



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS  
CHEFIA DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS-MODALIDADE LICENCIATURA

FLÁVIA NYCAELLE LEAL COSTA

**PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DAS ÁGUAS DO RIO  
GUARIBAS, ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE PICOS-PI**

PICOS - PI

2013

FLÁVIA NYCAELLE LEAL COSTA

**PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DAS ÁGUAS DO RIO  
GUARIBAS, ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE PICOS-PI**

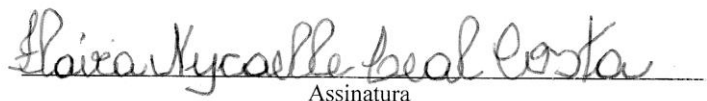
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Ciências Biológicas, modalidade Licenciatura, do Campus Senador Helvídio Nunes de Barros, Universidade Federal do Piauí, como pré-requisito para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.  
Orientador: Prof. Dr. Paulo Michel Pinheiro Ferreira

PICOS - PI

2013

Eu, **Flávia Nycaelle Leal Costa**, abaixo identificado(a) como autor(a), autorizo a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar, gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação abaixo discriminada, de minha autoria, em seu site, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, a partir da data de hoje.

Picos-PI, 18 de julho de 2014.



Assinatura

Eu, autorizo a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar, gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação abaixo discriminada, de minha autoria, em seu site, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, a partir da data de hoje.

Picos-PI, 18 de julho de 2014.

#### FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca José Albano de Macêdo

**C837p** Costa, Flávia Nycaelle Leal.  
Parametros físicos-químicos e microbiológicos das águas do Rio Guaribas, zona urbana do município de Picos-PI / Flávia Nycaelle Leal Costa. – 2013.  
CD-ROM : il; 4 ¾ pol. (34 p.)

Monografia(Licenciatura em Ciências Biológicas) –  
Universidade Federal do Piauí. Picos-PI, 2013.  
Orientador(A): Prof.Dr. Paulo Michel P. Ferreira

1. Rio Guaribas. 2. Contaminação. 3. Potabilidade. I.  
Título.

**CDD 551.48**

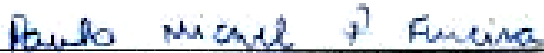
**FLÁVIA NYCAELLE LEAL COSTA**

**PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DAS ÁGUAS DO RIO  
GUARIBAS, ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE PICOS-PI**

Monografia apresentada à coordenação do  
Curso de Ciências Biológicas da  
Universidade Federal do Piauí, como um dos  
requisitos para a obtenção do Título de  
Licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovada pela Banca Examinadora em Picos (PI), 18/ 11 / 2013

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof.<sup>o</sup> Dr. Paulo Michel Pinheiro Ferreira  
Orientador



---

Prof.<sup>a</sup>. Me. Nilda Masciel Neiva Gonçalves  
Titular



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Carolina Landim Pacheco  
Titular

## AGRADECIMENTOS

A **DEUS** meu grande protetor, obrigada por possibilitar a realização de meus planos e sonhos, onde minha fé e confiança em ti me mantiveram erguida nessa caminhada. Aos meus familiares, em especial minha **MÃE** que partiu antes que o momento tão esperado chegasse... Que bom seria me voltar para a plateia e encontrá-la sentada olhando pra mim, com os olhos cheios de lágrima e o coração transbordando de orgulho. A minha **TIA ZENEIDE** que se doou inteiramente e abdicou de seus sonhos a favor da realização dos meus.

Minhas tias, **CONCEIÇÃO, SÔNIA e MAMÃE MAITA e** pelo apoio e carinho. Ao meu tio Pai **CARMO** por está presente em minha vida em todos os momentos e merecedor da minha gratidão. Aos meus primos irmãos **ARTHUR, ANA KAROLYNNE, CARLOS VINICIUS, CARLOS WAGNER, KARLA VALERIA E LORENA** fontes de minha alegria e fortaleza

**Agradeço a Prof. Dr Paulo Michel** pelos ensinamentos, conhecimentos e orientação neste trabalho.

**Aos membros da Banca Examinadora**, os professores ( **Ana Carolina e Nilda Masciel**), pela colaboração, leitura crítica do texto e sugestões.

**Agradeço a Prof. Dr<sup>a</sup>. Maria Carolina de Abreu**, por ser um exemplo de humildade, caráter, amizade uma incentivadora e exemplo como profissional para minha vida acadêmica.

**A todos os mestres desta Instituição**, pela amizade, respeito e ensinamentos transmitidos.

A meu namorado **RENAN** pelo apoio e compreensão.

Aos meus amigos que estiveram presentes durante essa jornada.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico toda a minha vida acadêmica primeiramente a **Deus** e a todos que fizeram parte dessa discordante e emocionante fase de minha vida. Aos **meus Familiares**, em especial A minha **MÃE** in memoriam por esta presente em minha vida no plano celestial me incentivando e intercedendo a **DEUS** pelo meu sucesso e felicidade. A MINHA **TIA ZENEIDE** que tanto me deu apoio e conselhos durante essa minha jornada e esta presente em todos os momentos em minha vida

## RESUMO

A água constitui um elemento imprescindível à existência do ser humano, utilizada para diversas finalidades. Este trabalho teve como objetivo comparar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos de diferentes pontos de coleta no leito do Rio Guaribas no perímetro urbano do município de Picos-PI. O estudo foi realizado no leito do rio Guaribas que compreende uma extensão de 47 km entre as coordenadas geográficas 07°04'37" de latitude sul e uma longitude de 41°28'01" oeste, desaguando no rio Itaim. Foram realizadas três coletas em sua passagem pelo município de Picos em três diferentes pontos de coleta (P0-Ipueiras, P1-Boa sorte e P2-Canto da várzea), através de coleta simples. Para este estudo, foram realizadas análises de acordo com as técnicas preconizadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed. Observando o parâmetro alumínio nos diferentes pontos de coleta notou-se que os valores das concentrações tiveram um acréscimo considerável entre os pontos em todas as coletas. A alcalinidade averiguada neste estudo apresentou valores crescentes quando observados os pontos de coleta nas três coletas realizadas. A dureza apresentou uma variação crescente entre os pontos de coleta nas três coletas realizadas, as concentrações variaram entre os pontos, sendo que em todas as coletas, o P2 obteve maiores valores. Quanto ao parâmetro pH em todas as coletas P0 e P1 apresentaram valores neutros com variações de 7,0 a 7,5, enquanto que P2 apresentou acidez nas águas. Na primeira coleta, P-0 obteve o valor da turbidez de 1,64 UNT, P-1 4,18 UNT enquanto P-2 apresentou um índice maior 19,8 UNT. Na segunda coleta a turbidez variou, do P-0 (8,5UNT) sendo que o P-1 e P-2 tiveram os mesmos índices de turbidez (9,99 UNT) já na terceira coleta todos os pontos obtiveram o mesmo valor de 9,99 UNT, ou seja, teve um acréscimo considerável principalmente na primeira coleta. No que diz respeito às análises microbiológicas somente na primeira coleta o P-0 apresentou ausência de *Escherichia coli* nos demais pontos amostrados ocorreu a presença desta bactéria. Segundo as análises realizadas pelo monitoramento do rio Guaribas os índices de contaminação são predominantes no P-2, Este rio é denominado como um rio pertencente a classe 3 segundo a Resolução CONAMA nº 357 de março de 2005.

