

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO TOMÁS NO MUNICÍPIO DE
RIO VERDE – GOIÁS

Autora: Adriene de Cássia Branquinho
Orientadora: Prof^a. Dra. Ana Carolina Ribeiro Aguiar

RIO VERDE - GO
Fevereiro – 2016

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO TOMÁS NO MUNICÍPIO DE
RIO VERDE – GOIÁS

Autora: Adriene de Cássia Branquinho
Orientadora: Prof^a. Dra. Ana Carolina Ribeiro Aguiar

Dissertação apresentada como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM AGROQUÍMICA-CIÊNCIAS AGRÁRIAS no Programa de Pós-Graduação em Agroquímica – Ciências Agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde – Área de concentração Agroquímica Ambiental.

RIO VERDE - GO
Fevereiro – 2016

Branquinho, Adriene de Cássia

B816q Avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Tomaz no município de Rio Verde – Goiás / Adriene de Cássia Branquinho. Rio Verde. - 2016.
58 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, 2016.

Orientadora: Dr.^a Ana Carolina Ribeiro Aguiar.

Bibliografia

1. Análises físico-químicas. 2. Monitoramento. 3. Análises microbiológicas. I. Título. II. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

CDD: 628.16

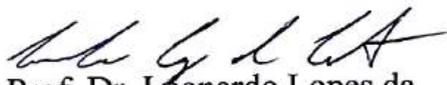
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO TOMAZ NO
MUNICÍPIO DE RIO VERDE - GOIÁS**

Autora: Adriene de Cássia Branquinho
Orientador: Ana Carolina Ribeiro Aguiar

TITULAÇÃO: Mestre em Agroquímica – Área de concentração
Agroquímica.

APROVADA em 26 de fevereiro de 2016.


Prof. Dr. Leonardo Lopes da
Costa
Avaliador externo
IFG/Inhumas


Prof.ª Dr.ª Adriana Antunes
Lopes
Avaliadora interna
IF Goiano/RV


Prof.ª Dr.ª Ana Carolina Ribeiro Aguiar
Presidente da banca
IF Goiano/RV

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, tias e tios, avôs e avós, por sempre me incentivarem e darem todo suporte para a minha busca por um futuro melhor.

À minha família, amigos e a todas as pessoas que estiveram presentes nesta passagem muito importante de minha vida.

Às equipes dos laboratórios de Águas e Efluentes, Quimera Team, Microbiologia de Alimentos do IFGoiano- Câmpus Rio Verde-GO, Instituto de Química da UFG-Câmpus Samambaia-GO e de Química do IFG- Câmpus Inhumas-GO responsáveis pelo trabalho em conjunto do qual esta dissertação é fruto.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por iluminar meu caminho, proporcionar paciência, saúde, força e compreensão, fatores fundamentais para superar as horas mais difíceis de minha vida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Ao Instituto Federal Goiano - Câmpus Rio Verde – GO, que proporcionou a oportunidade de estudo, aos professores que me apoiaram e me proporcionaram o saber.

Aos meus pais, Adilson e Eliene, pelos ensinamentos, exemplos de personalidade e apoio incondicional em todas as etapas de minha vida, por me fornecerem condições de prosseguir meus estudos e pela determinação a mim prestada, sem a qual não teria conseguido.

Ao meu irmão Adilson Bueno Filho, por sempre apoiar minha vontade de estudar, dar força nos momentos de desânimo e cansaço e sempre estar ao meu lado.

À minha orientadora, Prof^ª. Dra. Ana Carolina Ribeiro Aguiar, pela orientação, amizade e confiança a mim depositadas, além da oportunidade de conhecer novos horizontes para prosseguir minha jornada.

Aos Profs. Dr. Rômulo e Dr. Rafael, por estarem sempre disponíveis e dispostos a ajudar e colaborar para que o trabalho fosse realizado da melhor forma possível.

A todos os demais professores e servidores vinculados ao Programa de Pós-Graduação em Agroquímica – Ciências Agrárias, pelo trabalho a mim prestado durante o curso.

Ao professor Dr. Francisco Ribeiro de Araújo Neto, pela paciência, pelos ensinamentos e disposição em auxiliar, sempre que necessário.

Ao Bruno Araújo, um dos maiores incentivadores em minha vida acadêmica, companheiro de longa data e que sempre esteve ao meu lado, me dando suporte, conselhos, parando para me ouvir e exercendo o papel de grande amigo.

Ao Franco, em especial, que se tornou um grande amigo muito importante em minha vida, que esteve sempre presente nesses últimos dois anos, se fazendo companheiro nas horas mais difíceis e mais alegres, sempre presente, mesmo em momentos fora do trabalho.

Ao Flávio e Victor, pela amizade e incentivo e pela presença constante nos momentos de trabalho e de dificuldade.

Aos demais e não menos importantes amigos, colegas de mestrado e estagiários do Laboratório de Águas e Efluentes pela colaboração, convívio e amizade.

À professora Andrea Chaves, por orientar e apoiar o trabalho realizado na UFG, por dedicar seu tempo e atenção a mim, tantas vezes, e pela amizade todo o tempo, desde que a conheço.

À professora Francielle e ao professor Marçal, pelo apoio, amizade e incentivo em todos os momentos de alegria e dificuldade.

A todos os familiares, que, de uma forma ou de outra, contribuíram para concretização deste trabalho. A todos, meus sinceros agradecimentos.

BIOGRAFIA DA AUTORA

Adriene de Cássia Branquinho, nascida em Rio Verde -Goiás, filha de Adilson Branquinho Bueno e Eliene de Cássia F. M. Bueno, iniciou sua formação acadêmica na Escola Escadinha do Futuro para alfabetização e estudou no Colégio Estadual Olynto Pereira de Castro o ensino fundamental e médio.

Já no ano de 2008, foi aprovada no vestibular para ingresso na primeira turma do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, concluindo em 2012.

Paralelamente à graduação, desenvolveu projetos de iniciação científica juntamente com alguns professores do Laboratório de Sementes e de Cultura de Tecidos do IFGoiano-Câmpus Rio Verde-GO que serviram de base para sua formação acadêmica, despertando seu interesse pela ciência.

Em 2014 foi aprovada como aluna regular do curso de Mestrado em Agroquímica-Ciências Agrárias da mesma instituição de ensino, com pretensões de defesa de título para o ano de 2016.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1.INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Ocupação urbana e expansão agrícola.....	3
1.2 Caracterização da bacia do rio São Tomás.....	6
1.3 Análises Físico-Químicas e Microbiológicas.....	8
2.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	10
3.OBJETIVO GERAL.....	14
3.1 Objetivos específicos.....	14
CAPÍTULO 1: Qualidade da água do rio São Tomás no município de Rio Verde-GO.....	15
RESUMO	
ABSTRACT	
1.INTRODUÇÃO.....	16
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4. CONCLUSÃO	31
5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
6.APÊNDICE.....	36

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Valores de condutividade elétrica obtidos nos cinco pontos de coleta ao longo do rio São Tomás entre os meses de janeiro e julho de 2015.....	21
Tabela 2. Quantidade de oxigênio dissolvido (mg/L) nos cinco pontos ao longo do rio São Tomás entre os meses de janeiro e julho de 2015..	22
Tabela 3. Potencial Hidrogeniônico (pH) em cinco pontos ao longo do rio São Tomás obtidos entre os meses de janeiro e julho de 2015.....	24
Tabela 4. Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L) em cinco pontos ao longo do rio São Tomás entre os meses de janeiro e julho de 2015.....	27
Tabela 5. Temperatura (°C) obtida nos cinco pontos ao longo do rio São Tomás entre os meses de janeiro e julho de 2015.....	29
Tabela 6. Turbidez (UNT) em cinco pontos ao longo do rio São Tomás nos meses de janeiro á julho de 2015.....	30
Tabela 7. Demanda Química de Oxigênio (DQO) em cinco pontos ao longo do rio São Tomás entre os meses de janeiro e julho de 2015.....	31
Tabela 8. Fósforo Total (mg/L) em cinco pontos ao longo do rio São Tomás nos meses de janeiro á julho de 2015.....	32
Tabela 9. Contagem microbiológica (em UFC: unidades formadoras de colônia) nos meses de abril á julho de água do rio São Tomás.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Participação dos principais estados brasileiros produtores de soja nos anos de 2011 e 2012 segundo IBGE 2012.....	5
Figura 2. Nascente do rio São Tomás	8
CAPÍTULO I	
Figura 1 Mapa da localização dos pontos de coletas de amostras de água ao longo do rio São Tomás.....	19

ÍNDICE DE APÊNDICE

	Página
RESOLUÇÃO Nº357 de 17/03/2005.....	36
CAPÍTULO II.....	36
CAPÍTULO III.....	37
TABELA I- Classe 1-Águas Doces.....	38
TABELA II-Classe 1-Águas Doces.....	41
TABELA III-Classe 3-Águas Doces.....	43

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo, sigla ou abreviações	Significado	Unidades
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas	-
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária	-
CE	Condutividade elétrica	$\mu\text{S.cm}^{-1}$
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo	-
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente	-
CT	Coliformes Totais	UFC
DQO	Demanda Química de Oxigênio	mg/L
E. coli	<i>Escherichia coli</i>	UFC
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	-
GPS	Global Position System	-
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	-
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia	-
NBR	Norma Brasileira	-
OD	Oxigênio Dissolvido	mg/L
OMS	Organização Mundial da Saúde	-
pH	Potencial Hidrogeniônico	-
PO_4^{3-}	Fósforo Total	mg/L
SIEG	Sistema Estadual de Geoinformações de Goiás	-
STD	Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L
T	Temperatura	$^{\circ}\text{C}$
TUR	Turbidez	UNT
UFC	Unidades Formadoras de Colônias	-
UNT	Unidades Nefelométricas de Turbidez	-

RESUMO

BRANQUINHO, ADRIENE DE CÁSSIA. Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde – GO, fevereiro / 2016. **Qualidade da água da Bacia do rio São Tomás no município de Rio Verde – Goiás.** Orientadora: Dr^a. Ana Carolina Ribeiro Aguiar. Coorientador: Dr. Rafael Pereira Leal.

A qualidade da água para o consumo humano deve ser considerada fator essencial para o desenvolvimento de ações dos Serviços de Abastecimento de Água, quer públicos ou privados, de maneira que a água distribuída tenha todas as características de potabilidade exigidas pelo CONAMA. Dessa forma, é fundamental que os recursos hídricos apresentem condições físico-químicas e microbiológicas adequadas para que a água possa ser utilizada pelos seres vivos, devendo conter substâncias essenciais à vida e estar isenta de substâncias que possam produzir efeitos prejudiciais aos organismos. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo monitorar o Rio São Tomás, por um período de sete meses (janeiro a julho de 2015), em cinco pontos de coleta ao longo de seu curso, para avaliar a qualidade da água. Os parâmetros analisados foram: condutividade elétrica, turbidez, pH, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos, fósforo total, temperatura, demanda química de oxigênio, coliformes totais e *Escherichia coli*. Todas as análises seguiram o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (USA)*. A maior parte dos parâmetros analisados apresentaram valores condizentes com os permitidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, com exceção do fósforo total, que ultrapassou os limites estabelecidos pela legislação, em alguns pontos de coleta. Dessa forma, foi possível concluir que o corpo d'água em questão sofre impactos ambientais principalmente relacionados a atividades agrícolas da região e são necessários mais estudos, tanto de monitoramento, quanto direcionados à identificação e quantificação de agroquímicos na água, para uma caracterização mais precisa da qualidade da água deste afluente.

