

Influência antrópica na qualidade da água e sedimentos do rio Apodi-Mossoró no município de Governador Dix-Sept Rosado, RN

Leonardo Adriano Domingos* (Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN);

Wallas Douglas de Mácêdo Souza (Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN);

Thaís Bezerril Brandão de Lima (Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN);

Mônica Libânia Mendonça Firmino (Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN);

Luiz Di Souza (Prof. Ad. do Dq e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN)

Lázaro Tavares de Farias (Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN);

*E-mail: leonardodomingosbr@gmail.com

resumo:

A água é um recurso natural essencial à manutenção da vida na Terra, todavia, sua qualidade e quantidade vêm sendo afetada por atividades industriais e urbanas, como o despejo de resíduos sólidos e líquidos nos corpos hídricos. Este trabalho investigou a influência das atividades antrópicas sobre a qualidade da água (superficial e subterrânea) e dos sedimentos em áreas do município de Governador Dix-Sept Rosado – RN. Nesse contexto, a metodologia foi dividida em: coleta de amostras em pontos estratégicos e análise de alguns parâmetros (em campo e no laboratório) seguindo metodologias padrões. Os dados demonstraram que a qualidade da água e dos sedimentos foram afetadas por fatores antrópicos, o que resultou em valores fora dos limites estabelecidos pela legislação ambiental para os sólidos e o fósforo. Ficou evidente que nos pontos do rio Apodi-Mossoró onde havia a presença de atividades antrópicas, como a dragagem, assoreamentos, lançamento de resíduos sólidos, ausência de mata ciliar e outros eventos, a qualidade da água foi alterada. Desta forma, percebe-se que o monitoramento da qualidade da água e dos sedimentos de fundo é de suma importância para verificar a influência antrópica, bem como, fornecer dados que auxiliem na identificação e minimização dos impactos ambientais aos corpos hídricos.

palavras-chave:

Qualidade da água; Monitoramento; Atividades antrópicas; Impactos ambientais.

1. Introdução

A água é um recurso natural indispensável aos inúmeros organismos vivos presentes na Terra, principalmente aos seres humanos. Apesar de sua importância, o crescimento populacional aliado ao uso intensivo e a gestão inadequada vêm causando prejuízos à qualidade das águas, gerando problemas de ordem econômica e socioambiental (RAHMAN et al., 2011; FERREIRA; ROCHA; FIGUEIREDO, 2015).

Segundo o relatório sobre o Desenvolvimento de Recursos Hídricos: Água para um Mundo Sustentável, realizado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), há água suficiente para suprir as necessidades de consumo de toda a população mundial, mas não sem uma rigorosa mudança no uso e gerenciamento desse recurso. Nas últimas décadas, o consumo mundial de água aumentou duas vezes mais do que a população, estima-se uma demanda crescente de 55% até 2050. Além disso, a água potável em diversos locais vem sendo prejudicada por fatores antrópicos, como, por exemplo, a intensa urbanização, as práticas agrícolas inadequadas e a poluição severa (UNESCO, 2015).

Além da influência antrópica, os fatores geológicos e climáticos também contribuem na alteração da qualidade das águas e renovação das reservas hídricas, tanto para as águas superficiais, quanto para as subterrâneas (OEL; KROL; HOEKSTRA, 2012). As águas superficiais são as que se apresentam na superfície terrestre em contato direto com a atmosfera, sendo gerenciadas pela resolução do CONAMA nº 357/2005, enquanto as águas superficiais são as que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo, sendo gerenciadas pela resolução nº 396/2008 (BRASIL, 2008; JACOBSEN et al., 2012).

Recentemente, tem-se observado uma crise de abastecimento em ambientes urbanos, caracterizada pela escassez da água e por prejuízos ambientais, sociais e à saúde da população, principalmente a de baixa renda. No semiárido brasileiro essa realidade não é diferente (VÖRÖSMARTY et al., 2010; JACOBSEN et al., 2012; SILVA, 2013; VAN VLIET et al., 2013).

Estudos desenvolvidos dentro do projeto Rio Apodi-Mossoró: Integridade Ambiental à Serviço de Todos, da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) e Fundação Guimarães Duque, revelaram um diagnóstico atual da bacia Apodi-Mossoró, no qual foi constatado que ela sofre com o crescimento urbano desordenado ao longo do seu percurso. Na nascente do rio, as áreas de proteção ambiental estão sendo utilizadas para agricultura, desmatamento e queimadas de plantas nativas (SOUZA; SILVA; DIAS, 2012).

