

Monitoramento da qualidade físico-química da água do estuário do Rio Paraíba – Cabedelo, PB



Liz Jully Hiluey Correia^[1], Ane Josana Dantas Fernandes^[2], Maria Mônica Lacerda Martins Lúcio^[3], Jane Kelly de Oliveira Tomaz^[4], Myrlla Barbosa Honorato^[5], Edson do Nascimento Carneiro^[6]

[1] liz.correia@ifpb.edu.br [2] anejfernandes@yahoo.com.br; [3] mmlucio@yahoo.com.br; [4] janekelly2021@gmail.com; [5] myrllahonorato@hotmail.com; [6] edson.enc83@yahoo.com.br. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB, Campus Cabedelo. (83) 3248-5409.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo realizar o monitoramento da qualidade da água do estuário do Rio Paraíba, a fim de subsidiar ações de proteção e/ou recuperação do ambiente aquático, além de sinalizar o potencial risco de contaminação dos mariscos. O estudo foi desenvolvido em área de extração de mariscos, localizada no Rio Paraíba, em Cabedelo-PB. As amostras foram coletadas em triplicata, em seis pontos, entre os meses de maio e agosto de 2014. Os parâmetros (temperatura, turbidez, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD), amônia, nitrito e fosfato) foram avaliados seguindo a metodologia do APHA (1998). Os resultados ratificam a existência de atividades causadoras da elevada concentração do teor de amônia e do baixo nível de OD no ambiente aquático. A dinâmica da maré e as condições físicas do ambiente aceleraram a reação de nitrificação. As concentrações de fosfato e nitrito estiveram dentro do limite máximo estabelecido na resolução nº 357/05 do CONAMA. Tendo em vista a potencialização dos riscos de contaminação dos mariscos devido à poluição hídrica, faz-se necessária uma intervenção dos órgãos fiscalizadores quanto ao lançamento direto de resíduos sólidos e líquidos no estuário, de forma a garantir a integridade do ambiente aquático e a saúde dos consumidores.

Palavras-chave: Ambiente aquático. Poluição hídrica. Contaminação de mariscos.

ABSTRACT

This work aims at monitoring the quality of the water of the estuary of Paraíba River to provide actions of protection and recovery of the water environment. Besides, it also highlights the potential risk of contamination of the shellfish. The study was developed in the area of shellfish extraction, located in Paraíba River, in Cabedelo-PB. The samples were collected from three sandbanks. In each sandbank two points three times, between the months of May and August of the year 2014, totalizing an amount of 18 samples analyzed. The parameters (temperature, turbidity, pH, electric conductivity, dissolved oxygen (DO), ammonia, nitrite and phosphate) were evaluated following the methodology of APHA (1998). The results ratify the existence of activities that cause the elevated concentration of the content of ammonia and the low level of DO in the water environment. The dynamics of the tide and the physical conditions of the environment accelerate the reaction of nitrification. The concentrations of phosphate and nitrite were in the maximum limit established by the resolution number 357/05 of the CONAMA. Considering the potential risks of the contamination of the shellfish due to hydric pollution, it is necessary an intervention of inspection agencies in relation to the direct disposal of solid and liquid wastes in the estuary as a way of warranting the integrity of the water environment and the health of consumers.

Keywords: Water environment. Hydric pollution. Shellfish contamination.

1 Introdução

A região estuarina é um ambiente aquático de transição entre um rio e o mar e, por isso, é considerada um dos ambientes mais dinâmicos do planeta. Sofre a influência das marés e apresenta fortes gradientes ambientais. Próximo à cabeceira, encontra-se água doce e, na desembocadura, a água pode ser salobra ou marinha (ANJOS, 2009).

Nos estuários, encontram-se os mangues, formações florestais que ocorrem no litoral tropical, no ponto de contato entre o continente e o mar (LACERDA *et al.*, 2005).

Devido à capacidade natural de renovação periódica e sistemática de suas águas, sob influência das marés, há, nessa região, grande facilidade para instalações portuárias, comerciais e navais, além da comunicação natural com regiões de manguezais, atividades econômicas e de lazer. Essas atividades estão entre as principais razões para o estabelecimento, desenvolvimento e instalação de importantes cidades brasileiras às margens dos estuários, tornando-os receptáculos naturais, não só da drenagem dos efluentes naturais da região adjacente, como também de substâncias patogênicas dos centros urbanos (RICHI, 2010).