PALAVRAS-CHAVE: análises físico-químicas, monitoramento, análises microbiológicas.

ABSTRACT

BRANQUINHO, ADRIENE DE CÁSSIA. Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde – GO, February / 2016. **Water quality in São Tomás river watershed in the Rio Verde - Goiás municipality.** Orientadora: Dr^a.Ana Carolina Ribeiro Aguiar. Coorientador: Dr. Rafael Pereira Leal.

The human consumption water quality should be considered an essential factor for water supply services, public or private, actions development, in ways that the distributed water has all potability characteristics required by CONAMA (National Environment Council). Thereby, it is essential that water resources present appropriate physical, chemical and microbiological conditions to the water can be used by living things, must contain essential substances to life and be free from substances that can produce detrimental effects on organisms. In this context, this study aimed to monitor the São Tomás river, along seven months (January to July 2015) in five collection points in its course, to evaluate water quality. The analyzed parameters were: electricconductivity, turbidity, pH, dissolved oxygen, total dissolved solids, total phosphorus, temperature, chemical oxygen demand, total coliforms and *Escherichia coli*, and all analyzis followed *the Standard Methods for the Examination of Water and wastewater (USA)*. Most analyzed parameters showed values consistent allowed to CONAMA 357/2005 Resolution, with total phosphorus exception, which exceeded the law established limits in some collection points. Thus, it was possible to conclude that the water body in question suffers environmental impacts mainly from regional agricultural activities, and further researches are necessary to monitor, identify and quantify water pesticides, for a more accurate characterization water quality in this affluent.

KEY-WORDS: physical-chemical analyzes, monitoring, microbiological analysis.

INTRODUÇÃO

Todos os organismos necessitam de água para sobreviver, sendo sua disponibilidade e sua condição de pureza para uso os fatores mais importantes para influenciar a formação dos ecossistemas (Braga et al., 2009).

Desde o surgimento da vida na terra, a água é o elemento mais importante para todos os seres vivos e sem ela não haveria vida no planeta. Apesar disso, este ainda é um recurso muito mal administrado pela humanidade, que promove seu constante desperdício (Pereira et al., 2015).

A relação entre os seres humanos, os recursos naturais e a poluição se apresenta, atualmente, como um ciclo devastador, levando o aumento da população mundial, o uso inadequado e abusivo dos recursos naturais e o aumento da produção de poluentes à escassez e ao declínio da qualidade dos recursos naturais (Pereira et al., 2015).

As perspectivas com relação à disponibilidade e à qualidade da água para as gerações futuras são assustadoras, sendo confirmadas por estudos como o de levantamento de dados feito pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 2006, que revela que até 2050 mais de 45% da população mundial não terá acesso à água potável. Já a UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura, em estudo feito em 2009, afirma que o Brasil é o país mais rico em recursos hídricos, com 6,2 bilhões de m³ de água doce, representando 17% de toda a água disponível no globo (Braga, 2009).

Entretanto, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de 2010, mostram que o Brasil é o quinto país mais populoso do mundo, com um crescimento estimado de 1,2% ao ano, e um dos mais precários em questões sanitárias

e de tratamentos de efluentes, o que traz uma enorme preocupação quanto à qualidade desse recurso (IBGE, 2010).

As águas que, após a utilização humana, apresentam suas características naturais alteradas são denominadas de efluente (esgoto), podendo este efluente ser constituído por excretas humanas, água de origem doméstica, comercial e industrial. No efluente industrial, a contaminação pode ocorrer por espécies metálicas (espécies essenciais ou potencialmente tóxicas), compostos organossintéticos, além, é claro, da matéria orgânica (Fraceto et al., 2012).

Para minimizar os problemas de contaminação da água, algumas normas são impostas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e demais órgãos envolvidos na manutenção e certificação da qualidade da água. Para que o efluente gerado possa desaguar em corpos d'água, é exigido um tratamento adequado com o intuito de evitar danos à comunidade inserida na zona de entorno do local e às populações que fazem uso direto ou indireto desta água (Fraceto et al., 2012).

Para que medidas de controle de poluentes aquáticos sejam tomadas com mais exatidão, são imprescindíveis o conhecimento e a compreensão das fontes de poluição e suas interações, tornando, assim, o ambiente mais seguro e economicamente sustentável (Fraceto et al., 2012).

Além da questão da poluição e da falta de potabilidade da água, ainda existe a problemática de escassez, que é uma preocupação mundial, por ser uma realidade iminente para as futuras gerações. Porém, caso sejam empreendidas algumas ações em tempo hábil, é possível minimizar os efeitos desastrosos da escassez deste líquido vital e imprescindível para a sobrevivência de todos (Martins, 2003).

O Brasil é um país privilegiado, pois concentra em torno de 12 a 14% da água doce do mundo, disponível em rios, e abriga o maior rio em extensão e volume do planeta - o Rio Amazonas (Tundisi, 2008; Martins, 2014). Mais de 90% do seu território recebe chuvas frequentes e abundantes, e as condições climáticas e geológicas favorecem a formação de uma rede extensa de rios. Entretanto, no semiárido brasileiro, isso não acontece, porquanto esta região abriga rios temporários, com pequenos volumes de água. Dessa forma, apesar da abundância de água, sua distribuição é muito irregular (Martins, 2014).

Os problemas de abastecimento nas áreas urbanas são diretamente relacionados a fatores como aumento da demanda, falta da capacidade de abastecimento de rios de captação, urbanização descontrolada e desperdício. As empresas de

abastecimento público enfrentam problemas ligados à poluição pelo fato de cerca de 64% das empresas não coletarem o esgoto gerado.

Além disso, outro fator que contribui para a baixa eficiência apresentada por essas empresas são as perdas, que ocorrem na rede de distribuição, por roubos e vazamentos, que chegam a atingir entre 40% e 60% do volume de água. O problema da poluição se agrava pelo fato de o saneamento básico no Brasil ser precário e implementado de forma inadequada, com 90% dos esgotos domésticos e 70% dos efluentes industriais sendo lançados sem nenhum tratamento em rios, açudes e águas litorâneas, o que provoca um nível de degradação muito elevado (Almanaque Brasil Socioambiental, 2015).

Os recursos hídricos também são mal utilizados na zona rural, onde é fácil observar que não há locais adequados para o descarte do esgoto. Além disso, poucos têm a consciência de preservar a mata ciliar, mesmo sabendo que ela atua como vegetação protetora da bacia, pois priorizam o lucro obtido por atividades como agricultura e pecuária. Dessa forma, agrotóxicos e dejetos utilizados nessas atividades acabam poluindo a água (Martins, 2014; Almanaque Brasil Socioambiental, 2015).

Considerando todos esses fatores, o problema da água no Brasil, atualmente, se refere tanto ao cenário de escassez e irregularidade na sua distribuição quanto ao aumento da demanda e da degradação de sua qualidade, o que, muitas vezes, pode gerar, até mesmo, conflitos de uso (Martins, 2014).

1.1- Ocupação urbana e expansão agrícola

Uma das grandes conquistas do homem moderno, nas últimas décadas, é representada pelo aumento dos grandes centros urbanos. Atualmente, os grandes centros de decisões político-econômicas e científico-tecnológicas se concentram nas cidades e neles ocorrem os principais acontecimentos do mundo (Silva et al., 2014).

Em países desenvolvidos, o processo de urbanização está ligado à industrialização e às transformações provocadas pelas indústrias nas cidades. Nesse caso, a revolução industrial trouxe como consequência tanto transformações urbanas, quanto uma revolução agrícola com a modernização e melhoria de processos na agricultura e pecuária, o que possibilitou o êxodo rural, em decorrência da baixa demanda por trabalhadores nas propriedades rurais (Almeida & Rigolin, 2002).

Já nos países subdesenvolvidos, as cidades têm apresentado crescimento expressivo, rápido e desordenado, isto ocorrendo pela industrialização e por problemas enfrentados pela população rural (Almeida & Rigolin, 2002). Esse crescimento, além de rápido e desordenado, também se caracterizou por uma grande concentração espacial, e a junção desses fatores causou vários problemas facilmente perceptíveis nas paisagens urbanas desses países, provocando o fenômeno da metropolização (Silva et al., 2014).

Apesar do crescimento populacional urbano, o aumento da demanda por alimentos, agroenergia e matérias-primas propiciou um grande interesse na busca por terras em todo o mundo (Borras et al., 2011; Fernandes, 2011).

Esse interesse exacerbado por terras produtivas, associado à valorização e ao aumento da demanda mundial por commodities agrícolas e não agrícolas, tem provocado elevação dos preços das terras brasileiras (Sauer & Leite, 2010; Fernandes, 2011).

O Brasil tem, em sua extensão continental, 850 milhões de hectares de terras, estando pouco mais da metade (436,60 milhões de hectares, ou 51,35%) cadastrada no Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR), do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), como imóveis rurais (Sampaio et al., 2003).

Com a crise internacional no início dos anos 80, o setor rural brasileiro melhorou sua capacidade de exportação de produtos agroprocessados, e isso gerou um desempenho muito positivo no saldo comercial (exportações – importações) e, ao longo desse período, o setor agropecuário também voltou a ocupar, em anos recentes, um papel de destaque (Leite & Wezs, 2010).

O agronegócio brasileiro tem a soja e a cana-de-açúcar como culturas bastante representativas do setor. E, segundo estudo do Banco Mundial de 2010, essas culturas são responsáveis pelo aumento da produção agrícola pelo fato de a soja e a cana estarem sendo utilizadas como alternativas de fonte de combustível. Com isso, foi possível observar aumento da área plantada de soja no país entre 1980 e 2009, anteriormente concentrada na região Sul. Essa expansão atingiu áreas compreendidas pelos cerrados nos estados da região centro-oeste, região nordeste e no estado de Minas Gerais (Leite & Wezs, 2010; Hecht, 2005; Heredia et al., 2010).

A Figura 1 apresenta os dados do IBGE dos anos de 2011 e 2012 da produção de soja em diferentes estados do Brasil. É possível observar o crescimento da produção de soja nos estados do centro-oeste, principalmente Mato Grosso e Goiás. Além disso, é

notável que esse crescimento tenha acarretado decréscimo acentuado da produção de soja nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul.

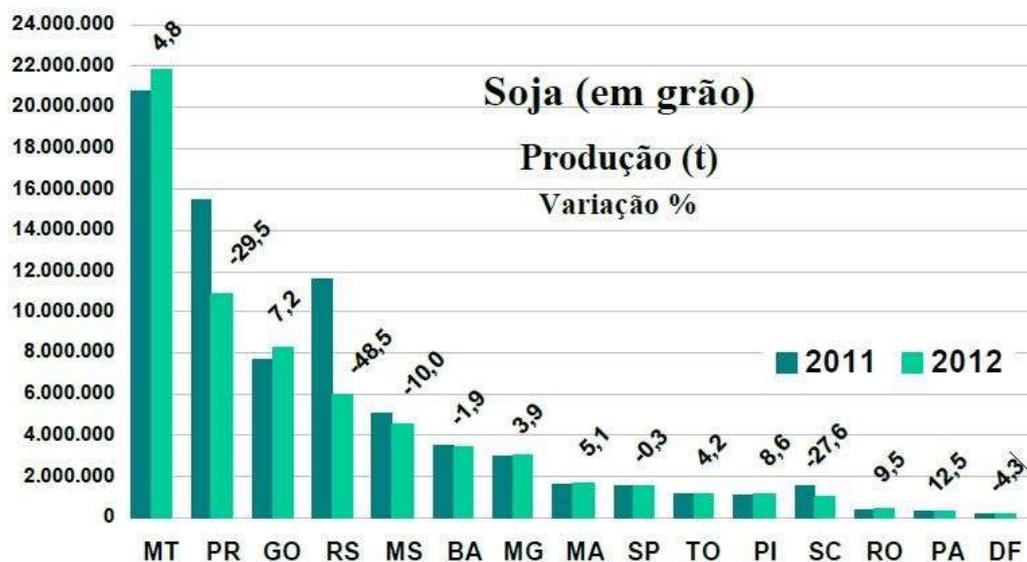


Figura 1: Participação dos principais estados brasileiros produtores de soja nos anos de 2011 e 2012.

