

AValiação DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UM TRECHO DO RIO COCÓ SOB POSSÍVEL INFLUÊNCIA DO LIXÃO DESATIVADO DO JANGURUSSU FORTALEZA/CE

Bárbara Chaves Barbosa(*) Francisco Wilame Amaral Junior(**) Lucas Silveira Silva(***) Kelly Araújo
Rodrigues Pessoa(****) Glória Maria Marinho Silva(*****)

RESUMO

O uso inadequado dos recursos hídricos pela sociedade contemporânea tem provocado alterações significativas na qualidade das águas das bacias de drenagem, prejudicando suas diversas utilidades. O uso inadequado que o homem faz dos recursos hídricos e do solo de suas bacias hidrográficas tem provocado alterações na qualidade da água, prejudicando as suas diversas utilidades. No caso da região Nordeste, é importante considerar que as condições ambientais contribuem para prejudicar ainda mais a qualidade da água. A degradação dos rios e reservatórios foi particularmente importante, decorrente, sobretudo do crescimento demográfico e da urbanização, sem o devido saneamento básico. O objetivo principal desta pesquisa foi analisar o impacto ambiental do antigo lixão do Jangurussu, desativado, sobre um trecho do rio Cocó. As coletas foram realizadas durante os meses de outubro 2009 e de janeiro 2011, em seis pontos de amostragem, sendo dois pontos à montante do lixão, três em paralelo e um ponto à jusante. As análises realizadas foram: amônia, nitrito, nitrato, potencial hidrogeniônico (pH), fósforo total, ortofosfato, condutividade elétrica, sólidos sedimentáveis e oxigênio dissolvido. Os resultados médios obtidos foram: pH – 7,2, 7,4, 7,2, 7,2, 7,3, 7,4; amônia – 47, 51, 53, 49, 58, 53 mg.L⁻¹; nitrito – 0,5, 0,5, 0,5, 0,5, 0,6, 0,5 mg.L⁻¹; nitrato – 0,1 mg.L⁻¹; fósforo total – 16,6, 16, 15, 14,7, 15,7, 16,2 mg.L⁻¹; ortofosfato – 5, 4,5, 4,5, 4,6, 4,3, 4,6 mg.L⁻¹; oxigênio dissolvido – 2,5, 1,9, 2,5, 2,5, 2,4, 2,1 mg.L⁻¹ e condutividade elétrica 0,8, 0,9, 0,9, 0,9, 0,9 e 0,8 mS, respectivamente para os pontos P1, P2, P3, P4, P5 e P6. Diante desses resultados, foi possível observar que a qualidade das águas do rio Cocó, no trecho em que circunda o lixão do Jangurussu, está comprometida por seu elevado grau de contaminação. Tal poluição pode ser atribuída à ocupação desordenada na área estudada, além da falta de infraestrutura das habitações, o que intensifica os impactos no rio. Desta forma, constata-se que o rio Cocó sofre forte impacto ambiental com a ocupação da população ribeirinha ao longo de suas margens e com a entrada clandestina de resíduos no lixão do Jangurussu.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade de água. Lixão do Jangurussu. Rio Cocó.

WATER QUALITY EVALUATION IN A STRETCH OF COCÓ RIVER UNDER THE POSSIBLE INFLUENCE OF JANGURUSSU'S OUT OF USE LANDFILL FORTALEZA/CE

ABSTRACT

The inappropriate use of water resources by modern society has caused significant changes in the quality of the water in watersheds. That harms its many usages. It is important to consider the environmental characteristics of the region in northeastern Brazil. It contributes to decreased water quality in the sense that this region has poor sewage system and it is still small compared to the south of the country. This region manages its solid waste inadequately, which ultimately adds to the degradation of water sources located in these areas. The main purpose of this research was to analyze the influence of the former and out of use Jangurussu's landfill on a stretch of the Coco River. Samples were collected during October 2009 and January 2011 in six sampling points, namely, two points upstream of the landfill, three in parallel and a point downstream. We performed the following analysis: ammonia, nitrite, nitrate, hydrogen potential (pH), total phosphorus, orthophosphate, conductivity, settleable solids and dissolved oxygen. The average results obtained were: pH - 7.2, 7.4, 7.2, 7.2, 7.3, 7.4, ammonia - 47, 51, 53, 49, 58, 53 mg.L⁻¹; nitrite - 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.6, 0.5 mg.L⁻¹; nitrate - 0.1 mg.L⁻¹, total phosphorus - 16.6, 16, 15, 14.7, 15.7, 16.2 mg.L⁻¹, orthophosphate - 5, 4.5, 4.5, 4.6, 4.3, 4.6 mg.L⁻¹, dissolved oxygen - 2.5, 1.9, 2.5, 2.5, 2.4, 2.1 mg.L⁻¹ and conductivity 0.8, 0.9, 0.9, 0.9, 0.9 and 0.8 mS, respectively to the points P1, P2, P3, P4, P5 and P6. From these results it was possible to observe that the water quality of the Coco River in the stretch surrounding the landfill's Jangurussu is compromised by its high degree of contamination. Such pollution can be attributed to the disorderly occupation in the studied area, and the lack of housing infrastructure which has intensified the impact on the river. Therefore, it is noted that the Coco River is suffering strong environmental impact due to the occupation of its banks by locals and the disposal of illegal waste dump in the Jangurussu's landfill.