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Percentual do alumínio da água do rio guaribas 2012/2013.....	23
<b>Gráfico 2:</b> Percentual da alcalinidade total no córrego do Rio Guaribas 2012/2013.....	24
<b>Gráfico 3:</b> Percentual da dureza no córrego do Rio Guaribas 2012/2013.....	25
<b>Gráfico 4:</b> Percentual do potencial de hidrogênio do córrego do Rio Guaribas 2012/2013.....	26
<b>Gráfico 5:</b> Percentual da turbidez no córrego do Rio Guaribas 2012/2013.....	27
<b>Gráfico 6:</b> Percentual dos coliformes totais e fecais ( <i>Escherichia coli</i> ), no córrego do Rio Guaribas 2012/2013.....	28



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.1 Objetivos Gerais.....	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
3.1 A Importância da água na vida humana.....	13
3.2 A importância do monitoramento da Qualidade da Água.....	13
3.3 Qualidade da água.....	14
3.4 Poluição das águas .....	15
3.5 O Rio Guaribas.....	15
<b>4. PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA.....</b>	<b>17</b>
4.1 Alumínio Total .....	17
4.2 Alcalinidade Total .....	17
4.3 Dureza Total .....	18
4.4 Potencial Hidrogeniônico .....	18
4.5 Turbidez .....	19
4.6 Coliformes Totais e Fecais.....	19
<b>5. METODOLOGIA.....</b>	<b>20</b>
5.1 A área de estudo.....	20
5.2 Coleta e análise dos dados.....	20
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>23</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>29</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>30</b>

## INTRODUÇÃO

A água constitui um elemento imprescindível à existência do ser humano e está presente em todos os seguimentos da vida (CARVALHO; RECCO PIMENTEL, 2007). É a substância mais ingerida pelo homem, e é também o principal veículo de excreção (KOTTWITZ; GUIMARÃES, 2003). Utilizada para diversas finalidades, como abastecimento doméstico e industrial, irrigação de produtos agrícolas, recreação, atividade pesqueira, geração de energia e disposição de resíduos, nas últimas décadas os recursos hídricos estão sendo cada vez mais disputados, tanto em quantidade quanto em qualidade, principalmente em razão do acentuado crescimento demográfico e do próprio desenvolvimento econômico (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE DO BRASIL SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, 2002).

No Brasil, o problema não está na quantidade de água disponível, uma vez que é um país privilegiado neste aspecto, mas sim na qualidade desta água, reflexo de um passado de gestão inadequada. Deste modo, há a necessidade de um manejo adequado dos recursos hídricos, de forma a garantir água na quantidade e na qualidade desejáveis aos seus múltiplos usos (LEITÃO, 2001).

As últimas décadas foram marcadas pela crescente preocupação com o efeito das atividades humanas na sustentabilidade ambiental, a sociedade está cada vez menos tolerante à poluição, à contaminação dos corpos de água, aos problemas de degradação estética, doenças de veiculação hídrica e custos quase sempre crescentes de tratamento de água para abastecimento público, debates ocorrem comumente sobre decrescente qualidade da água dos rios, lagos e aquíferos (BRAGA, 2003).

No Brasil, principalmente no Semi-Árido, a utilização da água obtida de poços artesanais, rios, riachos e lagos têm sido comumente utilizados para o consumo humano, entretanto esse tipo de fonte de água hoje sofre um contínuo e crescente processo de degradação em função do despejo de esgotos *in natura* ou tratados, de fezes de animais (silvestres e de produção), além dos efluentes resultantes das atividades industriais (DOWBOR, 2005).

Embora seja um elemento essencial à vida, a água também pode trazer riscos à saúde se for de má qualidade, servindo de veículo para vários agentes biológicos e químicos. Por isso, o homem deve atentar aos fatores que podem

interferir negativamente na qualidade da água de consumo e no seu destino final (WALDMAN *et al.*, 1997; BARCELLOS *et al.*, 1998; MOZA *et al.*, 1998; SOARES *et al.*, 2002; ROCHA *et al.*, 2006).

Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) revelam que 80% das doenças nos países em desenvolvimento são causadas pela água contaminada (COELHO *et al.*, 2007). Muitas doenças atribuídas à água e o elevado índice de internações hospitalares poderiam ser diminuídos com saneamento básico e conscientização da população em relação à preservação das águas superficiais e subterrâneas de forma a disponibilizar a água com qualidade para o consumo e outros usos (Bastos *et al.*, 2001).

Dentre os principais usos da água, o abastecimento público é o uso mais nobre e exigente da água, devendo esta ser considerada potável, ou seja, devem atender aos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos definidos pela legislação vigente e não oferecer riscos à saúde do consumidor (SPERLING, 1996; BRASIL, 2004).

As condições físicas e químicas dos sistemas lóticos exercem grande influência sobre a flora e a fauna, de modo que a composição e abundância biótica representam um registro integral da história recente de um curso d'água.

A OMS (2004) relata a grande importância do monitoramento e controle de qualidade das águas para aproveitamento e sugerem que sejam realizados exames e análises para determinar o conteúdo de cistos de protozoários e ovos de helmintos com a determinação da viabilidade, coliformes fecais, vírus e substâncias químicas inorgânicas e orgânicas. Ressalte-se a inexistência de dados devidamente documentados e comprovados sobre a ocorrência de surtos de doenças causadas por protozoários de transmissão hídrica, no Brasil (GONÇALVES *et al.*, 2006). Dessa forma objetiva-se relacionar os parâmetros microbiológicos e físico-químicos nos diferentes pontos de coleta das águas do Rio Guaribas no perímetro urbano do município de Picos-PI.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

- Relacionar os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água em diferentes pontos do Rio Guaribas, município de Picos com diferentes níveis de influencia urbana.

### **2.2 Específicos**

- Conhecer os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos das águas do Rio Guaribas;

- Comparar os parâmetros da água analisados nos diferentes pontos de coleta.

- Relacionar as diferenças dos parâmetros com a influência urbana diferenciada dos pontos de coleta.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 A Importância da água na vida humana**

Não se pode imaginar vida orgânica sem a presença de água, que se caracteriza como elemento fundamental na manutenção e preservação da vida de todos os seres, inclusive os humanos, por ser essencial ao seu consumo, bem como para o desenvolvimento de todas as atividades industriais e agrícolas (REBOUÇAS, 2004).

Lewis (1965) reforça essa afirmativa, pois desde os tempos primitivos, o homem entendeu que não era possível viver sem água, assim, fixou moradia próxima às margens dos rios.

Segundo Brown et al. (2000) o gerenciamento dos recursos hídricos tem uma longa história. A barragem mais antiga conhecida no mundo foi construída no Egito cerca de 5 mil anos atrás, tendo sido usada para armazenar água para beber e para a irrigação. Nessa mesma época, na Arábia, agricultores usavam as crateras de vulcões extintos como tanques de armazenagem e cavavam poços profundos para buscar água potável. Escavações em ruínas na Índia, da mesma idade, revelaram os restos de sistemas de drenagem e suprimento de água, os quais incluíam banheiras e piscinas. Os antigos gregos estavam conscientes da importância da qualidade da água, e Hipócrates alertava sobre a necessidade de filtrar e ferver a água de beber.

Pontes e Schramm (2004) relataram que a água constitui um bem de primeira necessidade, essencial à vida tanto em sua dimensão individual quanto coletiva, um recurso escasso e finito, agravado pelo uso predatório e desigual, e coloca para as atuais gerações a necessidade urgente de desenvolver mecanismos de gestão e conservação. Assim, ao longo da história da humanidade a qualidade e a quantidade da água disponível para o ser humano têm sido fatores que determinaram seu bem estar.

#### **3.2 A importância do monitoramento da Qualidade da Água**

Sendo a água essencial à vida humana e insumos em variados processos produtivos, é clara a correlação existente entre o desenvolvimento socioeconômico

de qualquer região, e sua acessibilidade e a qualidade hídrica (RODRIGUES *et al.*, 2001).