Fonte: IBGE (2012).

Entre os estados da região centro-oeste, o estado de Goiás vem se destacando no cenário nacional. Goiás apresenta, atualmente, o nono maior produto interno bruto entre as unidades da federação brasileira e vem apresentando índices de desenvolvimento e taxas de crescimento superiores à média nacional (IMB/SEGPLAN, 2012).

A melhora na economia do estado aconteceu pela implementação de políticas governamentais para modernização da agricultura e descentralização regional, com base em programas de desenvolvimento regional e setorial, além de incentivos fiscais, com o intuito de atrair capital para regiões menos desenvolvidas, promovendo, assim, maior equilíbrio da atividade econômica no estado (Rocha et al., 2014).

Apesar de os processos de urbanização e expansão agrícola trazerem vários benefícios à sociedade, eles também estão associados a impactos ambientais, que vêm se tornando cada dia mais evidentes. Entre os problemas causados pelo crescimento desordenado e desenfreado dos grandes centros urbanos, podem ser citados: o excesso de lixo produzido; a falta de áreas verdes; o aumento da temperatura local; a poluição do ar; a impermeabilização do solo; o surgimento de enchentes; e a poluição das águas (Silva et al., 2014). Já a expansão agrícola pode provocar desmatamento, contaminação do solo, da água e do ar por defensivos agrícolas e a extinção de animais silvestres, entre outros problemas. Estas são questões que não podem nem devem ser

negligenciadas, pois a melhora ambiental proporciona melhora significativa na qualidade de vida para os habitantes desses locais.

1.2- Caracterização da bacia do rio São Tomás

O Estado de Goiás tem 340.117 km², estando completamente situado no Cerrado, o que representa cerca de 20% dos estimados 2.000.000 km² deste importante bioma. Os terrenos Arqueanos, que sustentam o bioma Cerrado, localizados em território goiano, têm cerca de 20.000 km² de extensão. Abrangem a área entre o “Maciço de Goiás”, recobrimdo a faixa entre 16° e 14° de latitude sul e 49° e 51° de longitude oeste, com início no município de Mossâmedes, ao sul, e se estendendo até o município de Santa Terezinha de Goiás, ao norte. Os terrenos Arqueanos são constituídos de aproximadamente 80% de complexos granito-gnáissicos e 20% de greenstone belts, cinturão de rochas verdes (Teixeira, 1981; Montalvão, 1985; Resende et al., 1998; Jost et al., 2005).

O “maciço de Goiás” tem alta geodiversidade em função de sua história geológica, apresentando características morfológicas e pedológicas e uma estruturação tectônica e hidrológica peculiares. Dessa forma, o maciço tem alto potencial mineral (Tomazzoli, 1985; Fortes, 1995; Resende et al., 1998), oriundo, principalmente, das rochas supracrustais. Estas rochas auxiliaram no desenvolvimento regional desde o início da história da ocupação do Cerrado, se apresentando como principal atrativo da mineração, que teve seu início com a descoberta do minério de ouro no século XVIII (Estevam, 1998).

A alta geodiversidade citada acima e a composição topográfica do Estado de Goiás têm influência direta nas distribuições das temperaturas e precipitações médias mensais, perceptíveis pela observação de maiores índices pluviométricos e menores temperaturas nas regiões de maiores altitudes, localizadas no leste do estado. Já nas áreas rebaixadas próximas ao planalto ou nas áreas situadas ao longo dos vales dos Rios Araguaia, Vermelho, Paranã e Paranaíba, são observados menores índices de pluviosidade e maiores temperaturas (Campos, 2001; Pereira et al., 2008).

Os índices de pluviosidades no Estado de Goiás apresentam grande variação, com precipitações médias entre 1mm (período seco) e 450 mm (período chuvoso). Os fatores de pluviosidade e temperatura interferem indiretamente na quantidade, fluxo e

vazão da água dos rios da região, além de interferir nas suas características físico-químicas (Vieira et al., 2014).

O Rio São Tomaz, rio em estudo no presente trabalho, está localizado na cidade de Rio Verde, Goiás. Rio Verde tem área territorial de 8.379.659 km² e 176.424 habitantes e se localiza sob as coordenadas 17° 47'52'' e 50°55'40'', com altitude em torno de 748 metros acima do nível do mar, estando distante 230 km da capital do estado (IBGE, 2010).

O Rio São Tomás tem suas nascentes numa altura aproximada de 800 metros, é formado pelo Ribeirão da Abóbora e pelo Ribeirão do Meio, na elevação aproximada de 650 metros. A partir deste encontro, o comprimento do trecho é de aproximadamente 70 km, atingindo a foz com o Rio Verde ou Verdão na elevação aproximada de 460 metros, com um desnível natural total de cerca de 340 metros. Em todo o seu curso, o Rio São Tomás recebe o auxílio de diversos afluentes, destacando-se como principais o Rio do Peixe, pela margem direita, cuja foz se situa na elevação aproximada de 600 metros, e o Ribeirão do Douradinho, pela margem esquerda, cuja foz se encontra na elevação aproximada de 530 metros (Pimenta et al., 2009).

Segundo a classificação de Koeppen, a região tem clima tipo Aw tropical úmido, caracterizado por duas estações bem definidas: uma seca, que corresponde ao outono e inverno, e a outra úmida, com chuvas torrenciais, correspondendo ao período de primavera e verão. A disposição pluviométrica apresenta padrão típico da região centro-oeste do Brasil e do domínio morfoclimático dos Cerrados, com precipitação média anual na ordem de 1.300 mm, concentrando-se principalmente nos meses de dezembro a março. Nos meses de junho e julho, as precipitações são praticamente nulas (Pimenta et al., 2009).

Na estação climatológica de Rio Verde, a temperatura média anual é de 22,5°C, apresentando pequena variação sazonal com os maiores valores em outubro, 23,8°C, e os menores em junho e julho, 20,3°C e 20°C, respectivamente.



Figura 2- Nascente do Rio São Tomás.

1.3- Análises Físico-Químicas e Microbiológicas

Deve-se ter um cuidado especial com a contaminação de ambientes aquáticos, principalmente quando a água é usada para consumo humano. No Brasil, a portaria CONAMA nº 020, de 18/06/86, estabeleceu os primeiros limites máximos de contaminantes em águas (Dores & Freire, 2001), tendo sido substituída pela Resolução CONAMA nº 357, de 18/03/2005 (CONAMA 2005), que passou a vigorar com novos limites para tais contaminantes. Além disso, o Ministério da Saúde também estabelece limites e padrões de potabilidade em água destinada ao abastecimento de populações humanas, através da portaria nº 2.914 de 12/12/2011, que se baseia nas leis 6.437, de 20/08/1977, e 8.080, de 19/11/1990.

O monitoramento ambiental é uma das ferramentas mais eficientes para avaliar a qualidade das águas superficiais, uma vez que, pelo monitoramento contínuo, é possível detectar alterações logo que acontecem. As análises comumente usadas para avaliar a qualidade das águas superficiais são de parâmetros físico-químicos, que podem ser utilizados como indicadores de poluição e contaminação ambiental.

Dentro dos parâmetros físico-químicos avaliados, são normalmente feitas as análises de potencial hidrogeniônico (pH), turbidez (TUR), temperatura (T),

condutividade (CE), oxigênio dissolvido (OD), demanda química de oxigênio (DQO), sólidos totais dissolvidos (STD), fósforo (PO_4^{3-}), entre outras.

O pH representa a concentração de íons hidrogênio (H^+), dando uma sugestão das condições de acidez, neutralidade e basicidade da água. Trata-se de um parâmetro de caráter importante e deve ser acompanhado para otimizar os processos de tratamento (Botelho, 2004). Nas estações de tratamento de águas, são várias as unidades cujo controle envolve as medidas de pH. O pH é considerado padrão de potabilidade, e as águas destinadas ao abastecimento público devem apresentar valores entre 6,0 e 9,5, de acordo com a Portaria 518 do Ministério da Saúde (Pupile 2010). Este é um dos parâmetros mais importantes no monitoramento de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos, pois acidez elevada pode ser indicativo de contaminações (Botelho, 2004).

A turbidez ocorre pela presença de partículas suspensas na água, que apresentam tamanhos variados, dependendo do seu grau de turbulência. A presença dessas partículas afeta a dispersão e a absorção da luz, o que provoca uma aparência turva, indesejável, que pode ser potencialmente perigosa (Richtter & Azevedo Netto, 2002). Entre as principais causas de elevada turbidez nas águas, é possível citar a contaminação por esgotos sanitários e efluentes industriais (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2010).

A temperatura é fator relevante de avaliação da qualidade das águas, pois afeta outros parâmetros físico-químicos, como, por exemplo, a quantidade de oxigênio na água e a condutividade elétrica.

A condutividade elétrica é um parâmetro que avalia a presença de sais dissolvidos na água e a capacidade de condução de corrente elétrica (Silveira, 2007).

A análise de oxigênio dissolvido indica o grau de arejamento da água, sendo um excelente indicativo da sua qualidade. A presença de oxigênio dissolvido é de vital importância para manutenção da vida dos seres aquáticos (Sperling, 1996).

Já a demanda química de oxigênio expressa a quantidade de O_2 necessária para a oxidação da matéria orgânica através de um agente químico (Silveira, 2007), sendo um bom indicativo para contaminações causadas por despejos de origem industrial (CETESB, 2005).

A análise de sólidos totais dissolvidos indica a quantidade de substâncias dissolvidas na água, estando diretamente relacionada com as medidas de turbidez. Quando este parâmetro está elevado, pode causar diversos danos à vida aquática (Silveira, 2007).

O fósforo total é um parâmetro muito utilizado como indicador de poluição da água, já que sua ocorrência antrópica está relacionada ao uso de fertilizantes, despejos domésticos e industriais, detergentes e excrementos animais. O fósforo, quando em excesso nos cursos d'água, pode causar sua eutrofização (CETESB, 1997).

Além dos parâmetros físico-químicos, ainda se faz necessária a avaliação de parâmetros biológicos para garantir a qualidade da água. As análises microbiológicas mais utilizadas avaliam a presença de coliformes totais e termotolerantes, cujas principais espécies, segundo Satto (2008), pertencem aos gêneros *Escherichia*, *Aerobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiela*.

A incidência de doenças relacionadas à contaminação por microorganismos de origem fecal, principalmente em crianças, reflete as precárias condições de saneamento básico e higiene a que elas estão expostas, podendo agravar muito seu estado nutricional (Zulpo et al., 2006).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMANAQUE BRASIL SOCIOAMBIENTAL. Legislação Brasileira. <https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/publicacoes/10297.pdf>. Acesso, 10 de fevereiro de 2015.

ALMEIDA, L. M. ALVES; RIGOLIN, T. B. Geografia. *São Paulo: Ática*, 2002.

