

## DETERMINAÇÃO DE METAIS PESADOS NA ÁGUAS DO ESTUÁRIO DO RIO COCÓ (FORTALEZA-CE)

Ana Lúcia Eufrázio Romão<sup>1</sup>

Carlos Emanuel de Carvalho Magalhães<sup>2</sup>

Elini Alves Oliveira de Sousa<sup>3</sup>

Rivelino Martins Cavalcante<sup>4</sup>

Conservação e Educação de Recursos

### Resumo

Os metais tóxicos figuram entre os principais contaminantes dos recursos hídricos. Presentes em demasia esses metais provocam a deterioração do corpo receptor, a decomposição anaeróbia dos organismos vivos, odor pronunciado, alteração de cor e de turbidez da água dentre outras. Objetivase com o (esse) trabalho determinar a presença de metais pesados (zinco, cobre, chumbo, ferro e cromo) no estuário do Rio Cocó. As coletas foram realizadas entre os dias 21 a 25 de julho de 2019. Em cada ponto de amostragem foram realizadas 2 coletas intercaladas por 3 horas. Tendo sido as coletas realizadas à 60 cm do espelho d'água. Foram recolhidos 150 mL de amostras e acondicionadas em tubos de falcon de 50 mL previamente tratados com ácido nítrico à 15%. As determinações das concentrações de metais nas amostras foram realizadas a partir das análises espectrométricas em espectrofotômetro de absorção atômica. As concentrações de metais nas amostras variaram entre 0,17 e 0,4 mg/L para o zinco e 0,05 a 0,14 mg/L para o ferro. As análises permitiram inferir que as concentrações de ferro nas águas do estuário estão em conformidade com os limites impostos pelo Conama e as de zinco se encontram em concentrações significativamente superiores aos estabelecidos pelo órgão.

Palavras-chave: estuário; Rio Cocó; Sabiaguaba; contaminação; metais

Orientação: Pesquisador Ms. Aristides Pavani Filho, Ministério da Ciência, Tecnologia, Informação e Comunicações [aristides.pavani@metic.gov.br](mailto:aristides.pavani@metic.gov.br)

<sup>1</sup>Ana Lúcia Eufrázio Romão, aluna do curso de doutorado da Universidade Estadual do Ceará; Centro de Ciência e Tecnologia, [anaeufrazio@yahoo.com.br](mailto:anaeufrazio@yahoo.com.br).

<sup>2</sup>Prof. Dr. Carlos Emanuel de Carvalho Magalhães, Universidade Estadual do Ceará; Centro de Ciência e Tecnologia, [cecmagal@yahoo.com.br](mailto:cecmagal@yahoo.com.br).

<sup>3</sup>Elini Alves Oliveira de Sousa, aluna do curso de mestrado da Universidade Estadual do Ceará; Centro de Ciência e Tecnologia, [eliniaos@hotmail.com](mailto:eliniaos@hotmail.com)

<sup>4</sup>Dr. Rivelino Martins Cavalcante, Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar- Labomar. [rivelino@ufc.br](mailto:rivelino@ufc.br)

## INTRODUÇÃO

Em decorrência do avanço industrial a acumulação de metais pesados no meio ambiente, de sobremaneira no solo e água, tornou-se um problema ambiental importante. Este tipo de material tóxico é encontrado nos resíduos da indústria textil, mineração, curtumes, galvanoplastia e da indústria eletrônica e petroquímica, bem como decorrentes do uso de pesticidas, fertilizantes, dentre outros. Além dos danos ambientais, contaminação dos solos e corpos d'água, os metais pesados fazem parte da classe de poluentes persistentes e bioacumulativos com potencial para causar severos danos à saúde humana (SOARES, 2017).

Metais são elementos químicos situados, principalmente, à direita da tabela periódica. São sólidos na temperatura ambiente, exceto o mercúrio, e conduzem eletricidade, em sua maioria, dúcteis, maleáveis e podem formar ligas com outros metais. Em seus estados atômicos, apresentam-se no estado neutro, ao reagirem com não metais adquirem carga e passam para configuração de íons (KOTZ E TREICHEL, 2002).

