

## DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA DO ESTUÁRIO DO RIO COCÓ (FORTALEZA-CE) NO PÓS-PERÍODO CHUVOSO DE 2019

Ana Lúcia Eufrázio Romão<sup>1</sup>

Aristides Pavani Filho<sup>2</sup>

Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu<sup>3</sup>

Elini Alves Oliveira de Sousa<sup>4</sup>

### Conservação e Educação de Recursos Hídricos

#### Resumo

O rio cocó nasce na Serra de Aratanha, município de Pacatuba, e seu estuário localiza-se na costa leste da capital. Devido à alta produtividade e o fluxo de maré, os estuários são as principais vias de transferência de água, sedimento, nutrientes e poluentes dos continentes para os oceanos. Apesar da sua importância, tanto para o ecossistema e as populações humanas, estes ambientes têm sido alvos de impactos antrópicos. Objetivou-se com esse trabalho determinar os parâmetros físico-químicos das águas do Estuário do Rio Cocó no pós-período chuvoso de 2019, a fim de estudar alterações nas condições ambientais destas regiões. Foram selecionados 04 pontos, compreendendo um percurso de 7,3 km. Foi realizada uma incursão à cada ponto entre os dias 22 e 25 de julho de 2019, sendo realizadas 09 coletas *in situ* de um conjunto de parâmetros físico-químicos, em intervalos de 20 minutos utilizando sonda multiparamétrica Aqual Troll 400. De acordo com as análises realizadas o estuário enquadra-se como manancial de classe 2. O potencial hidrogeniônico variou entre 6,00 a 7,04. A condutividade entre 710,41 a 2323,10  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . O teor de sólidos totais variou entre 0,446 a 1,461 g/L. Conclui-se que o pH, a condutividade e o teor de sólidos totais dissolvidos variaram em função da alteração do nível de maré e em função da distância do ponto de coleta à foz do rio e que a dinâmica do estuário atua como armadilha de poluentes.

Palavras-chave: Estuário; Rio Cocó; condutividade; pH; sólidos

Orientação: Carlucio Roberto Alves, Universidade Estadual do Ceará; Departamento de Ciência e Tecnologia, [carlucio.alves@uece.br](mailto:carlucio.alves@uece.br)

<sup>1</sup>Aluna do doutorado da Universidade Estadual do Ceará; Centro de Ciência e Tecnologia, [anaeufrazio@yahoo.com.br](mailto:anaeufrazio@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Pesquisado Ms. Aristides Pavani Filho, Ministério da Ciência, Tecnologia, Informação e Comunicação, [aristides.pavani@metic.gov.br](mailto:aristides.pavani@metic.gov.br)

<sup>3</sup>Prof. Dra. Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu, Universidade Estadual do Ceará; Centro de Ciência e Tecnologia, [flavia.monteiro@uece.br](mailto:flavia.monteiro@uece.br)

<sup>4</sup>Elini Alves Oliveira de Sousa, Universidade Estadual do Ceará; Centro de Ciência e Tecnologia, [eliniaos@hotmail.com](mailto:eliniaos@hotmail.com)

## INTRODUÇÃO

Com um curso de aproximadamente 45 km de extensão, o rio Cocó é o principal recurso hídrico da cidade de Fortaleza. Sua nascente está localizada na vertente oriental da Serra de Aratanha, município de Pacatuba, e seu estuário na costa leste da capital (BARBOSA *et al.*, 2012). A bacia do rio Cocó faz parte do sistema Cocó/Coaçu, drenando uma área de, aproximadamente, 517,2 km. No seu trecho final o estuário recebe seu principal afluente, o Rio Coaçu. Ainda nessa porção, o rio Cocó sofre a influência direta do regime de marés formando um estuário alongado e estreito composto por 210 ha de manguezais. Por ter suas regiões fluvioestuarina e de manguezais completamente inseridas na região metropolitana da cidade de Fortaleza é caracterizado como rio urbanizado (DUAVÍ *et al.*, 2015).

A área do estuário está totalmente inserida no Parque Ecológico do Cocó. O parque foi criado pelo Governo Estadual através do decreto de nº 22.253, de 05 de setembro de 1989, tendo sido ampliado a partir do decreto nº 22.587, de 08 de junho de 1993. A área total do parque abrange 1.155,2 hectares e seus limites correspondem ao trecho nas proximidades da BR-116 à foz do Rio Cocó (FREIRES *et al.*, 2014).

Regiões de estuários são importantes nichos ecológicos pois é composta por rica diversidade de espécies animais (principalmente peixes, cerca de 99% das espécies nectônicas) e são utilizadas como áreas de berçário, reprodução, alimentação, crescimento e abrigo para diversas espécies de animais marinhos. A composição, abundância e diversidade da ictiofauna é diretamente influenciada por fenômenos naturais que ocorrem na região e no entorno do complexo estuarino, bem como, pelas ações antrópicas que concorram para alteração do equilíbrio do complexo (BASILIO; GODINHO, 2008).

Devido alta produtividade e o fluxo de maré os estuários são as principais vias de transferência de água, sedimento, nutrientes e poluentes dos continentes para os oceanos (COUCEIRO; SCHETTINI, 2010). Esses ambientes são os grandes responsáveis pela fertilização das águas costeiras ou funcionam como verdadeiras estações depuradoras naturais de esgotos antes do seu lançamento ao mar, evitando ou retardando a poluição marinha. Além disso, a presença de produtores primários e de diversas populações de seres vivos, muitos dos quais de alto valor econômico, confere à essas regiões elevada importância não somente econômica mas, principalmente ecológica (GREGO *et al.*, 2017)

A elevada produtividade desses nichos é responsável pela subsistência de parte das populações ribeirinhas. A despeito da sua importância, tanto para o ecossistema e as

populações humanas, estes ambientes têm sido alvos de inúmeros impactos antrópicos, principalmente, através do despejo de efluentes domésticos e industriais. Esse fenômeno tem alterando, sobremaneira, as condições ambientais destas regiões (SANTOS, BEZERRA-JUNIOR, COSTA, 2009).

