



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SANTA CATARINA
CAMPUS JARAGUÁ DO SUL - CENTRO
(CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA MODALIDADE INTEGRADO)

GABRIELLE THAÍS SCHULZE BESEN
MIGUEL VAZ ZSCHORNACK
PATRÍCIA BORGES
RENATA MARTINS ALVES
THOMAS DA SILVA
VANESSA JUNGTON
VINÍCIUS SCHALINSKI

**PRODUÇÃO DE FILTROS DE ÁGUA POR MEIO DE FIBRAS
DO PSEUDOCAULE DA BANANEIRA**

Jaraguá do Sul

2018

GABRIELLE THAÍS SCHULZE BESEN

MIGUEL VAZ ZSCHORNACK

PATRÍCIA BORGES

RENATA MARTINS ALVES

THOMAS DA SILVA

VANESSA JUNGTON

VINÍCIUS SCHALINSKI

**PRODUÇÃO DE FILTROS DE ÁGUA POR MEIO DE FIBRAS
DO PSEUDOCAULE DA BANANEIRA**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo
informativo diversificado “Conectando os
Saberes” do Curso Técnico em Química
(Modalidade: Integrado) no Instituto Federal de Santa
Catarina – Câmpus Jaraguá do Sul.

Orientador: Claudio Cascaes

Coordenador: Julio Eduardo Bortolini

Jaraguá do Sul

2018

SUMÁRIO

1 TEMA	3
2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	3
3 PROBLEMA	3
4 HIPÓTESES	3
5 OBJETIVOS	3
5.1 Objetivo geral	3
5.2 Objetivos específicos	3
6 JUSTIFICATIVA	4
7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
7.1 Variedade de banana (<i>Musa spp</i>)	5
7.2 Produção de banana na região	5
7.3 Caracterização físico-química da banana	6
7.3.1 Pseudocaule	6
7.4 Extração da fibra de bananeira	8
7.5 Filtro	10
7.5.1 Saturação e retrolavagem do filtro	11
7.5.2 Processo de Tratamento ETA	11
7.6 Adsorção	12
7.7 Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu	13
7.7.1 Principais problemas relacionados ao Rio Itapocu	13
7.7.2 Indústrias da região do Vale do Itapocu	14
7.8 Parâmetros de potabilidade segundo ANVISA	15
8 METODOLOGIA	16
8.1 Extração e secagem da fibra	17
8.2 Análise de adsorção da fibra	17
8.3 Confecção do filtro	18
8.4 Coleta de amostras representativas	18
8.5 Pré-tratamento das amostras	20
8.6 Análises de eficiência do filtro	20
8.6.1 Resíduo de evaporação calculado	20
8.6.2 Turbidez	21
8.6.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio	21
9 CRONOGRAMA	22
REFERÊNCIAS	23

1 TEMA

A produção de filtros de água por meio de fibras naturais.

2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Utilização de fibras retiradas do pseudocaule da bananeira para a fabricação de filtros para retenção de sólidos suspensos presentes nas águas do Rio Itapocu.

3 PROBLEMA

O Rio Itapocu é de extrema importância para a vida da população da região do Vale do Itapocu, e com isso são necessários tratamentos com a água para torná-la potável. Também é visível que a produção de banana (bananicultura) na região é muito presente, porém muitas partes da bananeira são descartadas. Por essa problemática questiona-se: é possível confeccionar um filtro de água com as fibras da bananeira, este com a finalidade de filtrar os sólidos suspensos presentes na água do Rio Itapocu?

4 HIPÓTESES

- É possível a produção de um filtro de leito fixo com fibras da bananeira (Musa spp);
- O filtro terá a capacidade de adsorver as impurezas dispersas na água;
- O filtro terá capacidade de reter sólidos suspensos na água;
- O filtro terá capacidade de substituir a etapa de filtração da Estação de Tratamento de Água (ETA).

