

ANÁLISE DA INTERFERÊNCIA DA IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM DO COCÓ NA QUALIDADE DA ÁGUA

Maria Rovênia Bezerra Maia (*), Zillene Franklin da Silva Oliveira, Mariano Franca Alencar Neto, Janelane Coelho da Rocha, Macson Alessandro de Sousa.

* Superintendência Estadual de Meio Ambiente- SEMACE. e-mail:rovenia.bezerra@semace.ce.gov.br

RESUMO

A proteção dos recursos hídricos envolve o monitoramento e a avaliação de sua qualidade ao longo dos rios, estabelecendo metas e controlando as descargas de poluentes, de forma que o nível da qualidade da água seja mantido. A instalação de barramentos é um fator físico-estrutural que pode interferir na dinâmica hidrológica e na qualidade água dos rios. Desse modo, este estudo tem como objetivo comparar a qualidade da água do Rio Cocó, na cidade de Fortaleza-CE. Para tanto, utilizaram-se dados de qualidade de água do monitoramento realizado pela SEMACE em anos anterior e posterior a operação da barragem. De acordo com os resultados obtidos, o Rio Cocó apresenta cenários de degradação da qualidade da água, porém, observa-se uma sensível melhora a partir da operação da barragem. Conclui-se que ações antrópicas, neste caso, tem maior influência sobre a qualidade da água que o barramento.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade de água, barragem, Rio Cocó.

INTRODUÇÃO

Dentre tantos outros recursos que o homem dispõe, a água aparece como um dos mais importantes, sendo indispensável para sua sobrevivência. (MOTA, 1995, p.1), porém o modelo econômico da atualidade tem promovido o excesso de produção e consumo, o que tem provocado o exaurimento dos recursos ambientais. Dentre esses recursos, a água tem sido um dos mais afetados, de forma que atualmente o foco da sua escassez está concentrado tanto no requisito quantidade quanto na qualidade.

A utilização cada vez maior desse recurso, tem resultado não só na escassez, mas na degradação de sua qualidade, uma vez que a água integra praticamente todas as atividades humanas, tais como o abastecimento humano, industrial, irrigação, recreação, uso pastoril, preservação de fauna e flora, geração de energia elétrica, transporte e afastamento de despejos, além do uso estético (TUCCI, 2001).

O termo "qualidade da água" não se refere a um grau de pureza absoluto ou mesmo próximo do absoluto, mas sim a um padrão tão próximo quanto possível do natural, isto é, como a água se encontra nos rios e nascentes, antes do contato com o homem (SARDINHA, *et al.*, 2008).

Nessa perspectiva, a qualidade de água relaciona-se com características físicas, químicas e biológicas. Assim, a qualidade desejada para um determinado recurso hídrico vai depender dos usos para os quais o mesmo se destina (MOTA, 1995). Para Sperling, (1995) a essa interrelação entre o uso da água e a qualidade requerida para mesma é direta.

A qualidade da água de um determinado recurso hídrico é avaliada dependendo das substâncias presentes na água. Tais substâncias caracterizam as condições em que a água se encontra, para os mais variados usos, inclusive para sua preservação no ambiente (MERTEN, MINELLA, 2002).

Guerra e Cunha (2005) e Sperling (2007) afirmam que a qualidade de uma determinada água é função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica. Toda ação do homem que interfira no ciclo hidrológico pode prejudicar a qualidade das águas, seja através do escoamento superficial, infiltração ou trazidos pela precipitação atmosférica.

As condições geológicas, geomorfológicas e da vegetação na bacia de drenagem, o desempenho dos ecossistemas terrestres e aquáticos e da ação humana, podem alterar a qualidade da água. As ações antropogênicas são as que possuem maior impacto devido aos lançamentos de cargas poluentes nos sistemas hídricos e a alteração do uso da terra acaba provocando intervenções diretas no sistema fluvial (TUCCI, 2007).

A presença de reservatórios artificiais, construídos para diversos fins (controle de cheias, abastecimento de água, irrigações, piscicultura, recreação e lazer, navegação e geração de energia elétrica), altera o fluxo natural das águas e por conseguinte, pode alterar também a sua qualidade. (THOMANN E MUELLER, 1987).

