UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE HUMANA E MEIO AMBIENTE

MARIA LUIZA MARINHO OLIVEIRA

ANÁLISE ECOTOXICOLOGICA E MUTAGÊNICA DA REGIÃO TEXTIL DE TORITAMA UTILIZANDO *Aliivibrio fischeri, Biomphalaria glabrata e Daphnia magna*.

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE HUMANA E MEIO AMBIENTE

MARIA LUIZA MARINHO OLIVEIRA

ANÁLISE ECOTOXICOLOGICA E MUTAGÊNICA DA REGIÃO TEXTIL DE TORITAMA UTILIZANDO *Aliivibrio fischeri, Biomphalaria glabrata e Daphnia magna*.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Mestre em **Saúde Humana e Meio Ambiente**.

Orientação: Profª. Drª. Ana Maria Mendonça de Abuquerque Melo

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
2017

Catalogação na Fonte
Sistema de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Jaciane Freire Santana, CRB-4/2018

O48a Oliveira, Maria Luiza Marinho.
Análise ecotoxicologica e mutagênica da região textil de Toritama utilizando *Aliivibrio fischeri, Biomphalaria glabrata e Daphnia magna*./ Maria Luiza Marinho Oliveira. - Vitória de Santo Antão, 2017.
67 folhas: il.; color.

Orientadora: Ana Maria Mendonça de Abuquerque Melo.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Programa de Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente, 2018.
Inclui referências.

1. Poluição da água – Toritama-PE. 2. Lavanderias têxteis - Pernambuco. I. Machado, Erilane de Castro Lima (Orientadora). II. Título.

363.7394 CDD(23.ed) BIBCAV/UFPE-022/2018

MARIA LUIZA MARINHO OLIVEIRA

ANÁLISE ECOTOXICOLOGICA E MUTAGÊNICA DA REGIÃO TEXTIL DE TORITAMA UTILIZANDO *Aliivibrio fischeri, Biomphalaria glabrata e Daphnia magna*.

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente da Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Saúde Humana e Meio Ambiente

Aprovada em: 23 de fevereiro de 2017.

Orientadora: **Drª Ana Maria Mendonça de Albuquerque Melo**
Universidade Federal de Pernambuco- UFPE

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª Edvane Borges da Silva
Universidade Federal de Pernambuco- UFPE

Drª. Rebeca da Silva Cantinha
Universidade Federal de Pernambuco- UFPE

Drª. Luanna Ribeiro Santos
Universidade Federal de Pernambuco- UFPE

RESUMO

A contaminação dos ambientes aquáticos é cada vez mais frequente e esses ecossistemas são os principais locais de despejo de diferentes tipos de resíduos produzidos pelo homem. Dentre estes processos o setor têxtil é considerado um dos segmentos industriais mais poluidores de águas superficiais. A cidade de Toritama se desenvolveu as margens do rio Capibaribe e é um grande polo de confecções têxteis do estado de Pernambuco. Pensando na problemática da escassez de água e na ausência de estudos de impacto ambiental na região, os objetivos deste trabalho foi analisar a qualidade das águas do rio Capibaribe na cidade de Toritama por meio de ensaios com *Aliivibrio fischeri*, *Daphnia magna* e *Biomphalaria glabrata* e examinar qual dos organismos poderia ser utilizado como o bioindicador mais adequado para as amostras estudadas. Foram coletadas amostras de três pontos do rio Capibaribe próximos às indústrias têxteis (jusante, montante e ponto aleatório). As amostras foram acondicionadas em recipientes refrigerados e conduzidas aos laboratórios para serem realizados os bioensaios. Para os testes com *Aliivbrio Fischeri e Daphnia magna* os ensaios foram realizados na Agência Estadual de Meio Ambiente, de acordo com a Norma ISO 11348-1 e ISO 6341. Os ensaios com o molusco *B. glabrata* foram realizados no departamento de Biofísica da UFPE de acordo com protocolos estabelecidos no laboratório de Biofísica ambiental. Os resultados comparativos entre *Aliivibrio fischeri e Daphnia magna* apresentaram toxicidade para amostras da Jusante, sendo *Daphnia magna* sensível até a concentração 6,25% e *Aliivibrio fischeri* até a concentração de 13,16%. Os moluscos adultos não foram a óbito durante a exposição, porém os testes de citotoxicidade apresentaram resultados significativos para todas as amostras testadas. Neste teste a apoptose apresentou a maior frequência para a jusante quando comparada com a binucleação, micronúcleo e grânulos citoplasmáticos. Os embriões do molusco se mostraram muito sensíveis quando expostos às amostras da jusante e ponto aleatório apresentando 100% de mortes nas primeiras 24h de exposição. Para o ponto da Montante, o resultado observado foi semelhante ao encontrado nos ensaios com a *Daphnia* e a *Aliivibrio fischeri*. Os resultados obtidos com os adultos e os embriões da espécie *Biomphlaria glabrata* expressam a sua sensibilidade diante de amostras ambientais, confirmando o seu potencial para biomonitoramento de ambientes aquáticos.

Palavras-Chave: Espécies bioindicadoras. Poluição. Lavanderias têxteis.

ABSTRACT

Contamination of aquatic environments is becoming more frequent and these ecosystems are the main disposal sites for different types of waste produced by man. Among these processes, the textile sector is considered one of the most polluted industrial segments of surface water. The city of Toritama has developed along the banks of the Capibaribe River and is a major textile garment center in the state of Pernambuco. The objective of this work was to analyze the water quality of the Capibaribe river in the city of Toritama by means of tests with Aliivibrio fischeri, Daphnia magna and Biomphalaria glabrata and to examine the problem of water scarcity and absence of environmental impact studies in the region. Which of the organisms could be used as the most suitable bioindicator for the studied samples. Samples were collected from three points of the Capibaribe River near the textile industries (downstream, upstream and random point). The samples were stored in refrigerated containers and taken to the laboratory to perform the bioassays. For the tests with Aliivbrio Fischeri and Daphnia magna the tests were carried out at the State Agency of the Environment, in accordance with ISO Standard 11348-1 and ISO 6341 with modifications. The trials with the B. glabrata mollusk were carried out in the Biofisica department of UFPE according to protocols established in the laboratory of Environmental Biophysics. The comparative results between Aliivibrio fischeri and Daphnia magna showed toxicity for Downstream samples, with Daphnia magna sensitive up to 6.25% concentration and Aliivibrio fischeri up to 13.16% concentration. Adult molluscs were not killed during exposure, but cytotoxicity tests showed significant results for all samples tested. In this test apoptosis presented the highest frequency downstream when compared to binucleation, micronucleus and cytoplasmic granules. Mollusc embryos were very sensitive when exposed to samples from the downstream and random point presenting 100% of deaths in the first 24 hours of exposure. For the Amount point, the observed result was similar to that found in the Daphnia and Aliivibrio fischeri assays. The results obtained with the adults and the embryos of the species Biomphlaria glabrata express their sensitivity to environmental samples, confirming their potential for biomonitoring of aquatic environments.

Keywords: Bioindicator species. Pollution. Textile laundries.

“No dia em que você sentir que o mundo inteiro é a sua casa, que o céu é o seu teto, que a terra é o seu piso e que cada árvore é o seu jardim, então você estará realmente em casa.”

Sri Sri Ravi Shankar

AGRADECIMENTOS

Aos que me deram força, carinho e compreensão e me fazem uma pessoa mais determinada: Meus pais (Luciene e Luiz).
Aos meus irmãos Rafael, Pedro e Davi, sempre presentes em todos os momentos.
À minha segunda mãe e amiga Leda, pelo exemplo de amizade e força.
Aos amigos sempre presentes nas minhas escolhas e na minha vida.
Aos professores do Mestrado, pelos ensinamentos e conhecimentos transmitidos.
A todos os colegas e amigos do laboratório de Biofisica e Radiobiologia, Hidrobiologia e Setor Coleta, sem vocês eu não teria conseguido.
Ao meu namorado e também amigo Breno, pelo companheirismo, afeto e paciência.
A minha orientadora profª Drª. Ana Maria Mendonça, pela excelência da orientação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	A Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe	18
Figura 2	Dados sobre as Lavanderias Texteis em Torirama	24
Figura 3	Barreiras físicas e efluente	25
Figura 4	Cultura de Bactéria	30
Figura 5	*Biomphalaria glabrata*	32
Figura 6	Fases do desenvolvimento da *Daphnia magna*	35
Figura 7	Bioindicadores	43
Figura 8	Embrião *Biomphalaria glabrata*	46
Figura 9	Análise microcópica das alterações Hemocitárias	50
Figura 10	Cototoxicidade nos Hemócitos: Apoptose	51
Figura 11	Cototoxicidade nos Hemócitos: Binucleação	52
Figura 12	Cototoxicidade nos Hemócitos: Granulos	53
Figura 13	Embrião exposto 24h	55
Figura 14	Embrião Ponto Aleatório	55

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1	Espécies de organismos testes	29
Quadro 2	Avaliação da dimensão da toxicidade aguda em *Aliivibrio fischeri*	31
Quadro 3	Classificação taxonômica *Biomphalaria Glabrata*	32
Quadro 4	Avaliação da dimensão da toxicidade em *Daphnia magna*	36
Tabela 1	Características Hidrogeniônica das amostras do Rio Capibaribe	47
Tabela 2	Características observadas após a exposição dos embriões	47
Tabela 3	Resultado Toxicidade da água do Rio Capibaribe sobre *Aliivibrio fischeri*	48
Tabela 4	Comparação dos resultados obtidos nos adultos do *B. glabrata* sobre *D. magna* e *A. fischeri*	49
Tabela 5	Resultado *Daphnia magna*	54
Tabela 6	Análise da Embriotoxicidade	56
Tabela 7	Comparação dos resultados obtidos nos embriões de *B. glabrata* sobre *D. magna* e *A. fischeri*	57

LISTA DE ABREVIATURAS

A.ficheri	*Aliivibrio fischeri*
ABNT	Associação Brasileira de Normas Tecnicas
B. glabrata	*Biomphalaria glabrata*
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRH	Agência Estaudal do Meio Ambiente
D. magna	Daphnia magna
FUNDAJ	Fundação Joaquim Nabuco
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatistica
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empreas
UCN	Unidade de Conservação das Nascentes

SUMARIO

1	**INTRODUÇÃO**	13
2	**OBJETIVOS**	16
2.1	**Objetivo geral**	16
2.1	**Objetivos específicos**	17
3	**REVISÃO DA LITERATURA**	17
3.1	**Rio Capibaribe**	17
3.2	**Indústria têxtil**	20
3.3	**Efluentes Têxteis**	21
3.4	**Polo de confecções: Toritama- Pernambuco**	23
3.5	**Análises ecotoxicológicas**	25
3.6	**Ensaios de Toxicidade aguda**	26
3.6.1	Ensaio de Mutagênicidade e Citotoxicidade	27
3.6.2	Organismos bioindicadores	28
3.6.3	*Aliivibrio fisheri*	30
3.6.4	*Biomphalaria glabrata*	31
3.6.5	*Daphnia magna*	34
3.6.6	Embriologia	36
4	**BIOMONITORAMENTO DE EFLUENTE DO RIO CAPIBARIBE, EM ZONA TEXTIL, UTILIZANDO *Aliivibrio fisheri, Biomphalaria glabrata* e *Daphnia magna*- ENFOQUE ECOTOXICOLÓGICOS**	38
4.1	**Introdução**	40
4.2	**Materiais e Métodos**	41
4.2.1	Organismos testes	41
4.2.2	*Aliivibrio fischeri*	41
4.2.3	*Daphnia magna*	42
4.2.4	*Biomphalaria glabrata*	42
4.3	**Coletas das amostras do Rio Capibaribe**	43
4.3.1	*Coletas e armazenamento*	43
4.3.2	*Preparação e preservação das amostras*	43
4.4	**Determinação da toxicidade aguda utilizando a bactéria Aliivibrio fisheri**	44
4.5	**Determinação da toxicidade aguda com o microcrutáceo Daphnia magna**	44
4.6	**Determinação da toxicidade aguda sob os moluscos adultos de Biomphalaria glabrata**	45
4.7	**Citotoxicidade dos hemócitos de Biomphalaria glabrata**	45
4.8	**Determinação da toxicidade aguda em embriões de *Biomphalaria glabrata***	46
4.9	**Análise estatistica**	47
5	**RESULTADOS E DISCUSSÃO**	47
5.1	**Amostras**	47
5.2	***Aliivibrio fisheri***	48
5.3	***Daphnia magna***	49
5.4	***Biomphalaria glabrata* Adultos**	50
5.5	**Embriões de Biomphalaria Glabrata**	54
6	**CONCLUSÕES**	56
	REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais mais importantes do planeta. As principais fontes de água potável são lagos e rios, que constituem apenas 0,1% da água doce no mundo. Esse recurso natural é fundamental para toda comunidade, pois ela é necessária para suprir as necessidades alimentares, de saúde e nos processos produtivos industriais (BAIRD; CANN, 2011). Dentre estes processos merece destaque o setor têxtil que é considerado um dos segmentos industriais mais poluidores de águas superficiais. Seus processos são responsáveis por consumir elevada quantidade de água, que posteriormente é convertida em efluentes ricos em compostos nocivos ao meio ambiente (CHEN et al., 2011; PALÁCIO, 2012). Essa intensa liberação de substâncias químicas no meio ambiente tem causado inúmeros problemas aos seres vivos e um dos primeiros organismos a serem afetados por essas substâncias são os organismos presentes nos ecossistemas aquáticos.

Conforme Bergman e Pugh, (1994) apud Costa et al. (2008), os ecossistemas aquáticos que recebem efluentes nocivos estão sujeitos a transformações químicas (hidrólises), físicas (fotólises) e biológicas (decomposição) que pode atingir níveis mais altos da cadeia trófica por meio da bioacumulação.

Os ecossistemas aquáticos também são utilizados como um dos principais locais de despejo de diferentes tipos de dejetos e resíduos produzidos pelo homem, como lançamento não apenas de resíduos industriais, mas de domésticos também. Além de alterarem as características físicas, químicas e biológicas da água, causam problemas de contaminação e de eutrofização, com efeitos negativos para os peixes e outros organismos aquáticos e para a própria qualidade da água (DE ANDRADE, 2013; GODOI; FAVORETO, 2003; SOUZA et al., 2015). A exposição dos ecossistemas à poluição pode trazer consequências para sua sustentabilidade e conservação da biodiversidade, pois alguns poluentes químicos podem atingir o material genético dos organismos e causar mutações (TALLARICO, 2004).

O setor têxtil de Pernambuco é considerado um dos polos economicamente mais importante no estado. A concentração das empresas do setor de confecções encontra-se nos municípios de Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe, Surubim e Toritama (SANTOS, 2012). Durante o processamento têxtil, aproximadamente 20% da carga de corantes é liberada como resíduos de tingimento nos ecossistemas aquáticos (SILVA, 2012). Por serem altamente coloridos, devido à presença de

corantes que não se fixaram durante o processo de tingimento, os resíduos têxteis não podem ser liberados sem o devido tratamento, pois podem interferir na absorção da luz, provocando modificações nas atividades fotossintetizantes da biota nos corpos d'água, provocando a morte da flora e fauna aquáticas (SILVA, 2012; CHEN et al., 2011). Além desse fato, estudos indicam que algumas classes de corantes e seus subprodutos podem ser carcinogênicos e/ou mutagênicos; podem conter surfactantes, compostos orgânicos e inorgânicos, sais, óleos e graxas. Estes auxiliares químicos utilizados no processo de tingimento contribuem para a complexidade do tratamento destes efluentes (SILVA, 2012; PALÁCIO, 2012).

A ecotoxicologia é a ciência responsável pelo estudo dos efeitos adversos das substâncias químicas sobre os ecossistemas e seus componentes (CUNHA, 2011). A análise ecotoxicológica tem por finalidade saber em qual grandeza, as substâncias isoladas ou em misturas, são nocivas, e como e onde se manifestam seus efeitos (KNIE e LOPES, 2004).

Os testes de toxicidade aquática geralmente utilizam organismos como peixes, moluscos, daphnias, anfíbios e algas, que são expostos a determinados agentes tóxicos por um período de tempo específico com o objetivo de estudar os efeitos sobre a reprodução e desenvolvimento das espécies, além dos danos de curto e longo prazo, ou seja, efeitos agudos e crônicos (CUNHA, 2011; KNIE; LOPES, 2004).

Vários estudos apontam a importância da realização de testes de toxicidade com organismos aquáticos, para tê-los como um instrumento de alerta de possíveis problemas ambientais, uma vez que os compostos xenobióticos podem ser transmitidos indiretamente a outros organismos (DE ANDRADE, 2013). A tecnologia aliada ao trabalho com esses organismos permite alcançar resultados que antes não poderiam ser identificados com os aparelhos, pois suas limitações tecnológicas impossibilitavam a detecção de certos agentes abaixo de uma quantidade limite, porém a sensibilidade dos organismos-teste facilita esse trabalho, variando entre a apresentação dos sintomas dos efeitos agudos ou crônicos até a mortalidade (KNIE; LOPES, 2004).

Segundo Kapanen e Itavaara (2001), os testes de toxicidade podem ser classificados de acordo com o tempo de exposição em agudo ou crônico e o modo do efeito pode ser observado por meio da análise de morte, crescimento ou reprodução e a resposta do efeito (letal ou sub-letal).

Com a promulgação da Lei Federal n. 9.433/1997 a água foi reconhecida como um bem finito e dotado de valor econômico, devendo ser utilizada de maneira racional. A cobrança pelo uso da água e pelo correto lançamento de efluentes, portanto, pode ser entendida como um incentivo para a redução da demanda, com o intuito de minimizar a escassez hídrica no país (PORTO; PORTO, 2008 apud MARTINS, 2015). Apesar de todos os esforços para o bom uso da água, esse recurso está se tornando cada vez mais escasso e com qualidade inferior em um pequeno espaço de tempo (FREITAS; BRILHANTE; ALMEIDA, 2001), e devido à escassez, tanto o homem como o meio ambiente estão sendo prejudicados (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2009).

Devido à expansão deste polo têxtil é de suma importância o desenvolvimento de técnicas sensíveis e de baixo custo para a monitoração dos rios destes municípios, garantindo assim a preservação dos ambientes aquáticos.

2 OBJETIVOS

4.3 2.1 Objetivo geral

Avaliar a toxicidade e a mutagênicidade dos efluentes do Rio Capibaribe localizado na cidade de Toritama em Pernambuco.

4.4 2.2 Objetivos específicos

- Analisar a toxicidade aguda no *microcrustáceo Daphnia* magna e na bactéria *Aliivibrio fisheri;*
- Analisar a toxicidade aguda e a mutagenicidade em embriões e adultos do molusco *Biomphalaria glabrata;*
- Selecionar o melhor teste a ser utilizado no monitoramento aquático da região.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Rio Capibaribe

O Rio Capibaribe, do tupi, rio das Capivaras ou dos porcos selvagens, é um dos principais patrimônios hídricos do Estado de Pernambuco com grande importância histórica e social na formação e no desenvolvimento do estado e da região Nordeste do Brasil (BIONE et al, 2009). O rio Capibaribe é o terceiro rio mais importante do estado de Pernambuco, juntamente com os Rios Una e Ipojuca. Sua nascente está localizada na serra do Jacarará, na divisa dos municípios de Jataúba e Poção (Pernambuco e Paraíba, respectivamente), limita-se ao norte com o Estado da Paraíba, a bacia do rio Goiana e grupo de bacias de pequenos rios litorâneos ao sul com abacia do rio Ipojuca e o grupo de bacias de pequenos rios litorâneos a leste com o Oceano Atlântico e, a oeste, com o Estado da Paraíba e a bacia do rio Ipojuca (APAC, 2016).