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo geral

Observar se as propriedades das fibras presentes no pseudocaule da bananeira são capazes de filtrar a água do Rio Itapocu dos sólidos suspensos presentes nela.

5.2 Objetivos específicos

- Compreender as propriedades físico-químicas da fibra da bananeira para a possível adsorção de sólidos suspensos;

- Confecção do filtro a partir das fibras do pseudocaule da bananeira;
- Coletar a água do rio em diferentes localidades e simular algumas etapas da Estação de Tratamento de Água;
- Analisar a retenção dos sólidos suspensos, pelo filtro confeccionado, presentes nos efluentes do Rio Itapocu.

6 JUSTIFICATIVA

Pode-se que observar que a poluição dos rios, lagos e mares encontra-se cada vez mais intensa ao decorrer dos últimos anos, como o caso extremo de poluição do Rio Tietê em São Paulo (SURIANI, 1999). Casos de poluição podem ser observados em diversos locais em que o ser-humano teve contato, principalmente em centros urbanos. Os grandes rios, que são constantemente afetados por efluentes industriais, mostram uma concentração cada vez maior de poluentes presentes em sua composição (metais pesados e materiais orgânicos).

O município de Jaraguá do Sul é um município com uma economia industrial em crescimento (Sebrae, 2010. pág. 44), portanto, as águas de seus rios são constantemente afetadas pelos resíduos gerados por essas indústrias, quando seus efluentes não são tratados corretamente.

A qualidade dos ecossistemas aquáticos têm sido alterada em diferentes escalas nas últimas décadas. Fator este, desencadeado pela complexidade dos usos múltiplos da água pelo homem, os quais acarretaram em degradação ambiental significativa e diminuição considerável na disponibilidade de água de qualidade, produzindo inúmeros problemas ao seu aproveitamento. (PEREIRA, 2004. pág. 1)

Por conta desse grande índice de poluição, a preocupação pelo bem natural é crescente, e conseqüentemente a criação de políticas de preservação e a confecção de materiais para descontaminação também vem crescendo. Muitos dos métodos (como a adsorção com carvão ativado, a biorremediação e a fitorremediação) utilizados consistem no uso de produtos naturais, como o uso de fibras, organismos vivos e fungos, que podem descontaminar a água dos mais diversos materiais presentes nela.

Levando em conta os diversos problemas apontados e a necessidade de constante evolução nos métodos de tratamento de água e efluentes, busca-se criar um filtro utilizando das fibras presentes no pseudocaule da bananeira (*Musa spp*), pelo fato desta espécie estar muito presente na região do Vale do Itapocu, tendo uma grande produção no município de

Corupá situada próxima a instituição onde a pesquisa está sendo realizada, e também possuir propriedades que podem possibilitar o efeito desejado para esta pesquisa (EMBRAPA, 2016)

7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

7.1 Variedade de banana (*Musa spp*)

A banana é uma fruta tropical, doce, rica em açúcares, vitamina B e C, cálcio, ferro, fósforo e potássio (ANTONIO, 2002. p. 3). Apesar de sua estrutura ser praticamente igual em todas as espécies, a planta da bananeira e seu fruto apresentam diferenças físicas aparentes, o gosto e a coloração da fruta podem variar de espécie para espécie, assim como o pseudocaule e as folhas podem variar de tamanho e espessura em decorrência do tipo escolhido para o plantio e as condições de cultivo. O quadro abaixo mostra a comparação de características entre os três tipos mais cultivados em nossa região.

Quadro 1: Características de diferentes espécies de banana comparadas.

