



**II CONPESQ**  
**Congresso de Pesquisa,**  
**Pós-Graduação e Inovação**

Os novos rumos da ciência pós-pandemia

12 a 16 de abril de 2021 Universidade Federal do Cariri - UFCA

# **HIDROQUÍMICA EM ESTUÁRIO SOB CLIMA SEMIÁRIDO: CONTRIBUIÇÃO PARA MONITORAMENTO DAS MUDANÇAS AMBIENTAIS NO DELTA DO RIO PARNAÍBA.**

**Willian Avelino Lopes<sup>1</sup>**

Centro de Ciências e Tecnologia  
Universidade Federal do Cariri  
willian.avelino@aluno.ufca.edu.br  
CNPq

**Felipe dos Santos Gonçalves<sup>2</sup>**

Centro de Ciências e Tecnologia  
Universidade Federal do Cariri  
felipe.santos@aluno.ufca.edu.br

**Lyndyanne Dias Martins<sup>3</sup>**

PPG em Desenvolvimento Regional Sustentável,  
Universidade Federal do Cariri  
lyndyannedias@gmail.com

**Jorge Marcell Coelho Menezes<sup>4</sup>**

Centro de Ciências e Tecnologia  
Universidade Federal do Cariri  
jorge.menezes@ufca.edu.br

**Francisco José de Paula Filho<sup>5</sup>**

Centro de Ciências e Tecnologia  
Universidade Federal do Cariri  
francisco.filho@ufca.edu.br

## **1 INTRODUÇÃO**

A Região Hidrográfica do Parnaíba configura-se como uma das mais importantes da Região Nordeste do Brasil, sendo ocupada pelos Estados do Ceará, Piauí e Maranhão, entre as coordenadas 02°21'S e 11°06'S de latitude e 47°21'W e 39°44'W de longitude, ocupando uma área de 331.441 km<sup>2</sup>, sendo 249.497 km<sup>2</sup> no Piauí, 65.492 km<sup>2</sup> no Maranhão, 13.690

- 1 Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão.
- 2 Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão.
- 3 Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão.
- 4 Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão.
- 5 Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão.

km<sup>2</sup> no Ceará e 2.762 km<sup>2</sup> de área. Suas águas atravessam diferentes biomas, como o Cerrado, no Alto Parnaíba, a Caatinga, no Médio e Baixo Parnaíba, e o Costeiro, no Baixo Parnaíba, tornando diferenciadas as características hidrológicas de cada uma destas regiões.

O Delta do Parnaíba é um ambiente estuarino protegido, constituindo uma área de proteção ambiental singular na costa brasileira. As águas estuarinas são biologicamente mais produtivas do que as do rio e do oceano adjacente, devido às características hidrodinâmica da circulação que, aprisionando nutrientes, algas e outras plantas, estimula a produtividade desses corpos de água. Por conta disso esses ambientes são menos vulneráveis a problemas de poluição da água pois eles possuem uma alta capacidade de dispersão dos poluentes e à facilidade de autodepuração. Contudo, Bricker et al. 1999, relatam problemas ambientais nos mesmos, como crescimento intenso de micro e macroalgas planctônicas e alterações nas estruturas de comunidades por conta do excesso de materiais contaminantes introduzidos na bacia de drenagem.

Neste sentido, as zonas costeiras vêm sofrendo alterações substanciais por conta da inserção de contaminantes. Alves Neto et al. (2014), citam que a determinação de diversos parâmetros hidrogeoquímicos – tais como salinidade, temperatura, pH, material particulado em suspensão (MPS) e concentração de oxigênio dissolvido – são de extrema importância para entendimento dos processos de transporte, mistura e determinação das fontes de contaminação que podem ser naturais e/ou antrópicas desses elementos em sistemas estuarinos.

Esta pesquisa tem sua justificativa baseada na importância de conhecer os impactos que as atividades humanas presentes nas bacias de drenagem causam ao ambiente estuarino, já que esses fatores podem aumentar a pressão sobre eles, a fim de garantir a preservação desses ecossistemas. A campanha realizada neste estudo, se deu após registro da mais severa e prolongada seca da região Nordeste do Brasil dos últimos 100 anos, onde durante seis anos consecutivos (2012-2017) as chuvas ficaram até 50% abaixo da média na região, afetando sobretudo, a qualidade das águas e condições hidrogeoquímicas da região.

