

**CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS  
DO RIO CARANGOLA AO LONGO DO MUNICÍPIO DE CARANGOLA,  
MINAS GERAIS**

Relatório final apresentado à  
PROPPG como parte das exigências  
do Programa Institucional de Bolsas  
de Iniciação Científica PAPq/UEMG -  
Edital 02/2016

Olívia Cirele Sousa Angelo (Bolsista PAPq/2016-UEMG)  
Estagiária: Carina Machado Neto (UEMG)  
Colaborador: Jeferson da Silva Reis (SEMASA-Carangola)  
Orientadora: Mônica Pacheco da Silva (UEMG)

**Carangola- Minas Gerais  
Janeiro de 2017**

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	5
3. RESULTADOS .....	8
4. DISCUSSÃO .....	11
5. CONCLUSÃO .....	13
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	14
7. ANEXOS .....	15

## 1. INTRODUÇÃO

A água é imprescindível para a existência, sobrevivência e higiene do ser humano (FREITAS et al., 2002), além da importância no desenvolvimento de atividades econômicas como a agricultura. Desta forma, deve ser fornecida em quantidade suficiente e com boa qualidade a fim de garantir a manutenção da vida.

A quantidade disponível de água doce corresponde somente 1% do total de toda a água do mundo e é motivo de preocupação, devido a crises dos recursos hídricos que em sua maioria, encontram-se contaminados com substâncias tóxicas ou agentes patogênicos causadores de enfermidades ao homem e a outros animais (ALMEIDA et al., 2001).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, cerca de 80% das doenças que ocorrem em países em desenvolvimento são transmitidas pela água contaminada com micro-organismos patogênicos (COELHO et al., 2007).

As principais fontes de contaminação dos recursos hídricos são: lançamento de esgoto sem tratamento *in natura*, aterros sanitários que afetam os lençóis freáticos, defensivos agrícolas transportados pela chuva e indústrias que utilizam rios como carreadores de seus resíduos tóxicos (EMBRAPA, 1994). Diante do descuido e da escassez, torna-se necessário o monitoramento ambiental de forma sistemática para conhecer as características quantitativas e qualitativas dos cursos hídricos.

Durante o processo de monitoramento da qualidade da água, alguns parâmetros químicos, físicos e biológicos das amostras podem ser comparados com os valores recomendados pela RESOLUÇÃO CONAMA nº 357/2005, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Dentre os parâmetros avaliados por esta resolução, temos a turbidez, cor, pH, condutividade elétrica (Ce), oxigênio dissolvido (OD), sólidos suspensos, demanda bioquímica por oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), coliformes totais, coliformes fecais, dentre outros.

O rio Carangola nasce na serra da Mantiqueira, no município de Orizânia no Estado de Minas Gerais, a uma altitude de aproximadamente 1500 metros, sendo seus principais formadores os ribeirões Bom Jesus, Providência e Fortaleza e segue até a confluência com Rio Muriaé, no município de Itaperuna (RJ), (COPPE/UFRJ, 2016). A superfície total da sub-bacia do rio Carangola foi avaliada em cerca de 1.418 km<sup>2</sup>, correspondendo a 6,8% da área da parte mineira da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. O rio Carangola beneficia uma população estimada em 103.133 habitantes. (SANTANA, sem data). Hoje, toda a região do município de Carangola se encontra na categoria de “extrema” importância, graças à presença de várias espécies ameaçadas da fauna terrestre e endêmicas da fauna aquática (MERTENS, 1967).

Diante deste exposto, esta pesquisa busca caracterizar o processo de contaminação das águas do rio Carangola ao longo do município de Município de Carangola/MG, bem como contribuir com a criação de um banco de dados com as características físicas, químicas e microbiológicas das águas do rio, subsidiando assim, pesquisas em áreas afins como a geografia, a ecologia, a agricultura, a agronomia, entre outras.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de água foram coletadas mensalmente, no período de maio a julho de 2016. Os pontos de retirada compreendiam regiões distintas do rio Carangola, ao longo do município de Carangola/MG, conforme mostrado na tabela 1.