Em certas quantidades, alguns íons minerais são essenciais ao bom funcionamento do organismo humano, tais como: lítio ( $\text{Li}^+$ ), sódio ( $\text{Na}^+$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ). Estes íons atuam como centros catalíticos, ativam ou regulam funções biológicas quando interagem com moléculas específicas, provocando a modificação em sua estrutura (KOTZ E TREICHEL, 2002).

Embora essencial à manutenção da homeostase biológica, a acumulação de metais nos organismos pode assumir proporções tóxicas, basta que estes se encontrem acima dos limites fisiologicamente toleráveis. Comumente, a principal fonte de contaminação por elementos tóxicos é o descarte de efluentes industriais que irão poluir solo e água. A presença desses metais em efluentes deve atender aos limites máximos estabelecidos pela legislação ambiental vigente. Vide tabela 3. (BRASIL, 2008).

Os metais tóxicos presentes nos efluentes figuram entre os principais contaminantes dos recursos hídricos. Presentes em demasia esses metais provocam a deterioração do corpo receptor, a decomposição anaeróbia dos organismos vivos, odor pronunciado, alteração de

cor e de turbidez da água dentre outras (AGUIAR e NOVAES, 2002).

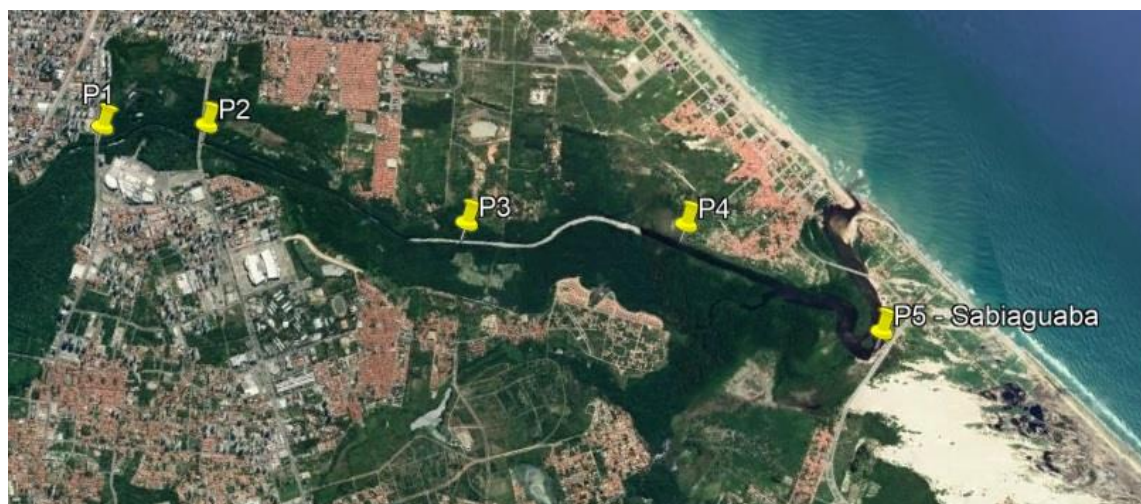
Dentre os ambientes suscetíveis à contaminação por metais pesados estão os mares, os rios, e as regiões de estuários. Devido alta produtividade e o fluxo de maré os estuários são as principais vias de transferência de água, sedimentos, nutrientes e poluentes dos continentes para os oceanos (COUCEIRO; SCHETTINI, 2010). Esses ambientes são os grandes responsáveis pela fertilização das águas costeiras ou funcionam como verdadeiras estações depuradoras naturais de esgotos antes do seu lançamento ao mar, evitando ou retardando a poluição marinha (GREGO *et al.*, 2017).

Objetiva-se com esse trabalho determinar a presença de metais pesados (zinco, cobre, chumbo, ferro e cromo) no estuário do Rio Cocó.

