

**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-  
BRASILEIRA –UNILAB  
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO – PROGRAD  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA – ICEN  
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA -  
CNeM**

**FERNANDO ALVES DE OLIVEIRA SILVA JUNIOR**

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DO RIO PACOTI NAS  
CIDADES DE REDENÇÃO E ACARAPE NO ESTADO DO CEARÁ**

**ACARAPE-CE  
2017**

FERNANDO ALVES DE OLIVEIRA SILVA JUNIOR

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DO RIO PACOTI NAS CIDADES DE  
REDENÇÃO E ACARAPE NO ESTADO DO CEARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos necessários para obtenção de grau licenciado no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática com Habilitação em Química, do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza – ICEN da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB.

**Orientadora:** Professora. Dra. Livia Paulia Dias Ribeiro

ACARAPE-CE

2017

---

Página reservada para ficha catalográfica que deve ser confeccionada após apresentação e alterações sugeridas pela banca examinadora.

Para solicitar a ficha catalográfica de seu trabalho, acesse o site: [www.biblioteca.ufc.br](http://www.biblioteca.ufc.br), clique no banner Catalogação na Publicação (Solicitação de ficha catalográfica)

---

FERNANDO ALVES DE OLIVEIRA SILVA JUNIOR

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DO RIO PACOTI NAS CIDADES  
DE REDENÇÃO E ACARAPE NO ESTADO DO CEARÁ**

Aprovada em: 01/08/2017.

Banca Examinadora

Livia Paulia Dias Ribeiro

Professora. Dra. Livia Paulia Dias Ribeiro [Orientadora]  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB

Eveline de Abreu Menezes

Professora. Dra. Eveline de Abreu Menezes [Examinadora]  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB

Regilany Paulo Colares

Professora. Dra. Regilany Paulo Colares [Examinadora]  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB

Mônica Regina de Araujo

Professora. Dra. Mônica Araújo [Examinadora]  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB

**Dedicatória**

*Dedico esse trabalho aos meus pais Fernando Alves de Oliveira Silva e Rosa Gomes Freitas Silva que sempre se dedicaram e se esforçaram para proporcionar-me uma boa educação, fazendo com que esse momento em minha vida fosse possível.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus que com sua imensa graça tem me concedido forças e me dado a oportunidade de ter chegado até aqui.

A minha família que tem sido meu apoio em todos os momentos, nos bons e nos momentos não tão bons.

Aos meus queridos professores da UNILAB que fizeram parte dessa trajetória de aprendizagens e convivências. Aos meus amigos e colegas de turma que tive o enorme prazer de conhecer e conviver durante essa caminhada; em especial aos meus caros amigos Paulo Roni, Rita Marie e Lucas Costa que me deram forças e se dispuseram a me acompanhar nos momentos de coletas das amostras de águas em vários momentos dessa pesquisa.

A minha ilustre orientadora, professora. Lívia Paulia Dias Ribeiro que foi uma peça chave na realização desse trabalho, me orientando e me acompanhando durante toda a pesquisa.

A minha querida professora. Célia Melo que foi em minha vida acadêmica uma das melhores professoras de Química que tive o prazer de ser aluno e também com quem se nasceu a idéia de realizar uma pesquisa sobre análises de águas.

Aos técnicos dos laboratórios, Davino, Camila e Ethaniel que em todas as análises realizadas estiveram disponíveis para ajudar e auxiliar sempre que necessário fosse.

*Epígrafe*

*Há verdadeiramente duas coisas diferentes: saber e  
crer que se sabe. A ciência consiste em saber; em  
crer que se sabe reside a ignorância.*

*Hipócrates.*

## RESUMO

A água é o um dos bens mais preciosos presentes no nosso planeta, sendo que apenas 2,5% da quantidade de água existente é de água doce. Dentro desse valor estão presentes as águas do rio Pacoti, um rio cearense que nasce no município de Guaramiranga e deságua em Aquiraz. Este trabalho teve o objetivo de analisar as águas do Rio Pacoti por meio das determinações dos parâmetros físico-químicos em pontos estratégicos entre as cidades de Redenção e Acarape no maciço de Baturité - CE e verificar se esses parâmetros estão de acordo com a legislação ambiental responsável. Os parâmetros analisados foram pH, condutividade elétrica, turbidez e sólidos totais dissolvidos. Foram coletadas 10 amostras de 500 mL em dois pontos, sendo o primeiro ponto na serra de Barra Nova em área de zona rural na cidade de Redenção e o segundo ponto na localidade de Pau Branco na zona rural na cidade de Acarape. As coletas foram feitas durante 10 semanas, sendo realizadas as segundas entre os horários de 8:30 à 10:00 horas da manhã. As coletas foram feitas em um período chuvoso na região que passa o rio. Para os valores no ponto de entrada da cidade de Redenção foram verificados os valores médio de pH 7,3 ( $\pm 0,1$ ), turbidez 13,77 ( $\pm 9,9$ ) NTU, STD 183,5 ( $\pm 44,1$ ) ppm e condutividade elétrica 367 ( $\pm 68$ )  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Para o ponto de saída da cidade de Acarape foram verificados os valores médio de pH 7,1 ( $\pm 0,1$ ), turbidez 27,74 ( $\pm 15,66$ ) NTU, STD 324 ( $\pm 66,0$ ) ppm e condutividade elétrica 637 ( $\pm 147$ )  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Verificou-se que os valores médios encontrados nas análises apresentaram-se dentro dos padrões de águas lóticas pela resolução CONAMA nº 357/05, de 17 de março de 2005, no entanto ainda são necessários estudo de outros parâmetros de medição de qualidade de águas para confirmar a condição do rio Pacoti na macro região de Maciço de Baturité.

**Palavras-chave:** Rio Pacoti, análise de água, Maciço de Baturité



## ABSTRACT

The water is one of the most precious present on our planet, only 2.5% of the amount of water is fresh water. The Pacoti River is a river of Ceará that is born in Guaramiranga city and flows into to Aquiraz city. The objective of this work was to analyze the waters of the Pacoti River by determining the physicochemical parameters at two points between the cities of Redenção and Acarape in the Maciço de Baturité/CE and verify if these parameters are in accordance with the responsible environmental legislation . The analyzed parameters were pH, electrical conductivity, turbidity and total solids dissolved. Ten samples of 500 mL were collected in two points, being the first point in the Serra Nova of Barra Nova in rural area in Redenção city and the second point in the Pau Branco, in rural area in Acarape city. For the values at the point of entry of the city of Redenção, the mean values of pH 7, 3 (+ 0.1), turbidity 13.77 (+ 9.9) NTU, STD 183.5 (+ 44.1) ppm and electrical conductivity 367 (+ 68)  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . The mean values for the exit point Acarape city were pH 7, 1 (+ 0.1), turbidity 27.74 (+ 15.66) NTU, STD 324 (+ 66.0) ppm and electrical conductivity 637 ( $\pm$  147)  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . It was verified that the average values found in the analyzes were within the lotic waters standards by resolution CONAMA nº 357/05, (March 17/ 2005), however it is still necessary to study other parameters of water quality measurement for to confirm the condition of the Pacoti river in region of Maciço de Baturité.

**Keywords:** Rio Pacoti, Analysis of water, Maciço de Baturité

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1	Ciclo da água .....	16
Figura 2	Mapa dos pontos de coletas das amostras .....	21
Figura 3	Fotos do rio Pacoti nas proximidades do ponto de coleta na cidade de Redenção .....	22
Figura 4	Fotos do rio Pacoti nas proximidades do ponto de coleta na cidade de Acarape .....	22
Figura 5	Gráfico da somatória de chuvas mensais entre o período de amostragem .....	25
Figura 6	Gráfico da comparação dos valores de pH das amostras de água do rio nos dois pontos de coleta .....	28
Figura 7	Gráfico da comparação dos valores de STD das amostras de água do rio nos dois pontos de coleta .....	31
Figura 8	Gráfico da comparação dos valores de turbidez das amostras de água do rio nos dois pontos de coleta .....	33
Figura 9	Gráfico da comparação dos valores de CE das amostras de água do rio nos dois pontos de coleta .....	35

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
ONU	- Organização das Nações Unidas
SANEP	- Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas
CONAMA	- Conselho Nacional de Meio Ambiente
ETA	- Estação de Tratamento de Água
STD	- Sólidos Totais Dissolvidos
CE	- Condutividade Elétrica
NTU	- Unidade Nefelométrica de Turbidez
STD	- Sólidos Totais Dissolvidos
pH	- Potencial Hidrogeniônico
FUNCEME	- Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1	Classificação de águas doces e suas destinações, segundo Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005 .....	18
Tabela 2	Somatória da quantidade de chuvas (mm) em cada semana de coleta	24
Tabela 3	Quantidade de chuva (mm) que atingiu as duas cidades durante as 10 semanas de coleta	26
Tabela 4	Resultados da determinação do pH .....	27
Tabela 5	Resultados da determinação dos STD .....	29
Tabela 6	Resultados da determinação da turbidez .....	32
Tabela 7	Resultados da determinação da CE .....	34
Tabela 8	Condições e padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05 para os parâmetros pH, STD em águas doces de classe 3 ...	36

