

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS – CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA (IFMG – SJE)
PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM MEIO AMBIENTE**

RAQUEL FERREIRA VIANA

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DAS ÁGUAS DO
RIBEIRÃO SÃO NICOLAU GRANDE, NO TRECHO DA ANTIGA USINA
HIDRELÉTRICA DE SÃO JOÃO EVANGELISTA, MINAS GERAIS.**

**SÃO JOÃO EVANGELISTA – MG
2014**

RAQUEL FERREIRA VIANA

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DAS ÁGUAS DO
RIBEIRÃO SÃO NICOLAU GRANDE, NO TRECHO DA ANTIGA USINA
HIDRELÉTRICA DE SÃO JOÃO EVANGELISTA, MINAS GERAIS.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Federal de Minas
Gerais - Campus São João Evangelista
como exigência parcial para obtenção do
título de Especialista em Meio Ambiente.

Orientador: DSc. Claudionor Camilo
Costa.

Co-orientadora: MSc. Patrícia Lage.

**SÃO JOÃO EVANGELISTA – MG
2014**

V614a Viana, Raquel Ferreira
Análises físico-químicas e microbiológicas das águas do
Ribeirão São Nicolau Grande no trecho da antiga Usina
Hidrelétrica de São João Evangelista, Minas Gerais
[manuscrito] / Raquel Ferreira Viana. – 2014.
32 f. : il.

Orientador: Claudionor Camilo Costa

TCC (Pós-graduação) – Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Campus São João
Evangelista. Especialização em Meio Ambiente.

1. Qualidade de água. – Monografia. 2. Análises físico-
químicas. – Monografia. 3. Análises microbiológicas. –
Monografia. I. Costa, Claudionor Camilo. II. Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. Campus
São João Evangelista. V. Especialização em Meio Ambiente.
VI. Título.

CDU 543.3

Catálogo: Biblioteca Tarquínio J. B. de Oliveira - IFMG – Campus Ouro Preto

RAQUEL FERREIRA VIANA

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DAS ÁGUAS DO
RIBEIRÃO SÃO NICOLAU GRANDE, NO TRECHO DA ANTIGA USINA
HIDRELÉTRICA DE SÃO JOÃO EVANGELISTA, MINAS GERAIS.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Especialista em Meio Ambiente.

Aprovado em: ____/____/____

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Orientador: DSc. Claudionor Camilo Costa. (Orientador) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista - MG

MSc. Patrícia Lage (Co-orientadora) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista - MG

Prof. DSc. Aderlan Gomes da Silva - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista - MG

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela força e sabedoria.

Aos meus pais Célio e Silvânia, pelo incentivo, amor, apoio incondicional e por não medirem esforços na realização dos meus sonhos.

Ao meu irmão Wilton-Cássio e ao meu primo Cristian, pelo apoio nas coletas de material.

A madrinha Raimunda, pelo apoio e incentivo.

Aos professores Aderlan e Cláudia, pelo apoio e orientação.

Ao professor Claudionor, pela orientação.

A Patrícia, pela generosidade e paciência dedicadas à co-orientação.

A Cristina, pela paciência e companheirismo nas horas passadas no laboratório e ao longo do curso de pós-graduação.

Aos familiares, amigos e colegas de curso que estiveram ao meu lado e torcendo pelo meu sucesso.

A todos os professores e servidores do Instituto de Educação, Ciências e Tecnologia de Minas Gerais, Campus São João Evangelista - MG (IFMG-SJE).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1: Enquadramento das condições microbiológicas de balneabilidade com base na Resolução CONAMA nº 274/2000.....	13
Figura 1: Presença de bolha no tubo Duhran da esquerda, indicativo de fermentação de Coliformes Totais, no meio de cultura Lactosato Verde Brilhante. O tubo da direita não apresenta fermentação.	18
Figura 2: Presença de bolha no tubo de Duhran da esquerda, indicativo de fermentação de Coliformes Fecais, no meio de cultura EC Broth. O tubo da direita não apresenta fermentação	18
Tabela 2: Valores médios dos parâmetros físico-químicos.	19
Figura 3: Valores de pH verificados no período experimental.....	20
Figura 4: Valores de DBO (mg.L^{-1}) obtidos no período experimental	21
Figura 5: Valores de Sólidos Totais (mg.L^{-1}) obtidos no período experimental	21
Figura 6: Valores de Sólidos fixos (mg.L^{-1}) obtidos no período experimental.	22
Figura 7: Valores de Sólidos voláteis (mg.L^{-1}) obtidos no período experimental.....	23
Figura 8: Valores de Sólidos Suspensos (mg.L^{-1}) obtidos no período experimental.....	23
Tabela 3: Valores médios das análises microbiológicas	24
Figura 9: Coliformes Totais NMP/100.mL.....	24
Figura 10: Coliformes Totais NMP/100.mL	25

RESUMO

A avaliação dos efeitos da poluição das águas decorrentes de despejos de esgoto sanitário pode ser feita através do monitoramento de alguns parâmetros biológicos ou físico-químicos de qualidade das águas. Este trabalho tem o objetivo analisar a qualidade das águas do Ribeirão São Nicolau Grande, no trecho denominado Conjunto da Antiga Usina Hidrelétrica de São João Evangelista - MG, por meio de análises físico-químicas e microbiológicas. Foram realizadas análises físico-químicas: pH, DBO, série de sólidos; e microbiológicas: coliformes totais e coliformes fecais. As águas do Ribeirão São Nicolau Grande, no trecho estudado apresentam pH levemente ácido em torno de 6,4; DBO em torno de 0,51mg.L⁻¹; níveis de sólidos totais, fixos, voláteis e dissolvidos são aceitáveis; Baixo grau de contaminação por coliformes totais e fecais, de acordo com os padrões estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005. As águas do Ribeirão São Nicolau Grande, nos trecho e período estudados enquadram-se nos padrões de qualidade exigidos para atividades de recreação segundo a Resolução CONAMA nº 274/2000.

Palavras chave: Qualidade de água; análises físico-químicas; análises microbiológicas.

ABSTRACT

The assessment of the effects of water pollution resulting from discharges of sewage can be made by monitoring some biological or physical-chemical parameters of water quality. This study aims to analyze the water quality of São Nicolau Grande, in the passage referred Set of Ancient Power Plant São João Evangelista - MG, by physical-chemical and microbiological analyzes. Physical and chemical analyzes were performed : pH , BOD , serial solids ; and microbiological : total coliforms and fecal coliforms. The waters of the St. Nicholas Ribeirao Grande, in the passage under study have slightly acidic pH around 6.4. BOD around 0.51 mg.L⁻¹. Levels of total, fixed, volatile solids and dissolved acceptable. Low degree of contamination of total and fecal coliforms, according to the standards established in CONAMA Resolution n° 357/2005. The waters of Ribeirão São Nicolau Grande, and the stretch period studied fall within the quality standards required for recreational activities according to CONAMA Resolution n° 274/2000.

Keywords: Quality of water; Physical and chemical analyzes; microbiological analyzes.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.2	OBJETIVO GERAL	9
1.3	OBJETIVO ESPECÍFICO	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1	MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO EVANGELISTA, MINAS GERAIS	10
2.2	PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA	11
2.3	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	12
2.3.1	Potencial Hidrogeniônico	12
2.3.2	Demanda Bioquímica de Oxigênio	13
2.3.3	Série de Sólidos	13
2.4	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	14
3	METODOLOGIA	16
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	16
3.2	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	19
4.2	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	24
5	CONCLUSÃO	27
	REFERÊNCIA	28

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso indispensável à sobrevivência da maioria dos seres vivos. Entre os usos mais comuns, pode-se citar sua utilização para dessedentação humana e de animais, irrigação, geração de energia, insumo industrial, higiene pessoal e ambiental, transporte, lazer, composição de paisagens e diluição de efluentes industriais e dejetos orgânicos (BRAGA, PORTO e TUCCI, 2006; GOMES, 2011).