## METODOLOGIA

Os pontos para amostragem foram determinados através geoprocessamento considerando ampla faixa do estuário com base na área que sofre influência direta do regime de maré. A Ilustração 1 apresenta as localizações de cada ponto avaliado.

**Figura 1-** Imagem aérea dos pontos de coleta



\* Fonte: imagem de satélite, Google Earth.

**Tabela 1-** Pontos de coleta conforme localização georreferenciada.

Ponto de Coleta	Ponto	Latitude	Longitude	Data	Hora de início
Ponte Av. Santana Junior	P1	3°45'8.43"S	38°29'26.52"O	23/07/19	11:30
Ponte Av. Sebastião de Abreu	P2	3°45'14.75"S	38°28'58.59"O	22/07/19	09:40
Condomínio	P3	3°45'58.32"S	38°27'55.19"O	25/07/19	10:00
Comunidade	P4	3°46'13.00"S	38°26'57.00"O	24/07/19	10:40
Sabiaguaba	P5	3°46'53.88"S	38°26'13.04"O	21/07/19	14:30

\* Fonte: próprios autores

As coletas foram realizadas entre os dias 21 a 25 de julho de 2019. Em cada ponto de amostragem foram realizadas 2 coletas intercaladas por 3 horas. Tendo sido as coletas realizadas à 60 cm do espelho d'água. Foram recolhidos 150 mL de amostras e acondicionadas em tubos de falcon 50 mL previamente tratados com ácido nítrico à 15%.

Para a coleta de amostra foi utilizada pipeta com capacidade para coletar até 250 mL de água e calibrada para recolhimento às profundidades de 70, 60, e 50 cm do espelho d'água, conforme **Foto 1**. O aparato coletor utilizado neste experimento foi idealizado e confeccionado pelos próprios autores do trabalho.

**Foto 2-** À esquerda, coleta de amostra em P4. À direita imagem, em detalhe, do equipamento utilizado para coleta de água



\* fonte: foto à esquerda, site da Universidade Estadual do Ceará. Foto à direita dos próprios autores

As determinações das concentrações de metais nas amostras foram realizadas a partir das análises espectrométricas em espectrofotômetro de absorção atômica SHIMADZU modelo AA-7000.

Durante as amostragens foram determinados temperatura, condutividade, o potencial hidrogeniônico (pH) e o teor de sólidos totais dissolvidos na água dos pontos de coletas. (sólidos totais dissolvidos e salinidade) foram determinados *in situ* através da utilização de Sonda multiparamétrica Aqual Troll 400.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A planície flúvio-marinha do rio Cocó abrange as áreas compreendidas entre os trechos do rio localizados na BR-116 até a sua foz. Essa região forma o estuário da bacia do rio Cocó. Nesse trecho as características físico-químicas são adversas, os níveis de oxigênio no solo são baixos e a salinidade da água e do solo são elevadas, provocada principalmente pelas inundações de água salina trazidas pelo regime de marés. Ainda assim, na região, há uma densa vegetação dominada pela presença de espécies vegetais características de manguezais tais como, *Rhizophora mangle L.*, *Avicenia Schaveriana Stapf. e Leech.*, e *Laguncularia racemosa* (SEMACE 2010).

A área do estuário está totalmente inserida no Parque Ecológico do Cocó. O parque foi criado pelo Governo Estadual através do decreto de nº 22.253, de 05 de setembro de 1989, tendo sido ampliado a partir do decreto nº 22.587, de 08 de junho de 1993. A área total do parque abrange 1.155,2 hectares e seus limites correspondem ao trecho nas proximidades da BR-116 à foz do Rio Cocó (FREIRES et al., 2014).

