



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO COATI CHICO, CASCAVEL – PR

Fabio Orssatto¹, Eliane Hermes¹, Janete Aparecida Evarini²,
Mônica Sarolli Silva de Mendonça³

RESUMO

A água potável, superficial ou subterrânea, está cada vez mais escassa em decorrência do aumento da população mundial e da intervenção ativa do homem nos ambientes urbano e rural. O presente trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade da água do Ribeirão Coati Chico no município de Cascavel, Paraná, através de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, além do emprego do índice de qualidade de água modificado pela CETESB. As coletas foram realizadas em dois pontos distintos do ribeirão. Foram realizadas nove coletas no período que compreende outubro de 2007 a maio de 2008. Através desse estudo pode-se concluir que: a qualidade da água no ponto ETE é melhor do que no ponto Cuiabá; o Ribeirão Coati Chico apresenta grande contaminação de esgoto doméstico próximo ao ponto Cuiabá pela elevada concentração de coliformes termotolerantes nas amostras analisadas e apesar das condições de saneamento da população ribeirinha não serem ideais e da precariedade das margens do Ribeirão, a água se apresentou de boa qualidade (com exceção da primeira coleta no ponto Cuiabá) através do índice de qualidade da água da CETESB

Palavras chaves: índice de qualidade de águas, CONAMA 357/05, corpo hídrico.

ASSESSMENT OF WATER QUALITY OF THE COATI CHICO STREAM, CASCAVEL – PR

ABSTRACT

Potable water, surface or underground, is increasingly scarce due to the increase of world population and the humans active intervention in urban and rural environments. This study aims to evaluate the water quality of Coati Chico Stream in the city of Cascavel, Paraná, through physic-chemical and microbiological parameters, in addition to the employment of water quality index modified by CETESB. The collections were made at two different points of the stream. Nine samples were performed in the period that includes october of 2007 to may of 2008. Through this study it was concluded that: water quality at point ETE is better than point Cuiabá; the Coati Chico Stream presents large contamination of domestic sewage near Cuiabá point by high concentrations of thermotolerant coliforms in samples and despite the sanitation conditions of the riverside population are not ideal and the precariousness in Stream banks, water is made of good quality (except the first sampling in point Cuiabá) through water quality index of CETESB.

Keywords: water quality index, CONAMA 357/05, water body.

Trabalho recebido em 16/07/2009 e aceito para publicação em 04/12/2009.

¹ Tecnólogos Ambientais. Mestrandos em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Rua Universitária 2069, Jardim Universitário, CEP: 85814-110, Cascavel – PR. e-mail: fabio@orssatto.com

² Especialista em Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel – PR.

³ Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Prof. Adjunto, RHESA/CCET, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel – PR.

1. INTRODUÇÃO

A água potável, superficial ou subterrânea, está cada vez mais escassa em decorrência do aumento da população mundial e da intervenção ativa do homem nos ambientes urbano e rural (AMARAL et al., 2006).

A qualidade das águas superficiais de consumo humano no meio rural está diretamente relacionada à forma de ocupação do solo, à transformação de ecossistemas naturais equilibrados em áreas de lavouras, ao uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes e à falta de tratamento dos dejetos animais e humanos (ALMEIDA et al., 2001). No meio urbano, a qualidade das águas superficiais, além de também depender do uso e ocupação do solo que margeia o corpo hídrico, a consciência ambiental da população e o nível de coleta e tratamento de esgotos são fatores que influenciam diretamente nas características destes corpos hídricos.

Orssatto (2008) comenta que o lançamento de esgotos ou despejos industriais orgânicos em um determinado rio aumenta a concentração de matéria orgânica no meio, que, por sua vez, desencadeia a proliferação de bactérias o qual aumenta a atividade total de respiração e, por conseguinte ocorre uma demanda maior de oxigênio.

Segundo Zimmermann et al. (2008) a poluição das águas é principalmente fruto de um conjunto de atividades humanas, sendo que os poluentes alcançam águas superficiais e subterrâneas de formas diversas. Este aporte é arbitrariamente classificado como pontual e difuso, principalmente para efeito de legislação.

O uso de indicadores de qualidade de água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na microbacia, sejam estas de origem antrópicas ou naturais (TOLEDO & NICOLELLA, 2002).

Com o intuito de facilitar a interpretação das informações de qualidade de água de forma abrangente e útil, para especialistas ou não, é fundamental a utilização de índices de qualidade. Desta forma, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), a partir de um estudo realizado em 1970 pela *National Sanitation Foundation* (NSF) dos Estados Unidos, adaptou e desenvolveu o Índice de Qualidade das Águas (IQA). Este índice vem sendo utilizado para avaliar a qualidade das águas do Estado de São Paulo (SHINMA, 2004).

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e a condição com que

se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores "rating". Dos 35 parâmetros indicadores de qualidade de água inicialmente propostos, somente 9 foram selecionados. Para estes, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro (CETESB, 2008).

O IQA, é determinado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes, temperatura, pH, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total (sólidos totais) (DERÍSIO, 2000).

A qualidade das águas interiores (doces), indicada pelo IQA numa escala de 0 a 100, pode ser classificada em faixas, conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1. Faixas de ponderação e categoria da qualidade das águas.

Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB (2008).

De acordo com Racanicchi (2002), as categorias apresentadas no Quadro 1 podem ser definidas como segue:

- Categoria ótima (80 a 100): são águas encontradas em rios que se mantêm em condições naturais, não recebem despejos de efluentes não sofrem processos de degradação, excelente para manutenção da biologia aquática, abastecimento público e produção de alimentos.
- Categoria boa (52 a 79): são águas encontradas em rios que se mantêm em condições naturais, embora possam receber, em alguns pontos, pequenas ações de degradação, mas que não comprometem a qualidade para a manutenção da biologia aquática, abastecimento público e produção de alimentos.
- Categoria aceitável (37 a 51): são águas encontradas em rios que sofrem grandes interferências e degradação, mas ainda podem ser utilizadas tanto para abastecimento público após tratamentos físico-químicos e biológicos, como para a manutenção da biologia aquática e produção de alimentos.
- Categoria ruim (20 a 36): são águas encontradas em rios que sofrem grandes interferências e degradação, comprometendo a

qualidade, servindo a mesma apenas para navegação e geração de energia.

