

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E ECOTOXICOLÓGICA DO IGARAPÉ OURO PRETO DO MUNICÍPIO DE OURO PRETO DO OESTE – RONDÔNIA

Adecezar Rodrigues de Campos¹
Jazimara de Castro de Souza²
Rosineide Vieira Góis³
Renan Fava Marson⁴

RESUMO – O estudo avaliou os níveis de contaminação do Igarapé Ouro preto, do município de Ouro Preto do Oeste - Rondônia. O igarapé possui cerca de 6 km de extensão em área urbana, tornando-se suscetível a contaminação por efluentes domésticos e industriais. As análises físico-químicas quantificaram os elementos presentes na água comparando-as com a Resolução nº 357/2005 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) e os testes de toxicidade foram realizados com a *Lactuca Sativa* (semente de alface), obedecendo ao RAS (Regra de Análises de Sementes). Foram coletadas 3 amostras do igarapé, sendo submetidas aos testes nos laboratórios de Pesquisa e Botânica do Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná, por meio de Fotocolorímetro e kits prontos. Observou-se que o igarapé está em desacordo com as normas vigentes no país, apresentando resultados para Cloro (Cl), Manganês (Mn) e Nitrito acima dos valores de referência, tendo ainda resultados positivos em relação ao teste de toxicidade, que influenciaram no baixo desenvolvimento das raízes da planta em alguns pontos da coleta.

Palavras-chave: Análise físico-química; ensaio toxicológico; efluentes domésticos e industriais.

PHYSICAL-CHEMICAL AND ECOTOXICOLOGICAL ANALYSIS OF THE BLACK GOLD IGARAPE OF THE OURO BLACK MUNICIPALITY OF THE WEST – RONDÔNIA

ABSTRACT - The study evaluated the levels of contamination of the Igarapé Ouro preto, in the municipality of Ouro Preto do Oeste - Rondônia. The igarapé has about 6 km of extension in urban area, becoming susceptible to contamination by domestic and industrial effluents. The physical-chemical analyzes quantified the elements present in the water and comparing them with Resolution No. 357/2005 of CONAMA (National Environmental Council) and toxicity tests were carried out with *Lactuca Sativa* (lettuce seed), obeying the RAS (Seed Analysis Rule). Three samples of the igarapé were collected, being submitted to the tests in the Research and Botany laboratories of the Lutheran University Center of Ji-Paraná, by means of photocolormeter and ready kits. It was observed that the igarapé is in disagreement with the norms prevailing in the country, presenting results Chlorine (Cl), Manganese (Mn) and Nitrite above the reference values, and still had positive results in relation to the toxicity test, which influenced in the low development of the roots of the plant in some points of the collection.

Keywords: Physico-chemical analysis; toxicological test; domestic and industrial effluents.

¹ Graduando em Biomedicina pelo Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná/CEULJI/ULBRA, cezarcampos2012@hotmail.com

² Graduando em Biomedicina pelo Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná/CEULJI/ULBRA, maraah_souza.17@hotmail.com

³ Biomedica, Mestre em Biologia Celular e Molecular, docente do Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná/CEULJI/ULBRA, rosineidegois@hotmail.com

⁴ Biomédico, Mestre em Bioengenharia, docente do Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná/CEULJI/ULBRA, Avenida Engenheiro Manfredo Barata da Fonseca, nº 762 – Cx Postal 61, Ji-Paraná, Rondônia, Brasil, CEP 76907-438, renanfmanson@gmail.com.

INTRODUÇÃO

A história da humanidade esta diretamente ligada a como nós seres humanos manipulamos os recursos hídricos do planeta, já que a maioria do nosso processo de colonização se deu as margens de cursos de água. Com o aumento da população e o desenvolvimento industrial, a água passou a ser utilizada como se fosse infinita, porem, apenas 2,5% da água do planeta é de água doce, sendo 0,3% aptas para exploração e consumo, ou seja, aquelas que garantem o acesso fácil a população, advindo também dessa parte a utilizada para o abastecimento público e industrial, produção de energia elétrica, irrigação agrícola, lazer, etc. (IDEC, 2002).