A compreensão do regime hidrológico estabelecido pelos fluxos naturais de vazões de um rio, assim como sua variabilidade e as alterações ocorridas neste, é essencial para a avaliação dos aspectos da dinâmica fluvial dos mesmos em termos de quantidade e qualidade, e para se desenvolver um processo de racionalização, conservação e preservação dos recursos hídricos (ARAÚJO; ROCHA, 2010).

As ações antrópicas também consistem em intervenções de elevada intensidade sobre os processos hidrológicos. Dentre as intervenções de origem antrópica é possível elencar as modificações como a supressão de vegetação para implantação de empreendimentos agropastoris, impermeabilização do solo, e as obras hidráulicas como os desvios de curso d'água, retiradas de água com o uso de bombas, construção de diques, retificação do canal do rio, e por fim àquela que tem recebido atenção dos estudos, a construção de barramentos.

As chamadas obras hidráulicas provocam o rompimento do equilíbrio longitudinal do rio e algumas chegam até acarretar a fragmentação da estrutura do mesmo. Essas estruturas afetam os componentes do regime hidrológico de um corpo hídrico de diferentes maneiras, de forma que as retiradas de água e o desvio dos cursos interferem principalmente na magnitude das vazões, enquanto que os diques e os barramentos modificam tanto a magnitude como a frequência e a duração das vazões.

A construção de barragens provoca a propagação em rede, tanto à montante, como à jusante, dos impactos ambientais, uma vez que o rio é um ecossistema de dinâmico de escoamento (POSTEL; RICHTER, 2003; SILVEIRA *et al.*, 2005). Tais impactos podem ser de curto, médio e longo prazo e também de alcance local, regional ou global. As interferências decorrentes dos reservatórios citados afetam aspectos físicos, químicos e biológicos dos corpos d'água. De acordo com Tundisi (2011) os reservatórios interferem nos rios em que estão instalados alterando os sistemas terrestres e aquáticos de maneira drástica e efetiva.

Esteves (1998) aponta que na região à jusante do reservatório podem ser observadas as consequências do mesmo, destacando como mais importante a alteração no regime hidrológico, que passa a ter um regime de seca e cheia não periódicos e independentes da pluviometria da região, assim como são também observadas as alterações na qualidade física e química da água.

O Rio Cocó é um exemplo de corpo hídrico que sofre de desequilíbrio ecológico, constatando-se ao longo de todo o seu curso, graves impactos ambientais decorrentes da destruição da mata ciliar, ocupação das áreas de APP, lançamento de efluentes e lixo, etc. Esse corpo hídrico é de fundamental importância, pois drena cerca de 60% das águas da Região Metropolitana de Fortaleza, abriga diversas unidades geoambientais e ecossistemas, além de atuar na formação de microclima e compor paisagens de rara beleza.

Na tentativa de proteção desse ambiente, desde a década de 70, o governo e a sociedade empreendem esforços para a transformação da área do rio em um espaço protegido, o que veio a ocorrer em 2017 com a regulamentação do Parque Estadual do Cocó como Unidade de Conservação Estadual do tipo proteção integral por meio do Decreto 32248/2017.

Desde 2011 encontra-se em execução o Projeto do Rio Cocó que consta de um conjunto de intervenções no rio e em suas margens, abrangendo os municípios de Fortaleza, Pacatuba, Maracanaú e Itaitinga (SECRETARIAS DAS CIDADES, 2011). A combinação de intervenções inclui obras de controle e amortecimento de ondas de cheias (Barragem Cocó), visando diminuir a faixa inundável ao longo do recurso hídrico e regularizar a vazão, e obras de desassoreamento (dragagem) e despoluição do rio com o objetivo de melhorar as condições ambientais desse corpo hídrico, especialmente a qualidade da água, o que pode ser verificado por meio do monitoramento da qualidade da água em anos anteriores e posteriores a construção da barragem

OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água em um trecho urbano do Rio Cocó antes e depois da implantação da barragem.

