

IV-281 – ÁGUAS DO RIO POTI NO CEARÁ: UM ESTUDO DOS INTERFERENTES ORGÂNICOS E METÁLICOS EM ÁGUAS DE SUPERFÍCIE

Emanuel Andrade Alves Rosendo⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

Karoline Carvalho Barbosa⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

Luisa Gardenia Alves Tomé Farias⁽¹⁾

Graduada em Licenciatura em Química, Mestre em Química e Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora adjunta da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Janaína Lopes Leitinho⁽¹⁾

Graduada em Química Industrial pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Mestre em Química Inorgânica e Doutora em Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora adjunta da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Francisco das Chagas da Costa Lopes⁽²⁾

Graduado em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Mestre em Química pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Químico na Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece).

Endereço⁽¹⁾: Rodovia BR-226, Km 03, s/n - São Vicente, Crateús - CE, 63700-000 - Brasil - Tel: (88) 36919701 - E-mail: emanuelrosendo@alu.ufc.br e janaina@crateus.ufc.br

RESUMO

O rio Poti abrange uma área total de 13.573 km² no Ceará, interceptando a porção oeste do município de Crateús. O rio em sua zona rural recebe resíduos da mineradora de ferro localizada em Quiterionópolis. Na zona urbana de Crateús, o rio Poti passa a interagir com atividades como curtumes e descarte de águas residuais do município. A poluição pode ainda ser intensificada devido aos longos períodos de seca que a região enfrenta. O rio Poti é de grande importância para região, não só por ajudar na agricultura, mas também por conter cânions que contém gravuras rupestres, até então não registradas pelo IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional). A poluição e a contaminação por metais pesados podem alterar a composição dos sedimentos e acidez da água, contaminando animais em todos os níveis de cadeia alimentar além de acelerar o desgaste das gravuras rupestres. Desta forma, este trabalho tem como objetivo investigar os níveis de poluição das águas do rio Poti em toda sua porção cearense para que, no futuro, medidas de controle e proteção ambiental possam ser aplicadas. Para o estudo foram coletadas águas em oito pontos. As águas foram analisadas quanto a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) bem como, a presença de metais pesados como Ni, Cu, Cd, Pb, Cr e Fe. As análises de DBO nos pontos correspondente a zona urbana (2, 3, 4, 5 e 6) apresentaram valores entre 30 e 50 mg/L indicado uma acentuada poluição por matéria orgânica. Os pontos 1, 7 e 8 os quais correspondem a zona rural, apresentaram valores aceitáveis de DBO, em torno de 5 mg/L. O estudo dos metais pesados foram realizadas por absorção atômica apresentando valores de Cd, Cu, Ni, e Pb dentro dos limites esperados pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para os pontos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 8. O ponto 7 apresentou um valor de 2,58 mg/L superior ao estimado pela CONAMA para águas de classe 2.

PALAVRAS-CHAVE: Rio Poti, Metais Pesados, Qualidade da Água, Poluição.

INTRODUÇÃO

Presente nos eventos de crescimento e desenvolvimento econômico no estado do Ceará, as atividades industriais beneficiam diretamente e indiretamente um grande número de indivíduos. Essas atividades buscam elevar a economia da região, com oportunidades para ampliar investimentos em vários setores, principalmente no comércio e turismo. O processo de industrialização aumenta a taxa de geração de empregos nas cidades e consequentemente o seu número de habitantes. Entretanto, tal aumento da população também traz consigo uma grande quantidade de fenômenos de externalidades negativas, no qual mesmo que sejam consideradas involuntárias (ANTUNES, 2009). Um exemplo comum é a poluição, no qual somada com a deficiência de administração e execução de serviços que viabilizam um saneamento básico eficiente em municípios, geram

graves problemas ambientais derivados do descarte incorreto de efluentes domésticos e industriais em rios e lagos.

O município de Crateús, situado na porção centro-oeste do estado do Ceará, a cerca de 250 km da capital, Fortaleza, o qual faz divisa com os municípios de Iraporanga, Sucesso, Novo Oriente e Independência vem evoluindo nas ações turísticas eco/histórico e industrialmente, o que fez crescer a população. O crescimento dessa população também pode ser associado ao fato de Crateús estar se tornando uma cidade universitária. Atualmente a cidade possui duas instituições de nível superior federais (UFC e IFCE), duas instituições de nível superior estaduais (UECE e UVA), quatro faculdades particulares (UFPO, UNOPAR, UNINTER - Crateús e Estácio de Sá, polo Crateús) e dois cursos técnico/profissionalizante (Escola técnica de comércio Padre Juvêncio e Escola técnica Primeiro de Janeiro). Todas estas atividades aumentam a densidade demográfica de forma centralizada na zona urbana de Crateús, aquecendo também o mercado da construção civil. Segundo dados do IBGE, é válido ressaltar que apenas 47,9 % da população de Crateús é beneficiada com esgotamento sanitário, o que indica que o saneamento não está acompanhando o desenvolvimento da cidade.