A bacia hidrográfica Apodi/Mossoró está localizada na microrregião do Oeste Potiguar, ocupando uma área de 14.276 km², o que corresponde a 26,8% do território do Rio Grande do Norte. Representa a maior bacia hidrográfica genuinamente potiguar, na qual são cadastrados 618 açudes, totalizando um volume de 469.714.600 km³ de água, equivalentes a 27,4% do total de açudes e 10,7% dos volumes de água acumulados no Estado (IGARN, 2015).

Haja vista a geologia e hidrologia, o sistema Apodi/Mossoró está dividido em duas regiões: a área cristalina, ao sul, com 6.500 km², com reservatórios em forma de açude para o consumo doméstico e a criação extensiva de gado e a área sedimentar, ao norte, com 4.500 km², explorada via perfuração de poços com destaque para a fruticultura irrigada e abastecimento urbano. Em razão do clima semiárido da região, que favorece os altos índices de evaporação e à escassez de água, a vazão de seu principal rio, o Apodi/Mossoró, é de aproximadamente 360 milhões de m³/ano, com o escoamento iniciando no mês de fevereiro e diminuindo, drasticamente, a partir do mês de junho, tornando-se praticamente nulo nos meses de novembro e dezembro (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2009; SOUZA; SILVA; DIAS, 2012).

A baixa precipitação é um dos fatores que podem contribuir para alterar a qualidade da água. Tal fato está ligado à capacidade de autodepuração dos rios, uma vez que no período seco há uma redução em sua vazão e assim, concentração dos nutrientes (MOURA; MARTINS, 2011; ROCHA; BARBOSA; OLIVEIRA, 2013). Estudo realizado no rio Apodi-Mossoró durante o período seco, mostrou que com o aumento da temperatura, parâmetros como o pH e Oxigênio Dissolvido são influenciados (OLIVEIRA; SOUZA; CASTRO, 2009).

Desse modo, a bacia do rio Apodi-Mossoró representa um “cenário” potencialmente rico para o estudo dos impactos humanos sobre o ambiente, sobretudo, no tocante a poluição hídrica. O rio situa-se no semiárido nordestino numa região com problemas de escassez de água e sua bacia hidrográfica insere-se numa região cárstica, onde o uso do solo abrange campos de agricultura, exploração de

petróleo, criação de animais, despejo de resíduos sólidos e líquidos e ocupação urbana desordenada. Essas atividades antrópicas implicam fortes pressões sobre o frágil quadro natural da área (CPRM, 2005; OLIVEIRA JÚNIOR, 2009; SALLES; GRIGIO; SILVA, 2013).

Diante da importância da água e a preocupação crescente com sua conservação, esta pesquisa investigou a influência das atividades antrópicas sobre a qualidade das águas superficiais de trechos da Bacia do rio Apodi-Mossoró e das águas subterrâneas inseridas na mesma região, no Município Governador Dix-Sept Rosado/RN.

2. Materiais e métodos

2.1 Coleta e análise das amostras

Foram coletadas amostras de água superficiais e subterrâneas em quatro pontos no dia 30 de maio de 2015, cujas características e coordenadas geográficas estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1 – Tipo de água, pontos de coletas e suas coordenadas geográficas.

Pontos	Local	Coordenadas
Ponto 1 (P1)	Água subterrânea: ressurgência em uma gruta.	Sul 5°29'08.93", Oeste 37°33'32.02"
Ponto 2 (P2)	Água subterrânea: piscina natural	Sul 5°29'08.93", Oeste 37°33'32.02"
Ponto 3 (P3)	Água superficial Rio Apodi-Mossoró	Sul 5°27'36.38", Oeste 37°31'22.79"
Ponto 4 (P4)	Água superficial Rio Apodi-Mossoró	Sul 5°27'00.57", Oeste 37°31'22.31"

Antes da amostragem ambientaram-se os frascos, do tipo âmbar, com a água do rio, realizando a lavagem. Logo após, foram retiradas as amostras da água bruta. Coletou-se os sedimentos de fundo do rio com o auxílio de uma draga do modelo *Van veen*. O clima apresentava-se quente e o tempo ensolarado, sendo registrados cerca de 20 mm de precipitação 31 dias antes da coleta, contudo, 3 dias antes não houve (INMET, 2015). Os frascos contendo as amostras de água e dos sedimentos foram acondicionados em caixas térmicas e transportados para análise nos Laboratórios de Catálise, Ambiente e Materiais (LACAM) e Laboratório de Eletroquímica (LEQA) da UERN.