A água é elemento essencial para a sobrevivência de todos os seres vivos, fazendo parte da composição do corpo humano, ocupando 70% do citoplasma e todas as reações de nosso metabolismo são feitas por seu intermédio. Ela está presente no sangue e a perda de apenas 10% de seu total provoca danos graves e 20% pode levar o indivíduo à morte. É uma substância fundamental para a vida, pois em média necessitamos de 2,5 litros de água por dia para satisfazer nossas necessidades vitais, utilizando-a para a regulação da temperatura corporal e também servindo como veículo de absorção e eliminação de substâncias do nosso organismo (TELLES e COSTA, 2007).

A sua distribuição no planeta é irregular, segundo Mierzwa e Hespanhol (2005), a disponibilidade de água nas regiões tem variações devido às condições climáticas, podendo ser afetadas pelo seu uso excessivo ou poluição doméstica e industrial. Além disso, com o desenvolvimento industrial, urbano, agrícola e o avanço das ciências médicas contribuíram para o aumento da população, tendo o gasto diário de água aumentado significativamente, tornando-a mais escassa, (MARTINS, 1995).

O conceito de recurso sem fim da água se apresenta com grande força no Brasil, pois dispomos de cerca de 13% de toda a água doce do planeta, não deixando transparecer sua escassez nas áreas de clima desfavorável e regiões metropolitanas do sudeste brasileiro. A qualidade desta água própria para o consumo e sua disponibilidade, influencia diretamente a vida, sendo o recurso que mais limita o desenvolvimento humano em qualquer região do planeta.

Preservar este ciclo vital da água é estabelecer a condição mínima para a sobrevivência da humanidade. O desenvolvimento das cidades, a impermeabilização das ruas pelo asfalto,

calçadas, etc. vem reduzindo o abastecimento dos cursos subterrâneos de água, impedindo que ela volte ao subsolo e também inviabilizando a perfuração de poços para atender as necessidades cotidianas. O fato se torna grave porque uma parte da poluição dos corpos aquáticos tem origem nesse escoamento superficial de materiais orgânicos e inorgânicos dissolvidos ou em suspensão sobre áreas impermeáveis, através das redes de drenagem (BOLLMANN e MARQUES, 2006).

Não bastasse isso, o lançamento de efluentes líquidos domésticos e industriais sem o tratamento adequado são as maiores fontes de poluição do ambiente aquático. Segundo BOON (1992), o pensamento de que a água se renova, levou a humanidade a escoar seus esgotos e diversos líquidos em rios como destino final, porém a maioria destes efluentes são complexos e seus efeitos sobre a biota são profundos. O efluente doméstico (que inclui residências, instituições, hospitais e comércio) se origina do alto consumo de água pela população. Conforme VON SPERLING (1995), esgotos domésticos são constituídos de 99,9% de água e 0,1% são sólidos orgânicos, inorgânicos e microrganismos, tendo esta pequena fração necessidade de tratamento.

Os lançamentos destes efluentes em corpos hídricos podem alterar também a concentração de metais pesados no meio ambiente, podendo através das águas pluviais, infiltrarem e atingirem o lençol freático contaminando a água subterrânea. Desta forma, grandes quantidades de substâncias químicas em corpos hídricos, provocam modificações negativas do estado químico, físico e biológico dessas águas. Assim o círculo vicioso se fecha, porque, além da fauna e da flora nos ecossistemas, os causadores de contaminação são também prejudicados, pois necessitam de água limpa para os diversos fins (KNIE e LOPES, 2004).

A qualidade hídrica das águas e dos efluentes aquosos é controlada pela análise físico-química que é responsável pela quantificação e identificação das substâncias poluidoras e pela análise biológica que qualifica os impactos causados por essas substâncias no ecossistema. Os poluentes das águas mais encontrados são os metais pesados, a radioatividade, poluentes orgânicos refratários como é o caso dos detergentes sintéticos, defensivos agrícolas, petróleo e os poluentes orgânicos biodegradáveis (BRAGA, 2002).

A toxicidade dos recursos hídricos é estudada pela ecotoxicologia. O bioensaio é o estudo complementar que auxilia a análise físico-química a avaliar o efeito que qualquer tipo de efluente venha ter sobre os seres vivos, levando em conta, a sensibilidade destes a exposição química e as que tenham relação com a toxidade. Estes bioensaios são feitos em laboratório e determinam o grau biológico de uma ou mais substâncias desconhecidas ou de

uma substância teste, através de comparação experimental em cultura de células vivas ou organismo-teste. Os testes ecotoxicológicos elevam o controle de qualidade das águas a um melhor nível (KNIE e LOPES, 2005).