- Categoria péssima (0 a 19): são águas encontradas em rios que sofrem graves interferências e degradação, comprometendo a qualidade, servindo apenas para navegação e geração de energia.

Devido à preocupação que se tem com os recursos hídricos, vários são os trabalhos que envolvem a qualidade da água.

Rodríguez (2001) avaliou a qualidade da água da bacia do Alto Jacaré-Guaçu (Ribeirão do feijão e Rio do Monjolinho) através de variáveis físicas, químicas e biológicas. Foram feitas coletas em 14 pontos sendo feitas duas campanhas de amostragem, uma no período chuvoso e outro no período seco.

Silva (2004) avaliou o estado de degradação e capacidade de suporte da bacia do Rio Atibaia na região de Campinas, São Paulo. O autor procurou estudar a dinâmica da matéria orgânica, amônia e cianeto na bacia do Rio Atibaia, desenvolver um índice de qualidade das águas para a proteção da vida aquática e determinar a concentração de bifenilas policloradas e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos nas águas e sedimentos do Rio Atibaia.

Covatti (2006) fez a caracterização quali-quantitativa da água do Rio Cascavel onde foi feito a análise de vazão e de vários parâmetros físico químicos em 4 pontos distintos do corpo hídrico.

Nonato et al. (2007) apresentaram um tratamento estatístico dos parâmetros da qualidade das águas da bacia do Alto Curso do Rio das Velhas. Os autores aplicaram técnicas de análise estatística multivariada e de análise exploratória, especificamente análise de agrupamento e análise de componentes principais utilizando como base de dados medidas de parâmetros químicos e físico-químicos feitas no período de 2003 e 2004.

Rocha et al. (2006) avaliaram a qualidade da água e fizeram uma percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais. Neste estudo, objetivou-se estudar e comparar a qualidade da água dos mananciais, utilizada para consumo doméstico, dessedentação de animais e irrigação de culturas das propriedades situadas na zona rural das sub-bacias dos Ribeirões Água Limpa e Santa Cruz.

Gonçalves et al (2005) avaliaram a qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. Este trabalho visou caracterizar os recursos hídricos de uma bacia hidrográfica vertente e monitorar a

qualidade da água de seu dreno principal ao longo do tempo.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade da água do Ribeirão Coati Chico no município de Cascavel, Paraná, através de parâmetros físicos, físico-químicos e microbiológicos, além do emprego do índice de qualidade de água modificado pela CETESB.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Corpo hídrico em estudo

O experimento foi realizado no Ribeirão Coati Chico o qual é afluente da margem direita do Rio Cascavel que pertence à bacia do Rio Iguaçu. Suas principais nascentes localizam-se no perímetro urbano do município de Cascavel, estado do Paraná, nas

proximidades da Avenida Brasil. O corpo hídrico em questão possui características lóticicas e é receptor de uma das três estações de tratamento de esgoto do município, denominada ETE Sul.

As coletas foram realizadas em dois pontos distintos do ribeirão. O primeiro ponto, denominado ponto Cuiabá, localiza-se na região urbana do município e possui como localização geográfica as seguintes coordenadas: 24° 57' 56" Sul e 53° 28' 34" Oeste. Próximo a este ponto, o ribeirão recebe várias descargas clandestinas de esgoto doméstico não tratado da população ribeirinha e efluente de algumas indústrias de pequeno porte. O ponto de coleta Cuiabá pode ser observado na Figura 1.

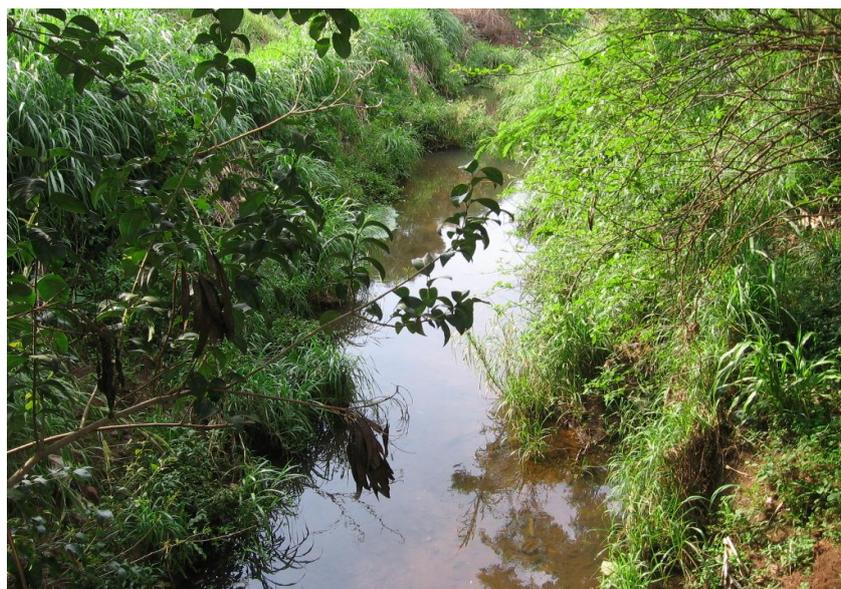


Figura 1. Ribeirão Coati Chico, ponto de coleta Cuiabá.

Já o segundo ponto, denominado Ponto ETE, localiza-se na região rural do município, a montante do lançamento do efluente da estação de tratamento de esgoto e possui a seguinte localização geográfica:

25° 00' 51" Sul 53° 28' 11" Oeste. Neste ponto a vazão do ribeirão é maior, pois recebe a contribuição de dois afluentes. Pode-se observar o ponto ETE de coleta na Figura 2.



Figura 2. Ribeirão Coati Chico, ponto de coleta ETE.

2.2 Determinação dos Parâmetros Avaliados

Foram medidos os seguintes parâmetros: temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica (CE), potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), nitrogênio total (NT), fósforo total (PT), sólidos totais (ST), turbidez e coliformes termotolerantes.