Considerando os aspectos apresentados, entende-se que o monitoramento dos ambientes estuarinos é essencial e, traz grandes contribuições para o desenvolvimento regional sustentável, pois constitui uma medida preventiva diretamente associada ao controle de poluição e visa a qualidade dos ecossistemas num âmbito atual e futuro, garantido os serviços ecossistêmicos para as próximas gerações.

O objetivo deste trabalho foi quantificar o aporte de material particulado em suspensão (MPS) e determinar as variáveis hidroquímicas (pH, Oxigênio dissolvido, temperatura, salinidade e condutividade elétrica) visando estabelecer correlações geoquímicas com os metais traço em um Screening (abordagem Langrangeana) realizado em seis pontos de amostragem no Delta do rio Parnaíba.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Etapa pré-campo e Amostragem**

A etapa pré-campo foi realizada na Central Analítica da Universidade Federal do Cariri (UFCA) onde todo o material utilizado nas determinações de MPS foram previamente lavados com uma solução de ácido clorídrico (HCl) a 10% e posteriormente com água deionizada visando a sua descontaminação.

Os dados de amostragem foram obtidos em 6 (seis) pontos do canal deltaico do rio Parnaíba, em setembro de 2019, no período de estiagem.

## 2.2 Variáveis hidroquímicas

Os valores das variáveis hidroquímicas foram determinados na etapa de campo da campanha. Os dados de oxigênio dissolvido (mg/L), saturação de oxigênio (%), potencial hidrogeniônico, temperatura (°C) e turbidez (NTU), foram medidos utilizando sonda portátil multiparamétrica modelo Hanna HI 9828. A salinidade (PSU) e condutividade elétrica (mS.cm<sup>-1</sup>), foram determinados através da utilização da sonda portátil multiparamétrica CTD (Conductivity, Temperature and Depth) modelo EXO2 Multiparameter Sonde/YSI.

## 3 RESULTADOS E DISCURSÃO

### 3.1 Variáveis hidroquímicas

A média do pH das águas ao longo dos pontos do estuário variou entre 7,13 a 8,28 na maré de enchente e 7,08 a 8,28 na maré de vazante, mantendo um comportamento neutro/alcalino. Nos pontos mais próximo a foz do rio, o valor do pH foi mais elevado, sobretudo no Ponto 2. Este resultado está correlacionado a predominância de águas oceânicas no sistema estuarino que segundo Fonseca 2009, possuem características alcalinas, normalmente com pH de 8,2.

A temperatura média nos pontos, variou de 27,15 °C a 29,10 °C na maré de enchente, e 27,30°C a 29,10°C na maré de vazante, com uma tendência de aumento com o transcorrer do dia e a medida em que os pontos se distanciam da foz. Este comportamento da temperatura é característico de regiões de baixas latitudes, onde a temperatura se mantém constante acima de 28°C durante boa parte do ano (FUNCEME, 2008).

Os teores de oxigênio dissolvido foram medidos em saturação e em mg/L, e apresentaram valores de 7,15 mg/L (91,00%) a 6,28 (100,28%) na maré de enchente 7,05 mg/L (91,90%) a 7,25 (105,40%) na maré da vazante. O ponto mais oxigênio dentre os monitorados é o Ponto 2. Ao longo do curso percebe-se uma queda nas taxas de oxigênio dissolvido, sobretudo na maré de vazante podendo ser explicado por uma maior atividade fitoplanctônica para a degradação de matéria orgânica, haja vista que nesse ponto, as temperaturas são mais elevadas e o pH menor favorecendo esse processo em águas costeiras tropicais.