Na zona rural de Crateús a densidade demográfica é pequena, e as principais atividades econômicas baseiam-se na cultura de subsistência de feijão, milho e mandioca, além de monoculturas de algodão, castanha de caju e frutas diversas. Há também iniciativas a cultura pesqueira, cujo foco principal é a captura dos peixes popularmente conhecidos como Cará (*Australoheros ribeirae*), Piau Verdadeiro (*Leporinus obtusendís*), Traíra (*Hoplias malabaricus*), Bodó (*Hypostomus affinis*) e Curimatã (*Prochilodus lineatus*). Tais atividades estão estritamente interligadas com a presença de um rio na região, o rio Poti. A agropecuária industrial também pode ser evidenciada na região, porém esta técnica está muito associada a culturas que se adequam às condições climáticas do sertão cearense.

Observa-se que todas estas atividades realizadas na região demandam de água para manter-se e/ou progredir. Esta demanda lança olhos nos recursos hídricos disponíveis na região. Formada por alguns açudes como Carnaubal, Barragem do Batalhão, Açude Flor do Campo, Açude São Francisco e rio Poti, na porção cearense, a bacia hidrográfica de Crateús não suporta tempos de escassez prolongados, o que demanda a concentração as ações econômicas sobre o rio Poti e as fontes subterrâneas (Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará, 1998).

O rio Poti nasce no estado do Ceará, pela junção dos riachos Santa Maria e Algodões, sobre rochas cristalinas, pré-cambrianas, nas proximidades da cidade de Quiterianópolis, em uma localidade denominada de Algodões, indo ao norte, num percurso em torno de 105 km, montante, da cidade de Crateús - CE (DAMASCENO *et al.*, 2008). O rio passa pela cidade de Crateús onde se bifurca formando uma ilha, juntando-se novamente na saída da cidade seguindo seu curso passando pelo distrito de Ibiapaba, margeando a serra, e prosseguindo até o povoado de Oiticica onde encontra-se uma fenda, popularmente chamada de boqueirão ou Cânions, por onde o rio passa para o território piauiense. No território piauiense o rio forma a bacia do Longá passando por Teresina (FILHO *et al.*, 2018) e jusante junta-se com outros rios formando o Delta do Parnaíba.

Em ambos os estados, o rio Poti possui uma estreita relação de subsistência da população ribeirinha, no entanto o rio ainda é de importância histórico-cultural. Parte da história do Ceará pode ser contada à margem do rio, que possibilitou a povoação da região centro-oeste do Estado ainda no período colonial. Os jesuítas em sua jornada catequista, instalados na serra de Ipueiras fizeram inúmeras investidas para tentar domar os índios da região sem muito sucesso. No entanto, a região dos Cânions apresentou um fluxo grande de movimentação dos jesuítas e dos comerciantes de modo geral que usavam a fenda da serra da Ibiapaba para escoar suas mercadorias desembarcadas no antigo porto de Iracema, em Fortaleza. A fenda, portanto, era o meio mais rápido e mais adequado para a passagem dos carros de boi cheios de mercadorias que iam em direção ao estado de Piauí. O rio Poti foi ainda palco de uma das vertentes do movimento político-militar Coluna Prestes, contrário a ideologias da República Velha e às elites agrárias que, vindas do centro do país, passaram pelo Piauí sendo abatidas na cidade de Crateús e seus mortos enterrados em cova rasa em região conhecida hoje como Parque dos Revoltosos, cerca de 500 m do rio Poti.

Devido à insolação de aproximadamente 2700h, segundo dados do INMET de 2014 e as secas que assolam a região desde o ano de 2013, o rio Poti tem reduzido o seu nível no município, criando lagoas em determinados pontos da cidade, diminuindo a sua vazão e conseqüentemente sua capacidade de dissolução.