As descargas fluviais têm importante influência na circulação hidrodinâmica dos estuários. É através da interação entre os regimes de chuva, a hidrodinâmica desses ambientes e a componente marinha que se estabelecem condições para o enriquecimento biológico desses nichos (MOLISANI, CRUZ, MAIA, 2006).

Objetiva-se com o (esse) trabalho determinar os parâmetros físico-químicos das águas do Estuário do Rio Cocó no pós-período chuvoso de 2019.

## METODOLOGIA

Os pontos para amostragem foram determinados considerando a área que sofre influência direta do regime de maré e determinado através geoprocessamento. A Tabela 1 apresenta a localização, a data e os horários de coleta dos pontos do Rio Cocó:

**Tabela 1.** Pontos de coleta conforme coordenada geográficas

Ponto de Coleta	Ponto	Latitude	Longitude	Data	Hora de início
Ponte Av. Santana Junior	P1	3°45'8.43"S	38°29'26.52"O	23/07/19	11:30
Ponte Av. Sebastião de Abreu	P2	3°45'14.75"S	38°28'58.59"O	22/07/19	09:40
Condomínio	P3	3°45'58.32"S	38°27'55.19"O	25/07/19	10:00
Comunidade	P4	3°46'13.00"S	38°26'57.00"O	24/07/19	10:40

\* Fonte: Próprio autor

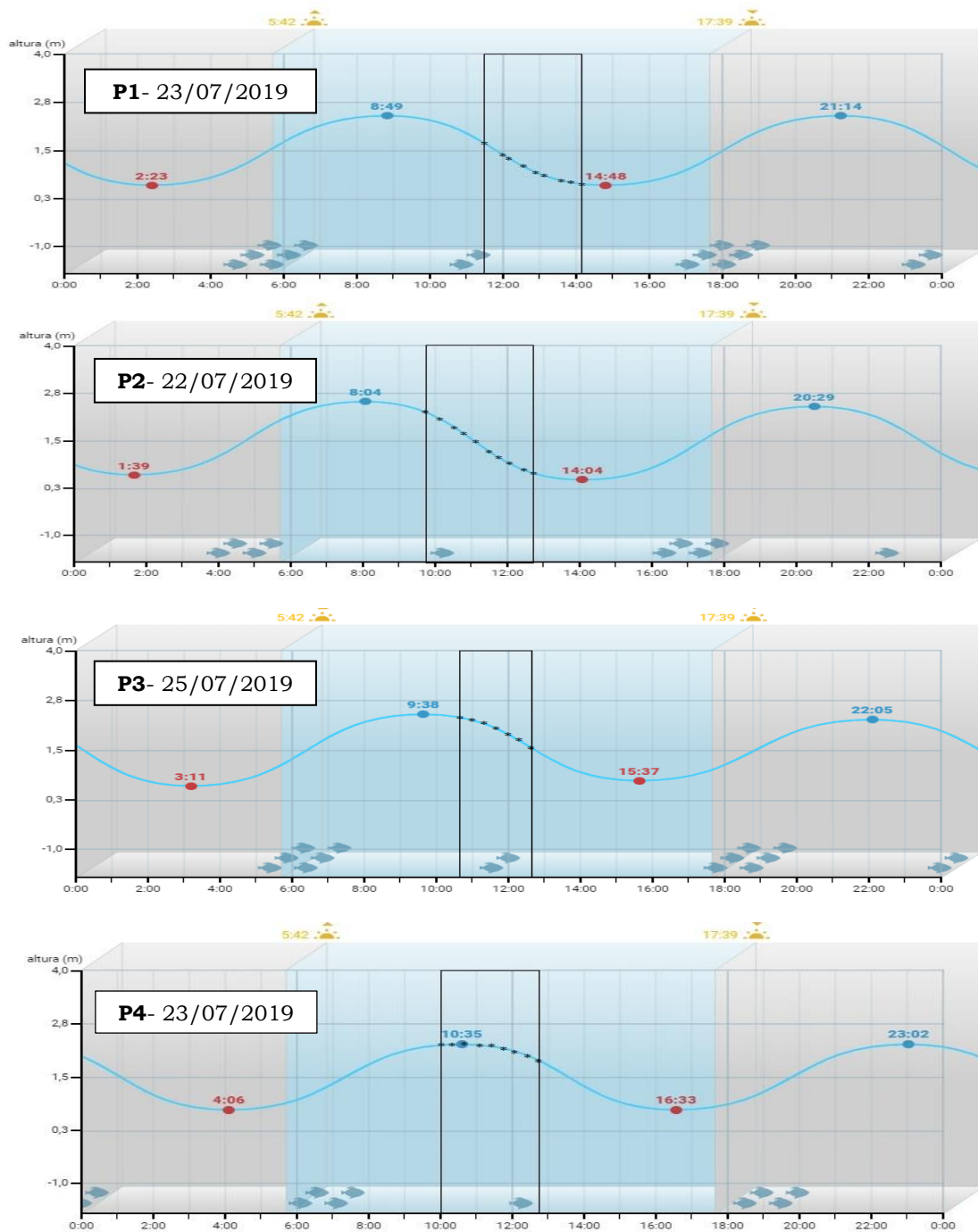
Foram selecionados 04 pontos ao longo do estuário do Rio Cocó, compreendendo um percurso de 7,3 km compreendido entre a Sabiaguaba à ponte da Eng. Santana Júnior. A distribuição geográfica dos pontos de coleta pode ser visualizada na imagem de satélite que consta na Figura 1. Foi realizada uma incursão à cada ponto, uma por dia entre os dias 22 a 25 de julho de 2019 e 01 de agosto de 2019. No decorrer de cada visita foram realizadas 09

coletas de um conjunto de parâmetros físico-químicos, medidos em intervalos de 20 minutos. A determinação dos parâmetros foi realizada durante períodos do ciclo de maré conforme figuras

**Figura 1-** Mapa dos pontos de coleta. P1- Ponte Eng. Sant. Jr, P2- Ponte Sebastião de Abreu.



\* Fonte: imagem de satélite.