A busca por atividades de lazer em contato com a natureza tem proporcionado crescente procura por cursos d'água para fins de recreação, agregando valor social e econômico aos recursos hídricos (LOPES; MAGALHÃES, 2010). Para Fernandez e Kuwahara (2006) o ecoturismo é uma das poucas atividades em que é possível conciliar o desenvolvimento socioeconômico sustentável e a conservação dos recursos naturais.

Estudos indicam que os brasileiros preferem passar férias em locais relacionados com água, desta forma, regiões que têm recursos hídricos próprios para balneabilidade apresentam potencial de expansão das atividades econômicas ligadas à demanda de lazer das populações urbanas (ANA, 2005).

Entretanto, o lançamento de esgoto sanitários nos cursos d'água, é um entrave as práticas de recreação pois, a água torna-se veículo de doenças infecciosas que levam inclusive a morte (BRAGA; PORTO; TUCCI, 2006). A fim de minimizar os riscos de contaminação, Lopes; Magalhães (2010) ressaltam a importância do monitoramento da qualidade das águas dos balneários, para evitar o contato de banhistas com águas que recebem efluentes domésticos e industriais.

O uso recreacional das águas demanda requisitos específicos de qualidade, considerando o risco oferecido à saúde humana pela exposição direta e prolongada a organismos patogênicos, cianotoxinas, insetos vetores, metais pesados, óleos e graxas, presentes em corpos hídricos contaminados (LOPES; MAGALHÃES, 2010; LOPES; MAGALHÃES; SPERLING, 2013).

Os padrões de qualidade são constituídos por um conjunto de parâmetros e respectivos limites, como por exemplo, concentrações de poluentes, em relação aos quais os resultados dos exames de uma amostra de água são comparados, determinando a qualidade da água para um determinado fim (RESOLUÇÃO CONAMA nº 357/2005).

A avaliação da qualidade dos cursos d'águas deve ser realizada através do monitoramento periódico de alguns parâmetros biológicos ou físico-químicos de qualidade das águas (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011; MORAES et al., 2010).

As análises físico-químicas são indispensáveis na caracterização e controle da qualidade da água para fins de recreação (PIVELI, 2001). Estas análises são fundamentais na avaliação dos parâmetros físicos e na identificação de possíveis contaminantes químicos, lesivos a saúde humana (PIVELI, 2001; LOPES; MAGALHÃES, 2010; LOPES; MAGALHÃES; SPERLING, 2013).

As análises microbiológicas são um conjunto de técnicas utilizadas para detecção da presença de bactérias do grupo dos coliformes, que podem causar danos à saúde humana, através do contato com águas contaminadas (APHA, 2005; BRASIL, 2009; SPERLING, 2005). Segundo Domingos (2007), as análises microbiológicas devem ser realizadas através de metodologias de boa sensibilidade e fácil execução. Segundo Lopes, Magalhães (2010), as atividades de recreação aquáticas em locais com grau de contaminação biológica acima do permitido pela legislação vigente podem provocar doenças graves como disenteria, cólera, hepatite A e febre tifoide.

1.2 OBJETIVO GERAL

Avaliar se a água do Ribeirão São Nicolau Grande, no trecho denominado Conjunto da Antiga Usina Hidrelétrica de São João Evangelista - MG enquadra-se nos padrões de balneabilidade estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274/2000.

1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO

Analisar a qualidade das águas do Ribeirão São Nicolau Grande, no trecho denominado Conjunto da Antiga Usina Hidrelétrica de São João Evangelista - MG, por meio de análises físico-químicas e microbiológicas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No escopo do referencial teórico são levantados dados sobre a história do município de São João Evangelista - MG, contextualização histórica do Conjunto da Antiga Usina Hidrelétrica, bem como, os parâmetros físico-químicos, microbiológicos utilizados na padronização de qualidade das águas.

2.1 MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO EVANGELISTA, MINAS GERAIS

O município São João Evangelista, Minas Gerais foi criado em 1911, está localizado à latitude 18°32'15" Sul e longitude: 42°46'00" Oeste. Com território de 478,29km², distribuídos entre dois distritos, São Geraldo do Baguari e Nelson de Sena e o povoado Bom Jesus da Canabrava. É banhado pelos córregos Bom Jardim e São João e pelos ribeirões São Nicolau e o Rio Suaçuí Grande (ANA, 2014; IBGE, 2010; PREFEITURA MUNICIPAL, 2014).

São João Evangelista possui em torno de 16.000 habitantes, sendo que deste pouco mais de 55% residem na zona urbana. A cidade não possui tratamento de esgoto sanitário. A economia do município baseia-se na agricultura familiar e no comércio local (IBGE, 2010).

O Conjunto da Antiga Usina Hidrelétrica está localizado ao longo do Ribeirão São Nicolau, situado na zona rural do município, a 10 km na rodovia vicinal de acesso ao Distrito Nelson de Sena. A origem do nome deve-se o fato de que no local, em 1925 foi implantado uma Usina Hidrelétrica denominada, “Companhia Força e Luz Evangelistana”, a qual forneceu energia elétrica para a cidade por vários anos. Em 1942, toda a área e maquinário pertencente a Cia Força e Luz Evangelistana, foram doados à Prefeitura Municipal de São João Evangelista - MG (PREFEITURA MUNICIPAL, 2014).

Em fevereiro de 2004, em conformidade com a Lei Municipal Nº 1.105/2001, que estabelece sobre as normas de Proteção do Patrimônio Cultural do Município, o Conjunto da Antiga Usina Hidrelétrica foi tombado, através do Decreto Municipal de nº 396/04, por suas características naturais e arquitetônicas, valor histórico, cultural, ambiental, econômico e social.

2.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

As substâncias presentes na água determinam seu conceito de qualidade estando relacionados com seu uso múltiplos (BRASIL, 2006). A caracterização da qualidade da água deve ser realizada através de vários índices e indicadores ambientais com base em suas características físico-químicas e biológicas (FREITAS FILHO et al., 2014; SPERLING, 2005).

Os padrões de qualidade da água são estabelecidos com base em critérios científicos, estabelecendo-se um limite máximo ou mínimo em termos de concentrações, de acordo com o risco causado pela exposição a uma dose conhecida de um determinado poluente (NASCIMENTO; SPERLING, 1998).

No Brasil as referências dos padrões de qualidade de água estão descritas nas seguintes legislações Portaria nº 2.914/2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade; Resolução CONAMA nº 274/2000 que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras; e Resolução CONAMA nº 357/2005 que 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 de outras providências.

A Resolução CONAMA nº 274/2000 classifica águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário). As águas em desconformidade com os limites estabelecidos nesta resolução, podem ser interditadas por órgãos de controle ambiental, em quaisquer de suas instâncias. A tabela 1, apresenta descrição dos critérios de enquadramento de águas, quanto a contaminação microbiana.

Tabela 1. Enquadramento das condições microbiológicas de balneabilidade.

CATEGORIA LIMITE DE NMP DE COLIFORMES FECALIS.100mL ⁻¹	
Excelente	Máximo de 250 em 80% ou mais das amostras
Muito boa	Máximo de 500 em 80% ou mais das amostras
Satisfatória	Máximo de 1000 em 80% ou mais das amostras
Imprópria	Acima de 1000 em mais de 20% das amostras

Fonte: Resolução CONAMA nº 274/2000

2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os parâmetros físico-químicos são de grande relevância para o conhecimento científico da qualidade ambiental das águas de um determinado recurso hídrico (GONÇALVES; OLIVEIRA; CASTRO, 2012). Segundo Piveli (2001) as análises físico-químicas são imprescindíveis em estudos dos fenômenos que ocorrem nos ecossistemas aquáticos e na caracterização e controle de qualidade de águas para abastecimento público e residuárias. Para Tavares et al. (2012), as análises físico-químicas são indispensáveis em estudos de qualidade da água, por possibilitar melhor gestão dos recursos hídricos.