O município de Cabedelo, situado entre o estuário do Rio Paraíba, o Oceano Atlântico e a capital do Estado da Paraíba, João Pessoa, integra os 130 km de extensão do litoral paraibano e é caracterizado pela presença de mangues e estuários. Grande parte dos pescadores tradicionais ou caçaras da região sobrevive do extrativismo de mariscos comestíveis (IBAMA, 2005).

De grande relevância socioeconômica, o marisco (*Anomalocardia brasiliensis*) apresenta destacável importância nutricional, fonte expressiva de proteínas e de minerais, sendo consumido, em geral, sem nenhum cozimento prévio. Nessas condições, o risco de toxinfecção alimentar aumenta, por não se saber quais patógenos entéricos, e em quais níveis quantitativos estes estariam presentes no animal (PEDROSA; COZZOLINO, 2001; LAVANDER *et al.*, 2011).

A utilização de indicadores físicos, químicos e microbiológicos para o monitoramento da qualidade da água, pode sugerir em que medida os ecossistemas aquáticos podem estar sendo afetados, comprometendo inclusive a qualidade final do marisco para consumo humano (QUEIROZ *et al.*, 2003).

O monitoramento pode estar alicerçado na Resolução CONAMA nº 357/05, a qual dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2005).

O estudo amplo e detalhado, ao longo do tempo e do espaço, da fisiologia de um ambiente aquático, pode mostrar ao ser humano como agir e como aproveitar as condições que o meio pode proporcionar, sem alterar suas características ou danificá-lo (ESTEVES, 2011).

Destarte, o estudo teve como objetivo realizar o monitoramento da qualidade físico-química da água do estuário do Rio Paraíba, a fim de subsidiar ações de proteção e/ou recuperação do ambiente estuarino, além de sinalizar os riscos de toxinfecções alimentares que possam advir do consumo do marisco coletado na região.

2 Materiais e métodos

O estudo foi desenvolvido em área de extração de mariscos, situada no Rio Paraíba, nas proximidades do bairro do Renascer, Cabedelo/PB.

As amostras de água foram coletadas, em triplicata, seguindo a metodologia sugerida no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB, 2011), entre os meses de maio e agosto de 2014, em seis pontos de coleta (croas) ao longo do rio, perfazendo um total de 18 amostras analisadas.

Os pontos foram identificados como Lombo da Vara (LV), Croa do Ferro (CF) e Boca do Rio (BR), representados na Figura 1, e estão posicionados nas seguintes coordenadas: I- Lombo da Vara (A - S: 07°04'40.7"/ W: 34°52'46.2" e B - S: 07°04'26.8"/ W: 34°52'37.0"); II- Croa do Ferro (C - S: 07°04'22.0"/ W: 34°52'16.8" e D - S: 07°04'13.0"/ W: 34°52'07.4") e III- Boca do Rio (E - S: 07°03'43.2"/ W: 34°51'44.5" e F - S: 07°03'37.0"/ W: 34°51'45.4").

Foram avaliados os seguintes parâmetros físico-químicos: temperatura, pH, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e os nutrientes: amônia, nitrito e fosfato, seguindo a metodologia descrita no Standard Methods of Water and Wastewater (APHA, 1998).

A temperatura foi verificada em campo com termômetro digital da Thermo. O pH foi determinado pelo método potenciométrico, em um phmetro de bancada, modelo MPA-210/MPA-210P. A turbidez, pelo método Nefelométrico, em um turbidímetro

de modelo TB 1000. A condutividade elétrica, pelo método condutimétrico em um condutímetro MS da Tecnocon.

Figura 1 – Imagem do Rio Paraíba e identificação das croas Lombo da Vara (I - LV), Croa do Ferro (II - CF) e Boca do Rio (III - BR)



Fonte: Google Earth

A determinação do teor de oxigênio dissolvido seguiu a metodologia de Winkler, que sugere a fixação do oxigênio em campo e posterior procedimento titulométrico no laboratório.