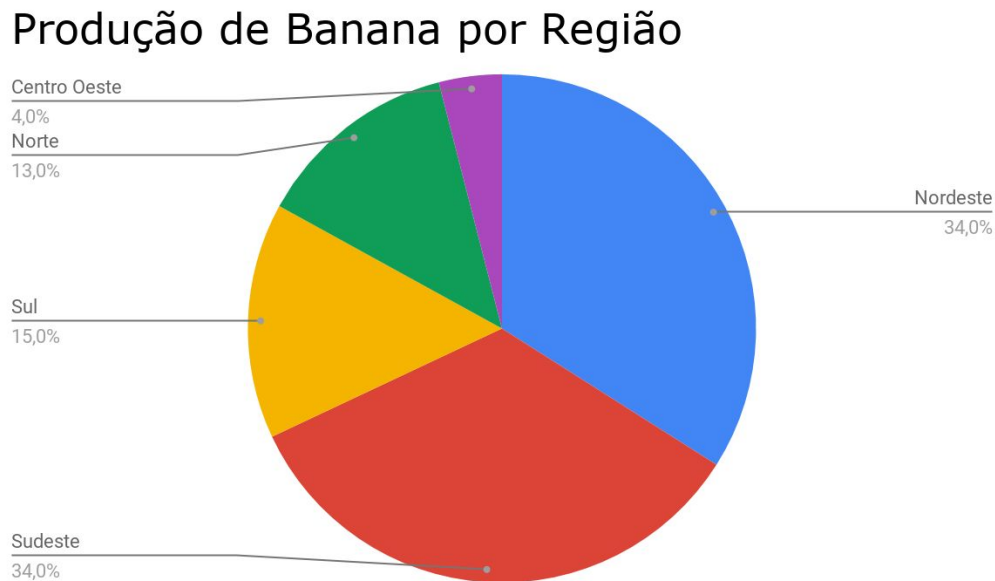
Características	Nanica	Maçã	Prata
Porte	Baixo (3 a 3,5 metros)	Alto (4 a 6 metros)	Médio (4 metros)
Cachos	Média de 30 kg	Média de 11 kg	9 a 12 kg
Susceptível	Sigatoka amarela e negra, ao Moko e aos nematóides.	Mal-do-panamá e ao Moko.	Sigatoka amarela e negra e ao Moko

Fonte: <http://www.ceplac.gov.br/radar/banana.htm>

7.2 Produção de banana na região

No Brasil, o consumo e a produção de banana são elevados, segundo dados da Embrapa, nosso país se encontra na quarta posição dos maiores produtores mundiais de banana, chegando a produzir 6.764.324 toneladas por ano (Embrapa 2016).

Figura 1: Produção de banana no Brasil por região.



Fonte: http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/banana/b1_banana.pdf

No sul do Brasil, a produção chega a 1.035.695 toneladas, e Santa Catarina é responsável por cerca de 721.579 toneladas da produção total, sendo assim, responsável por cerca de 11% da produção nacional (Embrapa, 2016).

Na região do vale do Itapocu, que segundo a Amvali compreende os municípios de Jaraguá do Sul, Schroeder, Guaramirim, Corupá, Massaranduba, Barra Velha e São João do Itaperiú, a produção se destaca em Corupá, o segundo maior produtor de bananas do país, produzindo cerca de 157.622 toneladas, e Jaraguá do Sul, que produz cerca de 51.100 toneladas.

7.3 Caracterização físico-química da banana

Foi observado, por meio de fornecedores da região, de que a bananeira é constituída por partes que se diferenciam em sua estrutura física (entre elas o pseudocaule, as folhas e os frutos), os quais serão diferenciados e analisados neste capítulo.

7.3.1 Pseudocaule

O pseudocaule é um resíduo gerado através do cultivo da banana, é formado por várias partes, dentre elas a capa (mais externa), a seda, a renda e o filé. A capa conta com uma boa

união fibra-fibra, com boa superfície de contato e flexíveis, podendo classificá-las como boas fibras para a fabricação de papel (TORRES *apud* ROJA, NEVES. 1981). É constatado por DARKWA *apud* ROJA, NEVES (1988) que “as fibras obtidas do pseudocaule da bananeira têm em média 4,0 mm de comprimento”, o que leva a concluir que elas podem ser comparadas com materiais convencionais para a produção de papel (SEMANA *et all apud* ROJA, NEVES, 1981). A segunda camada é composta por uma rede, com uma grande granulação, podendo ser usada geralmente para a retenção de materiais mais grosseiros no meio filtrante. Já a parte mais interna, é composta por uma fina camada de fibra, com boa superfície de contato e flexibilidade, semelhante à fibra mais externa, porém, com um comprimento menor.