**Figura 2-** Marcação das coletas conforme tábua de maré.

\*fonte: Fonte: adaptada de <https://tabuademares.com/br/ceara/fortaleza>

Conforme é possível observar, a partir da Figura 2, a determinação dos parâmetros foi realizada durante os períodos de vazante e cheia. Foram determinados: temperatura da água,

condutividade elétrica, resistividade densidade, sólidos totais dissolvidos e salinidade. A determinação dos parâmetros físico-químicos em todos os pontos foi realizada *in situ* através da utilização de Sonda multiparamétrica Aqual Troll 400. A incursão ao rio foi realizada a bordo do barco robótico Iracema, conforme Figura 3.

**Figura 3-** Registro da saída dos pesquisadores para os pontos de coleta



\* Fonte: site da Universidade Estadual do Ceará

A sistematização dos dados obtidos foi realizada a partir da estatística descritiva, tabulando as medianas e os desvios padrão. O tratamento estatístico para a comparação dos dados foi realizado pelo teste de Análise da Variância (ANOVA). Primeiramente, realizou-se para cada parâmetro físico-químico análise ANOVA de 1 fator a vários níveis, a fim de verificar a influência da localização dos pontos nos parâmetros físico-químicos usando-se os dados coletados sob maré mediana. Para um estudo comparativo em função da localização do ponto e da altura da maré, realizou-se uma análise estatística ANOVA de dois fatores em dois níveis.

Os principais parâmetros utilizados para discutir a qualidade da água do estuário do Rio Cocó foram pH, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A região do estuário está localizada entre os paralelos 3° 35' e 3° 47' de latitude Sul e os meridianos 38°26' e 38°30' de longitude Oeste, se estende desde a desembocadura do Rio, situada no bairro Caça e Pesca, indo até a ponte da BR-116, no bairro Aerolândia, alcançando uma área aproximada de 13 km (FREIRES *et al.*, 2016).

Os usos ou a qualidade das águas de estuários, bem como, de qualquer outro recurso hídricos são regulamentados através de legislação específica. A Resolução CONAMA n°357, de 17 de março de 2005 e suas modificações nas resoluções 410 de 2009 e 430 de 2011, dispõem sobre a classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. A finalidade dessa legislação é realizar a ordenação da exploração dos corpos hídricos visando a manutenção da qualidade dos corpos hídricos, considerando as necessidades sociais e econômicas dos usuários. Além desta, outra legislação importante é a Resolução CONAMA n° 274 de 29 de novembro de 2000, que determina os parâmetros e indicadores biológicos que asseguram as condições de balneabilidade dos ecossistemas aquáticos.

## CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Segundo Piratoba (2017) um dos parâmetros que sofre alteração de acordo com a qualidade da água é a condutividade elétrica. Esse importante parâmetro pode revelar modificações na composição dos corpos d'água sem, contudo, determinar quantidades e componentes. A condutividade da água está, estatisticamente, correlacionada com a concentração de íons e de diversos elementos, já nas regiões tropicais, está relacionada com a periodicidade de precipitações, bem como, com as características geoquímicas da região.

A zona costeira do estado do Ceará está inserida no segmento IV da divisão do litoral brasileiro. Nessa região temperatura se mantém constante ao longo do ano, girando sempre em torno dos 28°C. Nesse perímetro ocorrem apenas duas estações sazonais bem definidas, a chuvosa e a seca, onde a pluviosidade média anual é de cerca de 1600 mm. Como

consequência da baixa pluviosidade há a ocorrência de acúmulo de sal na zona costeira (MAIA; RODRIGUES; ROCHA-BARREIRA, 2011)

Esse ano (2019), de acordo com balanço da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), as precipitações da estação chuvosa foram caracterizadas como as melhores dos últimos sete anos e a terceira melhor já registrada no Estado do Ceará nos últimos 20 anos. De acordo com o órgão, choveu 676,3 milímetros entre os meses de fevereiro e maio, 12,6% acima do esperado. A média histórica da quadra chuvosa é 600,7 milímetros (FUNCEME, 2019). Certamente, a estação chuvosa influenciou nos parâmetros físico-químicos determinados.

Os valores registrados para a condutividade variaram em razão do ponto de coleta e em função da variação do volume de água entrando e saindo do estuário. Os máximos (10a) e mínimos (1a) de altura maré, bem como os mínimos e máximos de condutividade estão descritos na Tabela 4.

**Tabela 2.** Valores de condutividade em função da maré, com altura variando entre máxima (10a) à mínima(1a)

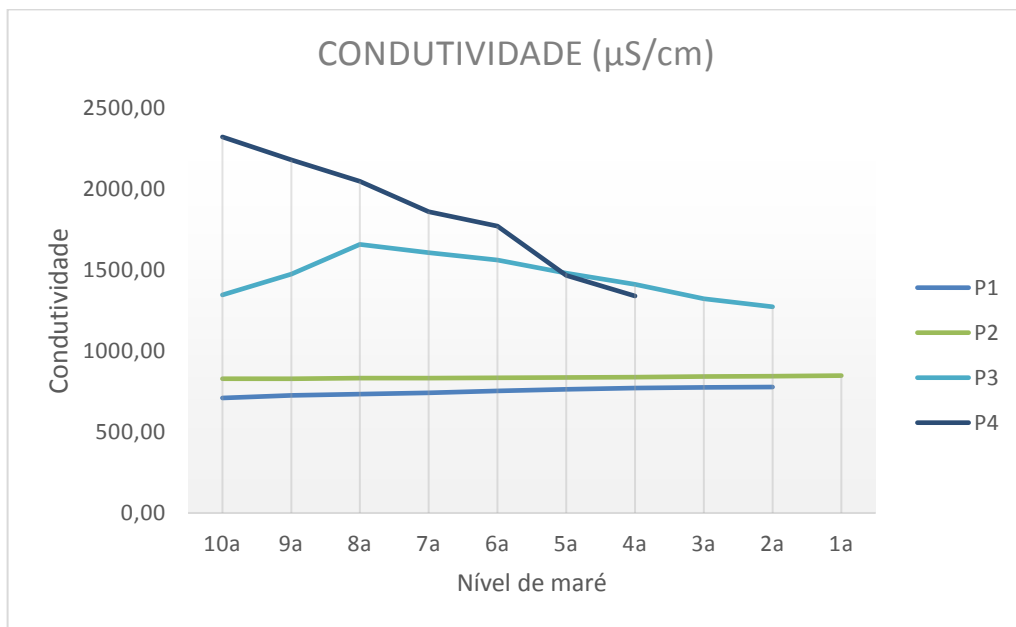
CONDUTIVIDADE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )				
Ponto	Nível mínimo	Condutividade	Nível máximo	Condutividade
<b>P1</b>	0,68	778,17	1,75	710,41
<b>P2</b>	0,7	848,58	2,33	829,39
<b>P3</b>	1,9	1273,81	2,28	1346,90
<b>P4</b>	1,6	1340,42	2,35	2323,10