Diferentemente dos demais parâmetros, as determinações amônia, nitrito e fosfato foram realizadas posteriormente, após preservação das amostras (filtração a vácuo e congelamento). As medições foram realizadas em um espectrofotômetro de absorção na região do ultravioleta visível (UV-Vis) modelo SP-220 da Biospectro.

Os dados obtidos foram plotados em gráficos univariados, nos quais se pôde observar a variação de cada um dos parâmetros ao longo do período de coleta estudado. A fim de correlacionar as diversas variáveis estudadas e avaliar a influência de outros fatores ambientais, tais como pluviosidade e maré, observando similaridades e diferenças ao longo de trechos do rio, foi aplicada a Análise de Componentes

Principais (PCA), utilizando o pacote computacional UNSCRAMBLER 9.1 (CAMO).

3 Resultados e discussão

As análises físico-químicas permitiram uma interpretação da qualidade da água do estuário do Rio Paraíba, considerando como parâmetro os valores limites estabelecidos na Resolução nº 357/05 do CONAMA para a classe 2 de águas salobras, demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores limites para os parâmetros estudados, de acordo com a resolução Nº 357/05 do CONAMA para a classe 2 de águas salobras

Parâmetro	Limite
Amônia	≤ 0,7 mg/L N
Fósforo total	≤ 0,186 mg/L P
Nitrito	≤ 0,2 mg/L N
OD	≥ 4 mg/L O ₂
pH	6,5 a 8,5 (não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade)

A Figura 2 apresenta a distribuição do pH nos seis pontos analisados, ao longo do período de coleta. Observa-se que o pH variou (6,43 a 7,56) de levemente ácido a neutro mesmo sendo o ambiente aquático amostrado considerado rio de mangue, no qual a presença de matéria orgânica em decomposição pode elevar o pH do meio. É importante ressaltar que, apesar da maioria dos valores obtidos estarem dentro do limite (6,5 a 8,5), a mudança do pH natural maior do que 0,2 unidades, entre os períodos de coleta 1 e 2, diverge da legislação.

Tal variação também foi observada por Fernandes *et al.* (2014) quando da pesquisa na mesma área em estudo. Comparando os dois trabalhos, pode-se perceber que não houve variação dos valores de pH entre os anos estudados.

Farias (2006), quando do monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo, PB, encontrou valores médios de pH, variando de 6,44 a 6,65, em uma série de oito anos (1998-2005) de estudo.

A Figura 3 exhibe a distribuição da temperatura. Nela é possível visualizar que, no período de coleta 1, entre as 9:00h e 10:50h da manhã, houve a maior variação do parâmetro (1,5 °C) dentre todos os períodos estudados. A variação é esperada, pois, a região em

estudo apresenta características dos climas tropicais oceânicos.

Figura 2 – Distribuição do pH nos seis pontos amostrados, entre os meses de maio e agosto de 2014

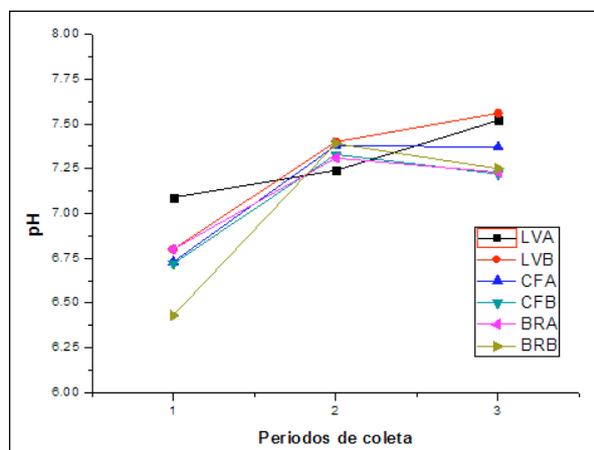
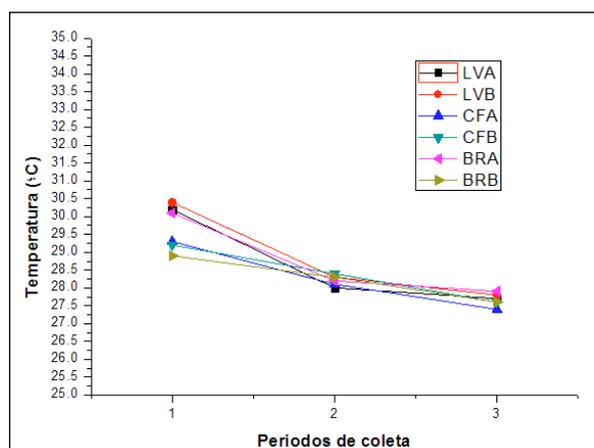