O pH e a temperatura da água foram analisados em triplicata no campo, utilizando um termômetro de mercúrio e fita universal de pH. As variáveis analisadas nos laboratórios foram: Nitrogênio Total (NT), Fósforo Total (FT), Turbidez, Sólidos Totais (ST), Salinidade, Dureza Total (DT), Cloreto, Alcalinidade, Matéria Orgânica (MO) e Matéria Inorgânica (MI). Todas essas amostras foram analisadas em triplicata e com base nos métodos e materiais descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005).

3. Resultados e discussão

Os parâmetros físico-químicos da água podem ser influenciados pelas características do solo, do relevo, do clima, das atividades antrópicas desenvolvidas na bacia hidrográfica e outros fatores.

Com relação às temperaturas medidas nos pontos amostrados, notou-se que estas se mantiveram na média encontrada para a região e clima semiárido do Nordeste brasileiro, variando pouco e ficando estabilizada no valor de 28 ± 2 ° C. Em sua pesquisa, Silva (2013) encontrou índices que variaram de 28°C a 30°C na mesma bacia hidrográfica, porém em Municípios distintos desse estudo. Segundo Manjare, Vhanalakar e Muley (2010), acompanhar a temperatura da água é de suma importância, pois esse parâmetro pode influenciar o metabolismo dos seres vivos e provocar alterações na dinâmica química, física e biológica dos recursos hídricos.

Para os valores de alcalinidade total (Figura 1 a), percebe-se que as concentrações de íons carbonatos variaram entre 197,20 mg/L a 207,06 mg/L, isso pode ser explicado pela formação de rochas calcárias presentes nos locais de coleta, pois são fontes naturais de alcalinidade, compostas de carbonato

de cálcio (CaCO_3) e magnésio (CaMgCO_3), que por meio do intemperismo natural liberam bicarbonatos e carbonatos que influenciam na alcalinidade do meio (SISTE; GIRÃO; DUNCAN, 2011). Os valores da alcalinidade se mostraram próximos de 200 mg/L de íons carbonatos, não havendo Valor Máximo Permissível (VMP) nas legislações ambientais vigentes (BRASIL, 2005; BRASIL, 2008).

Um parâmetro que pode influenciar a alcalinidade é o pH, como visto na Figura 1 b, esta variável apresentou valores próximos da neutralidade (7,0). Conforme Venkateswarlu (2014), trata-se de um resultado positivo para os corpos hídricos, pois, as faixas recomendadas de pH variam de 6,0 a 9,0. Em relação ao pH ácido do P1, provavelmente este resultado está associado a decomposição de matéria orgânica originada das fezes de animais, enquanto o do P3, possivelmente, deve-se as atividades antrópicas identificadas no local, como, por exemplo, lavagem de roupa, área de banho, exploração de areia e presença de produtores rurais na região em estudo. É importante salientar que este parâmetro influencia os ecossistemas aquáticos naturais provocando efeitos diretos e indiretos sobre a fisiologia de diversas espécies e, dependendo de seu valor, causa a precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados.

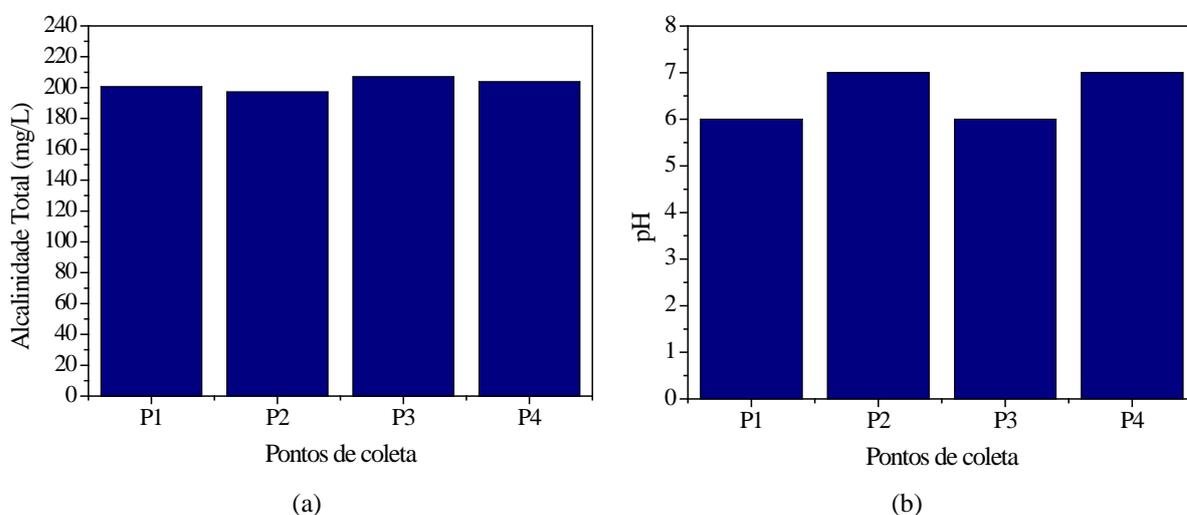


Figura 1 – A) Alcalinidade em função dos locais de coleta B) pH em função dos locais de coleta.