**SUMÁRIO**

1	Introdução.....	12
2	Objetivos .....	14
2.1	Objetivo geral.....	14
2.2	Objetivos específicos .....	14
3	Fundamentação teórica .....	15
3.1	Importância da água.....	15
3.2	Legislação brasileira para águas.....	17
3.3	Parâmetros físico-químicos da água .....	19
3.3.1	Potencial hidrogeniônico (pH).....	19
3.3.2	Sólidos totais dissolvidos (STD).....	20
3.3.3	Turbidez.....	20
3.3.4	Condutividade (CE) .....	20
4	METODOLOGIA.....	21
4.1	Amostragem.....	21
4.2	Determinação dos parâmetros físico-químicos .....	23
4.2.1	Potencial hidrogeniônico (pH).....	23
4.2.2	Sólidos totais dissolvidos (STD).....	23
4.2.3	Turbidez.....	23
4.2.4	Condutividade (CE) .....	23
4.3	Coleta de dados meteorológicos da FUNCEME.....	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5.1	Parâmetros físico-químicos.....	27
5.1.1	Potencial hidrogeniônico (pH).....	27
5.1.2	Sólidos totais dissolvidos (STD).....	29
5.1.3	Turbidez.....	32
5.1.4	Condutividade (CE) .....	34
5.2	Comparação com a legislação.....	36
6	CONCLUSÃO.....	38
	REFERÊNCIAS .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

O rio Pacoti, é um rio cearense que nasce no município de Guaramiranga e deságua em Aquiraz, sua extensão percorre os municípios da Macrorregião do Maciço de Baturité (Pacoti, Redenção, Acarape) e da região Metropolitana de Fortaleza (Pacajus, Guaiuba, Horizonte, Itaitinga, Fortaleza, Eusébio e Aquiraz), com percurso total de aproximadamente 150 km. O maciço de Baturité é uma região composta por treze municípios, a saber: Acarape, Aracoiaba, Aratuba, Barreira, Baturité, Capistrano, Guaramiranga, Itapiúna, Mulungu, Ocara, Pacoti, Palmácia e Redenção. (Área de Proteção Ambiental, 2017).

Durante anos o rio Pacoti foi a principal fonte de abastecimento da população que dele retirava o necessário para consumo próprio, irrigação de pequenas culturas e lazer. Não mais que duas décadas foram suficientes para que a situação fosse mudada. Atualmente, este recurso hídrico se transformou no destino final de quase todo tipo de efluentes, resíduos e fonte de várias doenças, além de ter um aspecto e cheiro desagradável (SILVIA E SOUZA, 2015).

Dos poucos trabalhos encontrados na literatura sobre o rio Pacoti, estes abordam apenas estudos sobre o estuário do rio, que fica localizado entre as cidades de Fortaleza, Eusébio e Aquiraz (localizado 3°55'0'' S e 38°22'30'' O). Souza & Silva (2016), fizeram um estudo geoquímico e eco toxicológico do sedimento do estuário e verificaram uma alteração moderada na qualidade dos sedimentos influenciados por diferentes fontes de contaminantes.

Nilin *et al.* (2013) afirma que situação atual no estuário de Pacoti reflete a degradação progressiva, principalmente através da perda gradual de qualidade da água, a extração indiscriminada de madeira e construção imobiliária não regulamentada.

Existem inúmeras atividades na serra de Baturité que se acredita impactar negativamente nas águas do rio Pacoti: A caça de animais silvestres; desmatamentos e queimadas; uso de agrotóxicos; destinação inadequada dos resíduos sólidos; poluição hídrica; falta de saneamento básico; especulação imobiliária; turismo; modelo agrário inadequado; falta de alternativas sustentáveis de renda para a população.

A verificação da qualidade da água do rio Pacoti, na região do Maciço de Baturité, é de fundamental importância para certificar o nível de eutrofização, a concentração de metais pesados, a presença de micro-organismos maléficos e

substâncias químicas prejudiciais à saúde humana, visto que suas águas são utilizadas para abastecer o açude Acarape do meio, que posteriormente enviado para a estação de tratamento de água, e em seguida segue para a distribuição à população. Adicionalmente, como o rio ainda transporta as águas para o mar atlântico, no limite ao município de Aquiraz, que são usadas pelos banhistas, é relevante ter o conhecimento se o processo de contaminação (constatado no estuário) é iniciado já na região inicial do corpo do rio. Por esses motivos, determinar os parâmetros de qualidade das águas do rio Pacoti é tão importante, em especial na Macrorregião do Maciço de Baturité que usam como água de consumo e contribuir com a literatura em relação ao histórico da qualidade da água do rio Pacoti, ainda não explorados e divulgados.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar as águas do Rio Pacoti por meio das determinações dos parâmetros físico-químicos em dois pontos estratégicos entre as cidades de Redenção e Acarape no maciço de Baturité-CE e verificar se esses parâmetros estão de acordo com a legislação ambiental responsável.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Determinar os parâmetros físico-químicos: pH, temperatura, condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (STD), turbidez.
- Fazer a comparação dos resultados com os parâmetros padrões da legislação.



### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 Importância da água**

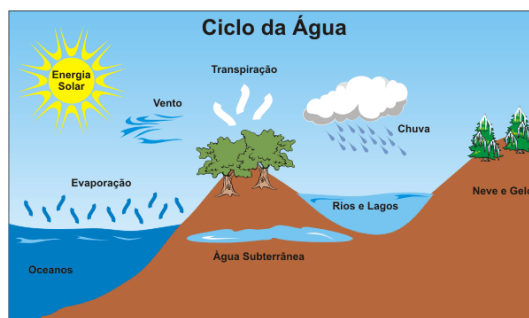
A água é fonte de vida, um dos bens mais preciosos do mundo, apresenta benefícios incontáveis para o bem-estar do nosso organismo como: hidratação da pele, desintoxicação do organismo, melhora da circulação sanguínea, combate a infecções, entre outras. É recomendado pelos especialistas que seja feita a ingestão de água periodicamente durante o dia mesmo sem que haja a sensação de sede, o que já seria um efeito da desidratação do organismo.

A quantidade de água presente no organismo humano varia de acordo com a idade, sexo, massa muscular e com a percentagem de tecido adiposo (gordura). Em pessoas consideradas saudáveis as variações da quantidade de água no corpo surgem no crescimento, aumento ou perda de peso, durante a gravidez e lactação. O total de água corporal varia de pessoa para pessoa, sendo esse valor afetado por diversos fatores, como:

Massa muscular: de 70% a 75% do peso corporal nos adultos é constituído por massa muscular, sendo esta constituída por 73% de água. Tecido adiposo (gordurosa): a percentagem de tecido adiposo no nosso organismo vai dos 10% a 40% ou mais, contendo apenas 30% água. (SB RURAL, 2011).

A água pode ser encontrada em três estados físicos na natureza: líquido, gasoso e sólido. Segundo Freitas (2015), o conjunto das águas contidas no planeta desenvolve uma interdependência, isso ocorre por meio dos processos de evaporação, precipitação, infiltração e escoamento, que se configuram como uma dinâmica hidrológica. Em outras palavras, a água que hoje está em um lençol freático logo mais poderá estar na atmosfera ou mesmo em uma geleira. O processo que dá origem ao ciclo da água ocorre em todos os estados físicos. Para conceber esse fenômeno é preciso que outro elemento provoque, nesse caso, é motivada pela energia da irradiação solar.

**Figura 1.** Representação do ciclo da água



Fonte: SANEP (2017)

Segundo dados da ONU (PORTAL BRASIL, 2010), mais de 1,2 bilhões de pessoas no mundo não tem acesso a água. Sendo que no Brasil o volume de água por pessoa é 19 vezes maior ao volume mínimo estabelecido de  $1.700\text{m}^3/\text{s}$  por habitante ao ano.

A água é o único recurso natural que se encaixa em qualquer aspecto da civilização, do desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos enraizados na sociedade. Conforme o Manual de Educação para o Consumo Sustentável, disponível no site do Ministério do Meio Ambiente, a Terra possui apenas 2,5% de água doce, sendo rios, lagos e reservatórios e desse percentual apenas 0,26% correspondem à água retirada para consumo humano.

