença estatística entre as duas diferentes estações coletadas.

Cd

		Descriptives		Statistic	Std. Error
Cd_água	Seca	Mean		,0001245	,00007219
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	-,0000257	
			Upper Bound	,0002746	
		5% Trimmed Mean		,0000552	
		Median		,0000430	
		Variance		,000	
		Std. Deviation		,00033862	
		Minimum		,00000	
		Maximum		,00162	
		Range		,00162	
		Interquartile Range		,00006	
		Skewness		4,495	,491
		Kurtosis		20,655	,953
	Chuva	Mean		,0000305	,00000681
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	,0000163	
			Upper Bound	,0000446	
		5% Trimmed Mean		,0000251	
		Median		,0000240	
		Variance		,000	
		Std. Deviation		,00003195	
		Minimum		,00001	
		Maximum		,00016	
		Range		,00015	
		Interquartile Range		,00002	
		Skewness		3,437	,491
		Kurtosis		13,796	,953

Mann-Whitney Test

Test Statistics ^a		Cd_água
Mann-Whitney U		153,500
Wilcoxon W		406,500
Z		-2,080
Asymp. Sig. (2-tailed)		,038

Two-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistics ^a		Cd_água
Most Extreme Differences	Absolute	,455
	Positive	,227
	Negative	-,455
Kolmogorov-Smirnov Z		1,508
Asymp. Sig. (2-tailed)		,021

Cr

		Descriptives		
Cr_água	Estação		Statistic	Std. Error
	Seca	Mean	,0030251	,00080625
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	,0013485	
		Upper Bound	,0047018	
		5% Trimmed Mean	,0024908	
		Median	,0017355	
		Variance	,000	
		Std. Deviation	,00378164	
		Minimum	,00042	
		Maximum	,01562	
		Range	,01520	
	Chuva	Interquartile Range	,00270	,491
		Skewness	2,433	
		Kurtosis	6,041	
		Mean	,0011140	
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	,0007627	
		Upper Bound	,0014654	
		5% Trimmed Mean	,0010220	
		Median	,0007775	
		Variance	,000	
		Std. Deviation	,00079244	
		Minimum	,00040	
		Maximum	,00362	
		Range	,00322	
		Interquartile Range	,00122	
		Skewness	1,692	
		Kurtosis	3,385	

Mann-Whitney Test

Test Statistics ^a	
	Cr_água
Mann-Whitney U	157,000
Wilcoxon W	410,000
Z	-1,995
Asymp. Sig. (2-tailed)	,046

a. Grouping Variable: Estação

Two-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistics ^a	
	Cr_água
Most Extreme Differences Absolute	,409
Positive	,091
Negative	-,409
Kolmogorov-Smirnov Z	1,357
Asymp. Sig. (2-tailed)	,050

a. Grouping Variable: Estação

Cu

		Descriptives		
	Estação		Statistic	Std. Error
Cu_água	Seca	Mean	,0077677	,00172188
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	,0041869	
		Upper Bound	,0113486	
		5% Trimmed Mean	,0065459	
		Median	,0054000	
		Variance	,000	
		Std. Deviation	,00807632	
		Minimum	,00175	
		Maximum	,03671	
		Range	,03496	
		Interquartile Range	,00428	
		Skewness	2,867	,491
		Kurtosis	8,454	,953
	Chuva	Mean	,0032164	,00063212
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	,0019018	
		Upper Bound	,0045309	
		5% Trimmed Mean	,0029970	
		Median	,0022850	
		Variance	,000	
		Std. Deviation	,00296492	
		Minimum	,00025	
		Maximum	,01013	
		Range	,00988	
		Interquartile Range	,00237	
		Skewness	1,598	,491
		Kurtosis	1,742	,953