O rio Capibaribe apresenta um curso principal com extensão total de 280 km, com regime fluvial alternado no seu alto e médio curso. Possui aproximadamente 74 afluentes e abastece 42 municípios, sendo os principais: Limoeiro, Paudalho, Recife, Salgadinho e São Lourenço da Mata. Os municípios de Brejo da Madre de Deus, Chã de Alegria, Cumaru, Feira Nova, Frei Miguelinho, Glória do Goitá, Jataúba, Lagoa do Itaenga, Passira, Santa Cruz do Capibaribe, Santa Maria do Cambucá, Surubim, Toritama, Vertentes e Vertente do Lério estão totalmente inseridos na bacia do Rio Capibaribe. Já os municípios parcialmente inseridos na bacia são Belo Jardim, Bezerros, Bom Jardim, Carpina, Caruaru, Chã Grande, Gravatá, João Alfredo, Lagoa do Carro, Moreno, Pesqueira, Poção, Sanharó, São Caetano, Tacaimbó e Tracunhaém (Agência Pernambucana de Aguas e Climas- APAC, 2016). Ainda de acordo com a APAC (2016) seus principais afluentes pela margem direita são: Riacho do Mimoso, Riacho Tabocas, Riacho da Onça, Riacho Carapatós, Riacho das Éguas, Riacho Caçatuba, Riacho Batatã, Rio Cotungubá, Rio Goitá e Rio Tapacurá. Pela margem esquerda: Riacho Jataúba, Riacho Doce, Riacho Topada, Riacho do Manso e Riacho Cajaí.

Cerca de 3.474.198 habitantes desses municípios dependem diretamente do rio Capibaribe para seu abastecimento, dos quais 87,2% residem na zona urbana da Região Metropolitana do Recife (CPRH, 2002 apud SOUZA, 2011). O Rio Capibaribe

serve de corpo receptor de resíduos industriais e domésticos durante seu percurso até a sua foz, onde se encontra com o Rio Beberibe e deságua no oceano Atlântico, em frente ao Palácio do Campo das Princesas, no centro da cidade do Recife (MACHADO, 2016).

A importância do rio Capibaribe para a cidade do Recife decorre de vários fatores, como elemento marcante na fisiografia da cidade e contribuição no processo de formação, estruturação e expansão da cidade do Recife. O rio Capibaribe também é um elemento importante como ecossistema para o equilíbrio físico–natural da cidade, pois contribui na amenização do clima e na existência da fauna e da flora, apesar da degradação apresentada (SILVA, 2011).

Existem algumas áreas de preservação do Rio Capibaribe em Recife e na região metropolitana, são elas: Parque Municipal dos Manguezais, UCN (Unidade de Conservação das Nascentes) Mata das Nascentes, UCN Mata da Várzea, UCN Caxangá, APA das Capivaras, UCN Iputinga, UCN Açude de Apipucos, UCN Dois irmãos (SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE PERNAMBUCO, 2012). Na figura 1 pode-se observar o percurso do rio Capibaribe desde a nascente no município de Poção até a sua foz no oceano atlântico na cidade do Recife. A figura também ilustra os principais municípios do estado de Pernambuco que são cortados pelo rio Capibaribe, bem como seus afluentes.

Figura 1- A bacia hidrográfica do rio Capibaribe.

Fonte: Agência Estadual do Meio Ambiente (2016).

No passado o Capibaribe foi chamado de “rio-ponte”, pois na época colonial ele foi um elo para trocas de mercadorias de grande importância entre a zona da mata pernambucana, o agreste e o sertão. Graças à agricultura e a pecuária desenvolvida às margens do Capibaribe o estado de Pernambuco cresceu e se tornou economicamente significativo diante dos outros estados do Nordeste. Esse crescimento econômico ocorreu tanto da capital do estado para a periferia e para as cidades não litorâneas, como também dos engenhos para o centro comercial Recifense (MACHADO, 2016).

A bacia hidrográfica do rio Capibaribe, está localizada na porção norte-oriental do Estado de Pernambuco, entre 07º 41’ 20” e 08º 19’30” de latitude sul, e 34º 51’ 00” e 36 o 41’ 58” de longitude oeste e apresenta uma área de 7.454,88 km² (7,58% da área do estado), de acordo com a Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC, 2016).

Ao longo do seu percurso o Rio Capibaribe tem como principais reservatórios: Jucazinho (327.035.818 m^3), Carpina (270.000.000 m3), Tapacurá (94.200.000 m3), Goitá (52.000.000 m^3), Poço Fundo (27.750.000 m^3), Eng. Cercino Pontes (13.600.000 m^3), Cursaí (13.000.000 m^3), Várzea do Una (11.568.010 m^3), Machado (6.800.000 m^3), Oitis (3.020.159 m^3), Mateus Vieira (2.752.000 m^3), Matriz da Luz (1.250.000 m^3) e Sítio Piaça (1.167.924 m^3), (NEVES, 2014).

Apesar da sua grande importância cultural, ecológica e da sua contribuição direta para o desenvolvimento socioeconômico do Estado de Pernambuco e do Nordeste, hoje o Capibaribe encontra-se poluído por dejetos orgânicos, efluentes industriais, efluentes domésticos, perda de sua mata ciliar e ameaçado pelo assoreamento de suas margens (MACHADO, 2016).

A política Nacional do Meio Ambiente (Art 2º Lei Federal nº 6.938,81) conceitua poluição como:

> A degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981, sem paginação).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012) o Rio Capibaribe encontra-se entre os 10 rios mais poluídos do Brasil e uma das principais fontes de polução deste rio é a indústria.

3.2 Indústria têxtil

4.5

Tingir tecidos é uma técnica milenar que contribuiu para o desenvolvimento e evolução das civilizações antigas e até hoje essa é uma área de grande impacto mundial, cultural e econômico (SILVA, 2012; KUNZ, 2002). A expansão da industrialização acompanhada da crescente urbanização são características marcantes da sociedade atual. Neste contexto, uma parte significativa das agressões ao meio ambiente decorre das atividades de produção e consumo, fruto da enorme revolução no modo de vida da sociedade (PAULANI, 2007; AMARAL, 2012).

Com o crescimento da produção em larga escala, a demanda por matérias primas tem crescido aceleradamente (AMARAL, 2012). A indústria têxtil está presente em todos os países e foi ficando cada vez mais forte por uma necessidade humana de vestuário e usos utilitários como, por exemplo, na militar e hospitalar. No Brasil, o setor têxtil possui grande importância na economia, pois é um forte gerador de empregos, com grande volume de produção e exportações crescentes (FUJITA; JORENTE, 2015). A trajetória da indústria têxtil brasileira tem história de aproximadamente 200 anos, no início do período colonial, onde a cultura algodoeira no norte e nordeste do país se desenvolvia e diversas manufaturas têxteis iniciavam um processo de industrialização (FUJITA; JORENTE, 2015). Esses períodos foram marcados por épocas de sucesso e épocas com graves crises econômicas, da mesma forma como ocorreu em outros países da Ásia, Europa e América do Norte. Porém, em meio a um mercado flutuante, no final do século XIX, a indústria têxtil brasileira viria a se fortalecer (COSTA, 2000).

As empresas Brasileiras estão distribuídas por todo o território nacional, mas merece destaque a região sul do país (Santa Catarina), região sudeste (Minas Gerais e São Paulo) e região nordeste (Ceará, Pernambuco e Bahia) (DE SANTANA COSTA, 2008). O setor têxtil é considerado um dos segmentos industriais mais poluidores de águas superficiais e seus processos são responsáveis por consumirem elevadas quantidades de águas (10% da água disponível no planeta),

que posteriormente são convertidas em efluentes ricos em compostos nocivos ao meio ambiente (CHEN et al., 2011; PALÁCIO, 2012).

A utilização dos recursos hídricos é um processo habitual adotado pelas indústrias, porém, o mesmo altera a qualidade das águas, tornando-as contaminadas por produtos químicos, corantes, alterando assim a cor, o odor, a temperatura, entre outros, originando os efluentes líquidos (SILVA, 2013). Segundo o SEBRAE (2011) para lavar uma peça de jeans se gasta em torno de 60 a 100 litros de água, então, se pode imaginar a quantidade de água utilizada em um dia de funcionamento de uma lavanderia têxtil. As lavanderias têxteis de jeans são indústrias que geram resíduos líquidos, atmosféricos e sólidos, as mesmas fazem uso de recursos naturais como lenha e água, e dependendo do porte, podem ter um grande potencial de degradação ambiental (LIMA, 2014).

Ao ser lançados em águas naturais (rios e lagos, por exemplo) sem o devido tratamento, os fluentes provenientes de processos envolvendo tingimento têxtil, são capazes de atingir reservatórios e estações de tratamento de água que são utilizados para o consumo humano. Essa é uma preocupação ecológica emergente. (GUARATINI, 2000).

Braille e Cavalcante (1997) resumem em seu trabalho que as principais característica do efluente gerado na indústria têxtil são: grande vazão, presença de corantes (sendo que alguns podem ser tóxicos), presença de cor, matéria orgânica e presença de agentes redutores utilizados em alguns banhos de tingimento, com a utilização de corantes diversos.

3.3 Efluentes têxteis

Grande parte do problema ambiental nos efluentes de lavanderias é decorrente dos insumos químicos empregados nos processos de lavagem de roupas, em especial os detergentes (BUSS, 2015). Os detergentes são compostos de cadeias carbônicas longas, em cuja extremidade há um grupo de caráter catiônico, aniônico, anfotérico ou não iônico. Esse grupo apresenta caráter hidrofílico, enquanto que a cadeia carbônica apresenta um caráter hidrofóbico, repelindo a água e interagindo com substâncias apolares. Devido a essa

característica anfifílica, os detergentes conseguem remover impurezas que a água sozinha não conseguiria (SOLOMONS, 1996).

O efluente gerado traz consigo uma alta carga poluidora, uma vez que cerca de 90% dos produtos químicos utilizados no beneficiamento têxtil são eliminados após cumprirem seus objetivos (SOUZA, 2015). Segundo Hassemer (2000) os resíduos das indústrias e os esgotos domésticos e ao se misturarem com as reservas existentes, geram um efeito multiplicador de poluição.

Além da disponibilidade em quantidade suficiente, precisa atender a requisitos de qualidade em termos de parâmetros físicos, químicos e biológicos necessários aos múltiplos usos como o abastecimento público, dessedentação de animais, irrigação, produção industrial, proteção de comunidades aquáticas, entre outros (CONAMA, 2005).

Para atendimento da Lei Nº 12.984, de 30 de Dezembro de 2005, são objetivos da Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco, Art 3º:

I - Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade dos recursos hídricos;

II - assegurar que a água seja protegida, utilizada e conservada, em níveis e padrões adequados de quantidade e qualidade, por seus usuários atuais e futuros, em todo o território do Estado de Pernambuco, garantindo as condições para o desenvolvimento econômico e social, bem como para melhoria da qualidade de vida e o equilíbrio do meio ambiente; e

III – utilizar racionalmente e de forma integrada os recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável.

De acordo com o Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, Resolução Nº357, 2015, Art. 7º, eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos e que a qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas. O CONAMA diz ainda que as possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados na Resolução e que são passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas

utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos para promover o bem estar ambiental.

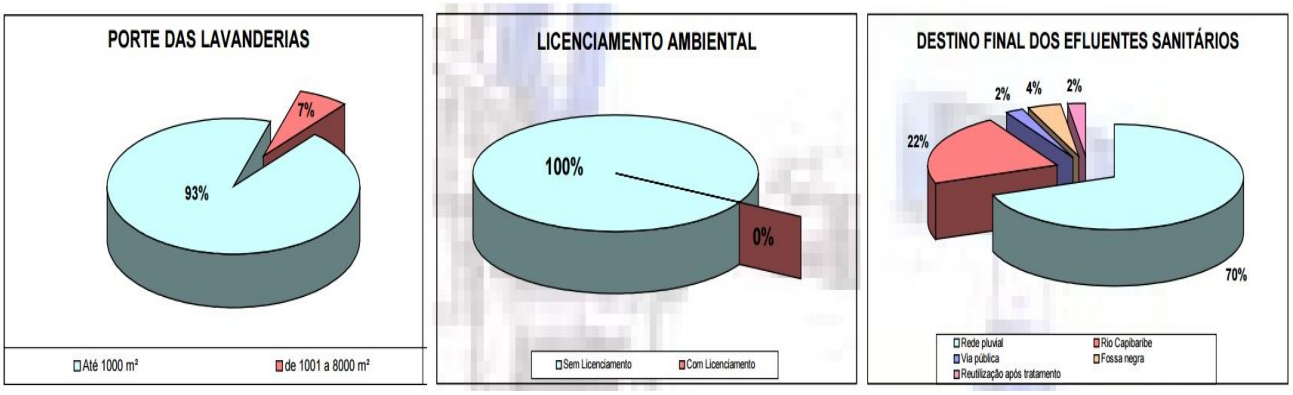
3.4 Polo de confecções: Toritama-Pernambuco

A cidade de Toritama está localizada na Mesorregião do Agreste Pernambucano e na Microrregião do alto do Capibaribe, 7° 59' 56" S 36° 03' 03" O. Fica a 170 km da capital do estado Pernambucano, Recife. Possui uma área de aproximadamente 27,704 km^2com população de 35.554 habitantes (IBGE, 2000). Anteriormente recebia a denominação de Torres e fazia parte do distrito do município de Vertentes. Posteriormente, parte desse distrito foi transferida para Taquaritinga do Norte. Em 29 de dezembro de 1953, foi criado o município de Toritama, cuja instalação ocorreu em 23 de maio de 1954.

Toritama está entre as três principais cidades do Polo de Confecções do Agreste Pernambucano. Nos últimos trinta anos a cidade sofreu grades modificações e se transformou no maior polo de produção de moda jeans do Norte e do Nordeste, garantindo ocupação de seus habitantes em idade de trabalho e até atraindo pessoas de outros municípios. As lavanderias da cidade de Toritama são responsáveis pela manutenção de 15 a 20 postos de trabalho. A produção de peças de vestuário realizada nos municípios de Toritama, Caruaru e Santa Cruz do Capibaribe é vendida para todos os estados do Brasil e também são exportadas para países da América do Sul (SEBRAE, 2003). O setor têxtil foi responsável pelo crescimento de 42% do PIB da cidade de Toritama no ano de 2004, superando a media nacional do Nordeste Esses municípios concentram mais de 60% dos estabelecimentos industriais do setor de confecções, respondendo por cerca de 15% da produção do vestuário do pais. (IBGE, 2007, SEBRAE, 2003).

Na figura 2 o resultado mostrado em gráficos das lavanderias em relação ao licenciamento ambiental e a destinação final dos efluentes na cidade de Toritama, segundo o ultimo levantamento feito pela Agência Estadual do Meio Ambiente-CPRH, no ano de 2005.

Figura 02- dados sobre as lavanderias na cidade de Toritama, Pernambuco Agência Estadual do Meio Ambiente – CPRH, 2005



(Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco, CPRH, 2005).

De acordo com a pesquisa realizada pelo CPRH, essas são as características principais encontradas nas lavanderias da cidade de Toritama:

- A maioria das lavanderias é enquadrada como de pequeno porte, 93%;
- Nenhuma possui licenciamento ambiental e apenas 37% tinham alvará de funcionamento da prefeitura;
- Aproximadamente 93% da água utilizada no processo industrial é proveniente de carros pipa;
- Cerca de 70% dos efluentes industriais e sanitários são descartados na rede pluvial.

Além dos impactos causados pelo lançamento de efluentes, as lavanderias têxteis também investem em barreiras físicas de concreto para a captação das águas do rio Capibaribe e posterior lançamento de efluentes industriais.

Figura 03: (A) Barreiras físicas feitas de concreto conhecidas como “Barramento” que permitem a captação e lançamento direto do rio Capibaribe realizada pelos donos das lavanderias; (B) lançamento direto de efluente têxtil no rio Capibaribe.

3.5 Análises ecotoxicológicas

Desde a antiguidade, as observações dos organismos vivos a diferentes tipos de estresses ocorriam para se obter respostas em relação à qualidade do meio em que esses organismos viviam. Há relatos de que Aristóteles (384-322 a.C.), submeteu peixes de água doce à água do mar para estudar o que aconteceria à seus corpos após a exposição (DE PAIVA MAGALHAES, 2008).

O termo ecotoxicologia foi sugerido pela primeira vez em junho de 1969, durante uma reunião do *Committee of the International Council of Scientific Unions* (ICSU), em Estocolmo, pelo toxicologista francês René Truhaut (DE PAIVA MAGALHAES, 2008).

A Sociedade Brasileira de Ecotoxicologia define ecotoxicologia como

> A ciência que tem como principio básico o estudo dos efeitos dos agentes físicos, químicos e biológicos sobre os organismos vivos, particularmente sobre populações e comunidades em seus ecossistemas, incluindo as formas de transporte, distribuição, transformação, interações e destino final desses agentes nos diferentes compartimentos do ambiente. (SETAC, 2017, p. 1).

A análise ecotoxicológica tem por finalidade saber em qual grandeza, as substâncias químicas, isoladas ou em misturas, são nocivas, e como e onde se manifestam seus efeitos (KNIE; LOPES, 2004).

Os testes de ecotoxicidade permitem avaliar a contaminação ambiental por diversas fontes poluidoras, tais como: efluentes agrícolas, industriais e domésticos, sedimentos, medicamentos e produtos químicos em geral, assim como, avaliar a

resultante de seus efeitos sinérgicos e antagônicos (LOMBARDI, 2004). Esse tipo de teste vêm sendo empregado no monitoramento de efluentes industriais com o intuito de minimizar o impacto ambiental, avaliar a eficiência de estações de tratamento e também como requisito para a obtenção e manutenção de licenças junto aos órgãos ambientais (PIMENTEL et al., 2010). Entende-se por toxicidade qualquer efeito adverso manifestado por organismos testes, o que pode incluir desde alterações genéticas, imobilidade, deformidades e até letalidade. Vale ressaltar que o uso de testes ecotoxicológicos na avaliação da qualidade de águas e efluentes foi recentemente regulamentado oficialmente, em âmbito federal, por meio da Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005).

Para estimar o grau de impacto que um determinado efluente pode causar no corpo receptor realizam-se ensaios de toxicidade cujo objetivo é simular, em laboratório, os efeitos que poderiam ser observados no corpo receptor após o lançamento do efluente (AREZON; PEREIRA NETO; GERBER, 2011).

3.6 Ensaios de Toxicidade Aguda

Ensaios de toxicidade aguda avaliam a capacidade de uma determinada substancia causar efeitos danosos (em geral morte ou imobilidade) aos organismos-teste após um curto período de exposição à amostra (normalmente inferior a 96 horas). Os resultados são frequentemente expressos em termos de CL_{50} (Concentração Letal para 50% dos organismos expostos) ou CE_{50} (Concentração Efetiva para 50% dos organismos expostos) (GERALDINO, 2004). O efeito agudo é definido como sendo, portanto, uma resposta severa e rápida dos organismos a um estímulo que pode se manifestar num determinado período causando quase sempre a letalidade, sendo que pode ocorrer também a imobilidade (CETESB, 1990). Se a amostra de efluente apresentar toxicidade aguda, significa que ela é tóxica o suficiente para matar os organismos, mesmo quando eles ficam expostos a ela por pouco tempo (ARENZON; PEREIRA NETO; GERBER, 2011). Entretanto, como os efeitos danosos de agentes químicos não se restringem à morte (toxicidade aguda), outras consequências menos adversas e/ou menos perceptíveis podem passar

despercebidas se não forem realizados outros ensaios como, por exemplo, os testes de toxicidade crônica (GERALDINO, 2004).

Apesar das limitações os ensaios ecotoxicológicos agudos continuam sendo ferramentas de grande valia no processo de investigação da periculosidade das substâncias (GERALDINO, 2004).

3.7 Ensaio de Mutagenicidade e Citotoxicidade

Mutação refere-se a qualquer modificação repentina e hereditária no conjunto gênico de um organismo, que não pode ser justificada pela recombinação da variabilidade genética preexistente. Tais modificações abrangem mudanças no número de cromossomos (euploidia, poliploidia e aneuploidia), mudanças grosseiras na estrutura cromossômica (aberrações cromossômicas) e alterações nos genes individuais. Uma única mutação pode não ser suficiente para converter uma célula normal em uma célula tumoral, sendo, necessário à ocorrência de várias alterações para causar neoplasias (ALBERTS et al., 2002; ZAHA et al., 2003; PORTIS, 2016). A citotoxicidade, a mutagenicidade e a genotoxicidade englobam o estudo de substâncias que podem causar alterações no processo de divisão celular, consequentemente causam mutações cromossômicas pelos seus efeitos tóxicos (FREITAS, 2014).