\* Fonte: Própria autora

O gráfico da Figura 4 permite inferir que a condutividade apresenta comportamentos diferentes entre os pontos avaliados e ocorre alterações consideráveis em determinados pontos conforme vai ocorrendo a variação no nível da maré.



**Figura 4-** Gráfico da condutividade em função da maré, com altura variando entre mínima (10a) e máxima (1a)



\* Altura da maré diminui de 10a para 1a conforme ordem de coleta.

As linhas referentes as medidas de P1 e P2 evidenciam que a condutividade nesses dois pontos varia de forma pouco expressiva, esse fenômeno deve estar relacionado a pouca influência do volume de água do mar que chega até os pontos citados ou em função da pouca variação dos íons (poluentes) despejados ou que chegam na área. Contudo, em P3 (condição em que os registros de medidas ocorreram no cume da maré) é possível verificar uma tendência de variação significativa nas medidas de condutividade. Em P4 é possível constatar que a variação da condutividade ocorre de maneira expressiva. As variações ocorridas em P3 e P4 parece indicar que a maré tem influência na concentração dos íons em solução, aumentando conforme a maré sobe e diminuindo com a descida da maré.

## ANÁLISE DE pH

Dentre os parâmetros utilizados para indicar a qualidade de um corpo hídrico está o pH. De acordo com Vanzela, Hernandez e Franccom (2010) vários são os fatores que podem concorrer para a alteração do pH de um corpo hídrico. A redução do pH pode estar relacionada, por exemplo, com a presença áreas agricultadas, matas degradadas, moradias

no entorno do corpo hídrico, em função do maior escoamento superficial provocado por carreamento de sólidos ou em decorrência do processo de oxidação do excesso de matéria orgânica pelos microrganismos aeróbicos com consequente liberação de gás carbônico na água. Conforme Silva e colaboradores (2009), as alterações de pH nos corpos hídricos também podem ser provocados pela presença de água da chuva. O aumento no volume de água dos rios pode fazer com que a acidez da água diminua provocando a elevação do pH e fazendo com que ele se aproxime da neutralidade em função da maior diluição dos compostos dissolvidos e escoamento mais rápido.

Nos pontos de coletas, o pH do estuário variou de levemente ácido a neutro. A partir da análise de cada ponto individualmente é possível perceber que as alterações do pH, conforme ocorria a descida da maré, também foram sutis. Na Tabela 2 estão descritos as alturas mínimas e máximas de maré e os respectivos valores de pH registrados em função destas variações.

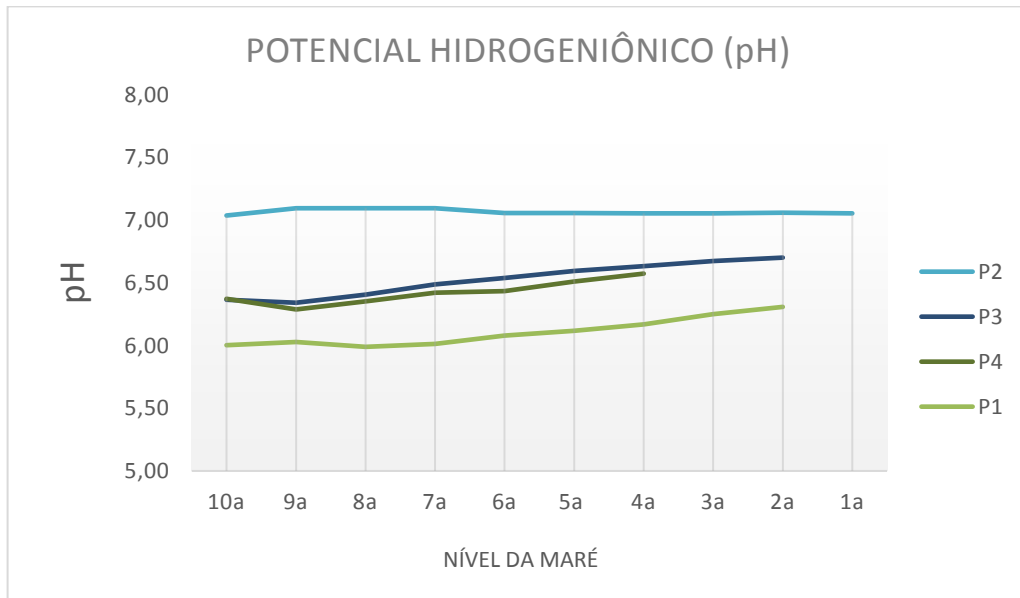
**Tabela 3.** Valores de pH em função da maré, com altura de coleta variando entre mínima (10a) e máxima (1a).

<b>POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)</b>				
<b>Ponto</b>	<b>Nível mínimo</b>	<b>pH</b>	<b>Nível máximo</b>	<b>pH</b>
<b>P1</b>	0,68	6,31	1,75	6,00
<b>P2</b>	0,7	7,05	2,33	7,04
<b>P3</b>	1,9	6,70	2,28	6,37
<b>P4</b>	1,6	6,57	2,35	6,37

\* Fonte: Própria Autora

No gráfico da Figura 5 é possível observar as variações de pH ocorridas em cada ponto conforme ocorria alteração da altura da coluna de água no decorrer do tempo de coleta de dados.

