



Fundação Carmelitana Mário Palmério
Faculdade de Ciências Humanas e Sociais
“Educação de Qualidade ao seu alcance”

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DO CÓRREGO COROMANDEL,
NA MESORREGIÃO DO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA,
MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso

Orientador: Dr. Edimar Olegário de Campos Júnior

Aluna: Layane Kelly Ricardo Simões

MONTE CARMELO – MG
2018

LAYANE KELLY RICARDO SIMÕES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DO CÓRREGO COROMANDEL,
NA MESORREGIÃO DO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA,
MINAS GERAIS**

Trabalho de conclusão de curso,
apresentado a Fundação Carmelitana
Mário Palmério, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Edimar Olegário de
Campos Júnior.

Monte Carmelo

2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem Ele nada seria possível.

Aos meus pais Ronan Francisco Simões e Denise Ricardo da Silveira Simões e ao meu irmão Ramon Ricardo Simões, que tanto me incentivaram e incentivam a correr atrás dos meus sonhos.

À minha família, que sempre me apoia em tudo.

Aos meus amigos, que sempre estão do meu lado para tudo que preciso.

Ao meu orientador Edimar Olegário de Campos Júnior, pela paciência e incentivo que teve durante toda minha orientação.

Aos meus professores, que contribuíram para que tudo fosse possível.

E agradecer em especial, a minha tia Gislene Maria Simões e meu avô Sebastião Francisco Simões, que não estão mais neste mundo, mas que foram essenciais para que eu pudesse hoje estar concluindo minha formação.

Obrigada a todos, por tudo.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DO CÓRREGO COROMANDEL, NA MESORREGIÃO DO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA, MINAS GERAIS

Layane Kelly Ricardo Simões

Edimar Olegário de Campos Júnior

RESUMO

O córrego Coromandel, localizado no município de Coromandel, Minas Gerais, Brasil, despeja água potencialmente poluída por esgotos sem tratamento nos rios Santo Inácio e Paranaíba. A população local aponta reclamações de mau cheiro e ocorrência de enchentes nas proximidades desses córregos, fatos esses associados com a ausência de saneamento ambiental e inoperância de uma estação de tratamento de esgotos (ETE) ainda em construção. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade de água de diferentes pontos do Córrego Coromandel, por meio de análises físico-químicas e ensaios ecotoxicológicos em *Allium cepa* e *Artemia salina*. A água foi coletada nos trechos designados do córrego Coromandel para avaliação de efeitos genotóxicos para exposição biológica (sementes de *Allium cepa* e larvas de *Artemia salina*). As sementes de *Allium cepa* foram expostas por 72hrs. Assim que os náuplios de *Artemia salina* recém eclodidos (n=10) foram expostos à drenagem por 24 horas, ao ambiente da luz e temperatura ambiente, foi utilizada solução salina a 2% como controle negativo, em acordo com as determinações de Meyer et al. (1982). Logo após a exposição, se avaliou a imobilidade das *Artemias salinas*, em grupos com repetições em quintuplicata. A taxa de crescimento da raiz e índice mitótico (IM) foram realizados em células meristemáticas de raízes tratadas com as amostras dos pontos teste, e os resultados da análise de IM foram expressivos significativamente em P3 em relação ao ponto de referência (controle negativo). Já a taxa de crescimento da raiz, demonstrou que os locais do grupo de teste apresentaram atraso significativo do crescimento comparado com o grupo de controle, em especial P2 e P3, os quais apresentaram baixa taxa de germinação. O índice de qualidade de água está regular no ponto P2 e ruim no ponto P3, isso se deve ao impacto de poluição nesses pontos. O ponto P3, que fica ao final do rio, apresentou os piores resultados, porém já esperados, devido à situação de irregularidades de descartes nesse local em questão.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade de água. Monitoramento. *Allium cepa*. *Artemia salina*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	8
2.1	Local de Estudo	8
2.2	Material Biológico	8
2.3	Material químico e amostras controles	Erro! Indicador não definido.
2.4	Pontos de coleta	8
2.5	Análise química da água	9
2.6	Exposição dos bulbos a amostras de água	9
2.7	Teste de toxicidade aguda em <i>Artemia salina</i>	9
2.8	Teste de micronúcleo e índice mitótico	9
2.9	Análise Estatística.....	9
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
4.	CONCLUSÃO	16
	REFERÊNCIAS	17