O problema de falta de água potável é uma realidade presente em vários países ao redor do mundo. O descontrole no consumo, poluição ocasionada pela falta de conscientização da população, crescimento desorganizado das grandes metrópoles, extração indevida de recursos naturais são alguns pontos que podem aumentar a escassez de água potável. Segundo dados da *Greenpeace*, organização global não governamental sem fins lucrativos, que luta pacificamente a mais de 30 anos em defesa do meio ambiente, só a Amazônia transpira, diariamente, 20 bilhões de toneladas de vapor de água para a atmosfera – volume superior à vazão do rio Amazonas. Essa umidade é responsável pela formação dos chamados “rios voadores” que são levados, com o vento, para outras regiões do País, irrigando plantações e enchendo reservatórios de água. O desmatamento da Amazônia é um desses exemplos de interferência do homem no meio natural, ocasionando possível descontrole ao ciclo da água.

Segundo Andreoli (2000) para os mananciais de abastecimento urbano, os maiores problemas de degradação e comprometimento da qualidade da água, são causados pelo esgotamento sanitário e pelo descarte de lixo inadequado.

O Brasil é o país onde se encontra a maior quantidade de mananciais de água doce do mundo, mas isso não quer dizer que toda essa parcela de água doce em solo Brasileiro esteja apta para consumo humano. Como afirmou Tucci (2006) o manancial deve possuir quantidade e qualidade adequada para satisfazer os diversos usos. Pesquisa realizada em 111 rios e lagos de 5 estados Brasileiros pela Fundação SOS Mata Atlântica no ano de 2014 mostrou um resultado desanimador. Todos os mananciais analisados estavam poluídos sendo 1,7% águas de péssima qualidade, 21,6% ruim e regular em 61,8%. Em 2011 a mesma pesquisa já havia sido realizada em 69 rios e lagos. Já afirmava que 70% da poluição dos rios é decorrente de despejo de esgotos domésticos e 30% basicamente do lixo segundo dados da SOS Mata Atlântica (2011). Segundo a Trata Brasil, que luta pela universalização do acesso à coleta e ao tratamento de esgoto no Brasil, apenas 38,5% do esgoto das 100 maiores cidades do País é tratado antes de ser devolvido à natureza.

A principal causa da poluição dos rios é o despejo de esgoto doméstico junto a outras fontes difusas de contaminação, que incluem a gestão inadequada dos resíduos sólidos, o uso de defensivos e insumos agrícolas, o desmatamento e o uso desordenado do solo, afirma Malu Ribeiro, especialista em Recursos Hídricos da Fundação SOS Mata Atlântica, 2017.

### **3.2 Legislação brasileira para águas**

A água é um recurso essencial para a vida, a saúde, os alimentos, o desenvolvimento econômico e o meio ambiente sustentável (ALMEIDA, 2010). Água potável é definida, segundo a portaria do Ministério da Saúde Nº 518 de 25 de março de 2004, como água destinada para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde. Segundo a resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005, a classificação de águas doces é feita conforme exposto na Tabela 1.

**Tabela 1.** Classificação de águas doces e suas destinações, segundo Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005

Classificação	Destinação
Classe especial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- abastecimento para consumo humano, com desinfecção;</li> <li>- preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;</li> <li>- preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.</li> </ul>
Classe 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;</li> <li>- proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>- recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;</li> <li>- irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;</li> <li>- proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.</li> </ul>
Classe 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;</li> <li>- proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>- recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;</li> <li>- irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;</li> <li>- aquicultura e a atividade de pesca.</li> </ul>
Classe 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;</li> <li>- irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;</li> <li>- pesca amadora;</li> <li>- recreação de contato secundário;</li> <li>- dessedentação de animais.</li> </ul>
Classe 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- navegação</li> <li>- harmonia paisagística</li> </ul>

Fonte: CONAMA

É de grande importância o reconhecimento da classificação da água para que seja feito o uso adequado para os determinados fins, para que não ocorra risco à saúde de população, por exemplo, o uso de uma água do tipo classe 3 para consumo humano com apenas o tratamento simplificado.

O despejo dos dejetos não tratados para os meios aquáticos tornou-se uma prática recorrente em quase todo mundo, deixando as águas inadequadas como fonte ou mesmo para o consumo. Podem-se citar algumas ações de influência das atividades humana sobre as águas: Indústrias instaladas ao redor de rios; atividades agropecuárias

de pequenos e grandes agricultores; despejos de dejetos pela população, através de ligações de esgotos domésticos; esgotos de serviços públicos como hospitais, universidades e escolas; contaminação da água por metais pesados; presença de micro-organismos prejudiciais à vida abiótica.

A portaria do Ministério da Saúde N° 2.914, de 12 de dezembro de 2011, dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Nessa portaria encontra-se a lista dos parâmetros de qualidade e as concentrações limites de cada um deles.

### **3.3 Parâmetros físico-químicos da água (Manahan, 2011)**

#### **3.3.1 Potencial hidrogeniônico (pH)**

A sigla pH significa Potencial Hidrogeniônico e consiste em um índice que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer. Segundo o Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs (2014) do Ministério da Saúde, o pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução e corresponde ao logaritmo do inverso da concentração de íons  $H^+$  na solução.

O pH é uma característica de todas as substâncias determinado pela concentração dos íons de hidrogênio ( $H^+$ ), sendo que quanto menor o pH de uma substância, maior a concentração de íons  $H^+$  e menor a concentração de íons  $OH^-$ . A escala de pH varia de 0 a 14, sendo que os valores abaixo de 7 e próximos de zero indicam aumento de acidez, enquanto os valores de 7 a 14 indicam aumento da alcalinidade (CHAPMAN & KIMSTACH, 1996)

Os níveis de pH podem ser resultados de fatores naturais ou não, ou seja, causados por alguma interferência humana ao meio. Para pH com níveis altos (alcalino) pode ser associado a proliferação de vegetais pois segundo Von Sperling (1995), com o aumento da fotossíntese há consumo de gás carbônico e, portanto, diminuição do ácido carbônico da água e conseqüente aumento do pH. Para pH com níveis baixos (ácido) as causas principais são a presença de  $CO_2$ , ácidos minerais e sais hidrolisados. Quando a água reage com um ácido o íon de hidrogênio é liberado o que faz com que acidifique o meio. Segundo Santos (2010) a água muito alcalina tem alto pH e geralmente contém elevado nível de sólidos dissolvidos. A alcalinidade determina o crescimento de algas e outras vidas aquáticas, por isso pode ser usada para medir a fertilidade da água.

### **3.3.2 Sólidos totais dissolvidos (STD)**

De acordo com Tundisi e Matsumura Tundisi (2008) os sólidos totais dissolvidos (STD) incluem todos os sais presentes na água e os componentes não iônicos; compostos orgânicos dissolvidos contribuem para os sólidos totais dissolvidos. Ainda segundo sua afirmação os valores de STD tem correlação direta com os valores de condutividade elétrica devido a concentração de íons presentes nas amostras.

Para Parrono (2011) STD é a soma de todos os constituintes químicos dissolvidos na água, mede a concentração de substâncias iônicas e é expressa em mg.

### **3.3.3 Turbidez**

A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão (silte, areia, argila, algas, detritos, etc). Santos (2010), afirma que o valor da turbidez da água é diretamente proporcional à quantidade de luz que passa por ela e que o conhecimento desse potencial auxilia para o monitoramento do poder de corrosão.

A suspensão de partículas sólidas na coluna d'água lhe dá essa característica, que diminui a claridade e reduzem a transmissão da luz por ela. Devido à proteção física que as partículas oferecem à água a eficiência da cloração é reduzida, pela proteção dos microrganismos do contato direto com os desinfetantes. (BATTALHA & PARLATORE, 1977).

### **3.3.4 Condutividade (CE)**

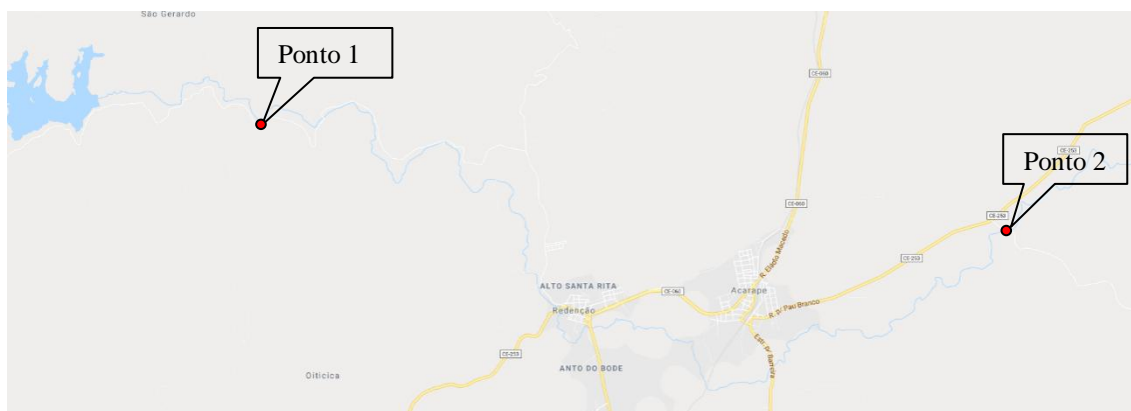
A condutividade elétrica da água se dar pela expressão numérica quantitativa da capacidade dela de transportar corrente elétrica, ou seja, a quantidade de sais inorgânicos dissolvidos na água dirá os níveis de condutividade presentes. Os sais presentes na água se dissociam em íons de cargas positivas e negativas, fazendo com que se tornem condutores de cargas elétricas.