A avaliação da qualidade da água, importante ferramenta na gestão de recursos hídricos, passa pela obtenção de dados confiáveis dos corpos d'água de interesse. A Organização Mundial da Saúde sugere três formas básicas para obtenção destes dados: monitoramento, vigilância e estudo especial (DERISIO, 1992). O monitoramento prevê o levantamento sistemático de dados em pontos de amostragem selecionados. Visa acompanhar a evolução das condições de qualidade de água ao longo do tempo. A vigilância implica em uma avaliação contínua da qualidade da água. Busca detectar alterações instantâneas de modo a permitir providências imediatas para resolver ou contornar o problema. E o estudo especial é projetado para atender às necessidades de um estudo em particular. Geralmente é feito através de campanhas intensivas e de determinada duração.

Segundo Magalhães Júnior (2000), o monitoramento deve ser visto como um processo essencial à implantação dos instrumentos de gestão das águas, já que permite a obtenção de informações estratégicas, acompanhamentos das medidas efetivas, atualização do banco de dados e atualização das decisões, onde a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem.

Para Nardocci (1999), os potenciais impactos do desenvolvimento tecnológico e das mudanças no estilo de vida, bem como o aumento da sensibilidade aos perigos à saúde e à segurança, têm colocado os riscos e a qualidade ambiental entre as maiores preocupações da sociedade atual. Desta forma, a avaliação e o gerenciamento de riscos figuram entre as mais importantes atividades atuais de cientistas, políticos, órgãos reguladores e também do público em geral.

### **3.3 Qualidade da água**

Existem diversos padrões que estabelecem requisitos para a qualidade das águas, que variam de um lugar para outro. No Brasil o padrão de qualidade para águas que vigora é a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, a qual em seu texto, na parte das considerações, se expressa que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza.

A água é um recurso natural finito, cuja qualidade vem piorando devido ao aumento da população e à ausência de políticas públicas voltadas para a sua preservação. Estima-se que aproximadamente doze milhões de pessoas morrem anualmente por problemas relacionados com a qualidade da água. No Brasil, esse problema não é diferente, uma vez que os registros do Sistema Único de Saúde (SUS) mostram que 80% das internações hospitalares do país ocorrem devido à utilização e consumo da água imprópria aos seres humanos.

### **3.4 Poluição das águas**

Além da poluição direta das fontes de água, os sistemas de distribuição e reservatórios também podem ser responsáveis pela transmissão de agentes patogênicos, caso estejam em condições inadequadas de higiene e conservação (MICHELINA *et al.*, 2006).

A água poluída é um importante veículo na transmissão de uma grande variedade de doenças e sua qualidade microbiológica é um fator indispensável para a Saúde Pública (ZULPO, D.L. 2006). Desse modo, a presença de coliformes fecais, que são mais facilmente detectáveis em exames de rotina de laboratório do que a forma parasitária indica que a água não deve ser utilizada porque há um risco aumentado de contaminação (LIBÂNIO, 2005).

Os coliformes fecais vivem no intestino dos animais como bois, porcos, cachorros, gatos, homens etc. sem lhes causar prejuízos. Eles são adquiridos quando penetram pela pele ou quando são ingeridos juntamente com a água ou alimentos contaminados e são constantemente liberados em grande quantidade, junto com as fezes (OKURA; SIQUEIRA, 2005).

### **3.5 O Rio Guaribas**

O rio Guaribas é um recurso hídrico importantíssimo, servindo como geração de renda e abastecimento de água para o município de Picos, localiza-se na região sudoeste do Estado do Piauí, que é pressionada pelo crescimento dos centros urbanos, pela especulação imobiliária sem planejamento, pela agricultura, pela poluição. A ocupação desordenada vem ocasionando a destruição das vegetações nativas, o que leva, entre outras coisas, ao assoreamento do rio. Atualmente já é

reconhecido que as atividades humanas degradam os sistemas aquáticos (CORTES *et al.*, 2002).

De acordo com Silva Filho e Gomes (2004) ao retratarem o município de Picos, estes dizem que os aspectos positivos são a sua importância econômica e a extensiva cobertura de serviços públicos que servem à população. Por outro lado, a sua maior fraqueza reside na intensa degradação ambiental em que está situado. No perímetro urbano, o rio Guaribas agoniza com o volume de dejetos, lançamento de esgotos sem qualquer tratamento e de lixo no seu leito. Esse município tem uma responsabilidade expressiva sobre as péssimas condições ambientais.

No contexto supracitado, compreende-se o acompanhamento, monitoração e avaliação da qualidade da água se tornem necessárias. Desta forma, a análise da qualidade de água do rio Guaribas torna-se indispensável para a saúde da população, e vem como instrumento norteador para qualificar a realidade existente na região. O município de Picos está localizado na região semi-árida na qual a um grande período de escassez de água. Sendo água um recurso indispensável para o desenvolvimento local, torna-se necessário a revitalização e a utilização da água do Guaribas para a sobrevivência futura e geração de renda, proporcionando assim uma melhor qualidade de vida para os habitantes de Picos, em particular a população que o cerca.



## **4. PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA**

Os teores máximos de impurezas permitidos na água são estabelecidos em função dos seus usos. Esses teores constituem os padrões de qualidade, os quais são fixados por entidades públicas, com o objetivo de garantir que a água a ser utilizada para um determinado fim não contenha impurezas que venham a prejudicá-lo.

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas. As características físicas, químicas e biológicas das águas naturais decorrem de uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico e na bacia hidrográfica, como consequência das capacidades de dissolução de uma ampla gama de substâncias e de transporte pelo escoamento superficial e subterrâneo (LIBÂNIO, 2005).

### **4.1 Alumínio Total**

O alumínio é o principal constituinte de um grande número de componentes atmosféricos, particularmente de poeira derivada de solos e partículas originadas da combustão de carvão. Na água, o alumínio é influenciado pelo pH e matéria orgânica, onde o aumento da concentração de alumínio está associado com o período de chuvas e, portanto, com a alta turbidez. (IGAM,2009)

### **4.2 Alcalinidade Total**

É um parâmetro que mede a quantidade de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos presentes na água. Pode ser considerada também a medida indireta da capacidade da água em resistir a grandes variações de pH. Se a Alcalinidade total não estiver na faixa ideal, que é acima de 80 e abaixo de 120 mg/L, será mais difícil ajustar o pH. A alcalinidade total acima de 120 mg/L pode causar turbidez na água e formação de incrustações brancas, cinzentas ou marrons nos tubos e em outras partes do sistema de circulação de água, é determinada por titulação com ácido forte em presença de alaranjado de metila e na água potável, a alcalinidade contribui, também, para o sabor da água (ANA, 2009).

### 4.3 Dureza Total

É a concentração de cátions multimetálicos em solução. Os cátions mais frequentemente associados à dureza são os cátions divalentes  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ . Em condições de supersaturação, esses cátions reagem com ânions na água, formando precipitados. A dureza pode ser classificada como dureza carbonato e dureza não carbonato, dependendo do ânion com a qual ela está associada (VON SPERLING, 1996). A primeira é sensível ao calor, precipitando o carbonato com aumento significativo de temperatura, usual de ocorrer quando a água atravessa, por exemplo, a resistência dos chuveiros domiciliares, por essa razão recebe a denominação de dureza não-permanente. A dureza carbonato corresponde à alcalinidade, estando, portanto, em condições de indicar a capacidade de tamponamento da água natural (LIBÂNIO, 2005).

A dureza natural tem origem na dissolução de minerais como rochas calcárias, valores elevados podem inviabilizar a água do corpo hídrico para posterior captação e uso devido ao alto grau de incrustabilidade nas tubulações e baixa formação de espuma na higiene pessoal (LIBÂNIO, 2005).