A variação dos níveis de oxigênio dissolvido e pH, na coluna d'água tem influência sobre diversos fatores físicos e químicos, e consequentemente a precipitação e/ou solubilização de diversos nutrientes. Por exemplo, em um ambiente aeróbio e com pH básico, grande parte dos íons Fe<sup>3+</sup> e Mn<sup>4+</sup> presentes na coluna d'água encontram-se precipitados ou complexados, podendo carrear nutrientes que dependam deste substrato (ESTEVEZ, 1998).

A condutividade variou de 0,06 mS.cm<sup>-1</sup> a 51,5 mS.cm<sup>-1</sup> na maré de enchente e 0,05 mS.cm<sup>-1</sup> a 52,05 mS.cm<sup>-1</sup> na maré de vazante. Observa-se valores elevados nos pontos mais próximos a foz do rio, sobretudo nos Pontos 1 e 2 e ao longo que os pontos vão adentrando o estuário, os valores de condutividade decaem bruscamente, chegando próximo ao zero, mostrando a influência de águas salinas no sistema e na sua dinâmica.

A salinidade se comporta de forma diretamente proporcional a distribuição da condutividade, com máximas de 32,65 PSU na maré de enchente, máxima de 32,60 PSU na 31 maré de vazante e mínimo de 0 PSU em ambas as marés, confirmando a influência marinha no estuário. Em estudos realizados por DIAS (2007) e ESCHRIQUE e colaboradores (2008) no rio Jaguaribe (CE), os valores encontrados para salinidade foram semelhantes aos obtidos neste trabalho, sendo eles de 23,2 a 36,1 PSU e 27,0 e 39,2 PSU, respectivamente.

Os resultados de turbidez foram maiores à medida em que os pontos adentravam o

estuário com mínimo de 0,48 NTU e máximo de 14,88 NTU, obtendo valores máximos no ponto 5. Esse comportamento está ligado provavelmente a concentração de sólidos e adsorção de íons devido as temperaturas elevadas e pH básico em que se caracteriza a área em estudo.

**Tabela 1** - Distribuição espacial das variáveis hidroquímicas obtidas durante a campanha de campo ao longo do estuário do rio Parnaíba – Enchente

Maré	Ponto	Hora	Maré (m)	pH	Temp (°C)	OD (%)	Cond (mS.cm <sup>-1</sup> )	Turbidez (NTU)	Sal (Psu)	MPS (Mg/L)
Ench	P1	07:30	2,08	7,84	27,25	98,45	51,50	1,49	32,65	0,25
	P2	09:00	2,38	8,28	27,15	100,28	45,40	4,99	28,10	0,41
	P3	09:30	2,40	8,19	27,50	91,00	2,90	0,78	1,42	0,01
	P4	18:00	1,38	7,78	28,60	94,95	0,06	10,48	0,00	0,45
	P5	17:00	1,07	7,24	29,00	95,00	0,06	14,88	0,00	0,71
	P6	16:00	0,91	7,13	29,10	94,65	0,06	8,20	0,00	0,52

Fonte: Autor (2021).

**Tabela 2** - Distribuição espacial das variáveis hidroquímicas obtidas durante a campanha de campo ao longo do estuário do rio Parnaíba - Vazante

Maré	Ponto	Hora	Maré (m)	pH	Temp (°C)	OD (%)	Cond. (mS.cm <sup>-1</sup> )	Turbidez (NTU)	Sal (Psu)	MPS (Mg/L)
Vaza	P1	10:30	2,29	8,23	27,30	98,50	52,05	0,48	32,60	0,40
	P2	11:00	2,17	8,28	27,60	105,40	40,65	0,58	24,70	0,28
	P3	14:00	1,13	8,11	28,40	91,90	4,04	5,56	1,93	0,02
	P4	14:30	1,02	7,40	28,65	94,23	0,07	9,65	0,00	0,42
	P5	15:00	0,93	7,08	28,60	94,50	0,05	12,95	0,00	0,81
	P6	15:30	0,89	7,77	29,10	94,00	0,06	9,92	0,00	0,59

Fonte: Autor (2021).