O pseudocaule da bananeira é constituído de feixes fibrosos com comprimentos relacionados ao comprimento do pseudocaule e representa de 1-1,5% da composição. Os outros constituintes são substâncias mucilaginosas (4 a 8%) e água (90 a 96%) (JARMAN *et all.* 1997, p.173-185).

Quadro 2: Dimensão média das fibras de Musa

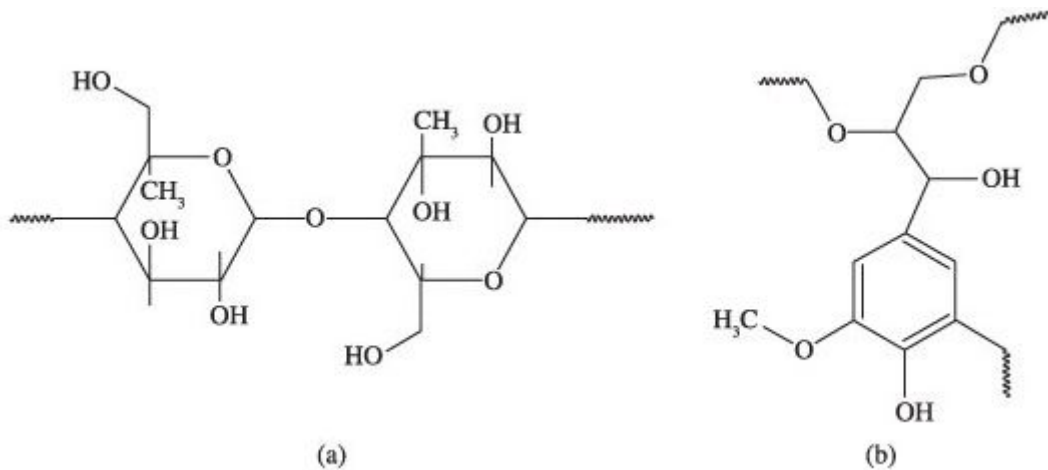
Características	Ráquis "Giant Cavendish"	Pseudocaule "Giant Cavendish"	Bainha foliar <i>Musa rosaceae</i> Jacq.
Procedência	Costa Rica	Filipinas	Brasil
Comprimento (mm)	3,1-4,3	4,1	1,4-5,4
Largura (metro)	36	25	21
Espessura da parede (metro)	5	4	---
Diâmetro do lúmem (metro)	26	17	---

Fonte: TORRES (1981), SEMANA et ali (1987), ALQUINI (1992)

Sobre sua composição química, segundo FERIOTTI (2010) o pseudocaule é constituído principalmente por água (90%) e fibras celulósicas do comprimento do seu caule, com características morfológicas boas, permitindo a projeção de celulose com boa resistência mecânica.

[...]as fibras resultantes eram um material desejável para produção de celulose e papel e apresentavam, em relação às fibras do abacá, menos pentosanas, holocelulose e alfa-celulose; mais lignina; maior quantidade de solúveis em álcool-benzeno e em hidróxido de sódio a 1 %, além de mais cinzas e sílica. (ROJA, NEVES *apud* SEMANA *et all* 1978).

Figura 2: Estrutura química dos componentes das estruturas vegetais: a) celulose b) lignina.



Fonte: ALBINANTE *et al.* 2012. p. 461.