A temperatura foi determinada através do aparelho multi-função da marca Instrutherm, modelo PH-1500. A CE foi medida através do aparelho condutivímetro

da marca Tecnal, modelo TEC 4MP. A quantificação do pH se deu por meio da utilização de um pHmetro da marca Tecnal, modelo TEC 3MP. Para a determinação da turbidez foi utilizado o aparelho da marca HACH, modelo 2100P. As análises de OD, DBO₅, NT, PT e ST foram determinadas conforme metodologia descrita pelo STANDART METHODS (APHA, 1998).

O método utilizado para determinação dos coliformes termotolerantes foi o *Colilert quanti tray* 2000 que detecta simultaneamente a

presença de coliformes totais e *E. coli*, durante um período de 24 horas de incubação a 35-37 °C, com expressão de cor amarela na presença de coliformes totais e fluorescência na presença de *E. coli*, quando submetida a luz ultravioleta de comprimento de onda igual a 365 nm. A mudança do incolor para o amarelo ocorre devido a metabolização do Orto-nitrofenol-beta-galacto-piranosídeo (ONPG) através da enzima β -galactosidase encontrada nos coliformes. Já a fluorescência é produzida pela metabolização do u-metil umbeliferil beta-d-glicoronídeo (MUG) pela enzima β -glucuronidase presente na *E. coli*. Os valores foram expressos em número mais provável (NMP) de colônias de *E. coli* presentes em 100 (cem) mililitros (mL) de amostra (PRZYGODDA et al, 2008). Para algumas amostras, houve a necessidade de diluição para obtenção de leitura uma vez que o *Colilert quanti tray* 2000 permite contagens de até 2419 colônias em 100 mL.

2.3 Amostragem e Realização das Análises

Foram realizadas nove coletas no período que compreende outubro de 2007 a maio de 2008. Para as análises de fósforo, nitrogênio, demanda bioquímica de oxigênio, turbidez, condutividade e sólidos totais foram coletadas as amostras em recipientes de politereftalato de etila. Para

o oxigênio dissolvido, a amostra foi coletada em frasco de vidro com selo hídrico. Para a análise microbiológica as amostras foram recolhidas em frascos esterilizados. As coletas foram realizadas seguindo a metodologia preconizada pela APHA (1998).

Os parâmetros condutividade, pH, sólidos totais, turbidez e coliformes termotolerantes foram realizados no laboratório de saneamento da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Cascavel. As análises de DBO, OD, nitrogênio total e fósforo total foram realizadas em laboratório terceirizado. Já o parâmetro temperatura foi analisado *in loco*.

2.4 Delineamento e Análise Estatística

Para todos os aspectos físico-químicos, bacteriológicos e para o IQA foi aplicada estatística descritiva através do registro das médias, desvio padrão, coeficiente de variação, mínimo e máximo. Para comparação de variâncias, empregou-se o teste F para a verificação da hipótese nula com 95% de confiabilidade. Para comparação de médias, empregou-se o teste T para a verificação da hipótese nula com 95% de confiabilidade. Também foi utilizada a análise de correlação de Pearson ($p < 0,05$), sendo aplicado o coeficiente

correlacionando os valores do IQA entre os dois pontos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Parâmetros Físico, Químicos e Microbiológicos

As tabelas 1 e 2 apresentam os resumos estatísticos dos valores encontrados no ponto Cuiabá e ETE, respectivamente.

Para o ponto Cuiabá, a temperatura variou de 20,50 a 29,30 °C; para o ponto ETE variou de 21,60 a 30,80 apresentando uma amplitude de 8,8 e 9,2 respectivamente. Aplicando o teste F de comparação de variâncias, assume-se que a 95% de confiança, as variâncias dos pontos são iguais por apresentarem p-valor maior que 0,05 (p-valor = 0,876).

Tabela 1. Estatística descritiva dos valores encontrados no ponto Cuiabá.

Parâmetro	Média	Desvio Padrão	C. V. (%)*	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	24,21	3,19	13,17	20,50	29,30
Turbidez (UNT)	11,69	8,04	68,82	4,93	30,90
Sólidos totais (mg L ⁻¹)	112,4	55,6	49,51	7,60	173,0
Condutividade elétrica (µS. cm ⁻¹)	96,98	18,70	19,31	67,10	116,30
Demanda bioquímica de oxigênio (mg O ₂ L ⁻¹)	2,29	1,37	59,87	0,80	4,40
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ L ⁻¹)	6,08	1,87	30,74	3,60	9,40
Nitrogênio total (mg N L ⁻¹)	13,52	9,09	67,25	4,06	33,60
Fósforo total (mg P L ⁻¹)	0,053	0,022	41,01	0,032	0,090
pH	6,70	0,21	3,11	6,34	6,97
Coliformes termotolerantes (NMP.100 mL ⁻¹)	28147	21194	75,30	7068	54750

*C.V. = Coeficiente de variação

Tabela 2. Estatística descritiva dos valores encontrados no ponto ETE.

Parâmetro	Média	Desvio Padrão	C. V. (%)*	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	24,92	3,38	13,54	21,60	30,80
Turbidez (UNT)	5,61	2,52	44,80	2,69	10,30
Sólidos totais (mg L ⁻¹)	79,0	42,5	53,77	5,50	133,0
Condutividade elétrica (µS. cm ⁻¹)	73,39	8,97	12,23	60,90	85,30
Demanda bioquímica de oxigênio (mg O ₂ L ⁻¹)	0,86	0,58	67,93	0,20	2,10
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ L ⁻¹)	7,66	2,50	32,59	5,00	12,40
Nitrogênio total (mg N L ⁻¹)	7,01	4,46	63,71	0,00	11,40
Fósforo total (mg P L ⁻¹)	0,022	0,015	68,05	0,000	0,056
Ph	7,08	0,22	3,15	6,59	7,28
Coliformes termotolerantes (NMP.100 mL ⁻¹)	670	326	48,66	178	1203

*C.V. = Coeficiente de variação

Aplicando o teste T de comparação de médias a 95% de confiança, averiguou-se que em média, os valores da temperatura entre os pontos são iguais pelo p-valor ser superior a 0,05 (p-valor = 0,652).