2.3.1 Potencial Hidrogeniônico

O potencial hidrogeniônico (pH) é uma grandeza que varia de 0 a 14 e indica a intensidade da acidez ($\text{pH} < 7,0$), neutralidade ($\text{pH} = 7,0$) ou alcalinidade ($\text{pH} > 7,0$) de uma solução aquosa. É uma das ferramentas mais importantes e frequentemente utilizadas na análise da água (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011; SPERLIN, 2005).

O pH representa a atividade do íon hidrogênio na água, de forma logaritimizada, resultante inicialmente da dissociação da própria molécula da água e posteriormente acrescida pelo hidrogênio proveniente de outras fontes como efluentes industriais, como por exemplo ácidos sulfúrico, clorídrico, nítrico dentre outros (PIVELI, 2001).

O pH é influenciado pelo tipo de solo da bacia e pela quantidade de matéria morta a ser decomposta, sendo que quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor o pH (SILVA; GALVÍNCIO; ALMEIDA, 2010).

Segundo Sperling (2005) o pH não tem implicações diretas em termos de saúde pública a não ser em valores extremos. Contudo, do ponto de vista ecológico, nos ecossistemas aquáticos, o pH é uma variável significativa, por influenciar diretamente a fisiologia de peixes e plantas aquáticas (PIVELI, 2005).

Conforme Peixoto (2008) valores de pH menores que 6,0 e maiores que 9,0 provocam maior solubilidade e, por isso, há disponibilidade de muitas substâncias, e interfere na toxicidade de substâncias como o ferro, chumbo, cromo, amônia, mercúrio e outros elementos.

A Resolução CONAMA nº274/2000 considerando a saúde e o bem-estar humano nas condições de balneabilidade, estabelece valores de pH entre 6 e 9, como não prejudiciais. Segundo Lopes; Magalhães; Sperling (2013) o contato com águas com valores de pH extremo podem causar irritação na pele, olhos, garganta e membrana nasal, entretanto seus efeitos tendem a cessar após o término da atividade recreativa, ou após lavagem com água de pH na faixa usualmente aceitável.

2.3.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio

Segundo Branco; Azevedo; Tundisi (2006), uma das mais graves consequências da poluição das águas provocada pelo lançamento de esgoto doméstico consiste na degradação desta matéria que provoca além de mau cheiro, significativo decréscimo nos teores de oxigênio dissolvido e conseqüente morte de peixes e organismo aquáticos aeróbicos.

Valores muito altos de DBO indicam que o manancial recebe carga de poluente superior a sua capacidade de autodepuração (CETESB, 2009; SPERLING, 2005). Para Couto; Faria; Naval (2006) a análise de DBO, é um elemento essencial em todo estudo que tenha como objetivo a preservação das condições ecológicas dos mananciais e a proteção de sua fauna e flora.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é um método empírico no qual se mantém uma amostra em temperatura constante (20°C), durante tempo padrão (geralmente 5 dias) a fim de mensurar o consumo de oxigênio dissolvido na amostra. A DBO representa a medida do oxigênio consumido em tempo padrão pelos organismos na oxidação bioquímica da matéria orgânica. A Resolução CONAMA nº357/2005 estabelece que a DBO 5 dias a 20°C não pode ultrapassar 3 mg.L⁻¹ O₂, para águas doces Classe II.

2.3.3 Série de Sólidos

A determinação das concentrações das diversas frações de sólidos é utilizada nos estudos de controle de poluição das águas naturais, uma vez que a poluição dos corpos d'água por sólidos em suspensão podem causar danos à vida aquática. A diminuição da incidência de luz, aumento da temperatura e a conseqüente diminuição do oxigênio dissolvido, além de reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia (BRITE, 2005; STRENTIN; BOSTELMANN, 2010).

Os sólidos são resíduos presentes na água, de composição orgânica ou inorgânica, com exceção dos gases dissolvidos (PIVELI, 2001; SPERLING, 2005). A série de sólidos divide-se em nove frações diferentes de sólidos quantificáveis em uma amostra de matriz aquosa, que diferem entre si basicamente pelas suas características de tamanho e volatilidade das partículas (APHA 2005).

O sólido total é toda matéria que permanece como resíduos após a evaporação, secagem ou calcinação de amostras em temperatura e tempo pré-fixado (CETESB, 2009; SPERLING, 2005).

Sperling (2005) define como sólido fixo a fração inorgânica, não volatilizada a temperatura elevada (550°C). Os sólidos voláteis correspondem a uma estimativa de matéria orgânica nos sólidos. Os sólidos em suspensão são partículas maiores retidas em papel filtro de tamanho especificado (PIVELI, 2011; SPERLING, 2005).

Gonçalves (2009) destaca que a concentração de sólidos voláteis está associada à presença de compostos orgânicos na água. Entretanto, as análises não fornecem qualquer informação sobre a natureza específica destes compostos, pois as temperaturas de volatilização podem variar.

Para fins de recreação é desejável que a água tenha baixos teores de sólidos em suspensão e óleos graxos, pois a presença destes confere aspecto desagradável a água (SPERLING, 2005).

2.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

São muitos os componentes que podem interferir na qualidade sanitária de um manancial. Do ponto de vista microbiológico a presença de patógenos de origem entérica em altas concentrações pode causar contaminação de pessoas pelo contato direto ou indireto (BRANCO; AZEVEDO; TUNDISI, 2006).

A concentração de coliformes assume papel importante como indicador da existência de possíveis microorganismos patogênicos no corpo d'água, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifoide, febre paratifoide, disenteria bacilar e cólera (BRANCO; AZEVEDO; TUNDISI, 2006; MAGALHÃES, 2009). O grupo dos microrganismos denominados "coliformes totais" inclui todos os coliformes específicos e não específicos do material fecal. É um bom indicador microbiológico da qualidade da água, por ser facilmente detectável e quantificável. A ausência de coliformes totais na água potável garante a sua pureza bacteriológica (BRASIL, 2009).

A análise microbiológica, realizada através da técnica dos tubos múltiplos é um método probabilístico, para determinar o Número Mais Provável de bactérias do grupo coliforme e estreptococos fecais em 100 mL de água (NMP/100 mL), preconizadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, publicação da American Public Health Association (BRASIL, 2009).

As informações sobre a população real de coliformes totais são obtidas através do teste presuntivo. Já as informações referente a população de coliformes termotolerantes de origem fecal são obtidas através do teste confirmativo (APHA, 2005; BRASIL, 2009)

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº 274/2000 respeitando o limite de 2500 coliformes fecais (termotolerantes), 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros.

3 METODOLOGIA

A seguir são caracterizadas as áreas do estudo bem como, as análises físico-químicas e microbiológicas utilizadas para avaliação da qualidade das águas do Ribeirão São Nicolau, no município de São João Evangelista - MG.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Este trabalho foi realizado no Ribeirão São Nicolau, no trecho correspondente a área denominada “Conjunto da Usina Hidrelétrica” no município de São João Evangelista localizado na bacia hidrográfica do Rio Doce (sub bacia do Suaçuí Grande), região leste do Estado de Minas Gerais. De acordo com Köppen; Geiger (1954), o clima predominante nesta região é do tipo tropical, com inverno seco e estação chuvosa no verão (CWA), apresentando temperatura média anual de 22°C, precipitação média de 1.180 mm e 680m de altitude (PREFEITURA MUNICIPAL, 2014).

Os pontos de coleta foram definidos de forma a abranger as três áreas mais utilizadas pela população, para fins de recreação, Ponto 1: S 18°29'09'' , W 42°44'42''; Ponto 2: S 18°29'12'', W 42°44'35'' e Ponto 3: S 18°30'16'', W 42°44'19'', determinados com auxílio de GPS.

As coletas de água, foram realizadas semanalmente, no período de 20 de janeiro a 24 de março de 2014, no período da manhã, totalizando 10 semanas.

Acondicionadas em recipientes devidamente identificados, as amostras foram conduzidas para o Laboratório de Análise de Águas do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Campus São João Evangelista - MG, onde foram realizadas as análises físico-químicas e microbiológicas.