METODOLOGIA

Escolha e caracterização da área estudada

Para delimitação da área de estudo fez-se um diagnóstico do local, utilizando-se levantamento bibliográfico e imagens aéreas do Google Earth, no qual se verificou um trecho do Rio Cocó no perímetro urbano da cidade de Fortaleza – Ceará, localizado a partir da Barragem do Rio Cocó até a BR-116 situando-se entre as coordenadas UTM 9575135N//551573 e 9581727N//554070, o qual teve seu regime hidráulico alterado em função da construção da referida barragem, o que pode ter afetado também a qualidade da água, objeto de estudo deste trabalho.

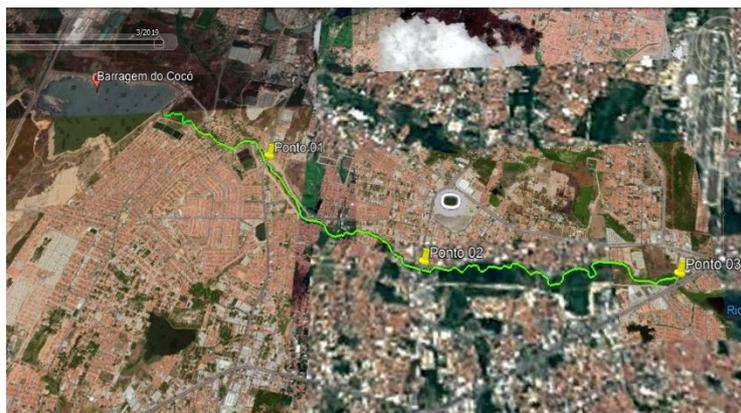


Figura 1: Vista aérea da área de estudo. Fonte: Autor do Trabalho.

O trecho em questão tem aproximadamente 11,2 km e foi medido com auxílio das ferramentas do Google Earth. A área abrange cerca de 9 bairros de Fortaleza, sendo eles: Conjunto Palmeiras, Passaré, Jangurussu, Barroso, Castelão, Jardim Violeta, Mata Galinha, Cajazeiras e Dias Macedo, nos quais se verificam um intenso processo de urbanização com a ocupação das Áreas de Preservação Permanente-APP, lançamento de efluentes e resíduos, o que contribui significativamente para alterar a qualidade da água do rio.

Determinação dos pontos de coleta amostras

Os pontos de coletas foram escolhidos considerando a acessibilidade, a segurança e representatividade dentro da área de estudo, assim determinados:

Ponto 01: À montante do lixão do Jangurussu, na margem esquerda, com endereço à Avenida Perimetral, Nº 3639, Jangurussu, Fortaleza-CE, nas coordenadas UTM 9576758N//552396E. No local e nas proximidades é possível visualizar o processo de urbanização.

Ponto 02: Á jusante do lixão do Jangurussu, na margem direita, com endereço à Avenida Deputado Paulino Rocha, Nº 1988, Jangurussu, Fortaleza-CE, nas coordenadas UTM 9578760N//553867E

Ponto 03: Sob a ponte da BR 116, nas coordenadas 9581748N//554081E.

Análise de amostras

Para análise da qualidade da água, usaram-se dados do monitoramento realizado pela SEMACE, no qual se realizaram coletas em 03 pontos de coleta supramencionados, selecionando-se dados de anos de monitoramento antes da construção e operação da barragem (2010/2011/2012) e anos de monitoramento após a operação da barragem (2018/2019). As análises foram realizadas no laboratório da SEMACE conforme metodologias reconhecidas para os parâmetros de temperatura, pH, cor, turbidez, Oxigênio Dissolvido, sólidos totais, salinidade, DBO, nitrato e nitrito (Quadro 1).

