



AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE AGUDA COM O ORGANISMO-TESTE *Daphnia magna* AO LONGO DO DIA EM 11 PONTOS COLETADOS NA SUB-BACIA B1 (BACIA DO RIO COCÓ) EM FORTALEZA-CE.

Hélio Oliveira do Nascimento¹, Karoline Lucas de Oliveira², Eduardo de Souza Barbosa², Carlos Rodrigo Lima Pinheiro¹, Sâmara Kersia Melo Sales³, Raimundo Bemvindo Gomes³.

¹Graduandos de tecnologia em Processos Químicos do IFCE.e-mail: helioliveira09@hotmail.com

²Graduandos de Tecnologia em gestão Ambiental do IFCE.e-mail: dugoh_dsb@yahoo.com.br

³Professores da Área de Química e Meio ambiente do IFCE.e-mail: bemvindo@ifce.edu.br

Resumo: O acelerado crescimento da cidade de Fortaleza e sua região metropolitana nas últimas décadas trouxe inúmeros problemas ambientais principalmente para os recursos hídricos, os quais sofrem com a interferência antrópica através do aporte de vários poluentes derivados dos mais diversos usos da água e que causam desequilíbrio nas comunidades aquáticas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento da toxicidade ao organismo-teste *Daphnia magna* STRAUS 1820 em 11 pontos de coleta localizados na sub-bacia B1 do Rio Cocó em dois horários diferentes no mês de abril de 2012. Os testes ecotoxicológicos mostraram que 4 dos pontos analisados (Riacho do Tauape-P3, Canal do Jardim América-P4, Canal do Jardim América, na confluência com o riacho Tauape-P5 e Riacho Tauape, no cruzamento da Eduardo girão com Oswaldo studart-P6) apresentaram imobilidade maior que 50% sendo que esta foi mais expressiva no período da tarde onde chegou a imobilizar 100% dos organismos no Canal do Jardim América-P4 na Amostra bruta e diluída. Foi observado também que nos pontos: Riacho Tauape no cruzamento da Eduardo Girão com Oswaldo Studart-P6 e Riacho Tauape após confluência com o canal da Av. Aguanambi-P5, onde houve maior amplitude térmica ocorreu redução da toxicidade ao logo do dia, nos demais pontos não houve grande variação de temperatura. Diante disso, percebemos que algumas partes do ecossistema analisado apresentaram-se comprometidas, sendo necessário que sejam tomadas as devidas medidas no sentido de reverter a atual situação e evitar que ela continue se agravando. Tais medidas podem ser a fiscalização e o monitoramento das redes coletoras de esgoto com o objetivo de evitar que efluentes não tratados sejam introduzidos clandestinamente nos ecossistemas aquáticos.

Palavras-chave: *Daphnia magna*, organismo-teste, sub-bacia B1, testes ecotoxicológicos

1. INTRODUÇÃO

As formas de uso e ocupação do solo refletem o desenvolvimento do sistema técnico-científico e as relações estabelecidas entre sociedade e natureza, além de denunciar o grau de conservação, preservação e degradação dos recursos naturais face aos processos produtivos (SANTOS, 2006).

Os corpos hídricos urbanos apresentam como característica mais nobre o fato de serem fontes para abastecimento humano, além de influenciarem o equilíbrio dos microclimas, a drenagem pluvial urbana, atividades de piscicultura e lazer (MENEZES *et al*, 2009).

Embora a demanda de água venha crescendo no Brasil e no mundo a qualidade das águas doces vem sendo degradada rapidamente nos grandes centros urbanos (MARTINS & VALENCIO, 2003). Esses ecossistemas estão vulneráveis a impactos derivados da ação antrópica e dos múltiplos usos das bacias hidrográficas. Construções de canais, estradas, descargas de efluentes industriais e domésticos, ocupação irregular e desmatamento das matas ciliares dos rios são alguns exemplos. Esses impactos provocados pelas atividades humanas é a causa da grande problemática ambiental dos grandes centros urbanos e trazem consequências aos recursos hídricos tais como a degradação da qualidade da água, mudanças em sua composição química, acidificação dos rios e lagos e consequentemente aumento da sua toxicidade (TUNDISI, 2008).