Souza & Nunes (2008) avaliaram parâmetros físico-químicos e bacteriológicos do Córrego Figueira em Tangará da Serra - MT e encontraram valores de temperatura que variam de 20,65 a 22,93 °C, ou seja, próximos aos encontrados no presente estudo.

Bueno et al (2005) monitoraram a qualidade de água do horto ouro verde em Conchal – SP e encontraram valores médios de temperatura que variam entre 20,4 a 23,7 °C sendo estes também próximos aos encontrados no presente trabalho.

Já para a turbidez os valores no ponto Cuiabá variam entre 4,93 a 30,90 UNT e para o ponto ETE variaram entre 2,69 a 10,30 apresentando amplitude de 25,97 e 7,61 respectivamente. Aplicando o teste F de comparação de variâncias, assume-se que a 95% de confiança, as variâncias dos pontos são diferentes por apresentar p-valor menor que 0,05 (p-valor = 0,004).

Aplicando o teste T de comparação de médias a 95% de confiança, averiguou-se que em média, os valores de turbidez

entre os pontos são iguais pelo p-valor ser superior a 0,05 (p-valor = 0,059).

A resolução CONAMA 357/05 estipula que rios de classe I devem apresentar até 40 UNT (BRASIL, 2005). Os valores encontrados, tanto para o ponto Cuiabá, quanto para o ponto ETE foram inferiores ao restringido pela resolução.

Sardinha et al. (2008) avaliaram a qualidade da água e autodepuração do Ribeirão do Meio em Leme, São Paulo e para turbidez, encontraram valores que variaram de 3 a 34 UNT os quais concordam com os valores do presente trabalho.

Em termos de sólidos totais, para o ponto Cuiabá, os valores variaram de 7,60 a 173,00 mg L⁻¹ e para o ponto ETE variaram de 5,50 a 133,00 mg L⁻¹ apresentando uma amplitude de 165,40 e 127,5 respectivamente. Aplicando o teste F de comparação de variâncias, assume-se que a 95% de confiança, as variâncias dos pontos são iguais por apresentar p-valor maior que 0,05 (p-valor = 0,463).

Aplicando o teste T de comparação de médias a 95% de confiança, averiguou-se que em média, os valores de sólidos totais entre os pontos são iguais pelo p-valor ser superior a 0,05 (p-valor = 0,172).

A resolução do CONAMA 357/05 não estabelece valores limites para os sólidos totais. Fravet & Cruz (2007) citam

que o valor máximo permitido de sólidos na água de irrigação é de 500 mg L^{-1} . Dessa maneira, 100% das análises realizadas estão abaixo do indicado para irrigação.

Zimmermann et al. (2008) avaliaram a qualidade do corpo hídrico do Rio Tibagi na região de Ponto Grossa encontrando valores que variaram de 18 a $182,66 \text{ mg. L}^{-1}$ de sólidos totais os quais se aproximam dos dados apresentados no presente trabalho.

Tratando-se da condutividade elétrica (CE), para o ponto Cuiabá, os valores variaram entre 67,10 a $116,30 \text{ }\mu\text{S. cm}^{-1}$ e para o ponto ETE, os valores variaram entre 60,90 a $85,30 \text{ }\mu\text{S. cm}^{-1}$ apresentando uma amplitude igual a 49,2 e $24,4 \text{ }\mu\text{S. cm}^{-1}$, respectivamente. Aplicando o teste F de comparação de variâncias, observa-se que a 95% de confiança, as variâncias são iguais por apresentar p-valor acima 0,05 (p-valor=0,053).

Aplicando o teste T de comparação de médias a 95% de confiança, observa-se que em média são diferentes por apresentar p-valor abaixo de 0,05 (p-valor=0,004) e que o ponto Cuiabá apresenta maiores valores de condutividade elétrica.

A legislação em vigor não determina valores para a variável CE, porém, a CETESB, orienta no sentido de que quando os valores forem superiores a $50 \text{ }\mu\text{S. cm}^{-1}$, deve-se verificar outros

fatores (esgoto doméstico, fertilidade do solo da região, utilização de insumos agrícolas, etc) que podem influenciar nos resultados (FRAVET & CRUZ, 2007). Todos os valores encontrados situam-se acima do valor indicado pela CETESB, o que indica a possível influência de esgoto sanitário, efluentes e insumos agrícolas que são lançados e carreados ao ribeirão.

Lima; Medeiros (2008) diagnosticaram a qualidade da água do Rio Jaguari-Mirim no município de São João da Boa Vista – SP e para a condutividade encontraram valores que variaram 59 a $110 \text{ }\mu\text{S. cm}^{-1}$ a montante do município e de 60 a $102 \text{ }\mu\text{S. cm}^{-1}$ a jusante. Para os valores do ponto Cuiabá, os dados de Lima; Medeiros (2008) apresentam-se semelhantes. Já para a ETE, o valor máximo encontra-se abaixo do trabalho em comparação.

Para a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) no ponto Cuiabá os valores variaram entre 0,80 e $4,40 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ e para ponto ETE Sul entre 0,20 e $2,10 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ apresentando uma amplitude igual a 3,60 e 1,90 respectivamente. Aplicando o teste F de comparação de variâncias, observa-se que a 95% de confiança, as variâncias são diferentes por apresentar p-valor menor 0,05 (p-valor=0,026).

Aplicando o teste T de comparação de médias entre os dois pontos, a um nível de confiança de 95%, o P – valor foi de

0,011, ou seja, dentro da região crítica (abaixo de 0,05). Sendo assim pode-se dizer que em média a concentração de DBO ($\text{mg O}_2 \text{ L}^{-1}$) dos dois pontos é diferente e que o Ponto Cuiabá apresenta maior concentração de DBO.