A mutagenicidade pode estar relacionada com quebras cromossômicas induzid aspor poluentes ambientais (COELHO, 2014). Para conhecimento da periculosidade de amostras ambientais, por exemplo, é essencial a avaliação por meio de testes de mutagenicidade (KUMMROW, 2015).

Os estudos de toxicidade e mutagenicidade são necessários por possibilitarem a compreensão dos efeitos biológicos decorrente de exposições a tóxicos (FACHINETTO, 2007). A maioria dos testes realizados para detecção de substâncias mutagênicas baseia-se na demonstração de erros cromossômicos, tais como alterações cromossômicas estruturais, formação de micronúcleos, trocas entre cromátides irmãs, avaliação de genes mutantes ou de danos no DNA, utilizando diferentes organismos testes como bactérias, insetos, plantas e animais, tanto em ensaios realizados in vitro, como in vivo (PEÑA, 1996). Modificações no índice de divisão celular e/ou na estrutura do DNA podem prejudicar os processos vitais das

células, tais como a duplicação do DNA e a transcrição gênica. Os autores (PERON et al., 2009; PORTIS, 2016) relatam também que elas podem causar mutações gênicas e aberrações cromossômicas, eventos estes que podem levar ao desenvolvimento de processos cancerosos ou morte celular (apoptose)

Os testes de toxicidade celular fornecem as primeiras informações sobre a segurança em utilizar compostos químicos (FRÖHNER, 2003). Os efeitos tóxicos causados pela exposição a estes agentes pode se manifestar em diferentes níveis de organização biológica, desde estruturas celulares até populações e comunidades (MARTINI, 2013). Esta citotoxicidade é observada por meio da presença de grânulos no citoplasma dos hemócitos (dados não publicados). Dados semelhantes foram encontrados por Martini (2013) que estudou a citotoxicidade em hemócitos do molusco *Perna perna* exposto ao dietiltoluamida (DEET).

3.8 Organismos Bioindicadores

Os bioindicadores são definidos como organismos ou comunidades que reagem a alterações ambientais modificando suas funções vitais e/ou sua composição química, com alterações na sua fisiologia acumulando elementos e substâncias, resistindo ou reagindo a distúrbios de natureza genética e ambiental, fornecendo informações sobre a situação ambiental, podendo revelar respostas e alterações no ecossistema antes de ocorrência de doenças e mortalidade. (KINIE; LOPES, 2004; MARTELETO; LOMÔNACO; KERR, 2009, GRAZEFFE; TALLARICO, 2014).

A resposta de cada organismo está fortemente influenciada pelas condições físicas, químicas e biológicas do ambiente (temperatura, umidade, ventos e radiação) assim como pelas condições fisiológicas, morfológicas estruturais e nutricionais (BAGLIANO, 2012). Algumas espécies podem servir como técnicas simples para substituição de equipamentos de detecção segundo (RUBIANO 2008).

Os organismos bioindicadores são ideais para detecção de efeitos de poluentes no meio ambiente por que respondem positivamente a agentes nocivos de natureza diversa. Araujo (2016) detectou a presença de agentes químicos como o TBT (Tributilestanhos) em caramujos e lesmas que vivem no litoral brasileiro. Ele observou que os organismos desenvolveram anomalias no sistema reprodutivo

resultante da exposição à amostra. Amaral (2007) utilizou em seu trabalho a espécie *Allium cepa* (cebola) para estudos de clastogênese para a ação de agentes físicos e químicos na mitose do meristema apical da raiz. Em seu trabalho com agentes físicos, Silva (2013) utiliza a espécie *Biomphalaria glabrata* para indicar a sensibilidade do molusco frete a radiação ionizante através de alterações na hemolinfa. Nos últimos 20 anos, bioindicadores têm se mostrado sistemas de medição particularmente vantajosos (SILVA, 2016). Esses dados mostram a importância na utilização de bioindicadores para determinar agentes poluentes em diversos ecossistemas. Dentre os tipos de bioindicadores mais utilizados, destacam-se os biomarcadores (parâmetros de medida biológica em níveis moleculares – enzimático, genético, fisiológico), microrganismos (bactérias, microalgas), animais vertebrados e invertebrados e os bioindicadores vegetais, que além das plantas criptógamas e fanerógamas, inclui ainda os liquens e as macroalgas (MARKERT et al. 2003).

Apresentam-se no Quadro espécies de organismos-teste comumente utilizadas nos ensaios de toxicidade de efluentes lançados em águas continentais do Brasil.

Adaptado Manual de Toxicidade em Efluentes Industriais- CODEMA (ARENZON; PEREIRA NETO; GERBER, 2011).

Quadro 1 - Espécies de organismos-teste para ensaios ecotoxicológicos utilizados

Tipos de Ensaios	**Organismo- Teste**	**Tipo de organismo**	**Nível trófico**
Agudo	*Aliivibrio fisheri*	Bactéria	Decompositor
Agudo e Crônico	*Daphnia magna*	Microcrustáceo	Consumidor primário
Agudo e Crônico	*Danio rerio*	Peixe	Consumidor secundário
Crônico	*Ceriodaphnia dubia*	Microcrustáceo	Consumidor primário
Agudo e Crônico	*Desmodesmus subspicatus*	Alga	Produtor
Agudo e Crônico	*Biomphalaria glabrata*	Molusco	Consumidor secundário

(ARENZON; PEREIRA NETO; GERBER, 2011).

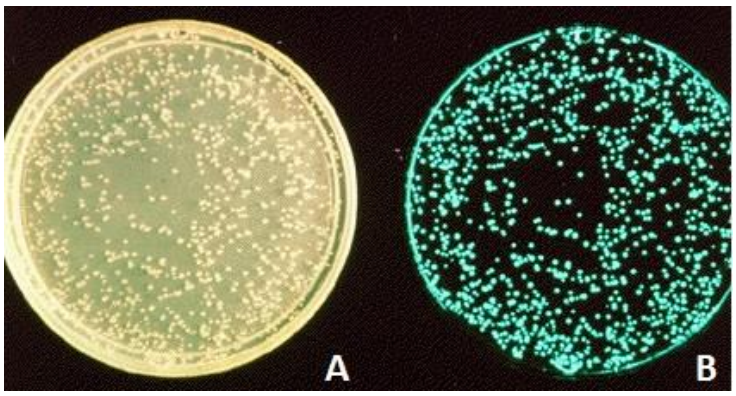
4.6

3.9 Aliivibrio fischeri

As bactérias são microrganismos unicelulares, microscópicos sem membrana nuclear definida. São conhecidas como seres procariontes e se reproduzem por divisão celular simples. A *Aliivibrio fischeri* é uma bactéria marinha gram-negativa, anaeróbia facultativa que tem a capacidade de emitir luz naturalmente em condições ambientais favoráveis (KNIE; LOPES, 2004). Figura

A. fischeri pertence ao Reino Monera e à família Vibrionaceae, onde muitas espécies são caracterizadas pela cooperação e interação com tecidos de outros animais. São amplamente distribuídas na natureza e nunca foram associadas a ações patogênicas (FUZINATTO, 2009; HARMEL, 2004). Os sistemas bio-luminescentes são considerados uma parte do sistema transportador de elétrons, onde a enzima luciferase catalisa a oxidação do $FMNH_2$ (mononucleotídeo flavina reduzido) e de um aldeído, resultando na produção do FNM, ácido e luz.

Figura 4 - Cultura da bactéria em placa de petri e meio Àgar. A: cultura da bactéria *Aliivibrio fischeri* em campo claro. B: cultura da bactéria *A. fischeri* em campo escuro, evidenciando a emissão luz.



(Fonte: MAKEMSON LAB, 2016).

O teste com bactérias bio-luminescentes é um teste de inibição metabólica que usa suspensão desses organismos em condições padronizadas. É um teste simples e quando comparado a outros biotestes apresentam vantagens consideráveis em termos de praticidade, rapidez e reprodutilidade. (BITTON; DUTKA,1989).

Segundo Knie e Lopes (2004), os ensaios com as bactérias *Aliibrio fischeri* foram utilizados desde os anos 70 para determinar a toxicidade de solos e sedimentos, além de meios aquáticos. Segundo Rossetto (2016) o teste com bactérias bio-luminescentes é um teste de inibição da atividade metabólica que usa a sua suspensão como teste sob condições padronizadas. a *A. fischeri* como organismo-teste apresentam algumas vantagens, entre elas a realização com pequenas quantidades de amostras de água doce ou salina, a facilidade na execução do teste e a rápida obtenção de resultados, entre 15 e 30minutosapósa exposição à amostra. Desta maneira, permite uma resposta rápida em casos de acidentes ambientais, porém exige a utilização de equipamentos com custo relativamente alto.

Na quadro 2 são mostrados os critérios de diluição e identificação de toxicidade de amostras ambientais.

Quadro 2 - Avaliação da dimensão da toxicidade da água a partir de bioensaios com *Aliivibrio fischeri* -

ORGANISMO	FATOR DE DILUIÇÃO	INTERPRETAÇÃO
Bactéria Luminescente *A. fisheri*	FDf = 1	Não Tóxico
	FDf > 1	Tóxico

Agencia Estadual do Meio Ambiente –CRPH (2016).

Segundo a ABNT (2004), para que os testes de toxicidade forneçam resultados confiáveis, que traduzam realmente o estado do efluente, é necessário que o cultivo e a manutenção de organismos-teste sejam feitos de maneira adequada.

3.10 Biomphalaria grabata

Os invertebrados representam cerca de 90% das espécies aquáticas sendo 80% destes moluscos gastrópodes (BARNES,1995). Dentre estes o molusco *Biomphalaria glabrata* tem merecido destaque como bioindicador ambiental para agentes químicos efísicos (SILVA, 2013). Estes moluscos têm se mostrado um modelo experimental bastante aceitável, pois os mesmos apresentam embriologia bem conhecida, podendo ser detectada mutações genéticas resultantes de

exposição a essas substâncias, fácil manutenção e possui uma boa repetibilidade experimental (KAWANO, 1992; MUNZINGER, 1987).

Espécie pertence à família Planorbidae, que se distingue dos outros moluscos de água doce por possuir sangue vermelho. A taxonomia encontra-se descrita na Figura 11 (NEVES, 2002; REY, 2010; CANTINHA, 2010). Segundo Ruppert e Barnes 1996 e Neves, 1986.

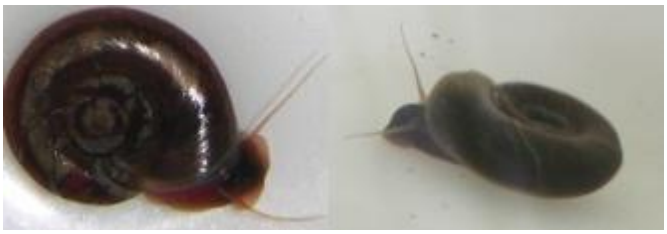
Quadro 3 - Classificação taxonômica do molusco *B. glabrata.*

Reino:	Animalia
Filo:	Mollusca
Classe:	Gasttropoda
Subclasse:	Pulmonada
Ordem:	Basommathphora
Família:	Planorbidae
Gênero:	*Biomphalaria*
Espécie:	*Biomphalaria glabrata*

Fonte: BARNES, 1990

Os moluscos da espécie *Biomphalaria glabrata* são animais de hábito aquáticos (dulcícolas) e distribuídos ao longo de mais de treze estados brasileiros, nas diferentes regiões (BARBOSA, 1995). Segundo Rey (2001), possui tempo de vida médio de aproximadamente um ano. O tamanho da concha pode atingir 3 a 4 cm de diâmetro em ambiente natural e 1 a 2,5 cm em criadouros, se apresentam discoide, enroladas em espiral plana, sem opérculo, na qual forma-se de cada lado, uma depressão que lembra o umbigo (Figura 05).

Figura 5 - *Biomphalaria glabrata* (SAY, 1818) melânico.



Fonte: LBR – UFPE, 2016.

Estes caramujos são considerados cosmopolitas e habitam os mais variados corpos de água doce, tais como lagos, poços, pequenos córregos e brejos, vivendo de preferência em águas rasas com pouca velocidade. Têm grande poder de

adaptação a variações extremas das condições ambientais, inclusive sobrevivendo a períodos de seca não prolongada. (COURA, 2005). Segundo Leal (1976), os *Biomphalarias* são capazes de estivar por até seis meses, pois os moluscos jovens resistem melhor à estação da seca, repovoando o habitat em cinquenta dias.

O sistema circulatório é do tipo vascular-lacunar constituído pelas lacunas deixadas pelas vísceras e por vasos, com aurícula e ventrículo únicos formando o coração. A hemoglobina encontra-se dissolvida no plasma (hemolinfa), onde circulam os amebócitos ou hemócitos (NEVES, 2002; REY, 2010), células ligadas a mecanismos de defesa destes animais (SERRANO et al., 2002).

O plasma é rico em água, cloreto de sódio, bicarbonatos e hemoglobina dissolvida, contendo ferro que permite a utilização do oxigênio dissolvido à baixa tensão (NEVES, 2002; REY, 2010). Os hemócitos são as principais células efetoras do sistema de defesa do caramujo, fagocitando, encapsulando e destruindo agentes infecciosos. Segundo Cheng e Auld (1977) existem duas categorias de hemócitos na hemolinfa de *B. glabrata*: os granulócitos e os hialinócitos. Como o sistema circulatório é aberto, essas células podem se mover livremente para dentro e fora dos tecidos (SILVA, 2013). Devido a tais características, os hemócitos podem representar uma nova ferramenta no estudo da monitoração ambiental. São moluscos hermafroditas, podendo realizar a autofecundação ou a fecundação cruzada. Por viverem em colônias, esses moluscos optam pela fecundação cruzada, o que propicia uma maior variabilidade genética, realizando a autofecundação em circunstâncias críticas (NEVES, 2002; CANTINHA, 2008).

A espécie *B. glabrata* é considerada uma das mais importantes, devido sua importância médico-sanitária como hospedeira intermediária do parasito *Schistosoma mansoni*, causador da esquistossomose mansônica, doença endêmica que afeta mais de 200 milhões de pessoas pela América do Sul, África e Oriente Médio (LUNA et al,2005).

Os testes de genotoxicidade, como estudo das aberrações cromossômicas e o teste do micronúcleo vêm se mostrando como boa alternativa para análise da ação dos agentes físicos e químicos sobre moluscos dulcícolas, como o *Biomphalaria glabrata* (MAJONE et. al, 1990; BOLOGNESI et. al , 1999). Dados preliminares obtidos no laboratório de Radiobiologia do Departamento de Biofísica e

Radiobiologia da UFPE (DBF-UFPE) indicam que o teste do micronúcleo é eficiente para o agente físico, radiação. Os testes de genotoxicidade, como estudo das aberrações cromossômicas e o teste do micronúcleo vêm se mostrando como boa alternativa para análise da ação dos agentes físicos e químicos sobre moluscos dulcícolas, além de viabilizar a padronização de metodologias de controle populacional, ou como bioindicadores e biomarcadores de interferentes ambientais como o *Biomphalaria glabrata* (MAJONE et. al, 1990; BOLOGNESI et. al , 1999, ESTEVAM et al 2006, CANTINHA et al, 2010).

Na detecção dos danos ocasionados nos sistemas biológicos, a ecotoxicologia faz uso de inúmeras metodologias como: testedocometa, teste do micronúcleo, letal dominante e troca de cromátides irmãs. Uma imensa gama de organismos também são utilizados como bioindicadoes (BICKHAM *et al.*,2000). Dentre estes o *B.glabrata* vem se destacando, devido as suas características intrínsecas.

Foi estabelecido por Tallarico et al (2004) o teste letal dominante em *Biomphalaria glabrata*. A metodologia foi sensível na avaliação de mutações nas células germinativas induzidas por mutagênicos químicos de referência. Resultados que foram obtidos nesses testes mostraram que *Biomphalaria glabrata* pode absorver mutagênicos químicos presentes no ambiente aquático, se mostrando como um organismo de grande importância ambiental, pois tem apresentado alta sensibilidade a agentes genotóxicos no ambiente aquático de natureza química e física (TALLARICO et al, 2004,SILVA, 2008; ESTEVAN et al, 2006; OLIVEIRA FILHO et al, 2007).

3.11 Daphnia magna

Daphnia magna STRAUS, 1820 (*Cladocera, Crustácea*) é um microcrustáceo planctônico de água doce, com tamanho médio de 5 a 6 mm que atua na cadeia alimentar aquática como consumidor primário entre os metazoários. Alimenta-se por filtração de material orgânico particulado, principalmente de algas unicelulares. Em condições ambientais favoráveis reproduz-se assexuadamente por partenogênese, originando apenas fêmeas. Os machos são distintos das fêmeas por serem de tamanho menor, antenas largas, pós abdómen modificado No ciclo de vida são

reconhecidos três períodos sendo eles: ovos, jovens e adultos. O tempo requerido para alcançar a maturidade sexual varia de 6 a 10 dias.

Figura 06: Fases do desenvolvimento da *Daphnia magna.*Em I: Ovo e neonato com menos de 24h; II: *Daphnia* jovem; *Daphnia* adulta com ovos; IV: Efípio ou ovo de resistência (COONEY, 1985).

I II III

Fonte: KNIE; LOPES, 2004.

De acordo com Knie e Lopes (2004), a escolha da *Daphnia magna* como organismo-teste fundamenta-se principalmente nos seguintes critérios:

- *Daphnia magna* é internacionalmente reconhecida como organismo-teste e vem sendo utilizada há décadas em laboratórios de ecotoxicologia.
- O manuseio é simples, por causa de tamanho relativamente grande da espécie, em comparação com outros microcrustáceos;
- A espécie reage sensivelmente à ampla gama de agentes nocivos;
- A espécie é adequada para testes estáticos, semi-estáticos ou de fluxo contínuo;
- A cultura em laboratório sob condições controladas é fácil e sem grandes dispêndios
- Os descendentes são geralmente geneticamente idênticos, o que assegura umA certa uniformidade de respostas;
- O ciclo de vida e de reprodução é suficientemente curto, o que permite usar as daphnias também em testes crônicos;

A cultura depende essencialmente da qualidade da água e do alimento. As daphnias são cultivadas em ambiente com luminosidade em torno de 1000 lux (lâmpadas fluorescentes de 22 V, tipo luz do dia) por um período de 16 horas e em temperatura que deve ficar na faixa de 18 a 22º C (condições que são obtidas através de incubadoras). Não há necessidade de aeração para o cultivo.

Nos finais de semana ou em casos excepcionais esse intervalo pode ser prolongado por até 2 a 3 dias consecutivos, fornecendo uma dose adicional de alimento no último dia anterior(CPRH 2016).

De acordo com a Agência Americana de Proteção Ambiental, a United States Environmental Protection Agency (EPA,1993), apud Geraldino (2004), A *Daphnia magna* está entre os organismos de água doce mais comumente utilizados em testes de toxicidade aguda e crônica, representando o nível trófico dos consumidores primários.

Na tabela 04 é mostrado os critérios de diluição e identificação de toxicidade de amostras ambientais utilizando a *D.magna*.

Quadro 4 - Avaliação da dimensão da toxicidade da água a partir de bioensaios com *Daphnia magna.*

ORGANISMO	FATOR DE DILUIÇÃO	INTERPRETAÇÃO
Microcrustáceo *Daphnia magna*	FDd = 1	Não Tóxico
	FDd > 1	Tóxico

Fonte: ABNT ISO 14000, 2014

A *Daphnia magna* também possui algumas desvantagens frente a outros bioensaios de qualidade ambiental. O seu cultivo em laboratório necessita de reagentes e soluções complexos e com custos mais elevados quando comparados a outros bioindicadores. As Daphnias são mantidas câmeras com temperatura e luminosidade controladas em béqueres de 2L com aproximadamente 30 indivíduos. Qualquer mudança de temperatura e/ou luminosidade pode resultar na morte das Daphnias. Também há desvantagem em relação ao cultivo da alga *Scenedesmus subspicatus*, usada para a alimentação das Daphnias. Essas soluções são complexas e alguns reagentes são importados, não havendo entrega imediata, o que pode atrapalhar o ritmo na realização de testes de toxicidade (HALUCH; KAWALL, 2013).