No Ceará, o processo acelerado da urbanização trouxe resultados negativos para Fortaleza e sua região metropolitana, mais especificamente para bacia hidrográfica do rio Cocó que se destaca por ser



a maior bacia hidrográfica do município de Fortaleza, ocupando cerca de 220 km² (SANTOS, 2006) (FORTALEZA, 2003). Segundo Santos, (2006) no Ceará, a planície do rio Cocó sofre com a ocupação urbana e industrial desordenada, principalmente face ao acelerado crescimento da região metropolitana de Fortaleza. O autor ainda cita como exemplo a redução de 51,7% das matas ciliares que originalmente protegiam as margens de rios, riachos e lagoas e foram suprimidas para dar lugar a esse tipo de ocupação.

A Bacia hidrográfica do Cocó está subdividida em 6 (seis) sub-bacias: B1, B2, B3, B4, B5 e B6. Dentre as seis sub-bacias a B1 destaca-se por apresentar um elevado índice de urbanização, problemas de escoamento superficial devido ao fato do lençol freático ser elevado, assoreamento dos riachos e canais, subdimensionamento das galerias e deficiência na sua manutenção e ocupação indevida das faixas de proteção (FORTALEZA, 2003).

A sub-bacia B1 é composta pelos recursos hídricos: Lagoa do Porangabuçu, Riacho Tauape, Lagoa do Opaia e Canal da Av. Aguanambi. De acordo com Fortaleza (2003) após a caracterização física, química e bacteriológica das águas da bacia hidrográfica do Cocó, observou-se elevada deterioração na qualidade das águas de dois dos principais recursos hídricos da referida sub-bacia (Lagoas de Porangabuçu e do Opaia).

Desta forma, faz-se necessário o uso de técnicas que permitem avaliar o grau de comprometimento desses recursos hídricos causados pela ação antrópica e, dentro deste contexto, a ecotoxicologia tem se apresentado como excelente alternativa, principalmente associada a estudos de caracterização físico-química.

Os testes de toxicidade são uma ferramenta eficaz para avaliar o mecanismo de ação e os efeitos dos poluentes naturais ou sintéticos sobre os seres vivos que habitam esses ecossistemas. No meio hídrico a toxicidade dos poluentes é avaliada com sedimentos do meio ou organismos presentes na coluna d'água. A finalidade desses ensaios é determinar a toxicidade de efluentes líquidos, lixiviados de resíduos sólidos, estabelecerem limites de lançamento desses efluentes no corpo hídrico para a proteção da vida aquática (ZAGATTO; BERTOLETTI, 2008).

O conhecimento da toxicidade dos agentes químicos a diferentes organismos aquáticos possibilita a avaliação do impacto que esses poluentes causam a biota aquática bem como permite o estabelecimento de limites permissíveis de vários compostos para a proteção da vida nos corpos hídricos (ZAGATTO; BERTOLETTI, 2008).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade aguda das águas da sub-bacia B1 do rio Cocó, Fortaleza-CE, aos organismos *Daphnia magna* STRAUS 1820 coletados nos dias 24 e 25 de abril de 2012, em 11 pontos de coleta, em dois horários (9h e 15h).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A sub-bacia B-1 localiza-se à margem esquerda do Rio Cocó sendo constituída de 7 (sete) microbacias: as lagoas de Porangabuçu e do Opaia; o canal do Jardim América, o canal da Avenida Aguanambi; o riacho Parreão e seus afluentes; os córregos afluentes à área do Parque Rio Branco e o riacho Tauape que é o curso d'água principal da sub-bacia, estendendo-se por todo o percurso da Av. Eduardo Girão, seguindo pela área do conjunto Lagamar até desaguar no rio Cocó. Foram avaliados 11 pontos de amostragem ao longo desta sub-bacia, descritos na Tabela 1 e dispostos na Figura 1.

Tabela 1: descrição dos pontos de amostragem.

Pontos	Descrição dos pontos de amostragem
Ponto 1	Sangradouro da lagoa do Porangabuçu;
Ponto 2	Riacho afluente do sistema de amortecimento Damas 1;
Ponto 3	Riacho do Tauape (continuação do riacho sangradouro da lagoa prangabuçu), antes da confluência com o canal do Jardim América;
Ponto 4	Canal do Jardim América, na confluência com o riacho Tauape;
Ponto 5	Canal do riacho Tauape após confluência com o canal do Jardim América;

Ponto 6	Canal do riacho Tauape, no cruzamento das ruas Eduardo Girão e Oswaldo Studart;
Ponto 7	Sangradouro da Lagoa do Opaia;
Ponto 8	Confluência dos córregos que cortam o Parque Rio Branco
Ponto 9	Riacho Tauape após confluência com o riacho Parreão, na Av. Eduardo Girão;
Ponto 10	Canal da Avenida Aguanambi;
Ponto 11	Riacho Tauape após confluência com o canal da Av. Aguanambi.