**Figura 5-** Gráfico do pH em função da maré, com altura variando entre mínima (1a) à máxima (10a)



\* Altura da maré diminui de 10a para 1a conforme ordem de coleta.

Fonte: Própria autora

A partir do gráfico é possível observar uma tendência de aumento do pH em função da diminuição do nível da maré. Este fenômeno pode estar associado à variação da concentração de matéria orgânica, em razão da variação progressiva do volume d'água entrando no estuário, ou ser decorrente do despejo de efluentes nas áreas avaliadas. Contudo, em P2, é interessante notar que há elevação no pH seguido da sua diminuição desses valores nos horários de coletas compreendidos entre 9:45 e 11:05. Este fenômeno pode estar associado á entrada de água com pH mais alcalino na área citada. No ponto descrito há um córrego ativo que traz para o rio águas de galerias fluviais.

## SÓLIDOS DISSOLVIDOS

O total de sólidos dissolvidos é um parâmetro que indica a presença de sólidos na água. Os sólidos dissolvidos, constituídos por partículas de diâmetro inferior a  $10^{-3}$   $\mu\text{m}$  e que

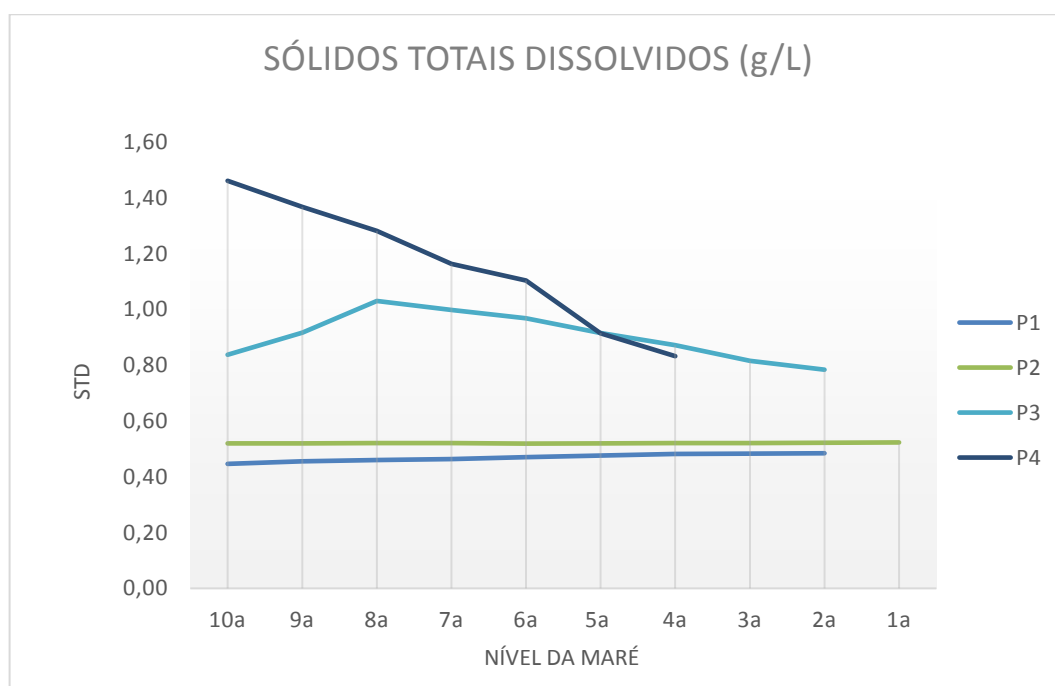
permanecem na água mesmo após filtração, podem ocorrer de forma natural ou sua origem ser antropogênica. Nos ecossistemas aquáticos lóticos, a concentração de sólidos está fortemente associada as impurezas encontradas no curso da água. As fontes naturais dessas partículas decorrem de processos erosivos ou presença de organismos e detritos orgânicos. As causas antropogênicas envolvem descarte de lixo e lançamento de esgotos (SARDINHA *et al.*, 2008; BRASIL, 2014).

**Tabela 4-** Gráfico do teor de sólidos totais em função da maré, com altura variando entre mínima (1a) à máxima (10a)

SÓLIDOS TOTAIS DOS 4 PONTOS EM FUÇÃO DA MARÉ (g/L)				
Ponto	Nível mínimo	STD	Nível máximo	STD
<b>P1</b>	0,68	0,480	1,75	0,446
<b>P2</b>	0,7	0,523	2,33	0,519
<b>P3</b>	1,9	0,782	2,28	0,837
<b>P4</b>	1,6	0,832	2,35	1,461

\* Fonte: Própria autora

**Figure 6-** Gráfico do teor de sólidos totais dissolvidos em função da maré, com altura variando entre mínima (1a) à máxima (10a)



\* Fonte: própria autora

Interessante notar que as medidas de sólidos totais dissolvidos não alteram em função da maré em P1 e P2. Em ambas situações o aumento da maré provoca uma discreta diminuição nas concentrações das partículas dissolvidas. Contudo, em P3 e P4 ocorre a inversão dessa pequena tendência. Nestes dois pontos a concentração de sólidos dissolvidos diminuem de forma expressiva conforme ocorre a redução do volume água nos pontos avaliados. Esse fenômeno pode estar associado a maior entrada de sais, em função da entrada da maré na região.

## COMPARAÇÃO ENTRE OS PONTOS AVALIADOS

Ao longo do trecho avaliado a temperatura das águas do estuário girou em torno de 27,31 °C. A média encontrada está de acordo com dados da literatura. Schttine, Valle-Levison e Truccolo (2017), avaliando a temperatura do rio durante uma semana do mês de novembro determinou que a temperatura do estuário varia entre de 29 e 30,7 °C.

A salinidade no trecho variou em função da distância entre ponto e a foz do rio. Os valores mais baixos foram registrados em P1 (0,3361 PSU), ponto mais afastado e os valores mais elevados foram registrados em P4 (0,859 PSU), ponto mais próximo da foz. Os valores encontrados para P1 e P2 estão em conformidade com dados registrados por Silva e colaboradores (2014). Os autores encontraram valores de salinidade que variaram de 0,0 a 0,4 PSU em pontos equivalente a P1 e P4.