Figura 3 – Distribuição da temperatura nos seis pontos, entre os meses de maio e agosto de 2014



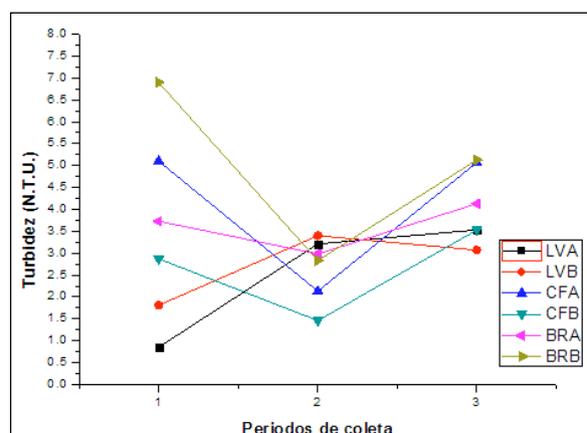
De acordo com Libânio (2010), todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano, apresentando, no Brasil, valores entre 12 e 30 °C. Aumentos significativos de temperatura nos corpos d'água são, geralmente, decorrentes de despejos de origem industrial e de descargas de usinas termoelétricas, que podem causar impacto significativo nos corpos d'água.

Variações súbitas de temperatura nas águas causam efeitos danosos aos ecossistemas aquáticos, que se adaptam apenas a pequenas variações. Os organismos aquáticos são afetados por temperaturas

fora de seus limites de tolerância térmica, o que causa impactos sobre seu crescimento e reprodução, uma vez que pode acelerar ou retardar a atividade biológica, e proliferar micro-organismos e algas (MAGOSS, 1990).

Os valores de turbidez, Figura 4, nos pontos amostrais, estiveram abaixo de 40 UNT, valor recomendado pelo CONAMA para água doce classe 1. A baixa pluviosidade do período em estudo pode justificar os baixos valores de turbidez em toda a série analisada. Valores aproximados foram evidenciados por Fernandes *et al.* (2014) e por Farias (2006).

Figura 4 – Distribuição da turbidez nos seis pontos, entre os meses de maio e agosto de 2014



É importante ressaltar que a turbidez, quando elevada, pode afetar esteticamente os corpos d'água; encarecer o tratamento para os diversos usos; além de promover distúrbios na fauna e na flora, devido à redução da penetração de luz (DERISIO, 2000).

Os valores da condutividade elétrica da água variaram (27,74 a 40,37 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$) em todos os pontos avaliados, Figura 5.

Apesar da resolução não estabelecer limites para o parâmetro, pode-se considerar que as águas amostradas apresentaram baixos valores de condutividade. Pois, de acordo com Brigante & Espíndola (2003), é considerado como valor limite da condutividade elétrica para águas naturais, 100 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$.

Observa-se, na Figura 6, que as amostras do período de coleta 3 apresentaram um comportamento inversamente proporcional à pluviosidade do período.

Recorre que a baixa pluviosidade pode não ter sido suficiente para promover uma diluição dos sais na água e que a alta da maré (croá quase que to-

talmente encoberta) no período pode ter deixado as amostras com características de água salina.