Os testes de toxicidade se dividem em agudos ou crônicos. A toxicidade aguda são ensaios de curta duração, abrangendo só parte do ciclo de vida do organismo-teste. Avaliam a mortalidade ou não e a influencia de alguma substância em seu desenvolvimento. A toxicidade crônica é avaliada por estudos longos, que abrangem todo o ciclo de vida do organismo-teste, avaliando reprodução, crescimento e deformidades. Os efeitos crônicos persistem por um longo período de tempo, e podem ser evidentes imediatamente após a exposição ou não (DUFFUS, 1993).

Os efeitos de toxicidade nas plantas aparecem quando alguns de seus constituintes (íons tóxicos) seja da água ou do próprio solo forem absorvidos e se depositem nos tecidos em concentrações altas que possam provocar danos e retardar seu desenvolvimento (AYERS & WESTCOT, 1991). A germinação desta planta é consequência de uma série de eventos fisiológicos que sofre influencia de fatores externos (ambientais) e internos (dormência, inibidores) (NASSIF et al., 1998). Estão provadas que, os ensaios de toxicidade utilizando sementes são ferramentas eficientes para avaliação da potencialidade da toxicidade de águas não tratadas, tornando as sementes organismos muito utilizadas para ensaios toxicológicos que não necessitam de equipamentos modernos ou técnicas complicadas e nem ambientes muito controlados, tornando-se um método simples, popular para uma avaliação da qualidade dos cursos de água. Recursos hídricos negativos reduzem muito a absorção de água pelas sementes, podendo influenciar no processo germinativo (BANSAL *et al.*, 1980 apud TORRES *et al.*, 1999). Estresses hídricos diminuem a velocidade e porcentagem de germinação, sendo que para cada espécie, há um limite em que o potencial hídrico não permite ocorrer o processo de germinação (ADEGBUY *et al.*, 1981 e THERIOS, 1982 apud TORRES *et al.*, 1999).

O ensaio utilizando *Lactuca sativa* analisa o efeito tóxico sobre a germinação das amostras e crescimento de suas raízes, avaliando os dois processos ao mesmo tempo, sendo um dos testes mais utilizados e recomendados por agencias internacionais para tal finalidade. Um mínimo efeito tóxico em plantas tende a afetar toda a engrenagem de um ecossistema, tendo como resultado a depleção de oxigênio e baixa na produtividade primária (WANG e FREEMARK, 1995).

A avaliação do nível de contaminação do recurso hídrico do Igarapé Ouro preto, no Município de Ouro Preto do Oeste/RO, foi realizada mediante análise físico-química e teste

ecotoxicológico através do bioindicador *Lactuca Sativa* (semente de alface), que tem se mostrado eficaz para ensaios de toxicidade, por sua resistência a longas estocagens sem perda de viabilidade em ambiente seco e sua sensibilidade a qualquer estresse ambiental, além do baixo custo e facilidade no manuseio.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do projeto e pontos de coleta

O estudo é uma análise físico-química e ensaio ecotoxicológico, tendo como base a planta *Lactuca sativa*, no igarapé Ouro Preto, no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia, localizado as margens da Br 364, tendo como latitude: 10°44'53" e longitude: 62°12'57", com altitude de 280m e área de 1.978,2 km². Os testes foram realizados no laboratório de Pesquisas Biomédicas e laboratório de Botânica do Centro Universitário Luterano de Jiparaná.

Foram coletadas 3 amostras intencionais em pontos diferentes ao longo do curso de água, tendo como critério as 3 principais avenidas do município: P₁ – Avenida Governador Jorge Teixeira; P₂ – Avenida XV de Novembro; P₃ – Avenida Capitão Silvio Gonçalves de Farias.

Análise físico-química

As análises físico-químicas foram realizadas em aparelho Fotocolorímetro: AT 100PII da Alfa Kit[®], seguindo a metodologia das bulas do fabricante dos reagentes, onde foram avaliados os seguintes parâmetros: Alumínio, Amônia, Cloro, Ferro, Manganês, Nitrato e Nitrito e comparados com as normas do CONAMA e do Ministério da Saúde e Meio Ambiente.