BORRAS, S. M.; FRANCO, J.; KAY, C. e SPOOR, M. Land grabbing in Latin America and the Caribbean viewed from broader international perspectives. Santiago, Escritório Regional da FAO, versão de 14 de novembro, 2011.

BOTELHO, H. P. Reuso da água. *Apostila. Sanetec*. Belo Horizonte, 2004.

BRAGA B, HESPANHOL I, CONEJO J.G.L., MIERZWA J.C., BARROS M.T.L., SPENCER M, PORTO M, NUCCI N, JULIANO N, ELIGER S. Introdução a Engenharia Ambiental. *Editora Prentice-Hall*. 2012.

BRASIL. Resolução n. 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 17 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 efluente. *Diário Oficial da União* 53: 58-63.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário 2006. Rio de Janeiro, disponível no site <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

CAMPOS, A. Análise do Comportamento Espacial e Temporal das Temperaturas e Pluviosidades no Estado de Goiás. Goiânia, 2001.

COMPANHIA ESTADUAL DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL-CETESB. Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais. São Paulo; p. 152-4.1997.

COMPANHIA ESTADUAL DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL-CETESB. Variáveis de qualidade das águas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>. Acesso em: 15 fev. 2005.

COMPANHIA SANEAMENTO BÁSICO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. Qualidade da água. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/Calandraweb/CalandraRedirect/?Proj=sabesp&Pub=T&Temp=0>. Acesso em: 15 fev. 2010.

DORES, E.F.G.C, FREIRE, E.M.L. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: Águas usadas para consumo humano em primavera do leste, Mato Grosso – Análise Preliminar. *ArtigoQuim. Nova*, Vol. 24, N°. 1, 27-36, 2001.

ESTEVAM, L. O tempo da transformação – estrutura e dinâmica da formação econômica de Goiás. Goiânia: ed. do autor, 1998.

FERNANDES, B. M. Estrangeirização de terras na nova conjuntura da questão agrária. Conflitos no campo Brasil 2010. Goiânia, Comissão Pastoral da Terra, p. 76-81, 2011.
FRACETO L.F, ROSA A.H, CARLOS V.M. Meio ambiente e sustentabilidade. *Editora Bookman*. 2012.

FORTES, P.T.F.O. Metalogenia dos Depósitos Auríferos Mina III, Mina Nova e Mina Inglesa, Greenstone Belt de Crixás, Goiás. 1995. Tese (Doutorado em Geociências). *Instituto de Geociências, Universidade de Brasília*.p.207.1995

HECHT, S. B. Soybeans, development and conservation on the Amazon frontier. Development and Change, *Institute of Social Studies*, v. 36, n. 2, p. 375-404, 2005.

IBGE. Censo demográfico de 2010. *Acesso 11/01/2016*.

IBGE. Censo demográfico de 2012. *Acesso 11/01/2016*.

IMB/SEGPLAN - Instituto Mauro Borges de Estudos Socioeconômicos/Secretaria de Gestão e Planejamento do Estado de Goiás: Estado de Goiás: Características Socioeconômicas e Tendências Recentes. *Estudos do IMB*. Maio de 2013.

JOST, H.; FUCK, R.A; DANTAS, E.L.;RANCAN, C.C.; REZENDE, D.B.; SANTOS, E.; PORTELA, J.F.; MATTOS, L.; CHIARINI, M. F.N.; OLIVEIRA, R.C.; SILVA, S.E. Geologia e geocronologia do complexo Uvá, bloco Arqueano de Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 35, p.01-20, 2005.

MARTINS, A. O planeta está sedento. *Folha Universal*, 16 de novembro, de 2003.

MARTINS, M,H,P. Qualidade da água e preservação do manancial córrego Barreirinho no município de Mozarlândia – Goiás. *Monografia apresentada a Universidade de Brasília (UNB)*. 2014.

MONTALVÃO, R.M.G.. Evolução Geotectônica dos Terrenos Granito- Greenstone de Crixás, Guarinos e Pilar-Hidrolina. 1985. Tese (Doutorado em Geociências), *Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo*, p.372.1958.

LEITE, S. P. e WESZ Jr., V. Modèle de développement et dynamiques foncières au Brésil: analyse de l'expansion de l'agribusiness du soja et ses effets sur le milieu rural. *Montpellier: CIRAD*, 2010.

LEITE, S. P.; HEREDIA, B.; MEDEIROS, L.; PALMEIRA, M. e CINTRÃO, R. Impactos dos assentamentos: um estudo sobre o meio rural brasileiro. *São Paulo: Ed. UNESP*, 2004.

PEREIRA, R. C. G., LEAL, L. S. M E DA PAZ, R. L. F. Análise da estação chuvosa no período de 1999 a 2008 no estado de goiás. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. *Anais*. São Paulo, 2008.

PIMENTA, S.M., PENÃ, A.P., GOMES, P.S. Aplicação de métodos físicos, químicos e biológicos na avaliação da qualidade das águas em áreas de aproveitamento hidroelétrico da Bacia do Rio São Tomás, município de Rio Verde – Goiás. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, 21 (3): 393-412, dez. 2009.

RESENDE, M. G.; JOST, H; ORBORNE, G.A; MOL, A.G. Stratigraphy of the Goiás and Faina Greenstone belts, Central Brazil: A New Proposal. *Revista Brasileira de Geociências*, 28(1):77-94, março de 1998.

RICHTER, C. A., NETTO J. M. A. Tratamento de água: tecnologia atualizada. *São Paulo: Edgard Blucher*, p.332.2002.

ROCHA, M.D., MACIEL.D.P., LIMA, D.A.L.L. II PND, O Polocentro e o desenvolvimento do Estado de Goiás. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações*, v. 12, n. 1, p. 682-692, jan./jul. 2014.

SAMPAIO, P. A. et al. Proposta do Plano Nacional da Reforma Agrária, Brasília, *MDA/INCRA*, outubro de 2003.

SATO, M.I.Z., et al. Monitoramento de Escherichia coli e coliformes termotolerantes em pontos da rede de avaliação da qualidade de águas interiores do Estado de São Paulo. *Relatório técnico da CETESB- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL*. São Paulo. 2008.

SAUER,S., LEITE.S.P. Expansão Agrícola, Preços e Apropriação de Terra Por Estrangeiros no Brasil. *RESR*, Piracicaba-SP, Vol. 50, N° 3, p. 503-524, Jul/Set – Impressa em Setembro de 2012.

SILVA, L. M.; SOUZA, E. H., ARREBOLA, T. M.; JESUS, G. A. Ocorrência de um surto de hepatite A em três bairros do município de Vitória (ES) e sua relação com a

qualidade da água de consumo humano. *Ciênc. Saúde Coletiva*, v.14, n.6, p.2163-2167, 2009.

SILVEIRA, T. Análise físico-química da água da Bacia do Rio Cabelo –João Pessoa – PB. II *Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica João Pessoa - PB* – 2007.

SPERLING, M. V. – Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 1 ed. Belo Horizonte: *Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental*; UFMG; p.452.1996.

TEIXEIRA, A. S. Geologia da região de Goiás-Faina: Simpósio de Geologia Centro-Oeste, *Anais.*, Goiânia, p. 344-360, 1981.

TOMAZZOLI, E.R. Geologia, Petrologia, Deformação e Potencial Aurífero do Greenstone Belt of the Goiás (GO). Brasil ia. 206 p., (*Dissertação de Mestrado, IG/UnB*).1985.

TUNDISINI,J.G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos avançados* 22 (63), 2008.

VIEIRA,P.A.,FERREIRA, N.C.,FERREIRA.L.G. Análise da vulnerabilidade natural da paisagem em relação aos diferentes níveis de ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, Estado de Goiás. *Soc. & Nat.*, Uberlândia, 26 (2): 385-400, mai/ago/2014.

ZULPO, D. L., PERETTI, J., ONO, L. M., GARCIA, J. L. Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.27, n.1, p. 107-110, 2006.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi promover o monitoramento ambiental e avaliar a qualidade da água da bacia hidrográfica do Rio São Tomás no município de Rio Verde - GO.

Objetivo Específico

- Fazer análises de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos das amostras de água coletadas.

CAPÍTULO I

ARTIGO CIENTÍFICO

(Normas segundo a Revista Pesquisa Agropecuária Tropical)

Avaliação da qualidade da água da Bacia Hidrográfica do rio São Tomás localizado no município de Rio Verde – Goiás

Resumo: A qualidade da água para o consumo humano deve ser considerada fator essencial para o desenvolvimento de ações dos Serviços de Abastecimento de Água, quer públicos ou privados, de maneira que a água distribuída tenha todas as características de potabilidade exigidas pelo CONAMA. Dessa forma é fundamental que os recursos hídricos apresentem condições físico-químicas e microbiológicas adequadas para que a água possa ser utilizada pelos seres vivos, devendo conter substâncias essenciais à vida e estar isenta de substâncias que possam produzir efeitos prejudiciais aos organismos. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo monitorar o Rio São Tomás por um período de sete meses (janeiro a julho de 2015), em cinco pontos de coleta ao longo de seu curso, para avaliar a qualidade da água. Os parâmetros analisados foram: condutividade elétrica, turbidez, pH, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos, fósforo total, temperatura, demanda química de oxigênio, coliformes totais e *Escherichia coli*. Todas as análises seguiram o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (USA)*. A maior parte dos parâmetros analisados apresentou valores condizentes com os permitidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, com exceção do fósforo total, que ultrapassou os limites estabelecidos pela legislação em alguns pontos de coleta. Dessa forma, foi possível concluir que o corpo d'água em questão sofre impactos ambientais principalmente relacionados a atividades agrícolas da região, sendo necessários mais estudos, tanto de monitoramento, quanto direcionados à identificação e quantificação de agroquímicos na água, para uma caracterização mais precisa da qualidade da água deste afluente.

PALAVRAS-CHAVE: análises físico-químicas, monitoramento, análises microbiológicas.

Water quality in São Tomás river watershed in the Rio Verde - Goiás municipality

The human consumption water quality should be considered as an essential factor for water supply services, public or private, actions development, in ways that the distributed water has all potability characteristics required by CONAMA. Thereby it is essential that water resources presents appropriate physical, chemical and microbiological conditions to the water can be used by living things, must contain essential substances to life and be free from substances that can produce detrimental effects on organisms. In this context, this study aimed to monitor the SãoTomás river, along seven months (January to July 2015) in five collection points in its course, to assess water quality. The analyzed parameters were: electric conductivity, turbidity, pH, dissolved oxygen, total dissolved solids, total phosphorus, temperature, chemical oxygen demand, total coliforms and *Escherichia coli*, and all analyzis followed the *Standard Methods for the Examination of Water and wastewater (USA)*. Most analyzed parameters showed values consistent allowed to CONAMA 357/2005 Resolution, with total phosphorus exception, which exceed the law established limits in some collection points. Thus, it is possible to conclude that the water body in question suffers environmental impacts mainly from regional agricultural activities and further research are necessary, to monitor, identify and quantify water pesticides, for a more accurate characterization water quality in this affluent.

KEY-WORDS: physical-chemical analyzes, monitoring, microbiological analysis

1-INTRODUÇÃO

A qualidade da água para o consumo humano é o principal fator para o desenvolvimento de ações dos Serviços de Abastecimento de Água, quer públicos ou privados, de maneira que a água distribuída tenha todas as características determinadas pelas legislações vigentes.

Dessa forma, torna-se fundamental que os recursos hídricos apresentem condições físico-químicas adequadas para a utilização dos seres vivos, devendo conter substâncias essenciais à vida e estar isentos de outras substâncias que possam produzir efeitos prejudiciais aos organismos (Braga, 2003).