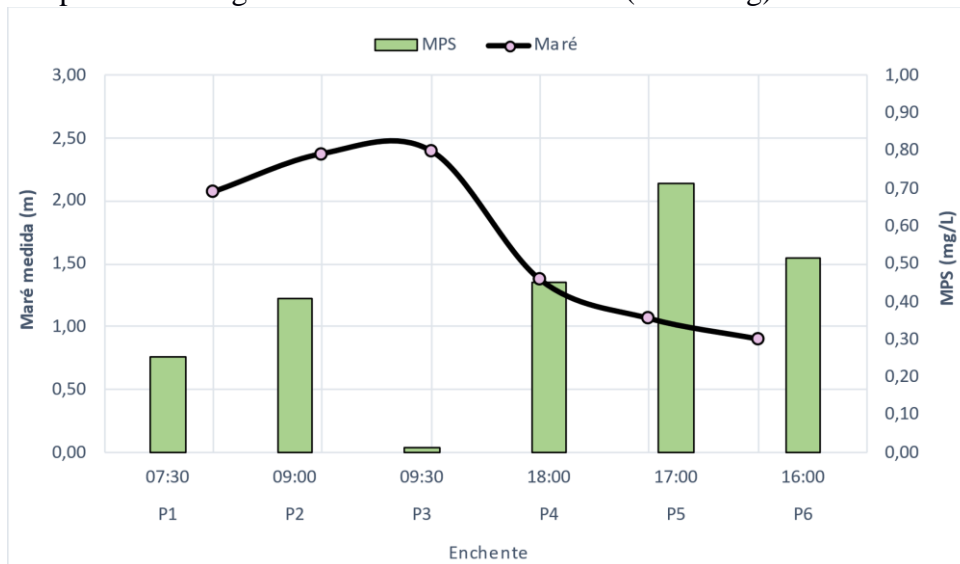
Numa visão geral dos resultados da abordagem espacial, observa-se valores de pH, oxigênio dissolvido, condutividade e salinidade maiores nos pontos mais próximos a foz, podendo ser explicado pelo a presença de águas oceânicas, refletindo a influência marinha na área em estudo. Além disso nos pontos mais distantes da foz do rio, observa-se maiores valores de temperatura, e turbidez, que atrelados a outros fatores confere um ambiente apropriado para degradação de matéria orgânica e depleção de oxigênio.

### 3.2 Material particulado em suspensão (MPS)

As concentrações do MPS apresentaram teores variando entre 0,01 mg/L a 0,81 mg/L na campanha realizada no rio Parnaíba. A Figura 1 mostra a variabilidade do MPS na abordagem espacial e a variação da altura da coluna d'água medida durante a campanha. Pode-se observar que após ocorrer a mudança de maré, os valores aumentam, ou seja, se a maré está mais alta, a concentração de MPS no sistema aumenta. Esse comportamento pode

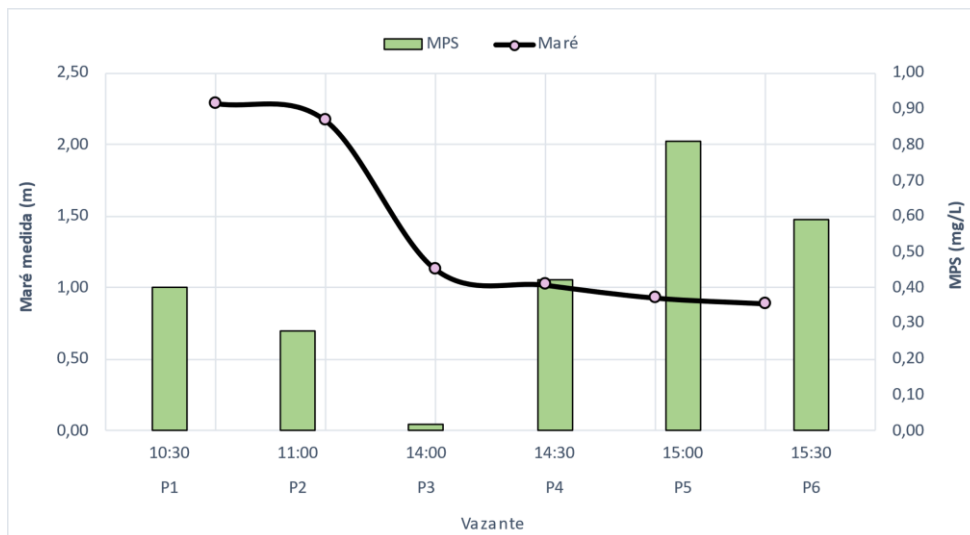
ser explicado pela entrada da massa de água no estuário que faz com que haja uma ressuspensão do sedimento fino depositado no fundo aumentando os teores de MPS.