KEYWORDS: Water quality. Jangurussu's landfill. Coco River.

(*) Doutoranda em Saneamento Ambiental, UFC, Professora Colaboradora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, e-mail: barbara.cefetce@gmail.com.

(**) Mestre em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

(***) Tecnólogo em Gestão Ambiental, IFCE, e-mail: lucaskaa@yahoo.com.br.

(****) Doutora em Hidráulica e Saneamento - Engenharia de São Carlos - USP, professora e pesquisadora do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, campus de Fortaleza, e-mail: kelly@ifce.edu.br.

(*****) Doutora em Hidráulica e Saneamento - Escola de Engenharia de São Carlos - USP, professora do Programa de Mestrado em Tecnologia e Gestão Ambiental do IFCE, e-mail: gloriamarinho@gmail.com.

1 INTRODUÇÃO

As águas doces sofreram profundas mudanças químicas, físicas e biológicas em todo o mundo, como resultado das alterações antrópicas nas bacias hidrográficas. A maioria destas mudanças veio a partir do uso inadequado do solo, escoamento agrícola e lançamento de esgoto doméstico e industrial (SALOMONI *et al.*, 2007). Estas alterações afetam a qualidade da água, prejudicando seu uso direto e indireto pelos seres humanos, bem como a biota que utiliza este recurso natural.

O uso inadequado que o homem faz dos recursos hídricos e do solo de suas bacias hidrográficas tem provocado alterações na qualidade da água, prejudicando as suas diversas utilidades. No caso da região Nordeste, é importante considerar que as condições ambientais contribuem para prejudicar ainda mais a qualidade da água. A degradação dos rios e reservatórios foi particularmente importante, decorrente, sobretudo do crescimento demográfico e da urbanização, sem o devido saneamento básico (ROCHA *et al.*, 1997).

Além disso, os recursos hídricos brasileiros enfrentam problemas de ordem quantitativa, oscilando entre a escassez e a abundância, sendo tal fato devido à utilização desregulada dos mananciais (ALVES *et al.*, 2009). Na verdade a escassez de água, embora não determinante, sempre esteve associada à luta pela sobrevivência da população do semiárido nordestino brasileiro, em que o regime hidrológico é, na sua maior parte, caracterizado por um balanço hídrico negativo com escassez de chuvas e secas periódicas de intensidades variáveis. A criticidade desta situação torna-se ainda maior quando há ocorrência de períodos secos prolongados. Para que se tenha ideia, a média histórica de precipitação (1980-2009) no Estado do Ceará, durante período chuvoso registrou 629 milímetros (FUNCEME, 2010).

Arelado a este problema está o comprometimento da qualidade das águas dos recursos hídricos do Estado do Ceará, o qual está ligado principalmente à falta de infraestrutura básica de saneamento (inexistência ou precariedade do sistema de coleta e destinação final adequados dos sistemas de tratamento dos resíduos sólidos e líquidos) das cidades ribeirinhas e a processos de erosão e assoreamento. As fontes de poluição em geral são difusas, provenientes principalmente de aglomerados urbanos existentes nas áreas de preservação dos corpos d'água (COGERH, 2010).

Segundo o inventário do Município de Fortaleza do ano de 2003, a capital é drenada por quatro bacias hidrográficas principais: Bacia Vertente Marítima; Bacia do Cocó; Bacia do Maranguapinho/Ceará e Bacia Pacoti. Estas bacias incluem os cursos de água das várias dimensões, como as lagoas, açudes e lagamares.

O rio Cocó, com 45 km de extensão, é uma das principais riquezas hídricas da cidade de Fortaleza, nasce na Serra de Aratanha, município de Pacatuba (Região Metropolitana de Fortaleza) e tem seu estuário localizado na costa leste da capital (FERREIRA *et al.*, 2003).

Ao longo do seu percurso, o rio Cocó sofre vários impactos antrópicos que desequilibram suas condições ecológicas com destaque para a retirada de areia e da mata ciliar, aterros clandestinos, construções irregulares, disposição de lixo e esgotos, tanto domésticos quanto industriais.

Seguindo na direção Sudoeste – Nordeste, o rio Cocó encontra pela margem esquerda o antigo lixão¹ do Jangurussu, local de deposição do lixo do Município de Fortaleza, no período de 1978 a 1998 (PESSOA, 2002). Para Viana (2003), esse lixão é uma das fontes pontuais mais significativas de comprometimento da qualidade das águas do rio Cocó, uma vez que possui uma carga poluidora referente ao chorume derivado em grande parte da decomposição dos resíduos orgânicos.

O antigo lixão do Jangurussu funcionou por 20 anos (1978 a 1998) e recebe o nome do bairro onde está localizado. Hoje, inativo, resta uma montanha de lixo coberta de 20-40 m de altura e que é preocupante devido ao fato de estar apenas a 55 m do rio Cocó. O trabalho feito por Oliveira (1997) traz que inicialmente o Jangurussu foi planejado para funcionar como um aterro controlado, onde os resíduos eram recobertos com camada de material inerte, sofrendo leve compactação e não havendo sistema de coleta e tratamento para gases e chorume. O chorume drena para as água subterrâneas e superficiais provocando contaminação das mesmas.

Na periferia das cidades brasileiras, é comum as famílias de baixa renda ou aquelas que não são servidas pelos serviços de saneamento usarem poços para suprir suas necessidades de abastecimento de água, muitas vezes bem próximos a lixões, tornando-se vulneráveis às doenças de veiculação hídrica (CAMPOS *et al.*, 2004).