### 4.4 Potencial Hidrogeniônico

O termo pH (potencial hidrogeniônico) é usado para expressar a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução e é uma maneira de expressar a concentração do íon hidrogênio (SAWYER et al., 1994). Talvez se constitua no parâmetro de maior frequência de monitoramento na rotina operacional das estações de tratamento, pela interferência em diversos processos e operações unitárias inerentes à potabilização (LIBÂNIO, 2005).

O pH é muito influenciado pela quantidade de matéria morta a ser decomposta, sendo que quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor o pH, pois para haver decomposição de materiais ocorre a produção de muito ácido como o ácido húmico, também pode variar, dependendo da área que este corpo recebe as águas da chuva, os esgotos e a água do lençol freático. Quanto mais ácido for o solo da bacia, mais ácidas serão as águas deste corpo d'água. (CAMARGO, 1996).

Conforme ressalta Maier (1987), os rios brasileiros têm tendência de neutro a

ácido.

#### **4.5 Turbidez**

A turbidez limita a penetração de raios solares, restringindo a realização da fotossíntese que, por sua vez, reduz a reposição do oxigênio, contendo característica física acaba por se constituir em uma inferência da concentração de partículas suspensas na água obtida a partir da passagem de um feixe de luz através da amostra, sendo expressa por meio de unidades de turbidez (UNT) (LIBÂNIO, 2005).

Segundo Branco (1989), “a precipitação dessas partículas perturba o ecossistema aquático”. A água pode ser turva ou límpida. É turva quando recebe certa quantidade de partículas que permanecem, por algum tempo, em suspensão e podem ser do próprio solo quando não há mata ciliar, ou proveniente de atividades minerais, como portos de areia, exploração de argila, indústrias, ou mesmo de esgoto das cidades. A turbidez por si só, não causa danos, se for natural. Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. (Libanio 2005).

#### **4.6 Coliformes Totais e Fecais**

O grupo coliforme é constituído por bactérias pertencentes aos gêneros *Citrobacter*, *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella* (NOGUEIRA et al., 2003). Os coliformes fecais, um subgrupo dos coliformes totais representados principalmente pela espécie *Escherichia coli*, proveniente do intestino grosso do homem e de animais de sangue quente, indicador de contaminação fecal, isto acontece também com outras bactérias como os estreptococos fecais, e também vírus intestinais como o causador da Hepatite A ou poliomielite, ou seja, a presença deste microrganismo na água pode indicar risco potencial a saúde. (GREENBERG et al., 1992).

## **5. METODOLOGIA**

### **5.1 A área de estudo**

O Rio Guaribas compreende uma extensão de 47 km entre as coordenadas geográficas 07°04'37"S - 41°28'01"W, desaguando no rio Itaim que faz parte da bacia do Guaribas (IBGE, 2010 ). A bacia do rio Guaribas na qual o rio Guaribas é seu maior afluente, incorpora 18 municípios: Alagoinha do Piauí, Alegrete do Piauí, Bocaina, Campo Grande do Piauí, Francisco Santos, Fronteiras, Geminiano, Monsenhor Hipólito, Picos, Pio IX, Santana do Piauí, Santo Antônio de Lisboa, São João da Canabrava, São José do Piauí, São Julião, São Luís do Piauí, Sussuapara e Vila Nova do Piauí que por muitas décadas foi um recurso hídrico importantíssimo para o desenvolvimento do município de Picos, servindo como geração de renda e abastecimento de água para a cidade (Silva Filho e Gomes 2004). Localiza-se em uma região de clima semiárido definido por Lima et al. (2000) com base na observação de parâmetros climáticos associados à vegetação, relevo, solo e hidrografia. São características desse domínio climático: uma precipitação média anual inferior à 900mm e dois a três meses favoráveis à ocorrência de chuvas, com distribuição irregular no tempo e no espaço; temperaturas elevadas com média anual de 27,3°C., provocando um déficit hídrico que alcança todos os municípios da região dentre os quais se destaca o município de Picos.

### **5.2 Coleta e análise dos dados**

Foram realizadas três coletas no Rio Guaribas, em seu perímetro urbano do Município de Picos, em três pontos (P0-Ipueiras, P1-Boa sorte e P2-Canto da várzea) entre setembro de 2012 a março de 2013, onde cada ponto de coleta foi analisado três vezes durante a realização do experimento. Os procedimentos de amostragem foram feitos através de coleta simples, sendo o ponto de coleta acentuado a uma profundidade de aproximadamente 25 cm a partir da superfície.

Para o presente estudo foram considerados os índices de qualidade de água conforme a portaria Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA. Os parâmetros físico químicos e bacteriológicos analisados foram: alumínio, alcalinidade total, dureza total, potencial de hidrogênio, turbidez, coliforme totais e

coliformes fecais.

As análises foram realizadas no Laboratório de controle de águas e esgotos da AGESPISA, na cidade de Picos de acordo com as técnicas preconizadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed (APHA; AWWA; WPCF, 1995).

As análises físico químicas foram realizadas por meio de titulação, potenciômetro e turbidímetro.

O parâmetro alumínio foi aferido por meio de titulação. Foram utilizados pipetas graduadas, tubos de nessler de 50 ml, suporte para tubos de nessler, solução padrão de alumínio, ácido acético a 30%, hematoxilina e carbonato de amônia saturado. Foram colocados 50 ml da água da amostra em um tubo de nessler e em seguida preparou-se os padrões, colocando 0,2 – 0,4- 0,5 e 1,0 ml da solução padrão em cada um dos tubos restantes, completando o volume com água destilada até 50 ml. Juntou-se 1 ml de carbonato de amônia no tubo das amostras e padrões, acrescentou-se 1 ml da solução de hematoxilina em cada tubo, agitou-se por inversão e deixou-se repousar por 15 minutos. Posteriormente adicionou-se 1 ml de ácido acético a 30% e tornou-se a agitar por inversão e para fazer a comparação da cor formada com os padrões por cima do tubo.

Para análise da alcalinidade total, também efetuada por titulação, foi necessário, proveta volumétrica de 100 ml, frasco Erlenmeyer de 250 ml, bureta de 100 ml, assim como os reagentes: fenolftaleína, indicador metil Orange ( 6 gotas) e solução de ácido sulfúrico 50N. Colocou-se 100 ml da amostra no Erlenmeyer, adicionando 10 gotas da solução fenolftaleína, em cada amostra, em seguida, colocou-se o ácido sulfúrico na bureta, não havendo a mudança de cor, acrescentou-se 6 gotas de metil orange e fez-se a titulação com o ácido sulfúrico até quando à amostra mudou de cor. O resultado foi obtido pela quantidade de titulador que foi utilizado, multiplicado por dez.

A análise da dureza total, feita por titulação, dispondendo-se de 1 bureta de 50 ml, Erlenmeyer de 250 ml, pipetas volumétricas de 2 ml, espátulas e substâncias como cianeto de sódio (NACN), solução tampão, titulador EDTA e erichrome black. Inicialmente colocou-se 50 ml da amostra no erlenmeyer, adicionou 0,25 de cianeto de sódio e juntou-se 0,2 de erichrome Black em cada amostra, depois acrescentou 1 ml de solução tampão. Quando a cor rosada mudou para azulada, anotou-se o valor e multiplicou-se por 20.

Através da utilização do potenciômetro, foi realizada somente a análise do potencial de hidrogênio (pH). Enquanto que por meio do turbidímetro foi analisada exclusivamente a turbidez.

As análises microbiológicas foram realizadas por meio do método dos tubos múltiplos, na qual consiste do teste presuntivo e confirmativo. Para tal procedimento, utilizou-se 15 tubos de ensaio distribuídos de 5 em 5.

Para o teste presuntivo adicionou-se 10 ml do caldo lactosado no tubo de ensaio com o durhan invertido e 10 ml da amostra, em seguida, encubou-se na estufa em 37°C por 24/48 horas. Após esse período, ocorrendo a formação de gás dentro do tubo de durhan, significa que o teste presuntivo foi positivo sendo necessária a realização do teste confirmativo, caso contrario, a ausência de gás no durhan indicaria que o teste foi negativo.