### QUALIDADE DA ÁGUA (PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS)

Os padrões de qualidades das águas dos corpos hídricos são regulamentados pelo **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)**. A **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o

enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2005). Este aparato foi alteado posteriormente da **Resolução n° 397, de 03 de abril de 2008**, que altera o inciso II do § 4° e a Tabela X do § 5°, ambos do art. 34 da **Resolução CONAMA), n° 357**, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições de descartes de efluentes.

Os parâmetros físico-químicos associados à qualidade da água avaliados no decorrer do presente estudo foram a condutividade, salinidade, sólidos totais dissolvidos e pH. Os resultados encontrados estão descritos na Tabela 2.

**Tabela 2-** Médias dos parâmetros físico-químicos obtidos nos 5 pontos de amostragem em função do tempo 1 (t1) e tempo 2 (t2)

PARAMETRO	MÉDIAS DOS PARÂMETROS MEDIDOS									
	P1		P2		P3		P4		P5	
	t1	t2	t1	t2	t1	t2	t1	t2	t1	t2
CONDUTIVIDADE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	710,41	776,07	829,39	842,48	1346,90	1323,90	2323,10	1340,42	12814,07	58672,35
SALINIDADE (PSU)	0,32	0,35	0,38	0,38	0,61	0,57	1,09	0,61	6,93	37,06
SÓLIDOS (g/L)	0,45	0,48	0,52	0,52	0,84	0,78	1,46	0,83	7,77	35,70
pH	6,00	6,31	7,04	7,06	6,37	6,70	6,37	6,57	6,83	6,97

\* Fonte: próprios autores

Conforme pode ser observado na tabela acima o pH variou entre os tempos de coleta e os pontos de amostragens avaliados. Contudo, é possível determinar que o pH da área oscila muito pouco (6,00 a 7,06), estando sempre próximo da neutralidade.

Conforme Silva e colaboradores (2009), as alterações de pH nos corpos hídricos também podem ser provocados pela presença de água da chuva. O aumento no volume de água dos rios pode fazer com que a acidez da água diminua provocando a elevação do pH e fazendo com que ele se aproxime da neutralidade em função da maior diluição dos compostos dissolvidos e escoamento mais rápido.

Os sólidos totais dissolvidos e a salinidade sofreram alterações significativas entre os pontos avaliados, principalmente em relação a P4 e P5. Nos ecossistemas aquáticos



lóticos, a concentração de sólidos está fortemente associada as impurezas encontradas no curso da água. As fontes naturais dessas partículas decorrem de processos erosivos ou presença de organismos e detritos orgânicos. As causas antropogênicas envolvem descarte de lixo e lançamento de esgotos (SARDINHA *et al.*, 2008; BRASIL, 2014).

## QUALIDADE DA ÁGUA (POLUENTES)

Muito embora os sistemas aquáticos naturais sejam abertos e dinâmicos, sofrendo, por isso, modificações contínuas na sua composição química, a constituição das águas marinhas é formada por íons cloreto, sódio, cálcio, potássio, magnésio e sulfatos. Estes elementos majoritários são classificados como componentes conservativos, constituindo cerca 99% da massa total de sólidos dissolvidos. Já nos sistemas de águas doces os elementos predominantes são o cálcio, magnésio e carbonato. Além destes também são encontrados sódio, potássio, fósforo, ferro, enxofre e silício. Os elementos conservativos incluem os gases dissolvidos O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>, os íons fosfato e nitrato, compostos orgânicos dissolvidos e elementos traços, dentre eles o cobre, zinco, cromo, molibdênio, vanádio, manganês, dentre outros e materiais particulados como areia, argila e coloides (COSTA 2008).

De acordo a **Resolução n° 357** de 2005 do CONAMA as águas são distribuídas em 9 classes: 05 delas enquadradas como águas doces (com salinidade igual ou inferior a 0,5 %); 02 classificadas como águas salobras (salinidade entre 0,5 e 30%) e as outras 02 na categoria de águas salinas (salinidade igual ou superior a 30 %.). A partir dos dados da Tabela 2 é possível verificar que a região estudada estaria enquadrada, dependendo do nível da maré, em salobra e salina.