Figura 5 – Distribuição da condutividade elétrica nos seis pontos, entre os meses de maio e agosto de 2014

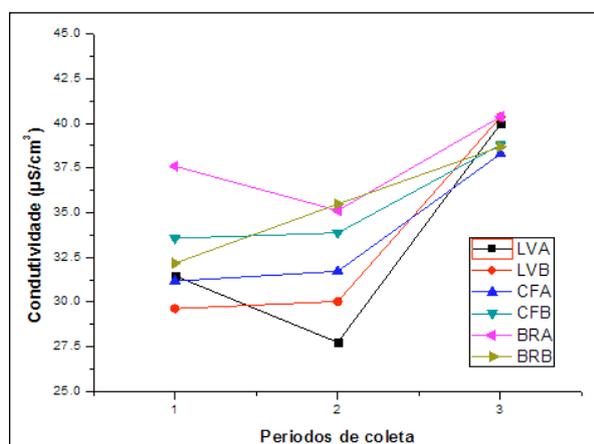
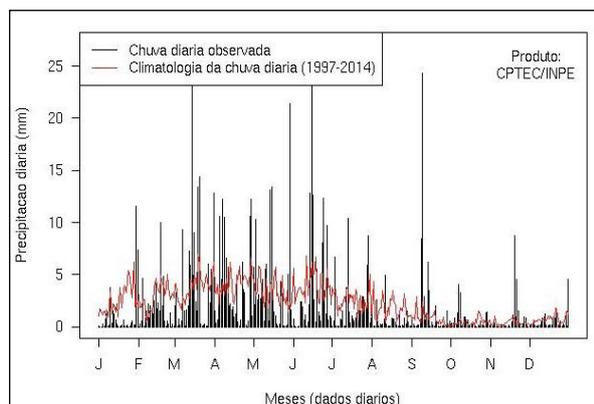


Figura 6 – Precipitação diária acumulada 2013/2014

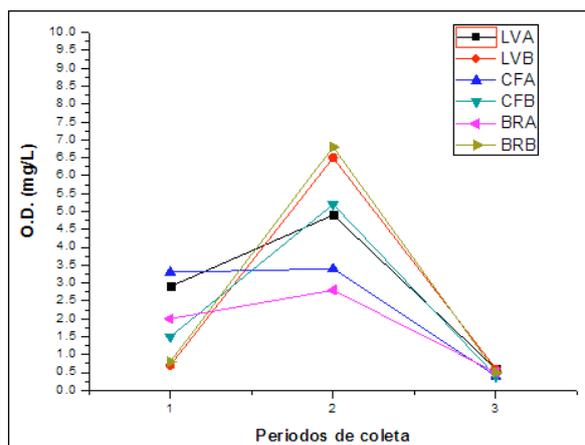


Fonte: CPTEC (2015).

Fernandes *et al.* (2014) evidenciaram, em quase todas as amostras, uma variação entre 15 e 37 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ de condutividade elétrica.

A Figura 7 exhibe a variação temporal das concentrações médias de oxigênio dissolvido (OD). Observa-se que houve um aumento seguido de um decréscimo expressivo do nível de OD, entre os períodos de coleta 2 e 3, em todos os pontos amostrados. Os valores médios variaram de 0.6 a 6,5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (LV); 0,4 a 5,2 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (CF); 0,5 a 6,8 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (BR), respectivamente. Tal variação também foi observada por Fernandes *et al.* (2014).

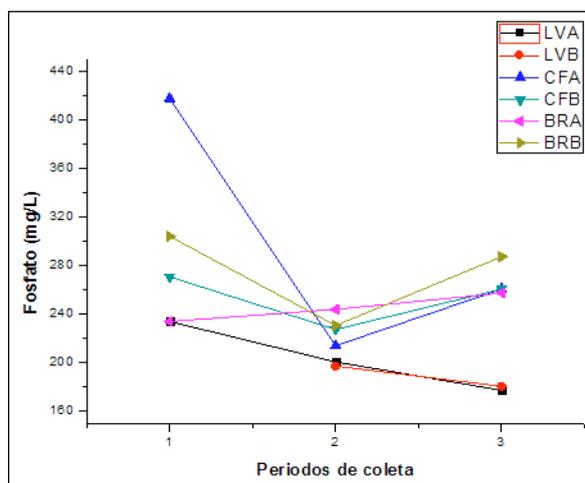
Figura 7 – Distribuição do nível de oxigênio dissolvido nos seis pontos, entre os meses de maio e agosto de 2014



Para o CONAMA, os valores de OD devem ser superiores a 4 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, o que ocorreu nos pontos amostrais LVA, LVB, CFB e BRB, no período de coleta 2, estando os demais pontos e períodos analisados em desacordo com a legislação supracitada.