Quadro 1. Metodologia de análises de amostras

Fonte: Autor do Trabalho.

| Parâmetro | Método Analítico | Equipamento (Marca/Modelo) |
|--------------------------|---|----------------------------------|
| pH | Potenciométrico | Phmetro Orion Star – A211 |
| Cor Verdadeira | Colorimétrico | Espectrofotômetro HACH – DR 5000 |
| Turbidez | Nefelométrico | Turbidímetro HACH – 2100Q |
| Temperatura da Água | Termométrico | Sonda HACH – Hq40d |
| Nitrato | Colorimetria – Método 8171/HACH – USEPA | Espectrofotômetro HACH – DR 5000 |
| Nitrito | Colorimetria – Método 8507/HACH - USEPA | Espectrofotômetro HACH – DR 5000 |
| Oxigênio Dissolvido – OD | Winkler | - |

| | | |
|--------------------------------------|---------|---|
| Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO | Winkler | - |
|--------------------------------------|---------|---|

RESULTADOS

Entre os dois anos de coleta analisado não foi observadas mudanças de temperatura significantes, conforme apresentado na Figura 2, estando dentro do esperado para as águas na região nordeste do Brasil. Todos os organismos vivos possuem tolerância máxima e mínima de temperatura. Além disso, a temperatura da água pode inferir no equilíbrio iônico, pH e solubilidade dos gases. A Resolução CONAMA N° 357/05 não especifica limites de temperatura para qualquer uma das Classes de usos da água.

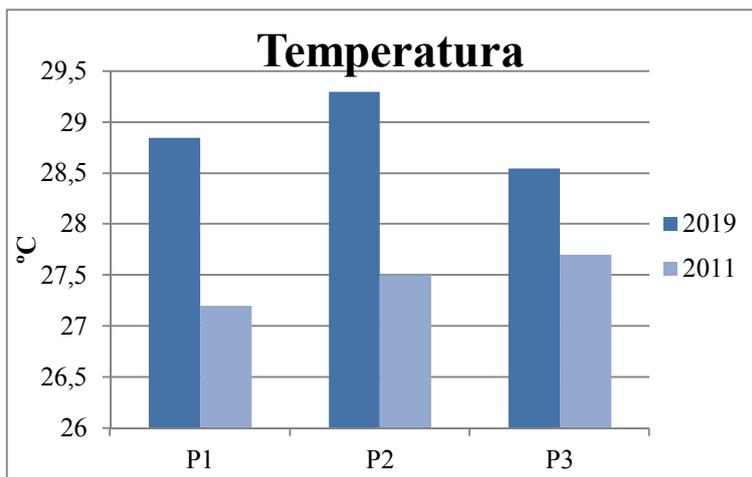


Figura 2: Variação da Temperatura. Fonte: Autor do Trabalho.

O pH exerce influência direta sobre os ecossistemas aquáticos naturais, podendo contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados. Dependendo dos valores de pH, a solubilidade de alguns nutrientes pode ser alterada. Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais. A Figura 3 apresenta os valores de pH nos diversos pontos amostrados. Os dados de pH da mantiveram-se dentro do limite estabelecido pela legislação (CONAMA 357/2005).

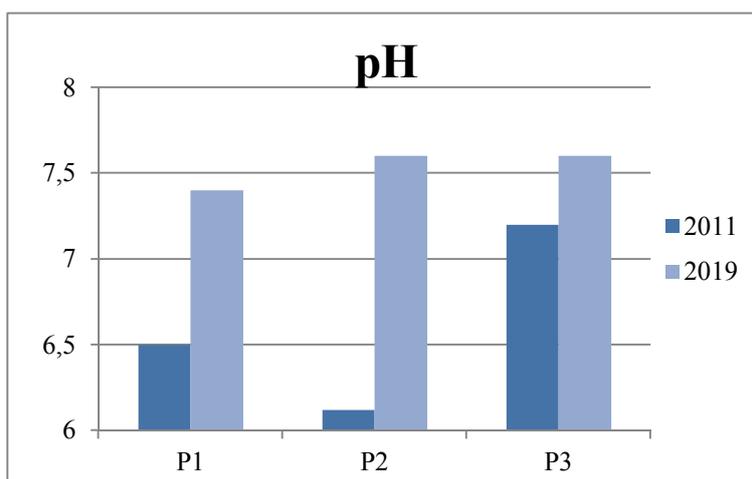


Figura 3: Variação do pH. Fonte: Autor do Trabalho.

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Os três pontos de coleta apresentaram valores acima do limite estabelecido na legislação. No entanto, no ano 2019 (posterior a construção da barragem), os pontos apresentaram valor de cor reduzido, o que significa uma melhoria da qualidade da água em relação ao parâmetro.