A resolução do CONAMA 357/05 limita em até $3 \text{ mg.O}_2 \text{ L}^{-1}$ a concentração de DBO para rios de classe I e até $5 \text{ mg.O}_2 \text{ L}^{-1}$ para rios classe II. Para ambos os pontos, os valores encontraram-se abaixo do estipulado para rios de classe II e apenas as amostras 2, 3 e 9 do ponto Cuiabá estão acima do limite máximo para rios de classe I.

Zimmermann et al. (2008) encontraram valores que variaram 0,5 a $6 \text{ mg. O}_2 \text{ L}^{-1}$ de DBO os quais se aproximam com os dados apresentados no presente trabalho.

Os valores de oxigênio dissolvido (OD) para o ponto Cuiabá variaram entre 3,60 a $9,40 \text{ mg. O}_2 \text{ L}^{-1}$ e no ponto ETE, os valores variaram entre 5,00 a $12,40 \text{ mg. O}_2 \text{ L}^{-1}$. Aplicando o teste F de comparação de variâncias, a 95% de confiança, assume-se que as variâncias são iguais por apresentar p-valor igual a 0,429, ou seja, superior a 0,05.

Aplicando o teste T de comparação de médias entre os dois pontos, a um nível de confiança de 95%, o P – valor foi de 0,147, ou seja, fora da região crítica (acima de 0,05). Sendo assim pode-se dizer que

em média a concentração de OD ($\text{mg. O}_2 \text{ L}^{-1}$) dos dois pontos são iguais.

As amostras 1, 5 e 7 do ponto Cuiabá apresentaram valores abaixo do valor mínimo para rio classe II ($5 \text{ mg.O}_2 \text{ L}^{-1}$). As amostras 4 e 8 apresentaram valores acima da concentração mínima para rio classe II e abaixo de classe I ($6 \text{ mg.O}_2 \text{ L}^{-1}$) e as demais amostras apresentaram valores acima da concentração mínima para rio classe I. Já para o ponto ETE, as amostras 5, 7 e 8 apresentaram valores acima do limite mínimo para rios classe II e abaixo do limite para rios classe I. As outras amostras apresentaram valores acima do limite mínimo para rios de classe I.

Apesar de estatisticamente, a 5% de significância, os dados de OD serem iguais, os valores apresentaram-se maiores no ponto Cuiabá. Sardinha et al (2008) diz que o fato da menor concentração de oxigênio dissolvido pode ser atribuído a decomposição de matéria orgânica (por oxidação) oriunda dos efluentes domésticos. Como citado anteriormente próximo ao ponto Cuiabá, o ribeirão recebe vários lançamentos clandestinos de esgoto e efluentes, o que pode justificar os menores valores de OD. A concentração de oxigênio dissolvido tende a aumentar ao longo do ribeirão devido à autodepuração e entradas de água mais limpas de seus afluentes.

Para o nitrogênio total os valores no ponto Cuiabá os valores variaram entre 4,06 a 33,60 mg N L⁻¹ e o ponto ETE 0,00 a 11,40 mg N L⁻¹ apresentando uma amplitude igual a 29,54 e 11,40 respectivamente. Aplicando o teste F de comparação de variâncias, a 95% de confiança, assume-se que as variâncias são iguais por apresentar p-valor igual a 0,06, ou seja, superior a 0,05.

Aplicando o teste T de comparação de médias entre os dois pontos, a um nível de confiança de 95%, o P – valor foi de 0,08, ou seja, acima de 0,05. Sendo assim pode-se dizer que em média, a concentração de nitrogênio total dos dois pontos é igual.

A resolução CONAMA 357/05 cita que para águas doces de classe I e II, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 2,18 mg N L⁻¹ para ambientes lóticos, na vazão de referência. Para o ponto Cuiabá, todos os valores estão acima. Já para o ponto ETE, com exceção das amostras 1 e 2, todos os dados também estão acima do valor referenciado.

Hermes et al. (2008) estudaram a correlação entre os parâmetros fósforo total e nitrogênio total do Rio Piquiri, Ubatã – Pr e foram encontrados valores que variaram de 0,030 a 1,80 mg N L⁻¹, valores

inferiores aos achados no presente trabalho. A provável causa da concentração elevada de nitrogênio é a contribuição de esgoto sanitário, que ocorre nas proximidades do ponto Cuiabá, e dos adubos agrícolas aplicados nas proximidades do ponto ETE e que são carregados ao leito do rio através da poluição difusa.

Mansor et al. (2006) avaliaram cargas difusas de origem rural em uma sub-bacia do Rio Jaguari, SP e encontraram um valor médio igual 1,75 mg N L⁻¹, ou seja, também inferior aos encontrados no presente trabalho o qual pode ser justificado pela grande contribuição de esgoto sanitário no Ribeirão.

Já para o fósforo total, no ponto Cuiabá os dados variaram de 0,032 a 0,092 mg P L⁻¹ e no ponto ETE de 0,000 a 0,056 mg P L⁻¹ apresentando uma amplitude igual a 0,06 e 0,056, respectivamente. Aplicando o teste F de comparação de variâncias, a 95% de confiança, assume-se que as variâncias são iguais por apresentar p-valor igual a 0,296, ou seja, superior a 0,05.

Aplicando o teste T de comparação de médias entre os dois pontos, a um nível de confiança de 95%, o P – valor foi de 0,003, ou seja abaixo de 0,05. Sendo assim assume-se que em média, a concentração de fósforo total dos dois pontos é diferente.

A resolução CONAMA 357/05 cita que para rios de classe I, o limite máximo de concentração de fósforo total em ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários é de $0,1 \text{ mg P L}^{-1}$ (BRASIL, 2005). Todos os valores encontrados, tanto no ponto Cuiabá quanto no ponto ETE situam-se abaixo do estipulado pela resolução.

Madruga et al. (2008) avaliaram a influência do Córrego dos Macacos na qualidade da água do Rio Mogi Guaçu no estado de São Paulo. A montante do afluente Córrego dos Macacos, o Rio Mogi Guaçu apresentou valores de fósforo total que variaram de $0,01$ a $0,09 \text{ mg P L}^{-1}$, os quais são próximos aos encontrados no ribeirão Coati Chico.