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DO CÓRREGO COROMANDEL, NA MESORREGIÃO DO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA, MINAS GERAIS

Layane Kelly Ricardo Simões
Edimar Olegário de Campos Júnior

1 INTRODUÇÃO

A escassez de água potável aumenta potencialmente devido ao seu consumo desmedido, e conseqüentemente a qualidade desse recurso também está diminuindo. No que se refere à água, sabe-se o quanto ela é preciosa e essencial para as atividades humanas (FREITAS et al., 2001).

Os rios e córregos presentes nas cidades servem como reservatórios para despejos de esgoto clandestino, e a comunidade local não compreende que tais ações são nocivas para saúde individual/coletiva e ocasiona danos ambientais (DIAS, 2000). Todos esses fatores estão associados com o mau gerenciamento dos recursos naturais, e provoca diretamente problemas sociais, devido à interferência indireta de fatores econômicos e políticos (BRILHANTE; CALDAS, 1999; OGERA; PHILIPPI-JUNIOR, 2005).

O despejo direto ou indireto de efluentes residenciais, industriais e agrícolas em rios, córregos e lagos contribuem para aumento de carga orgânica nos reservatórios hídricos, introdução de compostos químicos ou formação de misturas complexas, além de causar sérios problemas à saúde humana e à sobrevivência de organismos presentes nesses reservatórios (CHRISTOFOLETTI, 2008; MICHALAKE et al., 2014).

A ação antropogênica é responsável pela produção e despejo de vários tipos de efluentes nos recursos hídricos locais, entre eles, os metais pesados, originado de indústrias, assim como subprodutos de atividades agrícolas e residenciais (FREITAS; BRILHANTE; ALMEIDA, 2001).

Um dos fatores que causa redução na qualidade da água é a toxicidade de componentes, sejam eles sintéticos ou naturais. Entende-se por toxicidade qualquer efeito toxicológico adverso gerado por xenofóbicos que podem ser mensurados por organismos testes, incluindo deformidades, imobilidade, alterações genéticas e até mesmo letalidade. A utilização de testes ecotoxicológicos na avaliação da qualidade de águas é regulamentada, por meio da Resolução número 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, em âmbito federal (CONAMA, 2005).

O potencial tóxico pode ser indicado pelo grau genotóxico ou mutagênico de uma substância, que pode ser avaliado em sistemas biológicos diversos (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014). Para melhor compreensão da qualidade da água, podem ser utilizados como ferramentas biológicas os testes de avaliação de potencial genotóxico ambiental, sendo que estes devem ser selecionados de acordo com as características do local, nível de sensibilidade dos organismos indicadores e o tipo de resposta esperada (MATSUMOTO et al., 2006).

Segundo Grant (1994), um dos sistemas que se destaca para tais avaliações é o teste de *Allium cepa*. Nesse teste as células de tecido meristemático apical da cebola podem ser avaliadas quanto à ocorrência de eventos genotóxicos (FISKESJÖ, 1985; BRAGA; LOPES, 2015; PAULA et al., 2015).

A qualidade da água pode ser avaliada ainda por outros diversos indicadores ou biomonitores. O microcrustáceo *Artemia sp.* é outro indicador viável para a avaliação de ambientes perturbados. O organismo pertence ao filo Arthropoda, classe Crustácea, subclasse Branquiopoda, ordem Anostraca, família *Artemidae* e Gênero *Artemia*. O teste com *Artemia salina* tem diversas vantagens, devido à praticidade de aplicação e tempo de resposta, além do alto nível de sensibilidade (PIMENTEL, et al., 2011).