Teste ecotoxicológico

O ensaio toxicológico foi realizado seguindo a metodologia baseada no RAS – Regras de Análise de Sementes, 2009 e KEDDY et al., 1995.

Preparo das amostras

As amostras foram coletadas em frascos de plástico 1/L para as análises físico-químicas e frascos de polietileno esterilizados de 2/L para o ensaio ecotoxicológico. Foram coletadas a cerca de 20 cm de profundidade e 1m longe da margem, evitando partículas grandes, detritos, folhas ou qualquer outro elemento acidental na amostra. Os frascos foram

fechados, identificados, acondicionados em caixa de isopor refrigerados a 4° C e encaminhados ao local de armazenamento, conforme Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Norma Brasileira (NBR) 9898/1987.

Para cada amostra foram feitas 4 (quatro) placas e o controle negativo (Testemunha), utilizando para tanto água destilada, sendo esperada uma germinação de aproximadamente 80%. Ao todo foram utilizadas 16 placas de Petri, que foram lavadas com água destilada, embaladas e autoclavadas a 121° C por 30 minutos e posteriormente secas em estufa. Foi feita a descontaminação da bancada onde foi realizado o procedimento, utilizando álcool 70%. As placas foram forradas com 3 (três) folhas de papel filtro cortados no formato do fundo das mesmas, sendo adicionado 7/mL de amostra ou controle e semeadas 25 sementes de *Lactuca sativa* (alface) foram dispostas bem espalhadas em cada placa, para não haver interferência na germinação e crescimento. As placas de Petri foram colocadas em estufa de germinação na temperatura de 25° C por cinco dias na presença de luz, pois são fotoblásticas e dependem de luz para germinarem.

Após o prazo estipulado para a germinação das sementes, foram observadas e consideradas germinadas as sementes que emitiram hipocótilo acima de 0,2 mm. As leituras foram realizadas do 2° ao 5° dia após a semeadura, sendo analisados os parâmetros de porcentagem de germinação (PG), tempo médio de germinação (TMG), velocidade média de germinação (VGM) e comprimento médio de raiz primária (CMR). As análises quanto ao tempo médio de germinação foram calculadas segundo Edmond e Drapalha (1958) e velocidade média de germinação, segundo Laboriau (1983) e Silva e Nakagawa (1995).

Os resultados foram submetidos à Resolução 357/2005 do CONAMA, à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADO E DISCUSSÃO

A qualidade da água é representada em vários parâmetros, conforme a necessidade que cada análise exige, terminando por demonstrar as suas características físicas, químicas e biológicas. A determinação de cada classe de água deve seguir os parâmetros da Resolução nº 357/2005 do CONAMA, publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63 - Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2010, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para seu enquadramento.

Os resultados obtidos através das análises físico-químicas das amostras de água do Igarapé Ouro Preto, situado no município de Ouro Preto do Oeste/RO, estão descritos na tabela 1

TABELA 1. Resultados obtidos na análise físico-química dos diferentes pontos de coleta e sua comparação com os padrões de qualidade de águas de corpos de Classe I, segundo a resolução do CONAMA n° 357 (Brasil, 2005).

	Ponto de Coleta			
	P1 (mg/L)	P2 (mg/L)	P3 (mg/L)	VR ¹ (mg/L)
Alumínio	0,08	0,02	0	0,1
Amônia	0	0,67	0	*
Cloro	0,17	0	0	0,01
Manganês	0	0,25	0,15	0,1
Nitrato	0	1,54	1,15	10
Nitrito	0,04	1,75	0,28	1,0
Ph	6	5	6	6 a 9,0

¹ – Valor de referência de acordo com a resolução 305/2005 do CONAMA, Tabela 1 – Classe 1 e 2.

* 3,7 mg/L, pH =<7,5; 2,0 mg/L, 7,5 < 8,0; 1,0 mg/L, 8,0 < 8,5; 0,5 mg/L, > 8,5.

Fonte: Acervo pessoal.

Análise físico-química

Em relação aos parâmetros físico-químicos Alumínio, Amônia e Nitrato, os mesmos encontravam-se dentro dos índices recomendados pelas normas da legislação brasileira nos 3 pontos de coleta.