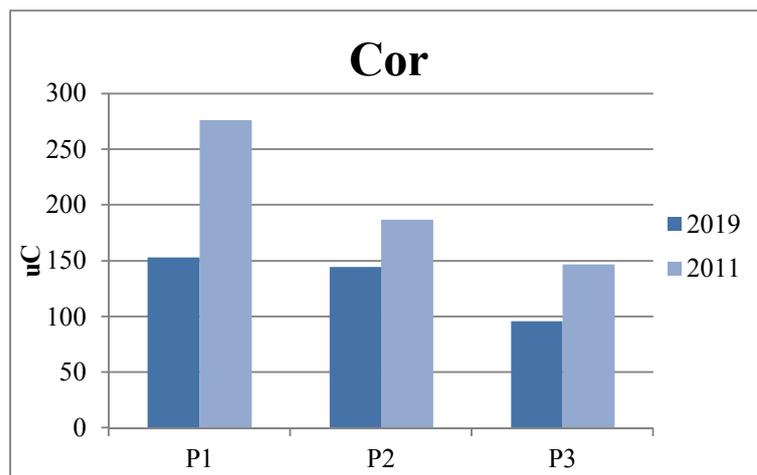


Figura 4: Variação da Cor. Fonte: Autor do Trabalho.

A turbidez de uma amostra de água representa o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, esta redução dá-se por absorção e espalhamento. A turbidez pode ser atribuída à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos como algas, bactérias e plâncton em geral (CETESB, 2017). A Figura 5 apresenta os diferentes valores de turbidez medidos nos três pontos amostrais, nos dois anos. Todos apresentam concentração admissível, ou seja, inferior ao limite máximo estabelecido para a Classe 2.

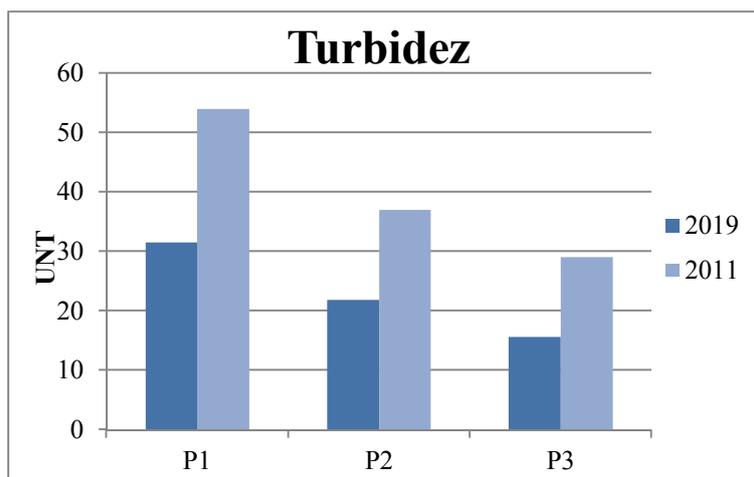


Figura 5: Variação da Turbidez. Fonte: Autor do Trabalho.

A solubilidade do oxigênio na água depende da temperatura e pressão, com aumento da temperatura e diminuição da pressão a solubilidade do oxigênio na água diminui (Esteves, 2011). Muitas espécies de peixes podem tolerar concentrações baixas de OD por períodos prolongados. No entanto, para um ótimo crescimento e desempenho de peixes tropicais em geral é desejável uma concentração de OD na água maior que 5 mg.L^{-1} . O oxigênio proveniente da atmosfera dissolve-se nas águas naturais, devido à diferença de pressão parcial.

A taxa de reintrodução de oxigênio dissolvido em águas naturais através da superfície depende das características hidráulicas e é proporcional à velocidade. Outra fonte importante de oxigênio na água é a fotossíntese realizada pelas algas. Turbidez e a cor elevada dificultam a penetração dos raios solares, o que pode reduzir consideravelmente o processo de fotossíntese e, como consequência, a introdução de oxigênio dissolvido na água (CETESB, 2017). Uma concentração adequada de oxigênio dissolvido é essencial para os processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural em manter a vida aquática (Von Sperling, 2007).