A distribuição do fósforo, ao longo do período de coleta, variou de 177,27 a 417,27 $\mu\text{g}/\text{L PO}_4^{3-}$ como se pode verificar na Figura 8.

Figura 8 – Distribuição do nível de fósforo nos seis pontos, entre os meses de maio e agosto de 2014

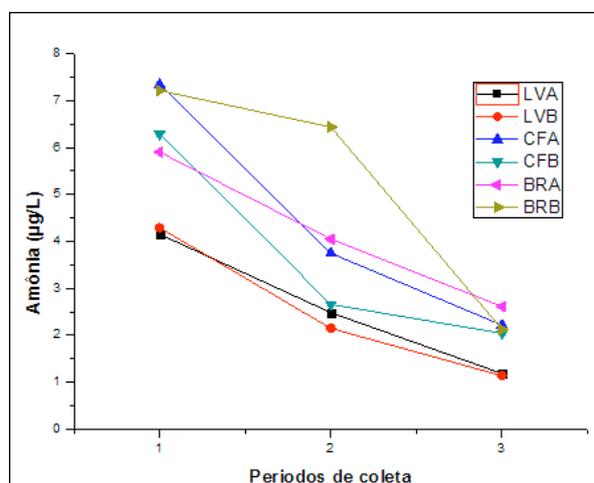


Apesar das concentrações de fósforo, em todos os pontos monitorados, estarem abaixo do limite máximo (186 $\mu\text{g}/\text{L P}$ e 570 $\mu\text{g}/\text{L PO}_4^{3-}$ ($\mu\text{g}/\text{L}=\text{ppb}$)) permitido pela legislação, evidencia-se que, nas croas CF e BR, a contaminação oriunda da decomposição

da matéria orgânica e esgotos, apresentava-se mais acentuada.

Na Figura 9, observa-se que a concentração de amônia presente nas amostras variou de 1,14 a 7,34 mg/L NH_3 . O limite máximo estabelecido pela resolução 357/05 para o nutriente é de 0,7 mg/L N, o que equivale a 0,85 mg/L NH_3 (mg/L=ppm), logo, nenhum dos pontos amostrados encontra-se dentro desse limite.

Figura 9 – Distribuição do nível de amônia nos seis pontos, entre os meses de maio e agosto de 2014



A elevada concentração de amônia no ambiente aquático indica contaminação recente de matéria orgânica, proveniente de efluentes. Assim, é provável que os pontos de lançamento de efluentes identificados (a montante e a jusante) durante a realização do estudo, como P1 (Efluente do presídio do Roger); P2 (Efluente do viveiro de camarão) e P3 (Efluente do bairro do Renascer) possam, juntamente com a baixa da maré, ser as causas de tal elevação.

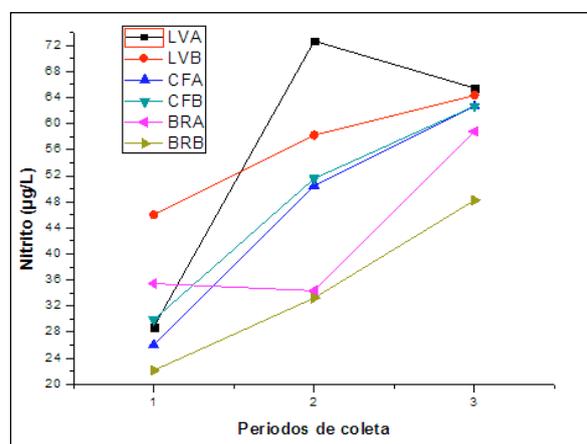
É possível evidenciar, ainda, que, em ordem decrescente de concentração da amônia, a croa LV apresentou os valores mais baixos durante todo o período em estudo, seguidos pelas croas CF e BR, respectivamente.

A redução da concentração da amônia, ao longo do período de coleta e em todos os pontos, pode ser explicada pela aceleração das reações de nitrificação da amônia (degradação da matéria orgânica) quando as mesmas ocorrem com pH entre 7,0 a 8,0 e temperaturas entre 25 °C e 35 °C (BOYD; TUCKER, 1998). Ao mesmo tempo, percebe-se que, à medida que os pontos de coleta (croas) se distanciam da nascente do rio, a concentração da amônia aumenta.