O parâmetro Cloro (Cl) apresentou-se acima do valor de referência no Ponto 1, estando com valores normais nos demais pontos de coleta. O cloro é um produto químico bastante utilizado na desinfecção da água como agente bactericida. A avaliação deste parâmetro serve para controle da dosagem que está sendo aplicada e conseqüentemente acompanhar sua evolução durante o tratamento (BRASIL 2006b). Seus valores acima da média são prejudiciais a saúde humana, podendo desencadear a produção de radicais livres no organismo causando danos celulares, sendo a maior parte do cloro absorvido através da pele e inalado no vapor do banho.

Há alguns anos estudos relacionaram fracas estatísticas que ligavam o subproduto do cloro chamado trihalometano. Segundo GETER et al. (2004), ratos que ficaram expostos a níveis de trihalometanos, apresentavam alteração no DNA, pois havia a quebra da cadeia *stands breacks (SB)* representativa, porem não alteraram o DNA do fígado e do tecido epitelial.

Estudos dos últimos 10 anos demonstram que poluidores químicos presentes no ambiente, se ingeridos por organismos aquáticos, podem alterar o DNA destes, resultando em mutagênese, teratogênese e carcinogene (KURELEC, 1993 *apud* MONDARDO, 2004). Porém, a Agência Internacional para Pesquisa sobre Câncer (International Agency for Research on Cancer – IARC) ao avaliar tais estudos e concluiu que não é possível afirmar que o consumo de água com cloro provoque algum tipo de câncer no ser humano.

O parâmetro Manganês (Mn) apresentou valores acima da referência nos Pontos 2 e 3, estando com valor normal no Ponto 1. O manganês consiste em um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre, estando distribuídos em solos, sedimentos, rochas, água e materiais biológicos. Este elemento é altamente importante para as funções vitais dos animais superiores, bem como para o crescimento das plantas.

As redes de drenagem de superfícies urbanas são conhecidas como fontes de metais e outros contaminantes (BOLLMANN & MARQUES, 2006). Considerando que os metais podem ser arrastados para o córrego pelo escoamento superficial gerado com as precipitações pluviométricas, é possível ter ocorrido um acúmulo desses no leito do curso de água durante o período de chuvas do ano anterior e esse metal provavelmente foi arrastado para o córrego, especificamente no ponto 2, onde há uma intersecção que recebe água de um igarapé menor que foi canalizado para o local, resultando no aumento das suas concentrações.

Segundo CARLSON et al. (1997) a alta gama de efeitos negativos, incluindo coloração, sabor e problemas em canalizações, devem-se a presença de ferro e manganês nos sistemas de abastecimento de água. Segundo LIMA et al. (2002) a presença de um metal em curso de água pode afetar os seres que ali vivem ou dependem desse sistema, podendo ser tóxico ao organismo ou ser bioacumulativo, potencializando seu efeito ao longo da cadeia alimentar.

Há três classes de metais, os elementos essenciais que são os mantenedores da vida, representados por sódio, potássio, cálcio, ferro, zinco, cobre, níquel e magnésio, os microcontaminantes, são necessários porem contaminam, sendo representados por arsênico, chumbo, cádmio, mercúrio, alumínio, titânio, estanho e tungstênio e os essenciais e microcontaminantes, que por possuírem as duas características, sua utilização deve ser consciente, sendo representados pelos elementos crômio, zinco, ferro, cobalto, manganês e níquel (KAWAI et al., 2012),

O parâmetro Nitrito apresentou valor acima da referência no Ponto 2, estando com valores normais nos Pontos 1 e 3. O nitrito é um parâmetro simples, porem de fundamental importância na verificação da qualidade da água, pois sua presença é um indicativo de

contaminação recente, procedente de material orgânico vegetal ou animal, porém não há estudos suficientes que comprovem que valores acima da média provoquem qualquer tipo de alteração no organismo humano.

O mesmo não acontece com outras espécies, segundo RIET CORREA (2007), a intoxicação por nitritos e nitratos em bovinos pode levar ao aborto, ocorrendo dias após sua ingestão. O nitrito oxida a hemoglobina transformando-a em metahemoglobina (FERNICOLA & AZEVEDO, 1981). Com isso perde-se a capacidade de transportar o O₂ causando anoxia tissular, sendo que há relatos de casos de morte de animais com 80 a 90% da hemoglobina oxidada.