Os resultados de dureza ficaram na faixa de 273 ± 7 mg/L, podendo estar relacionados às características da rocha calcária identificada nos locais, pois através da sua erosão são liberados sais de cálcio e magnésio, provocando o aumento na dureza da água. Águas contendo dureza maior que 180 mg/L são consideradas muito duras (SISTE; GIRÃO; DUNCAN, 2011).

Como apresentado na Figura 2, a turbidez variou em todos os pontos. O parâmetro está associado à quantidade de matéria em suspensão, responsável por diminuir a transparência da água e, conseqüentemente, prejudicar os processos metabólicos dos organismos no ambiente aquático. O resultado do P1 foi o mais expressivo, talvez devido às características físicas da área, formação rochosa calcária sujeita à erosão por ação da água e dos ventos, causando a desfragmentação e liberação desses sedimentos. Além disso, a gruta, por ser um local fechado, dificulta a saída dos sedimentos. No P3, a turbidez também foi elevada se comparada com o P4. Isso pode ter ocorrido por efeito das ações antrópicas, como a dragagem que ocorre no local. Contudo, os valores estão em conformidade com a Resolução nº 357/2005, que define o limite máximo de até 100 NTU para água superficial. A resolução nº 396/2008 não estabelece VMP para a turbidez de águas subterrâneas, todavia, com base na literatura, pode-se considerar que os valores poderiam ser reduzidos se a área fosse isolada de visitantes.

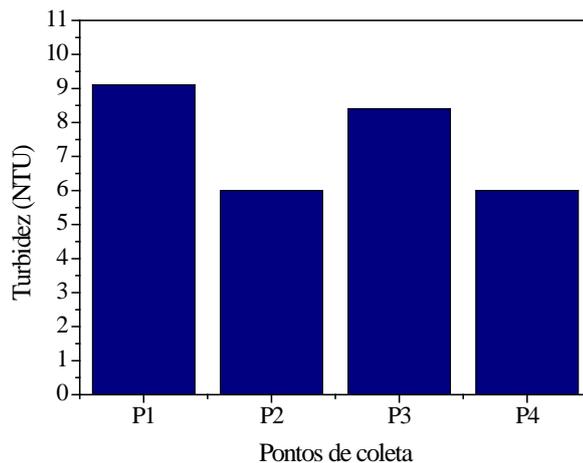


Figura 2 – Variação da Turbidez

A análise de Sólidos Totais (ST) apresentou valores próximos para os pontos amostrados (Ver Figura 3). De acordo com a resolução nº 357/2005, os pontos 3 e 4 estão em inconformidade, pois ultrapassaram o valor de 500 mg/L. A resolução nº 396/2008 não estabelece VMP no uso de afloramentos para recreação, todavia, segundo a orientação disponível no Art. 6, os pontos 1 e 2 encontram-se em conformidade, uma vez que se adota o valor de 1000 mg/L como VMP. Os resultados de P3 e P4 podem estar relacionados aos impactos causados pelas atividades antrópicas identificadas nos locais, como a dragagem, que provoca o aumento dos sedimentos no rio, impactando diretamente a fauna e flora, já que os ST sofrem contribuição de todos os contaminantes da água, exceto dos gases dissolvidos (CASTRO; ALMEIRA, 2012; HABERLAND et al., 2012).

Os resultados podem ainda estar associados à presença dos sedimentos provenientes da erosão do solo, sendo identificadas voçorocas nos locais. Valores superiores foram obtidos por Bezerra et al. (2013) na análise da qualidade da água do rio Apodi-Mossoró, em trechos da cidade de Mossoró, indicando que áreas mais urbanizadas podem contribuir para o aumento desta variável.

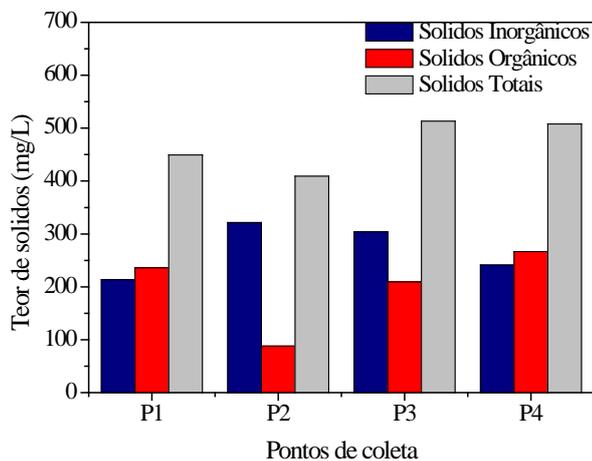


Figura 3 – Teores de Sólidos nos pontos amostrados.