**Tabela 1.** Localização dos pontos de coleta da água ao longo do Rio Carangola, Carangola, Minas Gerais.

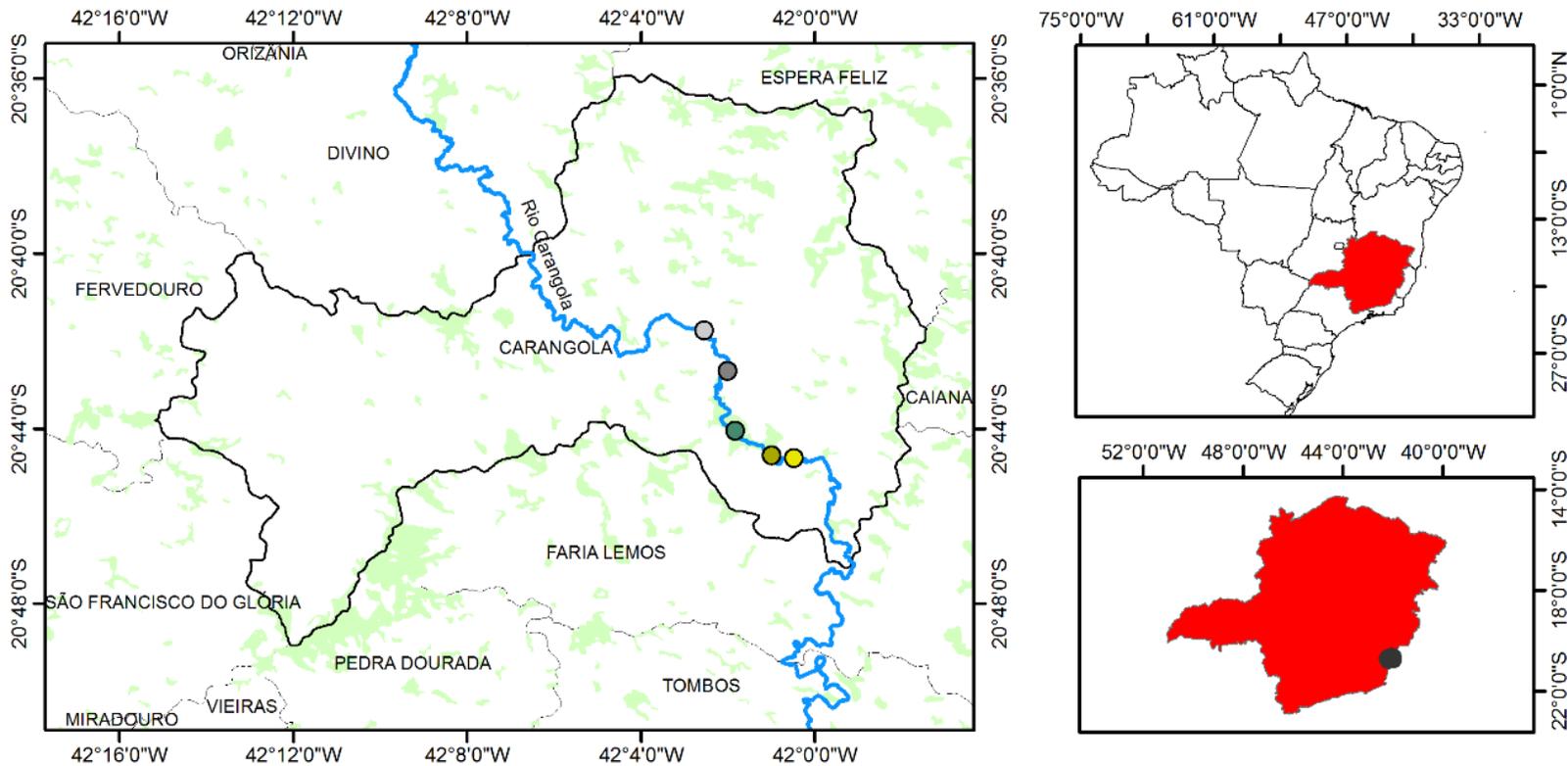
PONTO	LOCALIZAÇÃO	ÁREA	COORDENADAS
1	Montante da cidade	Rural	20°41'48.05"S e 42° 2'30.15"W
2	Antes da cidade	Urbana	20°42'41.91"S e 42° 2'0.21"W
3	Dentro da cidade	Urbana	20°44'7.70"S e 42° 1'45.66"W
4	Saída da cidade	Urbana	20°44'37.60"S e 42° 1'4.70"W
5	Jusante da cidade	Rural	20°44'38.38"S e 42° 0'34.76"W