Os equinos como são monogástricos, merecem uma maior atenção aos níveis deste composto, pois em seu seco e intestino grosso as reduções de nitrato a nitrito causam maior toxicidade. Nitritos são altamente tóxicos para monogástricos (MACARI et al., 2002).

O parâmetro pH (Potencial Hidrogeniônico) apresentou valor abaixo da referência no Ponto 2, estando levemente ácido, porém os Pontos 1 e 3 estão com valores dentro do padrão. O pH indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa. Isto provavelmente se deve ao alto teor de matéria orgânica depositada no Ponto 2, que está localizado na parte mais industrializada e povoada do município. O pH também sofre muita influência pela quantidade de matéria morta a ser decomposta, pois quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor é o pH, devido a alta produção de ácidos para decompor esse material (ESTEVES, 1998).

Há de se destacar que o Ponto 2, recebe a vazão de outro igarapé menor, que foi canalizado e direcionado até este ponto de coleta. De acordo com NAIME (2009), existem vários fatores que podem influenciar o pH da água, desde a falta de substâncias salinas a disposição nas rochas para solubilizar e neutralizar a água, até excrementos de animais, podem contribuir para a redução desses níveis de pH.

Um pH ácido pode provocar corrosividade e aumento substancial do metal manganês. Assim, o pH da água precisa ser controlado, para que os carbonatos presentes sejam equilibrados, evitando as consequências citadas (BRASIL, 2006; REDA, 2016; MELO, 2016).

Ensaio Ecotoxicológico

De acordo com os resultados expostos na Tabela 2, a análise de variância (F) apresentou significância apenas nos tratamentos P2 e P3 (4,1) e o teste de Tukey ao nível de

significância de 5%, demonstrou que as médias do Comprimento Médio de Raiz (CMR) dos tratamentos: Testemunha, P1 e P3, assim como as médias dos tratamentos Testemunha, P1 e P2 não apresentam diferenças significantes.

TABELA 2. Resultado do ensaio ecotoxicológico sobre a Porcentagem de germinação (PG), tempo (TMG) e velocidade média de germinação (VMG), comprimento médio de raiz (CMR) e comprimento médio de parte aérea (CMPA), de plântulas de *L. sativa* (alface)

Tratamentos	PG%	TMG (dias)	VMG (dias-1)	CMR (cm)	CMPA(cm)
Testemunha	84 a	1,09 a	0,92 a	5,47 ab	0,42 a
P1	76 a	1,01 a	0,98 a	5,9 ab	0,42 a
P2	80 a	1,05 a	0,95 a	5,19 b	0,38 a
P3	83 a	1,07 a	0,93 a	6,22 a	0,46 a
Teste F	1,86 ^{ns}	1,37 ^{ns}	1,39 ^{ns}	4,1*	2,6 ^{ns}
dms ¹	11,04	0,12	0,10	0,94	0,08
C.V.(%) ²	6,51	5,41	5,19	7,87	8,96

*: significativo ($P < 0,05$); ¹dms: diferença mínima significativa; ²c.v.: coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 5% de significância.

Fonte: Acervo pessoal

As águas coletadas em todos os tratamentos, incluindo a testemunha, não apresentaram diferenças significativas nos parâmetros Porcentagem de Germinação (PG), Tempo Médio de Germinação (TMG), Velocidade Média de Germinação (VGM) e Comprimento Médio de Parte Aérea (CMPA), entretanto os pontos de coleta 2 e 3 apresentaram resultados significativos no parâmetro Comprimento Médio de Raiz (CMR).

O Ponto 2, conforme Tabela 2, apresentou a menor média no comprimento da raiz (5,19cm), provavelmente este fato se deve a carga elevada de manganês no ponto de coleta (1,75mg/L), conforme a Tabela 1. Segundo FOY (1976), o manganês em excesso na planta, primeiro promove a redução da parte aérea e também o sistema radicular. O excesso de manganês promove reduções na absorção de cálcio, ferro e magnésio (FOY, 1978). As alterações do Ph (5,0) neste mesmo ponto, conforme Tabela 1, podem ter influenciado no resultado, pois as condições de Ph ácido favorecem o maior acúmulo de concentrações tóxicas de manganês devido o aumento da solubilidade do pH 5,0 (FOY, 1973).