Desta forma, o processo de monitoramento se faz necessário para implantação de políticas públicas que visem à recuperação e proteção destes mananciais, pois, segundo Magalhães Jr. (2000), o monitoramento deve ser visto como um processo essencial à implementação dos instrumentos de gestão das águas, já que permite a obtenção de informações estratégicas, acompanhamento das medidas efetivadas, atualização dos bancos de dados e o direcionamento das decisões. Considerando, portanto, essa realidade, este estudo tem por objetivo analisar os impactos ambientais causados pelo Lixão do Jangurussu sobre a

¹ Lixão é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga do lixo sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública (IPT, 1995).

qualidade das águas do rio Cocó, considerando algumas variáveis físico-químicas, o que pode gerar informações de interesse dos órgãos públicos e da população.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local

Este estudo faz parte de um projeto financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (Processo 577054/2008-2) e foi desenvolvido em quatro etapas principais: revisão da literatura, visitas “in loco” para escolha e georreferenciamento dos pontos de coleta das águas e análise das amostras em laboratório.

Foram escolhidos seis pontos para coletar as águas do rio Cocó no trecho que passa ao lado do lixão do Jangurussu, sendo dois à montante do lixão, três em paralelo e um à jusante no trecho onde, possivelmente, sofreria influência direta do antigo lixão, como mostrado na Figura 1, e as coordenadas geográficas estão apresentadas na Tabela 1.

Figura 1 - Localização dos pontos de coleta.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 1 - Coordenadas dos pontos de coleta.

Ponto de Coleta	Coordenadas Geográficas	Ponto de Coleta	Coordenadas Geográficas
P1	S 03°49.766' / W 038°31.712'	P4	S 03°49.572' / W 038°31.462'
P2	S 03°49.730' / W 038°31.692'	P5	S 03°49.481' / W 038°31.355'
P3	S 03°49.628' / W 038°31.575'	P6	S 03°49.453' / W 039°31.275'

Fonte: Elaborada pelo autor.

2.2 Análises das Amostras Coletadas

As amostras foram coletadas a uma profundidade de 30 cm, acondicionadas, transportadas, conforme APHA (2005) e analisadas no Laboratório de Tecnologia Ambiental (LATAM) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE. As

variáveis analisadas e o método empregado para sua realização estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Variáveis monitoradas durante o desenvolvimento da pesquisa.

Variável	Método Empregado
Amônia	Neslerização Direta
Nitrito	Colorimétrico
Nitrito	Método colorimétrico do Salicilato de sódio
Fósforo total e ortofosfato	Método colorimétrico do Ácido Ascórbico
pH	Potenciometria
Condutividade	Condutivímetro
Sólidos Sedimentáveis	Método do cone de Imhoff
O.D	Oxímetro

Fonte: Elaborada pelo autor.

3 RESULTADOS

3.1 Análises Físico-químicas

3.1.1 Fósforo

Em sistemas naturais, sem pressão antrópica, a origem do fósforo é a intemperização das rochas fosfáticas presentes na bacia hidrográfica (REYNOLDS, 2006). No entanto, atividades como agricultura ou despejo de esgotos urbanos irão alterar as concentrações naturais do fósforo em rios, lagos e reservatórios, o que provavelmente vem acontecendo com o trecho do rio analisado. Além das fontes pontuais, há também a contribuição por fontes difusas, decorrentes muitas vezes da água de escoamento superficial, resultante de precipitações na bacia.

As médias dos valores encontrados nos pontos P1, P2, P3, P4, P5 e P6 foram, respectivamente, 16,5, 16, 15, 14,7, 15,7, 16,2 mg.L⁻¹, não sendo encontrada variação significativa entre os pontos à montante e à jusante do lixão, o que pode indicar que, para a variável analisada, o lixão exerce pouca influência. Os maiores valores foram encontrados na sexta coleta (Figura 2). Nos demais pontos e coletas, o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 430/2011, também foi ultrapassando, sendo o máximo permitido 0,05 mg.L⁻¹.

A contribuição antropogênica, sob a forma de poluição direta ou indireta, tem um papel fundamental no enriquecimento de fósforo nos ecossistemas aquáticos. Por exemplo, em esgotos domésticos o fósforo se encontra principalmente como fosfato e, segundo Araújo (1993), seus teores são geralmente de 6,5 a 9,0 mg.L⁻¹ de fósforo total e de 2,0 a 7,0 mg.L⁻¹ de ortofosfato solúvel, valores estes ultrapassados em todas as coletas do rio Cocó. A partir de tal comparação, pode-se perceber que o rio possui características, com relação ao porte de fósforo, muito parecidas com as de esgotos domésticos.