A Figura 6 apresenta as concentrações de oxigênio dissolvido aferidas nos três pontos amostrados. Pela análise gráfica é possível afirmar que no ano de 2019, apenas um ponto P1 apresentou concentração acima do valor do mínimo permitido pela legislação pertinente. Isto indica uma situação preocupante na qualidade da água do rio para manutenção da vida aquática aeróbia, no que diz respeito a esse parâmetro. No entanto, todos os pontos referente ao ano 2019 apresentaram

uma concentração acima do valor apresentado pelo ano de 2011 o que representa uma pequena melhoria da qualidade da água em relação ao OD também.

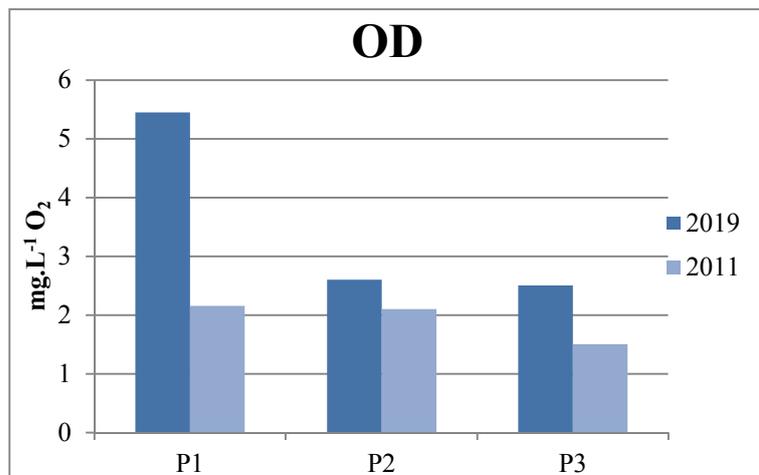


Figura 6: Variação do Oxigênio Dissolvido . Fonte: Autor do Trabalho.

A análise dos resultados das amostras em comparação com os dados do ano anterior indica, de modo geral, que com a implantação da barragem houve alteração em alguns parâmetros, especialmente o oxigênio dissolvido (OD) o que se deve ao fato da perenização do rio e aumento de vazão e velocidade, o que não significou necessariamente numa perspectiva mais ampla que a qualidade da água tenha melhorado, uma vez que a quantidade de fontes poluidoras permanece a mesma.

Na análise dos dados apresentados na Figura 7, observa-se o uma redução da concentração de DBO₅ para o ano de 2019 em todos os pontos amostrados, em comparação ao ano de 2011 ainda sim estes valores estiveram acima de 5 mg. L⁻¹ os quais extrapolam o limite estabelecido para enquadramento de corpos hídricos Classe 2.

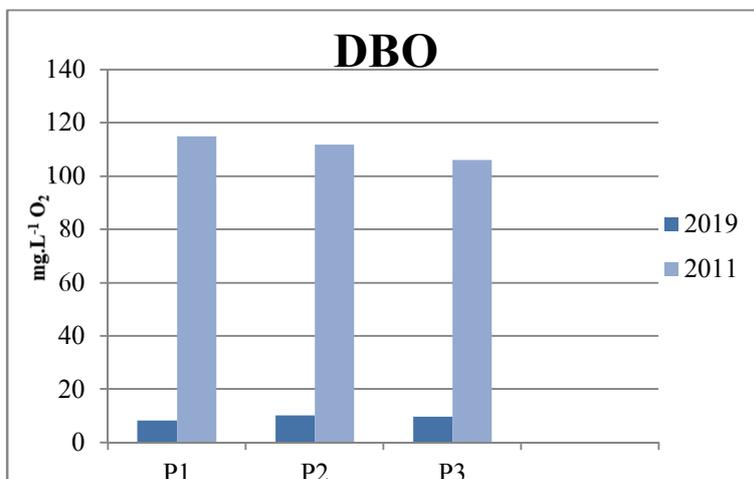


Figura 7: Variação de DBO . Fonte: Autor do Trabalho.