## 4 METODOLOGIA

O trabalho teve como finalidade fazer análise físico-química das águas do rio Pacoti em pontos estratégicos no perímetro em que o rio corta as cidades de Redenção e Acarape no Maciço de Baturité – CE.

As amostras foram coletadas nas águas do rio Pacoti em pontos estratégicos, antes da cidade de Redenção (4°11'37,2" S e 38°46'50,6" O) e depois da cidade de Acarape (4°12'44,4" S e 38°39'59,6" O). O primeiro ponto se encontra na serra de Barra Nova em área de zona rural na cidade de Redenção e o segundo ponto foi na localidade de Pau Branco em zona rural na cidade de Acarape por onde o rio segue seu percurso rumo ao mar. A decisão pelos dois pontos se deu devido o primeiro está localizado anteriormente a zona urbana das duas cidades e o segundo por ser uma localidade localizada após os dois centros urbanos. Dessa forma tornou-se possível analisar se há mudanças significativas nos dados físico-químico das águas após as águas passarem pelos centros urbanos das duas cidades.

**Figura 2.** Mapa dos pontos de coletas das amostras



Fonte: GOOGLE MAPS

### 4.1 Amostragem

Foram coletadas as amostras durante 10 semanas, sendo que as coletas foram realizadas todas as segundas entre os horários de 8:30 à 10:00 horas da manhã. As coletas foram iniciadas no dia 1 de maio de 2017 e finalizadas em 3 de Julho de 2017, sendo que logo após coletadas já eram levadas ao laboratório de físico-química para serem realizadas as análises.

As 10 amostras de cada ponto de coleta possuíam um volume de 500 mL e foram codificadas. As amostras coletadas na localidade de Barra Nova foram codificadas como E, que quer dizer entrada. As amostras coletadas na localidade de Pau Branco foram codificadas com S que quer dizer saída.

As imagens abaixo mostram as fotos do rio Pacoti nas proximidades do ponto de coleta. A Figura 3 mostra o ponto de coleta na cidade de Redenção e a Figura 4 no ponto de coleta da cidade de Acarape. É possível perceber que a influência do esgoto residencial é mais acentuada na cidade de Redenção, pois foi verificado bastante rejeito e tubulação das residências indo direto para o rio Pacoti, sem nenhum tratamento.

**Figura 3.** Fotos do rio Pacoti nas proximidades do ponto de coleta na cidade de Redenção.



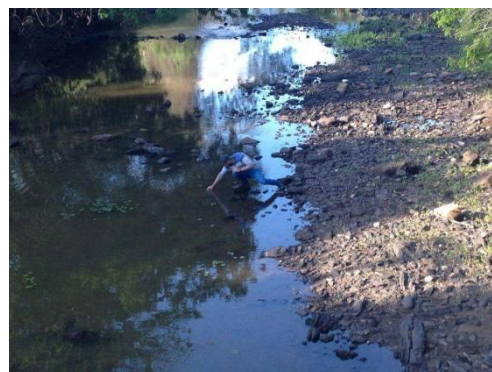
Fonte: Autor



**Figura 4.** Fotos do rio Pacoti nas proximidades do ponto de coleta na cidade de Acarape.



Fonte: Autor





## **4.2 Determinação dos parâmetros físico-químicos**

### **4.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH)**

A determinação do pH foi realizada eletrometricamente com a utilização de um potenciômetro, *AZ Instrument86505* e eletrodo. A análise do pH baseia-se no método da diferença de potencial existente entre o eletrodo de vidro e o eletrodo de referência calomelano (Hg / Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) e prata/cloreto de prata submersos numa solução mista.

Antes das leituras o instrumento foi calibrado com as soluções tampão pH 4,7 e 9 e em seguida lavado com água destilada. A amostra foi colocada em um béquer de 150 mL e introduziu-se o eletrodo, aguardando até que a leitura fosse realizada. As análises foram feitas em triplicatas.

### **4.2.2 Sólidos totais dissolvidos (STD)**

Na determinação dos sólidos totais dissolvidos foi utilizado o instrumento multiparâmetro *AZ Instrument86505*. Anteriormente a análise o instrumento foi calibrado com a solução padrão KCl 0,01 mol.L<sup>-1</sup>, ajustando-se a medida para 1412μΩcm<sup>-1</sup>. Após lavada a célula com água destilada e em sequência com uma pequena porção da amostras, colocou-se a amostra em um béquer de 150 mL e imergiu-se a célula. Aguardou-se até que a leitura fosse concluída. As análises foram feitas em triplicatas.

### **4.2.3 Turbidez**

Para determinação da turbidez foi utilizado o Turbidímetro Policontrol 2000. O equipamento foi calibrado com as soluções padrões de 0, 10, 500 e 100 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez). De início lavou-se a cubeta com águas destilada e em seguida com uma porção da amostra. Transferiu-se a amostra para a cubeta e introduziu-a no equipamento onde fez-se a leitura. As análises foram feitas em triplicatas.

### **4.2.4 Condutividade (CE)**

Para determinar a CE foi utilizado o equipamento multiparâmetro *AZ Instrument86505*. Foi feito igualmente ao processo realizado para determinação dos Sólidos Totais, só que agora com o equipamento ajustado para determinar a condutividade em μS/cm<sup>-1</sup>. As análises foram realizadas em triplicatas.

### 4.3 Coleta de dados meteorológicos da FUNCEME

Para fazer as análises dos resultados foram observadas também as possíveis influências da chuva na região. Pelo período de coletas coincidirem com o período chuvoso na região do maciço de Baturité, foi feito o levantamento de dados no site da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME – para se obter a quantidade de chuvas em milímetros (mm) que atingiram as duas cidades nas respectivas semanas de coletas.

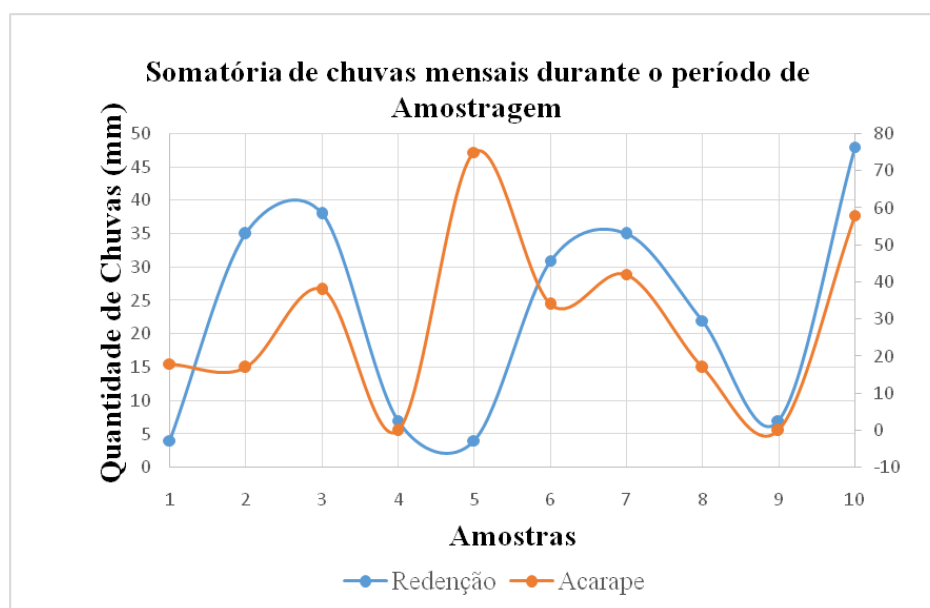
A Tabela 2 mostra a somatória da quantidade de chuvas em cada semana de coleta nas duas cidades. A somatória foi feita a partir de seis dias antes do dia da coleta até o dia da coleta. Dessa forma fez-se necessário incluir os seis últimos dias do mês de Abril na somatória da primeira semana de chuvas devido a primeira coleta se iniciar no dia 1º de maio. Analisando a respectiva tabela, é possível notar que as duas semanas mais chuvosas nas duas cidades aconteceram na última semana, indicada pelo número 10, na cidade de Redenção com 48 milímetros e na 5ª semana em Acarape com 75 milímetros.