O teste confirmativo foi realizado nas amostras com resultado previamente positivo, no qual foram utilizados meios de cultura específicos para coliformes totais e coliformes fecais.

Para tais métodos, utilizou-se o mesmo número de tubos do Teste Presuntivo positivados, contendo os meios de cultura. Na análise de coliformes totais, utilizou-se o meio de cultura verde brilhante. Onde foram retiradas alíquotas de cada tubo positivado, utilizando a alça de platina, previamente flambada e fria, e inoculou-se no tubo correspondente contendo o meio de cultura. Estes tubos foram incubados em estufa a 35°C no período de 24/48 horas onde foram observados em dois momentos para averiguar a formação de gás no tubo durhan sendo então positivo.

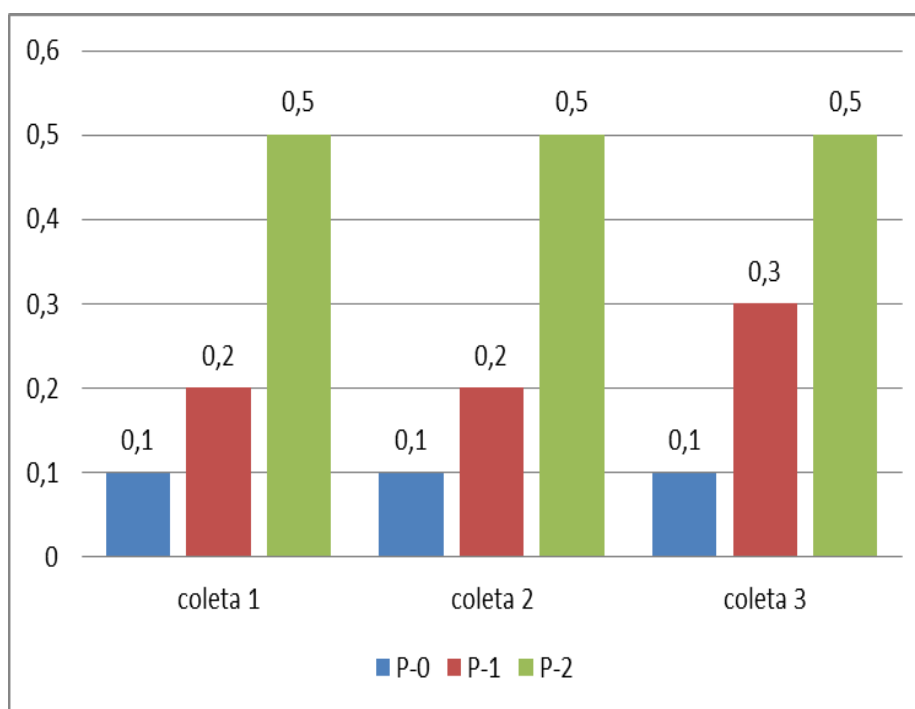
Paralelo ao processo realizado para identificação dos coliformes totais foi desenvolvida a técnica de assimilação dos coliformes termotolerantes, técnica semelhante a descrita anteriormente a qual utiliza-se meio de cultura específico EC que após inoculação realizou-se incubação em estufa na temperatura de 44,5°C durante 24 horas. Ao termino, verifica-se a formação de gás dentro do tubo de Durhan, pois isso indica a presença de coliformes de origem fecal.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A comparação da qualidade das águas do rio Guaribas nos diferentes pontos de coleta da zona urbana de Picos baseada nas análises serão discutidas individualmente e os resultados serão apresentados por meio de gráficos. Os índices de qualidade de água, alumínio, alcalinidade, dureza, pH, turbidez, coliformes totais e fecais foram preconizados conforme a portaria Resolução nº 357, DE 17 de março de 2005 do CONAMA.

Observando o parâmetro alumínio nos diferentes pontos de coleta notou-se que os valores das concentrações tiveram um acréscimo considerável entre os pontos em todas as coletas (Gráfico 1).

**Gráfico 1: Percentual do alumínio da água do rio guaribas 2012/2013**

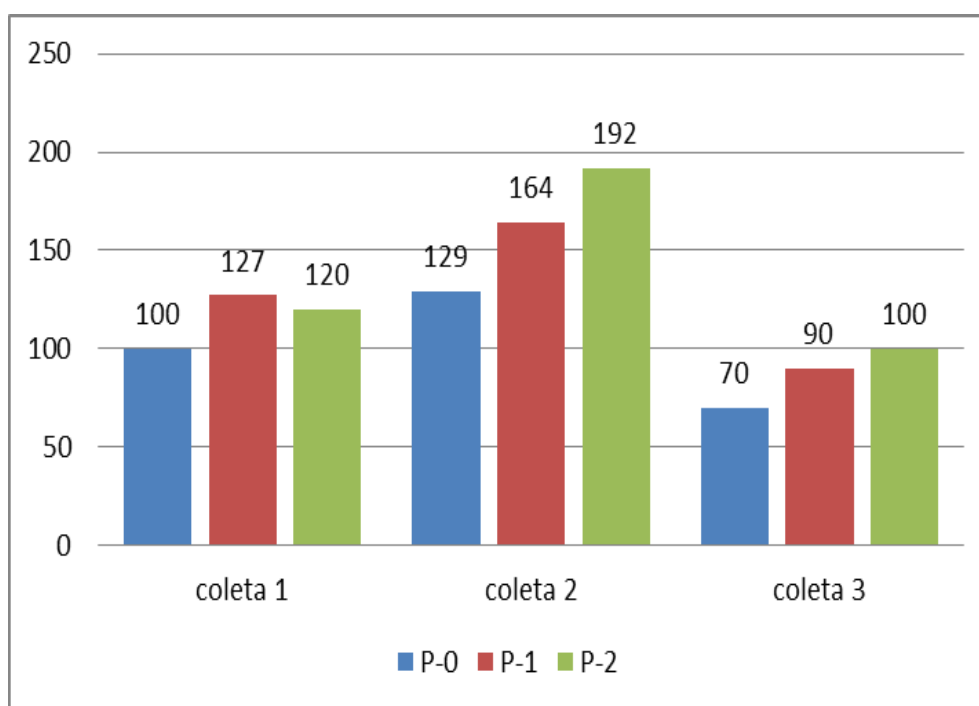


Sendo que, os pontos de coletas P-0 e P-1 tiveram valores fixos em todas as coletas( 0,1/0,2 mg/L) enquanto que P-2 obteve suas concentrações maiores em todas as coletas com 0,5 mg/L ultrapassando o valor máximo permitido pelo CONAMA 357 (2005) que é 0,2 mg/L, isso significa que no correjo do rio há presença de metais pesados. O aspecto chave da química do alumínio é sua dissolução no solo para neutralizar a entrada de ácidos com as chuvas ácidas, desta

forma, ele é extremamente tóxico à vegetação e pode ser escoado para os corpos d'água. A principal via de exposição humana não ocupacional é pela ingestão de alimentos e água e o acúmulo de alumínio no homem tem sido associado ao aumento de casos de demência do tipo Alzheimer (IGAM, 2009).

A alcalinidade averiguada neste estudo apresentou valores crescentes quando observados os pontos de coleta nas três coletas realizadas (Gráfico 2).