O município de Coromandel está inserido no Circuito Turístico do Triângulo Mineiro, sendo bastante conhecido pela abundância de cachoeiras e lagos, e por isso, no ano de 1997, foi certificado pelo Instituto Brasileiro de Turismo (EMBRATUR) com o selo de município com potencialidade para o Ecoturismo (PREFEITURA DE COROMANDEL, 2012).

O córrego Coromandel, localizado no município de Coromandel, Minas Gerais despeja água potencialmente poluída por esgotos sem tratamento nos rios Santo Inácio e Paranaíba. A população local aponta reclamações de mau cheiro e ocorrência de enchentes nas proximidades desses rios, fatos esses associados com a ausência de saneamento ambiental e inoperância de uma estação de tratamento de esgotos (ETE), ainda em construção.

Dessa forma objetivou-se nessa pesquisa avaliar a qualidade da água em trechos do córrego Coromandel, na cidade de Coromandel, Minas Gerais, verificando assim o potencial genotóxico desses reservatórios através do teste com *Allium cepa* e análises físico-químicas por meio do teste com *Artemia salina*.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local de Estudo

O município de Coromandel se localiza na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Possui cerca de 3.313 km² de extensão, e segundo o último censo demográfico possui população estimada de 28.398 habitantes, e quanto às suas atividades econômicas destaca-se o agronegócio e atividade ceramista (IBGE, 2013).

2.2 Material Biológico

O procedimento do teste com *Allium cepa* de exposição do material biológico seguiu as recomendações de Alvim et al. (2011) com algumas modificações. 15 sementes de *Allium cepa* (*Liliaceae*) por ponto, popularmente conhecida como cebola, foram utilizadas em câmara de germinação, com execução em duplicata, até a ocorrência de crescimento radicular. Os bioensaios ocorreram no laboratório de citologia da Fundação Carmelitana Mário Palmério seguindo o protocolo descrito por Fiskesjö (1994) com modificações. Já o procedimento com *Artemia salina* de exposição do material biológico seguiu as indicações de Meyer et al. (1982) com algumas mudanças. Cerca de dez larvas de *Artemia salina* foram transferidas para tubos de ensaios contendo água artificial do mar.

2.3 Pontos de coleta

Foram determinados três pontos distintos do córrego Coromandel (P1; P2 e P3) para coleta de água. Cada ponto foi pré-selecionado de acordo com seu grau de poluição, baseado em características físicas visíveis (presença de lixo, presença de mata ciliar e turbidez da água).

O **ponto P1** se localiza na nascente, a mesma está quase secando, por falta de maiores cuidados, apesar disso, próximo à ela há preservação da vegetação;

O **ponto P2** fica no centro da Cidade de Coromandel, e próximo ao local da coleta, existem atividades ceramistas, mas a água visualmente é límpida;

O **ponto P3** está localizado no final do córrego, local muito poluído, com bastante atividade antrópica;

O **controle negativo (CN)**, exposição em água destilada foi utilizado para comparação entre pontos. (Para o teste com *Allium cepa*);

O **controle negativo (CN)**, exposição em solução salina foi utilizado para comparação entre pontos. (Para o teste com *Artemia salina*).

2.4 Análise química da água

As amostras de água foram coletadas em frasco Ambar de 1 Litro e transportadas para o laboratório de Química da Universidade Federal de Uberlândia (MG) onde foram imediatamente usadas para o tratamento das raízes de *Allium cepa* e teste com *Artemia salina*.

2.5 Exposição de sementes em amostras de água

Quando as raízes atingiram tamanho de 0,5 a 2 cm, seis sementes foram transferidas para cada recipiente, contendo amostras de água do córrego (para outros testes. Foram conduzidas exposições de 24 horas (tratamento agudo) e 72 horas (tratamento crônico) para cada amostra, incluindo o controle negativo. Logo após, as raízes das sementes foram medidas. A água destilada foi utilizada como controle negativo para o teste de *Allium cepa*.

2.6 Teste de toxicidade aguda em *Artemia salina*

Assim que os náuplios recém eclodidos (n=10) foram expostos à drenagem por 24 horas, ao ambiente da luz e temperatura ambiente, foi utilizada solução salina a 2% como controle negativo, em acordo com as determinações de Meyer et al. (1982). Logo após a exposição, se avaliou a imobilidade das *Artemias salinas*, em grupos com repetições em quintuplicata. Nesse teste para o controle negativo foi utilizado solução salina.