**Tabela 2-** Média dos parâmetros físico-químicos avaliados nos 4 pontos

VALORES MÉDIOS OBTIDO PARA CADA PONTO				
Parâmetro	P1	P2	P3	P4
Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	754,00	834,14	1475,17	1861,93
Sólidos (g/L)	0,4719	0,5205	0,904	1,160
pH(pH)	6,0805	7,0586	6,539	6,422
Salinidade (PSU)	0,3361	0,377	0,664	0,859
Resistividade (ohm-cm)	1326,28	1196,85	677,92	537,16
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	0,996	0,996	0,996	0,997
Temperatura (°C)	27,13	27,37	27,61	27,12

\* Fonte: Própria autora

Os corpos hídricos ou mananciais são enquadrados em classes em função dos usos a que se destinam respeitando-se os requisitos estabelecidos. De acordo a Resolução nº 20 de 18 de junho de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente as águas são distribuídas em 9 classes: 05 delas enquadradas como águas doces (com salinidade igual ou inferior a 0,5 %); 02 classificadas como águas salobras (salinidade entre 0,5 e 30%) e as outras 02 na categoria de águas salinas (salinidade igual ou superior a 30 %.). De acordo com as análises realizadas o estuário enquadra-se como manancial de classe 2.

### COMPARAÇÃO ESTATÍSTICA ENTRE OS PONTOS AVALIADOS

Os parâmetros de condutividade elétrica, pH e sólidos totais dissolvidos variaram ao longo dos pontos. Os resultados médios para os parâmetros físico-químico analisados para os 04 pontos de coleta estão sumarizados na tabela 2:

O gráfico da Figura 7, bem como, os dados da Tabela 6 revelam a diferença registrada entre as médias em relação a condutividade registrada para os pontos avaliados.

**Tabela 3-** Tabela das médias referentes aos resultados tratados estatisticamente pelo método ANOVA

MÉDIAS DOS PARÂMETROS MEDIDOS E DISCUTIDOS			
Pontos	Condutividade( $\mu\text{S/cm}$ )	Sólidos (g/L)	pH(pH)
P1/SANTANA	723,93 $\pm$ 12,46 <sup>a</sup>	0,4623 $\pm$ 0,0169 <sup>a</sup>	6,01 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>
P2/SEBASTIÃO	834,39 $\pm$ 1,74 <sup>b</sup>	0,5203 $\pm$ 0,0009 <sup>b</sup>	7,07 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>
P3/CODOMÍNIO	1298,85 $\pm$ 35,42 <sup>c</sup>	0,8000 $\pm$ 0,2227 <sup>c</sup>	6,69 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>
P4/COMUNIDADE	1404,16 $\pm$ 90,14 <sup>d</sup>	0,8734 $\pm$ 0,0579 <sup>d</sup>	6,54 $\pm$ 0,04 <sup>c</sup>

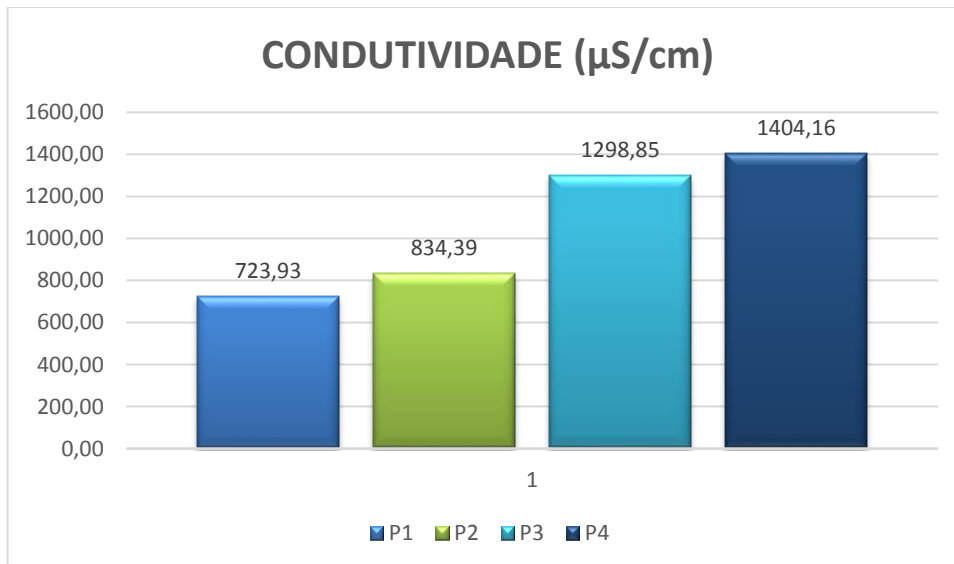
\* OBS: letras iguais indicam que há equivalência estatística entre os valores para cada propriedade medida

No perímetro estudado, as análises estatísticas permitiram concluir que as médias de condutividade registrada entre os pontos avaliados são diferentes entre si. Conforme é possível observar, as maiores médias para condutividade entre os 04 pontos foram registrados para P3 (1298,85  $\mu\text{S/cm}$ ) e P4 (1404,16  $\mu\text{S/cm}$ ). Também é possível concluir que a condutividade aumenta conforme a distância entre o ponto avaliado e a foz do rio diminuem, a mínima de 723,93  $\mu\text{S/cm}$  (registrada em P1) e a máxima de 1404,16  $\mu\text{S/cm}$

(registrada em P4). Este fenômeno pode estar associado tanto ao aumento da salinidade no trecho, em decorrência da influência da maré, como em razão da maior concentração particulados ou de íons em solução ou, até mesmo, em decorrência de ambos. Silva (2013), registrou, no período compreendido entre julho de 2012 a janeiro de 2013, uma média de 1098 e 1176  $\mu\text{S}/\text{cm}$  nos pontos equivalentes a P1 e P2 respectivamente. Portanto, os valores registrados estão em consonância com os encontrados na literatura.