Além da seca, um dos maiores problemas que o rio enfrenta em Crateús está relacionado com a poluição: descarte de efluentes domésticos diretamente no rio, acúmulo de lixo lançados por moradores próximos, tratamento e descarte incorreto de efluentes por empresas de saneamento e resíduos gerados por mineradoras de ferro situadas próximo à região. Deste modo, além de promover a aceleração da eutrofização do rio, que é o aumento de nutrientes fosforados e nitrogenados na água, fazendo com que haja um grande crescimento de algas e a diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido na água (BARRRETO, 2013), a atual situação do rio gera um odor fétido e possui uma coloração esverdeada, que interfere no bem-estar da população e traz desconforto aos visitantes.

A degradação do rio também pode estar interligada com outro fenômeno: a acumulação e contaminação de metais pesados derivados de várias fontes como curtumes, agrotóxicos, descarte incorreto de efluentes domésticos e resíduos sólidos, e fontes difusas como queima de lixo próximo às margens. Deve-se destacar ainda a possível poluição por ferro derivado da mineradora Globest, que explorou a região por sete anos e, após seu fechamento em 2017, deixou dispostos seus rejeitos de maneira incorreta, sendo os mesmos arrastados pela chuva por valas até o leito do rio Poti.

Quase todos os metais estão presentes na natureza em concentrações que não causam efeitos nocivos aos organismos. No entanto, a presença destes metais em condições superiores às necessidades ecossistêmicas em meios aquáticos provocam um desequilíbrio e bioacumulação na cadeia alimentar. As intoxicações por metais pesados causadas por metais como alumínio, arsênio, bário, berílio, cádmio, chumbo, mercúrio e níquel alteram as estruturas celulares, as enzimas e substituem metais cofatores de atividades enzimáticas, desta forma, desencadeando distúrbios no organismo, e em casos remotos, até a morte (VIRGA *et al.*, 2007). O mecanismo de absorção destes metais nos organismos pode ser realizado através da introdução dos mesmos nos tecidos vivos, por meio do consumo da água, alimentos e até respiração (SANTOS *et al.*; 2007).

A presença de metais pesados fora dos padrões estabelecidos pela resolução da CONAMA 357/430 pode causar danos à saúde. Esses metais podem ser derivados de diversas atividades, sejam elas curtumes, atividades de mineração, descarte incorreto de efluentes domésticos e resíduos sólidos, agrotóxicos e chorume ricos em metais pesados, derivados de uma mistura de plástico, metal e materiais orgânicos, muito comuns em lixões (ØYGARD *et al.*, 2004).

A presença de poluição nas águas do Poti está modificando o bioma caatinga, afastando animais silvestres da região, muitos já cadastrados como extintos, embora tal bioma seja conhecido por ser altamente resiliente. A alteração dos padrões naturais da água do rio pode, com o aumento da temperatura nos períodos secos, provocar aceleração da erosão das rochas dos Cânions, o que não seria tão agravante se, na região, não fossem evidenciadas gravuras rupestres com registros históricos de mais de 200 anos. Até então, no Ceará, tais pinturas rupestres não estão registradas pelo IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional). Essa localização formada por paredões de 3 a 5 metros de altura a qual se estende por 20 km do distrito de Ibiapaba, passando pelo povoado de Oiticica e prolongando-se para território piauiense. A região abrange muitos turistas, sendo palco para muitos registros fotográficos e mergulho (AZEVEDO, 2007).

Portanto, é necessário que haja um monitoramento da qualidade da água do rio Poti com vista no controle da poluição, preservação da natureza e no patrimônio histórico.

OBJETIVOS

Investigar os níveis de poluição das águas do rio Poti em toda sua porção situada próximo ao município de Crateús para que, no futuro, medidas de controle e proteção ambiental possam ser aplicadas.

METODOLOGIA UTILIZADA

Para o estudo, foram coletadas amostras de águas em oito pontos referenciais, considerando as práticas de uso como pesca, agricultura, atividades recreativas e zona urbana. As coletas foram feitas de acordo com a NBR 9898 (Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores).

Análises físico-químicas foram realizadas para a quantificação de poluentes e caracterização de parâmetros nos determinados locais de acordo com o *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. As análises realizadas pela pesquisa foram dureza total de cálcio e magnésio, análise de metais pesados, pH, temperatura e demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

A Tabela 1 apresenta os pontos de amostragem com suas respectivas coordenadas.

Tabela 1: Pontos de amostragem com respectivas coordenadas geográficas UTM.