**Figura 1** – Comportamento do MPS em comparação com a altura da coluna d’água nos pontos ao longo do estuário do rio Parnaíba (Screening) - Enchente



Fonte: Autor (2021).

**Figura 2** – Comportamento do MPS em comparação com a altura da coluna d’água nos pontos ao longo do estuário do rio Parnaíba (Screening) – Vazante



Fonte: Autor (2021).

Ao analisar a distribuição do MPS pela Tabela 2, observa-se maiores valores no Ponto 5, correspondente a maré de vazante, ou seja, há maiores teores de material particulado em suspensão para esse ponto nesse período.

#### 4 CONCLUSÕES

Por fim, foi possível observar nas variáveis hidroquímicas que o Ponto 2 é um

ambiente mais oxigenado, alcalino, com maior condutividade e salinidade por conta da influência marinha. Os Pontos 5 e 6 apresentaram uma maior turbidez, isso pode ser explicado devido a concentração de sólidos e adsorção de íons devido as temperaturas elevadas e pH básico em que se caracteriza a área em estudo. Já no MPS é observado variação ao longo do dia, que variam dependendo de fatores como a influência do suprimento de sedimentos e com a descarga e a velocidade do fluxo, que determinam quanto de sedimento é transportado com o tempo. Os Pontos 5 e 6 se destacaram nesse parâmetro com maiores valores dentre os demais pontos.

## 5 AGRADECIMENTOS

Agradeço a CNPq pela bolsa de Iniciação Científica (Edital nº 04/2019/PRPI), ao projeto Biogeoquímica de metais traço em estuário sob clima semiárido financiado pelo CNPq (processo Nº 408363/2018-5) e a UFCA pelo espaço para a realização.

## REFERÊNCIAS

ALVES NETO J. L. Et al. **Transposição de Cádmio e Zinco da Baía de Sepetiba, e sua Deposição em Sedimentos do Estuário do Rio Cabuçu-Piraquê (Rio de Janeiro, Brasil)**. Revista Virtual de Química. V. 6, n. 5, 2014.

BRICKER, S. B.; CLEMENT, C. G.; PIRHALLA, D. E.; ORLANDO, S. P.; FARROW, D. R. G. 1999. National estuarine eutrophication assessment: **effects of nutrient enrichment in the nation's estuaries**. Noaa, national ocean service, special projects office and the national centers for coastal for coastal ocean Science. SILVER SPRING, MD, USA, 71P.

DIAS, FRANCISCO JOSÉ DA SILVA. **Hidrodinâmica das Descargas Fluviais para o Estuário do Rio Jaguaribe (CE)**. 2007. 112 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos da Limnologia**. Editora Interciência/FINEP - 2o ed. Rio de Janeiro: 602 p. 1998.

ESCHRIQUE, S. A; MARINS, R. V.; MOREIRA, M. O. P.; ALMEIDA, M. D. **Hidrogeoquímica do Fósforo no Estuário do Jaguaribe (CE)**, In: Braga, E.S. (org.). Oceanografia e Mudanças Globais, Universidade de São Paulo. São Paulo, p.629- 647. 2008.

FUNCEME. **Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos**. Site: [www.funceme.br/DEPAM/index.htm](http://www.funceme.br/DEPAM/index.htm) Acesso em fevereiro de 2021. 2008.

PAERL H. (2005). **Avaliando e gerenciando eutróficos enriquecidos com nutrientescação em águas estuarinas e costeiras: efeitos interativos das perturbações humanas e climáticas**. Ecol Eng 26: 40-54.