Com o crescimento populacional e o constante desenvolvimento socioeconômico, observa-se aumento da demanda por água. Além da grande quantidade de água requerida pela população em geral, também se faz necessário considerar que a água deve ter qualidade mínima para que não traga riscos à saúde e ao desenvolvimento das comunidades (Bueno et al., 2005).

Nas últimas décadas, as ações antrópicas têm ocasionado diminuição significativa, tanto quantitativa quanto qualitativa, das águas superficiais. Este fato pode ser atribuído às atividades desenvolvidas nas bacias hidrográficas, considerando principalmente as práticas agrícolas, que estão diretamente ligadas ao desequilíbrio já constatado nesses ambientes. Dessa forma, o desenvolvimento de ações capazes de preservar e manter a qualidade da água é indispensável, uma vez que sua ingestão poderá afetar diretamente o bem-estar de toda a população (Gradelha, 2006).

Neste contexto, deve-se prezar pela manutenção da qualidade das águas superficiais. Para tanto, é imprescindível o desenvolvimento de atividades com a finalidade de monitoramento e análise da sua qualidade.

No Brasil, o órgão responsável por estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos, é o CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA).

Entre suas atribuições, o CONAMA deve deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida. Isto é feito através da instituição de resoluções, proposições, recomendações e moções, visando ao cumprimento dos objetivos da Política Nacional de Meio Ambiente.

Entre as resoluções do CONAMA, a Resolução número 357, de 17 de março de 2005 (Brasil, 2008), dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Nesta resolução, são estabelecidos os parâmetros de qualidade de água que devem ser atendidos para o enquadramento de cada corpo d'água, segundo a qualidade requerida para seus usos preponderantes.

Entre os parâmetros físico-químicos considerados na resolução CONAMA 357/2005 (Brasil, 2008), pode ser destacados o potencial hidrogênionico (pH), a turbidez (TUR), a temperatura (T), o Oxigênio Dissolvido (OD), a Demanda Química de Oxigênio (DQO), os Sólidos Totais Dissolvidos (STD) e o fósforo total (PO_4^{3-}). Esses parâmetros são de grande importância, pois através deles é possível obter um indicativo do grau de comprometimento da qualidade da água em questão.

Além dos parâmetros físico-químicos, ainda se faz necessária a avaliação de parâmetros biológicos para garantir a qualidade da água. Os indicadores mais utilizados para avaliar a contaminação microbiológica da água são as análises, que determinam a

presença de coliformes totais e termotolerantes. A observação da presença de coliformes na água pode ser indício da existência de microrganismos patogênicos, passíveis de causar prejuízos à saúde. No grupo dos coliformes fecais, a bactéria mais estudada é a *Escherichia coli*, que tem seu habitat quase que exclusivamente limitado ao trato intestinal de seres humanos e animais de sangue quente (Sato, 2008), o que faz com que sua presença seja indicador de contaminação fecal (Pupile, 2010)

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água do Rio São Tomás, localizado no município de Rio Verde – GO, considerando parâmetros de análises físico-químicos e microbiológicos.

2-MATERIAL E MÉTODOS

O rio avaliado neste trabalho foi o Rio São Tomás, que tem suas nascentes com elevação aproximada de 800 metros e é formado pelo Ribeirão da Abóbora e pelo Ribeirão do Meio, na elevação aproximada de 650 metros. A partir desta confluência, o comprimento do trecho do rio é de aproximadamente de 70 km, atingindo a foz com o Rio Verde na elevação aproximada de 460 metros, apresentando um desnível natural total de cerca de 340 metros (Pimenta et al., 2009).

Em todo o seu curso, o Rio São Tomás recebe a contribuição de diversos afluentes, destacando-se como principais o Rio do Peixe, pela margem direita, cuja foz está na elevação aproximada de 600 metros, e o Ribeirão do Douradinho, pela margem esquerda, cuja foz está na elevação aproximada de 530 metros (Pimenta et al., 2009).

Para a avaliação da qualidade da água, foram definidos cinco pontos de coleta e amostragem ao longo do Rio São Tomás, seguindo as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT 2014), que trata do planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Os pontos de coleta são apresentados na Figura 1 e foram definidos em função das seguintes características:

- Ponto 1: deságue da maioria das nascentes (P1);
- Ponto 2: localizado próximo à GO-174, é o ponto mais próximo do município de Rio Verde-GO (P2);
- Ponto 3: localizado após o perímetro urbano de Rio Verde na rodovia Sul Goiana (P3);

- Ponto 4: localizado próximo à BR-452, entre os municípios de Rio Verde-GO e Santa Helena de Goiás-GO, e anterior ao ponto de captação de água para abastecimento da cidade de Santa Helena de Goiás-GO (P4); e
- Ponto 5: localizado após a cidade de Santa Helena de Goiás – GO (P5).

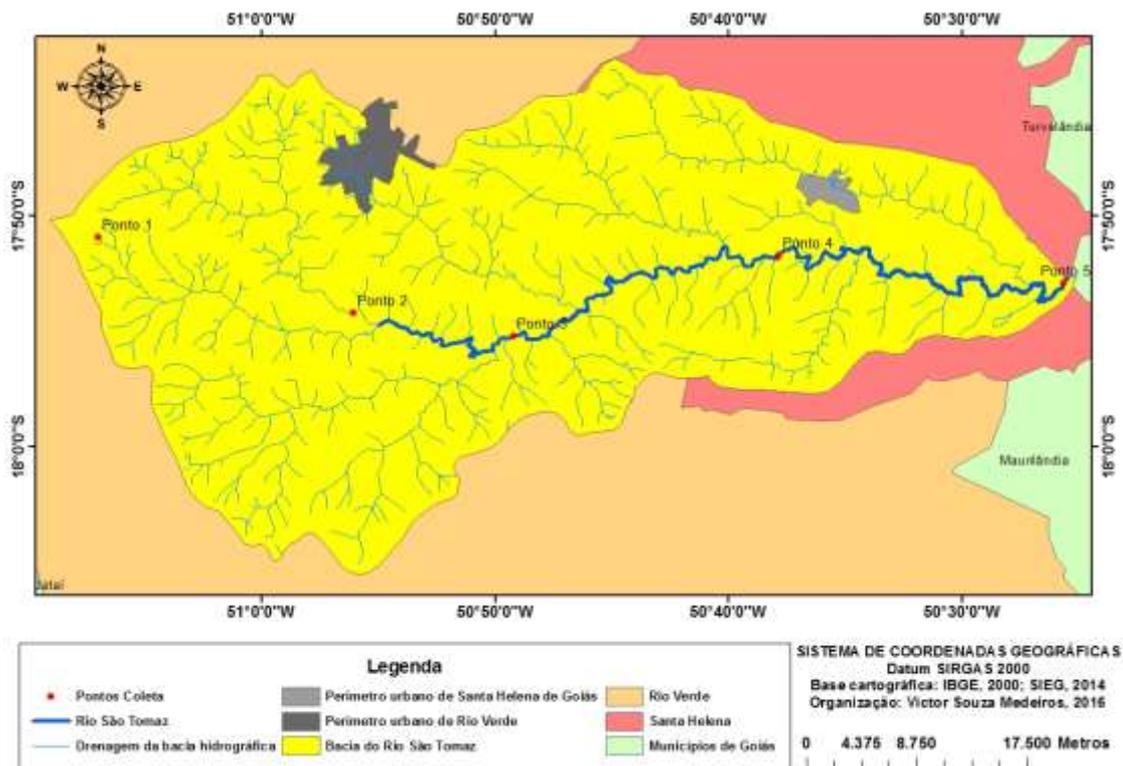


Figura 1. Mapa da localização dos pontos de coletas de amostras de água ao longo do rio São Tomás

Os pontos de coletas foram georreferenciados com o uso de GPS (Global Position System), e a área de estudo, mapeada aplicando o programa SIEG, utilizando a base cartográfica do IBGE (2000).

As amostras de água foram coletadas e armazenadas de acordo com a NBR 9898/1987 (ABNT 1987), que dispõe sobre preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores, e o Guia de Coleta e Preservação de Amostra da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB 2005), considerando as seguintes informações: classe da amostra; tipo do recipiente utilizado para conter a amostra coletada; quantidade de amostras; preservação e cuidados necessários para garantir a estabilidade dos constituintes da amostra; armazenamento; procedimento a ser seguido para garantir a validade da amostra até o momento do ensaio; prazo de validade e o tempo máximo de estocagem permitido para a realização do ensaio a partir do momento da coleta; entre outras.

As coletas de amostras de água do Rio São Tomás foram feitas ao longo de quatro meses chuvosos (janeiro, fevereiro, março e abril) e três meses secos (maio, junho e julho), com periodicidade mensal, nos cinco pontos demarcados.

Para as coletas, foram utilizados frascos de vidro âmbar de 1L, previamente higienizados e esterilizados em autoclave, posteriormente armazenados em caixas de isopor.

A coleta foi feita com o auxílio de um balde inox, que foi ambientado com a água do rio e, após a transferência da amostra para o frasco de vidro, foi lavado com água destilada para não haver influência nas análises dos diferentes pontos de coleta.

A coleta foi feita em três localidades para cada ponto, sendo considerados dois pontos nas margens e um no centro do rio para a obtenção de uma amostra homogênea de cada ponto de coleta. Em seguida, os frascos contendo as amostras foram armazenados em caixa de isopor com gelo para transporte até o local de análises.

Os parâmetros físico-químicos analisados foram: temperatura, potencial hidrogeniônico, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica, turbidez, demanda química de oxigênio e fósforo total.

Foram feitas medidas em campo dos parâmetros temperatura e oxigênio dissolvido, utilizando um medidor portátil de oxigênio, modelo 55, marca YSI, e de condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos, através de um condutivímetro portátil, Marca CON500, modelo Session 5.

Os demais parâmetros foram analisados no Laboratório de Águas e Efluentes do Instituto Federal Goiano-Campus Rio Verde-GO, onde foram utilizados um turbidímetro portátil Hach, modelo 2100 P, para análise da turbidez; um pHmetro, modelo pH10, para análise do pH; e o reagente 24158-25 para análise da demanda química de oxigênio, tendo sido feita a aplicação do reagente TNTplus 843 para análise de fósforo total.

As análises foram feitas em três repetições para cada parâmetro após a homogeneização das amostras de água coletadas.

Os resultados para as análises de DQO e Fósforo foram obtidos, utilizando um espectrofotômetro UV Hatch, modelo DR 5000, e antes as amostras foram previamente digeridas em um Reator Hatch, modelo DRB200.

Todas as análises foram feitas seguindo os procedimentos descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (USA)*,

(AWWA, APHA and WEF 2014). O tratamento estatístico foi o teste de Tukey a 5% de probabilidade, e o programa utilizado foi o R.

As análises microbiológicas foram feitas de abril a julho. Para tanto, foi utilizada a metodologia de petrifilme com o sistema NKS, que permite a filtração da amostra através de uma membrana, a qual é colocada em contato com o meio de cultura na placa de Petri e levada para estufa em temperatura constante de 37° C por 24 horas. Após 24 horas, as placas são retiradas da estufa e é feita a contagem das colônias.

As análises microbiológicas foram feitas com três repetições e através delas foi possível identificar as classes de coliformes totais e coliformes termotolerantes.