<i>Ponto</i>	<i>Denominação</i>	<i>Coordenadas geográficas (UTM)</i>	
		<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>
01	Barragem do Batalhão	05.16998° S	040.68832° W
02	Poço do Píal	05.18953° S	040.65930° W
03	Beira-Rio	05.18393° S	040.65948° W
04	Ilha das Cobras	05.17469° S	040.66198° W
05	Poço das Cajás	05.16693° S	040.66062° W
06	Parque dos Revoltosos	05.16096° S	040.67588° W
07	Poço do Portela	05.13449° S	040.69091° W
08	Poço do Ramalho	05.11600° S	040.72017° W

O estudo foi realizado durante o período de estiagem na região do Sertão Crateuense. Deve-se destacar que neste período o rio não tem fluência e que os pontos correspondem a lagoas de extensão de 3 a 5 km de comprimento e profundidade entre 2 a 6 m.

O ponto 01 é um manancial que abastece a cidade de Crateús. O ponto 02 fica localizado antes de descartes de efluentes domésticos e próximo às lagoas de estabilização de uma empresa de saneamento. O ponto 03 compreende a região a jusante do descarte da ETE Poti. É também uma zona em que se encontra um posto de gasolina com possível arraste de matéria orgânica oleosa para o lago e lava jatos. O ponto 03 também já foi palco de descarte de glicerina derivada do biodiesel pela empresa Brasil Ecodiesel. O rio Poti, quando na cidade de Crateús, bifurca-se nos pontos 04 e 05 correspondentes a margens esquerda e direita do rio. As águas do rio destes pontos de amostragem compreendem a uma região com renda *per capita* baixa (em média 1 salário mínimo) e densidade demográfica alta. Deste modo, é uma região com grande quantidade de esgoto doméstico descartado de forma irregular e uma grande quantidade de resíduos sólidos a margem do rio. Deve-se destacar que a mata ciliar no perímetro da cidade é quase inexistente e nos lugares em que é observada não passam de 5 m. O ponto 05 fica ainda próximo a biorreatores desativados de uma empresa de saneamento. O ponto 06 é localizado no parque dos Revoltosos na saída de Crateús e tem um valor histórico-cultural e esportivo importante para o município. Este ponto também recebe descarte da empresa de saneamento jusante do parque. Os pontos 07 e 08 ficam jusante do parque e correspondem a zona rural, localizados a 4 km e 8 km do centro do município de Crateús, e 30 e 38 km do lixão, respectivamente. Nesta área verifica-se a pesca de subsistência e uso para agricultura familiar. Observa-se também que a mata ciliar é ainda preservada e a presença de animais silvestres como jacarés são evidenciados. No entanto, já se observam interferentes como queima de lixo próximo a margens e presença de criação de pequeno porte de gado e carneiro.

As coletas ocorreram entre os meses de julho e outubro de 2018. As análises de pH e temperatura foram realizadas no momento da coleta. Para a análise de metais pesados, foi utilizada uma técnica de aberturas de amostras de acordo com o método 3030E do livro *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. A técnica de abertura de amostras consistia na “digestão” de matéria orgânica da amostra, utilizando ácido nítrico (HNO₃). Após a abertura as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Tecnologia em Processos Ambientais – LTPA, no Instituto Federal do Ceará Campus Maracanaú, para análise espectrofotométrica por absorção atômica de chamas.

A Demanda bioquímica de Oxigênio (DBO) foi realizada pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece). A análise de dureza total foi realizada por volumetria no Laboratório de Química da UFC em Crateús.

RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

O rio Poti está enquadrado na classificação classe II de acordo Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) Nº 91/2008, Art. 15 e §2º, no qual é dever do órgão de meio ambiente outorgante sobre o uso da água do corpo hídrico, adotar uma classe para aplicação dos direitos mencionados na resolução. Até que a autoridade faça um estudo e obtenha as informações necessárias para proceder ao enquadramento, o rio deverá ser classificado como classe II. Segundo a Resolução CONAMA nº357/2005, rios dessa classe podem ser destinados ao abastecimento e consumo humano após tratamento adequado, proteção de comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação, à aquicultura e pesca.

ANÁLISE DE METAIS PESADOS

Os metais analisados por espectrofotometria por absorção atômica foram Ni, Cu, Cd, Pb, Cr e Fe. Na primeira coleta, em todos os pontos, os níveis de cobre estão maiores que os permitidos pela Resolução CONAMA Nº 357/2005, no qual apenas 0,009 mg/L de cobre dissolvidos são permitidos em rios de classe II (Figura 1). O ponto 07 obteve a maior quantidade de cobre analisada, cerca de 2,58 mg/L. O cádmio também esteve superior em quatro dos oito pontos estudados, cujo padrão de potabilidade é de 0,001 mg/L. Os gráficos seguintes mostram os valores encontrados após as análises.