3.12 Embriologia

A divisão do ovo de *B. glabrata* começa cerca de 15-30 minutos após a postura (CAMEY, 1968; KAWANO e RÉ 1992) e a eclosão da maioria dos embriões

ocorre no sétimo dia após a oviposição. O diâmetro do ovo maduro é de cerca de 0,1 mm. Logo após a oviposição, ocorrem os primeiros estágios da segmentação - incluindo primeira, segunda e terceira clivagem (0, 3 e 5 horas, respectivamente)- na seqüência o estágio de blástula (6 a 15 h.), o estágio de gástrula (o embrião atinge este estágio de desenvolvimento aproximadamente 26 horas após a primeira clivagem) e, em seguida, a fase larvária e a Veliger. A fase larvar, no caso de Biomphalaria transcorre, como em outros pulmonados, dentro da cápsula do ovo e é dividida em “trocófora jovem” (48 a 54 h.) e “trocófora avançada” (72 a 78 h.). Na fase de Veliger (96 h. após a primeira clivagem), que também ocorre no interior do ovo, oprocesso do enrolamento da concha tem início e, neste momento, há a formação quase completa de um caramujo jovem (Camey, 1968).

A oviposição da *B. glabrata* é geralmente noturna (PARAENSE, 1955 *apud* GERALDINO, 2004), sendo a massa de ovos colocada sobre o lado inferior de folhas flutuantes ou qualquer suporte sólido submerso, como plantas, rochas, conchas de outros planorbídeos, parede de concreto, madeira etc. A massa de ovos enrijece lentamente em contato com água, apresentando em menos de meia hora o aspecto de um disco elíptico amarelado. As desovas são colocadas ao longo de todo o ano, mas em períodos mais quentes, o aumento da frequência de oviposição é visível.

4 BIOMONITORAMENTO DE EFLUENTE DO RIO CAPIBARIBE, EM ZONA TEXTIL, UTILIZANDO *Aliivibrio fischeri, Biomphalaria glabrata* e *Daphnia magna*- ENFOQUE ECOTOXICOLÓGICO.

RESUMO

A tecnologia atual utilizada na indústria têxtil exige em algumas de suas tapas um aporte hídrico significativo. A água utilizada é posteriormente devolvida aos mananciais de onde foi coletada, repleta de corantes e substancias residual toxicas que contribuem para a poluição dos ambientes aquáticos. Na cidade de Toritama as margens do Rio Capibaribe instaram-se várias indústrias têxteis que alavancam um polo de confecções de grande importância sócio econômica para o estado de Pernambuco. Objetivando ampliar os ganhos oriundos do uso correto das aguas, bem natural escasso na nossa região, nos motivou avaliar quais os efeitos biológicos porventura ocorridos após uso da agua nessas atividades industriais. Para tanto utilizamos como bioindicadores a bactéria *Aliivibrio fischeri,* o microcrustáceo *Daphnia magna* e o molusco Biomphalaria glabrata. Foram estabelecidos pontos de coleta de agua: um à montante das indústrias, outro à jusante e um terceiro ponto aleatório entre os pontos citados anteriormente. As amostras coletadas foram acondicionadas em recipientes estéreis e transportados sob refrigeração aos laboratórios para os bioensaios. Os ensaios conduzidos com a bactéria *Aliivibrio fischeri* e o microcrustáceo *Daphnia magna* foram desenvolvidos na Agência Estadual do Meio Ambiente (CPRH) em estrita observância ao preconizado pelas normas ISSO 11348-1 e ISSO 6341. Os ensaios com o moluscos *Biomphalaria glabrata* foram conduzidoa no departamento de Biofisica e Radiobiologia da Universidade Federal de Pernambuco de acordo com os protocolos estabelecidos pelo laboratório de Biofisica Ambiental. Amostras coletadas na jusante confrontadas com a *Daphnia magna* apresentaram toxicidade até a concentração de 6,25%. Quando confrontadas com a *Aliivibrio fischeri*, mostrou-se tóxica até a concentração de 13,16%. Os resultados observados nos ensaios com *B. glabrata* não conduziram a óbito os animais adultos. Entretanto, elevada frequência de apoptoses celulares foram observadas para as amostras coleadas na jusante. Houve também elevada concentração de binucleações, granulócitos. Em menor quantidade foram observados micronúcleos. As amostras coletadas a jusante foram 100% letais para as formar embrionárias de *B.glabrata* nas primeiras 24 horas de exposição.

Palavras-Chave: Espécies bioindicadoras, poluição, Lavanderias têxteis.

ABSTRACT

The current technology used in the textile industry requires in some of its tapas a significant water supply. The water used is then returned to the sources from which it was collected, filled with dyes and toxic residual substances that contribute to the pollution of aquatic environments.

In the city of Toritama, the banks of the Capibaribe River have been urged by various textile industries, which are leveraging a pole of garments of great socio-economic importance for the state of Pernambuco. Aiming to increase the gains derived from the correct use of the waters, a very scarce natural in our region, motivated us to evaluate the biological effects that may have occurred after the use of water in these industrial activities. For this we use as bioindicators the bacterium Aliivibrio fischeri, the microcrustacean Daphnia magna and the mollusk Biomphalaria glabrata. Water collection points were established: one upstream from the industries, another downstream and a third random point between the points mentioned above. The collected samples were conditioned in sterile containers and transported under refrigeration to the laboratories for the bioassays. The tests carried out with the bacterium Aliivibrio fischeri and the microcrustacean Daphnia magna were developed in the State Environmental Agency (CPRH) in strict compliance with the standards of ISSO 11348-1 and ISO 6341. The trials with the molluscs Biomphalaria glabrata were conducted in the department Of Biophysics and Radiobiology of the Federal University of Pernambuco in accordance with the protocols established by the Environmental Biophysics laboratory. Samples collected downstream from Daphnia magna showed toxicity up to the concentration of 6.25%. When confronted with Aliivibrio fischeri, it was toxic up to the concentration of 13.16%. The results observed in the B. glabrata assays did not lead to death in adult animals. However, high frequency of cell apoptosis was observed for samples collected downstream. There was also a high concentration of binucleations, granulocytes. In smaller amounts micronuclei were observed. The samples collected downstream were 100% lethal to the embryonic forms of B.glabrata in the first 24 hours of exposure.

Keywords: bioindicator species, pollution, textile laundries

INTRODUÇÃO

A intensa liberação de substâncias químicas no meio ambiente tem causado inúmeros problemas aos seres vivos. Os primeiros organismos afetados por essas substâncias estão presentes nos ecossistemas aquáticos, pois estes são utilizados como um dos principais locais de despejo de diferentes tipos de resíduos produzidos pelo homem (DE ANDRADE, 2013). A exposição dos ecossistemas à poluição pode trazer consequências para sua sustentabilidade e conservação da biodiversidade, pois alguns poluentes químicos podem atingir o material genético dos organismos e causar mutações (TALLARICO, 2004).

As alterações dos ambientes aquáticos constituem um dos mais sérios problemas ecológicos da atualidade (DE ANDRADE, 2013). No Brasil, a qualidade da água dos rios tem sido regulada pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), resolução Nº357/2005, que classifica as águas e determina os parâmetros físicos e químicos, que visam controlar a eliminação dos poluentes no ambiente para níveis não prejudiciais ao homem e aos outros organismos (FERREIRA, 2012).

A água é um dos recursos naturais mais importantes do planeta, sendo fundamental em inúmeras atividades, como por exemplo, em processos produtivos industriais. Dentre estes processos, merece destaque, o setor têxtil que é considerado um dos segmentos industriais mais poluidores de águas superficiais. Seus processos são responsáveis por consumir elevadas quantidades de águas, que posteriormente são convertidas em efluentes ricos em compostos nocivos ao meio ambiente (CHEN et al., 2011; PALÁCIO, 2012). Estima-se que aproximadamente 20% da carga de corantes sejam liberadas nos resíduos de tingimento durante o processamento têxtil. (SILVA 2012). Por serem altamente coloridos, devido à presença de corantes que não se fixaram durante o processo de tingimento, os resíduos têxteis quando liberados sem o devido tratamento, interferem na absorção da luz, provocando modificações nas atividades fotossintetizantes da biota em corpos d'água e provocando a morte da fauna e flora aquáticas (SILVA, 2012; CHEN et al., 2011). Além

desse fato, estudos indicam que algumas classes de corantes e seus subprodutos podem ser carcinogênicos e/ou mutagênicos e podem conter surfactantes, compostos orgânicos e inorgânicos, sais, óleos e graxas (SILVA 2012; BRAILE e PALÁCIO,2012).

O setor têxtil de Pernambuco é considerado um dos polos economicamente importante no estado. A concentração das empresas do setor de confecções encontra-se nos municípios de Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe, Surubim e Toritama (SANTOS, 2012). Devido à expansão deste polo têxtil é de suma importância o desenvolvimento de técnicas sensíveis e de baixo custo para a monitoração dos efluentes nestes municípios, garantindo assim a preservação dos ambientes aquáticos. Os estudos Ecotoxicológicos fornecem esse suporte. Essa ciência tem como objetivo avaliar os efeitos adversos no meio ambiente, contribuindo diretamente para a preservação dos ecossistemas, pois é através desses estudos que pode-se determinar em qual grandeza as substâncias químicas, isoladas ou em misturas, são nocivas e como e onde se manifestam seus efeitos no meio ambiente (KNIE e LOPES 2004; KENDALL et al., 1996; CUNHA, 2011).

Para os testes de toxicidade aquática geralmente são utilizados organismos como peixes, moluscos, daphnias, anfíbios e algas, que são expostos a determinados agentes tóxicos por um período de tempo específico com o objetivo de estudar os efeitos sobre a reprodução e desenvolvimento das espécies, além dos danos de curto e longo prazo, ou seja, efeitos agudos e crônicos (CUNHA, 2011; KNIE e LOPES, 2004).

Vários estudos apontam a importância da realização de testes de toxicidade com organismos aquáticos, para tê-los como um instrumento de alerta para um possível problema ambiental, uma vez que os compostos xenobióticos podem ser trans mitidos indiretamente a outros organismos (DE ANDRADE, 2013). A tecnologia aliada ao trabalho com esses organismos permite alcançar resultados que antes não poderiam ser identificados com os aparelhos, pois suas limitações tecnológicas impossibilitavam a detecção de certos agentes abaixo de uma quantidade limite, porém a sensibilidade dos organismos-teste facilita esse trabalho, variando entre a apresentação dos sintomas dos efeitos agudos ou crônicos até a mortalidade (KNIE e LOPES, 2004).

Em face a essas possibilidades, o trabalho teve como objetivo avaliar o nível de toxicidade aguda dos efluentes do Rio Capibaribe (Toritama, Pernambuco, Brasil) por meio dos bioindicadores *Daphnia magna, Aliivibrio fisheri* e a toxicidade aguda utilizando moluscos *Biomphalaria glabrata.* Também Foram avaliados *a* citotoxicidade via analise de hemócitos de *B. glabrata*.

4.1 Materiais e métodos

4.1.1Organismos testes

4.2.2 *Aliivibrio fischeri*

As bactérias utilizadas no experimento foram cultivados no laboratório de Hidrobilogia e Toxicologia da Agência Estadual do Meio Ambiente – CPRH, onde e armazenadas em eppendorfs e acondicionadas em freezer a uma temperatura de -80^{0}C por até 365 dias, com a finalidade de preservar sua estrutura e atividade metabólica, até o momento inicial dos testes. (Figura 01).

4.2.3 Daphnia magna

O microcrustáceo *Daphnia magna* também foi obtido do laboratório de Hidrobiologia e Toxicologia do CPRH, segundo as normas da ABNT NBR 12713 (2003). Esses microcrustáceos foram mantidos em béqueres de 2 Litros com a água de meio de cultivo com no máximo 35 indivíduos. Cada recipiente possuía redes de aço-inox 1 mm acoplada a um cilindro de vidro, que possibilitam a separação dos jovens e dos adultos. Os béqueres ficam armazenados em câmeras de cultivo (BOD) sob temperatura média de 18ºC 20ºC e luminosidade em ciclo de 12 horas de escuridão e 12 horas de claridade controlados diariamente, não necessitando aeração. A água de cultivo garante boas condições de vida para as Daphnias durante anos, é composta por meio básico com sais essenciais que possui os elementos químicos Ca, Mg, K, Na e pelo meio de cultivo M4 (meio sintético) constituído de elementos traços essenciais para reprodução e vitaminas (KNIE e LOPES, 2004).

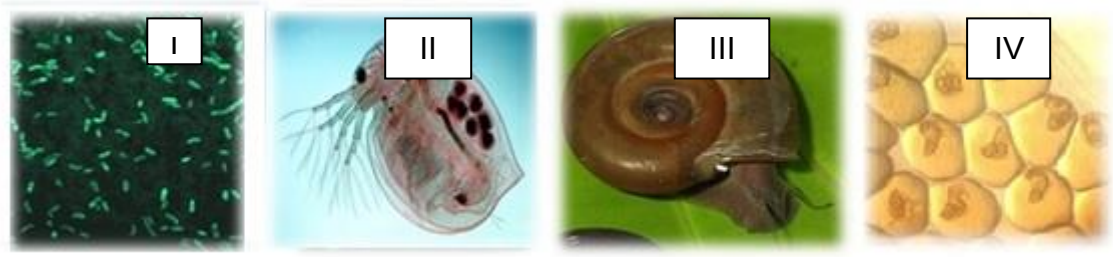
As *D. magnas* foram exclusivamente alimentadas a cada 48h com 5mL de uma suspensão algácea da espécie *Scenedesmus subspicatus*. Esta a alga unicelular foi cultivada no laboratório de Hidrobiologia e Toxicologia do CPRH. A limpeza parcial dos béqueres foi realizada a cada 48h com retirada das Daphnias mortas ou debilitadas e separação dos neonatos. A renovação total da água de cultivo foi realizada uma vez por semana.

4.2.4 Biomphalaria glabrata

Foram utilizados moluscos adultos jovens e embriões de *Biomphalaria glabrata* pigmentados. Estes animais, oriundos de São Lourenço da Mata - PE, foram mantidos em

recipientes com capacidade para vinte litros de água, pH em torno de 7,0 e temperatura de 25° a 27°C no moluscário do laboratório de Radiobiologia do Departamento de Biofísica e Radiobiologia da UFPE. A alimentação dos moluscos foi realizada com alface fresca orgânica (*Lactura sativa*) e a troca da água ocorreu uma veze por semana.

Figura 07: Bioindicadores. (I) *Daphinia magna*; (II) *Aliivibrio fischeri*; (III) *Biomphalaria glabrata* adulto e (IV) Embriões de *B. glabrata*.



4.3 Coletas das amostras do Rio Capibaribe

4.3.1 Coletas e Armazenamento

As coletas foram realizadas às margens do rio Capibaribe próximo a fábricas da indústria têxtil da cidade de Toritama, Pernambuco. Os pontos de coleta foram três, sendo um a montante em relação às fábricas, (Latitude 8° 0'48.21"S, longitude 36° 3'50.82"O), outro da jusante (Latitude 8° 0'32.65"S, longitude 36° 2'51.32"O) em relação a posição das fabricas. O um ponto aleatório foi adicionado entre a montante (Latitude 8° 0'42.70"S, longitude 36° 3'26.14"O). As amostras de água coletadas foram armazenadas em recipientes com marcações contendo a data, a hora e as condições meteorológicas do dia, e em seguida enviadas ao laboratório em caixas térmicas com gelo para manter a temperatura baixa, evitando possíveis contaminações.

Para o armazenamento das amostras foram utilizados recipientes limpos e quimicamente inertes para não interferir no resultado do ensaio. Os frascos foram vedados e identificados com a data, hora e ponto de coleta.

4.7 Preparação e preservação das amostras

Para a preparação e preservação das amostras foram realizadas de acordo com o Manual de Métodos de coleta da Agência Estadual do Meio Ambiente – CPRH baseado em normas da ISO 11348-1.

O potencial hidrogeniônico foi medido com auxilio do pHmetro (Aquosa MPA-210) (tabela 01). Em seguida, as três amostras de água do rio foram preservadas a -20°C por no máximo 60 dias.

Para a realização dos ensaios, alíquotas de água do rio, foram descongeladas e utilizadas por até 12 horas.

4.8 *Determinação da toxicidade aguda utilizando a bactéria Aliivibrio fischeri*

Os bioensaios com a bactéria bioluminescente *Alivribio fischeri* linhagem NRRL B-11177, foram realizados de acordo com o Manual de Métodos de avaliação de toxicidade da Agência Estadual do Meio Ambiente – CPRH, seguindo a Norma ISO 11348-1. Para o bioensaio foi utilizado o Kit-LUMISTOX® que consta de luminômetro, que faz a leitura da intensidade luminosa emitida pelas bactérias e o termobloco para a manutenção da temperatura nas cubetas durante os experimentos.

Para dar inicio aos testes, o equipamento LUMISTOX®, juntamente com as incubadoras, foram ligados para a estabilização da temperatura dos mesmos (15º ± 1ºC). As amostras e as bactérias foram retiradas da refrigeração para que pudessem atingir a temperatura de 19º a 22ºC. Foi realizada uma inspeção visual nas amostras das águas do rio para verificar a cor, turbidez ou sólidos suspensos suficientes para interferir no ensaio. As amostras que apresentaram alta turbidez foram deixadas em repouso para sedimentação durante 1h, sendo utilizado no ensaio apenas o sobrenadante. Também foi necessária a realização do ajuste de coloração no equipamento LUMISTOX®, pois as amostras apresentavam uma cor azulada por causa da presença de corantes. As amostra com valores de pH fora do intervalo de 6,5 a 8,0 foram corrigidas para 7 ± 0,2 usando solução de ácido clorídrico (HCl) ou hidróxido de sódio (NaOH). Este procedimento se fez necessário para que o agente-teste proporcionasse condições de vida à bactéria marinha. Em seguida, as diluições da amostra do rio foram realizadas com fator 1:2 e de 1:1,5 feitas da seguinte maneira: 100%, 66,6%,44,4%, 29,62%, 19,75%, 13,16%, 8, 77% e 5,84%.

4.5 Determinação da toxicidade aguda com o microcrustáceo Daphnia magna

O teste de inibição da capacidade natatória de *Daphnia magna* foi realizado de acordo com a norma da ABNT (2004)e Norma ISO 6341 e a metodologia proposta por Knie, (2004).

Para realização dos testes, o pH da água das amostras coletadas foram ajustadas para valores entre 6,5 à 8,0. Amostras com pH fora desta faixa tiveram que ser ajustadas.

O método de ensaio consistiu na exposição de indivíduos jovens de *D.magna* (~ 24h de idade) por um período de 48 horas a diferentes diluições (100, 50, 25, 12,5, 6,25, 3,125, 1,56 e 0,78%) de cada amostra dos pontos escolhidos. Em seguida 10 neonatos jovens foram introduzidos em cada recipiente teste, incluindo o controle com água pura. Os recipientes (amostra+neonatos) foram coberto com filme de PVC e mantidos em estufa incubadora com temperatura de 20°C ± 2 ºC por 48 hora. O efeito tóxico foi avaliado por meio da analise da capacidade natatória dos organismos e mortalidade ao final do experimento.

Os resultados dessas observações foram expressos em FT_D (Fator de Toxicidade para *Daphnia*). O FT_D corresponde à menor diluição da amostra em que não foi observado imobilidade/morte em mais de 10% dos organismos.

4.6 Determinação de toxicidade aguda sob moluscos adultos de Biomphalaria glabrata

Primeiramente os moluscos *B. glabrata* foram mantidos isolados em recipientes individuais com capacidade para 180 mL com água de cultivo (água filtrada). Eles foram observados por cinco dias consecutivos. Esta pré-seleção foi realizada para a verificação da maturidade sexual dos mesmos. Utilizou-se neste procedimento 15 moluscos com diâmetro de concha entre 12 a 14 mm. Em seguida 12 moluscos sexualmente maduros foram separados e utilizados nos experimentos.

Os testes de toxicidade aguda com moluscos adultos consistiu na exposição do organismo por um período de 48 horas. Após a exposição os moluscos foram analisados quanto ao comportamento, características morfológicas e sobrevivência. Os moluscos sobreviventes foram submetidos ao teste de citotoxicidade dos hemócitos.

4.7 Citotoxicidade dos hemocitos de B. glabrata

Esta metodologia permite avaliar alterações, como apoptose, binucleações celulares, grânulos celulares e micronúcleo.