A respeito da análise do Cloreto, notou-se que o parâmetro apresentou relação direta com a salinidade. Os resultados encontram-se expressos na Figura 4. De acordo com a resolução nº 357/2005, o teor de cloretos se encontra em proporções aceitáveis nos pontos 3 e 4 e a legislação não estabelece VMP para Cloreto e Salinidade de águas subterrâneas (P1 e P2). Lemos, Ferreira Neto e Dias (2010), mostraram em seu estudo que a concentração desses íons acompanha as variações sazonais, pois, no período seco há evaporação da água, provocando aumento na concentração dos íons.

Todavia, o íon Cl^- detectado nas águas subterrâneas, geralmente é oriundo da percolação da água através de solos e rochas. Já nas águas superficiais, as principais fontes deste elemento são as descargas de esgotos sanitários (CETESB, 2010; BORGES; VARGAS, 2014). Logo, os resultados obtidos para o

cloreto no P2 podem ser devido à presença de banhistas, considerando que cada pessoa expele 6g de cloreto por dia através da urina. Assim a ausência de banheiros contribui para que as pessoas urinem nas águas e aumente o teor de cloretos. Outra fonte de Cl, essa natural, é a rocha calcária, que contribui para o aumento do teor desses sais na água (CETESB, 2010; DANELON; NETTO; RODRIGUES, 2012). Um estudo realizado por Oliveira Júnior (2009) no rio Apodi-Mossoró em trecho de Passagem de Pedras, demonstrou que os níveis de salinidade também foram elevados, mas deve-se ressaltar que este local sofre a influência de marés, tornando-o diferente dos analisados nesse estudo.

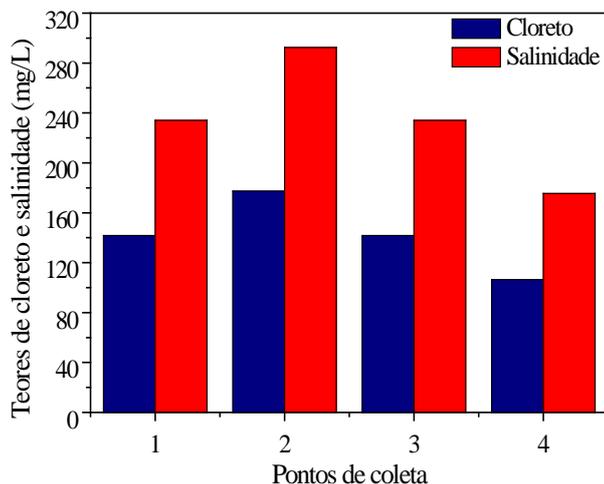


Figura 4 – Teores de cloreto e salinidade em função do local analisado.

Os resultados obtidos na análise de Fósforo Total podem ser visualizados na Figura 5. O fósforo, quando em excesso em um curso d'água, pode possibilitar crescimento de algas, indicando a existência de fontes de poluição. Estas podem advir do uso de fertilizantes, despejos domésticos e industriais, detergentes e excrementos de animais (LIBÂNIO, 2005; FISSORE et al., 2011; DANELON; NETTO; RODRIGUES, 2012; HABERLAND, 2012; WU et al., 2015).

Nas análises realizadas, os pontos 3 e 4 (Figura 5) ficaram acima do valor permitido pela legislação 357/2005, isso, provavelmente, foi devido aos excrementos de animais e às atividades antrópicas, como, por exemplo, a lavagem de roupas e o provável lançamento de efluentes domésticos. Uma pesquisa realizada por Bezerra et. al., (2013) mostra que os resultados de fósforo foram elevados em trechos urbanizados. O P2 foi o que apresentou o maior valor, provavelmente devido à decomposição de matéria orgânica vegetal, mas não possui um VMP estabelecido pela legislação para água subterrânea.