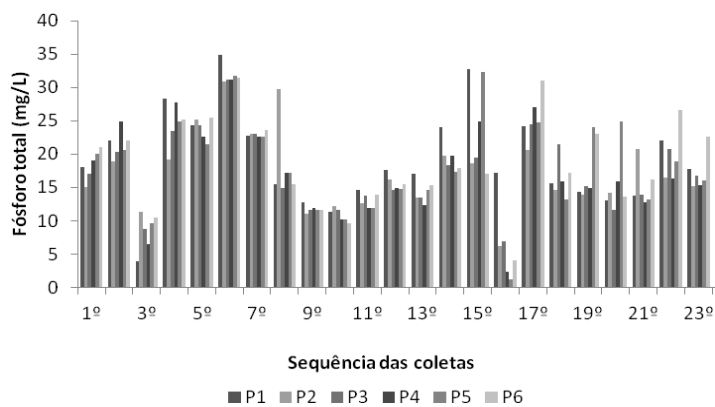
A remoção de fósforo total de um manancial ocorre pela assimilação, principalmente, como fósforo orgânico presente na biomassa e auxiliada pelo processo de

sedimentação no fundo do manancial. Tal comportamento de sedimentação não foi observado nos pontos deste estudo, pois as concentrações de fósforo se mantiveram praticamente as mesmas, não ocorrendo significativa sedimentação. Embora o ambiente seja lóxico, neste rio, as águas exibem baixa velocidade de fluxo, principalmente no período de estiagem. No entanto, os lançamentos permanentes de nutrientes de fontes pontuais e difusas podem ter contribuído significativamente para altas concentrações deste composto, pois em média foram encontrados valores de 17 mg.L^{-1} , porém em algumas coletas foram encontrados valores até de 33 mg.L^{-1} de fósforo total.

Em estudo de caracterização das águas do rio Cocó à montante, nas proximidades e à jusante do lixão do Jangurussu, Oliveira (1997) encontrou valores médios de fósforo total variando de $0,87 \text{ mg.L}^{-1}$ a $7,42 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo a menor concentração à montante do lixão e a maior nas proximidades do lixão.

Conforme Toledo e Nicolella (2002), as fontes difusas de poluição têm sido objeto de atenção em muitos países devido à dificuldade de se estabelecer procedimentos de avaliação de impactos ambientais. Associado a este fato, o papel do fósforo na eutrofização dos recursos hídricos é essencial, e a alta concentração deste nutriente tem sido colocada em relevância como indicador de qualidade de água, já que outros indicadores como sólidos em suspensão e turbidez estão associados ao transporte de fósforo, uma vez que o aporte desse elemento aos recursos hídricos tem como principal agente o uso urbano, seguido pelo uso agrícola do solo.

Figura 2 - Variação da concentração fósforo total no rio Cocó.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1.2 Ortofosfato

Em lagos tropicais, devido à alta temperatura da água, o metabolismo dos organismos aumenta consideravelmente, fazendo com que o P-orto (fósforo inorgânico dissolvido) seja ainda mais rapidamente assimilado e incorporado na sua biomassa. Esse é um dos principais motivos pelo qual, nestes lagos, excetuando os eutrofizados artificialmente, a

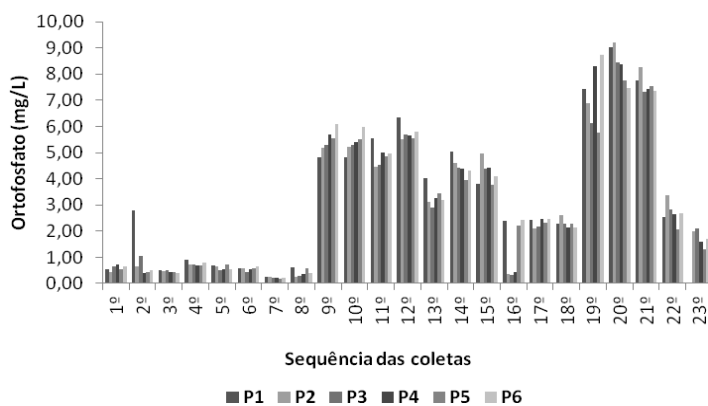
concentração de P-orto é muito baixa, como no manancial estudado, pois, como observados durante a pesquisa, da primeira à oitava coleta as concentrações de P-orto ficaram na faixa de 0,5 a 0,7 mg.L⁻¹. As médias observadas nos pontos P1, P2, P3, P4, P5 e P6 foram 5, 4,5, 4,5, 4,6, 4,3, 4,6 mg.L⁻¹. No entanto, de maneira geral, o manancial estudado apresentou em média 3 mg.L⁻¹ deste composto (Figura 3).

O período chuvoso pode ter tido certa influência, pois da 9^a a 21^a coleta, que compreendeu o período de maio a novembro, período de maiores precipitações, houve aumento na concentração deste composto nos pontos estudados. Porém, é evidente a grande variabilidade, o que era esperado ao longo do eixo montante-jusante, influenciando de maneira relevante a qualidade de água. Provavelmente esta variação é consequência das intervenções antrópicas na área.

Pessoa (2002), em sua pesquisa, constatou que no rio Cocó as maiores concentrações (0,78 mg.L⁻¹) deste parâmetro foram encontradas no trecho próximo ao lixão, evidenciando interferências antrópicas, principalmente pelo despejo de lixo e esgotos da população que vive às suas margens. Isto também foi constatado nesta pesquisa, pois os valores médios de fósforo em todos os pontos estudados ficaram bem acima do que o permitido pela Legislação (< 0,05 mg.L⁻¹ P).

É relevante ressaltar que maiores valores de fósforo encontrados à montante do lixão, são indicativos de poluição por outras fontes, que não o lixão do Jangurussu, e, a saber, com valores altos de fósforo, são indicativos de entrada de esgotos domésticos e industriais.