O material utilizado nas coletas e no processamento das amostras de água foram preparados previamente, conforme descrição a seguir. Frascos de coleta: adicionou-se duas gotas (0,1 mL) de uma solução de tiosulfato de sódio a 10% dentro dos frascos, acrescentando uma tira de papel-alumínio entre a abertura do frasco e a tampa do mesmo, a fim de evitar qualquer contanto com o ambiente. Frascos para diluição: adicionou-se uma solução de fosfato de potássio monobásico ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 136g/L) nos frascos e estes foram submetidos à esterilização sob calor úmido durante 15 minutos a 21° C.

Em cada ponto de amostragem foi observado a temperatura da água e do ambiente, assim como horário de realização das coletas. Todas as amostras foram coletadas a uma profundidade de 15cm – 20cm, em água corrente e

mantidas em caixas de isopor com gelo a 4°C, para evitar qualquer alteração nas amostras.

Os parâmetros avaliados neste estudo foram pH, turbidez, cor, alcalinidade, CO<sub>2</sub>, coliformes totais e fecais. Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas da água do rio Carangola foram comparados com os parâmetros estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005, de acordo com a Classe de águas doces.



**Legendas**

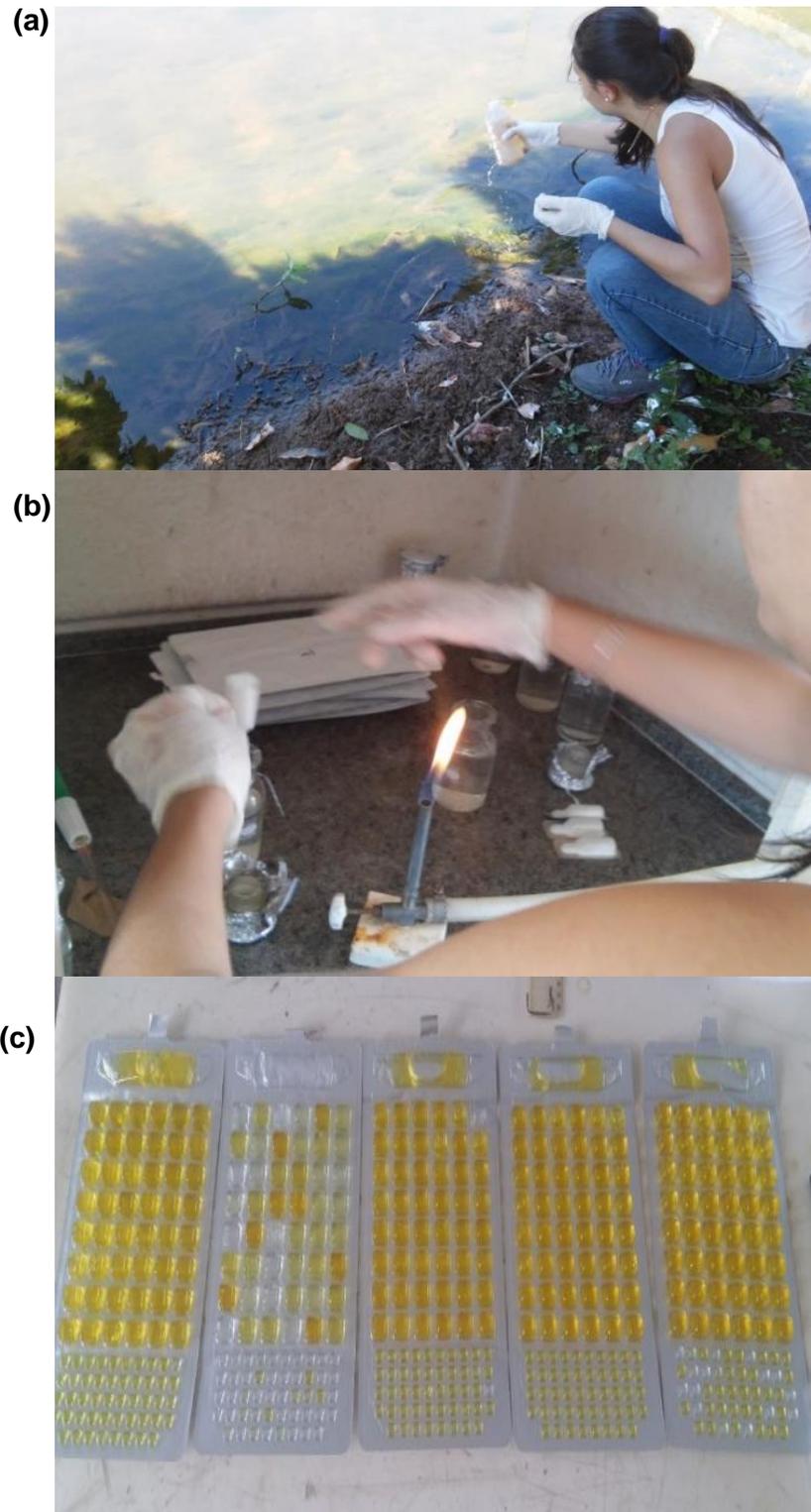
- |  |   |
|--|---|
|  Limite de Municípios     |  Ponto de Coleta 2 |
|  Remanescentes Florestais |  Ponto de Coleta 3 |
|  Rio Carangola            |  Ponto de Coleta 4 |
|  Ponto de Coleta 1        |  Ponto de Coleta 5 |



Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum SAD69



**Figura 1:** Localização dos pontos de coleta de água.



**Figura 2:** Etapas desenvolvidas em parceria com o SEMASA/Carangola-MG. (a) Coleta das amostras de água, (b) processamento das amostras e (c) análise microbiológica.

### 3. RESULTADOS

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas da água do rio Carangola foram comparados com os parâmetros estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005, de acordo com a Classe de águas doces. Todos os parâmetros analisados estão expressos na figura 3.

Os valores encontrados para o pH da água permaneceram dentro dos limites estabelecidos pela resolução (pH entre 6,0 e 9,0), sendo 6,7 o menor valor e 7,3 o maior valor de pH registrado entre as amostras analisadas. Os pHs dos cinco pontos variaram durante os meses avaliados (ponto 1: 7, 7.2, 7.2, 7.2, 7, 7; ponto 2: 7, 7.2, 7.1, 7.1, 7.3, 7.3; ponto 3: 7, 6.9, 6.7, 6.8, 6.8, 6.6; ponto 4: 6.9, 6.9, 6.7, 6.8, 6.8, 6.8 e ponto 5: 6.9, 6.9, 6.8, 6.9, 6.7, 6.9). O pontos 1 e 2 divergiram significativamente dos demais (figura 3a).

Os resultados encontrados para turbidez também obedeceram os limites estabelecidos pela resolução, com até 40 unidades nefelométricas de turbidez - NUT (figura 3b). Foram observadas variações nos valores de turbidez entre os pontos e o período de coleta. As amostras de água coletadas nos pontos 1 e 2 apresentaram valores de turbidez significativamente diferente dos demais pontos, sendo que os maiores índices de turbidez foram encontrados nas amostras coletadas nos pontos 3, 4 e 5.