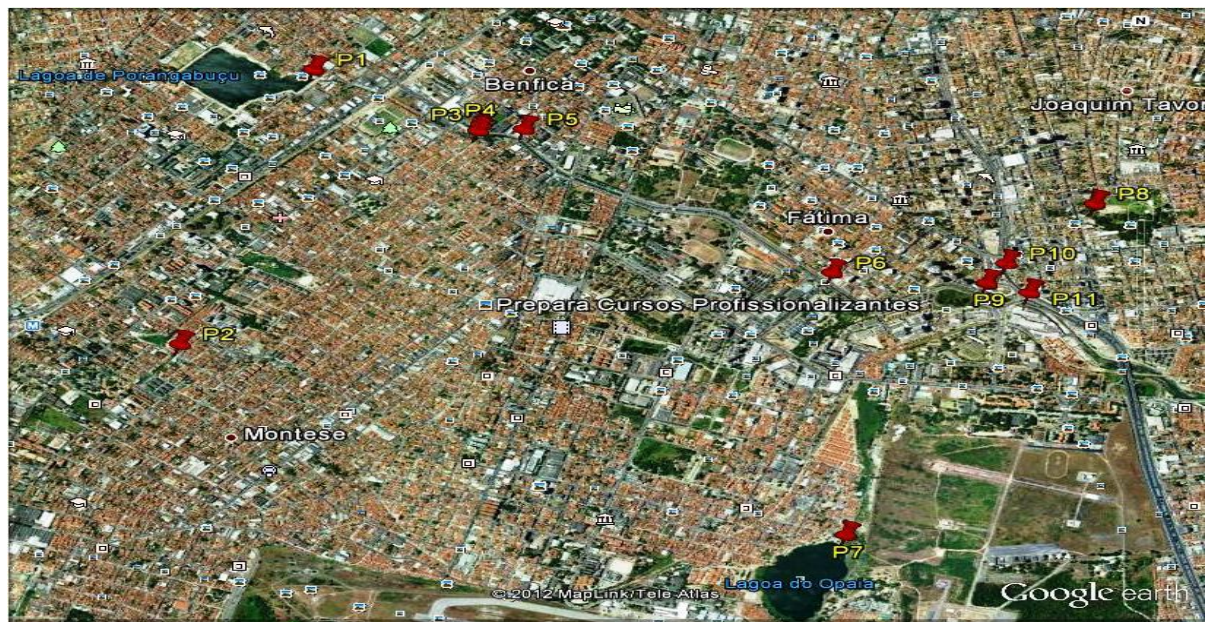


Figura 1: Localização dos pontos de coleta.

Amostragem

A coleta foi realizada nos dias 24 e 25 de abril de 2012, em frascos plásticos de 1L previamente descontaminados com solução de HCl 10% e mantidas em caixas isotérmicas (entre 4 e 10°C) até a entrada no laboratório, onde as amostras foram mantidas congeladas por um período inferior a 60 dias até a realização dos testes de acordo com a Norma 12.713:2004 da ABNT.

No primeiro dia foram coletados os pontos 1, 2, 3, 4, 5, e 7, e no segundo, pontos 6, 8, 9, 10, e 11. Para todos os pontos foram realizadas duas coletas, uma às 9h e outra às 15h.

Ensaio Ecotoxicológicos

A metodologia utilizada para a realização do teste está descrita na Norma 12.713:2004 da ABNT: Ecotoxicologia aquática – Toxicidade Aguda – Método de ensaio com *Daphnia* spp (Cladocera, Crustacea).

O método consistiu na exposição de organismos jovens (neonatos com idade de 2 a 26 horas) às amostras de água sem diluição e diluídas na proporção de 1:2 (50%), bem como à água de diluição (controle), durante um período de 48 horas, considerando-se as condições prescritas na referida norma.

Todas as amostras foram filtradas e submetidas à análise das variáveis: pH, oxigênio dissolvido e dureza total, no início do teste, de acordo com APHA *et al*, (2005). O pH das amostras foi ajustado a fim de minimizar interferências.