Figura 3 - Variação da concentração ortofosfato no rio Cocó.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1.3 Amônia

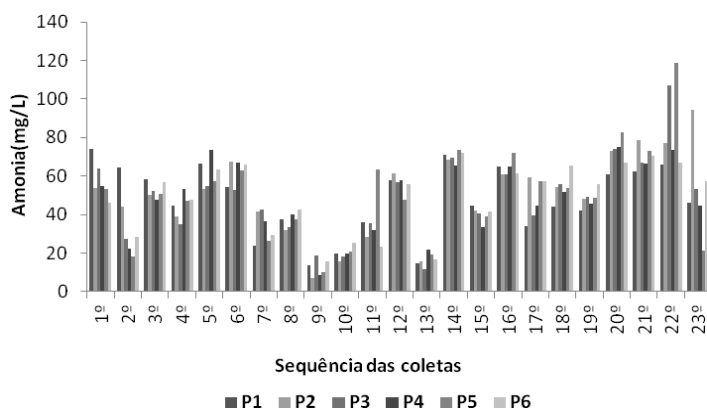
De maneira geral, avaliando os pontos individualmente, os resultados mantiveram linearidade, principalmente nas médias finais, 47, 51, 53, 49, 58, 53 mg.L⁻¹ nos pontos P1, P2,

P3, P4, P5 e P6, respectivamente, como pode ser visto na Figura 4. Embora em alguns momentos, como na 22ª coleta, tenha sido observado aumento da concentração de amônia, pode-se inferir que as bactérias presentes no meio estão utilizando os nitratos - que apresentaram baixa concentração (maior concentração foi de 0,6 mg.L⁻¹) alternativamente ao oxigênio como forma de respiração, percebendo-se que as concentrações de oxigênio dissolvido foram muito baixas.

Quanto aos compostos nitrogenados, Oliveira (1997) observou que o nitrogênio amoniacal esteve presente em altas concentrações no percolado em estudo com valores médios de amônia 526 mg.L⁻¹ e máximo de 1132 mg.L⁻¹, provavelmente devido à degradação biológica de aminoácidos e outros materiais orgânicos nitrogenados.

Segundo Pessoa (2002), a fonte artificial de nitrogênio mais significativa nos corpos hídricos é o despejo de esgoto doméstico, sem tratamento prévio, lançado “in natura” nos corpos de água, o que foi verificado em seu trabalho, visto que, as estações com maiores concentrações de amônia foram aquelas que sofreram maiores interferências antrópicas nas estações à jusante do lixão.

Figura 4 - Variação da concentração de amônia no rio Cocó.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Lamparelli (2004), estudando graus de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo, encontrou concentrações médias de nitrogênio amoniacal de 1,24 mg.L⁻¹, com 610 pontos estudados. Estes valores da concentração de nitrogênio amoniacal são muito inferiores aos encontrados na presente pesquisa, podendo tal diferença ser causada por fatores antrópicos como o lançamento de esgotos industriais *in natura*.

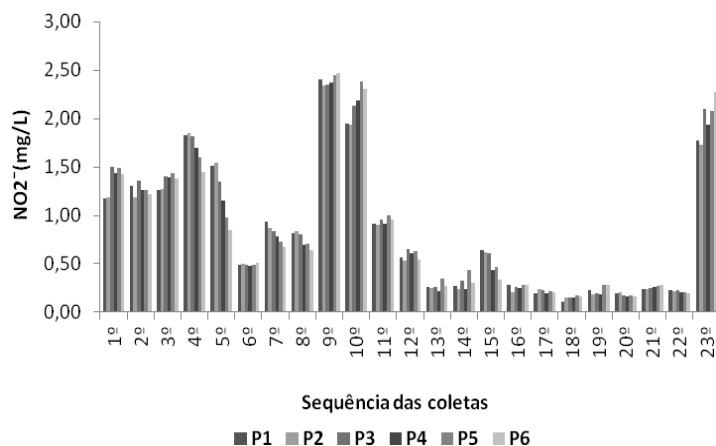
3.1.4 Nitrito

Nos mananciais, a concentração de nitrito é baixa, se comparada à de N-amoniacoal e Nitrato. Somente em mananciais poluídos, a concentração de nitrito pode assumir valores significativos (ESTEVES, 1988).

Segundo estudo realizado por Pessoa (2002), a concentração de nitrito na água do rio Cocó apresentou uma máxima de $2,13 \text{ mg.L}^{-1}$ na preamar de setembro de 2001. As concentrações elevadas de íons nitrito na água são em geral associadas à baixa disponibilidade de oxigênio, o que acelera as reações de desnitrificação no meio, reduzindo as concentrações de nitrato, e temporariamente, aumentando as de nitrito, antes que seja completado o processo, cujo produto resultante é a forma gasosa de nitrogênio.

Pelas baixas concentrações de nitrito, observa-se que o oxigênio disponível no meio não foi suficiente para que as bactérias pudessem oxidar a amônia a nitrito e a nitrato, situação apresentada na Figura 5.

Figura 5 - Variação da concentração de nitrito no rio Cocó.