**Tabela 2.** Somatória da quantidade de chuvas (mm) em cada semana de coleta

<b>Semanas</b>	<b>Redenção</b>	<b>Acarape</b>
<b>1</b>	4	18
<b>2</b>	35	17
<b>3</b>	38	38
<b>4</b>	7	0
<b>5</b>	4	75
<b>6</b>	31	34
<b>7</b>	35	42
<b>8</b>	22	17
<b>9</b>	7	0
<b>10</b>	48	58

Na Figura 5 é possível perceber que a cidade de Redenção registrou uma maior quantidade de chuvas que a cidade de Acarape, mesmo seguindo próximas. A maior diferença se deu na 5ª semana, onde na cidade de Acarape registrou 75 mm enquanto Redenção apenas 4 mm.

**Figura 5.** Gráfico da somatória de chuvas mensais entre o período de amostragem



Fonte: Autor

A Tabela 3 mostra a quantidade de chuva em mm que atingiu as duas cidades durante as 10 semanas de coleta. As células da tabela que estão em cor de acordo com seu respectivo mês representam os dias em que as coletas foram realizadas.

Na cidade de Redenção em dias de coletas choveu apenas nos dias 22 de maio, 12 e 26 de junho e 3 de julho. Na cidade de Acarape em dias de coletas só foram registradas chuvas nos dias 29 de maio, 12 de junho e 3 de julho.

**Tabela 3.** Quantidade de chuva (mm) que atingiu as duas cidades durante as 10 semanas de coleta

Dias	Redenção				Acarape			
	Abril	Maio	Junho	Julho	Abril	Maio	Junho	Julho
1		0	6	11		0	12	20
2		13	0	0		0	7	10
3		0	0	26		0	0	18
4		17	0			17	0	
5		5	0			0	0	
6		0	0			0	0	
7		0	0			0	0	
8		0	0			0	0	
9		33	0			38	0	
10		5	0			0	0	
11		0	10			0	0	
12		0	25			0	42	
13		0	0			0	0	
14		0	0			0	0	
15		0	0			0	0	
16		0	0			0	17	
17		0	22			0	0	
18		0	0			0	0	
19		4	0			0	0	
20		0	0			0	0	
21		0	0			0	0	
22		3	0			0	0	
23		0	23			0	0	
24		0	0			0	0	
25	0	0	0		0	0	0	
26	0	4	5		0	0	0	
27	0	0	0		0	0	0	
28	0	0	0		6	30	0	
29	4	0	0		12	45	0	
30	0	25	11		0	15	10	
31		0				0		

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Parâmetros físico-químicos

#### 5.1.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

Os valores resultantes da determinação do pH estão presentes na Tabela 4. Pode-se observar que os resultados obtidos nas análises das águas do rio para o pH variam de 7,01 a 7,51.

**Tabela 4.** Resultados da determinação do pH

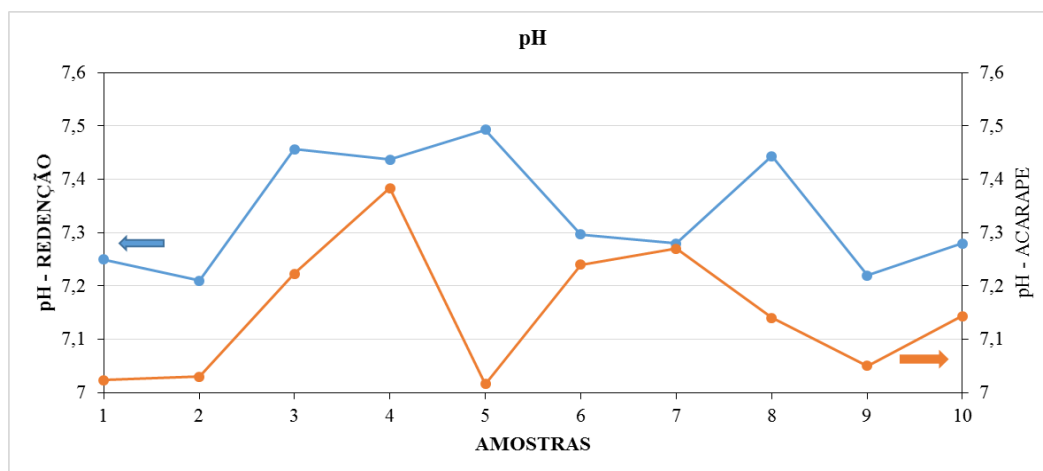
Potencial hidrogeniônico (pH)					
Amostra	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Média	SD
E1	7,28	7,19	7,28	7,25	0,0519615
S1	7,01	7,02	7,04	7,02333	0,0152753
E2	7,2	7,2	7,23	7,21	0,0173205
S2	7,01	7,03	7,05	7,03	0,02
E3	7,45	7,46	7,46	7,45667	0,0057735
S3	7,21	7,23	7,23	7,22333	0,011547
E4	7,45	7,43	7,43	7,43667	0,011547
S4	7,39	7,39	7,37	7,38333	0,011547
E5	7,51	7,49	7,48	7,49333	0,0152753
S5	7,02	7,02	7,01	7,01667	0,0057735
E6	7,29	7,3	7,3	7,29667	0,0057735
S6	7,24	7,24	7,24	7,24	1,088E-15
E7	7,3	7,27	7,27	7,28	0,0173205
S7	7,27	7,27	7,27	7,27	0,0
E8	7,45	7,44	7,44	7,44333	0,0057735
S8	7,14	7,14	7,14	7,14	0,0
E9	7,22	7,22	7,22	7,22	0,0
S9	7,05	7,05	7,05	7,05	0,0
E10	7,28	7,28	7,28	7,28	0,0
S10	7,15	7,14	7,14	7,14333	0,0057735

Com os níveis de pH encontrados, considera-se que as amostras possuem pH neutro. Segundo Maier (1978) na maioria das vezes os ambientes lóticos brasileiros apresentam pH perto da neutralidade. Dessa forma, os valores encontrados nas análises comprovam o que Maier afirma.

De acordo com Esteves (1998) o pH é influenciado pela concentração de gás carbônico presente na água e por elevadas concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos na água, que reduzem o pH, entre outros fatores.

Na Figura 6 percebe-se que os valores de pH das amostras coletadas no distrito de Barra Nova em Redenção possuem valores de pH superiores as das amostras coletas na localidade de Pau Branco na cidade de Acarape. Sendo que as amostras possuem caráter neutro e uma variação muito pequena entre si. A maior variação é observada nas Amostras 5, na qual o pH das águas coletadas em Redenção foi 7,49 e em Acarape 7,01. A menor variação é observada nas Amostras 7, em Redenção 7,28 e em Acarape 7,27.

**Figura 6.** Gráfico da comparação dos valores de pH das amostras de água do rio nos dois pontos de coleta



Fonte: Autor

O valor médio o pH da cidade de Redenção foi de 7,3 ( $\pm 0,1$ ) e na cidade de Acarape foi de 7,1 ( $\pm 0,1$ ). Pelo comportamento da dispersão dos resultados, pode-se verificar o valor de pH da cidade de Redenção é maior que o valor de pH da cidade de Acarape, o qual é mais próximo da pH neutro, o que retrata possivelmente menor influência química e microbiológica do sistema aquático.

Analisando o gráfico acima em relação aos dados da FUNCEME percebe-se que a quantidade de chuvas influencia diretamente nas linhas de gráficos do pH. A

quantidade de chuvas na cidade de Redenção influencia na variação do pH da cidade de Acarape, para onde o rio percorre levando o acumulado das chuvas da região. Assim quanto menor a quantidade de chuvas em Redenção menor é valores de pH da cidade de Acarape. Isso se dá devido haver uma maior concentração de gás carbônico, ácidos orgânicos ou minerais presentes na água quando o rio está com quantidade de água reduzida e com menor correnteza.

Na amostra 4 da Figura 6 percebe-se uma maior variação do pH da cidade de Redenção e Acarape. Isso se deu pelo baixo acumulo de chuvas na semana entre as duas cidades, Acarape 0 mm e Redenção 7 mm, resultando em caracterização típica das regiões.

Na amostra 7 percebe-se que as linhas de gráfico se encontram, o que indica que as amostras obtiveram mesmo pH 7,3. Analisando os dados da FUNCEME, percebe-se que a quantidade de chuvas nesse período e no da amostra 6 se aproximou, estando entre 31 e 42, fazendo com que o rio obtivesse uma carga continua em quantidade de água a vista entre as duas semanas, o que resultou em pH iguais.