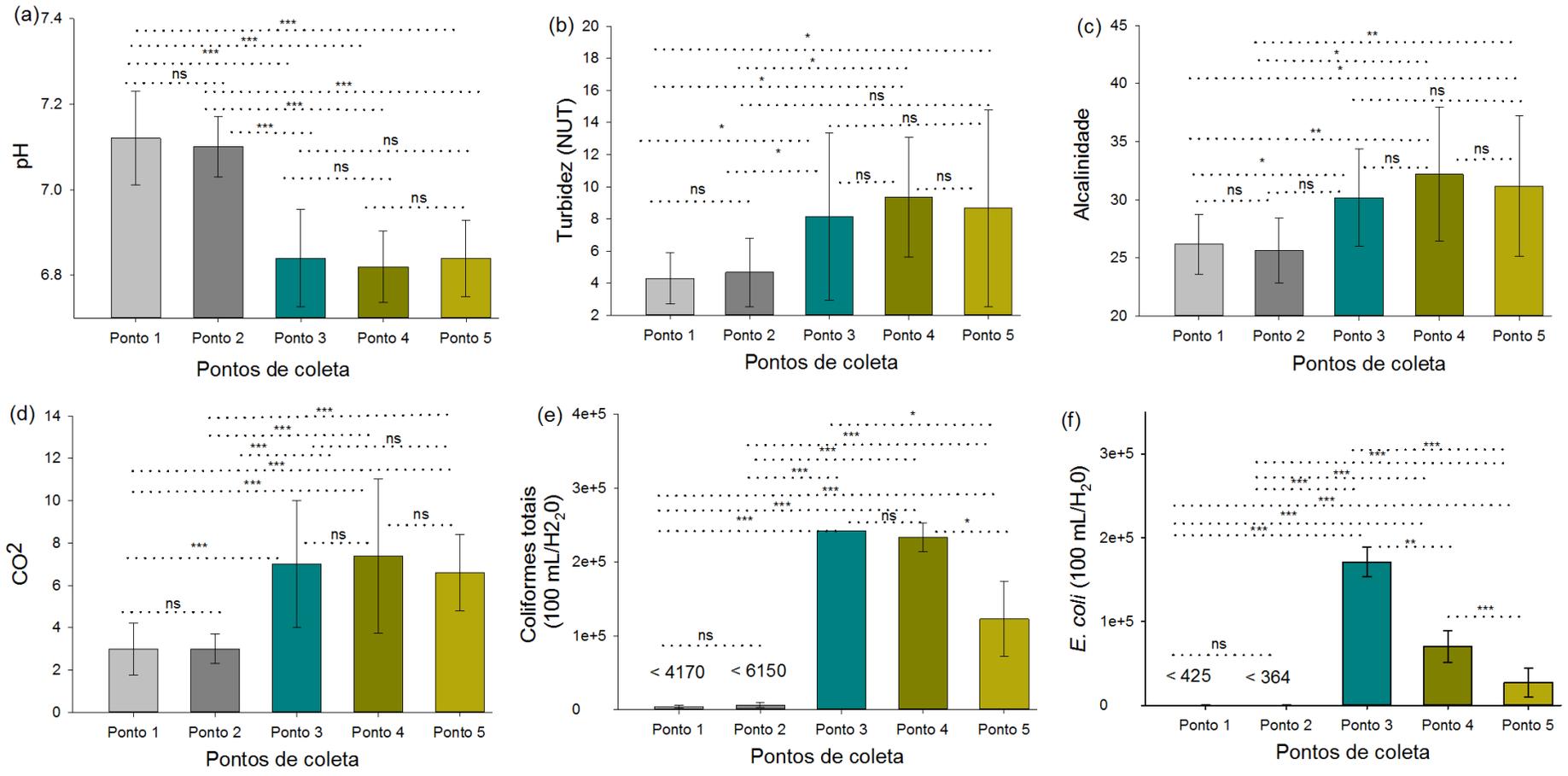
O parâmetro alcalinidade apresentou resultados significativamente diferentes entre alguns pontos de coletas (pontos 1 e 3, 1 e 4, 2 e 4, 2 e 5), conforme ilustra a figura 3c. Entretanto, a resolução CONAMA 357/2005 não estabelece limites para este parâmetro na água e tais variações podem ser devido à ácidos presentes na água, como algum tipo de agrotóxico, ou variação de pH.