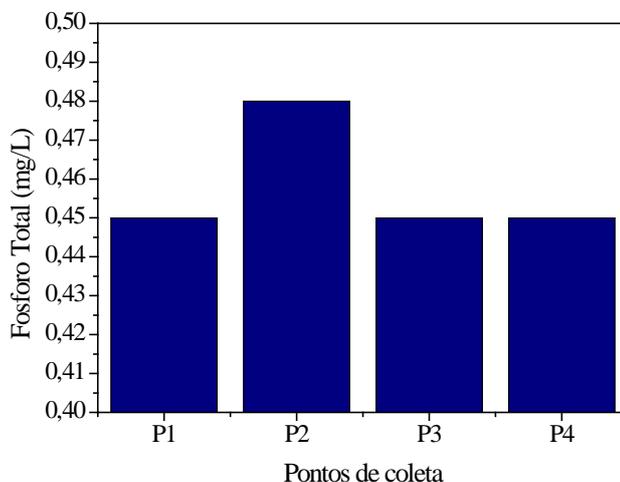


Figura 5 – Análise do Fósforo Total nos pontos amostrados.

Os valores de Nitrogênio Total para P3 e P4 encontram-se em conformidade, de acordo com a resolução nº 357/2005. O P1 apresentou o valor mais significativo da análise (Figura 6), possivelmente devido aos excrementos dos morcegos e pela matéria orgânica originada do carregamento de folhas para o interior da gruta, que se acumulam, e pela ausência da radiação solar se degradam de forma mais lenta (SPERLING, 2005 apud DANELON; NETTO; RODRIGUES, 2012). Os autores Oliveira, Souza e Castro (2009), avaliaram a dinâmica da série nitrogenada na bacia do rio Apodi-Mossoró e perceberam que, as concentrações de nitrato foram as mais elevadas, principalmente em pontos mais urbanizados.

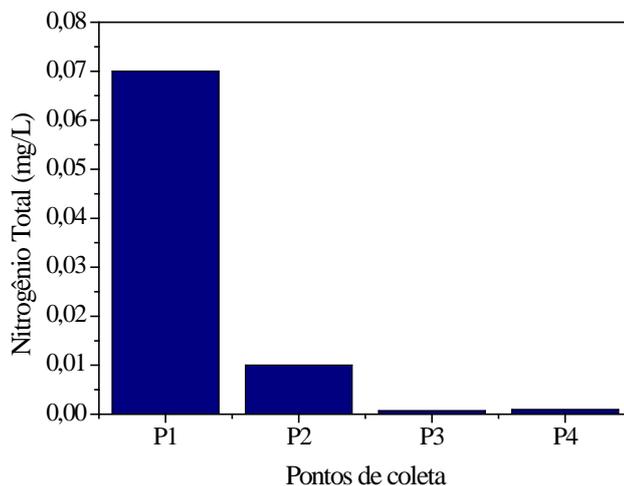


Figura 6 – Concentração de Nitrogênio Total nos pontos amostrados.

Com base na Figura 7, percebe-se que os teores de matéria orgânica dos sedimentos de fundo possuem maior contribuição de matéria inorgânica e o seu aumento linear do P1 ao P4, pode estar relacionado com os sólidos inorgânicos encontrados na água analisada, principalmente nos pontos P2 e P3. Em um trabalho realizado na Índia por Saravanakumar e Kumar (2011), os resultados obtidos em relação a matéria orgânica e inorgânica também foram elevados, prejudicando a solubilidade do oxigênio na água e, conseqüentemente, a fauna e flora local. Vale salientar que a matéria orgânica contribui com o aumento da turbidez, o que foi observado neste estudo em P1 e P3.

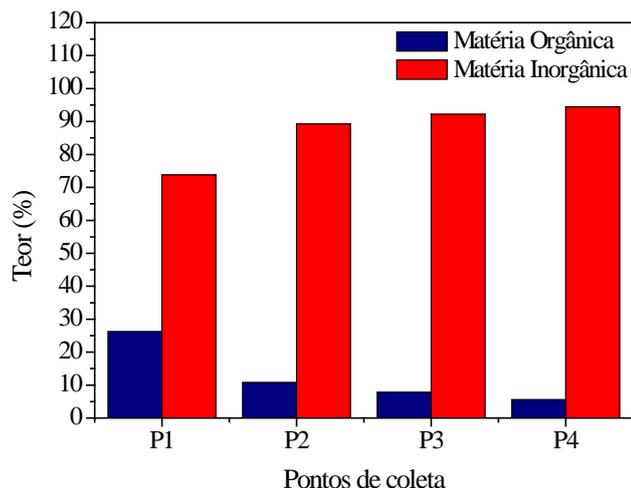


Figura 7 – Teor de matéria orgânica e inorgânica nos sedimentos dos pontos analisados.