3-RESULTADOS E DISCUSSÃO

O parâmetro da condutividade elétrica é uma medida da capacidade de transferir corrente elétrica e é proporcional à concentração de íons dissociados em um sistema aquoso. Esse parâmetro não discrimina quais são os íons específicos presentes na água, mas é um indicador importante de possíveis fontes poluidoras. Os despejos feitos por essas fontes, provenientes em sua maioria de residências, são compostos basicamente de urina, fezes, restos de alimentos, sabão, detergentes e águas de lavagem, contendo alta quantidade de matéria orgânica, contribuindo para o aumento de espécies iônicas como cálcio, magnésio, potássio, sódio, fosfatos, carbonatos, sulfatos, cloretos, nitratos, nitritos e amônia, entre outras (Guimarães e Nour, 2001).

A Tabela 1 apresenta os valores da condutividade elétrica obtidos para os cinco pontos analisados ao longo do Rio São Tomás, entre os meses de janeiro e julho de 2015.

Tabela 1: Valores de condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) obtidos nos cinco pontos de coleta ao longo do Rio São Tomás entre os meses de janeiro e julho de 2015.

Pontos	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho
1	6.08 bc E	6.18 bc E	7.29 ab D	6.17bc D	7.75 a E	6.02 c D	6.93abc E
2	73.2b A	62.7c A	36.83d A	35.43e B	79.33a A	35.5e B	79.03a A
3	39.46a C	36.66b C	32.63c C	30.3d C	40a C	31.33d C	40.16a C
4	32.13c D	31.06c D	34.93b B	37.2a A	37a D	37.73a A	37.2a D
5	44.26b B	41.5c B	36.83d A	35.6e B	46.2a B	35.63de B	46.36a B

Letras minúsculas para meses e maiúsculas para pontos.

A Tabela 1 apresenta os valores de condutividade entre 6,02 e 79,33 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$: os menores valores foram observados no ponto 1 e os maiores valores, no ponto 2. Este resultado se apresenta coerente pelo fato de o ponto 1 estar situado em

uma das nascentes principais do rio e o ponto 2, mais próximo do município de Rio Verde.

Analisando os valores de condutividade para cada ponto de coleta, observa-se que ocorre uma variação muito pequena da condutividade nos meses analisados para a maior parte dos pontos, com exceção do ponto 2, que apresenta grande oscilação dos valores de condutividade, dependendo do mês de análise. Neste ponto, foram observados os maiores valores de condutividade nos meses de janeiro, maio e julho, e isto deve estar relacionado ao despejo de esgoto clandestino pela proximidade do ponto de coleta com a região urbana e com granjas de suínos.

Segundo o Ministério da Saúde, nas águas superficiais e naturais, são encontrados teores de condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, e em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais, os valores podem chegar até 1.000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Brasil, 2006).

Dessa forma, os resultados encontrados para a condutividade elétrica no Rio São Tomás não indicam alto grau de poluição, pois na nascente (ponto 1) foram encontrados valores de condutividade muito baixos, o que indica baixa quantidade de íons e alta pureza da água.

A quantidade de Oxigênio Dissolvido indica o grau de arejamento da água, sendo um excelente indicativo da sua qualidade. A presença de oxigênio dissolvido é de vital importância para os seres aquáticos aeróbios, estando diretamente relacionado com os processos de fotossíntese e respiração e/ou decomposição (Esteves, 1998).

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise de oxigênio dissolvido na água coletada nos cinco pontos do Rio São Tomás entre os meses de janeiro e julho de 2015.

Tabela 2: Quantidade de oxigênio dissolvido (mg/L) nos cinco pontos ao longo do Rio São Tomás entre os meses de janeiro e julho de 2015.

Pontos	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho
1	3.83bcd B	3.90bcd B	3.95bc B	5.03a B	3.25d C	4.23b B	3.37cd C
2	7.19b A	6.82b A	7.25b A	8.16a A	6.65b B	8.16a A	6.71b B
3	7.22bc A	6.97c A	6.71c A	7.78ab A	8.13 a A	7.72ab A	8.13a A
4	7.62bc A	6.86d A	7.11cd A	7.99ab A	8.44a A	7.98ab A	8.43a A
5	7.53b A	7.07b A	7.25b A	7.58b A	8.50a A	7.55b A	8.47a A

Letras minúsculas para meses e maiúsculas para pontos.

A resolução Conama nº357, de 18 de março de 2005, classifica os corpos d'água em função de sua utilização e caracteriza águas de classe 2, podendo ser utilizadas para: (1) abastecimento doméstico após tratamento convencional; (2) irrigação, sem nenhuma restrição, exceto quando a cultura for de hortaliças, devendo, assim, passar por tratamento; (3) aquicultura e atividades de pesca; (4) recreação de

contato primário; e (5) proteção de comunidades aquáticas (CONAMA & Sperling, 2005).

O Rio São Tomás se enquadra na classe 2 de águas doces, e a referida resolução (CONAMA, 2005) determina que a quantidade mínima de oxigênio dissolvido para água doce classe 2 seja de 5 mg/L.

Considerando os valores obtidos de oxigênio dissolvido, Tabela 2, para os cinco pontos de coleta, foi possível observar que apenas o ponto 1 apresenta valores abaixo do estipulado pela legislação, com valor superior ao mínimo estabelecido apenas no mês de abril de 2015. Como já foi dito, o ponto 1 é uma das nascentes principais do rio e a vazão de água neste ponto é muito baixa, o que deve proporcionar menor oxigenação da água neste local.

Já nos demais pontos, foram observados valores maiores que o mínimo estabelecido, com os resultados de oxigênio dissolvido variando entre 6,65 e 8,50 mg/L. O maior valor de oxigênio dissolvido (8,50 mg/L) foi observado no ponto 5, local que apresenta o maior volume de água do percurso do rio.

Barcellos e colaboradores (2006) analisaram diversos parâmetros em águas superficiais dos Rios Água Limpa e Santa Cruz, localizados na área rural do município de Lavras-MG, e encontraram valores de oxigênio dissolvido entre 6,43 e 7,64 mg/L, resultados semelhantes ao obtidos neste trabalho. Além disso, os autores analisaram também as nascentes desses rios, que apresentaram valores menores de oxigênio dissolvido quando comparados com o percurso do rio, tendo estes valores variado entre 5,67 e 6,mg/L.

Outro parâmetro analisado foi o potencial hidrogeniônico. O pH expressa a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução e a concentração do íon hidrogênio (Sawyer et al., 1994).

A Tabela 3 apresenta os resultados de pH obtidos para os cinco pontos de coleta ao longo do Rio São Tomás, entre os meses de janeiro e julho de 2015.

Tabela 3: Potencial Hidrogeniônico (pH) em cinco pontos ao longo do Rio São Tomás obtido entre os meses de janeiro e julho de 2015.

Pontos	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho
1	5.12 bC	4.29 cBC	4.58 cC	6.46aD	6.34 aC	6.53 aD	6.18 aC
2	7.61bB	3.95 cC	6.69 bAB	7.86 aB	7.71 aB	7.83 aBC	7.67 aB
3	7.19 bAB	4.62 dCB	6.48 cB	7.43 bC	7.96 aB	7.43bC	7.94 aB
4	7.41 bAB	5.55 dA	6.95 cA	8.9 aA	8.72 aA	8.86 aA	8.92 aA
5	7.53 bA	5.76 dA	7.02 cA	8.2 aB	8.03 aB	8.2 aB	8.04 aB

Letras minúsculas para meses e maiúsculas para pontos.

Os valores de pH observados variaram entre 3,95 e 8,92, tendo os menores valores sido obtidos no ponto 1, na região da nascente.

No mês de fevereiro, a análise de pH apresentou os resultados mais baixos para todos os pontos avaliados, sendo importante destacar que neste mês é feito o plantio da safrinha na região. Dessa forma, os agroquímicos utilizados nas lavouras podem estar sendo carregados e/ou lixiviados, atingindo o rio, alterando seu pH.

Bueno e colaboradores (2005) afirmam que a alteração do pH em águas superficiais é governada por mudanças na concentração de íons H^+ , que seriam provenientes da dissociação do ácido carbônico, provocando, assim, queda nos valores de pH. O ácido carbônico nos corpos d'água pode resultar da introdução de gás carbônico pelas águas de chuva, do ar atmosférico, da matéria orgânica do solo e, principalmente, da matéria orgânica consumida e oxidada nas águas (Bueno, 2005).

É possível observar que, nos meses de janeiro, fevereiro e março, as análises de pH no ponto 1 apresentaram os menores valores, fato que deve estar relacionado ao grande volume de chuva na região, que provocou a introdução de gás carbônico na água; já nos meses seguintes, que apresentaram os menores índices pluviométricos, o pH da nascente aumentou, atingindo o limite mínimo estabelecido pela resolução CONAMA (2005), que estabelece para águas da Classe 2 pH na faixa de 6,0 a 9,0 (Brasil, 2008).

Para os demais pontos de coleta (2 a 5), também é possível observar aumento do valor do pH nos meses de menor volume de chuva (abril a julho).

É válido ressaltar que o consumo da água com pH muito baixo pode trazer danos à saúde. Segundo Santos e colaboradores (2015) e Marques (2011), o consumo de água com alterações de pH tem grande influência no metabolismo dos seres humanos, podendo causar problemas cardiovasculares (pH alcalino) e de proliferação de microrganismos patogênicos, distúrbios na tireoide e câncer (pH ácido).

A análise de sólidos totais dissolvidos determina a quantidade de sólidos na água, influenciando diretamente na turbidez observada.

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos para os sólidos totais dissolvidos, para os cinco pontos de coleta, entre os meses de janeiro e julho de 2015.

Tabela 4: Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L) em cinco pontos ao longo do Rio São Tomás entre os meses de janeiro e julho de 2015.

Pontos	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho
1	2.40 aE	2.10 aD	2.96 aC	2.43 aC	3.32 aD	2.36 aC	3.35 aD
2	34.53 bA	26.76 cA	17.1 dA	16.43 dA	37.6 aA	16.43 dA	37.7 aA
3	18.36 aC	17.46 aB	15.1 bB	14 bB	18.63 aC	14.03 bB	18.56 aC
4	14.83 bD	14.36 bC	16.13 abAB	17.3 aA	17.3 aC	17.4 aA	17.4 aC
5	20.66 abB	19.3 bB	17.1cA	16.5 cA	21.63 aB	16.64cA	21.6 aB

Letras minúsculas para meses e maiúsculas para pontos.

Na nascente do rio (ponto 1), foram observados os menores valores para a análise de sólidos totais dissolvidos (2,10 à 3,35 mg/L), o que já era esperado por motivo do menor volume e da menor agitação de água no local.

Nos demais pontos (2 a 5), foram observados valores de 14,0 a 37,7 mg/L, e estas análises mostraram não haver resultados em desacordo com a legislação (CONAMA 2005), visto que, segundo o CONAMA, a concentração de sólidos dissolvidos deve ser menor que 500 mg/L para abastecimento público (Brasil, 2008), não tendo sido observados valores superiores a 40 mg/L.

A quantidade de substâncias dissolvidas na água determina a quantidade de sólidos totais dissolvidos e, caso a concentração de sólidos dissolvidos seja superior a 2000 mg/L, a ingestão desta água pode ter efeitos laxativos para o ser humano (Santos, 2015).

Já para curso hídrico, os sólidos dissolvidos podem causar danos à vida aquática, sedimentar-se no leito dos rios, destruindo organismos fornecedores de alimentos, e ainda danificar os leitos de desova de peixes. Além disso, os sólidos podem promover a retenção de bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, causando decomposição anaeróbia.