3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises de pH foram realizadas utilizando-se peagâmetro eletrônico assim que as amostras chegavam ao laboratório.

As análises de DBO foram realizadas seguindo a metodologia descrita por APHA (2005), onde as amostras eram preparadas, a OD₀ medida imediatamente e outras réplicas eram levadas a câmara de incubação de DBO a 20°C por 5 dias, ao fim dos quais realizava se a titulação para obtenção da OD₅.

Os valores de DBO foram obtidos através da fórmula:

$$DBO_{(mg.L^{-1})} = OD_0 - OD_5$$

Onde: DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio em mg. L⁻¹.

OD₀ = Oxigênio dissolvido 0 dias.

OD₅ = Oxigênio dissolvido 5 dias depois da encubação.

Foram realizadas análises de sólidos totais, fixos, voláteis e suspensos, seguindo metodologia descrita por APHA (2005).

Os valores de sólidos totais foram obtidos através da fórmula:

$$ST_{mg.L^{-1}} = \frac{P_1 - P_0}{vol. amostra} * 10^6$$

Onde: ST=Sólidos totais em mg. L⁻¹.

P₀= peso da cápsula de porcelana em g.

P₁= peso da amostra seca em estufa em g.

vol. amostra = volume da amostra em mL.

Os valores de sólidos fixos foram obtidos através da fórmula:

$$SF_{mg.L^{-1}} = \frac{P_1 - P_0}{vol. amostra} * 10^6$$

Onde: SF=Sólidos fixos em mg. L⁻¹.

P₀= peso da cápsula de porcelana em g.

P₁= peso da amostra seca em mufla em g.

vol. amostra = volume da amostra mL.

Os valores de sólidos voláteis foram obtidos através da fórmula:

$$SV_{mg.L^{-1}} = ST - SF$$

Onde: SV= Sólidos voláteis em mg. L⁻¹.

ST= Sólidos totais

SF=Sólidos Fixos

Os valores de sólidos suspensos foram obtidos através da fórmula:

$$SS_{mg.L^{-1}} = \frac{P_1 - P_0}{vol.amostra (mL)} * 10^6$$

Onde: SS. =Sólidos Suspensos em mg. L⁻¹.

P₀= peso inicial papel Whatman em g.

P₁= peso da amostra filtrada no papel Whatman e seca em estufa em g.

vol. amostra = volume da amostra em mL.

As análises de coliformes totais e fecais foram realizadas, conforme metodologia proposta por APHA (2005), utilizando caldo Lactosato e Verde Brilhante para detecção de coliformes totais e EC Broth para confirmação da presença de coliformes fecais.

Foram considerados positivos os tubos que apresentavam fermentação (figuras 1 e 2). Os resultados quantitativos, anotados por pontos foram convertidos utilizando a tabela para se determinar o N.M.P, verifica-se a combinação formada pelo número de tubos positivos que apresentaram as diluições 1:1; 1:10 e 1:100 no Teste Confirmativo.



Figura 1: Presença de bolha no tubo Duhran da esquerda, indicativo de fermentação de Coliformes Totais, no meio de cultura Lactosato Verde Brilhante. O tubo da direita não apresenta fermentação.
Fonte: os autores.



Figura 2: Presença de bolha no tubo de Duhran da esquerda, indicativo de fermentação de Coliformes Fecais, no meio de cultura EC Broth. O tubo da direita não apresenta fermentação.
Fonte: os autores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados e discutidos os resultados obtidos em avaliações físico-químicas e microbiológicas das águas superficiais do Ribeirão São Nicolau, no trecho correspondente a área de recreação “Conjunto da Antiga Usina de Hidrelétrica”, no município de São João Evangelista, Minas Gerais.

4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Neste estudo foram realizadas análises de pH, DBO, SS, SF, SV e ST. Na tabela 2, são apresentados os valores médios das análises físico-químicas por pontos.

Tabela 2: Valores médios dos parâmetros físico-químicos.

	pH	DBO	ST	SF	SV	SS
Ponto 1	6,3	0,56	87,67	45,67	42,0	79,5
Ponto 2	6,4	0,55	103,37	44,67	58,7	91,4
Ponto 3	6,4	0,41	104,79	28,12	76,67	75,8

Potencial hidrogeniônico (pH); Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO.mg.L⁻¹); Sólidos totais (ST.mg.L⁻¹), Sólidos Fixos (SF.mg.L⁻¹); Sólidos Voláteis (SV.mg.L⁻¹); Sólidos Suspensos (SS.mg.L⁻¹).

Fonte: os autores.

Verificou-se que as águas do Ribeirão São Nicolau, no trecho em estudo, possuem pH levemente ácido, em torno de 6,4. No período experimental, as maiores variações foram verificadas no Ponto 1 (Figura3).

Valores de pH similares foram encontrados por Souza, Nascimento, Souza (2013), em análise da composição química em cursos d'água, localizados na bacia hidrográfica do Ribeirão Areado, região do Alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil, quanto à concentração de elementos químicos.

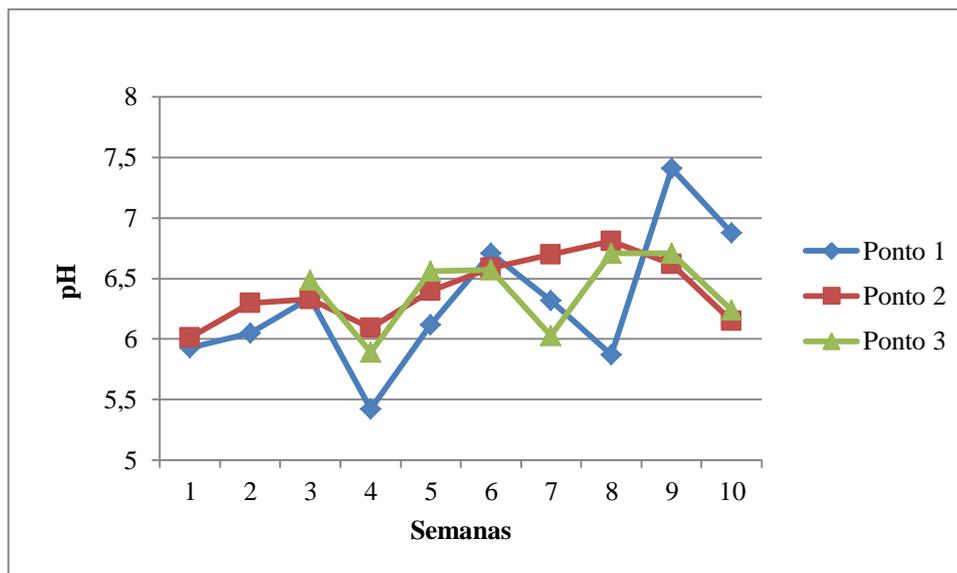


Figura 3: Valores de pH verificados no período experimental.
Fonte: os autores.

Os valores de pH encontrados neste estudo, enquadram-se nos parâmetros aceitáveis pela Resolução CONAMA nº 274/2000, que estabelece pH entre 5 e 9 para águas doces, utilizadas para recreação.

Conforme destacado por Silva, Angelis e Machado (2006), as variáveis físico-químicas podem ser influenciadas pelo meio externo, como a ocorrência de precipitação. Os mesmos autores, em estudo sobre a influência da precipitação na qualidade da água no Rio Purus, na bacia amazônica, encontraram valores de pH abaixo do limite recomendado pela Resolução CONAMA nº 375/2005, ressaltam que os rios brasileiros possuem pH ácido devido a características intrínsecas da bacia hidrográfica.

No que diz respeito a DBO, verificou-se neste estudo, uma pequena variação nos valores médios por pontos, sendo que o Ponto 1 apresentou média de $0,56\text{mg.L}^{-1}$, o Ponto 2: $0,55\text{mg.L}^{-1}$ e o ponto 3: $0,41\text{mg.L}^{-1}$ (Figura 4). Isso demonstra que o trecho analisado do Ribeirão São Nicolau, possui baixos níveis de poluição por resíduos de origem orgânica, e consequente boa disponibilidade de oxigênio dissolvido (RESOLUÇÃO CONAMA nº 357/2005; SPERLING, 2005).