A resolução CONAMA 357/2005 não estabelece um limite para os índices de CO<sub>2</sub> na água. Porém, os resultados observados para este parâmetro apresentaram diferenças significativas entre os pontos de coleta localizados no início do município de Carangola, ponto 1 e 2, e os pontos localizados no interior e fim do município, pontos 3, 4 e 5 (figura 3d).

A análise microbiológica das amostras de água, representada pelas populações de coliformes totais e *E.coli* foram as que demonstraram maiores diferença entre os pontos estudados (figura 3e e figura 3f respectivamente).

De acordo com os limites estabelecidos na resolução CONAMA nº 274,

população de *Escherichia coli* observada nos pontos 1 e 2 enquadram-se nas categorias, excelente, muito boa e satisfatória. Porém, os pontos 3, 4 e 5 não se enquadram em nenhuma destas categorias. Vale salientar que a cidade não possui rede coletora de esgoto e os pontos 3, 4 e 5 encontram-se respectivamente em regiões onde há o maior lançamento *in natura* desses efluentes.



**Figura 3:** Análise físico-química e microbiológica das amostras de água do rio Carangola. (a) pH, (b) turbidez, (c) alcalinidade, (d) CO<sub>2</sub>, (e) coliformes totais e (f) *Escherichia coli*.

#### 4. DISCUSSÃO

Os valores de pH de uma amostra de água podem ser influenciados por despejos domésticos e/ou industriais, pelo tipo de solo e pela erosão de áreas agrícolas com o emprego de fertilizantes. Possivelmente as variações nos valores de pH verificadas no ponto 3 deve-se ao fato do ponto estar localizados no centro da cidade, onde o lançamento de esgoto e resíduos ocorre diretamente na água e em maior quantidade.

Para o parâmetro turbidez foi possível observar variações em todos os meses e em todos os pontos de coleta, o que pode estar ocorrendo em função de fatores externos, como lançamento descarga de efluentes e resíduos domésticos, uma vez que a turbidez na água é causada pela matéria orgânica e inorgânica em suspensão (SARDINHA et al., 2008). No entanto os pontos 3,4 e 5 obtiveram valores mais expressivos, o que pode estar ocorrendo em função de fatores externos, como descarga de efluentes e resíduos domésticos. Além disso, os resultados foram maiores em quase todos os pontos no 5º mês de coleta, o que pode estar relacionado com as frequentes chuvas nesse período.

As amostras de água dos pontos 3, 4 e 5 a apresentaram resultados mais altos para o parâmetro cor, e isso pode estar associado ao grau de redução da luz devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Ainda, os dados analisados no 5º mês também foram os mais elevados, isso se deve ao período de chuva, pois a correnteza trazida pela mesma, deixa a água com o aspecto barrento e amarronzado. Além disso, a cor pode apresentar características próprias por questão de minerais ou da própria vegetação presente na água, além de que, a profundidade do efluente também contribui para a variação da mesma (DIAS et al., 2007). Em contrapartida no 1º, 2º e 3º mês de coleta o rio Carangola estava com o volume de água abaixo do normal, fato este que contribui para uma menor diluição de matérias orgânicas ou inorgânicas.

A alcalinidade pode variar em função do tempo e do pH, dependendo da presença de sais de ácidos fracos, bicarbonatos, carbonatos, assim como de hidróxidos (PEREIRA, 2007). Os valores neste parâmetro foram inconstantes em todos pontos e meses de coletas, fatores externos como a capacidade da água de

neutralizar um ácido a um determinado pH podem ter influenciado os resultados. O nível de CO<sub>2</sub> na água está diretamente relacionado com o lançamento de esgoto *in natura*, o que corrobora com os maiores valores encontrado nos pontos 3, 4 e 5, onde há maior lançamento de esgoto na água. No ponto 3 o maior valor encontrado foi no terceiro mês de coleta possivelmente seja devido ao volume de água mais baixo nesse período, uma vez que a quantidade de uma menor maior será a concentração de esgoto na água. Já nos pontos 4 e 5 os maiores resultados foram no 4º mês, fato que pode estar associado com fatores externos como despejo de esgoto ao longo desse trajeto, já que os pontos 4 e 5 se encontram depois do ponto 3.