A lignina é um dos principais componentes dos tecidos de *gimnospermas* e *angiospermas*. A lignina tem um importante papel no transporte de água, nutrientes e metabólitos, sendo responsável pela resistência mecânica de vegetais além de proteger contra microorganismos (SALIBA *et al.*; *apud* FENGEL & WEGENER, 1984)

7.4 Extração da fibra de bananeira

Após o plantio da muda da banana (*Musa ssp*), os produtores da fruta esperam entre 12 a 14 meses para o corte do cacho. Depois de ser feita a colheita da fruta, o pseudocaule da bananeira não é mais útil na visão de muitos produtores. Apenas a poucos anos atrás a informação que a fibra da bananeira pode ser utilizada para outras finalidades se propagou.

Segundo a Epagri (2016), o caule é cortado a cerca de 10 cm do chão e onde começam a sair as folhas na parte superior da planta. Do pseudocaule é possível retirar quatro tipos de fibras, cada uma delas com tamanho, espessura, textura e largura diferentes.

O primeiro tipo de fibra a ser encontrado é o chamado “filé”, é parecida com uma fita e fica nas laterais. Na parte mais externa podemos encontrar a “capa”, uma fibra resistente e não muito maleável. Na camada intermediária é possível encontrar a “renda”, ela possui esse nome justamente por se parecer com uma renda, ela é a mais fina e mais frágil de todos os quatro tipos de fibras, por isso deve se ter cuidado com o manuseio na hora da extração dela, pois pode facilmente rachar. E por fim, na camada mais interna encontramos a chamada

“seda”, uma fibra de espessura média, maleável e mais frágil que a “capa” e o “filé” (EPAGRI, 2016).

Figura 3: Tipos de fibras da bananeira



Fonte: <https://www.instagram.com/p/BhmoCielFf-/?hl=pt-br&taken-by=regiaodecorupa>

Após o corte do caule da bananeira, ele é levado para onde ocorre o corte das camadas para a extração dos diferentes tipos de fibras. A “Capa” e o “Filé”, após serem extraídos, são lavados em uma mistura que contém água e amaciante de roupas, a seda é lavada em água corrente e a renda é apenas extraída e colocada para secar. Após a lavagem das fibras, elas são penduradas para que ocorra o processo de secagem, que é feito ao sol. Normalmente, esse processo dura em torno de um dia, mas pode variar por conta das variações de temperatura e umidade.

7.5 Filtro

O processo da filtração é definido pela separação de uma mistura, entre sólidos compreendidos em um líquido, por um meio filtrante. O filtro é permeável para determinadas substâncias (como o líquido) e impermeável para outras, o que resultará a torta de filtração (nome dado aos resíduos). O filtro terá um processo de filtração semelhante ao filtro de leito fixo; o filtro de leito fixo, também chamado de aeróbico, possuem a finalidade facilitar a agregação de microrganismos, dificultar a perda de sólidos biológicos e propiciar o acúmulo de grande quantidade de lodo ativo (NETO, 2006).

No momento em que a mistura entra em contato com o filtro há uma interação entre elas que pode ser interna, ocorrendo dentro do filtro a chamada *deep filtration*, após um determinado tempo forma-se a torta de filtração, sendo responsável pela captura das partículas, filtração superficial chamada de *cake filtration* (DULLIEN, 1989).

Considerando que a filtração seja realizada com várias camadas da fibra da bananeira, onde cada camada possui poros com cerca de 3 mm de diâmetro, faz com que ocorra uma filtração lenta ou rápida. A filtração será definida como rápida ou lenta de acordo com o diâmetro do filtro utilizado, quanto menor seu diâmetro mais lento será seu processo de filtração. De acordo com Magalhães (2002, *apud* Brandão et al,2000) a taxa de filtração rápida é de cerca de 120 a 240 m.dia⁻¹ e a taxa de filtração lenta é de 3 a 6 m.dia⁻¹.