O cobre e o cádmio são metais presentes em peças de aparelhos tecnológicos, como em placas de computadores, notebooks e aparelhos televisores. O lançamento de sólidos desta natureza em áreas próximas às lagoas do rio Poti podem ter sido cruciais para atingir os valores acima do recomendado pela resolução CONAMA. Tais padrões de potabilidade são realizados através de estudos de toxicologia, ou seja, são os valores permitidos até causarem doenças em indivíduos.

O cobre, embora seja um elemento traço essencial para o organismo, quando em excesso pode causar efeitos tóxicos. Um dos distúrbios associados à hipercupremia, que é a definição de grandes quantidades de cobre no organismo, é a chamada doença de Wilson, uma enfermidade causada por herança autossômica recessiva no cromossomo 13 e que pode surgir em indivíduos mesmo depois dos 50 anos de idade (BAIERLE *et al.*, 2010).

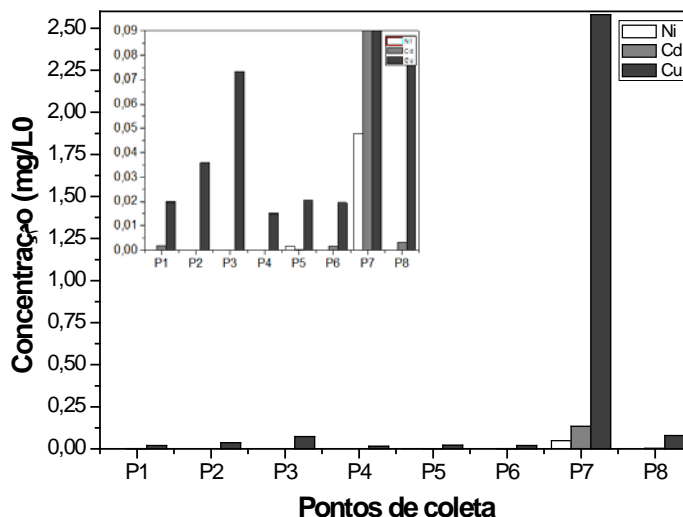


Figura 1: Quantificação de metais pesados em amostras de águas de superfície do rio Poti na primeira coleta, em julho de 2018.

A segunda coleta para análises foi realizada em outubro de 2018. O ponto 02 estava seco, deste modo, não foi possível a realização de coleta para preparação de amostras e análises em meio solúvel.



A Figura 2 apresenta a quantidade de metais pesados nas amostras superficiais do rio Poti referente à segunda coleta. Na segunda coleta não foi evidenciado a presença de Cd e Ni. No entanto a presença de chumbo foi verificada em todos os pontos com exceção do ponto 07.

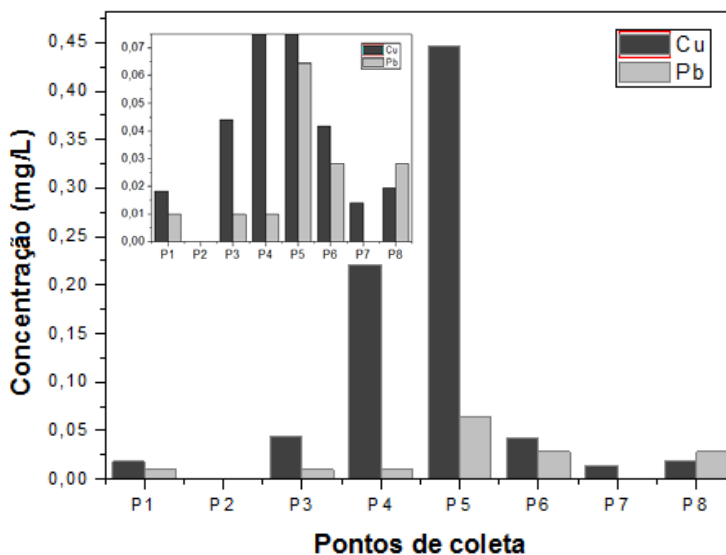


Figura 2: Quantificação de metais pesados em amostras de águas de superfície do rio Poti na segunda coleta, em outubro de 2018.

Observa-se que na segunda avaliação das concentrações de metais pesados, a presença do metal Ni não foi evidenciada.

Os valores de cobre apresentaram-se todos acima do permitido pela Resolução CONAMA nº357/2005, tendo um maior valor no ponto 05. Tóth *et al.* (2002) menciona que quantidades de cobre acima do permitido em águas de superfície podem ter relação direta com atividades de mineração e uso de produtos químicos usados como fertilizantes no solo ou até mesmo agrotóxicos.