Regiões de estuário costumam ser divididas em três zonas distintas, são elas: a Zona de Maré do Rio (ZR), formada pela área de salinidade praticamente igual a zero, ou porção mais fluvial mais elevada que sofre somente influência física da maré; a Zona de Mistura (ZM), região caracterizada pela mistura da água doce do rio com a água do mar; e a Zona Costeira (ZC), área costeira adjacente ao mar ou foz do rio e região de salinidade bem próxima a encontrada no mar. Apesar dessa classificação os limites entre as diferentes

zonas na prática não estáticos, apresentam variabilidade espacial e temporal sob a influência direta da maré e do clima, seja em decorrência das descargas fluviais, da direção e velocidade dos ventos e da circulação da região costeira (GORAYEB; VICENTE DA SILVA; DE ANDRADE MEIRELES, 2014)

Neste estudo foi avaliada as presenças dos metais cromo, ferro, chumbo, cádmio, zinco e cobre como parâmetros de qualidade das águas do estuário. De acordo com o CONAMA as águas salobras e salinas podem ser classificadas nas classes, especial, classe 1, 2 e 3. As águas da categoria de água especial são destinadas: “a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e, b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas”. O órgão estabelece que para ambas a categorias devem ser observadas, em termos de qualidade da água, as presenças dos metais avaliados conforme os teores padrões (limites máximos) descritos na tabela 3.

**Tabela 3-** Valores limites determinados pelo CONAMA para presença de metais nas águas enquadradas na classificação especial

CLASSE	Padrões de qualidade de água - limites mg/L	
	Salobras	Salinas
Cadmio (Cd)	0,005	0,005
Chumbo (Pb)	0,01	0,01
Cobre (Cu)	0,005	0,005
Cromo (Cr)	0,05	0,05
Ferro (Fe)	0,3	0,3
Zinco (Zn)	0,09	0,09

\* Fonte: próprios autores

Nas amostras avaliadas não foi possível quantificar os teores dos metais cromo, chumbo, cádmio e cobre. Estes elementos encontravam-se abaixo do limite de detecção do equipamento utilizado. Contudo, os teores de ferro e zinco foram determinados para os trechos avaliados e estão descritos na Tabela 4.

A baixa concentração dos metais avaliados, abaixo do limite de detecção do equipamento utilizado, pode estar associada ao alto volume de água descarregado na região devido às fortes chuvas. Esse ano (2019), de acordo com balanço da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), em Fortaleza, as precipitações da



estação chuvosa foram caracterizadas como as melhores dos últimos sete anos e a terceira melhor já registrada no Estado do Ceará nos últimos 20 anos. De acordo com o órgão, choveu 676,3 milímetros entre os meses de fevereiro e maio, 12,6% acima do esperado. A média histórica da quadra chuvosa é 600,7 milímetros (FUNCEME, 2019). Certamente, a estação chuvosa influenciou nos parâmetros físico-químicos determinados.

**Tabela 4-** Teor de ferro e zinco em mg/L determinado nos pontos de amostragem nos tempos 1 (t1) e tempos 2 (t2)

Ponto de coleta	Zinco (Zn) mg/L		Ferro (Fe) mg/L	
	t1	t2	t1	t2
P1	0,17	0,19	0,11	0,14
P2	0,2	0,21	0,1	0,1
P3	0,26	0,26	0,08	0,05
P4	0,37	0,4	0,1	0,08
P5	0,28	0,3	0,07	0,08