**Gráfico 2: Percentual da alcalinidade total no córrego do Rio Guaribas  
2012/2013**



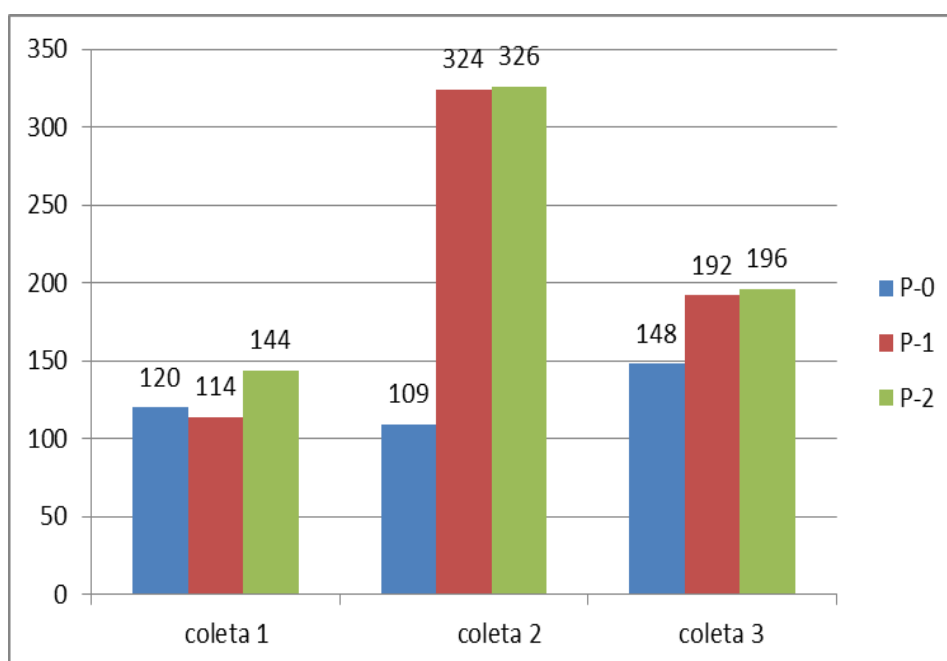
As concentrações da alcalinidade aumentaram gradativamente. Observou-se que na segunda e terceira coleta a alcalinidade teve um acréscimo considerável entre os pontos de coleta isso provavelmente por estarem os pontos de coletas situados em um gradiente crescente de urbanização onde os pontos P-1 e P-2 sofreriam maior descarga de efluentes advindo de hospitais que provavelmente despejam resíduos ricos em boratos, silicatos, fosfatos e ânions orgânicos contribuindo com o aumento da alcalinidade. Diferente do P0, que nas três coletas realizadas obteve os menores valores de alcalinidade, provavelmente devido a sua localização, por ter baixa interferência humana e onde o nível de efluentes tem menor concentração. Observando os períodos das coletas, a coleta um e três foram realizadas no período de estiagem enquanto que a coleta dois foi realizada no



período chuvoso contribuído para os mais altos valores entre os pontos de coletas. A Resolução CONAMA 357 (2005) não faz menção a este parâmetro em se tratando de classificação de um corpo d'água na sua classificação em classes.

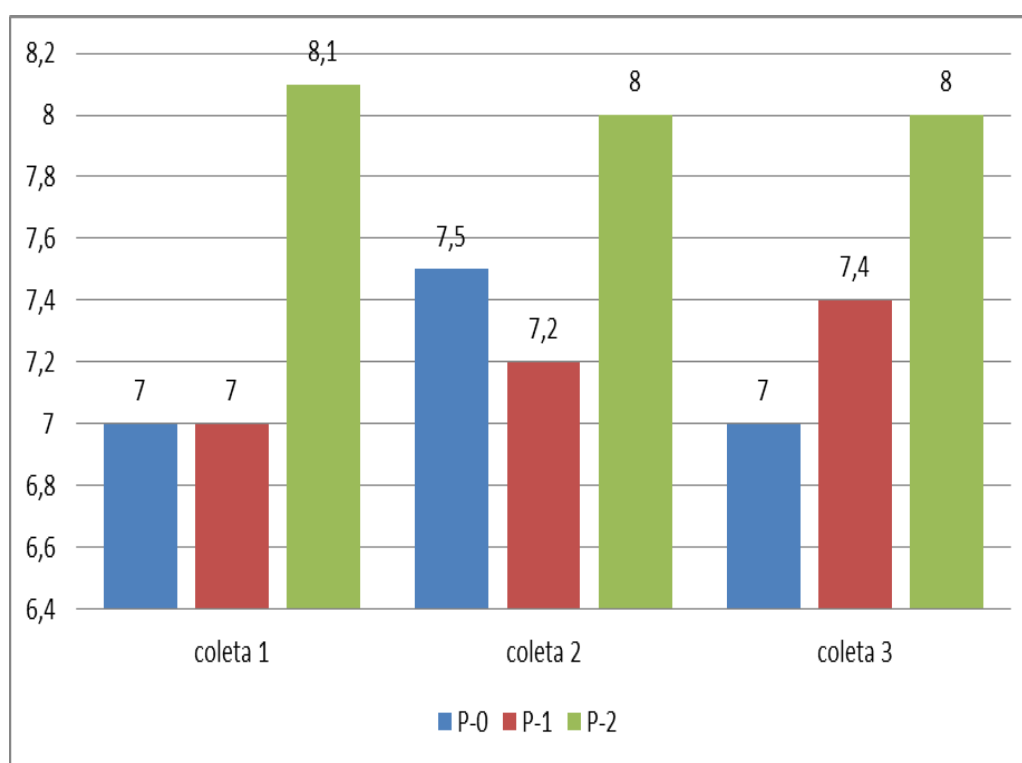
A dureza apresentou uma variação crescente entre os pontos de coleta nas três coletas realizadas (Gráfico 3), as concentrações variaram entre os pontos, na primeira coleta teve variações nos pontos de 120 a 144 mg/L, na segunda coleta teve variação entre 109 a 326 mg /L e na terceira coleta variações de 148 a 196 mg /L, sendo que, o P2 permanece com maiores valores em todas as coletas. O aumento dessa concentração ocorre devido a uma maior concentração de íons cálcio e magnésio e prevalece no P2 provavelmente em decorrência de um maior carreamento de material lixiviado no leito do rio por esta situado no termino da malha urbana do rio. Uma concentração de  $\text{CaCO}_3$  abaixo de 50 mg/L permite-se considerar a água como mole e de grande proveito para utilização direta. Concentrações de  $\text{CaCO}_3$  acima de 150 mg/L permitem que a classificação da água como dura e seu uso requer tratamento de abrandamento, dependendo da finalidade de uso (LIBÂNIO, 2005). A sensibilidade para a concentração da dureza na água segundo Battalha & Parlatore (1977) está freqüentemente associada ao nível com o qual o consumidor está acostumado, podendo variar, por exemplo, de concentrações de  $\text{CaCO}_3$  inferiores a 50 mg/L, a valores maiores que 200 mg/L.

**Gráfico 3: Percentual da dureza no córrego do Rio Guaribas 2012/2013**



Quanto ao parâmetro pH em todas as coletas (Gráfico 4). P0 e P1 apresentaram valores neutros com variações de 7,0 a 7,5, enquanto que P2 apresentou acidez nas águas. Sendo que esses valores não ultrapassam os padrões estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 357/05, a qual estabelece limites de 6,0 a 9,0.