Os valores de pH situaram-se perto da neutralidade onde variam de $6,34$ a $6,97$ no ponto Cuiabá e $6,59$ a $7,28$ no ponto ETE apresentando amplitude igual a $0,63$ e $0,69$ respectivamente. Aplicando o teste F de comparação de variâncias, a 95% de confiança, assume-se que as variâncias são iguais por apresentar p-valor igual a $0,85$, ou seja, superior a $0,05$.

Aplicando o teste T de comparação de médias entre os dois pontos, a um nível de confiança de 95%, o P – valor foi de $0,002$, ou seja abaixo de $0,05$. Sendo assim assume-se que em média, o pH dos dois pontos é diferente.

A resolução CONAMA 357/05 estipula para rios de água doce classe I, II e III tenham valores de pH entre 6 a 9 (BRASIL, 2005). Dessa maneira, todos os valores encontrados nos dois pontos situam-se nessa faixa.

Werker; Hall (1999) falam que muitas bactérias não podem proliferar em níveis de pH abaixo de $4,0$ ou acima de $9,5$ sendo que, geralmente, o pH ótimo para o crescimento bacteriano está entre $6,5$ a $7,5$. Com exceção da amostra 6 do ponto Cuiabá, todos os outros valores encontrados estão nessa faixa.

Oliveira et al. (2008) avaliaram as condições físicas, químicas e biológicas da microbacia do córrego Modeneis em Limeira – SP e encontram valores que variaram entre $6,10$ a $7,72$, ou seja, próximos aos encontrados no presente trabalho.

Para os coliformes termotolerantes as concentrações no ponto Cuiabá foram maiores além de apresentar elevada variação. Os valores encontrados no ponto Cuiabá variaram entre 7068 a $54750 \text{ NMP.100 mL}^{-1}$ e no ponto ETE 178 a $1203 \text{ NMP.100 mL}^{-1}$, apresentando amplitude igual a 47682 e $1025 \text{ NMP.100 mL}^{-1}$ respectivamente. Utilizando o teste F de comparação de variâncias, a 95% de confiança, assume-se que as variâncias são diferentes por apresentar p-valor igual a $0,000$, ou seja, abaixo de $0,05$.

Aplicando o teste T de comparação de médias entre os dois pontos, a um nível de confiança de 95%, o P – valor foi de 0,005, ou seja, dentro da região crítica (abaixo de 0,05). Sendo assim pode-se dizer que em média, a concentração de *E. coli* dos dois pontos é diferente e que o ponto Cuiabá apresenta concentração superior.

O fato de o ponto ETE apresentar melhores condições pode ser justificado por existir menor contribuição de efluentes e esgotos contaminados por coliformes termotolerantes no meio rural. Essa melhora da qualidade da água também pode ser justificada pela contribuição dos afluentes do ribeirão, proporcionando diluição dos poluentes. Outro fator importante que deve ser levado em consideração é o decaimento bacteriano que ocorre ao longo do tempo e distancia,

diminuindo assim a concentração de microorganismos.

Almeida et al (2004) avaliaram a qualidade microbiológica do córrego Ribeirão dos Porcos no município de Espírito Santo do Pinhal – SP onde foram encontradas elevadas concentrações de coliformes termotolerantes no meio urbano e concentrações inferiores na zona rural comportamento semelhante ao que ocorre com o Ribeirão Coati Chico.

3.2 Índice de qualidade de água (IQA_{CETESB})

A Figura 3 apresenta os dados do índice de qualidade das águas conforme metodologia da CETESB.

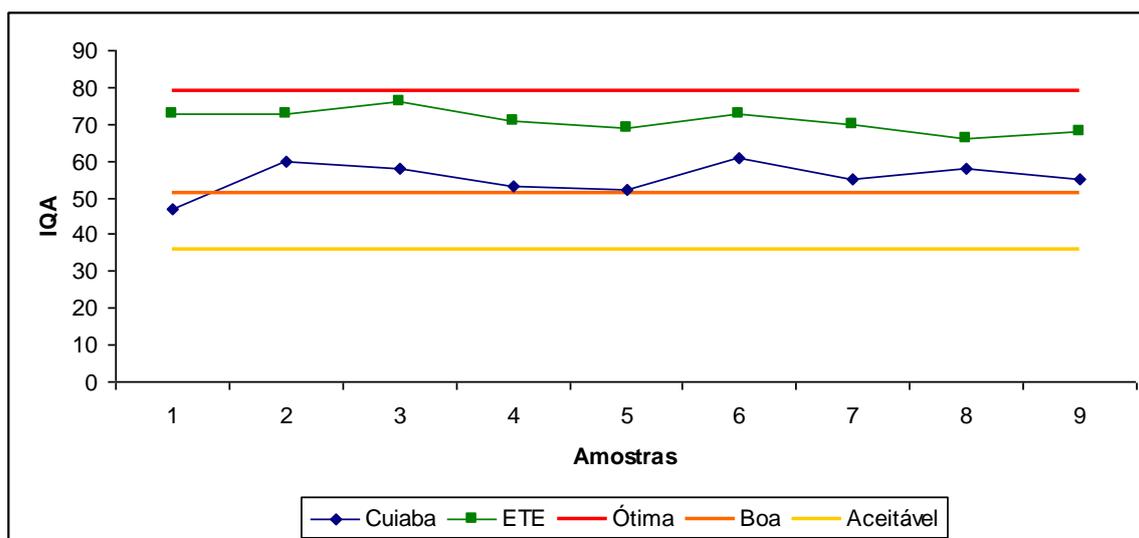


Figura 3. Valores médios de IQA, obtidos nos pontos Cuiabá e ETE, durante o período experimental bem como as faixas ótima, boa e aceitável.

Pela Figura 3, verifica-se que, com exceção da coleta 1 do ponto Cuiabá que mostrou qualidade aceitável, todas as amostras de ambos os pontos de coleta apresentaram qualidade classificada como boa.

Para verificar se o valor encontrado na coleta 1 do ponto Cuiabá é um ponto discrepante, foi construído o gráfico *boxplot* que pode ser observado na Figura 4.