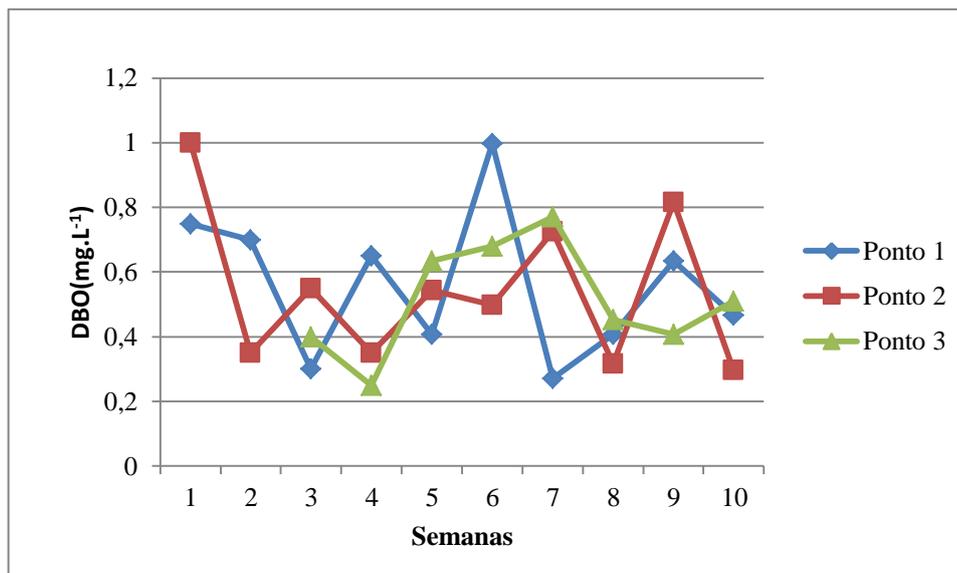


Figura 4: Valores de DBO (mg.L⁻¹) obtidos no período experimental.
Fonte: os autores.

Os maiores valores de DBO foram verificados no ponto 2 (primeira semana de estudo) e no ponto 1 (sexta semana) 1mg.L⁻¹ e 0,99mg.L⁻¹ (Figura4). Estes valores estão abaixo do limite máximo, de até 3mg.L⁻¹ permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Os valores máximos de DBO verificados neste estudo são inferiores aos obtidos por Gomes, Melo e Vale (2005), em estudo da qualidade da água do ponto de vista físico-químico de nascentes em Uberlândia-MG, encontraram valores de DBO 8,9 e 12 mg.L⁻¹.

Os valores de sólidos totais médios, obtidos neste estudo foram 87,67 mg.L⁻¹, 103,37 mg.L⁻¹ e 104,79 mg.L⁻¹, para pontos 1, 2 e 3, respectivamente. A maior variação foi verificada para o ponto 2 (Figura 5), apresentando 212 mg.L⁻¹.

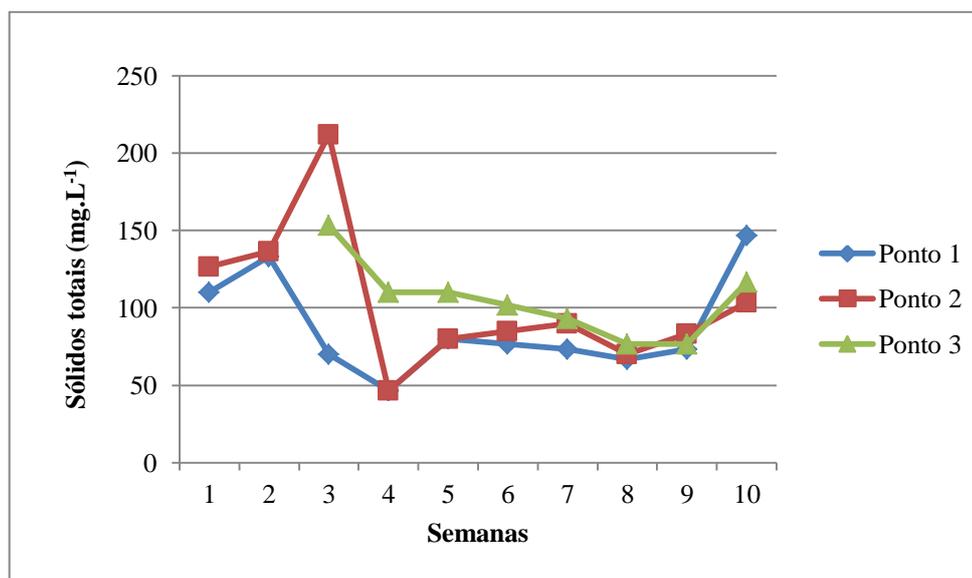


Figura 5: Valores de Sólidos Totais (mg.L⁻¹) obtidos no período experimental.
Fonte: os autores.

O ponto 1 apresentou as menores médias para sólidos totais, provavelmente por estar localizado em área com maior correnteza. Conforme destaca Bárbara et al. (2010), águas mais lentas favorecem o acúmulo de sólidos. Nos pontos 2 e 3 as condições de correnteza eram similares, o que justifica a proximidade entre as médias.

Os valores de sólidos totais verificados neste estudo, são inferiores ao valor máximo, de até 500mg.L^{-1} permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Os valores sólidos totais médios encontrados neste estudo assemelham-se aos encontrados por Carvalho, Ferreira, Stapelfeldt (2004), nas nascentes do Ribeirão Ubá.

Para o parâmetro sólido fixo, os menores valores foram encontrados no ponto 3 com $28,12\text{mg.L}^{-1}$, seguido pelos ponto 2 com $44,67\text{mg.L}^{-1}$ e ponto 1 com $45,67\text{mg.L}^{-1}$ (Figura 6).

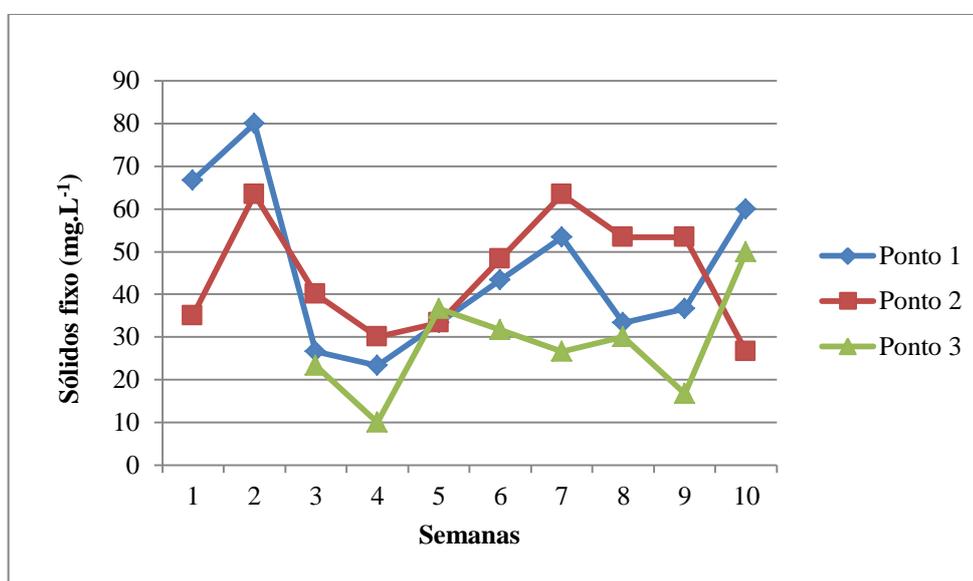


Figura 6. Valores de Sólidos fixos (mg.L^{-1}) obtidos no período experimental.
Fonte: os autores.