Os testes foram realizados em copos plásticos transparentes com 100 mL de capacidade devidamente descontaminados com solução de HCl 10% e identificados; nos quais foram dispostos, 40 mL de amostra bruta ou da diluição, como mostrado na Tabela 2. Para cada ponto foram feitas três réplicas, contendo 10 neonatos por réplica e também no controle. Os recipientes foram então



incubados a $20 \pm 1^\circ\text{C}$, sem iluminação nem alimentação, por 48 ± 3 horas. Durante o período do teste os recipientes foram cobertos com filme PVC para evitar a evaporação e prevenir alguma contaminação.

Tabela2 - Preparo de diluições-teste da amostra

Concentração	Amostra (mL)	Água de diluição (mL)	Volume final (mL)
Controle	-	40	40
100%	40	-	40
50%	20	20	40

Após o período de exposição, procedeu-se a contagem dos organismos imóveis, assim quantificados aqueles incapazes de nadar na coluna d'água durante um período de até 15 segundos após uma leve agitação do recipiente ou aqueles flutuantes na superfície, mesmo que apresentando movimento, obtendo-se a porcentagem de organismos imóveis em cada concentração (100% e 50%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos testes ecotoxicológicos e dos parâmetros físicos e químicos são apresentados nas tabelas seguintes.

Tabela 3 – Percentuais de imobilidade dos organismos-teste nas diversas concentrações da amostra.

Pontos	9h		15h	
	% imobilidade conc. 100%	% imobilidade conc. 50%	% imobilidade conc. 100%	% imobilidade conc. 50%
P1	0	0	0	0
P2	3,33	3,33	0	0
P3	53,33	26,67	6,67	0
P4	0	10	100	100
P5	6,67	3,33	96,67	6,67
P6	63,33	0	0	0
P7	6,67	0	0	0
P8	0	0	0	0
P9	0	0	0	0
P10	3,33	0	3,33	0
P11	3,33	3,33	0	0

Tabela 4: Parâmetros de monitoramento ecotoxicológicos dos pontos de coletas.

Pontos	Oxigênio dissolvido (mg de O ₂ /L)		Dureza (mg de CaCO ₃ /L)		pH	
	9h	15h	9h	15h	9h	15h
P1	1,04	5	112,75	94,63	7,45	7,79
P2	3,58	4,47	82,54	161,07	7,71	7,59
P3	3,8	3,1	108,72	114,76	7,77	7,8
P4	3,8	3,8	96,64	146,97	8,57→7,62	7,54
P5	3,6	3,9	106,71	136,91	8,4 → 7,86	6,62→7,82



P6	3,89	3,6	134,89	126,8	7,77	8,62→7,57
P7	3,27	2,6	76,5	76,5	9,25→7,53	8,7→7,85
P8	3,3	4,66	175,1	185,23	7,23	7,6
P9	4,35	4,43	120,77	126,62	7,53	8,63→7,83
P10	3,96	5,087	99,348	142,2	8,25→7,72	8,66→7,56
P11	3,5	4,6	198,7	198,63	8,4→7,5	8,6→7,9

Tabela 5: Outros parâmetros físicos e químicos de controle.

Pontos	Nitrogênio Amoniacal Total		Temperatura		Pontos	Nitrogênio Amoniacal Total		Temperatura	
	9h	15h	9h	15h		9h	15h	9h	15h
P1	3,98	2,23	29,5	31,1	P7	0,25	0,25	30,8	30,6
P2	3,49	4,27	29,5	30,3	P8	1,46	1,24	29,9	29,3
P3	6,94	2,32	30,5	30,8	P9	2,69	3,15	29,7	33,2
P4	2,75	3,54	31,4	32,2	P10	0,83	0,24	30,1	30,5
P5	3,83	0,46	31,1	31,3	P11	3,16	2,36	30,4	33,6
P6	2,78	4,14	30	33,9					

Embora o pH tenha sido corrigido em todos os pontos que estavam fora das condições ideais de cultivo da espécie *Daphnia magna*, o mesmo não ocorreu para a dureza da água que se encontrava fora das condições ideais. Isso pode ter sido a causa de pequenas interferências verificadas nos pontos 2, 4, 7, 10 e 11. Segundo Knie & Lopes (2004) o valor da dureza total correlacionado com o valor do pH pode influenciar significativamente nas sensibilidades dos organismos-teste a substâncias químicas, ou alterar seus comportamentos mesmo que haja pequenas variações de dureza. Os neonatos, por sofrerem de 3 a 5 vezes mais ecdise do que os organismos adultos estão mais sensíveis a variações de dureza (BUIKEMA *et al* 1980 *apud* ZAGATTO; BERTOLETTI, 2008).