2.7 Teste de micronúcleo e índice mitótico

Após a exposição, as radículas foram coletadas, fixadas em 3:1 (álcool etílico: ácido acético) e conservadas por 24 horas em etanol a 70%, sob a temperatura de 4°C, até o momento da análise. Para a preparação das lâminas, as radículas foram hidrolisadas em HLL 1N por 5 minutos (BAGATINI et. al., 2009), posteriormente lavadas em água destilada (3 vezes) e após submetidas a técnica de esmagamento (GUERRA; LOPES, 2002) e coradas com orceína acética 2%. Para cada lâmina, 2000 células foram analisadas. A frequência de micronúcleos foi apresentada para cada 100 células analisadas (AYRES; AYRES, 2003). Para a análise do índice mitótico foram contadas em média 2.000 células (7 lâminas para cada ponto), com avaliação das fases de prófase, metáfase, anáfase e telófase como endpoint (dados foram avaliados como um único valor).

2.8 Análise Estatística

No teste de *Allium cepa* a média e o erro padrão (EP) foram obtidos pela avaliação de 15 raízes provenientes das sementes. O índice de micronúcleos (MN) foi avaliado pela análise

de 2.000 células/raiz. A análise foi realizada pelo teste de Mann-Whitney, considerando $p < 0,05$ como índice de significância (CALLEGARI-JACQUES, 2006).

No teste de *Artemia salina* a média e o erro padrão (EP) foram obtidos pela avaliação de 10 microcrustáceos. Após a exposição, são contadas as larvas imóveis em cada um dos recipientes. O resultado é a percepção de que, a concentração da amostra causa imobilidade ou letalidade, dependendo do alto nível de concentração, em aproximadamente 50% dos organismos-teste, após o período de 24 horas (MOREIRA, 2013). E foi utilizado o teste de Tukey ($p < 0,01$) para determinar as diferenças entre as amostras.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do teste de micronúcleos (MN) da (Tabela 1) em concordância com análises qualitativas físico-químicas da água (Tabela 3) mostrou que o ponto P3 diferiu significativamente ($p < 0,05$) do ponto referência (controle negativo) como apresentado na tabela 1. Assim, os danos citogenéticos detectados neste estudo são indicativos da presença diferencial de MN nas células de *Allium cepa*, mas somente o ponto P3 se comportou como diferente estatisticamente do controle negativo, dessa forma, apenas este ponto pode ser designado como tendo ação genotóxica.

Tabela 1 Frequência de micronúcleos (MN) em raízes de *Allium cepa* nas amostras do córrego Coromandel, Coromandel/MG.

Pontos de Coleta	Nº de amostras	Células Totais	MN Totais	$\frac{X(\%) \pm SD}{MN}$
Controle negativo	7	14000	4	$0,006 \pm 0,015^a$
Ponto 1	7	14000	9	$0,013 \pm 0,054^a$
Ponto 2	7	14000	15	$0,021 \pm 0,051^a$
Ponto 3	7	14000	27	$0,038 \pm 0,096^b$

^{a, b} Caracteres distintos na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) de acordo com o teste de Mann-Whitney.

Já na Tabela 2, fica evidenciado, que assim como obtido no resultado do teste de micronúcleo o crescimento de raiz foi influenciado pelos tratamentos, principalmente,

referente aos pontos P2 e P3, que apresentaram baixas taxas de germinação e de crescimento médio de raiz das sementes que se desenvolveram.

Tabela 2 Taxas de crescimento de raiz de *Allium cepa*, nos pontos de coleta do córrego Coromandel, Coromandel/MG.

Pontos	Taxa de Germinação	Valor Médio (cm) de crescimento de raiz
Controle	84%	1,71
P1	67%	1,25
P2	40%	1,08
P3	26%	1,18

Quanto às análises do índice mitótico (Figura 1), o ponto P3 diferiu do ponto referência (CN), sendo assim as amostras de água dos pontos de coleta sofreram com danos nos mecanismos de multiplicação celular, que pode afetar diretamente os processos de reprodução dos indivíduos expostos.