Dentre as diferentes formas de compostos nitrogenados, o nitrato, juntamente com o íon amônio, assumem grande importância nos ecossistemas aquáticos, uma vez que representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários. (PESSOA, 2002).

A Figura 8 traz a variação do nitrato ao longo de três pontos do rio Cocó. Os valores médios de nitrato nos pontos coletados encontram-se de acordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (< 10 mg.L⁻¹ de NO₃⁻). Os baixos valores de nitrato nos pontos estudados podem ter sido resultado da desnitrificação, favorecida pelo baixo teor de oxigênio dissolvido, pois para que ocorra a nitrificação se faz necessário a presença de oxigênio dissolvido em teores superiores ao obtido.

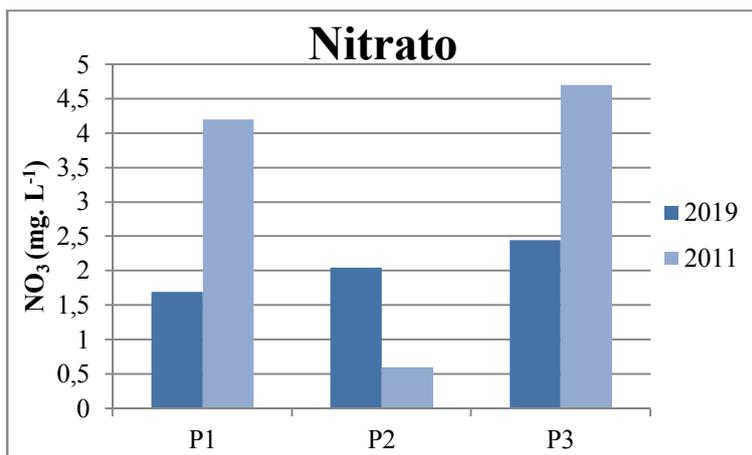


Figura 8: Variação do Nitrato . Fonte: Autor do Trabalho.

O nitrito representa uma fase intermediária entre a amônia e o nitrato. Sua presença em água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica recente, sendo suas concentrações influenciadas pela disponibilidade de oxigênio dissolvido, uma baixa concentração de OD acelerara o processo de desnitrificação (passagem do nitrato a nitrogênio gasoso) reduzindo assim a concentração de nitrato e aumentando as de nitrito. (BARBOSA *et.al*, 2010; PESSOA, 2002).

A Figura 9 traz o comportamento dessa variável ao longo de três pontos. O nitrito encontrado no rio, apresentou valores inferior ao valor máximo permitido pela resolução CONAMA 357/2005, para classe II no qual o limite permitido é de 1,0 mg.L⁻¹.

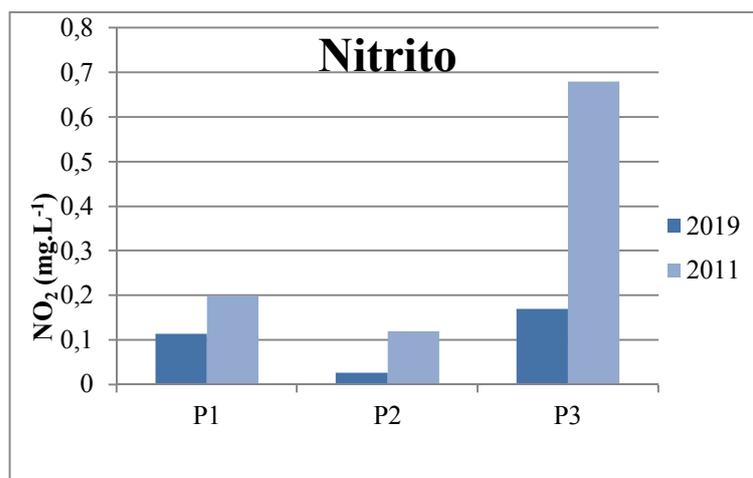


Figura 9: Variação do Nitrito. Fonte: Autor do Trabalho.