Para as águas do Ribeirão São Nicolau, no trecho em estudo, na análise de sólidos voláteis, encontraram-se valores médios de $42,0\text{mg.L}^{-1}$, $58,7\text{mg.L}^{-1}$ e $76,67\text{mg.L}^{-1}$. A maior variação foi verificada no ponto 2, conforme Figura 7. Os baixos valores de sólidos voláteis obtidos neste estudo, indicam baixa concentração de matéria orgânica na água.

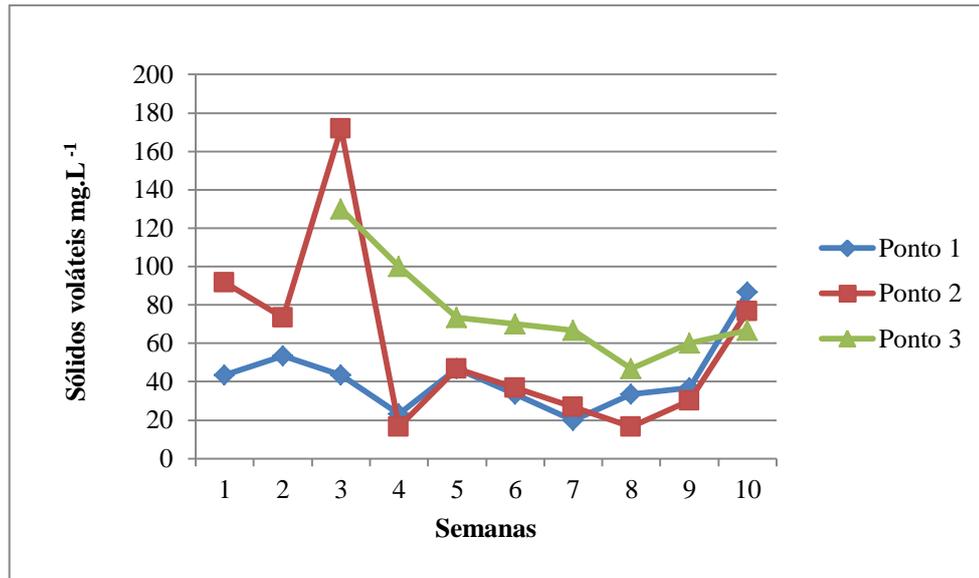


Figura 7: Valores de Sólidos voláteis (mg.L^{-1}) obtidos no período experimental.
Fonte: os autores.

Os valores de sólidos voláteis obtidos neste estudo, entre 42 e 76,67 mg.L^{-1} , são menores que os obtidos por Carvalho, Ferreira, Stapelfeldt (2004) em análise da qualidade as águas do Ribeirão Uba, encontraram valores entre 56 e 176 mg.L^{-1} .

Os valores médios de sólidos suspensos encontrados neste estudo são 79,5 mg.L^{-1} , 91,4 mg.L^{-1} e 75,8 mg.L^{-1} , para os pontos 1, 2 e 3, respectivamente. Conforme a figura 8 houve uma redução gradativa nos valores de sólidos suspensos das semanas 5 a 8. Os valores voltaram a subir na semana 9 e 10. Nogueira, Oliveira e Cabral (2012), verificaram que este parâmetro é diretamente influenciado pela precipitação pluviométrica e atividades antrópicas, que promovem o carreamento de partículas sólidas para o leito do rio.

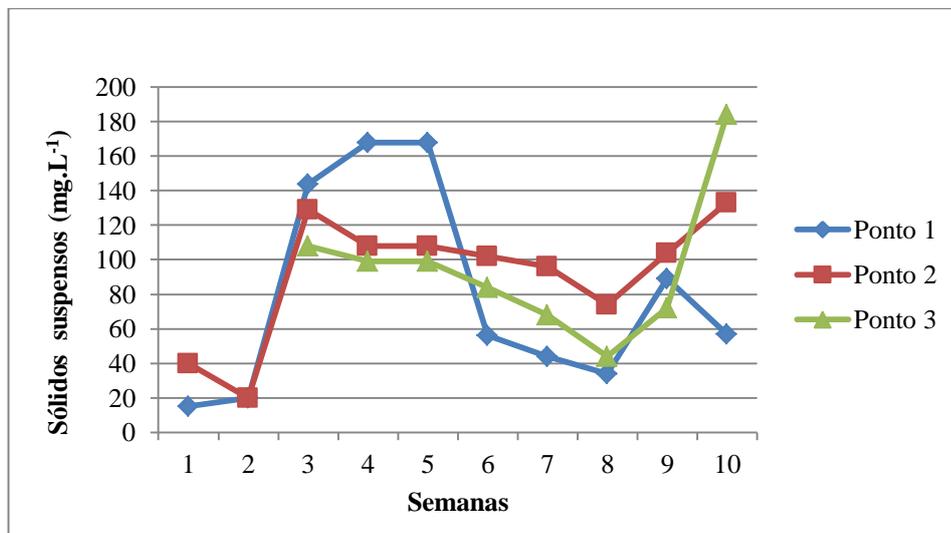


Figura 8: Valores de Sólidos Suspensos (mg.L^{-1}) obtidos no período experimental.
Fonte: os autores.

Moraes (2008) ressalta que a presença de sólidos suspensos na água é responsável pela turbidez e consequente redução de atividade fotossintética, prejudicando a fauna e flora aquática.

As análises físico-químicas deste estudo apresentaram valores baixos, de acordo com literatura de referência. Segundo Medeiros (2009), baixos valores são indicativos de baixo grau de degradação da área em estudo.

4.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Os valores médios obtidos nas análises microbiológicas são apresentados na tabela 3.

Tabela 3: Valores médios das análises microbiológicas.

	CT	CF
Ponto 1	217,8	4,9
Ponto 2	76,5	3,8
Ponto 3	83,5	3,8

Coliformes totais CTNMP/100 mL (CT); Coliformes Fecais NMP/100.mL (CF)

Fonte: os autores.

O Ribeirão São Nicolau Grande, no trecho estudado, apresentou média de coliformes totais de 287 NMP/100.mL, 76,5 NMP/100.mL e 83,5NMP/100.mL, respectivamente pontos 1, 2 e 3.

Conforme pode ser observado na figura 9, a maior variação ocorreu na semana 9. O ponto 1, correspondente área da cachoeira e apresenta maior fluxo de pessoas em atividades recreativas, além de possuir uma comunidade de moradores nas proximidades.

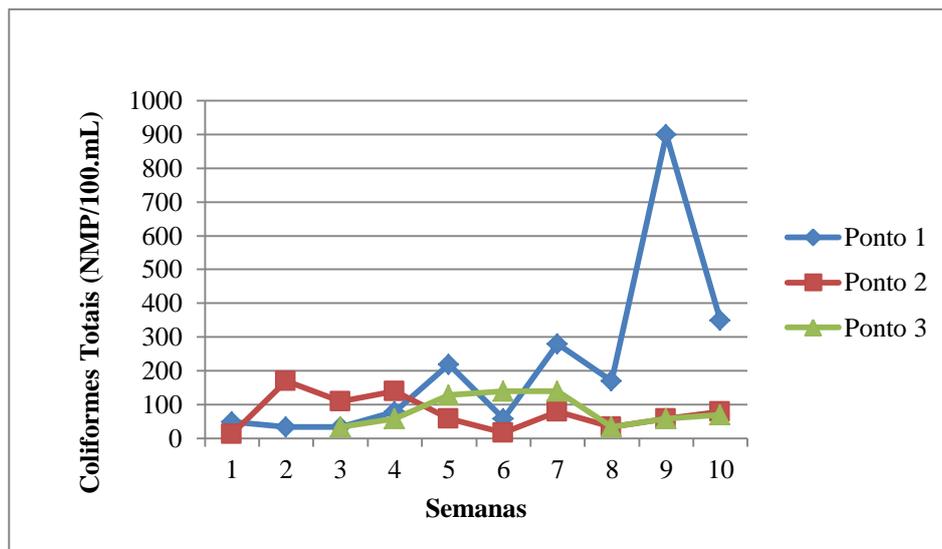


Figura 9: Coliformes Totais NMP/100.mL
Fonte: os autores.