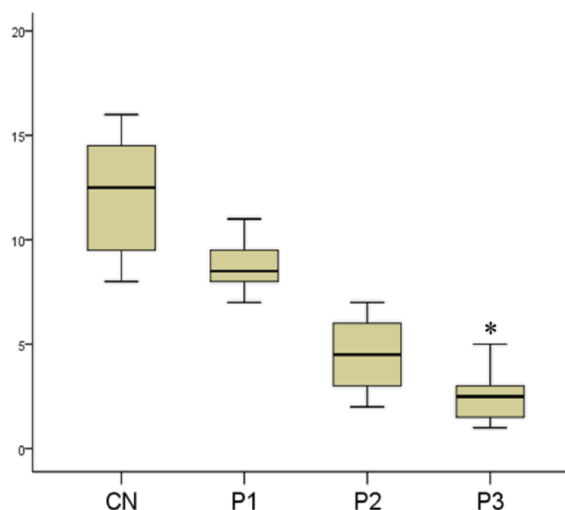


Figura 1 Taxas de Índice mitótico em raiz de *Allium cepa*.

*Diferença significativa de acordo com o teste de Tukey ($p < 0.05$) quando comparado ao CN

Na tabela 3, o ponto controle encontra-se em ótima qualidade, e por isso reafirma sua utilização como ponto referência. O P1 e o P2 apresentam poucos aspectos que direcionam sua qualificação para classe 2, como OD e DBO. Já, as amostras de qualidade do P3 estão ruins parâmetros indicados como de classe 3, além disso, fósforo total e o cobre estão acima

do limite permitido, mostrando que tais resultados interferem no perfil de qualidade de água desse ponto fato esse que indica toxicidade das amostras coletadas.

Tabela 3 Parâmetros físico-químicos de diferentes pontos de coleta do Rio Coromandel, Minas Gerais.

Parâmetros	Locais de Coleta			
	Controle negativo	P1	P2	P3
Temperatura (°C)	23,12 ± 1,34 *	21,04 ± 2,13*	22,98 ± 2,05 *	22,65 ± 1,93 *
pH	6,81 ± 0,98 *	6,61 ± 1,15 *	6,11 ± 1,13 *	6,46 ± 0,97 *
Coliformes fecais (NMP/100 ml)	17 ± 03 *	17 ± 12 *	22 ± 06 *	111 ± 21 **
Nitrogênio Total (mg/L)	0,9 ± 0 *	1,13 ± 0,11 *	1,52 ± 0,41 *	1,67 ± 0,26 *
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,42 ± 1,13 *	5,17 ± 1,14**	5,08 ± 1,67 **	3,01 ± 1,21 ***
DBO (mg/L)	1,0 ± 0,93 *	4,6 ± 1,29 **	4,0 ± 1,10 **	10,9 ± 3,12 ***
Sólidos Totais (mg/L)	30 ± 11 *	91 ± 12 *	98 ± 14 *	201 ± 9,4 *
Turbidez (UNT)	4,0 ± 1,16 *	17,91 ± 3,87*	38,13 ± 9,20 *	78,61 ± 9,44 *
Fósforo Total (mg/L)	0,01 ± 0 *	0,01 ± 0,01 *	0,04 ± 0,01 **	0,09 ± 0,05 (↑)
Cobre (mg/L)	nd	nd	nd	0,02 ± 0,06 (↑)

Classificação de acordo com a resolução no. 357 do CONAMA.: Classe 1 * (Ótima qualidade), Classe 2 ** (Qualidade Regular), classe 3 *** (Qualidade Ruim). ↑Acima do limite permitido. Legenda: DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio. nd - Abaixo do Limite de detecção.