O Ponto 3, conforme Tabela 2, apresentou a maior média no comprimento da raiz (6,22cm), estes efeitos estimulantes já foram descritos por TIGINI et al. (2011) e ALVIM et al. (2011) em plantas expostas a efluentes domésticos e industriais. Os autores declararam que a carga orgânica oriunda principalmente do efluente doméstico pode ter proporcionado um aporte maior de nutrientes que contribuíram para o aumento do comprimento médio da raiz

(CMR). O fato do P3 estar localizado em uma área verde, com apenas efluentes domésticos sendo lançados no Igarapé corroboram com os estudos desses autores.

As variáveis, conforme Tabela 2, que apresentaram maior variabilidade para os valores dos Coeficientes de Variação (CV), foi o Comprimento Médio de Parte Aérea (CMPA), com valor de desvio padrão (dp) de 8,96. A variável com menor variabilidade foi a Velocidade Média de Germinação (VGM) que apresentou desvio padrão (dp) de 5,19.

O Coeficiente de Variação (CV) é uma estimativa do erro experimental relacionado à média geral do ensaio feito. Quanto menor o resultado do CV maior será a precisão do experimento e vice-versa, assim quanto maior a precisão, maior será a qualidade do ensaio e menores diferenças entre estimativas de médias serão significativas (FILHO CARGNELUTTI & STORCK, 2007). No entanto, PIMENTEL GOMES (1991), diz que o número de repetições influencia nos valores de CV, sobretudo pelo fato de que havendo dois experimentos com valores diferentes de CV, o que possuir maior número de repetições será considerado o mais preciso, mesmo que o outro com menos repetições tenha o CV menor.

Segundo PIMENTEL GOMES (2000), em experimentos de campo, quando o coeficiente de variação for inferior a 10%, fala-se que o coeficiente de variação é baixo, tendo o experimento alta precisão; de 10 a 20% são médios e o experimento de boa precisão; de 20 a 30% é considerado alto e de baixa precisão.

Estudos anteriores corroboram para as variáveis fora do padrão, de acordo com ANDRADE et al. (2010), íons cloreto que estejam presentes em efluentes domésticos e industriais podem causar decréscimo na germinação e crescimento de plântulas de *L. sativa*. Efluentes domésticos e industriais em concentrações altas tendem a inibir germinação em *L. sativa*, aumentando a salinidade pelo acréscimo de íons minerais que afetam a osmorregulação, levando à falha órgãos responsáveis pela função (BAZAI & ACHAKZAI, 2006).

CONCLUSÃO

Diante do exposto, concluímos que as atividades humanas geram impactos nos ecossistemas, contribuindo para o seu desequilíbrio, pois a qualidade da água depende da forma como ocorre o seu uso e sua ocupação.

Na análise físico-química, o Igarapé Ouro Preto não se enquadra nos padrões propostos para corpos d'água de Classe II da resolução do CONAMA nº 357/2005, ou seja,

está imprópria para consumo, dessedentação de animais, irrigação ou lazer, sugerindo a necessidade de adoção de medidas que recuperem a qualidade da água.

No ensaio ecotoxicológico, a água apresentou fitotoxicidade sobre a planta *Lactuca sativa*, inibindo a variável Crescimento Médio da Raiz (CMV), tendo as concentrações de metais e de acidez, em alguns pontos de coleta, contribuído para este efeito, juntamente com outros agentes tóxicos não analisados neste projeto.