A temperatura é um parâmetro que sofre variações em função do regime climático normal, e corpos d'água naturais apresentam variações sazonais, diurnas e de estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por diversos fatores, como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo, profundidade e uso do solo na região (CETESB, 2015)

Em razão desta grande possibilidade de variação, a legislação (CONAMA2005) não estabelece um valor ideal para a temperatura da água em corpos superficiais, entretanto, este parâmetro é de relevante significância no seu estudo por ser um condicionante para processos químicos, físicos, bioquímicos e biológicos que ocorrem em um sistema aquático, tais como o metabolismo dos organismos e a degradação da matéria orgânica.

A CETESB (1995) correlaciona o aumento da temperatura com diversos outros fatores como aumento da produção fitoplanctônica, aumento da absorção de nutrientes por organismos aquáticos, diminuição da solubilidade do oxigênio na água, aumento da solubilidade de vários compostos químicos, aumento do efeito deletério dos poluentes sobre a vida aquática, entre outros. Dessa forma, a temperatura desempenha um papel crucial no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas (viscosidade, tensão superficial, a condutividade térmica, pressão de vapor etc.).

A Tabela 5 apresenta os resultados de temperatura obtidos para os cinco pontos de coleta entre os meses de janeiro e julho de 2015.

Tabela 5: Temperatura (°C) obtida nos cinco pontos ao longo do Rio São Tomás entre os meses de janeiro e julho de 2015.

Pontos	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho
1	23.33bc C	24.26 aC	23.6 ab C	23.2bc C	22.86c BC	23.2bc C	23.5c BC
2	24.73 aB	23.6 bD	25.26 aA	23.5b C	23.36b AB	23.5b C	23.36b AB
3	24.5ab B	25.2aB	24.5 abB	24.36b B	22.43c C	24.37b B	22.44 c C
4	25.53B A	26.53 aA	25.5 bA	25.36b A	23.53c A	25.37b A	23.54c A
5	26.13 aA	26.23 aA	25.26 bA	25.16b A	23.53c A	25.17b A	23.54c A

Letras minúsculas para meses e maiúsculas para pontos.

Os valores de temperatura variaram entre 22,43 e 26,53 °C nos diferentes pontos analisados e no ponto 1 foram observados os menores valores pelo fato de este local apresentar uma mata ciliar mais preservada que os demais pontos de coleta. Entretanto, a variação de temperatura é muito baixa quando são comparados os diferentes pontos de coleta, e sua influência sobre os demais parâmetros será minimizada quando comparados os pontos de coleta entre si.

O parâmetro turbidez em uma amostra de água pode ser definido como o grau de atenuação da intensidade que um feixe luminoso sofre ao atravessá-la. Esta redução ocorre pela absorção e espalhamento, já que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca. Essa atenuação é provocada pela presença de sólidos em suspensão, que podem ser partículas inorgânicas (como areia, silte, argila) e detritos orgânicos (como algas e bactérias, plâncton etc.) (CETESB, 2015). Assim, a turbidez da água corresponde à alteração na penetração da luz, provocada por partículas em suspensão (Pinto, 2003).

Diversos fatores podem promover alteração na turbidez de águas superficiais, podendo, entre eles, ser citados: a erosão das margens dos rios em estações chuvosas, intensificada pelo mau uso do solo; o despejo de esgotos domésticos; e o despejo de efluentes industriais.

Alterações na turbidez podem influenciar no desenvolvimento de comunidades aquáticas, uma vez que podem promover redução da fotossíntese da vegetação, além de afetar os usos doméstico, industrial e recreacional da água (CETESB, 2014).

A Tabela 6 apresenta os resultados das análises de turbidez obtidos para os cinco pontos de coleta entre os meses de janeiro e julho de 2015.

Tabela 6: Turbidez (UNT) em cinco pontos ao longo do Rio São Tomás nos meses de janeiro á julho de 2015.

Pontos	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho
1	13c D	10.6c D	27.9 ^a E	22.5d D	21.13b C	22.6d D	22.46ab B
2	45.6 aC	19.9b C	52.06 aD	52.5c D	24.16b BC	53.7c D	54.5b B
3	55b AB	31.36d B	76.63 aC	44.5 ^a B	33.06d A	44.83c B	32.73d A
4	61b A	37.7C A	85.3 aB	37.23c C	27.84d AB	38.23c C	27.83d AB
5	52.33c B	43.2d A	103.9 aA	68.6b A	27.76e AB	66.63b A	27.43e AB

Letras minúsculas para meses e maiúsculas para pontos.

Na nascente do rio (ponto 1), foram observados os menores valores para a turbidez, que variaram de 10,6 a 27,9 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez). Esses valores estão em conformidade com os valores de sólidos totais dissolvidos, que também apresentaram valores menores nesse ponto, já que a presença de sólidos na água interfere diretamente na turbidez observada.

Para a maior parte dos pontos de coleta, é possível observar que os maiores valores de turbidez foram obtidos no mês de março, que apresentou o maior índice pluviométrico do período estudado (300 mm de chuva de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET 2015), com exceção do ponto 2, que apresentou a maior turbidez no mês de julho, entretanto, o valor observado no mês de março neste ponto também foi elevado.

Segundo a Resolução CONAMA nº357/2005 (CONAMA 2015), o limite estabelecido para turbidez em águas de Classe 2 é de até 100 UNT (Brasil, 2008). Considerando este limite, apenas o ponto 5, no mês de março, não apresentou valor de turbidez em conformidade com a legislação. Isto deve ter ocorrido devido ao fato de a mata ciliar neste ponto ser pouco preservada, com a cultura de cana-de-açúcar muito próxima ao leito do rio, e devido à erosão das margens deste rio causada pela grande quantidade de chuva.

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é o parâmetro que mede a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica através de um agente químico (CETESB 2005)

A DQO se baseia no fato de alguns compostos orgânicos reagirem com agentes oxidantes fortes em meio ácido, como, por exemplo, o $K_2Cr_2O_7$, dicromato de potássio, formando, como produtos da oxidação, dióxido de carbono e água (Silveira, 2007).

Valores elevados de DQO num corpo d'água são devidos principalmente a despejos de origem industrial (CETESB, 2014).

A Tabela 7 apresenta os valores obtidos para as análises de DQO para os cinco pontos de coleta analisados ao longo do Rio São Tomás entre os meses de janeiro e julho de 2015.

Tabela 7: Demanda Química de Oxigênio (DQO) em cinco pontos ao longo do Rio São Tomás entre os meses de janeiro e julho de 2015.

Pontos	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho
1	0.26 aA	0.23b A	0.24b A	0c B	0c B	0c A	0c C
2	0.26bc A	0.24c A	0.24c A	0d B	0.27b A	0d A	0.49 aA
3	0.25c A	0.24c A	0.243c A	0.37 aA	0d B	0d A	0.28b B
4	0.26 aA	0.24 aA	0.24 aA	0b B	0b B	0b A	0b C
5	0.25 aA	0.24 aA	0.24 aA	0b B	0b B	0b A	0b C

Letras minúsculas para meses e maiúsculas para pontos.

Segundo critérios adotados pela UNESCO (1992), valores de DQO entre 20 e 200 mg/L de O₂ indicam contaminação da água por compostos orgânicos, e altos valores de demanda química de oxigênio proporcionam proliferação de algas (Tundisi, 2008) e aumentam a disponibilidade de elementos tóxicos (Kubitza, 2003).

Os valores encontrados neste trabalho para todos os pontos analisados variam entre 0 e 0,49 mg/L, mostrando que a quantidade de matéria orgânica é baixa, e o corpo d'água em questão não foi impactado por despejos industriais.

Os resultados das análises de fósforo total são utilizados como indicadores de poluição das águas, pois sua ocorrência antrópica pode advir do uso de fertilizantes, despejos domésticos e industriais, detergentes e excrementos animais, e na natureza são provenientes da dissolução dos solos e decomposição de matéria orgânica. Entretanto, sua ocorrência em águas naturais se deve principalmente às descargas de esgotos sanitários, apresentando como suas principais fontes a matéria orgânica fecal e os detergentes domésticos empregados em larga escala.

Alguns tipos específicos de indústrias (fertilizantes, pesticidas, químicas, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios) apresentam em seus efluentes quantidades altíssimas de fósforo. Além disso, a presença excessiva de fósforo em águas naturais também pode ser proveniente de águas drenadas de áreas agrícolas e urbanas (CETESB, 2014).

O fósforo pode ser encontrado em corpos d'água sob diferentes formas, como, por exemplo, ortofosfatos, polifosfatos e fósforo orgânico (CETESB, 2014), podendo promover aumento do crescimento de algas, causando eutrofização do curso d'água quando em excesso (Sperling, 2005). Alta quantidade de fósforo pode apresentar efeitos tóxicos em diversos organismos que habitam o ambiente aquático.

A Tabela 8 apresenta os resultados da análise de fósforo total na água coletada nos cinco pontos do Rio São Tomás entre os meses de janeiro e julho de 2015.

Tabela 8: Fósforo Total (mg/L) em cinco pontos ao longo do Rio São Tomás nos meses de janeiro a julho de 2015.

Pontos	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho
1	0.80 a B	0.65 aB	0.90 aAB	0b D	0b B	0b C	0b B
2	1.51 aA	0.99b B	0.69b B	0.94b C	0c B	0.95b B	0c B
3	0.90cd B	0.81d B	1.21bc A	1.53ab B	0e B	1.73 aA	0.71e B
4	0.96b B	0.85b B	1.03b AB	1.90 aA	0c B	1.96 aA	0c B
5	1.46 aA	1.53 aA	1.04b AB	0c D	1.52 aA	0c C	1.62 aA

Letras minúsculas para meses e maiúsculas para pontos.

Segundo a resolução CONAMA 357/2005, o fósforo total ideal em ambiente lótico (ambiente relativo a águas continentais moventes) não deve ultrapassar o limite de 0,1 mg/L.

Os resultados da análise de fósforo total variaram entre 0 e 1,96 mg/L e foi possível observar que a nascente (ponto 1) é o ponto menos impactado, apresentando valores acima do permitido apenas nos meses de maior intensidade de chuva (janeiro, fevereiro e março). Este impacto deve ter sido causado pelo uso de fertilizantes no preparo do solo para as culturas que milho e feijão, que estão nas proximidades do local da nascente e têm seu preparo iniciado no mês de janeiro.

Os demais pontos apresentaram grande variação nos resultados observados, fato que pode ter ocorrido tanto pela carreação de fertilizantes quanto pelo despejo de esgotos clandestinos.

Além dos parâmetros físico-químicos, ainda se faz necessária a avaliação de parâmetros biológicos para garantir a qualidade da água.

Os indicadores mais utilizados para avaliar a contaminação microbiológica da água são as análises, pois determinam a presença de coliformes totais e termotolerantes. A observação da presença de coliformes na água pode ser indício da existência de microrganismos patogênicos, passíveis de causar prejuízos à saúde.

Os coliformes totais são definidos como bacilos gram negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase negativos, capazes de se desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos e que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ entre 24 e 48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β - galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora haja vários outros gêneros e espécies pertencentes ao grupo (Funasa, 2013).

No grupo dos coliformes fecais, a bactéria mais estudada é a *Escherichia coli*, que tem seu habitat exclusivamente limitado ao trato intestinal de seres humanos e animais de sangue quente (Sato, 2008; CETESB, 2005), o que faz com que sua presença indique contaminação fecal (Pupile, 2010).