Os filtros são utilizados em variadas áreas, desde indústrias minerais, químicas a tratamentos de efluentes e afluentes. Na indústria mineral por exemplo é utilizado o método de filtração por tecido (dos quais são os mais comuns). Onde é utilizada uma estrutura pelo entrelaçamento de fios de urdume¹ e trama² formando um ângulo de 90°, a maneira mais utilizada pela indústria é trama simple ou tela, sarja e cetim (SILVA et al.2006 p. 28).

Há também a filtração por feltro (que será a utilizada no projeto), ele se baseia no filtro sem o entrelaçamentos dos fios e sim por um plano, flexível e porosa. A fabricação dos feltros se inicia com uma manta, constituída por uma ou mais camadas de véus. Este véus são obtidos por processos de cardagem, por fluxo de ar, disposição eletrostática por suspensão em um meio líquido ou por fiação direta de filamentos contínuos (TANABE, 2008. p. 8). Porém o

¹ conjunto de fios dispostos na direção transversal ou vertical

² conjunto de fios dispostos na direção longitudinal

feltro utilizado no trabalho será de origem natural, ao qual não necessitará de um processo de fabricação do véu.

7.5.1 Saturação e retrolavagem do filtro

A retrolavagem é definida como o procedimento de reaproveitamento do filtro desfazendo a saturação³. Consiste na passagem da água através do filtro em sentido contrário ao fluxo de filtração com o objetivo de remover partículas orgânicas e inorgânicas retidas no meio filtrante, para que o processo ocorra corretamente é necessário que a camada filtrante se torne fluida para que assim expanda-se em consequência do fluxo reverso da água (MESQUITA, Márcio; SALCEDO, Juan; TESTEZLAF, Roberto. 2011. p. 1227)

7.5.2 Processo de Tratamento ETA

Dentro dos diversos processos de uma Estação de Tratamento de Água (ETA) a filtração serve para retirar as impurezas encontradas nas fontes de água doce. O tratamento da ETA inicia-se pela passagem da água pelo processo de floculação, onde é acrescentado à ela um agente coagulante, que normalmente é o sulfato de alumínio $AL_2(SO_4)_3$, este

[...] que elimina a carga eletrostática negativa da superfície das partículas, o que diminui a repulsão entre elas, e através da agitação rápida que promove o choque entre as partículas. Os coagulantes mais comuns são os sais de ferro e de alumínio que permitem a formação de flocos através da precipitação conjunta do hidróxido metálico com as impurezas por ele neutralizadas. (CACHEIRA, 2012 p. 9)

Após a utilização dos coagulantes, formam-se aglomerados de impurezas de natureza coloidal, que serão facilmente retirados. Após isso ela passa pelo processo de decantação, onde a água (contendo os flóculos) são direcionadas a tanques onde fica retida até a possível remoção do material sedimentado que se acumula ao fundo do tanque (GAUTO, ROSA. 2013). No processo de filtração da ETA, a água é transbordada para tanques dos quais são chamados de filtros rápidos de leito poroso, contendo uma camada de areia sob o cascalho, que está sobre uma base de tijolos de orifícios drenantes.

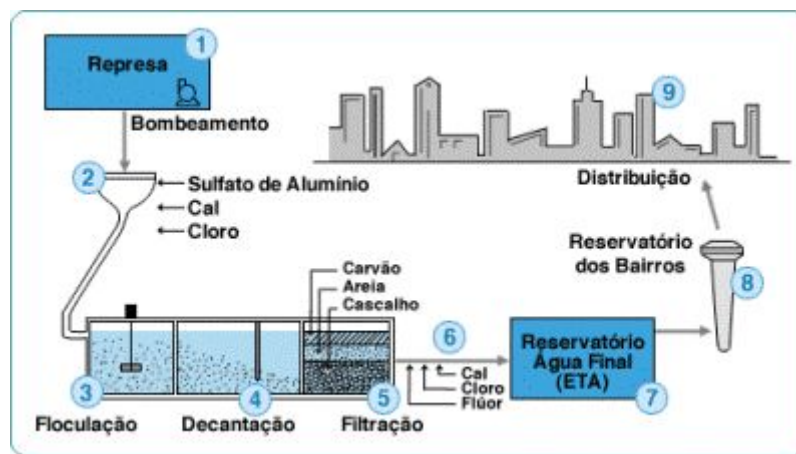
Nessa etapa, a água é depositada sobre o leito filtrante e atravessa os poros da camada de areia onde a impureza fica retida. Embora esses poros sejam