Valores acima do limite máximo estabelecido pelo CONAMA também foram demonstrados por Fernandes *et al.* (2014) e Farias (2006).

Evidencia-se, na Figura 10, uma grande e crescente variação na concentração do nitrito (22,1 a 72,7 µg/L NO_2^-) entre os pontos e os períodos estudados. Apesar da variação, todos os valores apresentados encontram-se dentro do limite máximo permitido (200 µg/L N e 660 µg/L NO_2^- (µg/L=ppb)).

Figura 10 – Distribuição do nível de nitrito nos seis pontos, entre os meses de maio e agosto de 2014



A correlação entre as variáveis amônia e nitrito demonstra que a amônia, ao longo do tempo, pode ter sido oxidada em nitrato pela ação das bactérias quimioautotróficas, Nitrosomonas e Nitrobacter, que transformam o íon amônio (NH_4^+) em nitrito (NO_2^-) e, em seguida, em nitrato (NO_3^-).

O resultado da análise de componentes principais (PC) é mostrado nas Figuras 11 e 12, respectivamente.

Analisando o gráfico dos escores mostrado na Figura 10, é possível notar que, para os períodos de coleta 2 e 3, não houve diferença significativa entre os pontos analisados, o mesmo comportamento foi observado por Fernandes *et al.* (2014).

Tal comportamento ocorreu, possivelmente, devido ao efeito da maré, que promove uma mistura diária da água do rio em estudo. Nota-se, também, o agrupamento das amostras por coletas, evidenciando a forte influência da sazonalidade nas variáveis medidas.

Figura 11 – Gráfico dos escores das coletas realizadas, utilizando validação cruzada e variância explicada de 67% nas 2 PCs

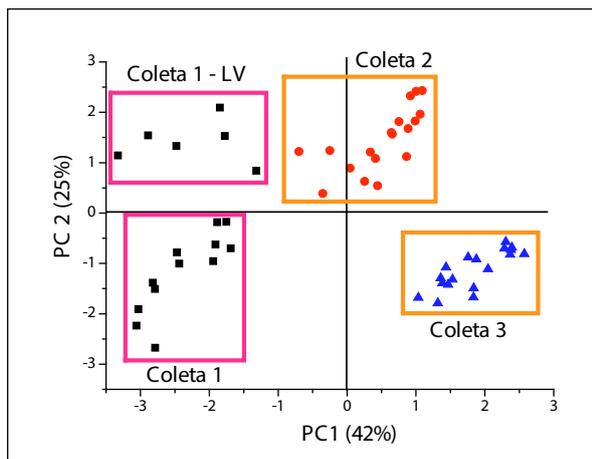
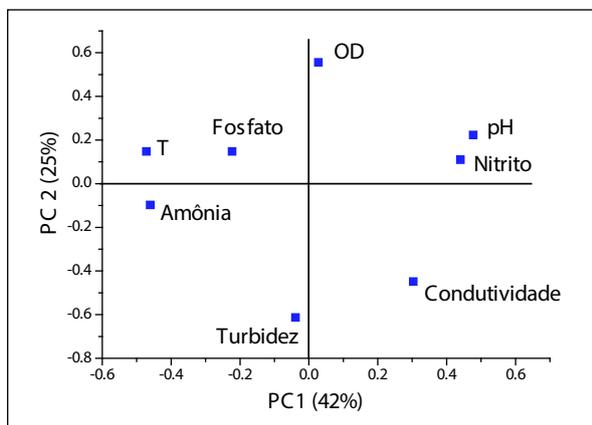


Figura 12 – Gráfico dos pesos de PC1 x PC2 para o conjunto completo de amostras e variáveis (54 amostras e 8 variáveis)



Entretanto, no período de coleta 1, observa-se uma separação dos pontos da croa LV em relação aos demais, ocasionada pelas variáveis temperatura e fósforo. Tal comportamento pode ser justificado pelo lançamento de efluentes do presídio do Roger nas proximidades do ambiente amostrado.