As amostras dos pontos 1, 8 e 9 não apresentaram imobilidade em nenhum dos dois horários, observando-se neste caso, que os valores de pH e OD concordavam com as especificações da norma. Com relação aos valores de dureza, o ponto 8 estava ideal e os outros dois estavam abaixo das condições ideais.

Ao coletar-se ponto 1 (sangradouro da Lagoa do Porangabuçu), foi observado que a área de preservação permanente do ecossistema (APP) foi revitalizada, exibindo alguma vegetação ciliar especialmente na área antes ocupada irregularmente e atualmente liberada, tais fatores contribuíram para a melhoria da qualidade desse ecossistema que, mesmo recebendo ainda elevada carga orgânica a partir de entradas pontuais (galerias pluviais com ligações clandestinas de esgotos) passou a apresentar um grau de depuração maior após a reestruturação de sua área. Também não foram encontradas fontes pontuais que pudessem conferir toxicidade ao longo do canal, fontes difusas podem ter aparecido durante a extensão do mesmo, mas a auto-depuração dos poluentes pelo trecho foi favorecida, principalmente devido a pequenos desníveis que há ao longo do canal que ajudam na aeração e conseqüente oxidação dos compostos.

O Riacho afluente do sistema de amortecimento Damas 1 (P2) e o Riacho Tauape após confluência com o canal da Av. Aguanambi (P11) apresentaram um pequeno percentual de imobilidade no período da manhã e nenhuma no período da tarde. Observa-se que a dureza do ponto 11 estava ideal e que a sua pequena toxicidade, provocada pela pequena quantidade de poluentes foi revertida no segundo horário, provavelmente devido ao aumento de temperatura ao longo do dia, a qual intensifica as atividades de autodepuração, consistindo assim em um dos fatores considerados

importantes no processo autodepurativo, assim como a concentração da saturação de oxigênio, a velocidade do curso d'água e a vazão do trecho (SPERLING, 2005).

O fenômeno de autodepuração se desenvolve no sentido de transformar os compostos orgânicos em substâncias inertes e não prejudiciais do ponto de vista ecológico, consistindo no restabelecimento do equilíbrio do meio aquático, posteriormente às alterações produzidas (SPERLING, 2005).

Os pontos coletados no Sangradouro da Lagoa do Opaia (P7) e Canal da Av. Aguanambi (P10) apresentaram pequena toxicidade pela manhã nas amostras brutas, as quais estando diluídas não causaram imobilidade em nenhum organismo. O mesmo fato ocorreu com o ponto 10 a tarde.

O ponto 3 apresentou imobilidade maior do que 50% na amostra bruta e manteve a proporção na amostra diluída no período da manhã, essa toxicidade provavelmente deveu-se ao lançamento de esgoto transbordado de sua rede coletora ocasionada por chuvas no dia da coleta. Tal fato é mostrado na figura 2 e pode ser evidenciado pelas altas concentrações de nitrogênio amoniacal total no período da manhã em detrimento do período da tarde de acordo com a tabela 5.



Figura 2: Transbordamento de esgoto no Ponto 3.

Os pontos 4 e 5 apresentam maior toxicidade a tarde, é necessário lembrar que o ponto 5 é confluência dos pontos 3 e 4. Assim, a sua toxicidade pode ter sido mais influenciada pelo ponto 4 a tarde do que pelo ponto 3 na manhã, porém a toxicidade do ponto 3 pode ter sido evidenciada no ponto 5 somente a tarde.

Nota-se que a toxicidade dos pontos 4 e 5 aumenta ao longo do dia, provavelmente devido à realização de possíveis atividades geradoras de toxicidade como lançamentos clandestinos de esgotos nos ecossistemas hídricos, e excessiva quantidade de resíduos sólidos, criando zonas mortas que, via de regra, favorece o desenvolvimento de macrófitas aquáticas, além da presença de lixo em alguns locais. O ponto 4, assim como os pontos 1, 7 e 9, foi analisado por (OLIVEIRA *et al*, 2011), apenas ele apresentou elevada toxicidade (93,33%) o que sugere que essas possíveis atividades geradoras de toxicidade são muito frequentes. Observa-se também que não houve grande variação de temperatura ao longo do dia, o que sugere que esta não influenciou a toxicidade apresentada.