A resistividade da água é uma grandeza que está relacionada com a condutividade numa razão inversa, quanto maior a condutividade menor a resistividade. Os valores encontrados para esse parâmetro variaram na mesma proporção da variação da condutividade, como era de se esperar.

**Figura 7-** Gráfico de comparação das médias da condutividade entre os 4 pontos sob as mesmas condições de maré.



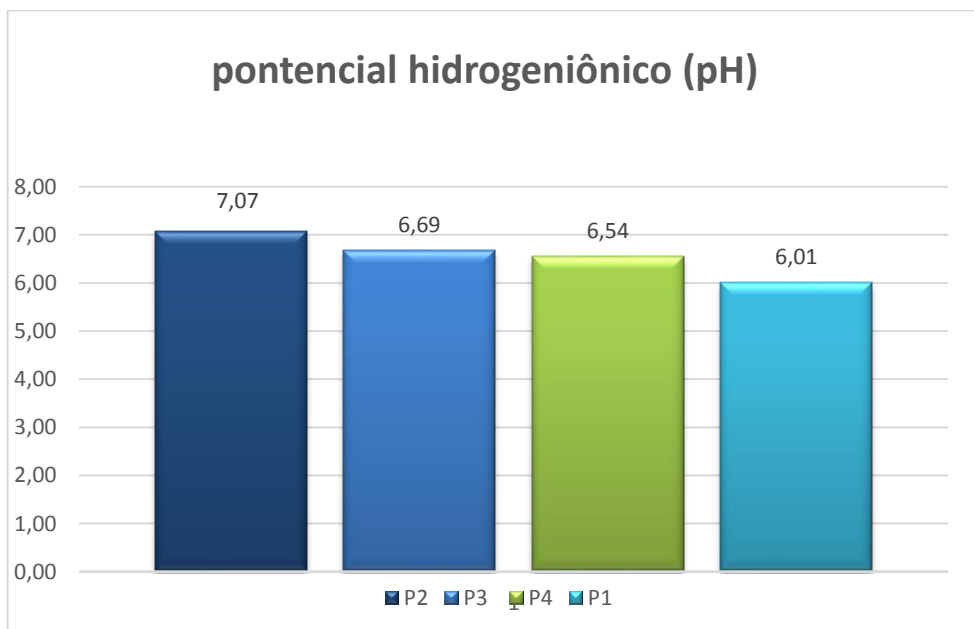
\* Fonte: própria autora

As alterações nos registros de pH em 3 pontos ocorreram em função da distância entre o ponto de coleta e a foz do rio. Conforme é possível observar no gráfico da Figura 8, o potencial hidrogeniônico (pH) apresenta uma tendência a diminuir conforme os pontos se aproximam da foz do rio. Contudo, em P1 (ponte da Engenheiro Santana Júnior) foi registrado a maior acidez (pH = 6,01). Era esperado que nesse ponto o pH se mantivesse

bem próximo de 7 tanto pelo distanciamento da foz quanto pela proximidade de P2, ponto onde o pH se apresenta neutro (7,07). Esse evento pode estar relacionado ao descarte de efluente no local. Durante a coleta de dados a presença de rede de esgoto realizando despejo no local foi relatada por trabalhadores da região. Silva e colaboradores (2014) registraram nos pontos equivalentes a P1 e P2 médias de pH girando em torno e 7,52 e 7,4 respectivamente.

Para o estuário, o potencial hidrogeniônico registrado na região (variando entre  $6,01 \pm 0,02$  a  $7,07 \pm 0,02$ ), está de acordo com a Resolução do CONAMA nº 357 (CONAMA, 2005), que determina variações de pH entre 6,0 e 9,0 para mananciais classe 2.

**Figura 8-** Gráfico de comparação das médias de pH entre os 4 pontos sob as mesmas condições de maré



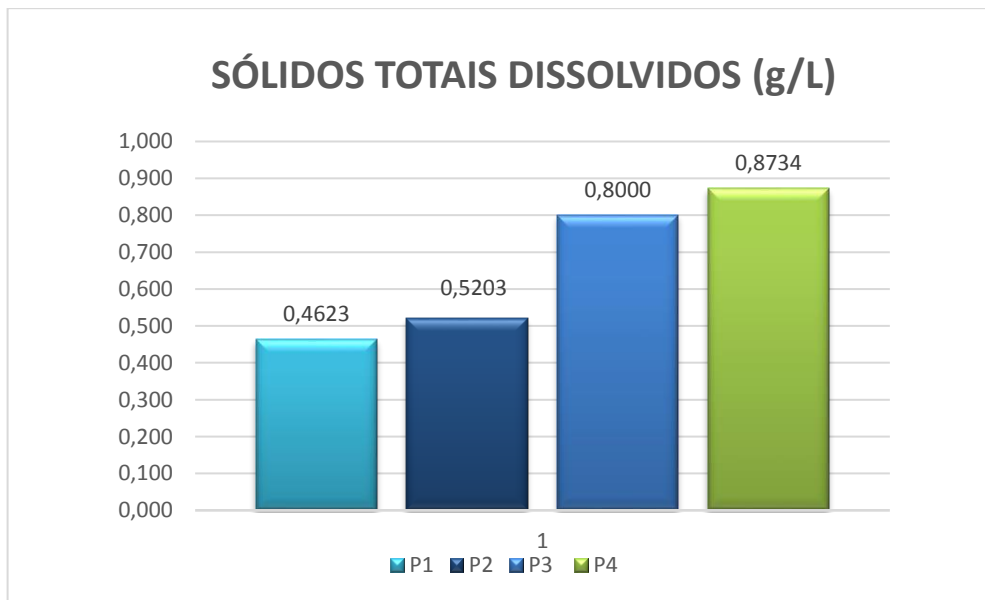
\* Fonte: própria autora

As médias das concentrações de sólidos totais dissolvidos (mínima de 0,4623 e 0,8734 g/L) na água aumenta à medida que o ponto avaliado se aproxima da foz do rio, ver gráfico da Figura 9. O comportamento observado está de acordo com o esperado para o estuário já que conforme os pontos se aproximam da foz ocorre o aumento da salinidade na água em decorrência do aumento progressivo da água do mar entrando nas zonas estudadas. Além da



presença dos particulados oriundos da água salina deve ocorrer a concentração de contaminantes carregados ou lançados no estuário do rio. De acordo com Freitas, Menezes e Schettini (2015) o estuário é dominado pelo transporte de difusão turbulento e se comporta importando sedimentos suspensos durante as marés o que sugere alta capacidade de captura de poluentes.