A *E. coli* se apresenta em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal (CETESB, 2015)

A *E. coli* é uma bactéria do grupo coliforme, que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidrolisa a ureia e apresenta atividade das enzimas β -galactosidase e β -glucuronidase (Funasa, 2013).

Outros gêneros dos coliformes podem ocorrer em águas com altos teores de matéria orgânica (efluentes industriais, em material vegetal e solos em processo de decomposição), podendo ser encontrados tanto em águas de regiões tropicais como subtropicais. Entretanto, a presença de microrganismos patogênicos em águas de regiões de clima quente não pode ser ignorada (CETESB, 2014).

A Tabela 9 apresenta os resultados da contagem microbiologia feita na água coletada nos cinco pontos do Rio São Tomás entre os meses de abril e julho de 2015.

Tabela 9: Contagem microbiológica em UFC, unidades formadoras de colônia, nos meses de abril a julho nas águas do Rio São Tomás.

Meses	Pontos	Coliformes Totais	<i>E. coli</i>
Abril	1	26	11
	2	IND	5
	3	45	3
	4	79	6
	5	IND	7
Maio	1	3	1
	2	220	2
	3	19	2
	4	34	3
	5	45	2
Junho	1	51,6	12
	2	IND	10
	3	79	IND
	4	25	5
	5	200	2
Julho	1	6	1
	2	132	4
	3	51	1
	4	44	4
	5	IND	3

IND- Indeterminado

Para todos os pontos de coleta analisados, foi possível observar presença de coliformes totais, e em algumas análises, o resultado foi indeterminado, por impossibilidade de contagem de colônias pelo grande número de colônias observadas.

Entretanto, o resultado que deve ser destacado com relação às análises microbiológicas é a presença de *E. coli* em todas as análises, o que indica contaminação fecal, que pode ser proveniente de animais silvestres ou de esgoto doméstico clandestino.

Conforme dito anteriormente, a *E. coli* tem como hábitat primário o trato gastrointestinal de humanos e outros animais endotérmicos, e é responsável comumente por infecções urinárias e diarreias (Mangia, 2012), sendo de suma importância seu monitoramento.

4-CONCLUSÕES

Considerando a Resolução CONAMA 357/2005 para as análises de qualidade da água, é possível afirmar que a bacia do Rio São Tomás, no ano de 2015, apresentou diversos padrões exigidos na maioria das análises feitas neste trabalho.

Entretanto, é notório que este rio está sofrendo impacto ambiental pela ação antrópica, fato constatado nas análises de condutividade elétrica, que apresentam altos valores no local mais próximo ao município de Rio Verde-GO.

Devido à ausência de indústrias no entorno do rio estudado, é possível que efluentes clandestinos de origem doméstica sejam uma fonte de contaminação significativa deste corpo d'água, o que pode ser evidenciado pelas análises de DQO, que são um excelente indicador de contaminação por efluentes de origem industrial e que, neste trabalho, apresentou resultados pouco expressivos.

Porém, é preciso levar em consideração que a agricultura é a atividade econômica predominante na região e é perceptível que a contaminação por defensivos agrícolas, neste caso, seja o maior fator de impacto do afluente em questão.

Em todo o percurso do rio, é observada presença de culturas, principalmente, de milho, feijão e cana-de-açúcar. A ocupação das áreas no entorno do Rio São Tomaz pela atividade agrícola, sem conscientização da importância da preservação ambiental, traz inúmeros problemas ambientais. Um dos problemas observados durante este trabalho é a destruição da mata ciliar com o intuito de promover maior utilização da área para o plantio. Isto fica claro ao observar os resultados obtidos pelas análises de

turbidez, que apresentam valores acima do estipulado pela legislação, em meses com altos índices pluviométricos, causados pela erosão da margem do rio, justamente pela ausência de mata nativa preservada.

Outros parâmetros que sofre influência da contaminação causada por resíduos provenientes da agricultura são o pH e o fósforo. Os valores de pH observados no mês de fevereiro, período de plantio da safrinha, apresentaram alterações, possivelmente decorrentes do carreamento dos agroquímicos utilizados na agricultura. Já nos valores das análises de fósforo, isso é ainda mais evidente, devido, até mesmo, ao ponto da nascente. Foram obtidos resultados elevados, que devem estar relacionados ao uso de fertilizantes em lavouras próximas ao rio.

Dessa forma, é possível concluir que o corpo d'água em questão sofre impactos ambientais principalmente relacionados às atividades agrícolas da região e são necessários mais estudos, tanto de monitoramento, quanto direcionados à identificação e quantificação de agroquímicos na água, para uma caracterização mais precisa da qualidade da água deste afluente.

5-REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR98/98- Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores*.1987.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENT FEDERATION. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (USA)*. <http://standardmethods.org/>. 22th ed. 2014.

BARCELLOS,C.M., ROCHA,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, 22(9):1967-1978, set, 2006.

BRAGA B, HESPANHOL I, CONEJO J.G.L., MIERZWA J.C., BARROS M.T.L., SPENCER M, PORTO M, NUCCI N, JULIANO N, ELIGER S (2012) Introdução a Engenharia Ambiental. Editora Prentice-Hall. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. *Brasília: Ministério da Saúde*, p.212.2006

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 357, de 17 de mar. de 2005. *In: Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resoluções do Conama: resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008*. 2. ed. Brasília: CONAMA, 2008.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário 2006. Rio de Janeiro, disponível no site <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>. Rio de Janeiro: IBGE, 2009

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

COMPANHIA ESTADUAL DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL-CETESB. *Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais*. São Paulo. p. 152-4.1997.

COMPANHIA ESTADUAL DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL-CETESB. Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais. São Paulo. *Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo- Apêndice D - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade*. 3ª edição. 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA/MMA. *Resolução Nº357, de 17 de março de 2005 Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005*, págs. 58-6.

ESTEVEVES, F. A.; Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro - RJ, 2ª Edição; *Interciência Editora*,1998.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE-FUNASA. *Manual Prático de Análise de Água*.4ªedição.2013.

GRADELHA, F. S. et al. Análise preliminar dos elementos químicos e físicos da água da bacia hidrográfica do córrego João Dias, Aquidauana, MS. *In: Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro, Embrapa Informática Agropecuária/INPE*, p.96-105. 2006.

GUIMARÃES, J.R. e NOUR, E.A.A. Tratando nossos esgotos: Processos que imitam a natureza. In: GIORDAN, M. e JARDIM, W.F. (Eds.). *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 1, p. 19- 30, 2001.

INMET (www.inmet.gov.br) acesso em 02/02/2016.

KUBTIZA,F. Panorama da Aquicultura. http://www.acquaimagem.com.br/docs/Pan78_Kubitza.pdf. Vol.13. Nº78.2003.

MANGIA, A. H. R. Epidemia de E. colina Europa. Agência Fiocruz de notícias-Fundação Oswaldo Cruz, 2012. Disponível em <<http://www.fiocruz.br/ccs/cgi/cgilua.exe/sys/start.html?infoid=4029&sid=4>>. Acesso em: 14 out. 2012.

MARQUES, O. O que significa pH: Ácido – Neutro – Alcalino. Disponível em: <<http://www.centraldoaprendiz.com.br/Kinotan/ph-daagua.html>>. Acesso em: 12 out.2012.

PINTO, A. L.; Saneamento Básico e Qualidade das Águas Subterrâneas. In: Moretti, Edvaldo C. E Calixto, Maria José M. S. (Org.); Geografia e Produção Regional: Sociedade e Ambiente. Campo Grande–MS, *Editora da UFMS*; p.11 A 55.2003.

PIMENTA, S.M., PENÃ, A.P., GOMES, P.S. Aplicação de métodos físicos, químicos e biológicos na avaliação da qualidade das águas em áreas de aproveitamento hidroelétrico da Bacia do Rio São Tomás, município de Rio Verde – Goiás. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, 21 (3): 393-412, dez. 2009.

PUPILE, T., CARVALHO, E.M., MONTEIRO, E.P.L. Parâmetros Microbiológicos da Água de Escolas Do Município De Rio Brillhante (MS), Segundo a Portaria N° 518. *Interbio* v.4 n.1 2010.

SANTOS, D.J., SANTOS, A.J., MACCARI, A., SANTOS, L.N.S., UMETSU, R.K. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇOS SUPERFICIAIS, CAIXAS D'ÁGUA E DO SISTEMA DE TRATAMENTO, EM RESIDÊNCIAS NO MUNICÍPIO DE NOVA XAVANTINA-MT. <http://revista.univar.edu.br>. ISSN 1984-431. N°.:13 Vol.1 Págs.31 – 36.2015.

SATO, M.I.Z., et al. Monitoramento de Escherichia coli e coliformes termotolerantes em pontos da rede de avaliação da qualidade de águas interiores do Estado de São Paulo. *Relatório técnico da CETESB- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL*. São Paulo. 2008.

SAWYER, C.N.; McCARTY, P.L.; PARKIN, G. F.. *Chemidtry for envitonmental engineering*. 4° ed. *New York. McGraw-Hill Book Company*. 658p.1994.

SPERLING, M. V. – Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 1 ed. *Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental*; UFMG; p.452. 1996.

TUNDISINI, J.G. Recursos hídricos no futuro: Problemas e Soluções. *Estudos avançados* 22 (63), 2008.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. RELATÓRIO GLOBAL UNESCO. STATISTICAL YEARBOOK / ANNUAIRE STATISTIQUE / ANUARIO ESTADISTICO 1992. *Paris, UNESCO*, 1992. (various pagination.) (Trilingual: E/F/S.).

APÊNDICE

RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63

• Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CAPÍTULO II

DA CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA

Art.3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade. Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes. Seção I Das Águas Doces Art. 4º As águas doces são classificadas em: I - classe especial: águas destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;

b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,

c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e

e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e

e) à aqüicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;

c) à pesca amadora;

d) à recreação de contato secundário; e

e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

CAPÍTULO III

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Seção II

Das Águas Doces

Art. 14. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;

j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);

l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e

m) pH: 6,0 a 9,0. II - Padrões de qualidade de água:

TABELA I - CLASSE 1 - AGUAS DOCES	
PADRÕES	
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila <i>a</i>	10 µg/L
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,020 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,025 mg/L P

Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Acrilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L
Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L

2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (□ + □ + sulfato)	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L
Lindano (□-HCH)	0,02 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metolacloro	10 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Paration	0,04 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Simazina	2,0 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroeteno	0,01 mg/L
Tolueno	2,0 µg/L
Toxafeno	0,01 µg/L
2,4,5-IP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,063 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L
Tricloroeteno	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 µg/L
Xileno	300 µg/L

III - Nas águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA II - CLASSE 1 - ÁGUAS DOÇES	
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	1,6 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
Toxafeno	0,00028 µg/L
2,4,6-triclorofenol	2,4 µg/L

Art 15. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;

IV - turbidez: até 100 UNT;

V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂;

VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂;

VII - clorofila a: até 30 µg/L;

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm³/L; e, 10

IX - fósforo total:

- a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e,
- b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Art. 16. As águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

- a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
- b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
- e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;
- f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
- g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 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 confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 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 os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel/ml, ou 5mm³/L;
- i) DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L O₂;
- j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂;
- l) turbidez até 100 UNT;
- m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e,

n) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA III - CLASSE 3 - ÁGUAS DOCES	
PADRÕES	
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila <i>a</i>	60 µg/L
Densidade de cianobactérias	100.000 cel/mL ou 10 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,2 mg/L Al
Arsênio total	0,033 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	0,1 mg/L Be