De acordo com a Tabela 4, a amostra de água (controle) e do P1 (nascente) é classificada como boa, já do P2 (centro da cidade) é regular, e o P3 que é o final do córrego Coromandel, é considerado ruim. Esse resultado já era esperado, pois onde se denomina final do córrego, é um local muito poluído visivelmente e a água apresenta cor bem escura, além dos aspectos físico-químicos de taxas elevadas apresentados na tabela anterior.

Tabela 4 Índice de qualidade de água segundo o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM)

Locais de coleta	Parametrização do índice	Classificação
Controle	82	Bom
P1	71	Bom
P2	66	Regular
P3	49	Ruim

Nota-se que na Tabela 5 a amostra R3 está acima da média e do desvio padrão de toxicidade nos pontos P2 e P3, e a amostra R5 também no local. Assim, em acordo com o teste estatístico, a amostra P3 apresenta diferença estatística ($p < 0,01$) em exposição por 48h quando comparados com o controle negativo.

Tabela 5 Teste de imobilidade crônica com exposição por 24h de *Artemia salina* em tratamentos coletados no rio Coromandel – MG

AMOSTRAGEM	R1	R2	R3	R4	R5	Média ± Desv pad
Controle negativo	0	0	0	0	0	0
P1	0	0	0	0	0	0
P2	1	1	2	1	0	1 ± 0.7
P3	1	2	3	2	4	2,4* ± 1,14

*Diferença estatística ($p < 0.01$) entre grupo tratado e o ponto controle de acordo com o teste de Tukey

Dentre os problemas urbanos mais relevantes para a saúde ambiental/humana, destacam-se os sistemas de gestão de tratamento de água e esgoto. Nesse sentido, quando os moradores despejam efluentes domésticos ou indústrias que despejam metais pesados em

rios, córregos, estão ajudando direta ou indiretamente a causar sérios problemas para a saúde delas próprias (ESTEVES, 1998; GRANZIERA, 2014), além disso, deve-se indicar como fator impactante, o lançamento de compostos químicos por atividades industriais/agrícolas, degradação de bacias hídricas e as ações de desmatamento (MORAES; JORDÃO, 2002).

Quanto aos parâmetros físico-químicos de diferentes pontos de coleta do córrego Coromandel, nota-se que o ponto 3 foi o que apresentou maior índice de contaminação, e esta mesma representação de determinação de toxicidade em recursos hídricos foi evidenciada por outros autores (STRIEDER et al., 2006), nesse caso, o ponto avaliado indicou índice poluidor elevado. Um dos parâmetros analisados nesse trabalho, a DBO, teve um índice ruim assim como nos resultados de MARTINS et al. (2017).

Qualquer elemento ou composto encontrado no ambiente em concentrações elevadas é chamado de contaminante/estressor e quando este altera as características naturais do meio por sua utilização de forma negativa, torna-se um poluente (WHITE; RASMUSSEN, 1998). Os poluentes podem interferir na qualidade de água, fato esse que pode ser avaliado pelo IQA, ou, quando se trata de metais pesados, pode ser avaliado pelo índice de toxicidade, que nesse caso teve maior impacto no ponto 3.

No Brasil, a qualidade de água, com indicação de parâmetros legais é regulamentada desde 17 de março de 2005 (Resolução n.357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA) (BRASIL, 2005). Tal regulamentação classifica as águas e determina os parâmetros físicos e químicos aceitáveis, os quais não podem oferecer riscos aos organismos que fazem uso desse recurso (BARBERIO et al., 2009).

O índice de qualidade de água está regular no ponto 2 e ruim no ponto 3, isso se deve ao alto grau de poluição nesses pontos. Nota-se que assim como no trabalho de Martins et al. (2017), a última amostragem também teve classificação ruim, a variação mais baixa em seu trabalho de parametrização foi de 48, enquanto nesta pesquisa o índice foi de 49 para o P3, revelando baixa qualidade de água e consequentes impactos para a potabilidade e atividades quaisquer para uso desse recurso.

A toxicologia envolve muitas áreas de estudo, conforme Yu (2005), onde atuam profissionais de diversas formações, sendo assim uma ciência eclética e multidisciplinar envolvendo a bioquímica, estatística, genética, geologia, química. A toxicologia e a ecotoxicologia, associadas com os métodos apresentados nessa pesquisa, se preocupam com a interferência que as substâncias tóxicas ambientais ocasionam nos seres humanos, animais e plantas, como também em processos biológicos (COSTA *et al.*, 2008).