Para cada individuo foi coletado 100 µL de hemolinfa e colocado em lâminas microscópicas, em seguida foi depositado sobre a amostra a mesma quantidade de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) misturado com Ringer numa concentração final de 10 mM.

Após esse procedimento, cada lâmina foi colocada por 30 minutos em câmara úmida. Em seguida as células foram fixadas com 200 µL gluteraldeído a 1% em solução de Ringer, por 5 minutos.

Para corar as lâminas, foi utilizada uma solução estoque de Giemsa (Merck), Azur-eosina-azul de metileno, diluída em tampão fosfato, pH 6.8, obtendo uma solução final a 5%. As lâminas foram submersas nesta solução por 7 minutos e em seguida lavadas com água destilada e posteriormente submetidas à secagem em temperatura ambiente. Posteriormente as lâminas foram analisadas no microscópio óptico (Medilux).

4.8 Determinação da toxicidade aguda em embriões de *Biomphalaria glabrata*

Para o teste com embriões de *B. glabrata*, antes do inicio de cada experimento, as desovas dos moluscos foram coletadas das placas de filmes de polietileno, previamente colocados (24h) nas superfícies das águas dos aquários criadouros. Cada desova foi observada em estereomicroscópio para verificar a viabilidade dos embriões antes do teste. O numero de ovos foi padronizado para cada exposição, descartando as desovas com embriões inviáveis (embriões mortos ou malformados).

Para cada teste de embriotoxicidade, foram separados 100 ± 2 embriões no estado de blástula (24h) e colocados em placas de petri de poliestireno por 48 horas com a amostra da água do Rio da jusante, Montante e de um Ponto Aleatório. As concentrações utilizadas foram de 100%, 50% e 25% sob temperatura constante de 25ºC. O grupo controle foi exposto à água filtrada sob as mesmas condições dos grupos experimentais. Após o período de exposição, as desovas (com embriões vivos) foram transferidas para novas placas de Petri contendo apenas água filtrada e observados por nove dias consecutivos até a eclosão do grupo controle. Todo experimento foi realizado em triplicata.

Foram registradas as seguintes alterações: a mortalidade (embrioletalidade), a presença de malformações (teratogenicidade) e a latência para a eclosão (retardo do desenvolvimento). Figura 08

Figura 08: Embriões de *B. glabrata.* Mortos (seta preta); vivos em estado de Veliger (seta branca); em aumento de 16x.

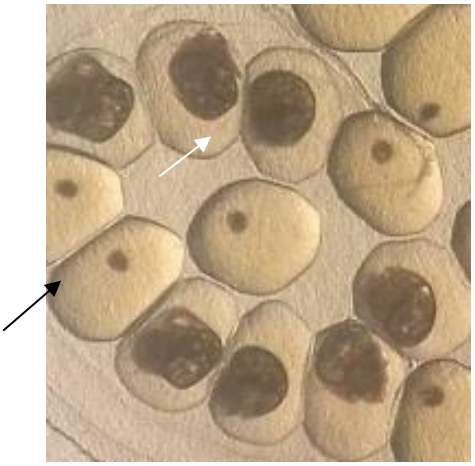


Tabela 01: Características observadas após 24h exposição.

Organismos mortos	Embrião que não se desenvolveu nas primeiras horas após a postura, sem movimento corporal
Organismos vivos	Embriões jovens que apresentaram movimento até o final do experimento
Organismos malformados	Embriões que apresentaram morfologia anômala
Organismos eclodidos	Embriões que passaram pelo desenvolvimento embrionário com sucesso, tornaram-se caramujos jovens e saíram do ovo mesmo que tenham morrido em seguida

4.9 Análise estatística

Os experimentos foram realizados em triplicata e os resultados foram expressos em media ± desvio padrão. A análise estatística foi realizada com a aplicação do teste T Student e a diferença foi considerada significante com $p< 0,05$. O índice de correlação foi calculado usando o coeficiente de Pearson (r). A correção letal foi estabelecida por meio do PROBIT. Foi realizada a comparação com os diferentes grupos (diferentes amostras).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Amostras

As características hidrogeniônicas dos três pontos de coleta do Rio Capibaribe foram medidas, observadas na tabela 2.

Tabela 2 - Características hidrogeniônica das amostras do Rio Capibaribe.

Pontos de coleta	pH
Montante	6,5
Jusante	7
Ponto Aleatório	8,5

5.2 Aliivibrio fischeri

A bactéria *Aliivibrio fischeri* não apresentou resultado positivo para toxicidade na diluição de 1:2, porém para as amostras com fator de diluição 1:1.5 houve toxicidade das amostra da jusante, onde a luminescência sofreu interferência significativa até a concentração 13,16%. A luminescência nas amostras analisadas do Ponto aleatório e da Montante não apresentou alteração significativa, sendo praticamente a mesma luminescência observada no grupo controle, portanto o Ponto aleatório e a Montante não apresentaram toxicidade para a bactéria. (Tabela 03).

Tabela 03: Resultado da toxicidade da água do Rio sobre *Aliivibrio fischeri*

Pontos de coleta			
Concentração (%)	**Jusante**	**Montante**	**Aleatório**
100	**+**	**-**	**-**
66,6	**+**	**-**	**-**
44,4	**+**	**-**	**-**

29,62	**+**	**-**	**-**
19,75	**+**	**-**	**-**
13,16	**+**	**-**	**-**
8,77	**-**	**-**	**-**
5,84	**-**	**-**	**-**

+ *apresentou toxicidade;* **-** *= não apresentou toxicidade*

A literatura aponta a fotobactéria como um organismo que pode ser utilizado como referência nos ensaios de toxicidade. De acordo com Kaiser (1998) e Jacob (2014), o teste de toxicidade aguda com *Aliivibrio fischeri* é considerado uma opção bastante eficiente devido à correlação de sensibilidade que ela apresenta em relação a outros bioensaios, pela sua rapidez e confiabilidade na obtenção dos resultados. Neste trabalho foi observado comportamento diferente quando foi utilizado a diluição padrão (1:2), ou seja, a toxicidade da água não foi percebida pela bactéria. Quando modificamos o fator de diluição para 1:1,5, foi observado toxicidade apenas na água coletada na jusante. Apesar de ser um bioindicador reconhecido, não se mostrou eficiente para as amostras de água dos pontos da montante e o ponto aleatório.

5.3 Daphnia magna

Nos resultados obtidos a partir da exposição do mircrocrustáceo durante os testes, a amostra da Jusante se mostrou tóxica até a concentração 6,25% onde o fator de toxicidade foi de Ft=6, sendo pelo menos 10% dos 20 neonatos utilizados nos testes apresentaram em cada diluição problemas de mobilidade e/ou morte. A partir da concentração 3,125% não houve toxicidade. Não foram observadas alterações nos pontos da Montante e o Ponto aleatório, descartando assim a possibilidade de toxicidade para os mesmos.

Tabela 04: Resultado da toxicidade da água do Rio sobre *D. magna* mostrando os pontos de coleta.

	Pontos de coleta		
Concentração (%)	**Jusante**	**Montante**	**Aleatório**
100	**+**	**-**	**-**
50	**+**	**-**	**-**

25	**+**	**-**	**-**
12,5	**+**	**-**	**-**
6,25	**+**	**-**	**-**
3,125	**-**	**-**	**-**
1,56	**-**	**-**	**-**
0,78	**-**	**-**	**-**

+*toxicidade acima de 10% / - não apresentou toxicidade Ft=32*

O microcrustáceo de água doce, *Daphnia magna* tem sido amplamente utilizado como indicador biológico em estudos e controle da qualidade da água e em testes de toxicidade na avaliação de efluentes (LAITANO, 2003). Em seu trabalho de avaliação de qualidade de rio, Moura (2016) utilizou o microcrustáceo *Daphnia magna* nos seus bioensaios para a detecção da toxicidade na amostra de nascente do rio Arroios no Rio Grande do Sul, onde a *D. magna* confirmou a toxicidade do local estudado.

De acordo com Espindola (2000), as Daphnias são excelentes bioindicadores de efluentes industriais. Delavéquia (2016) ao realizar estudos de toxicidade com a Daphnia expondo-as a amostras de água após passarem por uma estação de tratamento no estado de Santa Catarina, obteve no experimento resultados que revelaram a toxicidade da amostra. A alta sensibilidade desse organismo permite que os efeitos observados sobre elas após a exposição são realmente aqueles provocados pelas substâncias que estão biodisponíveis no meio ambiente e que afetam diretamente os organismos que ali habitam.

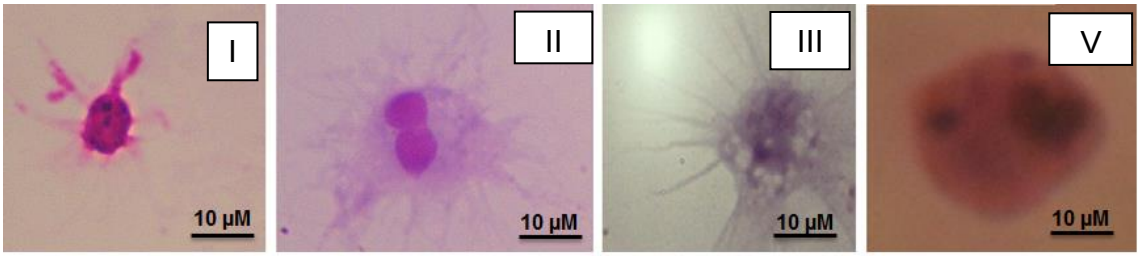
No entanto, neste trabalho o microcrustáceo não se mostrou eficiente para detectar toxicidade nas águas coletadas da montante e do ponto aleatório, semelhante aos dados encontrados com as bactérias.

5.4 B. glabrata adultos

Os moluscos adultos expostos à água do Rio Capibaribe (jusante), sobreviveram, porém apresentaram alteração no comportamento como perda de reflexo da musculatura podal, baixa na fecundidade e fertilidade. Os indivíduos expostos a amostras da água do rio coletadas da montante e ponto aleatório apresentaram comportamento semelhante aos animais do grupo controle. Após estas observações foi realizado o ensaio de citotoxicidade

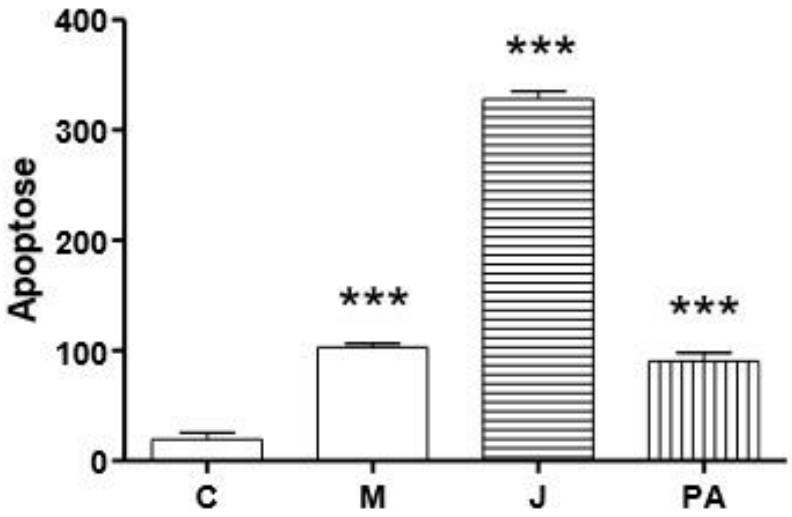
em hemocitos para análise de apoptose celular, Binucleação, Micronúcleo e grânulos citoplasmáticos (figura 09).

Figura 09: Análise microscópica das alterações hemocitárias em *B. glabrata* exposto à água do Rio Capibaribe: (I) Granulações (II) Binucleação (III) Apoptose celular. (IV) Micronúlceo (V). (1000x).



Na figura 09 apresenta o gráfico das apoptoses celulares dos hemócitos dos moluscos expostos à água do rio em diferentes pontos de coleta. A apoptose celular foi observada em maior número em todas as amostras analisadas. Houve diferença significativa (P > 0.05) em todos os pontos analisados em comparação ao grupo controle, com destaque para o número de apoptoses celulares encontradas na amostra da jusante que foi muito superior aos demais.

Figura 10: Citotoxicidade de hemocitos de B. glabrata exposto a amostras do Rio Capibaribe na região de Toritama (PE-Brasil). Analise da apoptose celular.

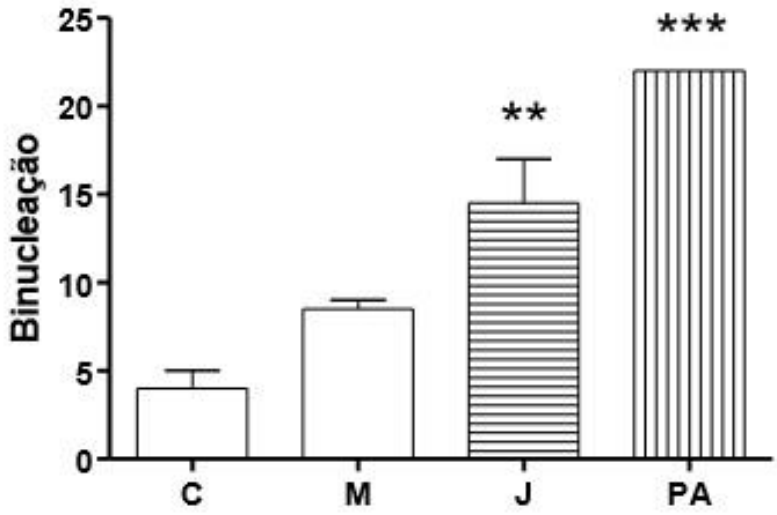


Esse é um fenômeno biológico genético que representa a morte celular programada, que pode ser causada por fatores externos, tóxicos, imunológicos e infecciosos (COHEN 1993, ANDRADE, 2011). Portanto, podemos sugerir que o aparecimento deste fenômeno nas amostras analisadas é indicativo de poluição ambiental. Estes testes revelam uma maior sensibilidade dos moluscos quando comparado com os outros bioindicadores utilizados neste trabalho.

A análise da citotoxicidade dos hemócitos de *B. glabrata* também apresentou outras alterações celulares como Binucleação, micronúcleo e granulações no citoplasma.

Na figura 11 é observado o número de binucleações encontradas em moluscos expostos às diferentes amostras do rio Capibaribe.

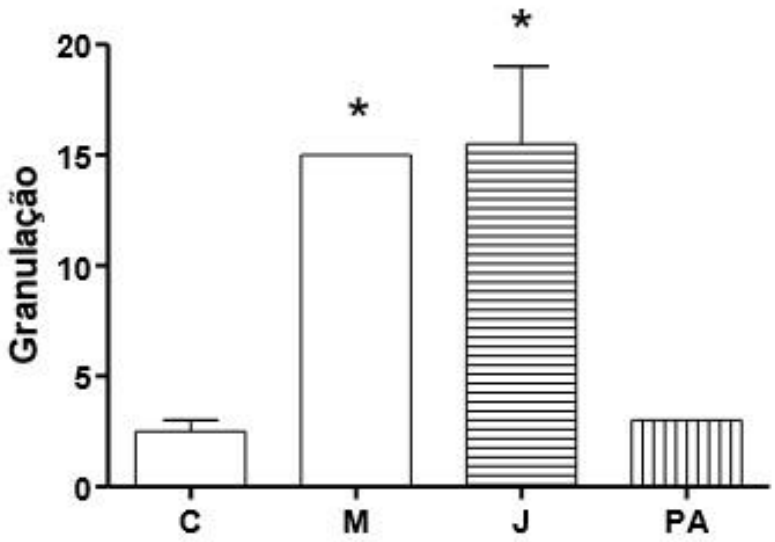
Figura 11- Citotoxicidade de hemocitos de *B. glabrata* exposto a amostras do Rio Capibaribe na região de Toritama (PE-Brasil). Análise da Binucleação celular.



No gráfico acima as binucleações celulares encontradas foram significativas principalmente no Ponto Aleatório e na Jusante quando comparado ao controle. Na Montante os danos observados não foram significativos quando comparado ao controle ($P > 0.05$). Células binucleadas são células com a presença de dois núcleos e um citoplasma maior em comparação com as células normais. Estas células são um indicativo de que o houve falha durante citocinese e isso pode estar relacionado com um atraso da divisão celular e exposição a poluentes tóxicos (CARRARD, 2007; BOLOGNESI, 2012).

Na figura 12 são observados outras alterações nos hemócitos dos moluscos expostos à água do Rio. Estas alterações são caracterizadas por granulações citoplasmáticas.

Figura 12- Citotoxicidade de hemocitos de B. glabrata exposto a amostras do Rio Capibaribe na região de Toritama (PE-Brasil). Análise das granulações celulares.



As granulações citoplasmáticas foram observadas em todos os pontos analisados, porem merece destaque o ponto da Jusante e montante, pois apresentaram o maior numero de células com estas características. A presença destas granulações citoplasmáticas é indicativa de alta toxicidade celular. Dados semelhantes foram encontrados em trabalhos realizados por Santos (2016) e Vasconcelos (2017) em estudos com poluição aquática por pontos quânticos (dados a serem publicados).

Foi observado com uma menor frequência o aparecimento do micronúcleo (MN), principalmente em amostras do Ponto Aleatório. Essas alterações são caracterizadas por possuírem um núcleo adicional separado do núcleo principal da célula e são formados por cromossomos ou fragmento de cromossomos que não são incluídos no núcleo principal durante a mitose (SCHMID, 1975; RAMIREZ; COELHO 2007). Sua formação se deve a alterações estruturais cromossômicas espontâneas ou decorrentes de fatores ambientais (RIEGER, 1968). Sugere-se que neste trabalho o dano sofrido pelas células hemocitárias foi tão elevado que não houve tempo para formação de MN, pois a maior parte das células sofreram apoptose celular. Dados semelhantes foram encontrados por Martini (2013).

As análises dos resultados obtidos através dos ensaios de toxicidade aguda da água do Rio Capibaribe (Montante, Jusante e Ponto aleatório) sobre moluscos adultos de *B. glabrata* pode-se observar alta sensibilidade do organismo frente às amostras ambientais,

respondendo como bons biomarcadores de atividade mutagênica. Na literatura consultada não foi encontrado nenhum dado sobre a qualidade das águas do Rio Capibaribe na região têxtil, bem como bioensaios com *B.glabrata* expostos a rios que sofrem influência de indústrias.

Sugere-se que apesar das ações de controle da emissão dos resíduos tóxicos das fábricas têxteis da região de Toritama, os resultados demonstram que novas medidas deverão ser tomadas no sentido controlar estes descartes.

5.5 Embriões de Biomphalaria glabrata

O resultado do teste de embriotoxicidade pode ser observado na tabela 06. Os resultados demonstraram alta sensibilidade dos embriões à água do rio testada, principalmente nas amostras da Jusante e do Ponto Aleatório, apresentando 100% de inviabilidade para todas as concentrações testadas.

Tabela 05: Análise da embriotoxicidade nos três pontos de coleta de água no Rio Capibaribe após oito dias de observação:

Amostras	Concentração (%)	MNE	Embriões inviáveis (%)	Viáveis Eclodidos (%)
Montante	Controle	99	1	99
	100	100	3	97
	50	99	3,7	96,3
	25	99	1,6	98,4
Jusante	Controle	102.3	0,6	99,4
	100	101	100	0
	50	100	100	0
	25	99	100	0
P.Aleatório	Controle	98,6	0	100
	100	97,6	100	0
	50	100	100	0

	25	98	100	0

MNE= Media do numero de embriões
P.Aleatório = Ponto Aleatório

Foram observadas diferenças significativas no desenvolvimento embrionário dos moluscos durante o teste e após a exposição e durante o período de observação que se seguiu por oito dias, até a conclusão do desenvolvimento do embrião com a sua saída do ovo (Figuras 13 e 14).

Figura 13: Embriões após 24h de exposição: (A) Embriões expostos à água da Montante com desenvolvimento normal (seta preta). Em (B): Embriões expostos à jusante, todos mortos (seta preta) de 40x.