Os menores valores de coliformes totais foram identificados no ponto 3. Embora mais próximo da cidade é o ponto com maior grau de preservação, por apresentar mata ciliar e menos utilizado para recreação.

Na análise de coliformes fecais, os valores médios verificados foram, 4,9 NMP/100.mL no ponto 1 e 3,8 NMP/100.mL nos pontos 2 e 3, respectivamente (Figura10).

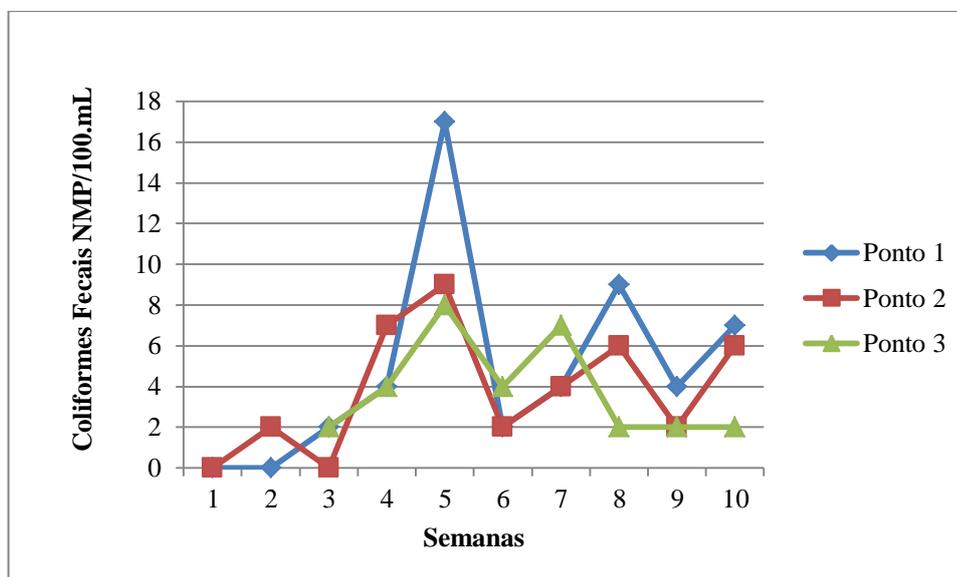


Figura 10: Coliformes Fecais NMP/100.mL.
Fonte: os autores.

Os valores de coliformes fecais obtidos nestes estudo são inferiores aos estabelecidos como máximos capazes de causar danos a saúde humana, segundo parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Os valores obtidos neste estudo são menores que os encontrados por Freitas Filho et al. (2014) em estudos sobre a qualidade da água no Rio Curimã, em Barreiros, Pernambuco, onde encontram coliformes fecais na concentração de 24 NMP/100.mL⁻¹.

Verificou-se que o aumento no número de tubos positivos no teste presuntivo era seguido também de aumento de tubos positivos no teste confirmativo. Esta correlação positiva também foi verificada por Moura, Assumpção e Bischoff (2009), justificada pela origem comum destes microorganismos.

Os baixos valores de coliformes totais e fecais indicam baixo grau de poluição por fezes de humanas e animais de sangue quente (FERNANDES, 2000). Estes resultados são satisfatórios do ponto de vista higiênico sanitário. Segundo Paula et al. (2013), a presença de bactérias em águas de rio é um problema de saúde pública, principalmente pela possibilidade de este ambiente abrigar estirpes patogênicas muitas vezes resistentes.

5 CONCLUSÃO

As águas do Ribeirão São Nicolau, no trecho correspondente ao Conjunto da Antiga Usina Hidrelétrica de São João Evangelista - MG, no período deste estudo, enquadraram-se nos parâmetros de qualidade de águas da Classe I, conforme Resolução CONAMA nº 357/2005.

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas indicam que as águas do Ribeirão São Nicolau pontos estudados encontraram-se aptas para fins de recreação conforme os parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274/2000, no período deste estudo.

Ressalta-se a importância de um programa de monitoramento de qualidade de água para avaliar as condições físico-químicas e microbiológicas do Ribeirão São Nicolau, visto que estes parâmetros possuem correlação direta com atividades antrópicas.

Reconhecendo o valor histórico e turístico do Conjunto da Antiga Usina Hidrelétrica de São João Evangelista – MG, sugere-se a criação de um programa de educação ambiental para população ribeirinha e banhista a fim de preservar o local para que as futuras gerações possam desfrutar do local para recreação.

REFERÊNCIAS

ANA. **Bacia Rio Doce**. Agência Nacional das Águas, 2014. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/20061110164414_Bacias_BaciaRioDoce.jpg>. Acesso em: maio de 2014.

APHA - **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington: APHA. ed. 21^a, 2005.

BÁRBARA, V. F.; CUNHA, A. C. da; RODRIGUES, A. S. L. SIQUEIRA, E. Q. Monitoramento sazonal da qualidade da água do rio Araguari/AP. **Revista Biociências**, UNITAU. v. 16, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/biociencias/article/viewFile/1111/779>>. Acesso em: maio de 2014.

BRANCO, S.M.; AZEVEDO, S.M.F; TUNDISI, J. G. Águas e saúde humana. In: REBOUÇA, A. C.; BRAGA B. TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. 3^o ed. São Paulo: Escritura e Editora, 2006.

BRAGA, B.; PORTO, M.; TUCCI, C. E. M. Monitoramento de quantidade e qualidade das iguais. In: REBOUÇA, A. C.; BRAGA B. TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. 3^o ed. São Paulo: Escritura e Editora, 2006.

CARVALHO, C. F; FERREIRA, A. L. STAPELFELDT, F. Qualidade das águas do ribeirão Ubá - MG. **Revista Escola de Minas** [online]. vol.57, n.3, p. 165-172, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rem/v57n3/v57n3a05.pdf>>. Acesso em: maio de 2014.

BRASIL. **Manual prático de análise de água**. 2^a ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. Disponível em: <http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_analise_agua_2ed.pdf>. Acesso em: maio de 2013.

BRITES. A. P. Z. **Avaliação da qualidade da água e dos resíduos sólidos no sistema de drenagem urbana**. 177f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Hidráulica e Saneamento – HDS – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/iurh/index.php/dissertacoes?download=9:brites-ana-paula-zuabiarre>>. Acesso em: maio de 2014.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas de amostragem**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/variaveis.pdf>>. Acesso em: maio de 2014.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução 274 de 29 de novembro de 2000**. Estabelece condições de balneabilidade das águas brasileiras. Brasília, 2000.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução 357 de 17 de março de 2005**. Estabelece a classificação, segundo os usos preponderantes, para as águas doces, salobras e salinas do território nacional. Brasília, 2005.

COUTO, T. C.; FARIA, D. C.; NAVAL, L. P. Análise das variáveis físico-químicas da água do rio Javaés, Ilha do Bananal, entorno do Parque Nacional do Araguaia, Tocantins Brasil. In: XXX Congresso Interamericano de Engenharia Sanitaria Y Ambiental, 2006, Punta Del Leste. Anais. 2006. Disponível em: <www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR08506_COUTO.pdf>. Acesso em: maio de 2014.

FERNANDES, C. **Esgotos Sanitários**. Ed. Univ./UFPB, João Pessoa, 1997, 435p. Reimpressão Jan.,2000. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/SBlivro.html>>. Acesso em: maio de 2014.

FERNANDEZ, R. N.; KUWAHARA, M. Y. O valor econômico dos recursos hídricos no uso turístico: o exemplo de Brotas. **Jovens Pesquisadores**. vol. 3, nº 1, jan.-jun.,2006. Disponível em: <<http://www.mackenzie.br/dhtm/seer/index.php/jovenspesquisadores/article/view/849>>. Acesso em: maio de 2014.