Entretanto recomenda-se a realização de outros estudos, mais completos, com o objetivo de obter resultados mais precisos, analisando outros parâmetros e variáveis sobre o quanto este curso de água influencia no desenvolvimento dos 3 níveis tróficos, pontuando os pontos de maior contaminação, quais os processos de descargas de efluentes domésticos e industriais o curso de água esta mais suscetível e qual método mais eficiente para solucionar a questão. Cabe também uma maior conscientização da população no tocante aos problemas advindos da contaminação do igarapé e punição para os que contribuem para o fato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAIRD, C.; RECIO, M. A. L.; CARRERA, L. C. M. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BRAGA, B. *et al.* **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 1992.
- BRANCO, S. M. **Água: origem, uso e preservação**. São Paulo: Moderna, 1993.
- CARVALHO, N. M. & NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1988.
- CHASIN, A. A. da M.; PEDROZO, M. de F. M. **O estudo da toxicologia**. In: AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. da M. (Org.) **As bases toxicológicas da ecotoxicologia**. São Carlos: RiMa / São Paulo: Intertox, 2003.
- COSTA, E. B. D.; LIMA, L. R. D.; LOBO, E. A.; BRENTANO, D. M. **Avaliação física, química e toxicológica do sedimento produzido em Estações de Tratamento de Águas (ETAs) para abastecimento público**. 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003.
- FERREIRA, A. G.; F. BORGHETTI F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed, Porto Alegre, 2004.
- GARCIA, R. **Sobre a Terra: Um Guia para quem lê e escreve sobre o Ambiente**. Lisboa: Público, 2004.
- GOMES, L. S.; SILVA, F. A.; BARBOSA, S.; KUMMROW, F. **Ecotoxicity of Sludges Generated by Textile Industries: A review**. Journal of Brazilian Society of Ecotoxicology, 2012.
- IDEA. **Água, Um recurso cada vez mais ameaçado**. 2002. Disponível em: <www.idec.org/biblioteca>. Acesso em 25/10/2017, as 09h30min.
- IPAC OGC007. **Guia para a quantificação de incerteza em ensaios químicos**, 2007.
- KAWAI, B.; URIAS, C; LEONEL, L; AMADO, M. **Poluição ambiental por metais**. Disponível em: Acesso em: 20 de outubro 2017.
- KNIE, J. L. W.; LOPES, E. W. B. **Testes ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações**. Florianópolis: FATMA/GTZ, 2004.
- MACEDO, J. A. B. **Águas e Águas**. São Paulo: Varela, 2001.
- MAGOSSI, L. R.; BONACELLA, P. H. **Poluição das águas**. São Paulo: Moderna, 2008.
- MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reuso da Água**. Vol 2. Barueri: Manole, 2003.
- MIERZWA, J.C.; HESPANHOL I. **Água na Indústria: uso racional e reuso**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

- LABRE, J. C. C.; SILVA, J. M. A.; MILLIOLI, V. S.; CARVALHO, D. D. **Testes ecotoxicológicos baseados na exposição de anelídeos e semente de alface através da adição de diferentes concentrações de surfactantes ao solo.** III Workshop de Ecotoxicologia. Suplemento 1. Volume 8, nº 2. Rio Claro: Brasil, 2008.
- LIMA, V. F.; MERÇON, F. **Metais pesados no ensino de química - Vol. 33, nº 4.** Química nova na escola: 2011.
- LIMA, J. S. **Bioindicação em Ecossistemas Terrestres.** Belo Horizonte: Instituto de Educação Tecnológica - IETEC, 2000.
- MOTA, S. **Introdução a Engenharia Ambiental.** Rio de Janeiro: Abes, 2003.
- PEREIRA, N. S. **Terra Planeta Poluído.** 1º Vol. Porto Alegre: Sagra Editora e Distribuidora Ltda, 1981.
- PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em Ecologia.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda, 2002.
- RUSSEL, J. B. **Química Geral volume I – 2º Ed.** São Paulo, 2006.
- SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. **Estudo de fórmulas para cálculo da velocidade de germinação.** Informativo ABRATES, Pelotas. v. 5, n. 1, abr. 1995.
- SILVEIRA, B.D. *et al.* **Atividade alelopática de Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze na germinação e crescimento inicial de Lactuca sativa L.** São Paulo: Ciência Florestal, 2014.
- SOUZA, S.A.M. *et al.* **Utilização de sementes de alface e de rúcula como ensaios biológicos para avaliação de efeitos citotóxico e alelopático de extratos aquosos de plantas medicinais.** Belo Horizonte: Revista de Biologia e Ciências da Terra, 2005.
- SPERLING, M.V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: UFMG, 2005.
- TELLES, D.A.; COSTA, R.H.P.G. **Reuso da água: conceitos, teorias e práticas.** 1ª Ed. São Paulo: Blucher, 2007.
- TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia.** 2 ed. Porto Alegre: Artmed Editora S.A, 2006.
- VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor de sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 1994.
- WANDSCHEER, A.C.D.; PARTORINI, L.H. **Interferência alelopática de Raphanus raphanistrum L. sobre a germinação de Lactuca sativa L. e Solanum lycopersicon L.** Ciência Rural, 2008.
- ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia aquática – princípios e aplicações.** São Carlos: RiMa, 2006.