4. CONCLUSÃO

É possível inferir que o descarte irregular no córrego Coromandel, afeta diretamente a qualidade da água em certos trechos desses locais, devido a sua indução genotóxica, a qual causa interferência direta na biota, decréscimo na qualidade ambiental local e para a população que faz uso desse recurso sem o devido tratamento. Sendo assim, nos teste com *Allium cepa* como elucidaram os bioensaios, os testes estatísticos foram significativos para os parâmetros analisados, indicando efeitos citotóxicos sobre o índice mitótico e crescimento radicular, comprovando a impraticabilidade de consumo de água corrente sem tratamento adequado dos pontos sob influências químicas, principalmente no ponto 3. Quanto aos testes com *Artemia salina* percebe-se quanto a qualidade de água, que os pontos 2 e 3 são os mais poluídos e com uma qualidade menor, mas somente o ponto P3 apresenta resultados estatisticamente significantes. E apesar do córrego em questão, ser utilizado ilegalmente para despejos de esgotos, os seus parâmetros físico-químicos na maior parte de seus trechos apresenta boa qualidade, porém, como dito anteriormente, o ponto P3, ao final deste recurso hídrico apresenta resultados ruins, que indicam efeito citotóxico e genotóxico nos materiais biológicos avaliados.

REFERÊNCIAS

- ALVIM, L. B.; KUMMROW, F.; BEIJO, L. A.; LIMA, C. A. de A.; BARBOSA, S. Avaliação da citogenotoxicidade de efluentes têxteis utilizando *Allium cepa* L. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 6, n. 2, p. 255-265, 2011.
- AYRES, M.; AYRES, J.R.M. **BioEstat 3.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém, Sociedade Civil Mamiraua, Brasília, 2003. 291p.
- BAGATINI, M. D.; VASCONCELOS, T. G.; LAUGHINGHOUSE I. V.; H. D.; MARTINS, A. F.; TEDESCO, S. B. Biomonitoring Hospital Effluents by the *Allium cepa* L. Test. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 82, p. 590-592, 2009.
- BARBÉRIO, A.; BARROS, L.; VOLTOLINI, J. C.; MELLO, M. L. S., 2009. Evaluation of the cytotoxic and genotoxic potential of water from the Brazilian river Paraíba do Sul with the *Allium cepa* test. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, vol. 69, n. 3, pp. 837-842.
- BRAGA, J. R. M.; LOPES, D. M. Cytotoxicity and genotoxicity in water of the Subaé River (Humildes, Bahia, Brazil) using *Allium cepa* L. as a bioindicator. **Rev. Ambient. Água** [online], vol. 10, n. 1, p.130-140, 2015.
- BRILHANTE, O. M.; CALDAS, L. Q. A. coord. **Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1999. 155p.
- CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística**: Princípios e Aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2006. 255p.
- CHRISTOFOLETTI, C. A. **Avaliação dos potenciais citotóxico, genotóxico e mutagênico das águas de um ambiente lântico, por meio dos sistemas-teste de *Allium cepa* e *Oreochromis niloticus***. 2008. 118f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2008.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO N° 357**. 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/> >. Acesso em 26 de outubro de 2018.
- COSTA, C. R.; OLIVI, P.; BOTTA, C. M. R.; ESPINDOLA, E. L. G. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**. v.31, n.7, p.1820-1830, 2008
- DIAS, G. F. **Educação Ambiental**: princípios e práticas. São Paulo: Gaia, 2000.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos da limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602p.
- FISKEJÖ, G. The *Allium* test as a Standard in Environmental Monitoring. **Hereditas**, New York, v. 102, p. 99-112, 1985.
- FISKEJÖ, G. The *Allium cepa* test in a Wastewater Monitoring. **Environmental Toxicology and Water Quality**, New York, v. 8, p. 291- 298, 1994.