FREITAS FILHO. J. R.; SANTOS, E.R.; FREITAS, J. C. R.; FREITAS, J. C. R. Analisando e avaliando os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água do rio Carimã utilizada pela população de Barreiros – PE. **Educação Ambiental em Ação**, Pernambuco, (online) n. 46, 2014. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1696&class=21>>. Acesso em: maio de 2014

GONÇALVES, E. M. **Avaliação da qualidade da água do Rio Uberabinha – Uberlândia – MG**. 159f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia dos Processos Químicos e Bioquímicos), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, agos., 2009. Disponível em: <<http://tpqb.eq.ufrj.br/download/qualidade-da-agua-do-rio-uberabinha.pdf>>. Acesso em: maio de 2014.

GOMES, M. A. F. **Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã**. Embrapa Meio Ambiente, 2011. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/down_hp/464.pdf>. Acesso em: maio de 2014.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. Avaliação Microbiológica e Físico-química em Nascentes na Cidade de Uberlândia – MG. In: **VII Congresso de Ecologia do Brasil**, 2005, Caxambu. Disponível em: <<http://www.sebecologia.org.br/viiceb/resumos/306a.pdf>>. Acesso em: maio de 2014

GONÇALVES, S. P. S.; OLIVEIRA, M. F.; CASTRO, K. R. F. **Avaliação da qualidade das águas superficiais do córrego entre rios, nas estações seca e úmida**. Unimontes - MG, 2012. Disponível em: <http://unimontes.br/arquivos/2012/geografia_ixerg/eixo_politica_meio_ambiente/avaliacao_da_qualidade_das_aguas_superficiais_do_corrego_entre_rios_nas_estacoes_seca_e_umida.pdf>. Acesso em: maio de 2014

GRASSI, M. T. As águas do planeta. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. Edição Especial, maio de 2001. Disponível em: <<http://www.ceset.unicamp.br/~mariaacm/ST114/aguas.pdf>>. Acesso em: maio de 2013

IBGE. **Pesquisa Nacional por domicílios: Síntese dos resultados**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009/pnad_sintese_2009.pdf>. Acesso em: 15 de maio de 2013.

KÖPPEN, W; GEIGER, R. **Klima der Erde (Clima da Terra)**. Wall Mapa 1:16 Mill. Klett-Perthes, Gotha. 1954. Disponível em: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pics/Geiger_1954_Map.jpg>. Acesso em: maio de 2014.

LOPES, F. W. A; MAGALHÃES Jr. Avaliação da qualidade das águas para recreação de contato primário na bacia do alto rio das Velhas – MG. **HYGEIA - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 6, p. 133-150. Dez.,2010. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/viewFile/17003/9378>>. Acesso em: maio de 2014.

LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES, A. P. JR. SPERLING, E. V. Balneabilidade em águas doces no Brasil: riscos a saúde, limitações metodológicas e operacionais. **HYGEIA - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 9 p. 28 - 47, Jun.,2013. Disponível em: <www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/download/22268/12449>. Acesso em: maio de 2014.

MOURA, A. C. ASSUMPCÃO, R. A.B; BISCHOFF, J. Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do Rio Cascavel durante o período de 2003 a 2006. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.76, n.1, p.17-22, jan./mar., 2009. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v76_1/moura.pdf>. Acesso em: maio de 2014.

MEDEIROS, G. A. de; ARCHANJO, P.; SIMIONATO, R.; REIS, F. A. G. V. Diagnóstico da qualidade da água na microbacia do Córrego Recanto, em Americana, no estado de São Paulo. **Geociências**. São Paulo [online], vol.28, n.2, p. 181-191. 2009. Disponível em: <http://ppegeo.igc.usp.br/pdf/geosp/v28n2/v28n2a06.pdf>>. Acesso em: maio de 2014.

NASCIMENTO, L. V.; SPERLING, V. M. Os padrões brasileiros de qualidade das águas e os critérios para proteção da vida aquática, saúde humana e animal. In: **Asociación Peruana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental**; AIDIS. Gestión ambiental en el siglo XXI. Lima, APIS, 1998. p.1-11. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/peru/bracca243.pdf>>. Acesso em: maio de 2014.

NOGUEIRA, P. F.; OLIVEIRA, J.B. P.; CABRAL, S. F. Análise da concentração dos sólidos em suspensão, turbidez e TDS nos principais afluentes do reservatório da UHE barra dos Coqueiros-GO. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.3, N.4, p. 485-494, 2012. Disponível em: [http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_\(ANALISE%20DA%20CONCENTRA%C3%87%C3%83O%20DOS%20S%C3%93LIDOS%20EM%20SUSPENS%C3%83O,%20TURBIDEZ%20E%20TDS%20NOS%20PRINCIPAIS%20AFLUENTES%20DO%20RESERVAT%C3%93RIO%20DA%20U\).pdf](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_(ANALISE%20DA%20CONCENTRA%C3%87%C3%83O%20DOS%20S%C3%93LIDOS%20EM%20SUSPENS%C3%83O,%20TURBIDEZ%20E%20TDS%20NOS%20PRINCIPAIS%20AFLUENTES%20DO%20RESERVAT%C3%93RIO%20DA%20U).pdf) >. Acesso em: maio de 2014.

PARRON, L. M; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. **Manual de amostragem e análises físico-químicas de água**. Embrapa Floresta. Colombo – PR, 2011. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57612/1/Doc232ultima-versao.pdf>>. Acesso em: maio de 2014.

PAULA, S. M. de; RAMIRES, I; DANTAS, F. G. S.; EODÓSIO, T. K. C.; CAMPOS, K. B. de G.; BRABES, K. C. S; NEGRÃO, F. J. Qualidade da água do Rio Dourados, MS – parâmetros físico-químicos e microbiológicos. **Evidência**, Joaçaba v. 13 n. 2, p. 83-100, jul./dez. 2013. Disponível em: http://editora.unoesc.edu.br/index.php/evidencia/article/download/2900/pdf_1 >. Acesso em: maio de 2014.

PIVELI, R. P. **Características físicas das águas: cor, turbidez, sólidos, temperatura, sabor e odor**. Curso: Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos. Aula 5. 26p. Nota de aula. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%205%20-%20Caracteristicas%20Fisicas%20das%20Aguas.pdf> > Acesso em: maio de 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL SÃO JOÃO EVANGELISTA. **História de São João Evangelista, Minas Gerais**. 2014. Disponível em: <<http://www.sje.mg.gov.br/>>. Acesso em: maio de 2014.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A. V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazônica** [online]. 2008, vol. 38, n. 4, p. 733-742. Disponível em: <<https://acta.inpa.gov.br/fasciculos/38-4/PDF/v38n4a17.pdf>>. Acesso em: maio de 2014.

SILVA, D. F.; GALVÍNCIO, J. D. ALMEIDA, H. R. R.C. Variabilidade da qualidade de água na bacia hidrográfica do Rio São Francisco e atividades antrópicas relacionadas. **Qualit@s Revista Eletrônica**. vol.9. nº 3, 2010. Disponível em: <<http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/download/687/496>>. Acesso em: maio de 2014.

SPERLING, M. V. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**, ed. 3, vol. 1, Belo Horizonte – MG, Editora SEGRAC. 2005.

TAVARES, A. D.; OLIVEIRA, J. J.V.; COSTA, M. V. O; LIMA, S. L.C. L.; LIMA, S. L.C. L. **Análise Físico-Química da Água dos poços IPE e IFRN – Campus Apodi**. CONNEPI. 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/1238/1149>>. Acesso em: maio de 2014.

TRENTIN, P. S.; BOSTELMANN, E. Programa Interlaboratorial para sólidos totais dissolvidos e em Suspensão amostras de água. **Metrologia & Instrumentação**, 2010. Disponível em: <<http://banasmetrologia.com.br/wp-content/uploads/2012/01/Programa-Interlaboratorial.pdf>>. Acesso em: maio de 2014.