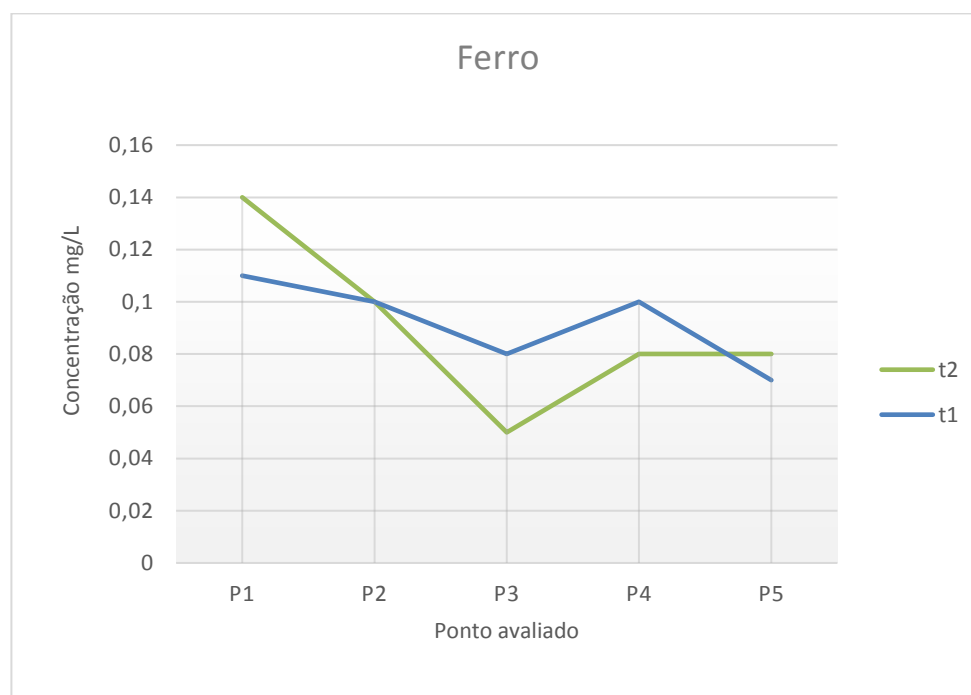
\* Fonte: próprios autores

Silva (2013) avaliou as presenças dos metais ferro, mercúrio, níquel, chumbo, zinco, cádmio manganês e cobre, encontrando concentrações consideráveis apenas para o ferro e manganês. No presente estudo, apenas as concentrações dos metais e ferro e zinco foram significativos.

Conforme pode ser observado a partir dos registros da Tabela 4, o teor de ferro nos pontos avaliados variaram de 0,05 a 0,14 mg/L. Silva (2013), estudando a região durante os meses compreendido entre junho de 2012 a janeiro 2013 registrou, em valores médios, teor de 0,181 mg/L para o ferro para o ponto equivalente a P1 e para 0,157 mg/L para ponto equivalente a P2. No estudo, o autor relata que na maioria dentre os seis meses de avaliação, em 4 deles não houve ocorrência de chuvas na cidade (índice pluviométrico na cidade ficou em 0,0 mm). Tendo sido o período avaliado caracterizado como temporada de estiagem.

É importante notar que ao longo dos pontos avaliados as concentrações de ferro na água parece obedecer a tendência de reduzir conforme os pontos de amostragem se aproximam da foz do rio, apresentando elevação em P4. Os valores determinados no presente estudo estão abaixo do limite máximo preconizados pelo CONAMA. Ver Gráfico 1.