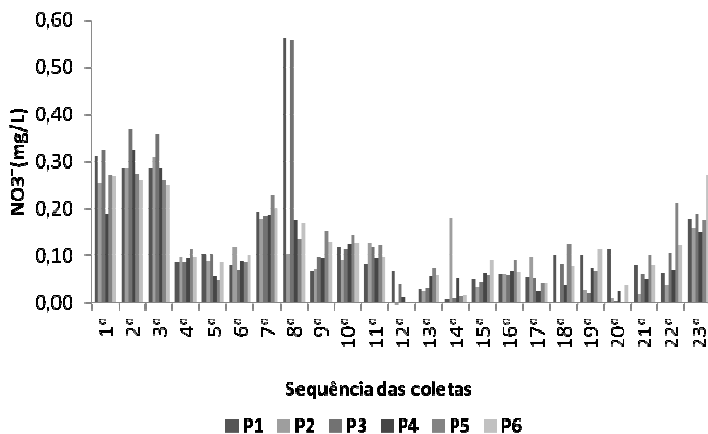
Fonte: Elaborada pelo autor.

3.1.5 Nitrato

Os valores médios de nitrato nos pontos coletados encontram-se de acordo com o estabelecido pela legislação ($< 10 \text{ mg.L}^{-1}$ de NO_3^-), pois como pode ser visto na Figura 6, a maior concentração foi de $0,60 \text{ mg.L}^{-1} \text{NO}_3^-$.

Os baixos valores de nitrato ($0,2 \text{ mg.L}^{-1}$) nos pontos estudados podem ter sido resultado da desnitrificação, favorecida pelo baixo teor de oxigênio dissolvido e justificado pelo elevado teor de nitrogênio amoniacoal (média de 48 mg.L^{-1}), pois para que as bactérias nitrificantes possam oxidar o nitrogênio amoniacoal em nitrito e este em nitrato é necessário o oxigênio dissolvido (SAWYER *et al.*, 1994).

Figura 6 - Variação da concentração de nitrato no rio Cocó.



Fonte: Elaborada pelo autor.

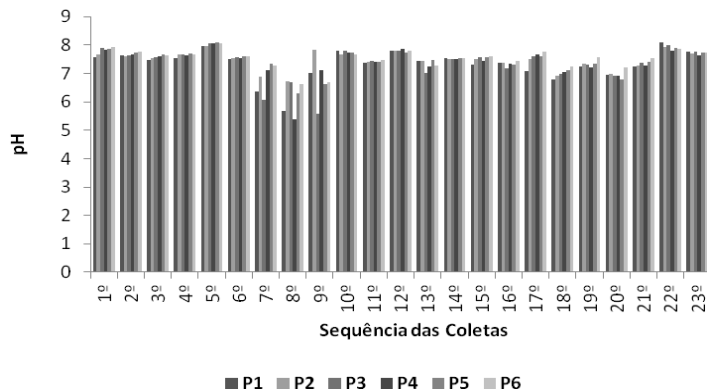
Segundo Lamparelli (2004), os valores da concentração de nitrato são maiores em reservatórios do que em rios. Nesses ambientes deve ocorrer a oxidação do nitrogênio amoniacal que é lançado como esgoto, pois, em geral, esses ambientes estão mais distantes das fontes de lançamento. As concentrações de nitrato em média para rios nos pontos estudados pela autora, foram de $0,47 \text{ mg.L}^{-1}$ com 609 pontos avaliados.

3.2 Potencial hidrogeniônico – pH

Como observado na Figura 7, a maioria dos valores de pH está dentro dos intervalos da resolução do CONAMA 430 de 2011, para águas doces classe 2, situado entre 5 e 9.

As médias observadas foram 7,2, 7,4, 7,2, 7,2, 7,3, 7,4, para os pontos P1, P2, P3, P4, P5 e P6, respectivamente. Os únicos valores abaixo do recomendado foram os pontos 1e 4 na oitava coleta e o ponto 3 na nona coleta, o que pode ser atribuído ao lançamento de esgotos identificados visualmente nas proximidades dos pontos, os quais podem ter caráter mais ácido, influenciando desta forma o pH da água do rio.

Figura 7 - Variação de pH no rio Cocó.



Fonte: Elaborada pelo autor.

As águas superficiais, normalmente, possuem um pH entre 4 e 9, às vezes são ligeiramente alcalinas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. Naturalmente, nesses casos, o pH reflete o tipo de solo por onde a água percorre (SILVA *et al.*, 2007).

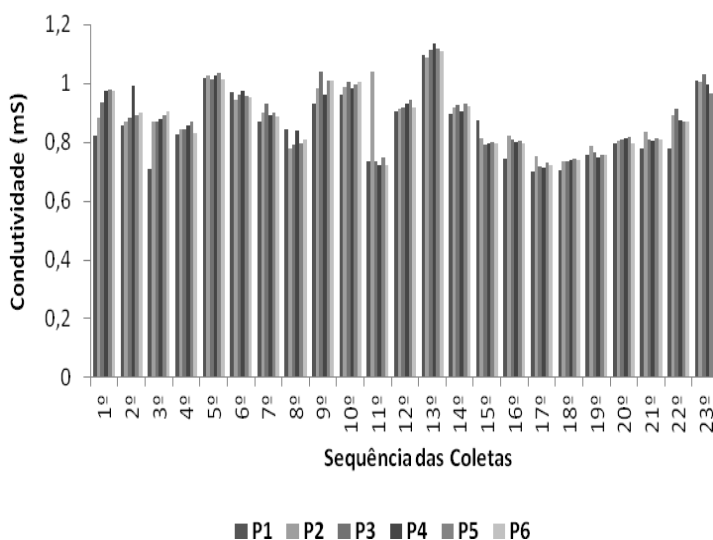
3.2.1 Condutividade

A condutividade é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Como observado na Figura 8, os valores de condutividade variaram de 0,705 a 1,134 mS, sendo que as médias alcançaram valores de 0,8 mS, 0,9 mS, 0,9 mS, 0,9 mS, 0,9 mS e 0,8 mS, para os pontos P1, P2, P3, P4, P5 e P6, respectivamente.