Nas análises de coliformes totais e fecais (*E.coli*), os pontos 1 e 2 apresentaram bons resultados, o que possivelmente deve-se ao fato de haver um menor lançamento de esgoto nessas regiões e também a presença de cachoeiras que ajudam na autodepuração da água. A autodepuração é realizada através da diluição e assimilação de esgotos e resíduos pelos processos físicos, químicos e bacteriológicos. Os pontos 3, 4 e 5 os índices foram altos em todos os meses de coleta e tais pontos se encontram dentro e fora da cidade, onde o lançamento de esgoto sem tratamento direto no rio é bem maior em função maior número de casas. A presença desses micro-organismos (coliformes totais e fecais) na água é indicativo de contaminação de fezes humanas.

## **5. CONCLUSÃO**

Os valores encontrados durante os meses de coleta demonstram que a antropização contribui gradativamente para a contaminação do rio Carangola e como mencionado ao longo do trabalho, Carangola não possui rede coletora de esgoto, o que contribui para a contaminação do mesmo. Diante, de tais resultados torna-se evidente a importância de trabalhos para avaliar o processo de contaminação de rios e seus afluentes.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASÍLIA (2006). **Manual prático de análise de água**. 2ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde

CARDOSO, D. J.; NAPOLEÃO, W.L (2004) **Comparação de métodos para a determinação de matéria orgânica em amostras ambientais**. Revista Científica da UFPA.v.4. <http://www.ufpa.br/revistaic>

COLOMBO, PR (2011). **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. 1º ed.rev. – Colombo Embrapa Florestas

OLIVEIRA Garcia, G., DE SOUZA, G. B., PORTELLA, M. B. S., RIGO, M. M., HEBERTH de Paula, U. F. E. S., & CARDOSO, M. D. S. N. (2011). **Caracterização do processo de contaminação das águas do Rio Cristal no município de Jerônimo Monteiro**. Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia, 8(2).

JOSE, Vicente (2000). **Unidades experimentais de química**.1.ed.Canoas: Editora da Ulbra.p.107

MOREIRA, G. M (2002) "**Distribuição, status populacional e conservação do cágado *Phrynops hoguei* Mertens, (*Testudines, Chelidae*) no rio Carangola**." Master's Dissertation, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil

PEREIRA, R.S (2004) **Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos**. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. IPH-UFRGS. V1, n.1.p. <http://www.abrh.org.br/informações/rerh.pdf>

RODRIGUES, F. M. (2008). **Caracterização hídrica em função das condições de uso e manejo do solo na microbacia hidrográfica do córrego da Fazenda da Glória**. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Taquaritinga, S.P.

Santana, V (sem data). "**O estudo de uma bacia hidrográfica como estratégica de educação ambiental**" - Brasil

SIQUEIRA, G. W., MIGUÉIS, A. M. B., & APRILE, F. M. (2012). **Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará-Brasil)**.

TERRA, *et al* (2009). **Monitoramento do rio Jucu Braço Sul: Caracterização e avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos**. Natureza online 7

TUNDISI (2003). **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. Editora Rima, IIE. 248p.

## 7. ANEXOS

**Tabela 2.** Parâmetros avaliados no rio Carangola. Pontos 1 e 2 (pontos avaliados antes da cidade), ponto 3 e 4 (pontos avaliados no interior da cidade) e ponto 5 (ponto na saída da cidade). Para mais detalhes veja a figura 1. Turbidez (NUT), alcalinidade, pH, CO<sub>2</sub>, Coliformes totais e *Escherichia coli* 100mL/H<sub>2</sub>O.