**Gráfico 1-** Concentração de ferro nas amostras de água em função do ponto de amostragem

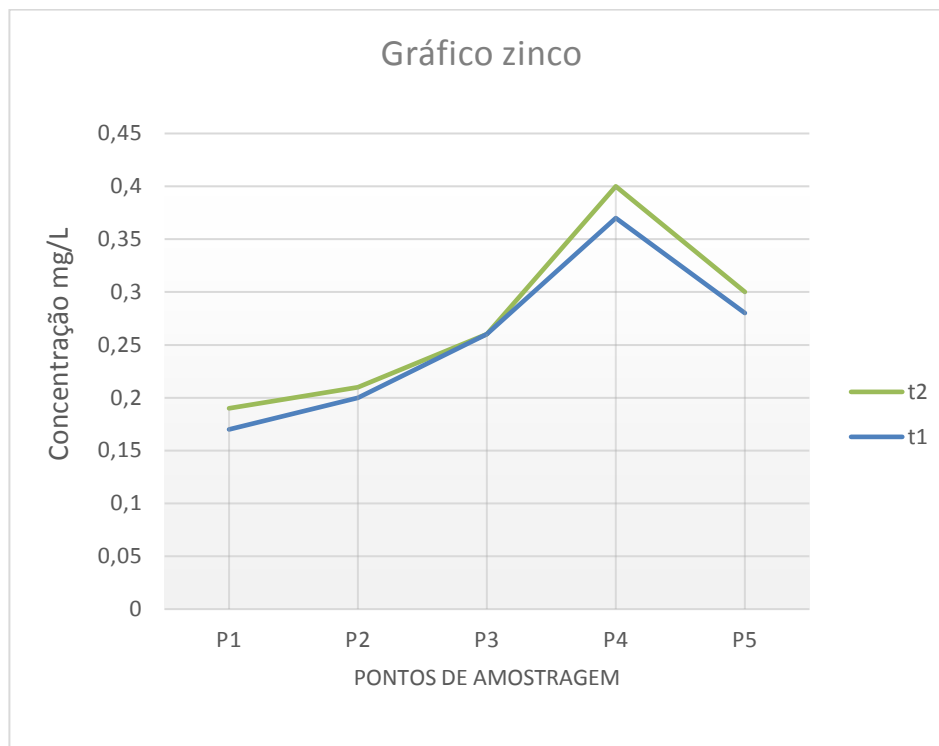


\* Fonte: próprios autores

A partir da tabela 4, é possível verificar que as concentrações encontradas para o zinco variaram entre 0,17 e 0,4 mg/L. Outro fator importante a considerar é que as concentrações desse elemento na água aumentam conforme os pontos de amostragem se aproximam da foz do rio, conforme pode ser observado no Gráfico 1. Silva (2013) avaliou a presença do zinco na região durante os meses compreendido entre junho de 2012 a janeiro 2013 não registrou presença desse metal nas amostras avaliadas.

No presente estudo, foi observado teores de zinco em limite significativamente superior aos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA (0,09 mg/L).

**Gráfico 2-** Concentração de zinco nas águas, conforme ponto de amostragem



\* Fonte: próprios autores

Conforme é possível verificar a partir do Gráfico 2 os teores de zinco aumentam conforme os pontos de amostragem se aproximam da foz do rio. Encontrando em P4 o ponto de maior acumulação, vindo sua concentração cair novamente em P5 ponto, onde a influência da maré é mais significativa dentre os pontos avaliados.

A presença de metais nos corpos hídricos pode ocorrer naturalmente, em decorrência de processos geoquímicos e intemperismo do material de origem ou como resultado de atividades antrópicas. Uma das causas antrópicas pode estar relacionada a atividade mineradora, onde o carreamento desses elementos está associado à lixiviação de rejeitos estocados, dos efeitos de erosão e do rompimento de barragens e, uma vez nos corpos aquáticos, podem ser transportados ocasionando contaminação de ambientes distantes das fontes de poluição (MELO ET AL. 2012).

O zinco é um elemento químico essencial aos organismos vivos, atuando no metabolismo de proteínas e ácidos nucleicos, estimulando a atividade de várias enzimas e sistema imunológico. Ainda é empregado como um suplemento nutricional para promover

o crescimento de plantas superiores. Contudo, é tóxico em altas concentrações, podendo provocar alterações na função do ferro e redução da função imunológica (CAVALCANTI *et al*, 2014)

## CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo realizado foi possível verificar que as concentrações de ferro estão de acordo com os parâmetros de qualidade estabelecido pelo CONAMA. Contudo, para o zinco, na área estudada estão acima dos limites estabelecidos pelo órgão. A concentração do zinco aumenta conforme o ponto de amostragem se aproxima da foz, enquanto que para as concentrações de ferro essa tendência se inverte, tendo os teores mais elevados se concentrado nos pontos mais continentais. Contudo, para ambos os metais ocorre inversão da linha de tendência no ponto P4, localização vizinha ao ponto mais próximo da foz. As águas avaliadas encontram-se em desacordo com a legislação vigente.