**Figura 9-** Gráfico de comparação entre os 4 pontos das médias das concentrações de sólidos totais sob as mesmas condições de maré.



\* Fonte: própria autora

## CONCLUSÕES ou CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo realizado foi possível verificar que o pH, a condutividade e o teor de sólidos totais dissolvidos variaram em função da alteração do nível de maré e variaram em função da distância do ponto de coleta e a foz do rio. As médias dos pH da região estão dentro dos parâmetros estabelecidos na resolução CONAMA. As médias da condutividade registrada para a maioria dos pontos não sofreram alterações em relação a dados registrados em Silva (2013) entre os anos de 2012 e 2013. Os dados encontrados para condutividade e sólidos totais dissolvidos permitem corroborar com Freitas, Menezes e Schettini (2015) que

afirma que a dinâmica do estuário atua como armadilha de poluentes.

## AGRADECIMENTOS

Secretaria da Ciência, Tecnologia e Educação Superior (SECITECE), Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI-NE), Instituto de Tecnologia da Informação e Comunicação (ITIC)

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ)

Financiadora de Estudos e Projetos (*FINEP*)

## REFERÊNCIAS

BASILIO, T.; GODINHO, W. Ictiofauna do estuário do rio Curu, Ceará, Brasil. **wp2.oktiva.com.br**, v. 42, n. 2, p. 81–88, 2008.

BRASIL, M. DA S. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS. **Fundação Nacional de Saúde- FUNASA**, v. 1 ed., p. 112, 2014.

CHAVES BARBOSA, B. et al. Avaliação Da Qualidade Da Água De Um Trecho Do Rio Cocó Sob Possível Influência Do Lixão Desativado Do Jangurussu Fortaleza/Ce. **Conex. Ci. e Tecnol.**, n. 3, p. 26–40, 2012.

CONAMA. Resolução n 357, 18 de março de 2005. **Diário Oficial**, 2005.

COUCEIRO, M. A. A.; SCHETTINI, C. A. F. Estudo da dinamica dos sedimentos em suspensao do estuario do rio rarangua (sc): Possiveis efeitos da drenagem acida da atividade de mineracao de carvao. **Geociencias**, v. 29, n. 2, p. 251–266, 2010.

DUAVÍ, W. C. et al. Contamination of Aquatic Environments By “Urban Pesticides”: the Case of Cocó and Ceará Rivers, Fortaleza - Ceará, Brazil. **Química Nova**, v. 38, n. 5, p. 622–630, 2015.

FREIRES, E. et al. Análise socioambiental do entorno do estuário do Rio Cocó – Fortaleza / Ceará. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET**, v. 18, n. 4, p. 1487–1511, 2014.

FREIRES, E. V. et al. Indicadores de impacto da urbanização no leito do Estuário do Rio Cocó - Fortaleza / Ceará. **Revista Okara**, v. 10, n. 03, p. 650–668, 2016.

FREITAS, P. P. DE; MENEZES, M. O. B.; SCHETTINI, C. A. F. Hydrodynamics and Suspended Particulate Matter Transport in a Shallow and Highly Urbanized Estuary : v. 33, p. 579–590, 2015.

GREGO, C. K. DA S. et al. Distribuição espacial e sazonal da clorofila a fitoplanctônica e

hidrologia do estuário do rio timbó (PAULISTA – PE). **Tropical Oceanography**, v. 32, n. 2, p. 181–199, 2017.

MAIA, R. C.; RODRIGUES, A. B.; ROCHA-BARREIRA, C. A. Distrib. espaço-temp. de *Melampus coffeus* (MOLLUSCA: GASTROPODA) EM MANG. EST. DA RMF, CEARÁ, BRASIL. **Conex. Ci. e Tecnol.**, v. 5, n. 3, p. 28–35, 2011.

MOLISANI, MAURICIO MUSSI, CRUZ, ANDRÉ LUIZ VIANA, MAIA, L. P. Estimativa da descarga fluvial para os estuários do estado do ceará , brasil Estimation of the freshwater river discharge to estuaries in. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 39, p. 53–60, 2006.

PIRATоба, A. R. A; RIBEIRO, H. M. C.; ORALES, G.; PIRATоба M, G. W. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Revista Ambiente e Agua**, v. 12, n. 3, p. 435–456, 2017.

SANTOS, T. G.; BEZERRA-JUNIOR, J. L.; COSTA, K. M. P., NASCIMENTO, F. F. A. dinâmica da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais em um estuário tropical (Baía do Pina, Recife, PE). **Rev. Bras. Enga. Pesca**, v. 4, n. 1, p. 95–109, 2009.

SARDINHA, D. DE S. et al. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do ribeirão do meio, Leme (SP). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 13, n. 3, p. 329–338, 2008.

SCHETTINI, C. A. F.; VALLE-LEVINSON, A.; TRUCCOLO, E. C. Circulation and transport in short, low-inflow estuaries under anthropogenic stresses. **Regional Studies in Marine Science**, v. 10, p. 52–64, 2017.

SILVA, A. E. P. et al. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 733–742, 2009.

SILVA, C. M. et al. Population dynamics and antimicrobial susceptibility of *Aeromonas* spp. along a salinity gradient in an urban estuary in Northeastern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 89, n. 1–2, p. 96–101, 2014.

SILVA, J. A poluição no rio Cocó, sub-bacia B-2, margem direita, e a expansão urbana de Fortaleza-CE. **Aleph**, p. 01–155, 2013.

VANZELA, L. T.; FERNANDO B. T. HERNANDEZ, R. A. F. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 55–64, 2010.