Mann-Whitney Test

Test Statistics ^a	
	Cu_água
Mann-Whitney U	93,500
Wilcoxon W	346,500
Z	-3,486
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

a. Grouping Variable: Estação

Two-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistics ^a	
	Cu_água
Most Extreme Differences Absolute	,591
Positive	,000
Negative	-,591
Kolmogorov-Smirnov Z	1,960
Asymp. Sig. (2-tailed)	,001

a. Grouping Variable: Estação

Mn

Descriptives				
	Estação		Statistic	Std. Error
Mn_água	Seca	Mean	,0713036	,00981042
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	,0509018	
		Upper Bound	,0917055	
		5% Trimmed Mean	,0701555	
		Median	,0655900	
		Variance	,002	
		Std. Deviation	,04601493	
		Minimum	,00428	
		Maximum	,15954	
		Range	,15526	
		Interquartile Range	,07856	
		Skewness	,333	
		Kurtosis	-,930	
	Chuva	Mean	,0496464	,00716198
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	,0347522	
		Upper Bound	,0645405	
		5% Trimmed Mean	,0471387	
		Median	,0464500	
		Variance	,001	
		Std. Deviation	,03359266	
		Minimum	,00909	
		Maximum	,13686	
		Range	,12777	
		Interquartile Range	,03906	
		Skewness	1,181	
		Kurtosis	1,290	

T-Test**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Mn_água	Equal variances assumed	3,825	,057	1,783	42	,082	,02165727	,01214653	-,00285542	,04616996
	Equal variances not assumed			1,783	38,433	,082	,02165727	,01214653	-,00292301	,04623755

Pb

		Descriptives		
	Estação		Statistic	Std. Error
Pb_água	Seca	Mean	,0007891	,00014718
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	,0004830	
		Upper Bound	,0010952	
		5% Trimmed Mean	,0007576	
		Median	,0004350	
		Variance	,000	
		Std. Deviation	,00069035	
		Minimum	,00000	
		Maximum	,00215	
		Range	,00215	
		Interquartile Range	,00111	
		Skewness	,828	,491
		Kurtosis	-,640	,953
	Chuva	Mean	,0009573	,00022362
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	,0004922	
		Upper Bound	,0014223	
		5% Trimmed Mean	,0007936	
		Median	,0006700	
		Variance	,000	
		Std. Deviation	,00104886	
		Minimum	,00013	
		Maximum	,00492	
		Range	,00479	
		Interquartile Range	,00060	
		Skewness	2,985	,491
		Kurtosis	10,067	,953

Mann-Whitney Test

Test Statistics ^a	
	Pb_água
Mann-Whitney U	211,500
Wilcoxon W	464,500
Z	-,716
Asymp. Sig. (2-tailed)	,474

a. Grouping Variable: Estação

Two-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistics ^a	
	Pb_água
Most Extreme Differences Absolute	,318
Positive	,318
Negative	-,182
Kolmogorov-Smirnov Z	1,055
Asymp. Sig. (2-tailed)	,215

a. Grouping Variable: Estação

Zn

Descriptives				
	Estação		Statistic	Std. Error
Zn_água	Seca	Mean	,0232818	,00407259
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	,0148124	
		Upper Bound	,0317512	
		5% Trimmed Mean	,0224899	
		Median	,0184500	
		Variance	,000	
		Std. Deviation	,01910213	
		Minimum	,00000	
		Maximum	,06090	
		Range	,06090	
		Interquartile Range	,02437	
		Skewness	,928	
		Kurtosis	-,354	
	Chuva	Mean	,0134241	,00489420
		95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	,0032460	
		Upper Bound	,0236021	
		5% Trimmed Mean	,0089627	
		Median	,0081550	
		Variance	,001	
		Std. Deviation	,02295582	
		Minimum	,00130	
		Maximum	,11400	
		Range	,11270	
		Interquartile Range	,00609	
		Skewness	4,376	
		Kurtosis	19,901	

Mann-Whitney Test

Test Statistics^a	
	Zn_água
Mann-Whitney U	127,500
Wilcoxon W	380,500
Z	-2,688
Asymp. Sig. (2-tailed)	,007

a. Grouping Variable: Estação

Two-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistics^a	
	Zn_água
Most Extreme Differences	Absolute
	Positive
	Negative
Kolmogorov-Smirnov Z	1,809
Asymp. Sig. (2-tailed)	,003

a. Grouping Variable: Estação