**Gráfico 4: Percentual do potencial de hidrogênio do córrego do Rio Guaribas 2012/2013**

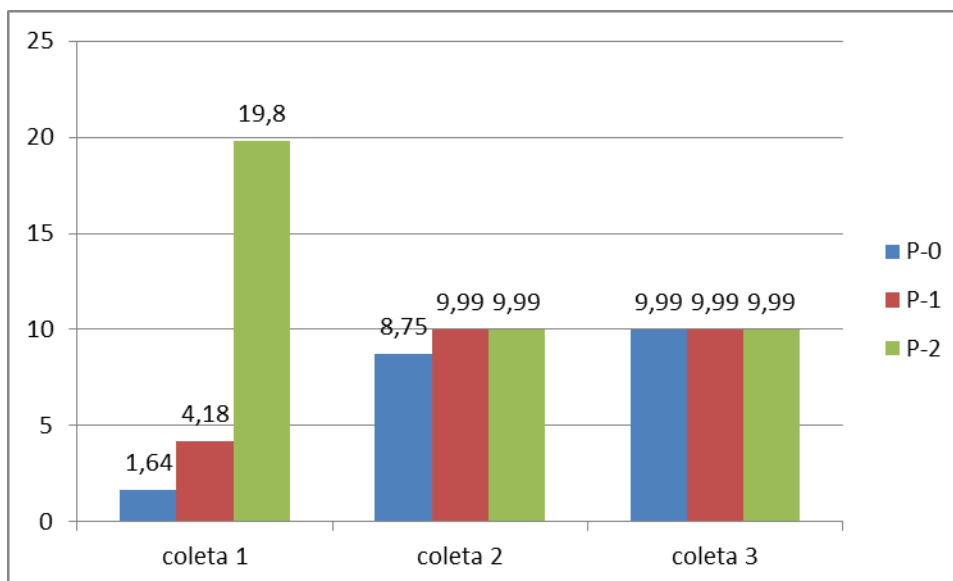


Cruz et al (2007) ao analisar as águas dos rios Parnaíba e Poty observaram padrões semelhantes de pH. A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies (CETESB,1993).

Na primeira coleta, P-0 obteve o valor da turbidez de 1,64 UNT, P-1 4,18 UNT enquanto P-2 apresentou um índice maior 19,8 UNT. Na segunda coleta a turbidez variou, do P-0 (8,5 UNT) sendo que o P-1 e P-2 tiveram os mesmos índices de turbidez (9,99 UNT) já na terceira coleta todos os pontos obtiveram o mesmo valor de 9,99 UNT, ou seja, teve um acréscimo considerável principalmente na primeira coleta. Vale ressaltar que em todas as coletas o P2 teve os maiores valores, sendo

que, todos com valores inferiores da concentração de turbidez do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357 /2005 para corpos de água doce de Classe III (100 UNT). As diferenças entre os valores do parâmetro de turbidez podem ser explicados pelo aumento de carregamento de partículas (Gráfico 5).

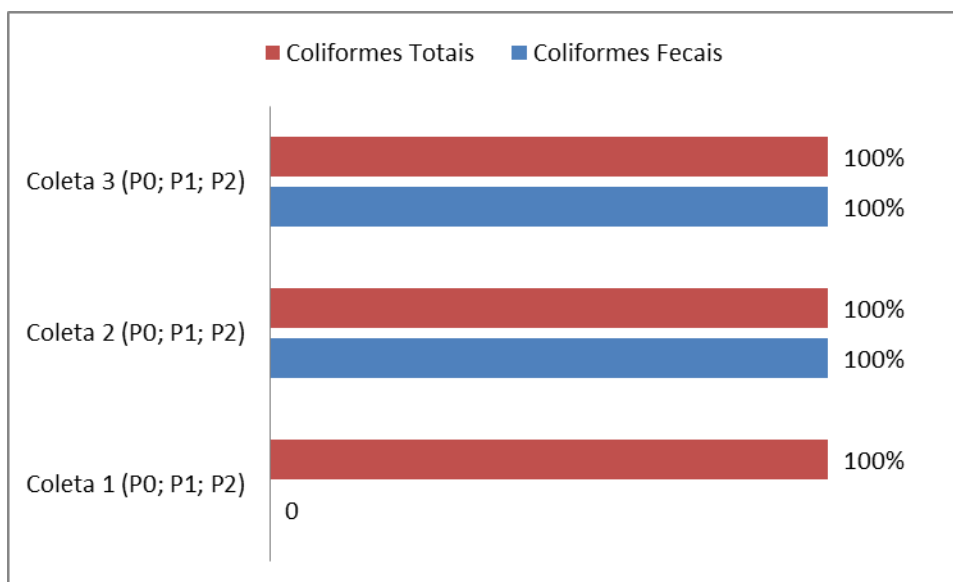
**Gráfico 5: Percentual da turbidez no córrego do Rio Guaribas 2012/2013**



Altos valores de turbidez reduzem a fotossíntese da vegetação enraizada submersa e das algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar a comunidade biológica aquática. Além disso, afeta adversamente o uso doméstico, industrial e recreacional dos corpos d'água (Cetesb, 2006).

No que diz respeito às análises microbiológicas somente na primeira coleta o P-0 apresentou ausência de *Escherichia coli* nos demais pontos amostrados a presença desta bactéria é um indicativo da presença de poluentes orgânicos evidenciando a contaminação do rio (Gráfico 6).

**Gráfico 6: Percentual dos coliformes totais e fecais( *Escherichia coli*), no córrego do Rio Guaribas 2012/2013**



As concentrações de coliformes termotolerantes apresentaram-se bastante variáveis ao período de monitoramento. Em todos os pontos amostrados, foram encontrados indícios de contaminação, com exceção do P0 na primeira coleta, não é recomendável, mesmo em baixas concentrações a presença *E. coli* para a utilização da água para recreação e para o consumo humano, somente após tratamento convencional (Gonçalves et al., 2005).

A *Escherichia coli*, principal bactéria dentre os coliformes fecais, subgrupo dos coliformes totais é extensivamente utilizada no monitoramento da qualidade de águas e são considerados os mais específicos indicadores de qualidade de águas destinadas a potabilidade e balneabilidade (LÓPEZ-PILA & SZEWZYK, 2000; YOUN-JOO et al., 2002; ALM et al., 2003; NOGUEIRA, et al., 2003; LEBARON et al., 2005).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este rio já foi a principal fonte de renda para a população de Picos, com plantações de alho e cebola, assim como era o principal meio de obtenção de água para o consumo humano e lazer. A interferência humana através de dejetos de hospitais, esgotos domésticos e lixos, contribuiu para a poluição do mesmo, aumentando as concentrações dos coliformes totais e fecais causando também alterações nos parâmetros físicos químicos como alcalinidade, alumínio, pH e dureza. As alterações observadas interferem diretamente na qualidade da água, na existência de vida no leito do rio como peixes e plantas assim como na utilização destas águas pela população. As análises dos pontos seguiram um gradiente desde o ponto de menor para um de maior interferência dos efluentes, na malha urbana de Picos. Estas análises nos permitiram indicar que o P-0 apresentou os menores valores de contaminação provavelmente por apresentar uma menor interferência urbana. E os índices de contaminação são predominantes no P-2, justificado pelo aumento das atividades econômicas, maior concentração de despejo de lixo e esgotos não tratados, ou seja, vem contribuindo cada vez mais para a diminuição da vida aquática e da disponibilidade de água para a população ao longo de seu percurso, cuja degradação se torna mais crítica pela interferência urbana.

O rio Guaribas segundo a Resolução CONAMA nº 357 de março de 2005 é um rio pertencente a classe 3 desta forma a recomendação é para o uso destas águas para abastecimento, para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais. Para que isso aconteça o rio deve passar pelo um enquadramento onde a população juntamente com técnicos avaliar as condições e necessidade para o tratamento e uso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional das Águas. Águas Subterrâneas. Disponível em <[www.ana.gov.br/.../aguasSubterr/EstudoAguas SubterraneasANA22-08-02.doc](http://www.ana.gov.br/.../aguasSubterr/EstudoAguas%20SubterraneasANA22-08-02.doc)>. Acesso em: 15 mai 2012.

APHA- American Public Health Association 1995. Standard methods for examination of water and wastewater. 19 th ed. Washington: APHA, AWWA, WPCF, 1224p.