Observa-se ainda na Figura 2 que os pontos 01, 03 e 04 apresentam concentração de chumbo próximo do limite permitido por lei. Os pontos 5, 6 e 8 apresentaram valores de concentração superior ao permitido pela lei 357 da CONAMA. Castro (2006), afirma que o chumbo é cumulativo no organismo, podendo gerar o saturnismo, uma doença que ocorre, em sua maioria, a trabalhadores expostos, tendo os sintomas de irritabilidade, dor de cabeça, perda de memória e deficiência muscular.

ANÁLISE DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

A demanda bioquímica de oxigênio foi realizada para os pontos de 01 a 06. A resolução CONAMA Nº 357/2005 menciona que rios de classe II devem ter DBO de 5 mg/L de oxigênio dissolvido. As análises de DBO nos pontos correspondente a zona urbana (2, 3, 4, 5 e 6) apresentaram valores entre 30 e 50 mg/L, indicando uma acentuada poluição por matéria orgânica, de acordo com os resultados apresentados na Figura 3. O ponto 01 corresponde à zona rural, apresentando um valor aceitáveis de DBO, em torno de 5 mg/L. Os maiores valores podem ser explicados por se encontrarem após as fontes poluidoras, em situações críticas de eutrofização, enquanto o primeiro ponto estão presentes longe de residências e descarte de efluentes.

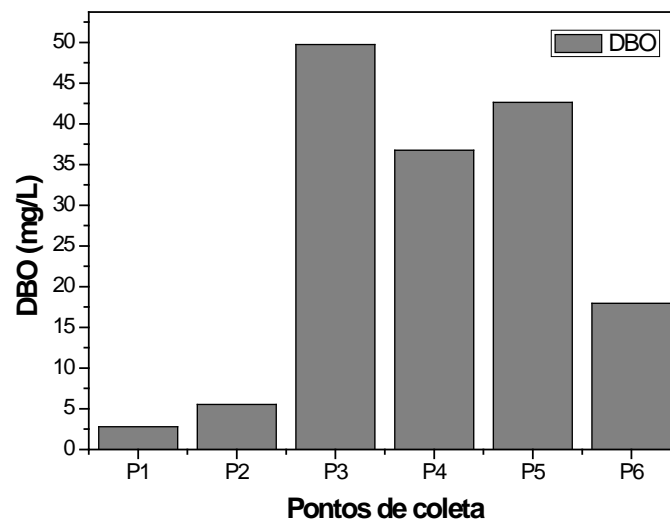


Figura 3: Quantificação de demanda bioquímica de oxigênio em de amostras de água do rio Poti.

Os pontos 3, 4 e 5 estão situados aos arredores do centro do município. Vale ressaltar que o ponto 03, em que se obteve o maior valor de DBO, está situado a jusante da primeira estação de tratamento de esgotos do município além de estar próximo de estabelecimentos, de combustíveis e lava jatos. Os pontos 04 e 05, apesar de receberem inúmeras fontes difusas de esgotos domésticos, apresentou valor menor que o ponto 03.

O ponto 06, situado no parque dos revoltosos, apresentou valores de DBO ainda maiores que o permitido pelo enquadramento do rio (Classe II). Observa-se que após o ponto 03 há uma tendência a redução dos valores. Esta redução pode estar associada a vários fatores entre eles o tempo de depuração. Também pode estar associada ao fato da região possui preservação parcial da mata ciliar viabilizando processo da depuração.

AVALIAÇÃO DA ACIDEZ E/OU BASICIDADE

De acordo com Moraes (2014), o pH é uma abreviação de potencial hidrogeniônico, que permite-nos descrever o carácter ácido ou básico predominante em meio aquoso, tendo em conta o seu valor determinado numa escala de 0 a 14. A variação do pH em águas naturais está associado fatores como dissolução de rochas, absorção de gases atmosféricos, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese. Fatores antropogênicos como despejo de esgotos domésticos e industriais e a lavagem ácida de tanques, respectivamente também podem afetar os valores das águas dos afluentes (VON SPERLING *et al.*, 2005). Os valores de pH verificados para os pontos de 01 a 08 estão apresentados na Figura 4.