De acordo com Esteves (1998), a condutividade elétrica da água é uma das variáveis mais importantes da limnologia, devido à sua capacidade de fornecer informações significativas concernentes tanto ao metabolismo do ecossistema aquático como a fenômenos relevantes que ocorrem na bacia de drenagem.

Para Alves (2009), os maiores valores de condutividade têm uma relação do parâmetro avaliado com o lançamento de efluentes e assim o aumento das concentrações iônicas. Pela média dos pontos observados, verificou-se que a condutividade mais alta ocorreu em um dos pontos mais próximos ao lixão (1,134 mS no ponto 4).

Figura 8 - Variação de condutividade no rio Cocó.



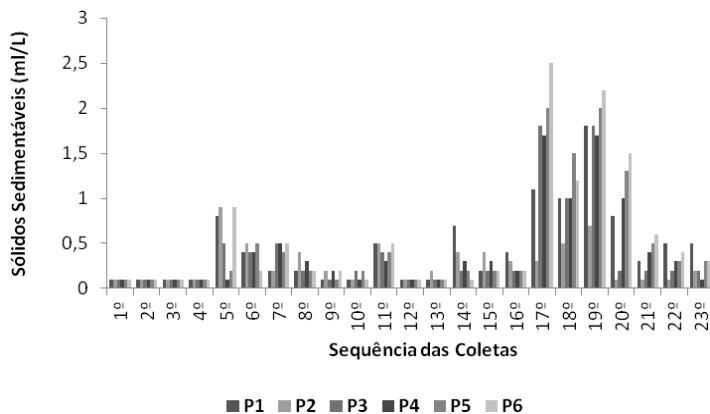
Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2.2 Sólidos Sedimentáveis

A presença de sólidos sedimentáveis está relacionada a problemas de assoreamento dos rios e a canais de navegação, sendo estabelecido pela Resolução do CONAMA 357/2005 que essas frações sólidas estejam virtualmente ausentes.

Conforme demonstrado na Figura 9, as porções de volume para sólidos sedimentáveis variaram entre 0,10 mL/L e 2,5 mL/L. Em geral, houve pouca variação dessas frações sólidas na maioria das coletas e dos pontos. Com exceção das coletas 17 e 19, onde houve um aumento significativo de concentração, esta variação, provavelmente, pode refletir as intervenções na bacia hidrográfica, com o uso e ocupação do solo. No entanto, a presença de algas também pode afetar os resultados.

Figura 9 - Variação de sólidos sedimentáveis no rio Cocó.

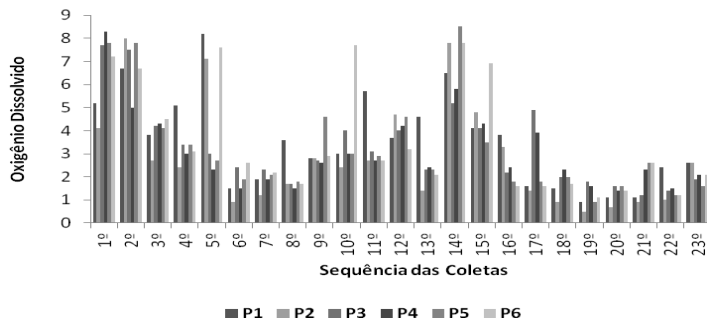


Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2.3 Oxigênio Dissolvido – OD

Os resultados das análises para o parâmetro OD variaram entre 0,5 mg.L⁻¹ (na décima nona coleta, no ponto 2) e 8,5 mg.L⁻¹ (na décima quarta coleta, no ponto 5). A concentração média observada foi 2,5, 1,9, 2,5, 2,5, 2,4, 2,1 mg.L⁻¹ para P1, P2, P3, P4, P5 e P6, respectivamente. A Resolução CONAMA 430/2011 para classe 2 preconiza que o oxigênio dissolvido não deve ser inferior a 5 mg.L⁻¹.

Figura 10 - Variação dos resultados de oxigênio dissolvido.



Fonte: Elaborada pelo autor.

4 CONCLUSÕES

Observou-se que o rio Cocó, no trecho que circunda o lixão do Jangurussu, sofre com o assoreamento, devido ao despejo de lixo e à retirada da mata ciliar por parte da população, seja através de queima (a vegetação que recobre o lixão atualmente também é queimada pela população ignorando o risco potencial devido ao metano armazenado no interior do lixão) ou através da retirada mecânica da vegetação.

Os resultados das análises de nutrientes comprovaram o elevado grau de trofia deste trecho analisado, com resultados de fósforo total de 17 mg.L^{-1} e alcançando, em alguns momentos, concentrações até de 33 mg.L^{-1} deste composto. Quanto à concentração de amônia, a média encontrada foi de 48 mg.L^{-1} , embora em alguns momentos, como na 22ª coleta, esta concentração tenha alcançado picos próximos de 120 mg/L .