FREITAS, Marcelo Bessa de; BRILHANTE, Ogenis Magno; ALMEIDA, Liz Maria de. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 651-660, 2001.

GRANT, W. F. The present status of higher plant bioassay for detection of environmental mutagens. **Mutation Research**, v. 310, n. 2, p. 175-185, 1994.

GRANZIERA, M. L. M. **Direito às águas. Jornal Carta Forense**. 2014. <http://cartaforense.com.br/conteudo/entrevistas/direito-de-aguas/14507>. Acesso em 29 de setembro de 2016.

GUERRA, M.; LOPES, M. J. S. Como observar cromossomos - Um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana. **FUNPEC**, v. 1, p 131, 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo**. 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 28 de outubro de 2018.

MARTINS, G. L. A. et al. Qualidade da água do rio Setúbal em Jenipapo de Minas – MG após construção de barragem, **Rev. Ambient. Água**, v. 12 n. 6, 2017.

MATSUMOTO, S. T.; MANTOVANI, M. S.; MALAGUTTI, M. I. A.; DIAS, A. L.; FONSECA, I. C.; MARIN-MORALES, M. A. Genotoxicity and mutagenicity of water contaminated with tannery effluents, as evaluated by the micronucleus test and comet assay using the fish *Oreochromis niloticus* and chromosome aberrations in onion root-tips. **Genet. Mol. Biol.** v. 29, p. 148-158, 2006.

MEYER, B. N.; FERRIGNI, N. R.; PUTNAM, J. E.; JACOBSEN, L. B.; NICHOLS, DE, McLaughlin, J.L. Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. **Planta Médica**, v. 45, n. 5, p.31-34, 1982.

MICHALAKE, A. E.; SILVA, C. R.; SILVA, F. F. Análise dos parâmetros físico-químicos do esgoto tratado de Curitiba (PR) - Estação Belém. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36 n. 2, p. X-XX, 2014.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**. v.36, n.3, 2002.

MOREIRA, L. A. O. **Avaliação da atividade tóxica em *Artemia salina* leach. De extratos de duas espécies da família *melastomataceae***. 2013. 52f. Trabalho de Conclusão de curso (licenciatura em Química). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Campus Anápolis, Goiás.

OGA, S.; CAMARGO, M. M. A; BATISTUZZO, J. A. O. Fundamentos de Toxicologia. **Atheneu**. E.4, p. 706, 2014.

OGERA, R. C.; PHILIPPI-JUNIOR, A. Gestão dos serviços de água e esgoto nos municípios de Campinas, Santo André, São José dos Campos e Santos, no período de 1996 a 2000. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 72-81, 2005.

PAULA, R. P.; BUENO, S. S. S.; SCHMITT, K. F. M.; TIAGO, A. V.; ROSSI, A. A. B. Sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador de citotoxicidade e genotoxicidade em *Aristolochia elegans* Mast. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, **Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.11, n.21; p. 1749-1756, 2015.

PIMENTEL, M. F.; SILVA JÚNIOR, F. C. G.; SANTAELLA, S. T.; LOTUFO, L. V. C. O Uso de *Artemia* sp. como Organismo-Teste para Avaliação da Toxicidade das Águas Residuárias do Beneficiamento da Castanha de Caju Antes e Após Tratamento em Reator Biológico Experimental. **J. Braz. Soc. Ecotoxicol.** v. 6, n. 1, 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE COROMANDEL. **Coromandel: impossível te conhecer e não se render aos seus encantos**. Coromandel-MG, 2012. 4p.

STRIEDER, M. N. et al. Medidas Biológicas e índices de qualidade de água de uma microbacia com poluição urbana e de curtumes no sul do Brasil. **Acta Biologica**, v. 28, n. 1, 17-24, 2006.

WHITE, P. A.; RASMUSSEN, J. B. Os perigos genotóxicos dos resíduos domésticos em águas superficiais. **Elsevier**. v. 410, n. 3, 1998.

YU, M. Environmental toxicology: biological and health effects of pollutants. Second Edition. **Boca Raton**; Florida. 2005.