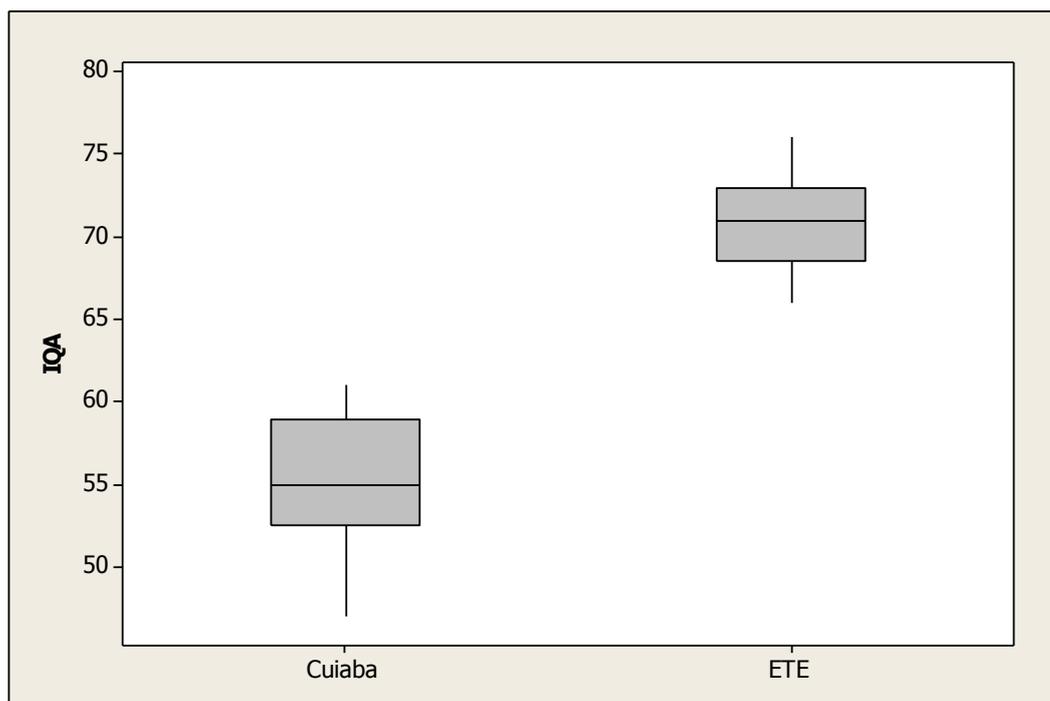


Figura 4. Gráfico *Boxplot*.

Pelo gráfico *boxplot* verifica-se que não existem pontos discrepantes.

Na Tabela 3 apresenta-se o resumo estatístico das informações obtidas através do índice de qualidade das águas

Tabela 3. Estatística descritiva dos dados do IQA.

Ponto	Média	Desvio Padrão	C. V.*	Mínimo	Máximo
Cuiabá	55,44	4,39	7,92	47,00	61,00
ETE	71,00	3,08	4,34	66,00	76,00

*C.V. = Coeficiente de variação

Os valores do IQA encontrados no ponto Cuiabá variaram de 47 a 61 e do ponto ETE de 66 a 76, apresentando uma

amplitude igual a 14 e 10, respectivamente. Utilizando o teste F de comparação de variâncias, a 95% de confiança, assume-se que as variâncias são iguais por apresentar

p-valor igual a 0,337, ou seja, superior de 0,05.

Aplicando o teste T de comparação de médias entre os dois pontos, a um nível de confiança de 95%, o P – valor foi de 0,000, ou seja, dentro da região crítica (abaixo de 0,05). Sendo assim pode-se dizer que em média a qualidade da água dos dois pontos é diferente e que o Ponto Cuiabá apresenta água de qualidade inferior.

Crespo (2002) classifica como forte uma correlação que apresentar coeficiente de Pearson entre 0,6 e 1, fraca entre 0,3 e 0,6 e muito fraca entre 0,3 e 0,0.

Utilizando a correlação de Pearson entre os valores encontrados dos dois pontos de coleta, obteve um coeficiente de Pearson igual a 0,111, classificado como uma correlação muito fraca positiva, ou seja, a qualidade da água no ponto ETE depende muito pouco da qualidade da água do ponto Cuiabá. Essa baixa dependência pode se dar pelo fato de pequenos afluentes serem incorporados ao longo do ribeirão, fazendo com que melhore a qualidade da água.

4. CONCLUSÕES

Através desse estudo pode-se concluir que:

- A qualidade da água no ponto ETE é melhor do que no ponto Cuiabá;
- O Ribeirão Coati Chico apresenta grande contaminação de esgoto doméstico próximo ao ponto Cuiabá pela elevada concentração de coliformes termotolerantes nas amostras analisadas;
- Apesar das condições de saneamento da população ribeirinha não serem ideais e da precariedade das margens do Ribeirão, a qualidade da água se apresentou boa (com exceção da primeira coleta no ponto Cuiabá) através do índice de qualidade da água da CETESB.

5. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R.M. A. A., HUSSAR, G. J., PERES, M. R., JUNIOR, A. L. F. Qualidade microbiológica do córrego “Ribeirão dos Porcos” no município de Espírito Santo do Pinhal – SP. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 1, n. 1, p.051 – 056. 2004.
- ALMEIDA, S. G.; PETERSEN, P.; CORDEIRO, A. **Crise sociambiental e conversão ecológica da agricultura brasileira: subsídios à formação**