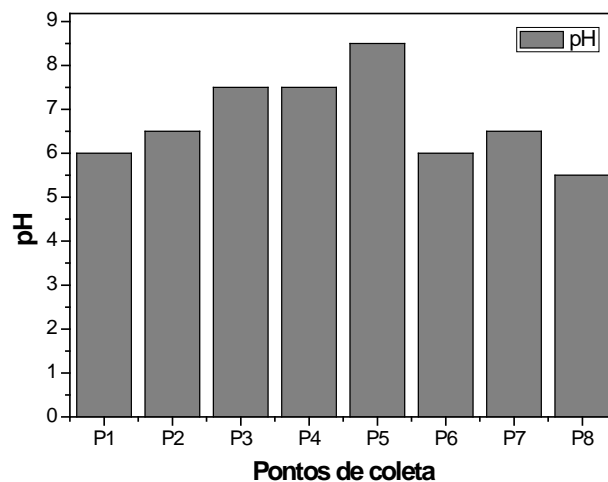


Figura 4: Valores de pH de amostras de águas de superfície do rio Poti.

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 357/2005, o pH de águas classificadas como classe II devem estar entre 6,0 e 9,0. Em relação às águas analisadas, apenas o ponto 08, o Poço do Ramalho, possui um valor de 5,5. Este ponto corresponde à zona rural jusante a zona poluidora da cidade. Baixos valores de pH podem estar associados a possível dissolução rochosa, oxidação da matéria orgânica e a presença de possíveis agrotóxicos. A mudança pH, mesmo que sutil, é preocupante pois os ânions com gravuras rupestres a jusante deste ponto já apresenta corrosão rochosa.

AVALIAÇÃO DA DUREZA

Abdalla *et al.* (2010) define dureza da água como a concentração total de íons alcalino-terrosos na água, particularmente de cálcio (Ca^{+2}) e magnésio (Mg^{+2}), cujas concentrações são muito superiores às dos demais íons alcalino-terrosos encontrados em águas naturais. A portaria 36/1990 do ministério da saúde confere a uma água considerada potável uma taxa de dureza inferior ou igual a 500 mg/L de CaCO_3 .

A Figura 5 mostra todos os valores encontrados de dureza total de cálcio e magnésio em acordo com técnicas de titulação definidas pelo livro *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Os pontos 03 e 05 apresentaram os maiores valores de dureza sendo os mesmos estando acima dos valores estabelecidos pela portaria 38. Os valores observados para o ponto 05 chegam a ultrapassar 134,971 mg/L de CaCO_3 . A elevada quantidade de Ca^{+2} e Mg^{+2} também se relaciona com o pH. Valores de pH altos indicam uma maior solubilidade dos sais carbonatados de Ca^{+2} e Mg^{+2} . O valor encontrado de pH nesta região foi 8,5. Recentemente as matas ciliares do rio próximo ao ponto 05 foram derrubadas de maneira irregular para a construção de um condomínio o que pode ter agravado os índices de dureza. Uma água que ultrapassa o padrão de potabilidade pode inviabilizar o seu uso em determinadas funções e pode ser considerada inapropriada para o consumo humano, acarretando em problemas de saúde, como o cálculo renal (AGRESTE, 2001).

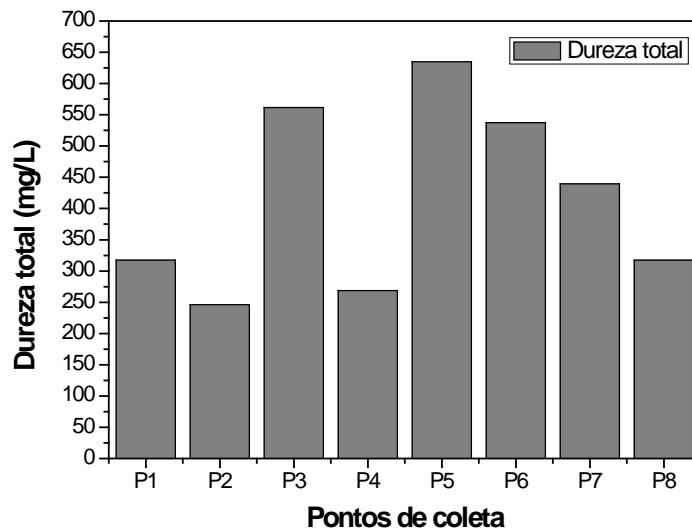


Figura 5: Valores de dureza total de Ca^{+2} e Mg^{+2} de amostras de água do rio Poti.

Os pontos 02 e 04 apresentam valores abaixo de 300 mg/L, o que os caracteriza como amostras com águas moderadamente duras. Os pontos 01, 03, 06, 07 e 08 apresentam valores de dureza entre 200 a 500 mg/L CaCO_3 .