Vale a pena destacar a forte influência da sazonalidade nas variáveis estudadas.

4 Considerações finais

Os resultados ratificam a existência de atividades potencialmente causadoras de degradação ambiental, promovendo uma elevada concentração do teor de amônia e um baixo nível de oxigênio dissolvido no ambiente aquático.

A dinâmica da maré e as condições físicas do ambiente, temperatura e pH, proporcionaram uma redução acelerada da concentração de amônia, reação de nitrificação, durante o período em estudo.

Embora haja evidências de contaminações recentes de matéria orgânica, provenientes de efluentes, as concentrações de fósforo e nitrito estiveram dentro do limite máximo permitido pela legislação.

Devido ao efeito cumulativo do lançamento de efluentes, ao longo do percurso do rio, a croa Lombo da Vara (LV) e a croa Boca do Rio (BR), apresentaram a menor e a maior concentração de poluentes, respectivamente.

Diante deste cenário, evidencia-se um potencial risco de contaminação dos mariscos por patógenos entéricos.

Assim, faz-se necessária uma intervenção rápida e direta dos órgãos fiscalizadores quanto ao lançamento direto, sem o devido tratamento, de resíduos sólidos e líquidos no estuário do Rio Paraíba, de forma a garantir a integridade do ambiente aquático e a saúde dos consumidores de mariscos. Além disso, é imprescindível a continuidade do monitoramento da água do rio e a inserção de outros parâmetros como coliformes, DBO, dentre outros.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, A. E. S. **Avaliação quimiométrica da influência da carcinicultura sobre a qualidade da água do Rio da Ribeira/Santa Rita/PB**. 2009. 63 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.
- APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20 ed. Washington: American Public Health Association, 1998. 1085 p.
- BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Pond aquaculture water quality management**. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1998. 700 p.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

- BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. **Limnologia Fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu**. RIMA, 2003. 278 p.
- CETESB. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326 p., il.
- CPTEC. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Precipitação diária acumulada 2013/2014**. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 10 de fev. 2015.
- DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. São Paulo: CETESB, 2000.
- ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. São Paulo: Livraria Interciência, 2011. 826 p.
- FARIAS, M. S. S. de. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.
- FERNANDES, A. J. D.; LÚCIO, M. M. L. M.; ARAÚJO, D. L. S. de; GUEDES, L. L. R.; TRAJANO, L. L.; SANTOS, A. P. S.; ANDRADE, R. W. N. de. Avaliação preliminar da qualidade da água em área de extração de mariscos no Rio Paraíba, Cabedelo/PB. **Revista Principia: divulgação científica e tecnológica do IFPB**, João Pessoa, ano 17, n. 25, p. 11-21, 2014.
- IBAMA. **Monitoramento da atividade pesqueira no litoral do Brasil – Projeto ESTATPESCA**. Brasília: SEAP/IBAMA/PROZEE, 2005. 328 p.
- LACERDA, L. D. *et al.* **Estudo das Áreas de Manguezais do Nordeste do Brasil**. 2005. Disponível em: <<http://www.abccam.com.br>>. Acesso em: 10 maio 2014.
- LAVANDER, H. D. *et al.* Biologia reprodutiva da *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) no litoral norte de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, 2011. p. 344-350.
- LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. 2. ed. Campinas: Editora Átomo, 2010.
- MAGOSSI, L. R.; NONACELLA, P. H. **Poluição das águas**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 1990. (Coleção Desafios).
- PEDROSA, L. F. C.; COZZOLINO, S. M. F. Composição centesimal e de minerais de mariscos crus e cozidos da cidade de Natal/RN. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 154-157, 2001.
- QUEIROZ, A. B.; QUEIROZ, R. V.; MOREIRA, H. A. Agência Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Programa Nacional do Meio Ambiente II: Qualidade da Água**. 2003. Disponível em: <www.cprh.pe.gov.br>. Acesso em: 26 dez. 2008.
- RICHI, E. **Estuário – definição e caracterização**. Aquarismo. 2010. Disponível em: <<http://www.aquarismo.info/estuário-definicao-caracterizacao/>>. Acesso em: 17 out. 2013.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com apoio do Programa Institucional de Bolsa de Pesquisador do IFPB.