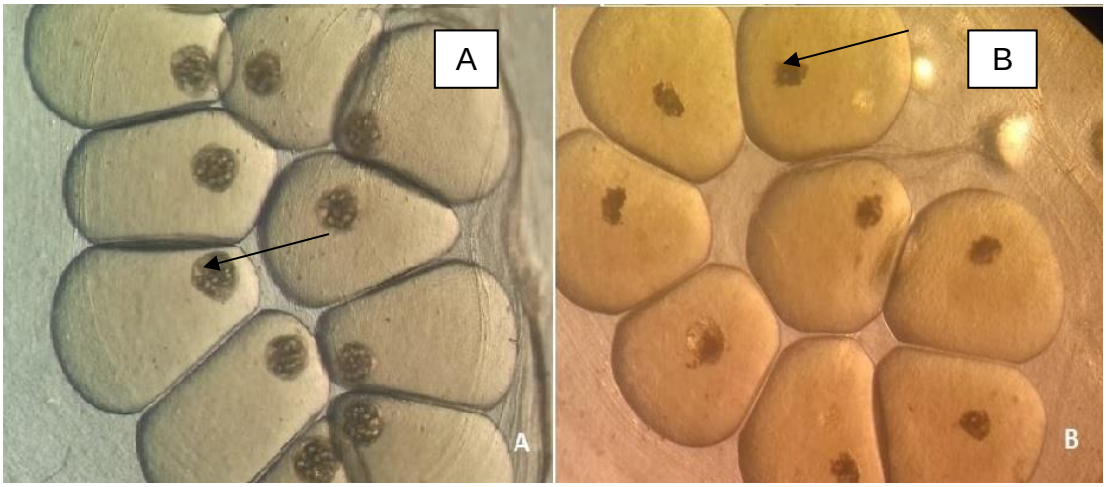
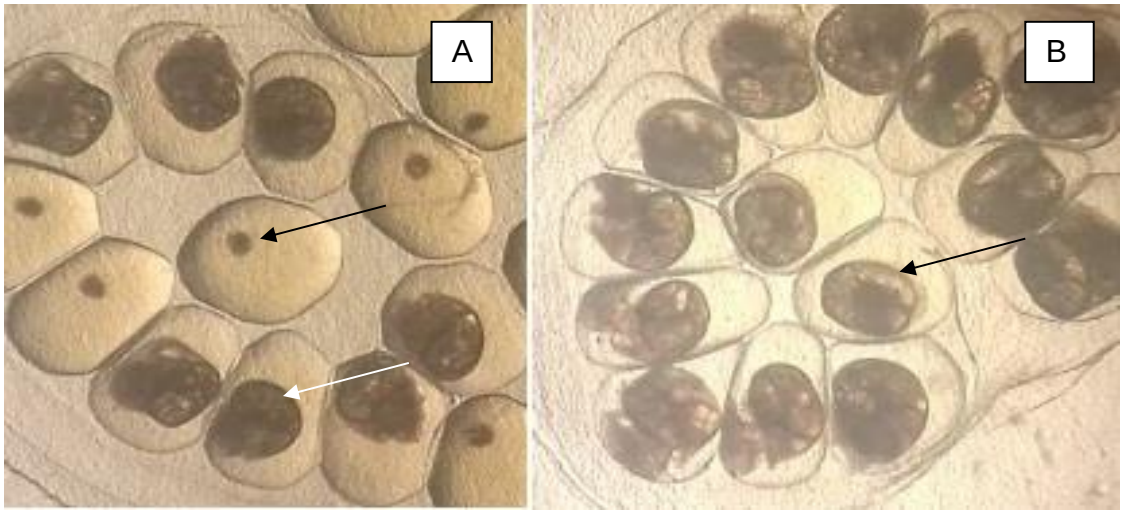


Figura 14: (A) Embriões mortos (seta preta) expostos a amostras do Ponto Aleatório e Sobreviventes com desenvolvimento normal (seta branca), (B) Embriões do grupo controle.



Esse resultado expressa uma fragilidade do embrião frente à amostras ambientais. A fase embrionária é uma etapa do desenvolvimento muito suscetível aos efeitos de substâncias químicas. Nas desovas dos moluscos da espécie *B. glabrata*, existe uma massa que envolve os ovos. Essa massa tem importante papel na proteção embrionária, atuando como uma barreira física à penetração de alguns compostos que podem ser nocivos, como por exemplo, substâncias químicas. Algumas dessas substâncias podem ser encontradas nos rios que recebem efluentes têxteis e podem atravessar a barreira de proteção dos embriões, sendo, portanto bastante tóxico (OLIVEIRA et al., 2013).

A tabela 07 mostra o resultado da comparação das analises ecotoxicológicas após a exposição dos organismos às amostras de água do rio.

Tabela 06: comparação dos resultados obtidos com embriões do *Biomphalaria glabrata* em relação ao microcrustáceo *Daphnia magna* e *Aliivibrio ficheri,* onde o sinal positivo (+) mostra onde houve toxicidade.

Organismo	Ponto de Coleta		
	Montante	Jusante	Ponto Aleatório
Biomphalaria glabrata (embrião)	-	+	+
Daphnia magna	-	+	-
Aliivibrio ficheri	-	+	-

+ Houve toxicidade; - não houve toxicidade.

6 CONCLUSÕES

A identificação de fontes poluidoras é um elemento determinante às práticas de conservação dos meios aquáticos e, para isso, os métodos de diagnóstico devem ser eficientes, com rápida identificação de situações de risco (DA ROSA, 2016). Nenhum trabalho foi encontrado na literatura sobre a avaliação da toxicidade de efluentes do rio Capibaribe. Na tabela 04 os resultados de toxicidade dos organismos mostrando em que ponto analisado a toxicidade foi positiva:

Tabela 07: comparação dos resultados obtidos nos adultos do *Biomphalaria glabrata* em relação ao microcrustáceo *Daphnia magna* e *Aliivibrio ficheri,* onde o sinal positivo (+) mostra onde houve toxicidade.

Organismo	Ponto de Coleta		
	Montante	Jusante	Ponto Aleatório
B. glabrata (adulto)	+	+	+
Daphnia magna	-	+	-
Aliivibrio ficheri	-	+	-

- A *Daphnia magna* e a bactéria *Aliivibrio fischeri* apresentaram toxicidade para a amostra da Jusante, sendo a *Daphnia magna* até a concentração 6,25% (da amostra) e a *Aliivibrio fischeri* até a concentração de 13,16% (da amostra), sendo então a *Daphnia magna* mais sensível diante da amostra da jusante;
- A *Daphnia magna* e a *Aliivibrio fischeri* não apresentaram toxicidade nos pontos da Montante e do Ponto Aleatório;
- O molusco respondeu positivamente aos ensaios mostrando toxicidade diante das amostras, que foi expressa através dos danos celulares (Apoptose celular, granulações e binucleações) observados em todos os pontos analisados;
- As apoptoses celulares foram os danos mais frequentes em todas as amostras do rio, em destaque para a amostra da Jusante; as binucleações foram observadas com números significativos nas amostras da Jusante e do Ponto aleatório; as granulações foram observadas em números significativos nas amostras da Jusante e da Montante;
- Os embriões do molusco se mostraram muito sensíveis quando expostos às amostras do rio. A amostra se mostrou altamente tóxica para os embriões na Jusante e do Ponto Aleatório onde houve 100% de mortes nas primeiras 24h de exposição

em todas as diluições. O desenvolvimento embrionário ocorreu de forma normal no grupo controle;

- Os resultados obtidos com os adultos e os embriões da espécie *Biomphlaria glabrata* expressam a sua sensibilidade diante de amostras ambientais, confirmando o seu potencial para biomonitoramento ambiental.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, M. A., ARAÚJO, R. P. A. Ecotoxicologia Aquática – Princípios e Aplicações. In: Métodos de Ensaios de Toxicidade com Organismos Aquáticos. **RiMa**, *São Carlos*:. p. 117-147, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS, ABNT. NBR 15411-1: ecotoxicologia aquática – determinação do efeito inibitório de amostras aquosas sobre a emissão de luz de Vibrio fischeri (Ensaio de bactéria luminescente) Parte 1: método utilizando bactérias recém-cultivadas. Rio de Janeiro, 2012.

BARROS, S.B.M. e DAVINO, S.C. In: **Fundamentos de toxicologia. Avaliação da toxicidade**. São Paulo*.* São Paulo. v.2, p.57-68. 2003.

BOLOGNESI, C.; FENECH, M., **Mussel micronucleus cytome assay.** Nature protocols, v. 7, n. 6, p. 1125-1137, 2012.

BRAILE, P. M., CAVALCANTE, J. E. W. A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais**. 18. Ed. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, p. 764, 1993.

BRIGANTE, J. e ESPÍNDOLA, E.L.G. In: **Limnologia fluvial. O estudo no rio Mogiguaçu: a abordagem metodológica**. *São Paulo,.* v.1, p.15-22. 2003.

CARRARD, V. C.et al. **Teste dos micronúcleos: um biomarcador de dano genotóxico em células descamadas da mucosa bucal.** Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre. Porto Alegre. Vol. 48, n. 1/3 (jan./dez. 2007), p. 77-81, 2007.

CHEN, B. et al,. **Of azo dye direct sky blue 5B by sonication combined with zero-valent iron**. Ultrasonics Sonochemistry, v.18, p.1091-1096, 2011.

CONAMA 357/05. Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu

enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005.

CUNHA, Ecotoxicologia e a Qualidade da Água para o Uso na Agricultura Universidade de Brasília, Faculdade UnB Planaltina, Trabalho Conclusão de Curso (Graduação), Gestão do Agronegócio, Universidade de Brasília, Planaltina, 2011.

DA ROSA, D. S.; DA SILVA, L. A.; WALTRICK, S. VIBRIO FISCHERI: Uma abordagem prática através da Biotecnologia. ***Maiêutica-Gestão Ambiental*****,** v. 4, n. 1, 2016.

DE ANDRADE JR et al. Ajustes hematológicos em tambaqui (*Colossoma macropomum curvier,* 1818) exposto a diferentes concentrações de chorume. ***Revista Colombiana de Ciencia Animal*****,** v. 5, n. 1, p. 71-82, 2013.

FERREIRA, C. F. et al. Avaliação da citotoxicidade das águas dos ribeirões varginha (Califórnia-PR) e tabatinga (Mandaguari-PR), em *Allium cepa L.* ***SaBios-Revista de Saúde e Biologia****,* v. 7, n. 2, 2012.

FLYNN, M. N. et al. Avaliação de toxicidade em sedimentos do rio Juqueri (SP) com Vibrio fischeri e Hyalella azteca. ***Revinter Revista de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*****,** v. 2, n. 2, 2015.

KENDALL, R. J. et al. **Aquatic and terrestrial ecotoxicology, Toxicology the Basic Science of Poisons**. MacGraw-Hill: New York,. p. 883-905. 1996.

KNIE, J. L W; LOPES, E. W B. **Testes ecotxicológicos: métodos, técnicas e aplicações.** 20. *edFlorianópolis:* Gráfica Coan, 2005.

PALÁCIO, S. M. et al. Estudo da toxicidade de efluente têxtil tratado por foto-fenton artificial utilizando as espécies lactuca sativa e artemia salina. ***ENGEVISTA*****,** 2012.

RIEGER, R.M.A.; GREEN, M. M. A Glossary of Genetics and Cytogene- Glossary of Genetics and Cytogenetics.London: *Allen and Unwin*,. P. 507 . 1968.

SANTOS, V. L., SILVA, P. D. S., SILVA, R., e ALBUQUERQUE, E. C. Avaliação do processo fenton solar no tratamento de efluente gerado por lavanderia de jeans de Pernambuco. In *Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 19, Búzios. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Química, 2012.

SCHMID, W. The Micronucleus Test. Mutat. Res. Mutat. Res., Mutat. *Res. Amsterdam,* v. 31, no. 1, p. 9-15, Feb. 1975.

SILVA, L. R. S.; Avaliação da radiossensibilidade de hemócitos de *Biomphalaria glabrata* expostos à radiação gama, *Scientia Plena,* v.9, p. 1-6, 2013.

SILVA, M. C. et al. Descoloração de corantes industriais e efluentes têxteis simulados por peroxidase de nabo (Brassica campestre). Quim. Nova35.5, 889-894, 2012.

TALLARICO, L. F.; OKAZAKI, K.; KAWANO, T; PEREIRA, C. A. B.; NAKANO, E.. Dominant lethal effect of ^{60}Co gamma radiation in *Biomphalaria glabrata* (SAY, 1818). *Mutation Research*, v. 561, p. 139-145, 2004.

OLIVEIRA, D. S. et al. Schistosomiasis mansoni in urban Northeast Brazil: influence of rainfall regime on the population dynamics of Biomphalaria sp. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 46, n. 5, p. 654-657, 2013

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS DE CLIMAS – APAC. **Agência Pernambucana de Águas de Climas.** Recife, APAC, 2016. Disponível em: <www.apac.pe.gov.br>. Acesso em: 19 jul ano.

AGÊNCIAS ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – CPRH. **Agencia Estadual do Meio ambiente de Pernambuco**. Recife, CPRH, 2016. Disponível em <www.cprh.pe.gov.br> Acesso em 4 abr 2016.

ALBERTS, B., et al,. **Molecular Biology of the Cell.** New York: Garland Science. p. 1663. 2002.

AMARAL, M. et al. A questão ambiental no polo de confecções de caruaru: um primeiro ensaio à luz dos instrumentos econômicos de proteção ambiental. **Estudos do CEPE**. Recife. n. 35, p. 108-132, 2012.

ANDRADE JR et al. Ajustes hematológicos em tambaqui (*Colossoma macropomum curvier,* 1818) exposto a diferentes concentrações de chorume. **Revista Colombiana de Ciência Animal**, Manaus*,* v. 5, n. 1, p. 71-82, 2013.

ARAÚJO FILHO, E. F. **Análise da radiossensibilidade de hemócitos de Biomphalaria glabrata por meio do teste do micronúcleo***.* 2013.Dissertação (Mestrado) - Tecnologicas Energéticas e Nucleares, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

ARENZON, A.; PEREIRA NETO, T. J.; GERBER ,T. J. W. **Manual sobre toxicidade em efluentes industriais.** Porto Alegre: Cespe/Senai de Artes Gráficas Henrique D'ávila Bertaso, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT - ISO 14.000. Sistemas de Gestão Ambiental.** Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAST. **NBR 15411-1: ecotoxicologia aquática**: determinação do efeito inibitório de amostras aquosas sobre a emissão de luz de Vibrio fischeri (Ensaio de bactéria luminescente) Parte 1: método utilizando bactérias recém-cultivadas. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

BAGLIANO, R. V. Principais organismos utilizados como bioindicadores relatados com uso de avaliadores de danos ambientais. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Areguari, v.2, n.1, 2012.

BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BARBOSA, F. S. Mass migration of juvenile Biomphalaria glabrata snails bred under seminatural conditions. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro v. 84, p. 53-56, 1989.

BARNES R. T. D. **The Mollusk. In: Zoology invertebrate**. São Paulo: p.277-278.. Livraria Rocca;4ed. 1990.

BERGMAN, L.; PUGH, D. M. (Eds.). **Environmental toxicology, economics and institutions:** the atrazine case study., Dublin: Kluwer Academic Publishers, 1994.

BITTON, G.; DUTKA, B.J. **Toxicity testing using microorganisms**.Boca Raton, Florida: CRC, 1989.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTE; J. E. W. A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais.** 18. ed. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, 1993.

BRASIL. **Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.. Brasília,, 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 5 março. 2017

BRASIL. Medida provisória no 1.569-9, de 11 de dezembro de 1997. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo**, Brasília, DF, 14 dez. 1997.

BUIKEMA, A. L.; VOSHELL, J. R.,. T**oxicity studies using freshwater benthic macroinvertebrates. In: Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates,** New York, v.3, p. 344-398, 1993

BUSS, M. V. et al. Tratamento dos efluentes de uma lavanderia industrial: avaliação da capacidade de diferentes processos de tratamento. **Revista de Engenharia Civil IMED,** Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 2-10, 2015.

CANTANHEDE, S.P. D. et al. Atividade moluscicida de plantas: uma alternativa profilática. **Rev Bras Farmacogn,** Niteroi, v. 20, p. 282-6, 2010.

CANTINHA, R. **Influência da radiação gama de alta taxa de dose na sobrevivência e na reprodução de Biomphalaria glabrata.** 2008. Tese (Doutorado em Tecnologicas Energeticas e Nucleares) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

CHEN, B. et al. Degradation of azo dye direct sky blue 5B by sonication combined with zero-valent iron. **Ultrasonics Sonochemistry***,* v.18, p.1091-1096, 2011.

COELHO, M. B. et al. Mutagenicidade das águas do açude do campus ii da uepb em lagoa seca, pb, utilizando o teste Allium cepa. **Journal of Biology e Pharmacy and Agricultural Management***,* Campina Grande, v. 10, n. 1, 2014.
COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Procedimentos para utilização de testes de toxicidade no controle de efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB, 1990.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: Ministério do meio Ambiente, 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n° 357/05.** Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília, SEMA, 2005.

COSTA, A. F. S. **Aplicação de tratamentos biológico e físico-químico em efluentes de lavanderia e tinturaria industriais do município de Toritama no estado de Pernambuco**. 2008, 100 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Processos industriais) – Universidade Católica de Pernambuco, Recife. 2008.

COSTA, C. R. et al. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008.

COSTA, S.; BERMAN, D.; HABIB, R. L. **150 anos da indústria têxtil brasileira**. Rio de Janeiro: SenaiCetiqt/TextoeArte*,* 2000.

COURA, J R. **Dinâmica das Doenças Parasitárias.** Rio de janeiro: Guanabara Koogan**,** 2005.

CUNHA, N, R, S., **Ecotoxicologia e a Qualidade da Água para o Uso na Agricultura.** 2011. 14 f. Trabalho de conclusão do curso (Graduação em Gestão do Agronegócio) - Universidade de Brasília, Faculdade UnB, Planaltina, 2011.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. Oficina de Textos São Paulo. v.1, p. 20-46., 2016.

FACHINETTO, J. M. et al. Efeito anti-proliferativo das infusões de Achyrocline satureioides DC (Asteraceae) sobre o ciclo celular de Allium cepa. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 49-54. 2007.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. 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.

FUJITA, M.; JORENTE, M. J. A Indústria Têxtil no Brasil: uma perspectiva histórica e cultural. **ModaPalavra e-Periódico,** São Paulo. v. 8, n. 15, p. 153-174, 2015.

FUZINATTO, C. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água.** 2009. 245 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

GERALDINO, B. R. et al. **Método multigeração para avaliação dos efeitos de poluentes sobre a reprodução de caramujos de água doce.** Rio de Janeiro: Embrapa Cerrados, 2004.

GODOI, A.; F.; L.; FAVORETO, R.; SANTIAGO-SILVA,. Contaminação ambiental por compostos organoestânico**s**. **Química nova**, São Paulo, v. 26, n. 5, p. 708-716, 2003.

GUARATINI, C. C.; ZANONI, M. V. Corantes têxteis. Araraquara. **Química nova***,* São Paulo, v. 23, n. 1, p. 71-78, 2000.

HALUCH, M.; S. **Comparativo entre a utilização de Daphnia magna Straus, 1820 (Cladocera, Crustacea) e Daphnia similis Claus, 1876 (Cladocera, Crustacea) em testes ecotoxicológicos em laboratório**. 2013. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambienta) l - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

HAMESSER, M. E. N. **Tratamento de efluente Têxtil – processo físico-químico com ozônio e floculação em meio granular.** 2000.151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

HARMEL, R. D. et al. Water quality impacts of converting to a poultry litter fertilization strategy. **Journal of Environmental Quality,** Madison-Wis, v. 33, n. 6, p. 2229-2242, 2004.

INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário estatístico do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Qualidade dos rios do Brasil, população Toritama, economia Toritama**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <www.cidades.ibge.gov.br/painel/economia.php?lang=&codmun=261540&search=pernambuco|toritama|infogr%E1ficos:-despesas-e-receitas-or%E7ament%E1rias-e-pib> . Acesso em: 04 mar. 2015.

KAPANEN, A.; ITAVAARA, M. Ecotoxicity tests for compost applications. **Ecotoxicology and Environmental Safety***,* New York, *v*. 49, p. 1-16, 2001.

KNIE, J. L. W; LOPES, E. W. B*.* **Testes ecotoxicológicos:** métodos, técnicas e aplicações*.* Florianópolis: Gráfica Coan, 2004.