### 5.1.2 Sólidos totais dissolvidos (STD)

Os valores resultantes da determinação dos sólidos totais dissolvidos estão presentes na Tabela 5. Os resultados obtidos nas análises das águas do rio para STD variaram entre 116 e 451 ppm.

**Tabela 5.** Resultados da determinação dos sólidos totais dissolvidos  
**Sólidos totais dissolvidos (ppm)**

<b>Amostra</b>	<b>Rep. 1</b>	<b>Rep. 2</b>	<b>Rep. 3</b>	<b>Média</b>	<b>SD</b>
<b>E1</b>	158	156	158	157,333	1,1547005
<b>S1</b>	341	342	342	341,667	0,5773503
<b>E2</b>	170	170	171	170,333	0,5773503
<b>S2</b>	345	345	345	345	0,0
<b>E3</b>	169	174	173	172	2,6457513
<b>S3</b>	316	317	317	316,667	0,5773503
<b>E4</b>	228	231	231	230	1,7320508
<b>S4</b>	245	248	248	247	1,7320508

<b>E5</b>	116	116	116	116	0,0
<b>S5</b>	252	253	252	252,333	0,5773503
<b>E6</b>	215	217	216	216	1,0
<b>S6</b>	451	451	451	451	0,0
<b>E7</b>	223	221	223	222,333	1,1547005
<b>S7</b>	384	384	386	384,667	1,1547005
<b>E8</b>	179	179	179	179	0,0
<b>S8</b>	363	363	363	363	0,0
<b>E9</b>	180	181	180	180,333	0,5773503
<b>S9</b>	279	278	279	278,667	0,5773503
<b>E10</b>	243	243	243	243	0,0
<b>S10</b>	261	260	260	260,333	0,5773503

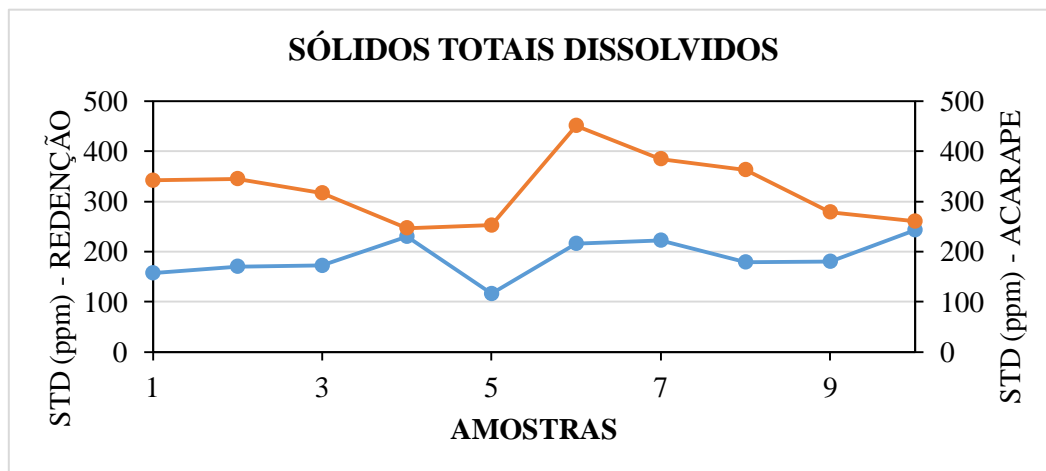
Segundo Santos (2012) a entrada de sólidos nas águas pode ocorrer de forma natural por meio de processos erosivos, organismos e detritos orgânicos ou de forma antrópica, pelo lançamento de lixo e esgoto, ou ainda pelo uso do solo no entorno.

Diferentemente da comparação do pH, os valores de STD na cidade de Redenção foram superiores aos valores encontrados nas amostras de Acarape. Nas Amostras 6 foi onde se observou uma maior variação entre dos níveis de STD entre os pontos. Sendo que em Redenção foi 216 ppm e em Acarape 451 ppm. Nas Amostras 4 e 10 os valores chegaram muito próximos. Nas Amostras 4, em Redenção 230 ppm e 247 ppm em Acarape e nas Amostras 10, em Redenção 243 ppm e em Acarape 260,33 ppm. Uma observação a ser colocado é que no dia de coleta das Amostras 4, notou-se uma maior quantidade de volume de água no rio devido as fortes chuvas na região nesse período. Podendo notar-se uma água mais barrenta e com uma maior correnteza na região do distrito de Barra Nova, região serrana do maciço de Baturité.

Na Figura 7 é apresentado o perfil das dispersões dos valores de sólidos totais dissolvidos nos pontos de coletas, antes de chegar no centro da cidade de Redenção e após a passagem do centro da cidade de Acarape.



**Figura 7.** Gráfico da comparação dos valores de STD das amostras de água do rio nos dois pontos de coleta



Fonte: Autor

O valor médio da cidade de Redenção foi de 183,5 ( $\pm$  44,1) ppm e na cidade de Acarape 324,0 ( $\pm$  66,9) ppm. O valor de sólidos totais dissolvidos foi bem maior na cidade de Acarape do que Redenção, inclusive maior variância dos resultados. Provavelmente essa característica pode ser explicada pela influência acumulativa oriunda dos despejos de resíduos quando o rio passa nas cidades de Redenção e Acarape.

Os valores de STD nas amostras 4 e 10 nas duas cidades se aproximam bastante. Analisando os dados da FUNCEME no Figura 5 nas 2ª e 3ª semanas foram registradas chuvas nas duas cidades, sendo que em maior quantidade na cidade de Redenção, o que influenciou a cheia do rio e sua água barrenta e de correnteza forte na amostra 4. Dessa forma os resultados de STD tiveram uma aproximação entre os dois pontos e em níveis não tão elevados, sendo relacionado a elevada quantidade de água corrente e dispersão de possíveis partículas que influenciariam nos níveis de STD. O mesmo ocorre na amostra 10, na qual os níveis de chuvas no decorrer da semana 9 até o dia de coleta foram altos, como mostra o Figura 5.

### 5.1.3 Turbidez

Os valores das análises de turbidez estão organizados na Tabela 6. Os resultados obtidos nas análises das amostras para turbidez variam de 3,1 a 57,9 NTU.

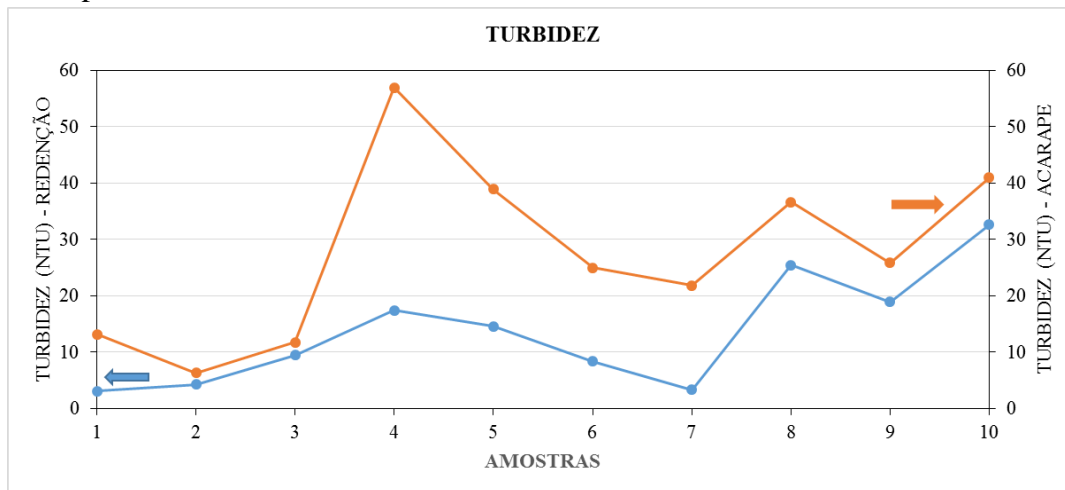
**Tabela 6.** Resultados da determinação da turbidez.