BARCELLOS, C.; COUTINHO, K.; PINA, M. F.; MAGALHÃES, M. M.; PAOLA, J. C.; SANTOS, S. M. Inter-relacionamento de dados ambientais e de saúde: análise de risco à saúde aplicada ao abastecimento de água no Rio de Janeiro utilizando Sistemas de Informações Geográficas. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 14, p. 597-605, jul./set. 1998.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

BRANCO, S. M. Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária. 3.ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1989

BROWN, G. et al. **Os recursos físicos da Terra**. Bloco 4 Recursos hídricos. Tradução e adaptação: Álvaro P. Crosta. Campinas: Editora da Unicamp, 2000.

CAMARGO, A.F.M. et al. (1996) The influence of the physiography and human activities on the limnological characteristics of the lotic ecosystems of the south coast of São Paulo, Brazil. Acta Limnol. Brasil,8: 231-243

CARVALHO, H. F.; RECCO-PIMENTEL, S. M. Moléculas importantes para a compreensão da célula e do seu funcionamento. In: \_\_\_\_\_. **A célula**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2007. cap.2, p. 7-28.

CETESB. Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano: Bases Conceituais e Operacionais. São Paulo, 1993.

COELHO, D. A.; SILVA, P. M. de F.; VEIGA, S. M. O. M.; FIORINI, J. E. Avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais comercializadas em supermercados da cidade de Alfenas, MG. Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v. 21, n. 151, p. 88-92, maio 2007.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**, Resolução nº 357, 2005. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/> acessado em 10/05/12

CRUZ Patrícia ; REIS Layara; BARROS Aryanne; NEVES Josyanne; CÂMARA Flor Estudo Comparativo da Qualidade Físico-Química da Água no Período Chuvoso e Seco na Confluência dos Rios Poti e Parnaíba em Teresina/PI 2007

CORTES, R.; PINTO, P.; FERREIRA, M. T.; MOREIRA, I. **Qualidade biológica dos ecossistemas fluviais**. Em: MOREIRA, I., FERREIRA, M.T., CORTES, R. M. V., PINTO, P. & ALMEIDA, P.R. (EDITORES) - Ecossistemas Aquáticos e Ribeirinhos. Instituto da Água, Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, Lisboa. 2002

DOWBOR L, TAGNIN A. Administrando a água como se fosse importante: gestão ambiental e sustentabilidade. 2005 São Paulo: Ed. Senac.

DERÍSIO, J.C.1992. **Introdução ao controle da poluição ambiental**. São Paulo. CETESB.164p.

GONÇALVES EM do N, DA SILVA AJ, EDUARDO MB de P, UEMURA IH, MOURA INS, CASTILHO VLP et al. Multilocus genotyping of *Cryptosporidium hominis* associated with diarrhea outbreak in a daycare unit in São Paulo. *Clinics [online]* 2006;61:119-126.

Gonçalves CS, Rheinheimer DS, Pellegrini JBR & Kist SL (2005) Qualidade da água numa microbacia hidrográfica da cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revista Brasileira Agrícola e Ambiental** 9: 391-399.

GREENBERG, A.E.; CLESCERI, L.S.; EATON, A.D. American Public Health Standart Methods for the examination of water and wastewater. 18ed. Victor graphics Inc., Baltimore, 1992

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais em 2000. Belo Horizonte: FEAM, 2000.

KOTTWITZ, L. B. M.; GUIMARÃES, I. M. Avaliação da qualidade microbiológica da água consumida pela população de Cascavel, PR. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 17, n.113, p. 54-59, out. 2003.

Leitão, S. M.(2001). A Visão da água: o desafio do milênio. Belo Horizonte: Ecolatina.

LEWIS, A. **Água para o mundo**: Problemas atuais e futuros do abastecimento de água. Rio de Janeiro: Record, 1965.

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

LÓPEZ-PILA, J.M., SZEWZYK, R. Estimating the infection risk in recreational waters from the faecal indicator concentration and from the ratio between pathogens and indicators. *Wat. Res.* v. 34(17), p.4195-4200, 2000.

MAGALHÃES JUNIOR, A.P. **A situação do monitoramento das águas no Brasil - Instituições e iniciativas.** RBRH.- Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol.5, nº3, jul/set.2000, p.113-115. Porto Alegre/RS:ABRH,2000.

MAIER, M.H. Ecologia da bacia do Rio Jacaré-Pepira (47° 55' - 48° 55' W; 22° 30' - 21° 55' S - Brasil). Qualidade da água do Rio Principal. *Ciência & Cultura*, 1987, 39 (2): p.164- 185

MICHELINA, A. de F.; BRONHAROA, T. M.; DARÉB, F.; PONSANOC, E. H. G 2006.

ZULPO, D. L. et al. 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, jan. – mar. 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE DO BRASIL SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Avaliação das Águas do Brasil.** Brasília, DF, 2002

MOZA, P. G.; PIERI, O. S.; BARBOSA, C. S.; REY, L. Fatores sócio-demográficos e comportamentais relacionados à esquistossomose em uma agrovila da zona canavieira de Pernambuco. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 14, p.107-115, jan./mar. 1998.

NARDOCCI, A. C. *Risco como instrumento de gestão ambiental.* 1999. 135p. Tese(Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

NOGUEIRA, G., NAKAMURA, C.V., TOGNIM, M.C.B., FILHO, B.A.A., DIAS, B.P.F. Qualidade microbiológica de água potável de comunidades urbanas e rurais, Paraná. *Rev. Saúde Pública.* v. 37(2), p.232-236, 2003.

Organização Mundial de Saúde. Disponível em:

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/facts2012/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2012/en/index.html), acessado em 07 de maio de 2012

OKURA, M. H.; SIQUEIRA, K. B. Enumeração de coliformes totais e coliformes termotolerantes em água de abastecimento e de minas. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 19, n. 135, p. 86-91, set. 2005.

PONTES, C. A. A. ; SCHRAMM, F. R. Bioética da proteção e papel do Estado: problemas morais no acesso desigual à água potável. **Cadernos de Saúde Pública.** Rio de Janeiro,2004, v. 20, n. 5, p. 1319-1327.

REBOUÇAS, Aldo, et al. **Águas Doces no Brasil:** Capital ecológico, uso e conservação.1ª edição. São Paulo: Escrituras editora, 2004

RODRIGUES, E.; JUSTINO, A.; SANTANA, V., **Gestão e Ambiente - a Água e a Indústria.** Editora Pergaminho, Ltda, Cascais. 2001.



ROCHA, C. M. B. M.; RODRIGUES, L. S.; COSTA, C. C.; OLIVEIRA, P. R.; SILVA, I. J.; JESUS, E. F. M.; ROLIM, R. G. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênicosanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 22, n. 9, p. 1967-1978, set. 2006.

SILVA FILHO, J.S. ; GOMES, J. M. A. **Indicadores de bem estar social dos municípios da bacia hidrográfica do rio Guaribas**. URL : <[www.anppas.org.br/encontro\\_anual/encontro2/GT/.../joao\\_soares.pdf](http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/.../joao_soares.pdf)>, acesso em: 10 de setembro de 2011

SOARES, S. R.; BERNARDES, R. S.; NETTO, O. M. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 18, p.1713-24, nov./dez. 2002.

SPERLING, M. V. Noções de qualidade das águas. In: \_\_\_\_\_. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 1996. v. 1. cap. 1, p. 11-50.

WALDMAN, E. A.; BARATA, R. C.; MORAES, J. C.; GUIBU, I. A.; TIMENETSKY, M. C. Gastroenterites e infecções respiratórias agudas em crianças menores de 5 anos, em área da região Sudeste do Brasil, 1986-1987. II - diarreias. Revista de Saúde Pública, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 62-70, fev. 1997.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos 2 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 1996.