## AGRADECIMENTOS

Secretaria da Ciência, Tecnologia e Educação Superior (SECITECE), Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI-NE), Instituto de Tecnologia da Informação e Comunicação (ITIC)

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC)

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ)

Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. R. M. Palermo; NOVAES, A. Cardoso. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. **Química Nova**, vol.25, n° 6b São Paulo Nov./Dec. 2002.

BRASIL. **Resolução nº 397, de 03 de abril de 2008**. Publicado no Diário Oficial da União nº 066 de 07 de abril de 2008, págs. 68-69.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**, Publicado no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63

CAVALCANTI, PP et al. Contaminação de um aflente do reservatório de Furnas por metais traço. **Braz. J. Biol.** São Carlos, v. 74, n. 4, p. 877-885, novembro de 2014. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-69842014000400877&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842014000400877&lng=en&nrm=iso)>. acesso em 19 de agosto de 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.07013>.

COSTA, Carla Regina et al . A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Quím. Nova**, São Paulo , v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422008000700038&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422008000700038&lng=en&nrm=iso)>. access on 18 Aug. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422008000700038>.

COUCEIRO, M. A. A.; SCHETTINI, C. A. F. Estudo da dinamica dos sedimentos em suspensao do estuario do rio rangua (sc): Possiveis efeitos da drenagem acida da atividade de mineracao de carvao. **Geociencias**, v. 29, n. 2, p. 251–266, 2010.

FREIRES, E. et al. Análise socioambiental do entorno do estuário do Rio Cocó – Fortaleza / Ceará. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET**, v. 18, n. 4, p. 1487–1511, 2014.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA (FUNCEME). Quadra chuvosa do Ceará em 2019 fica em torno da média. Julho de 2019. Disponível em <http://www.funceme.br/?p=5023>. Acesso em 10 de agosto de 2019.

GORAYEB, A.; SILVA, V. E.; MEIRELES, A. J. Meio Ambiente e condições de sustentabilidade da planície flúvio marinha do Rio Pacoti – Ceará – Brasil. **Geoambiente On-line**, n. 2, p. 1–17, 2014GORAYEB; VICENTE DA SILVA; DE ANDRADE MEIRELES, 2014)

GREGO, C. K. DA S. et al. Distribuição espacial e sazonal da clorofila a fitoplanctônica e hidrologia do estuário do rio timbó (PAULISTA – PE). **Tropical Oceanography**, v. 32, n. 2, p. 181–199, 2017.

KOTZ E TREICHEL. **Química e reações químicas**, 4ª ed. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro, RJ. 538 pag. 2002. Do original Chemistry and Chemical Reactivity.

MELO, V. F.; ANDARADE, M.; BATISTA, H. A; Favaretto, N. Chumbo e zinco em águas e

sedimentos de área de mineração e metalurgia de metais. *Quim. Nova*, v. 35, n. 1, p. 22-29, 2012.

SARDINHA, D. DE S. et al. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do ribeirão do meio, Leme (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, n. 3, p. 329–338, 2008.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO CEARÁ (SEMACE). Parque Ecológico do Rio Cocó. Dezembro/ 2010. Disponível em:

SILVA, J. A poluição no rio Cocó, sub-bacia B-2, margem direita, e a expansão urbana de Fortaleza-CE. **Aleph**, p. 01–155, 2013.

SILVA, A. E. P. et al. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 733–742, 2009

SOARES; M. D. A. Desenvolvimento de um método de extração e pré-concentração em fluxo para determinação de Cádmio em amostras de interesse alimentício utilizando a palha do café como adsorvente, 2017. Dissertação, 90 f. Universidade de Goiás, Catalão, 2017.