<b>Turbidez</b>					
<b>Amostra</b>	<b>Rep. 1</b>	<b>Rep. 2</b>	<b>Rep. 3</b>	<b>Média</b>	<b>SD</b>
<b>E1</b>	3,1	3,2	3,1	3,13333	0,057735
<b>S1</b>	13,2	13,2	13,2	13,2	2,176E-15
<b>E2</b>	4,32	4,32	4,32	4,32	0,0
<b>S2</b>	6,3	6,3	6,3	6,3	0,0
<b>E3</b>	9,46	9,46	9,46	9,46	0,0
<b>S3</b>	11,6	11,8	11,8	11,7333	0,1154701
<b>E4</b>	17,5	17,4	17,4	17,4333	0,057735
<b>S4</b>	57,9	56,5	56,5	56,9667	0,8082904
<b>E5</b>	14,7	14,7	14,5	14,6333	0,1154701
<b>S5</b>	39,1	39,1	38,7	38,9667	0,2309401
<b>E6</b>	8,38	8,37	8,37	8,37333	0,0057735
<b>S6</b>	25	25,1	24,9	25	0,1
<b>E7</b>	3,38	3,36	3,36	3,36667	0,011547
<b>S7</b>	22	21,8	21,7	21,8333	0,1527525
<b>E8</b>	25,4	25,5	25,4	25,4333	0,057735
<b>S8</b>	36,7	36,6	36,6	36,6333	0,057735
<b>E9</b>	18,9	18,9	18,9	18,9	0,0
<b>S9</b>	25,9	25,9	25,7	25,8333	0,1154701
<b>E10</b>	32,5	32,7	32,7	32,6333	0,1154701
<b>S10</b>	40,8	41,1	41,1	41	0,1732051

Na Figura 8 observa-se que os níveis de turbidez entre os dois pontos de coleta se distanciam mais nas Amostras 4. Sendo que a variação é de 17,43 NTU em Redenção e em Acarape 56,96 NTU. Esse comportamento deve-se a uma maior quantidade de chuvas na região nesse período, sendo que o rio no distrito de Barra Nova é abastecido

por pequenos riachos na descida das serras, influenciando nas características físicas, como aspecto mais barrento e turvo, gerando como resultado a maior turbidez na localidade de Pau Branco em Acarape.

**Figura 8.** Gráfico da comparação dos valores de turbidez das amostras de água do rio nos dois pontos de coleta.



O valor médio da turbidez na cidade de Redenção foi de 13,77 ( $\pm 9,9$ ) NTU e na cidade de Acarape 27,74 ( $\pm 15,66$ ) NTU. A justificativa dessa diferença pode ser explicada pela influência do movimento lótico do rio Pacoti após a passagem da cidade de Redenção, aumentando o material particulado em suspensão, como também a influência do material microbiológico adquirido na passagem da cidade de Redenção.

No Figura 5 percebe-se que a quantidade de chuvas em Redenção nas 2ª e 3ª semanas foram maiores em Redenção do que em Acarape, sendo na 2ª semana igual a 35 mm e na 3ª semana 38 mm. Isso fez com que na amostra 4 as águas do rio estivessem turvas e barrentas. Principalmente na cidade de Acarape já que o rio no percurso entre Redenção e Acarape recebe uma grande quantidade de águas na descida das serras por onde o rio percorre. Isso é uma das possíveis causas da turbidez na cidade de Acarape ter sido bastante superior ao de Redenção.

Diferentemente na 5ª semana os níveis de chuvas em Acarape foram superiores dos de Redenção, sendo em Acarape 75 mm e Redenção 4 mm. Os valores superiores de chuvas em Acarape não influenciaram na elevação dos níveis de turbidez. Isso se deu devido não haver uma quantidade de chuvas em maior escala na cidade de Redenção, o que influenciaria nos níveis de água e força da correnteza do rio ao passar por Acarape.

Ou seja, as chuvas na cidade de Redenção influenciam diretamente nos valores da cidade de Acarape, algo que não ocorre sendo o inverso.

#### 5.1.4 Condutividade (CE)

Os resultados das análises de CE estão organizados na Tabela 5. Os resultados obtidos nas análises das amostras para CE variam de 229 a 905  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

**Tabela 7.** Resultados da determinação da Condutividade.  
Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ )

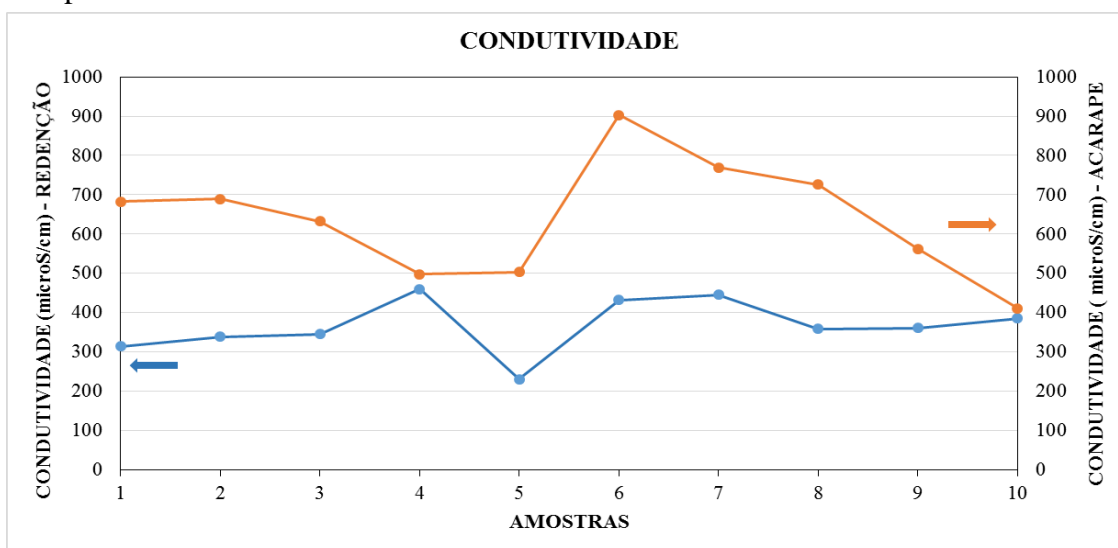
Amostra	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Média	SD
<b>E1</b>	314	314	315	314,333	0,5773503
<b>S1</b>	682	682	683	682,333	0,5773503
<b>E2</b>	338	339	339	338,667	0,5773503
<b>S2</b>	689	689	688	688,667	0,5773503
<b>E3</b>	341	347	346	344,667	3,2145503
<b>S3</b>	631	633	634	632,667	1,5275252
<b>E4</b>	458	462	461	460,333	2,081666
<b>S4</b>	499	497	497	497,667	1,1547005
<b>E5</b>	229	231	231	230,333	1,1547005
<b>S5</b>	502	503	505	503,333	1,5275252
<b>E6</b>	431	434	431	432	1,7320508
<b>S6</b>	905	902	902	903	1,7320508
<b>E7</b>	447	443	447	445,667	2,3094011
<b>S7</b>	768	768	771	769	1,7320508
<b>E8</b>	359	358	358	358,333	0,5773503
<b>S8</b>	725	725	726	725,333	0,5773503
<b>E9</b>	362	361	361	361,333	0,5773503
<b>S9</b>	563	562	562	562,333	0,5773503
<b>E10</b>	385	385	385	385	0,0
<b>S10</b>	411	411	411	411	0,0

Segundo Libâneo (2008) a condutividade não é um parâmetro integrante do padrão de potabilidade da água e na maioria das estações de tratamento monitoram somente os sólidos totais dissolvidos. Segundo XIMENES (2016) a relação entre STD e CE em soluções mais diluídas,  $STD \approx 0,5 CE$  e para as soluções mais concentradas a relação se aproxima de  $STD \approx 0,9 CE$ . Então se o valor máximo permitido pela resolução CONAMA nº 357 é de 500 ppm, para CE o VMP é aproximadamente igual a  $1000 \mu S.cm^{-1}$ .

O valor médio dos valores de condutividade elétrica da cidade de Redenção foi de  $367 (\pm 68) \mu S.cm^{-1}$  e na cidade de Acarape  $637 (\pm 147). \mu S.cm^{-1}$ . Os valores de CE na saída da cidade de Acarape podem retratar o somatório de influência dos resíduos despejados no rio Pacoti na passagem das cidades de Redenção e Acarape. No entanto, a os íons presentes não tem a predominância de hidrolisar e influenciar no pH do meio aquático, já que o valor médio do pH na região da saída de Acarape foi de 7,1.

A Figura 8 mostra o comportamento da dispersão dos valores de CE dos dois pontos de coleta. É possível observar que as Amostras 4 e 10 tiveram a maior aproximação dos valores nos dois pontos. Sendo na Amostra 10 em Redenção  $385 \mu S.cm^{-1}$  e Acarape  $411 \mu S.cm^{-1}$  e na Amostra 4 em Redenção  $460,33 \mu S.cm^{-1}$  e Acarape  $497,66 \mu S.cm^{-1}$ . Observa-se também que as linhas de gráficos das análises de STD e CE possuem uma aparência significativa entre os dois gráficos.

**Figura 9:** Gráfico da comparação dos valores de CE das amostras de água do rio nos dois pontos de coleta



Fonte: Autor

A aparência entre os gráficos de STD e Condutividade ocorre devido a relação que possuem entre si, já que os níveis de condutividade presentes na água estão relacionados a presença de sais inorgânicos dissolvidos, algo que influencia também nos níveis de STD. A relação das chuvas nos níveis de condutividade são as mesmas presentes nas análises de STD anteriormente.