4. Conclusão

Por meio das observações feitas em campo, as quais foram confirmadas pelas análises laboratoriais, verificou-se que todos os pontos estudados demonstraram algum tipo de interferência antrópica. Isto ficou mais evidente nos pontos do rio Apodi-Mossoró onde havia a presença de dragagem, assoreamentos,

lançamento de resíduos sólidos, vegetação ciliar desmatada e outros exemplos de influência antrópica. Estes impactos foram comprovados pelos elevados teores de sólidos totais, orgânicos e fósforo total. De acordo com a legislação, o ponto 3 se mostrou fora dos padrões estabelecidos para sólidos totais e fósforos, comprometendo sua utilização.

Sendo assim, é de suma importância à implantação de uma gestão dos recursos hídricos atuante que vise o uso e a conservação de forma sustentável, atendendo as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras.

Anthropogenic influence on water quality and sediments in the river Apodi-Mossoró in the municipality of Governador Dix-Sept Rosado, RN

Abstract: Water is a natural resource essential to sustain life on Earth, however, their quality and quantity have been affected by industrial and urban activities such as the dumping of solid and liquid waste in water bodies. This study investigated the influence of human activities on water quality (surface and underground) and sediments in areas of the municipality of Governador Dix-Sept Rosado – RN. In this context, the methodology was divided into: collecting samples at strategic points and analysis some parameters (field and laboratory) following methodologies standards. The data showed that the quality of water and sediments were affected by anthropogenic factors, which resulted in values outside the limits set by environmental legislation for solids and phosphorus. It was evident that in points of the river Apodi-Mossoró where there was the presence of human activities such as dredging, silting, discharge of solid waste, lack of riparian vegetation and other events, water quality has changed. Thus, it is clear that the monitoring of water quality and bottom sediments is very important to check the anthropogenic influence, as well as provide data to assist in identifying and minimizing environmental impacts in water bodies.

Keywords: Water quality; Monitoring; Human activities; Environmental impacts.

Referências bibliográficas

APHA. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington, USA: American Public Health Association, 2005.

BEZERRA, J. M. et al. Análise dos indicadores de qualidade da água no trecho urbano do Rio Apodi-Mossoró em Mossoró-RN, Brasil. **Revista Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 34, n. 6, p. 3.443-3.454, 2013.

BORGES, G. S.; VARGAS, R. R. Análise físico-química em amostras de águas da sub-bacia hidrográfica do ribeirão Tanque Grande. **Revista Educação**, Santa Maria, RS, v. 9, n. 2, p. 70, 2014.

BRASIL. **CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Brasília, 2005.

BRASIL. **CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução nº 396 de 03 de abril de 2008. Brasília, 2008.

CASTRO, S. M.; ALMEIDA, J. R. Dragagem e conflitos ambientais em portos clássicos e modernos: uma revisão. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, MG, v. 1, n. 3, p. 519-534, 2012.

CETESB. **Variáveis de qualidade das águas**. São Paulo, SP: CETESB, 2010.

CPRM. **Diagnóstico do município de Governador Dix-Sept Rosado**. Recife: Ministério de Minas e Energia, 2005.

DANELON, J. R. B.; NETTO, F. M. L.; RODRIGUES, S. C. Análise do nível de fosforo total, nitrogênio amoniacal e cloretos nas águas do córrego terra branca no município de Uberlândia (MG). **Revista Geonorte**, Maranhão, v. 1, n. 4, p. 412-421, 2012.

FERREIRA, A. C.; ROCHA, L. C.; FIGUEIREDO, M. A. Análise do índice de qualidade de água na bacia do córrego do rio Acima, São João Del-Rei/MG. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, São Paulo, v. 3, n. 15, p. 94-105, 2015.

FISSORE, C. et al. Carbon, nitrogen, and phosphorus fluxes in household ecosystems in the Minneapolis-Saint Paul, Minnesota, urban region. **Ecological Applications**, Washington, United States, v. 21, n. 3, p. 619-639, 2011.

HABERLAND, N. D. et al. Análise da influência antrópica na qualidade da água do trecho urbano do Rio das Antas na cidade de Irati, Paraná. **Revista Tecnológica**, Maringá, PR, v. 21, n. 1, p. 53-67, 2012.

IGARN. **Bacias Hidrográficas**: Bacia Apodi/Mossoró, 2015. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/doc/DOC000000000028892.PDF>>. Acesso em: 23 set. 2015.

INMET. **Precipitação acumulada**. Brasília, DF: Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, 2015. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo2/mapasPrecipitacao>>. Acesso em: 26 set. 2015.

JACOBSEN, D. et al. Biodiversity under threat in glacier-fed river systems. **Nature Climate Change**, Washington, United States, v. 2, p. 361-364, 2012.