O lixão do Jangurussu ainda exerce influência negativa sobre o rio Cocó, por tratar-se de uma forma não adequada para armazenar os resíduos sólidos (bem como seu chorume) e por estar situado apenas a 55 m do rio. Porém descobriu-se, com o desenrolar da pesquisa, que o rio Cocó não só recebe influência do lixão, mas em especial de vários lançamentos de esgotos domésticos e industriais, pois quase todas as variáveis à montante e à jusante do lixão apresentaram valores acima do limite máximo recomendado na Resolução CONAMA 357/2005 para a classe 2 de água doce, fato que pode ser atribuído ao lixiviado do lixão e aos esgotos lançados indevidamente no manancial.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará, ao CNPq pela bolsa de Apoio Técnico e ao Laboratório de Tecnologia Ambiental (LATAM).

REFERÊNCIAS

ALVES, E. C. F. R.; SILVINO, A. N. O.; ANDRADE, N. L. R. Gestão dos Recursos Hídricos no Estado de Mato Grosso. RBRH — **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 14 n.3 Jul/Set, p.69-80, 2009.

American Public Health Association - **APHA. Standard methods for the examination of water and waste water**. 22. ed. New York: Ed. APHA, 685p, 2005.

ARAÚJO, A. L. C. **Remoção de formas de fósforo em sistemas de lagoas de estabilização, em escala-piloto, com diferentes configurações, tratando esgotos domésticos no nordeste do Brasil**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Sanitária - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, 105p, 1993.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 430/2011, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes complementa e altera a Resolução 357/2005, de 17 de março de 2005. Brasília, **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 13 de maio de 2011.

BRASIL. Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a política nacional de recursos hídricos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 jan. 1997.

CAMPOS, K. C.; CAMPOS, M. C. PACHECO, A.; DUARTE, U. O saneamento no município de Atibaia. **Saneamento Ambiental**, São Paulo, n.109, p.42-43, set./out. 2004.

CETESB, (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL). **Relatório da Qualidade das Águas do Estado de São Paulo - 2003**, São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 263p, 2004.(Série Relatórios).

COGERH-CE – COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ. **Plano de Gerenciamento de Águas das Bacias Metropolitanas FASE 1: Estudos Básicos e Diagnóstico – COGERH/CE Nov 2010**. Disponível em <<http://www.cogerh.com.br>>. Acesso em: 10 de Abril de 2011.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**, Rio de Janeiro, - Editora Interciência Ltda – FINEP. 574p, 1988.

FERREIRA, R. L. U. C.; FARIAS, M. K.; SILVA, F. J. A. - Prospecto recente da degradação do principal corpo hídrico da região Metropolitana de Fortaleza, Ceará. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Joinville /SC. **Anais...** Joinville: ABES. 2003. 1 CD ROM.

FORTALEZA. Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMAM. **Inventário Ambiental de Fortaleza**. Fortaleza, 2003. CD-ROM.

FUNCEME - **Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos**. Disponível em: <http://www.funceme.br/index.php/listanoticias/161-probabilidade-maior-de-chuvas-abaixo-da-media-no-ceara-entre-fevereiro-e-abril-de-2010>. Acesso em: 07 de maio 2011.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT/CEMPRE, 278p, 1995.

- LAMPARELLI, M. C. **Graus de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento.** Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. Tese (Doutorado) Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 235p, 2004.
- MAGALHÃES Jr., A. P. A situação do monitoramento das águas no Brasil – Instituições e Iniciativas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** Porto Alegre, v. 5, n.3, p. 113-115, jul./set. 2000.
- OLIVEIRA, M. R. L. **Caracterização do percolado do lixão do Jangurussu e seu possível impacto no rio Cocó.** Dissertação de mestrado em Recursos Hídricos - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 89p, 1997.
- PESSOA, E. V. **Estudo do “STANDING-CROP” da Água do estuário do rio Cocó (CEARÁ-BRASIL), como indicador das modificações físico-químicas do meio.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio ambiente) – Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio ambiente, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 142 p, 2002.
- REYNOLDS, C. S. **Ecology of Phytoplankton.** New York/EUA: Cambridge University Press, 535p, 2006.
- ROCHA, O.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; SAMPAIO, E. V. Phytoplankton and zooplankton community structure and production as related to trophic state in some Brazilian lakes and Reservoirs. **Verh. Int.Ver. Limnol.** v.26, n. 2. p. 599-604.1997.
- SALOMONI, S. E.; ROCHA, O.; LEITE, E. H.- Caracterização limnológica do rio Gravataí. **Acta Limnol**, Rio Grande do Sul, v.19, n. 1, p.1-14, 2007.
- SAWYER, C. N.; MACCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. **Chemistry of Enviromental Engineering.** 4ª ed. International Student Edition, MacGraw-Hill Company, 658p, 1994.
- SILVA, F. D.; SOUSA, F. A. S.; KAYANO, M. T. Avaliação dos Impactos da Poluição nos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Mundaú (AL e PE). **Revista de Geografia.** Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 24, n. 3, set/dez. 2007.
- SPERLING, E. V. – A importância da cor natural de uma água na avaliação de sua qualidade. In: 24º congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental. Belo Horizonte/MG. **Anais... ABES.** 2007. 1 CD Rom.
- TOLEDO, L. G; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**, v.59, n.1, p.181-186, jan./mar. 2002.

Recebido em 28/09/2012.
Aceito em 21/11/2012.