Localidades	Amostras	Parâmetros Medidos					
		pH	Turbidez	Alcalinidade	Co <sup>2</sup>	C. Totais	<i>E. coli</i>
Ponto 1	1	7.00	6.00	26.00	2.00	8010.00	520.00
	2	7.20	4.70	22.00	3.00	4020.00	850.00
	3	7.20	3.08	29.00	2.00	2620.00	200.00
	4	7.20	2.27	27.00	5.00	3784.00	121.00
	5	7.00	5.48	27.00	3.00	2419.00	435.20
	6	7.00	4.36	26.00	4.00	3654.00	464.00
	<b>Media</b>		<b>7.10</b>	<b>4.32</b>	<b>26.17</b>	<b>3.17</b>	<b>4084.50</b>
<b>Desvio Padrão</b>		<b>0.11</b>	<b>1.42</b>	<b>2.32</b>	<b>1.17</b>	<b>2030.17</b>	<b>258.48</b>
Ponto 2	1	7.00	8.00	23.00	4.00	8130.00	310.00
	2	7.20	5.15	23.00	3.00	10390.00	410.00
	3	7.10	2.93	29.00	2.00	5794.00	487.00
	4	7.10	2.63	28.00	3.00	5475.00	228.00
	5	7.10	4.67	25.25	3.00	958.00	385.75
	6	7.30	4.42	26.00	3.00	9804.00	464.00
	<b>Media</b>		<b>7.13</b>	<b>4.63</b>	<b>25.71</b>	<b>3.00</b>	<b>6758.50</b>
<b>Desvio Padrão</b>		<b>0.10</b>	<b>1.93</b>	<b>2.49</b>	<b>0.63</b>	<b>3480.44</b>	<b>97.40</b>
Ponto 3	1	7.00	10.10	26.00	6.00	241960.00	155310.00
	2	6.90	6.75	27.00	4.00	241960.00	155310.00
	3	6.70	3.77	33.00	6.00	241960.00	173290.00
	4	6.80	3.90	36.00	12.00	241960.00	198630.00
	5	6.80	16.20	29.00	7.00	241960.00	173700.00
	6	6.60	14.20	35.00	11.00	241960.00	241960.00
	<b>Media</b>		<b>6.80</b>	<b>9.15</b>	<b>31.00</b>	<b>7.67</b>	<b>241960.00</b>
<b>Desvio Padrão</b>		<b>0.14</b>	<b>5.26</b>	<b>4.24</b>	<b>3.14</b>	<b>0.00</b>	<b>32969.13</b>
Ponto 4	1	6.90	11.00	28.00	6.00	241960.00	72700.00
	2	6.90	6.99	28.00	3.00	241960.00	46110.00
	3	6.70	6.12	32.00	8.00	241960.00	98040.00
	4	6.80	7.52	42.00	13.00	198630.00	61310.00
	5	6.80	15.10	31.00	7.00	241960.00	72700.00
	6	6.80	11.00	33.00	10.00	68670.00	30760.00
	<b>Media</b>		<b>6.82</b>	<b>9.62</b>	<b>32.33</b>	<b>7.83</b>	<b>205856.67</b>
<b>Desvio Padrão</b>		<b>0.08</b>	<b>3.39</b>	<b>5.16</b>	<b>3.43</b>	<b>69406.35</b>	<b>23415.14</b>
Ponto 5	1	6.90	11.00	28.00	6.00	120330.00	19350.00
	2	6.90	6.00	27.00	4.00	198630.00	57940.00
	3	6.80	4.86	33.00	7.00	77010.00	17230.00
	4	6.90	3.21	41.00	9.00	141360.00	19350.00
	5	6.70	18.30	27.00	7.00	77010.00	21870.00
	6	6.90	9.08	35.00	7.00	241960.00	111990.00
	<b>Media</b>		<b>6.85</b>	<b>8.74</b>	<b>31.83</b>	<b>6.67</b>	<b>142716.67</b>
<b>Desvio Padrão</b>		<b>0.08</b>	<b>5.47</b>	<b>5.60</b>	<b>1.63</b>	<b>66503.05</b>	<b>37932.73</b>