Os valores de condutividade nas amostras 4 e 10 nas duas cidades se aproximam devido os níveis de chuvas nas 2ª e 3ª semanas terem sido altos, principalmente na cidade de Redenção. O mesmo ocorre na amostra 10, na qual os níveis de chuvas no decorrer da semana 9 até o dia de coleta foram altos, como mostra o gráfico 5

## 5.2. Comparação com a legislação

Após obter-se os resultados médios das análises para, pH, STD, turbidez e CE com o objetivo de tornar conhecido as condições físico-químicas do Rio Pacoti, os resultados foram comparados com as condições padrões de qualidade de águas estabelecidas pela resolução CONAMA, nº 357, de 17 de março de 2005.

**Tabela 8:** Condições e padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para os parâmetros pH, STD (considerando-se ambiente lótico) em águas doces de classe 1 e os valores médios dos parâmetros estudados nos pontos de coleta

	pH	STD	Turbidez	Condutividade
Unidade	-	ppm	NTU	µS.cm-1
Valor máximo permitido (VMP)	6 a 9	500	40	-
Entrada: Redenção	7, 3 ( $\pm$ 0,1)	183,5 ( $\pm$ 44,1)	13,77 ( $\pm$ 9,9)	367 ( $\pm$ 68)
Saída: Acarape	7,1 ( $\pm$ 0,1)	324 ( $\pm$ 66,0)	27,74 ( $\pm$ 15,66)	637 ( $\pm$ 147)

Fonte: (BRASIL, 2005).

Nota: Os parâmetros condutividade elétrica não possuem valores estabelecidos pela resolução.

Fazendo a comparação entre os valores encontrados nas análises das amostras e os VMP, podemos notar que todos estão dentro da margem permitida pela resolução CONAMA nº 357/05. Pode-se afirmar que as águas do rio entre as duas cidades

possuem pH neutro com as análises feitas. Para turbidez e STD os valores foram bem abaixo da máxima permitida pela legislação.

Já que a condutividade não é considerada um parâmetro de classificação de águas, pela relação existente entre STD e CE podemos afirmar que os valores estão dentro dos padrões permitidos, sendo o máximo permitido, pela relação, de aproximadamente 1000  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

## 6 CONCLUSÃO

Os valores encontrados nas análises realizadas mostram que as águas do Rio Pacoti entre os pontos coletados apesar de terem uma diferença um pouco mais significativa entre si, estão dentro dos padrões para águas lóxicas de acordo com a Resolução CONAMA, nº 357, de 17 de março de 2005. É possível notar também que a poluição é significativamente maior dentro dos centros das duas cidades. Sendo a maior causa o esgoto de residências e lixos dentro das margens do rio, como foi possível observar em fotos anteriormente, no centro de Redenção - CE. Os resultados obtidos poderão ser utilizados na realização de estudos e comparações com outros pontos possíveis no rio Pacoti. Por ser um rio de grande importância para a região e pela preservação do meio ambiente, espera-se que esse trabalho possa contribuir para novas pesquisas e estudos. Além disso, outros parâmetros devem ser avaliados, como microrganismos, com objetivo de ampliar os estudos no rio Pacoti para a sobrevivência e manutenção da qualidade das águas do rio Pacoti.



## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O. Á. D. **Qualidade da água de irrigação**. – Dados eletrônicos. – Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.
- ANDREOLI, C. V.; DALARMI, O.; LARA, A.I.; ANDREOLI, F.N. Limites ao Desenvolvimento da Região Metropolitana de Curitiba, Impostos pela Escassez de Água. SANARE – **Revista Técnica da Sanepar**. Disponível em: <[http://www.sanepar.com.br/Sanepar/Gecip/Revistas\\_Periodicos/Gestao\\_mananciais/Limites\\_ao\\_desenvolvimento\\_da\\_RMC.pdf](http://www.sanepar.com.br/Sanepar/Gecip/Revistas_Periodicos/Gestao_mananciais/Limites_ao_desenvolvimento_da_RMC.pdf)>. Acesso em 10 de nov. 2017
- BATTALHA, B. L.; PARLATORE, A.C. **Controle da Qualidade da água para consumo humano**. 2 ed. São Paulo: Gráfica CETESB, 1977.198p.
- BRASIL. Constituição (2011). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Resolução no 357, de 17 de Março de 2005 Publicada no Dou Nº 053, de 18/03/2005**, p. 58-63: CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, n.º 053. ed. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2016.
- BRASIL. Ministério da Saúde - Fundação Nacional de Saúde. Departamento de Saúde Ambiental (desam). **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. Brasília: Coordenação de Comunicação Social (coesc/gab/presi/funasa/ms), 2014. 112 p. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manualcont\\_quali\\_agua\\_tecnicos\\_trab\\_emetas.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf)>. Acesso em: 06 mar. 2016.
- CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. **Selection of water quality variables**. In: CHAPMAN, D. (Ed.). *Water quality assessments - a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring*. 2.ed. London: UNESCO/ WHO/UNEP, 1996. p.74-133.
- Esteves, F.A. 1998. **Fundamentos de Limnologia**. Interciência, Rio de Janeiro. 602 pp..
- FREITAS, E. D. "**Ciclo da Água**"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/ciclo-agua.htm>>. Acesso em 06 de marco de 2016.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA (Org.). **Análise da qualidade da água**. 2015. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/102095/fundacao-divulga-qualidade-da-agua-em-111-rios-pais/>>. Acesso em: 18 mar. 2015.
- GREENPEACE. **Desmatamento: A falta de água começa aqui**. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Noticias/Desmatamento-A-falta-de-agua-comeca-aqui/?gclid=CMe63L2MrscCFQiAkQodhyQKIw>>. Acesso em: 9 out. 2016
- LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2 a ed. Átomo. São Paulo, 2008.

MAIER, M. H. 1978. **Considerações sobre características limnológicas de ambientes lóticos**. Bolm. Inst. Pesca, 5: 75-90.

MANAHAN, S. E. Química Ambiental. 9ª Edição. Editora Bookman, 2011.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (Brasília). **A distribuição e o consumo de água doce no mundo e no Brasil**. In: Ministério do Meio Ambiente (Org.). Consumo Sustentável: Manual de educação: Água. Brasília. 2005. Cap. 4, p. 27. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>>. Acesso em: 5 nov. 2016.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. D. F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. – Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

Portal Brasil. **Recursos hídricos: Meio ambiente**. 2010. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/recursos-hidricos>>. Acesso em: 10 nov. 2017

SANTOS, H. C. R. G.; MORAES, M. E. B. **Variáveis limnológicas da água e usos do solo: elementos fundamentais para a avaliação de duas microbacias da Bacia Hidrográfica do Rio Almada, Sul da Bahia/Brasil**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GESTÃO DE ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS, 1, 2012, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro, 2012.

SANTOS, V. O. **Análise físico-química da água do Rio Itapetininga-SP: Comparação entre dois pontos**. Revista Eletrônica de Biologia - REB, Sorocaba, v. 3, n. 1, p.99-115, 2010.

**SB RURAL: Água: fonte de vida**. Santa Catarina, 13 jan. 2011. Disponível em: <[http://www.ceo.udesc.br/arquivos/id\\_submenu/285/caderno\\_udesc\\_054.pdf](http://www.ceo.udesc.br/arquivos/id_submenu/285/caderno_udesc_054.pdf)>. Acesso em: 07 mar. 2017.

SILVA, F. V. A; SOUZA, L. W. D. **Poluição das águas: Caso do rio Pacoti**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. Fortaleza, 2015.

SOS MATA ATLÂNTICA (Ed.). **Observando os Rios 2017**: O retrato da qualidade da água nas bacias da Mata Atlântica. Brasil: Marcelo Bolzan, 2017. 48 p. Disponível em: <[https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SOSMA\\_Observando-os-Rios-2017\\_online.pdf](https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SOSMA_Observando-os-Rios-2017_online.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2017.

SOUZA, I.S.; SILVA, P.A. Geochemical and ecotoxicological evaluation fan estuary in sediment sectionat Pacoti river/CE, Brazil. **Holos**, 32 (7), 151 – 170, 2016.

**TERRA: As águas poluídas do Brasil**. São Paulo - Sp, 18 jul. 2013. Disponível em: <<https://noticias.terra.com.br/brasil/as-aguas-poluidas-do-brasil/>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

TUCCI, C. E. M. **Água no meio urbano**. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006. Cap.12, p. 399- 432.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.

VON SPERLING, M. V. **Princípio do tratamento biológico de águas residuárias**. IN: Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 1995. p.

XIMENES, J. **Caracterização da água de abastecimento público para a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira**. 2016. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências da Natureza e Matemática, Icen, Unilab, Acarape, 2016. Cap. 5.