LEMOS, M.; FERREIRA NETO, M.; DIAS, N. S. Sazonalidade e variabilidade espacial da qualidade da água na Lagoa do Apodi, RN. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB v. 14, n. 2, p. 155-164, 2010.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2005.

MANJARE, S. A.; VHANALAKAR, S. A.; MULEY, D. V. Analysis of water quality using physico-chemical parameters tamdalge tank in Kolhapur District, Maharashtra. **International Journal of Advanced Biotechnology and Research**, Índia, v. 1, n. 2, p. 115-119, 2010.

MOURA, L. Z.; MARTINS, P. M. **Estudo da hidrodinâmica e da qualidade da água no estuário do rio Jucu e região costeira adjacente**. 2011. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2011.

OEL, P. R. V.; KROL, M. S.; HOEKSTRA, A. Y. Application of multi-agent simulation to evaluate the influence of reservoir operation strategies on the distribution of water availability in the semi-arid Jaguaribe basin, Brazil. **Elsevier: Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C**, United States, v. 47, n. 48, p. 173-181, 2012.

OLIVEIRA JÚNIOR, E. T. **Bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró**: Macroinvertebrados como bioindicadores e a percepção ambiental dos pescadores e marisqueiras do seu entorno. 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

OLIVEIRA, P. C. A.; RODRIGUES, S. C. Utilização de cenários ambientais como alternativa para o zoneamento de bacias hidrográficas: estudo da bacia hidrográfica do Córrego Guaribas, Uberlândia MG. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, MG, v. 21, n. 3, 2009.

OLIVEIRA, T. M. B. F.; SOUZA, L.; CASTRO, S. L. Dinâmica da série nitrogenada nas águas da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró – Brasil. **Eclética Química**, São Paulo, SP, v. 34, n. 3, p. 17-26, 2009.

RAHMAN, I. M. M. et al. Stagnant surface water bodies (SSWBs) as an alternative water resource for the Chittagong metropolitan area of Bangladesh: physicochemical characterization in terms of water quality indices. **Environmental Monitoring and Assessment**, Maine, United States, v. 173, n. 1, p. 669-684, 2011.

ROCHA, S. D.; BARBOSA, M. S.; OLIVEIRA, T. C. S. Avaliação dos parâmetros físicos e químicos da qualidade da água em lagos de várzea e no rio Solimões no trecho dos municípios Manaus-Coari. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 53., 2013, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFAM, 2013.

SALLES, M. C. T.; GRIGIO, A. M.; SILVA, M. R. F. Expansão urbana e conflito ambiental: uma descrição da problemática do município de Mossoró, RN – Brasil. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, MG, v. 25, n. 2, p. 281-290, 2013.

SARAVANAKUMAR, K.; KUMAR, R. R. Analysis of water quality parameters of groundwater near Ambattur industrial area, Tamil Nadu, India. **Indian Journal of Science and Technology**, India, v. 4, n. 5, p. 660, 2011.

SILVA, A. P. C. **Biomonitoramento da qualidade de água e percepção ambiental na bacia hidrográfica Apodi-Mossoró, RN**. 2013. 101 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2013.

SISTE, C. E.; GIRÃO, E. G.; DUNCAN, B. L. **Manual para formação e capacitação de grupos comunitários em metodologias participativas de monitoramento da qualidade da água, módulo III: avaliação físico-química**. Fortaleza, CE: EMBRAPA, 2011.

SOUZA, A. C. M.; SILVA, M. R. F.; DIAS, N. D. Gestão de recursos hídricos: o caso da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró (RN). **Revista Irriga**, Botucatu, SP, v. 1, n.1, p. 280-296, 2012.

UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**. Água para um mundo sustentável. Itália: WWDR, 2015.

VAN VLIET, M. T. H. et al. Global river discharge and water temperature under climate change. **Global Environmental Change**, United States, v. 23, n. 2, p. 450-464, 2013.

VENKATESWARLU, G. Analytical study on effects of water quality parameters using remote sensing & GIS under hyderabad urban area zone – V. **International Journal of Research in Engineering and Technology**, Bangalore, Índia, v. 3, n. 3, p. 308-316, 2014.

VÖRÖSMARTY, C. J.; et al. Global threats to human water security and river biodiversity. **Nature**, Washington, United States, v. 467, n. 7315, p. 555-561, 2010.

WU, J. et al. Watershed features and stream water quality: Gaining insight through path analysis in a Midwest urban landscape, U.S.A. **Landscape and Urban Planning**, United States, v. 143, n. 1, p. 219-229, 2015.