- de diretrizes ambientais para o desenvolvimento agrícola.** AS-PTA: Rio de Janeiro, 122p. 2001.
- AMARAL, L. A., ROSSI, J. O. D., FILHO, A. N., BARROS, L. S. S., PRISCILA M. S. Água utilizada em propriedades rurais para o consumo humano e na produção de leite como veículo da bactéria do gênero *Aeromonas*. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. v. 101, n. 557-558, p.103 – 107. 2006.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20^a ed. Estados Unidos da América, 1998.
- BUENO, L. F., GALBIATTI, J. A., BORGES, M. J. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde – Conchal – SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p.742 – 748. 2005.
- BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente – Resolução 357/05**. Brasília, 2005.
- CETESB. **Índice de qualidade das águas**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/r> ios/indice_iap_iqa.asp. Acesso em 18 de novembro de 2008.
- COVATTI, J. A. C. **Caracterização qualitativa da água do Rio Cascavel**. 2006. 124f. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel, 2006.
- CRESPO, A. A. **Estatística Fácil**. 17. ed. São Paulo: Editora Saraiva. 224p, 2002.
- DERISIO, J. C. **Introdução ao Controle de Poluição Ambiental**. 2°. Edição. São Paulo: Editora Signus. 164p., 2000.
- FRAVET, A. M. M. F., CRUZ, R. L. Qualidade da água utilizada para irrigação de hortaliças na região de Botucatu-SP. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 2, p.144-155. 2007.
- GONÇALVES, C. S., RHEINHEIMER, D. S., PELEGRINI, J. B. R., KIST, S. L. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2005, n. 3, p.391 – 399. 2005.
- HERMES, E., ORSSATTO, F., BOAS, M. A. V., SCHOENHALS, M.

- Correlação entre os parâmetros fósforo total e nitrogênio total do rio Piquiri, Ubitatã-Pr.** In: ENCONTRO NACIONAL DE DIFUSÃO TECNOLÓGICA. 2008, Medianeira. Anais... Medianeira: UTFPR, 2008.
- LIMA, C. A. V., MEDEIROS, G. A. Diagnóstico da qualidade da água do Rio Jaguari – Mirim no município de São João da Boa Vista – SP. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 2, p.125 – 138. 2008.
- MADRUGA, F. V., REIS, F. A. G. V., MEDEIROS, G. A., GIRDANO, L. C. Avaliação da influência do Córrego dos Macacos na qualidade da água do Rio Mogi Guaçu, no município de Mogi Guaçu – SP. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal. v. 5, n. 2, p.152 – 168. 2008.
- MANSOR, M. T., FILHO, J. T., ROSTON, D. M. Avaliação preliminar das cargas difusas de origem rural, em uma sub-bacia, do Rio Jaguari, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v. 10, n. 3, p.715 – 723. 2006.
- NONATO, E. A., VIOLA, Z. G. G., ALMEIDA, K. B., SCHOR, H. R. Tratamento estatístico dos parâmetros da qualidade das águas da bacia do Alto Curso do Rio das Velhas. **Química Nova**. v. 30, n. 4, p.797 – 804. 2007.
- OLIVEIRA, V. M., SILVA, M. S. G., MEDEIROS, C. B., JESUS, V. E., PIO, E. G. M. Avaliações físicas, químicas e biológicas da microbacia do Córrego Modeneis em Limeira – SP. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n.1, p.086 – 096. 2008.
- ORSSATTO, F. Avaliação do oxigênio dissolvido do Córrego Bezerra a montante e a jusante de uma estação de tratamento de esgoto sanitário, Cascavel, Paraná. **Revista Brasileira de Biociências**: Porto Alegre. v. 6, supl. 1, p.27 – 28. 2008.
- PRZYGODDA, F., ORSSATTO, F., HERMES, E., EVARINI, J. A., MENDONÇA, M. S. S. **Avaliação das condições microbiológicas do Ribeirão Coati Chico, Cascavel – Pr.** In: Semana da biologia. 2008, Cascavel. Anais... Cascavel: UNIOESTE. 2008.
- RACANICCHI, R. M.Z.V. **Influência da Implantação de Estação de**

- Tratamento de Esgoto Tipo Lagoas de Estabilização na Recuperação da Qualidade da Água do Córrego Cabeceira da Mula em Santa Fé do Sul - SP.** 2002. 103f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Ilha Solteira, 2002.
- ROCHA, C. M. B. M., RODRIGUES, L. S., COSTA, C. C., OLIVEIRA, P. R., SILVA, I. J., JESUS, E. F. M., ROLIM, R. G. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Cad. Saúde Pública** – Rio de Janeiro, v. 22, n. 9, p.1967 – 1978. 2006.
- RODRÍGUEZ, M. P. **Avaliação da qualidade da água da bacia do Alto Jacaré-Guaçu/SP (Ribeirão do Feijão e Rio do Monjolinho) através de variáveis físicas, químicas e biológicas.** 2001. 175f. Tese (Doutorado) – Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, USP, São Carlos, 2001.
- SARDINHA, D. S., CONCEIÇÃO, F. T., SOUZA, A. D. G., SILVEIRA, A., JULIO, M., GONÇALVES, J. C. S. I. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do Ribeirão do Meio, Leme (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental.** v. 13, n. 3, p.329 – 338. 2008.
- SHINMA, E. A. **Avaliação da qualidade das águas dos rios da bacia hidrográfica do Alto Paraguai – Pantanal.** 2004. 162f. Dissertação (Mestrado) - Tecnologias Ambientais, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, UFMS, Campo Grande, 2004.
- SILVA, G. S. **Avaliação do estado de degradação e capacidade de suporte da bacia do Rio Atibaia – Região de Campinas/Paulínia – SP.** 2004. 178f. Tese (Doutorado) – Instituto de Química. Universidade de Campinas, UNICAMP, Campinas, 2004.
- SOUZA, H. M. L., NUNES, J. R. S. Avaliação dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos do Córrego Figueira pertencente à bacia hidrográfica do Queima-pé de Tangará da Serra/MT. **Engenharia Ambiental,** Espírito Santo do Pinhal. v. 5, n. 2, p.110 – 124. 2008.
- TOLEDO, L. G., NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e

urbano. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 1, p.181 – 186. 2002.

ZIMMERMANN, C. M., GUIMARÃES, O. M., ZAMORA, P. G. P. Avaliação da qualidade do corpo hídrico do Rio Tibagi na região de Ponta Grossa utilizando análise de componentes principais (PCA).

Química Nova. v. 31, n. 7, p.1727 – 1732. 2008.

WERKER, A. G., HALL, E. R. The influence of pH on the growth linked biodegradation kinetics of select resin acids found in pulp mill effluent. **Tappi Journal**, v. 82, n. 7, p.169 – 177. 1999.