Nas águas naturais, a dureza é uma condição importante, por formar complexos com outros compostos, modificando seus efeitos sobre os constituintes daquele ecossistema. Neste sentido, é importante entender influência da dureza com a presença de metais pesados. Alguns cátions de metais pesados são mais reativos que o cálcio e o magnésio juntando-se com o carbonato formando sais. Tais sais, a depender das zonas de estratificação do lago e do movimento térmico, podem misturar-se com partículas orgânicas ficando mais densos precipitando-se e juntando-se a demais sedimentos. Neste sentido o estudo de metais pesados deve considerar não somente a parte solúvel mais também a parte depositada nos sedimentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os pontos analisados como pontos referenciais do rio Poti no município de Crateús-CE, estão acometidos com metais pesados acima do permitido pela Resolução CONAMA Nº 357/2005. O ponto com menor quantidade de poluentes se encontra no primeiro ponto analisado, pois está distante de fontes poluidoras. A poluição nos outros pontos pode ser explicada pelo descarte incorreto de efluentes domésticos e de resíduos com metais pesados em proximidades do rio, contaminando-o com grandes quantidades de cobre e cádmio e chumbo, além de possuir uma DBO acima do permitido, chegando próximo a 50 mg/L.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABDALLA, K.; CAVALCANTE, P.; NETO, J.; BARBIERI, R.; NETO, M; Avaliação da dureza e das concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de Rosário - MA. XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E XVII ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, p.3, São Luís - MA, 2010.
2. AGRESTE, S.; SCHOR, N.; HEILBERG, I; Atualização em nefrologia química: Papel da constituição físico-química da água potável na litogênese renal. JORNAL BRASILEIRO DE NEFROLOGIA, p. 46, 2001.
3. ANTUNES, D; Externalidades negativas sobre o meio ambiente. REVISTA DE CIÊNCIAS GERENCIAIS DA ANHANGUERA EDUCACIONAL, vol. 8, n. 18, p. 59, Valinhos - SP, 2009.
4. AZEVEDO, B; A importância socioambiental da bacia hidrográfica do rio Poty na formação da identidade cultural piauiense. CARTA CEPRO, v. 24, n.1, p.1-2, Teresina - PI, 2007.



5. BAIERLE, M.; VALENTINI, J.; PANIZ, C.; MORO, A.; JUNIOR, F.; GARCIA, S; Possíveis efeitos do cobre sanguíneo sobre parâmetros hematológicos em idosos. JORNAL BRASILEIRO DE PATOLOGIA E MEDICINA LABORATORIAL, v. 46, n. 6, p. 463-470, Rio de Janeiro - RJ, 2010.
6. BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Minas e Metalúrgica. Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará.
7. BRASIL. Resolução CNRH nº91, de 05 de novembro de 2008. Publicado no D.O.U.
8. BRASIL. Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.
9. CASTRO, S. Efeitos de metais pesados presentes na água sobre a estrutura das comunidades bentônicas do alto do rio das Velhas – MG. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO, MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, p. 26, Belo Horizonte – MG, 2006.
10. DAMASCENO, L.; JÚNIOR, A.; DIAS, N.; FRANCO, J.; SILVA, Ê; Qualidade da água do rio Poty para consumo humano, na região de Teresina, PI. REVISTA VERDE, v.3, n.3, p.117, Mossoró - RN, 2008.
11. FILHO, A.; NETO, I; Modelagem da qualidade de água do rio Poti em Teresina (PI). REVISTA ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, p.3, 2018.
12. MORAIS, J; O valor do pH. UNIVERSIDADE DE ÉVORA, UE – DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS MEDITERRÂNICAS, p.2, 2014. Disponível em <http://www.videos.uevora.pt/quimica_para_todos/valor_ph.pdf>. Acessado em 13 de abril de 2019, às 19:28 h.
13. ØYGARD, J.K.; MAGE, A.; GJENGEDAL, E; *Estimation of the mass-balance of selected metals in four sanitary landfills in Western Norway, with emphasis on the heavy metal content of the deposited waste and the leachate.* WATER RESERACH, p. 2851- 2858, 2004.
14. TÓTH, J; TOMÁS, J.; LAZOR, P; *The evaluation of bioavailability of cadmium, lead, copper, zinc and chromium in heavily contaminated fluvisoil.* SLOVAK AGRICULTURAL UNIVERSITY, Nitra. 2002.
15. VIRGA, R. H. P.; GERALDO, L. P.; SANTOS, F. H; Avaliação de contaminação por metais pesados em amostras de siris azuis, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS; v. 27, n. 4, p.779-785 Campinas – SP, 2007.
16. VON SPERLING, M; Introdução à qualidade das águas e ao tratamento dos esgotos. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, p. 243, Belo Horizonte - MG, 2014.