KUMMROW, F. et al. Caracterização da Mutagenicidade de extratos aquosos e orgânicos de lodos tratados de cinco estações de tratamento de esgoto (ETE) localizadas no Estado de São Paulo. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, São Paulo. v. 3, n. 3, 2015.

KUNZ, A. et. Al. Novas tendências no tratamento de Efluentes têxteis. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 78-82, jan. /fev. 2002.

LEAL, M. A. M. **Marcação Radioisotópica do caramujo vetor da esquistossomose e sua utilização em estudos da dinâmica de populações**. 2013. 53f. Tese (Doutorado em Tecnologias Energéticas e Nucleares) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife 2013.

LIMA, L. R. **Custos ambientais e a externalidade negativa das lavanderias têxteis do Polo de Confecções do Agreste de Pernambuco.** 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife 2014.

LOMBARDI, J. V. **Fundamentos da toxicologia aquática Sanidade dos organismos aquáticos**. São Paulo: Livraria Varela**,** 2004. 426p.

MACHADO, R. C. Rio Capibaribe. In: FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO- FUNDAJ. **Fundação Joaquim Nabuco.** Recife, FUNDAJ, 2016. Disponível em <http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com_contenteid=21>. Acesso em: 05 jun. 2016.

MAGALHAES, D.; FERRAO-FILHO, A. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. **Oecologia brasiliensis,** Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 3, 2008.

MARTELETO, P. B.; LOMÔNACO, C.; KERR, W. Respostas fisiológicas, morfológicas e comportamentais de Zabrotes subfasciatus (Boheman), (Coleoptera: Bruchidae) associadas ao consumo de diferentes variedades de feijão (Phaseolus vulgaris)**. Neotropical Entomology**, Uberlândia, v. 38, n. 2, p. 178-185, 2009.

MARTINI, G. A. **Avaliação da citotoxicidade do dietiltoluamida (deet) em mexilhões *perna perna* (linnaeus, 1758) irradiados e não irradiados com radiação gama de ^{60}co**. 2013. 199f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Nuclear)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MARTINS, G. A**. Estudo epidemiológico e da qualidade da água em uma escola de ensino fundamental do município de Uberlândia, MG: aspectos ambientais e sociais.** Dissertação (Mestrado) – Ciências Sociais, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlância, v. 19, n. 1, p. 205-222, 2015.

MÜNZINGER, A. Biomphalaria glabrata (Say), a suitable organism for a biotest. **Environmental Technology Letters**, London, v. 8, n. 1-12, p. 141-148, 1987.

NEVES, D. P. et al**. Parasitologia Humana**.10. ed. São Paulo: Atheneu, 2002.

PALÁCIO, S. M. et al. Estudo da toxicidade de efluente têxtil tratado por foto-fenton artificial utilizando as espécies lactuca sativa e artemia salina. **Engevista**, Maringa. v. 14, n. 2.agosto 2012.

PAULANI, L. M.; BRAGA, M. B**. A nova contabilidade social:** uma introdução à macroeconomia. 3.ed. São Paulo: Saraiva**,** 2007.

PEÑA, L. F. M. **Uso do teste de micronúcleo em eritrócitos circulantes de peixes para monitorização de um local do rio Tibagi e avaliação da genotoxidade de agrotóxicos em bioensaios**. 1996. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

PERON, P. A.; CANESIN, E. A.; CARDOSO, C. M. V. Potencial mutagênico das águas do Rio Pirapó (Apucarana, Paraná, Brasil) em células meristemáticas de raiz de Allium cepa L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 155-159. 2009.

PORTIS, I. G. et al. Bioensaio citogenético para a caracterização da mutagenicidade e citotoxicidade da espécie choclhospermum regium. **REFACER-Revista Eletrônica da Faculdade de Ceres**, Nova Friburgo, v. 5, n. 1, 2016.

REY, L. **Bases da parasitologia médica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à química ambiental.** 2.ed. Porto Alegre: Bookman.v. 2, p.256. 2009

ROSA, D., S. et al. VIBRIO FISCHERI: Uma abordagem prática através da Biotecnologia. M**aiêutica-Gestão Ambiental***,* Indaial, v. 4, n. 1, p. 15-18, 2016.

ROSSETTO, A. L. **Avaliação dos efeitos tóxicos da nanopartícula e micropartícula de óxido de cobre em diferentes organismos aquáticos**. 2016. 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental.) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SANTOS, V. L. et al. Avaliação do processo fenton solar no tratamento de efluente gerado por lavanderia de jeans de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 19, Búzios. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Química, 2012.

SEBRAE. **Características do Empreendedor**. Disponível em: <www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/2d85ff3222c74b561e6b42872abfe35c/$File/5296.pdf > Acesso em: 12 Junho 2016.

SILVA, H. **Reflexões sobre a política de conservação ambiental e a criação de unidades de conservação na Cidade do Recife: o Parque Natural Municipal dos Manguezais Josué de Castro**. 2011. 157f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)-Universidade Federal de Pernambuco, 2011.

SILVA, L. R. et al. Avaliação da radiossensibilidade de hemócitos de Biomphalaria glabrata expostos à radiação gama. **Scientia Plena,** Recife, v *9,* n. 5,maio. 2013.

SILVA, M. C. et al. Descoloração de corantes industriais e efluentes têxteis simulados por peroxidase de nabo (Brassica campestre). **Química Nova***,* São Paulo. *v* 35, n 5, p.889-894, ago. 2012.

SOLOMON, E. I.; SUNDARAM, U. M.; MACHONKIN, T. E. Multicopper oxidases and oxygenases. **Chemical reviews**, Washington, v. 96, n. 7, p. 2563-2606, 1996.

SOUZA, A.; P.; C.; SOUZA, E. A. M.; PEREIRA, N. C. Análise da utilização do coagulante tanino na remoção da cor, turbidez e dqo do efluente têxtil de uma lavanderia industrial. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 16320-16326, 2015.

SOUZA, A.P.C.; SOUZA, E.A.M.; PEREIRA, N. C. Análise da utilização do coagulante tanino na remoção da cor, turbidez e dqo do efluente têxtil de uma lavanderia industrial.Florianópolis. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 16320-16326, 2015.

TALLARICO, L. F. et al. Dominant lethal effect of ^{60}Co gamma radiation in *Biomphalaria glabrata* (SAY, 1818). **Mutation Research***,* Amsterdan, v. 561, p. 139-145, 2004.

TALLARICO, L. F. et al. Dominant lethal effect of 60 Co gamma radiation in Biomphalaria glabrata (SAY, 1818). **Mutation Research. Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, Campinas. v. 561, n. 1, p. 139-145, 2004.

ZAHA, A. et al. **Biologia Molecular básica**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 2003.

REFERÊNCIAS DO ARTIGO (seção capitular 4)

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS DE CLIMAS – APAC. **Agência Pernambucana de Águas de Climas.** Recife, APAC, 2016. Disponível em: <www.apac.pe.gov.br>. Acesso em: 19 jul ano.

AGÊNCIAS ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – CPRH. **Agencia Estadual do Meio ambiente de Pernambuco**. Recife, CPRH, 2016. Disponível em <www.cprh.pe.gov.br> Acesso em 4 abr 2016.

ALBERTS, B., et al,. **Molecular Biology of the Cell.** New York: Garland Science. p. 1663. 2002.

AMARAL, M. et al. A questão ambiental no polo de confecções de caruaru: um primeiro ensaio à luz dos instrumentos econômicos de proteção ambiental. **Estudos do CEPE**. Recife. n. 35, p. 108-132, 2012.

ANDRADE JR et al. Ajustes hematológicos em tambaqui (*Colossoma macropomum curvier,* 1818) exposto a diferentes concentrações de chorume. **Revista Colombiana de Ciência Animal**, Manaus*,* v. 5, n. 1, p. 71-82, 2013.

ARAÚJO FILHO, E. F. **Análise da radiossensibilidade de hemócitos de Biomphalaria glabrata por meio do teste do micronúcleo**. 2013.Dissertação (Mestrado) - Tecnologicas Energéticas e Nucleares, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

ARENZON, A.; PEREIRA NETO, T. J.; GERBER ,T. J. W. **Manual sobre toxicidade em efluentes industriais.** Porto Alegre: Cespe/Senai de Artes Gráficas Henrique D'ávila Bertaso, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT - ISO 14.000. Sistemas de Gestão Ambiental.** Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAST. **NBR 15411-1: ecotoxicologia aquática**: determinação do efeito inibitório de amostras aquosas sobre a emissão de luz de Vibrio fischeri (Ensaio de bactéria luminescente) Parte 1: método utilizando bactérias recém-cultivadas. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

BAGLIANO, R. V. Principais organismos utilizados como bioindicadores relatados com uso de avaliadores de danos ambientais. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Areguari, v.2, n.1, 2012.

BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BARBOSA, F. S. Mass migration of juvenile Biomphalaria glabrata snails bred under seminatural conditions. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro v. 84, p. 53-56, 1989.

BARNES R. T. D. **The Mollusk. In: Zoology invertebrate**. São Paulo: p.277-278.. Livraria Rocca;4ed. 1990.

BERGMAN, L.; PUGH, D. M. (Eds.). **Environmental toxicology, economics and institutions:** the atrazine case study., Dublin: Kluwer Academic Publishers, 1994.

BITTON, G.; DUTKA, B.J. **Toxicity testing using microorganisms**.Boca Raton*,* Florida: CRC, 1989.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTE; J. E. W. A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais.** 18. ed. São Paulo*:* Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, 1993.

BRASIL. **Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.. Brasília,, 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 5 março. 2017

BRASIL. Medida provisória no 1.569-9, de 11 de dezembro de 1997. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo**, Brasília, DF, 14 dez. 1997.

BUIKEMA, A. L.; VOSHELL, J. R.,. T**oxicity studies using freshwater benthic macroinvertebrates. In: Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates,** New York, v.3, p. 344-398, 1993

BUSS, M. V. et al. Tratamento dos efluentes de uma lavanderia industrial: avaliação da capacidade de diferentes processos de tratamento. **Revista de Engenharia Civil IMED,** Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 2-10, 2015.

CANTANHEDE, S.P. D. et al. Atividade moluscicida de plantas: uma alternativa profilática. **Rev Bras Farmacogn,** Niteroi, v. 20, p. 282-6, 2010.

CANTINHA, R. **Influência da radiação gama de alta taxa de dose na sobrevivência e na reprodução de Biomphalaria glabrata.** 2008. Tese (Doutorado em Tecnologicas Energeticas e Nucleares) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

CHEN, B. et al. Degradation of azo dye direct sky blue 5B by sonication combined with zero-valent iron. **Ultrasonics Sonochemistry***,* v.18, p.1091-1096, 2011.

COELHO, M. B. et al. Mutagenicidade das águas do açude do campus ii da uepb em lagoa seca, pb, utilizando o teste Allium cepa. **Journal of Biology e Pharmacy and Agricultural Management***,* Campina Grande, v. 10, n. 1, 2014.
COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Procedimentos para utilização de testes de toxicidade no controle de efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB, 1990.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: Ministério do meio Ambiente, 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n° 357/05.** Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília, SEMA, 2005.

COSTA, A. F. S. **Aplicação de tratamentos biológico e físico-químico em efluentes de lavanderia e tinturaria industriais do município de Toritama no estado de Pernambuco**. 2008, 100 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Processos industriais) – Universidade Católica de Pernambuco, Recife. 2008.

COSTA, C. R. et al. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008.

COSTA, S.; BERMAN, D.; HABIB, R. L. **150 anos da indústria têxtil brasileira**. Rio de Janeiro: SenaiCetiqt/TextoeArte*,* 2000.

COURA, J R. **Dinâmica das Doenças Parasitárias.** Rio de janeiro: Guanabara Koogan**,** 2005.

CUNHA, N, R, S., **Ecotoxicologia e a Qualidade da Água para o Uso na Agricultura.** 2011. 14 f. Trabalho de conclusão do curso (Graduação em Gestão do Agronegócio) - Universidade de Brasília, Faculdade UnB, Planaltina, 2011.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. Oficina de Textos São Paulo. v.1, p. 20-46., 2016.

FACHINETTO, J. M. et al. Efeito anti-proliferativo das infusões de Achyrocline satureioides DC (Asteraceae) sobre o ciclo celular de Allium cepa. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 49-54. 2007.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. 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.

FUJITA, M.; JORENTE, M. J. A Indústria Têxtil no Brasil: uma perspectiva histórica e cultural. **ModaPalavra e-Periódico,** São Paulo. v. 8, n. 15, p. 153-174, 2015.

FUZINATTO, C. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água***.* 2009. 245 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

GERALDINO, B. R. et al. **Método multigeração para avaliação dos efeitos de poluentes sobre a reprodução de caramujos de água doce.** Rio de Janeiro: Embrapa Cerrados, 2004.

GODOI, A.; F.; L.; FAVORETO, R.; SANTIAGO-SILVA,. Contaminação ambiental por compostos organoestânico**s**. **Química nova**, São Paulo, v. 26, n. 5, p. 708-716, 2003.

GUARATINI, C. C.; ZANONI, M. V. Corantes têxteis. Araraquara. **Química nova***,* São Paulo, v. 23, n. 1, p. 71-78, 2000.

HALUCH, M.; S. **Comparativo entre a utilização de Daphnia magna Straus, 1820 (Cladocera, Crustacea) e Daphnia similis Claus, 1876 (Cladocera, Crustacea) em testes ecotoxicológicos em laboratório**. 2013. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambienta) l - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

HAMESSER, M. E. N. **Tratamento de efluente Têxtil – processo físico-químico com ozônio e floculação em meio granular.** 2000.151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

HARMEL, R. D. et al. Water quality impacts of converting to a poultry litter fertilization strategy. **Journal of Environmental Quality,** Madison-Wis, v. 33, n. 6, p. 2229-2242, 2004.

INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário estatístico do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Qualidade dos rios do Brasil, população Toritama, economia Toritama**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <www.cidades.ibge.gov.br/painel/economia.php?lang=&codmun=261540&search=pernambuco|toritama|infogr%E1ficos:-despesas-e-receitas-or%E7ament%E1rias-e-pib> . Acesso em: 04 mar. 2015.

KAPANEN, A.; ITAVAARA, M. Ecotoxicity tests for compost applications. **Ecotoxicology and Environmental Safety***,* New York, *v*. 49, p. 1-16, 2001.

KNIE, J. L. W; LOPES, E. W. B. **Testes ecotoxicológicos:** métodos, técnicas e aplicações*.* Florianópolis: Gráfica Coan, 2004.

KUMMROW, F. et al. Caracterização da Mutagenicidade de extratos aquosos e orgânicos de lodos tratados de cinco estações de tratamento de esgoto (ETE) localizadas no Estado de São Paulo. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, São Paulo. v. 3, n. 3, 2015.

KUNZ, A. et. Al. Novas tendências no tratamento de Efluentes têxteis. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 78-82, jan. /fev. 2002.

LEAL, M. A. M. **Marcação Radioisotópica do caramujo vetor da esquistossomose e sua utilização em estudos da dinâmica de populações**. 2013. 53f. Tese (Doutorado em Tecnologias Energéticas e Nucleares) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife 2013.

LIMA, L. R. **Custos ambientais e a externalidade negativa das lavanderias têxteis do Polo de Confecções do Agreste de Pernambuco.** 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife 2014.

LOMBARDI, J. V. **Fundamentos da toxicologia aquática Sanidade dos organismos aquáticos**. São Paulo: Livraria Varela**,** 2004. 426p.

MACHADO, R. C. Rio Capibaribe. In: FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO- FUNDAJ. **Fundação Joaquim Nabuco.** Recife, FUNDAJ, 2016. Disponível em <http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com_contenteid=21>. Acesso em: 05 jun. 2016.

MAGALHAES, D.; FERRAO-FILHO, A. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. **Oecologia brasiliensis***,* Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 3, 2008.

MARTELETO, P. B.; LOMÔNACO, C.; KERR, W. Respostas fisiológicas, morfológicas e comportamentais de Zabrotes subfasciatus (Boheman), (Coleoptera: Bruchidae) associadas ao consumo de diferentes variedades de feijão (Phaseolus vulgaris)**. Neotropical Entomology**, Uberlândia, v. 38, n. 2, p. 178-185, 2009.

MARTINI, G. A. **Avaliação da citotoxicidade do dietiltoluamida (deet) em mexilhões *perna perna* (linnaeus, 1758) irradiados e não irradiados com radiação gama de ^{60}co**. 2013. 199f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Nuclear)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MARTINS, G. A**. Estudo epidemiológico e da qualidade da água em uma escola de ensino fundamental do município de Uberlândia, MG: aspectos ambientais e sociais.** Dissertação (Mestrado) – Ciências Sociais, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlância, v. 19, n. 1, p. 205-222, 2015.

MÜNZINGER, A. Biomphalaria glabrata (Say), a suitable organism for a biotest. **Environmental Technology Letters**, London, v. 8, n. 1-12, p. 141-148, 1987.

NEVES, D. P. et al**. Parasitologia Humana**.10. ed. São Paulo: Atheneu, 2002.

PALÁCIO, S. M. et al. Estudo da toxicidade de efluente têxtil tratado por foto-fenton artificial utilizando as espécies lactuca sativa e artemia salina. **Engevista**, Maringa. v. 14, n. 2.agosto 2012.

PAULANI, L. M.; BRAGA, M. B**. A nova contabilidade social:** uma introdução à macroeconomia. 3.ed. São Paulo: Saraiva**,** 2007.

PEÑA, L. F. M. **Uso do teste de micronúcleo em eritrócitos circulantes de peixes para monitorização de um local do rio Tibagi e avaliação da genotoxidade de agrotóxicos em bioensaios**. 1996. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

PERON, P. A.; CANESIN, E. A.; CARDOSO, C. M. V. Potencial mutagênico das águas do Rio Pirapó (Apucarana, Paraná, Brasil) em células meristemáticas de raiz de Allium cepa L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 155-159. 2009.

PORTIS, I. G. et al. Bioensaio citogenético para a caracterização da mutagenicidade e citotoxicidade da espécie choclhospermum regium*.* **REFACER-Revista Eletrônica da Faculdade de Ceres**, Nova Friburgo, v. 5, n. 1, 2016.

REY, L. **Bases da parasitologia médica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à química ambiental.** 2.ed. Porto Alegre: Bookman.v. 2, p.256. 2009

ROSA, D., S. et al. VIBRIO FISCHERI: Uma abordagem prática através da Biotecnologia. M**aiêutica-Gestão Ambiental***,* Indaial, v. 4, n. 1, p. 15-18, 2016.

ROSSETTO, A. L. **Avaliação dos efeitos tóxicos da nanopartícula e micropartícula de óxido de cobre em diferentes organismos aquáticos**. 2016. 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental.) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SANTOS, V. L. et al. Avaliação do processo fenton solar no tratamento de efluente gerado por lavanderia de jeans de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 19, Búzios. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Química, 2012.

SEBRAE. **Características do Empreendedor**. Disponível em: <www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/2d85ff3222c74b561e6b42872abfe35c/$File/5296.pdf > Acesso em: 12 Junho 2016.

SILVA, H. **Reflexões sobre a política de conservação ambiental e a criação de unidades de conservação na Cidade do Recife: o Parque Natural Municipal dos Manguezais Josué de Castro**. 2011. 157f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)-Universidade Federal de Pernambuco, 2011.

SILVA, L. R. et al. Avaliação da radiossensibilidade de hemócitos de Biomphalaria glabrata expostos à radiação gama. **Scientia Plena,** Recife, v *9,* n. 5,maio. 2013.

SILVA, M. C. et al. Descoloração de corantes industriais e efluentes têxteis simulados por peroxidase de nabo (Brassica campestre). **Química Nova***,* São Paulo. *v* 35, n 5, p.889-894, ago. 2012.

SOLOMON, E. I.; SUNDARAM, U. M.; MACHONKIN, T. E. Multicopper oxidases and oxygenases. **Chemical reviews**, Washington, v. 96, n. 7, p. 2563-2606, 1996.

SOUZA, A.; P.; C.; SOUZA, E. A. M.; PEREIRA, N. C. Análise da utilização do coagulante tanino na remoção da cor, turbidez e dqo do efluente têxtil de uma lavanderia industrial. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 16320-16326, 2015.