CONCLUSÕES

A partir da análise dos dados é possível concluir que a qualidade da água no trecho estudado é ruim, ficando sempre abaixo dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para rios classe 2. Conclui-se ainda que a degradação da qualidade da água do rio Cocó ocorre em função da grande quantidade de lançamentos de efluentes brutos diretamente no rio, o que se comprova pelos baixos níveis de oxigênio dissolvido e altos teores dos indicadores de poluição orgânica (BDO, Nitrato e Nitrito). Comparando-se os dados de 2011 aos de 2019, observa-se que a implantação da barragem foi de feito positivo, visto que se observa uma melhora na qualidade da água, o que ocorreu provavelmente em razão das alterações no regime hidrológico provocadas pela regularização da vazão, e com isso aumento das velocidades, o que interfere diretamente na aeração ou reintrodução de oxigênio na massa líquida. Acrescenta-se que com o aumento da vazão durante o ano todo, aumenta-se também o efeito da diluição dos despejos e por conseguinte, melhora a capacidade de autodepuração do corpo hídrico.

Por fim, conclui-se que a implantação da barragem foi de feito positivo para a qualidade da água, porém, é necessário a aplicação de políticas públicas que visem eliminar ou reduzir as fontes de poluição, tais como implantação de sistemas de esgotamento sanitário em toda a bacia hidrográfica do Rio Cocó, além da desocupação e recuperação das Áreas de Preservação Permanente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Araújo, A. P. A.; ROCHA, P. C. **Regime de fluxo e alterações hidrológicas no rio Tibagi-bacia do rio Paranapanema / Alto Paraná**. Revista de Geografia. Recife. v. especial, n. 3, set. 2010.
2. Barbosa, B. C. A. et al. Teores De Nitrogênio e fósforo no trecho do Rio Cocó sob Influência do Lixão Jangurusu (Fortaleza / Ce). v. c, n. 1, p. 0–7, 2010.
3. CETESB, 2017. **Governo do Estado de São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores.pdf> Acesso em: 06 de setembro de 2019.
4. COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ – COGEHR. **Revisão do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas**. Fase 1: Estudos Básicos e diagnósticos. Ed. Definitiva. Fortaleza, COGERH, 2010. Disponível em: < <http://portal.cogerh.com.br/planos-de-bacias/category/351-planos-de-gerenciamento-das-bacias-metropolitanas.html>. Acesso em 18 Nov. 2016.
5. Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (organizadores). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2005. GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (organizadores). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2005.
6. Merten, G. H.; Minella, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre, 2002
7. Mota, Suetônio. **Preservação e Conservação dos Recursos Hídricos**. 2 ed. rev. e atualizada. Rio de Janeiro. ABES, 1995.
8. 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 de Mestrado em Ecologia e Organização do Espaço - Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.
9. Postel, S.; Richter, B. **Rivers for Life: Managing Water for People and Nature**. Washington, D.C.: Island Press, 2003.
10. Sardinha, D. S. *et al.* **Avaliação da qualidade da água e autodepuração do ribeirão do meio**, Leme-SP. ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Rio de Janeiro, V.13 n.3, jul/set. 2008.
11. Secretaria Das Cidades. Projeto rio Cocó. Portal Institucional. Fortaleza. 2011. Disponível em: <http://www.cidades.ce.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=43439:riococo1&catid=10:categoria-3&Itemid=92. Acesso em 18 Nov. 2016.
12. Silveira, G.L.; Cruz, J.C.; Cruz, R.C.; Dewes, R. & Araújo, T.A. Concepção Geral. In: Silveira, G.L. & Cruz, J.C. (Org.) **Seleção Ambiental de Barragens: análise de favorabilidades ambientais em escala de bacia hidrográfica**. Santa Maria: Editora da UFSM/ ABRH, 2005. p. 15-55.
13. Thomann, V. R., Muller, A. J. **Principles of Surface Water Quality Modeling and Control**. Happer& Row, Publishers, New York, 1987.
14. Tucci, C. **Modelos hidrológicos**. Ed. UFRGS, ABRH, Porto Alegre, 1998.
15. Von Sperling, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias - Estudos e Modelagem da Qualidade da Água de Rios**. V. 7, Editora UFMG, 2007.
16. Von Sperling, M. **Princípio do tratamento biológico de águas residuárias**. In: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de efluentes. 1995.