O ponto 6, localizado no Canal do riacho Tauape, no cruzamento das ruas Eduardo Girão e Oswaldo Studart, apresentou imobilidade maior do que 50% apenas no período da manhã e com a amostra bruta, fato não evidenciado quando a amostra foi diluída e ou no período da tarde. Essa toxicidade foi reduzida a zero provavelmente devido ao aumento da temperatura ao longo do dia (Tabela 5), assim como ocorreu no ponto 11 em menores proporções.

Esse comportamento da toxicidade alta durante a manhã e ausente no período da tarde, pode estar correlacionado a despejos de teor orgânico nas proximidades desse ponto, o que é mais facilmente degradado pela atividade oxidativa no canal, reduzindo a taxa de toxicidade causada por eles.



4. CONCLUSÕES

Dos 11 pontos analisados, os pontos 3, 4, 5 e 6 apresentaram expressiva toxicidade especialmente nos pontos 4 e 5 no período da tarde.

Com relação ao comportamento da toxicidade ao longo do dia observa-se que esta diminuiu nos pontos 6 e 11, nos quais houve maior amplitude térmica e não influenciou no restante dos pontos.

A toxicidade do ponto 3 no primeiro horário deveu-se provavelmente a contribuição de esgoto transbordado. O qual é considerado um evento esporádico, e espera-se que não ocorra rotineiramente.

A toxicidade apresentada está relacionada aos diversos usos e ocupação do solo na sub-bacia analisada. A qual sofre as conseqüências do processo acelerado de urbanização sem a devida infraestrutura.

Assim, faz-se necessário o devido monitoramento da qualidade dos ecossistemas aquáticos para denunciar situações de desequilíbrio nessas comunidades aquáticas.

REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12713: **Ecotoxicologia aquática – Toxicidade Aguda – Método de ensaio com *Daphnia spp.* (Cladocera, Crustacea)**. Rio de Janeiro, 2004. 21p.
- APHA, 2005. **Standard methods for the Examination of Water and Wastewater**, 21th ed. 2005.
- BUIKEMA, A.L.Jr.; GEIGER, j.g.; LEE, d.r.1980. **Daphnia toxicity testes – Aquatic invertebrate bioassays, ASTM STP 715**. Buikema, A.L.Jr; Cairns, J.J (eds.) American Society and Testing Materials. Philadelphia, Pensilvania, p. 48-69.
- FORTALEZA. Secretaria do Meio Ambiente – SEMAM. **Inventário Ambiental de Fortaleza**. Fortaleza, 2003. 252p.
- KNIE, J. L. W.; LOPES, E. W. B. **Testes Ecotoxicológicos: Métodos, Técnicas e Aplicações**. Florianópolis: FATMA/GTZ (Agência Alemã de Cooperação Técnica), 2004. P. 15, 23, 110
- MARTINS, Rodrigo; Constante. VALENCIO, Norma Felicidade Lopes da Silva- **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil: desafios teóricos e político-institucionais**. São Carlos: RiMa, 2003. 307p.
- MENEZES, Francisca Dalila; GOMES, Raimundo Bemvindo; DIAS, Amanda Ferreira; LOPES, Ismael Kesley Carloto; **Isolamento de *Scenedesmus capitaus* para aplicação em ensaios ecotoxicológicos nos ecossistemas aquáticos da Bacia Do Rio Cocó, Fortaleza-Ce.2009**.
- OLIVEIRA, K. L.; GOMES, R. B.; SALES, S. K. M.; LIMA I. S.; NASCIMENTO, H. O. **Utilização de ensaios ecotoxicológicos para avaliar a qualidade da bacia hidrográfica do rio cocó (sub-bacia b1) fortaleza-ce, utilizando como organismo-teste o microcrustáceo *daphnia magna***. VI Congresso de pesquisa e inovação da rede norte e nordeste de educação tecnológica. Natal –RN. 2011.
- SANTOS, Jader de Oliveira. **vulnerabilidade ambiental e áreas de risco na bacia hidrográfica do rio cocó – Região Metropolitana de Fortaleza – Ceará, 2006**.
- TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M.. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- VON SPERLING, M. N. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452p.
- ZAGATTO, P.A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia aquática: Princípios e Aplicações**. 2ª Ed. São Carlos: RiMa, 2008, 117p.



19 a 21 de outubro - Ciência, tecnologia e inovação: ações sustentáveis para o desenvolvimento regional