SOUZA, A.P.C.; SOUZA, E.A.M.; PEREIRA, N. C. Análise da utilização do coagulante tanino na remoção da cor, turbidez e dqo do efluente têxtil de uma lavanderia industrial.Florianópolis. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 16320-16326, 2015.

TALLARICO, L. F. et al. Dominant lethal effect of ^{60}Co gamma radiation in *Biomphalaria glabrata* (SAY, 1818). **Mutation Research***,* Amsterdan, v. 561, p. 139-145, 2004.

TALLARICO, L. F. et al. Dominant lethal effect of 60 Co gamma radiation in Biomphalaria glabrata (SAY, 1818). **Mutation Research. Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, Campinas. v. 561, n. 1, p. 139-145, 2004.

ZAHA, A. et al. **Biologia Molecular básica**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 2003.

ARAGÃO, M. A., ARAÚJO, R. P. A. Ecotoxicologia Aquática – Princípios e Aplicações. In: Métodos de Ensaios de Toxicidade com Organismos Aquáticos. RiMa, *São Carlos*:. p. 117-147, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS, ABNT. NBR 15411-1: ecotoxicologia aquática – determinação do efeito inibitório de amostras aquosas sobre a emissão de luz de Vibrio fischeri (Ensaio de bactéria luminescente) Parte 1: método utilizando bactérias recém-cultivadas. Rio de Janeiro, 2012.

BARROS, S.B.M. e DAVINO, S.C. In: Fundamentos de toxicologia. Avaliação da toxicidade. São Paulo*.* São Paulo. v.2, p.57-68. 2003.

BOLOGNESI, C.; FENECH, M., **Mussel micronucleus cytome assay.** Nature protocols, v. 7, n. 6, p. 1125-1137, 2012.

BRAILE, P. M., CAVALCANTE, J. E. W. A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais**. 18. Ed. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, p. 764, 1993.

BRIGANTE, J. e ESPÍNDOLA, E.L.G. In: Limnologia fluvial. O estudo no rio Mogiguaçu: a abordagem metodológica. *São Paulo,.* v.1, p.15-22. 2003.

CARRARD, V. C.et al. **Teste dos micronúcleos: um biomarcador de dano genotóxico em células descamadas da mucosa bucal.** Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre. Porto Alegre. Vol. 48, n. 1/3 (jan./dez. 2007), p. 77-81, 2007.

CHEN, B. et al,. **Of azo dye direct sky blue 5B by sonication combined with zero-valent iron**. Ultrasonics Sonochemistry, v.18, p.1091-1096, 2011.

CONAMA 357/05. Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005.

CUNHA, Ecotoxicologia e a Qualidade da Água para o Uso na Agricultura Universidade de Brasília, Faculdade UnB Planaltina, Trabalho Conclusão de Curso (Graduação), Gestão do Agronegócio, Universidade de Brasília, Planaltina, 2011.

DA ROSA, D. S.; DA SILVA, L. A.; WALTRICK, S. VIBRIO FISCHERI: Uma abordagem prática através da Biotecnologia. *Maiêutica-Gestão Ambiental*, v. 4, n. 1, 2016.

DE ANDRADE JR et al. Ajustes hematológicos em tambaqui (*Colossoma macropomum curvier,* 1818) exposto a diferentes concentrações de chorume. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, v. 5, n. 1, p. 71-82, 2013.

FERREIRA, C. F. et al. Avaliação da citotoxicidade das águas dos ribeirões varginha (Califórnia-PR) e tabatinga (Mandaguari-PR), em *Allium cepa L. SaBios-Revista de Saúde e Biologia,* v. 7, n. 2, 2012.

FLYNN, M. N. et al. Avaliação de toxicidade em sedimentos do rio Juqueri (SP) com Vibrio fischeri e Hyalella azteca. *Revinter Revista de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 2, n. 2, 2015.

KENDALL, R. J. et al. Aquatic and terrestrial ecotoxicology, Toxicology the Basic Science of Poisons. MacGraw-Hill: New York,. p. 883-905. 1996.

KNIE, J. L W; LOPES, E. W B. Testes ecotxicológicos: métodos, técnicas e aplicações. 20. *edFlorianópolis:* Gráfica Coan, 2005.

PALÁCIO, S. M. et al. Estudo da toxicidade de efluente têxtil tratado por foto-fenton artificial utilizando as espécies lactuca sativa e artemia salina. *ENGEVISTA*, 2012.

RIEGER, R.M.A.; GREEN, M. M. A Glossary of Genetics and Cytogene- Glossary of Genetics and Cytogenetics.London: *Allen and Unwin*,. P. 507 . 1968.

SANTOS, V. L., SILVA, P. D. S., SILVA, R., e ALBUQUERQUE, E. C. Avaliação do processo fenton solar no tratamento de efluente gerado por lavanderia de jeans de Pernambuco. In *Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 19, Búzios. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Química, 2012.

SCHMID, W. The Micronucleus Test. Mutat. Res. Mutat. Res., Mutat. *Res. Amsterdam,* v. 31, no. 1, p. 9-15, Feb. 1975.

SILVA, L. R. S.; Avaliação da radiossensibilidade de hemócitos de *Biomphalaria glabrata* expostos à radiação gama, *Scientia Plena,* v.9, p. 1-6, 2013.

SILVA, M. C. et al. Descoloração de corantes industriais e efluentes têxteis simulados por peroxidase de nabo (Brassica campestre). Quim. Nova35.5, 889-894, 2012.

TALLARICO, L. F.; OKAZAKI, K.; KAWANO, T; PEREIRA, C. A. B.; NAKANO, E.. Dominant lethal effect of ^{60}Co gamma radiation in *Biomphalaria glabrata* (SAY, 1818). *Mutation Research*, v. 561, p. 139-145, 2004.

OLIVEIRA, D. S. et al. Schistosomiasis mansoni in urban Northeast Brazil: influence of rainfall regime on the population dynamics of Biomphalaria sp. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 46, n. 5, p. 654-657, 2013

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS DE CLIMAS – APAC. **Agência Pernambucana de Águas de Climas.** Recife, APAC, 2016. Disponível em: <www.apac.pe.gov.br>. Acesso em: 19 jul ano.

AGÊNCIAS ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – CPRH. **Agencia Estadual do Meio ambiente de Pernambuco**. Recife, CPRH, 2016. Disponível em <www.cprh.pe.gov.br> Acesso em 4 abr 2016.

ALBERTS, B., et al,. **Molecular Biology of the Cell.** New York: Garland Science. p. 1663. 2002.

AMARAL, M. et al. A questão ambiental no polo de confecções de caruaru: um primeiro ensaio à luz dos instrumentos econômicos de proteção ambiental. **Estudos do CEPE**. Recife. n. 35, p. 108-132, 2012.

ANDRADE JR et al. Ajustes hematológicos em tambaqui (*Colossoma macropomum curvier,* 1818) exposto a diferentes concentrações de chorume. **Revista Colombiana de Ciência Animal**, Manaus*,* v. 5, n. 1, p. 71-82, 2013.

ARAÚJO FILHO, E. F. **Análise da radiossensibilidade de hemócitos de Biomphalaria glabrata por meio do teste do micronúcleo***.* 2013.Dissertação (Mestrado) - Tecnologicas Energéticas e Nucleares, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

ARENZON, A.; PEREIRA NETO, T. J.; GERBER ,T. J. W. **Manual sobre toxicidade em efluentes industriais.** Porto Alegre: Cespe/Senai de Artes Gráficas Henrique D'ávila Bertaso, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT - ISO 14.000. Sistemas de Gestão Ambiental.** Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAST. **NBR 15411-1: ecotoxicologia aquática**: determinação do efeito inibitório de amostras aquosas sobre a emissão de luz de Vibrio fischeri (Ensaio de bactéria luminescente) Parte 1: método utilizando bactérias recém-cultivadas. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

BAGLIANO, R. V. Principais organismos utilizados como bioindicadores relatados com uso de avaliadores de danos ambientais. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Areguari, v.2, n.1, 2012.

BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BARBOSA, F. S. Mass migration of juvenile Biomphalaria glabrata snails bred under seminatural conditions. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro v. 84, p. 53-56, 1989.

BARNES R. T. D. **The Mollusk. In: Zoology invertebrate**. São Paulo: p.277-278.. Livraria Rocca;4ed. 1990.

BERGMAN, L.; PUGH, D. M. (Eds.). **Environmental toxicology, economics and institutions:** the atrazine case study., Dublin: Kluwer Academic Publishers, 1994.

BITTON, G.; DUTKA, B.J. **Toxicity testing using microorganisms**.Boca Raton, Florida: CRC, 1989.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTE; J. E. W. A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais.** 18. ed. São Paulo*:* Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, 1993.

BRASIL. **Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.. Brasília,, 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 5 março. 2017

BRASIL. Medida provisória no 1.569-9, de 11 de dezembro de 1997. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo**, Brasília, DF, 14 dez. 1997.

BUIKEMA, A. L.; VOSHELL, J. R.,. T**oxicity studies using freshwater benthic macroinvertebrates. In: Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates,** New York, v.3, p. 344-398, 1993

BUSS, M. V. et al. Tratamento dos efluentes de uma lavanderia industrial: avaliação da capacidade de diferentes processos de tratamento. **Revista de Engenharia Civil IMED,** Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 2-10, 2015.

CANTANHEDE, S.P. D. et al. Atividade moluscicida de plantas: uma alternativa profilática. **Rev Bras Farmacogn,** Niteroi, v. 20, p. 282-6, 2010.

CANTINHA, R. **Influência da radiação gama de alta taxa de dose na sobrevivência e na reprodução de Biomphalaria glabrata.** 2008. Tese (Doutorado em Tecnologicas Energeticas e Nucleares) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

CHEN, B. et al. Degradation of azo dye direct sky blue 5B by sonication combined with zero-valent iron. **Ultrasonics Sonochemistry***,* v.18, p.1091-1096, 2011.

COELHO, M. B. et al. Mutagenicidade das águas do açude do campus ii da uepb em lagoa seca, pb, utilizando o teste Allium cepa. **Journal of Biology e Pharmacy and Agricultural Management***,* Campina Grande, v. 10, n. 1, 2014.
COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Procedimentos para utilização de testes de toxicidade no controle de efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB, 1990.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: Ministério do meio Ambiente, 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n° 357/05.** Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília, SEMA, 2005.

COSTA, A. F. S. **Aplicação de tratamentos biológico e físico-químico em efluentes de lavanderia e tinturaria industriais do município de Toritama no estado de Pernambuco**. 2008, 100 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Processos industriais) – Universidade Católica de Pernambuco, Recife. 2008.

COSTA, C. R. et al. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008.

COSTA, S.; BERMAN, D.; HABIB, R. L. **150 anos da indústria têxtil brasileira**. Rio de Janeiro: SenaiCetiqt/TextoeArte*,* 2000.

COURA, J R. **Dinâmica das Doenças Parasitárias.** Rio de janeiro: Guanabara Koogan**,** 2005.

CUNHA, N, R, S., **Ecotoxicologia e a Qualidade da Água para o Uso na Agricultura.** 2011. 14 f. Trabalho de conclusão do curso (Graduação em Gestão do Agronegócio) - Universidade de Brasília, Faculdade UnB, Planaltina, 2011.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. Oficina de Textos São Paulo. v.1, p. 20-46., 2016.

FACHINETTO, J. M. et al. Efeito anti-proliferativo das infusões de Achyrocline satureioides DC (Asteraceae) sobre o ciclo celular de Allium cepa. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 49-54. 2007.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. 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.

FUJITA, M.; JORENTE, M. J. A Indústria Têxtil no Brasil: uma perspectiva histórica e cultural. **ModaPalavra e-Periódico,** São Paulo. v. 8, n. 15, p. 153-174, 2015.

FUZINATTO, C. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água*.*** 2009. 245 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

GERALDINO, B. R. et al. **Método multigeração para avaliação dos efeitos de poluentes sobre a reprodução de caramujos de água doce.** Rio de Janeiro: Embrapa Cerrados, 2004.

GODOI, A.; F.; L.; FAVORETO, R.; SANTIAGO-SILVA,. Contaminação ambiental por compostos organoestânicos. **Química nova**, São Paulo, v. 26, n. 5, p. 708-716, 2003.

GUARATINI, C. C.; ZANONI, M. V. Corantes têxteis. Araraquara. **Química nova***,* São Paulo, v. 23, n. 1, p. 71-78, 2000.

HALUCH, M.; S. **Comparativo entre a utilização de Daphnia magna Straus, 1820 (Cladocera, Crustacea) e Daphnia similis Claus, 1876 (Cladocera, Crustacea) em testes ecotoxicológicos em laboratório**. 2013. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambienta) l - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

HAMESSER, M. E. N. **Tratamento de efluente Têxtil – processo físico-químico com ozônio e floculação em meio granular.** 2000.151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

HARMEL, R. D. et al. Water quality impacts of converting to a poultry litter fertilization strategy. **Journal of Environmental Quality,** Madison-Wis, v. 33, n. 6, p. 2229-2242, 2004.

INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário estatístico do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Qualidade dos rios do Brasil, população Toritama, economia Toritama**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <www.cidades.ibge.gov.br/painel/economia.php?lang=&codmun=261540&search=pernambuco|toritama|infogr%E1ficos:-despesas-e-receitas-or%E7ament%E1rias-e-pib> . Acesso em: 04 mar. 2015.

KAPANEN, A.; ITAVAARA, M. Ecotoxicity tests for compost applications. **Ecotoxicology and Environmental Safety***,* New York, *v*. 49, p. 1-16, 2001.

KNIE, J. L. W; LOPES, E. W. B*.* **Testes ecotoxicológicos:** métodos, técnicas e aplicações*.* Florianópolis: Gráfica Coan, 2004.

KUMMROW, F. et al. Caracterização da Mutagenicidade de extratos aquosos e orgânicos de lodos tratados de cinco estações de tratamento de esgoto (ETE) localizadas no Estado de São Paulo. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, São Paulo. v. 3, n. 3, 2015.

KUNZ, A. et. Al. Novas tendências no tratamento de Efluentes têxteis. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 78-82, jan. /fev. 2002.

LEAL, M. A. M. **Marcação Radioisotópica do caramujo vetor da esquistossomose e sua utilização em estudos da dinâmica de populações**.

2013. 53f. Tese (Doutorado em Tecnologias Energéticas e Nucleares) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife 2013.

LIMA, L. R. **Custos ambientais e a externalidade negativa das lavanderias têxteis do Polo de Confecções do Agreste de Pernambuco.** 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife 2014.

LOMBARDI, J. V. **Fundamentos da toxicologia aquática Sanidade dos organismos aquáticos**. São Paulo: Livraria Varela**,** 2004. 426p.

MACHADO, R. C. Rio Capibaribe. In: FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO- FUNDAJ. **Fundação Joaquim Nabuco.** Recife, FUNDAJ, 2016. Disponível em <http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com_contenteid=21>. Acesso em: 05 jun. 2016.

MAGALHAES, D.; FERRAO-FILHO, A. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. **Oecologia brasiliensis,** Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 3, 2008.

MARTELETO, P. B.; LOMÔNACO, C.; KERR, W. Respostas fisiológicas, morfológicas e comportamentais de Zabrotes subfasciatus (Boheman), (Coleoptera: Bruchidae) associadas ao consumo de diferentes variedades de feijão (Phaseolus vulgaris)**. Neotropical Entomology**, Uberlândia, v. 38, n. 2, p. 178-185, 2009.

MARTINI, G. A. **Avaliação da citotoxicidade do dietiltoluamida (deet) em mexilhões *perna perna* (linnaeus, 1758) irradiados e não irradiados com radiação gama de ^{60}co**. 2013. 199f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Nuclear)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MARTINS, G. A**. Estudo epidemiológico e da qualidade da água em uma escola de ensino fundamental do município de Uberlândia, MG: aspectos ambientais e sociais.** Dissertação (Mestrado) – Ciências Sociais, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlância, v. 19, n. 1, p. 205-222, 2015.

MÜNZINGER, A. Biomphalaria glabrata (Say), a suitable organism for a biotest. **Environmental Technology Letters**, London, v. 8, n. 1-12, p. 141-148, 1987.

NEVES, D. P. et al**. Parasitologia Humana**.10. ed. São Paulo: Atheneu, 2002.

PALÁCIO, S. M. et al. Estudo da toxicidade de efluente têxtil tratado por foto-fenton artificial utilizando as espécies lactuca sativa e artemia salina. **Engevista**, Maringa. v. 14, n. 2.agosto 2012.

PAULANI, L. M.; BRAGA, M. B**. A nova contabilidade social:** uma introdução à macroeconomia. 3.ed. São Paulo: Saraiva**,** 2007.

PEÑA, L. F. M. **Uso do teste de micronúcleo em eritrócitos circulantes de peixes para monitorização de um local do rio Tibagi e avaliação da genotoxidade de agrotóxicos em bioensaios**. 1996. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

PERON, P. A.; CANESIN, E. A.; CARDOSO, C. M. V. Potencial mutagênico das águas do Rio Pirapó (Apucarana, Paraná, Brasil) em células meristemáticas de raiz de Allium cepa L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 155-159. 2009.

PORTIS, I. G. et al. Bioensaio citogenético para a caracterização da mutagenicidade e citotoxicidade da espécie choclhospermum regium. **REFACER-Revista Eletrônica da Faculdade de Ceres**, Nova Friburgo, v. 5, n. 1, 2016.

REY, L. **Bases da parasitologia médica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à química ambiental.** 2.ed. Porto Alegre: Bookman.v. 2, p.256. 2009

ROSA, D., S. et al. VIBRIO FISCHERI: Uma abordagem prática através da Biotecnologia. M**aiêutica-Gestão Ambiental***,* Indaial, v. 4, n. 1, p. 15-18, 2016.

ROSSETTO, A. L. **Avaliação dos efeitos tóxicos da nanopartícula e micropartícula de óxido de cobre em diferentes organismos aquáticos**. 2016. 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental.) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SANTOS, V. L. et al. Avaliação do processo fenton solar no tratamento de efluente gerado por lavanderia de jeans de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 19, Búzios. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Química, 2012.

SEBRAE. **Características do Empreendedor**. Disponível em: <www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/2d85ff3222c74b561e6b42872abfe35c/$File/5296.pdf > Acesso em: 12 Junho 2016.

SILVA, H. **Reflexões sobre a política de conservação ambiental e a criação de unidades de conservação na Cidade do Recife: o Parque Natural Municipal dos Manguezais Josué de Castro**. 2011. 157f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)-Universidade Federal de Pernambuco, 2011.

SILVA, L. R. et al. Avaliação da radiossensibilidade de hemócitos de Biomphalaria glabrata expostos à radiação gama. **Scientia Plena,** Recife, v *9,* n. 5,maio. 2013.

SILVA, M. C. et al. Descoloração de corantes industriais e efluentes têxteis simulados por peroxidase de nabo (Brassica campestre). **Química Nova***,* São Paulo. *v* 35, n 5, p.889-894, ago. 2012.

SOLOMON, E. I.; SUNDARAM, U. M.; MACHONKIN, T. E. Multicopper oxidases and oxygenases. **Chemical reviews**, Washington, v. 96, n. 7, p. 2563-2606, 1996.

SOUZA, A.; P.; C.; SOUZA, E. A. M.; PEREIRA, N. C. Análise da utilização do coagulante tanino na remoção da cor, turbidez e dqo do efluente têxtil de uma lavanderia industrial. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 16320-16326, 2015.

SOUZA, A.P.C.; SOUZA, E.A.M.; PEREIRA, N. C. Análise da utilização do coagulante tanino na remoção da cor, turbidez e dqo do efluente têxtil de uma lavanderia industrial.Florianópolis. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 16320-16326, 2015.

TALLARICO, L. F. et al. Dominant lethal effect of ^{60}Co gamma radiation in *Biomphalaria glabrata* (SAY, 1818). **Mutation Research***,* Amsterdan, v. 561, p. 139-145, 2004.

TALLARICO, L. F. et al. Dominant lethal effect of 60 Co gamma radiation in Biomphalaria glabrata (SAY, 1818). **Mutation Research. Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, Campinas. v. 561, n. 1, p. 139-145, 2004.

ZAHA, A. et al. **Biologia Molecular básica**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 2003.