³ Saturação consiste no alto consumo do material filtrante.

relativamente grandes, são capazes de reter a maior parte das partículas suspensas [...] A explicação para esse fato é que em torno dos grão de areia forma-se uma película de matéria gelatinosa, geralmente de origem biológica, que retém as impurezas da água. (GAUTO, ROSA. 2013 p.26)

Após a floculação, decantação e filtração a água passa pelo processo de desinfecção, onde são adicionados à ela desinfetantes como o cloro gasoso (Cl_2) para a eliminação de microorganismos patogênicos.

Figura 4: Etapas do processo de tratamento de água



Fonte: Vasconcelos, 2017

Planeja-se que o filtro feito com as fibras da bananeira substitua a etapa 5 (filtração) apresentada na imagem acima.

7.6 Adsorção

A adsorção consiste em um processo de acumulação de uma substância em uma interface, nesse processo a substância fica apenas retida na substância adsorvente, sem se incorporar ao volume da outra. O material concentrado é o adsorbato (substância adsorvida, molécula ou íon) e a fase que adsorve é o adsorvente (metal, substância covalente ou iônica).

Este processo pode ser caracterizado ainda quanto à sua intensidade como adsorção física ou adsorção química

No caso de adsorção física, a ligação do adsorbato à superfície do adsorvente envolve uma interação relativamente fraca que pode ser atribuída às forças de Van der Waals, que são similares às forças de coesão molecular. Diferentemente, a quimissorção, a qual envolve a troca ou partilha de elétrons entre as moléculas do adsorbato e a superfície do adsorvente, resultando em uma reação química. Isso resulta

essencialmente numa nova ligação química e, portanto, bem mais forte que no caso da fisissorção. (NASCIMENTO et al. 2014 p.14/15)

O método utilizado na filtragem das análises será a adsorção física ou fisissorção, um processo reversível onde se observa normalmente a deposição de mais de uma camada de adsorvato sobre o adsorvente, outra característica desse tipo de adsorção é que ela ocorre em toda superfície do adsorvente e como não há formação ou quebra de ligações, o adsorvato não sofre alterações em sua natureza química.

Existem alguns fatores que influenciam no processo da adsorção, estes que vão variar de acordo com as propriedades do material utilizado como adsorvente e do adsorvato. No presente projeto, a relação que se pode estabelecer entre esses fatores é que: quanto maior a área superficial do filtro, maior será a taxa de adsorção; o pH será neutro e a temperatura ambiente, tratando-se de uma fisissorção.

7.7 Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu

Tem-se como bacia hidrográfica uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída (TUCCI, 1993). A bacia hidrográfica encontrada no município de Jaraguá do Sul é a bacia do rio Itapocu. Esta bacia possui uma área de 2930 km² e está localizada na Baixada Norte Catarinense e abrange os municípios de Jaraguá do Sul, Corupá, Schroeder, Guaramirim e Massaranduba, parte dos municípios de São Bento do Sul, Barra Velha, São João do Itaperiú e Campo Alegre, pequena porção do território de Blumenau, metade de Araquari e um terço do município de Joinville.

As águas do Rio itapocu são utilizadas na irrigação de lavouras, principalmente de arroz, agropecuária, piscicultura, lazer, turismo e abastecimento público e industrial (INSTITUTO RÃ-BUGIO, 2008).

7.7.1 Principais problemas relacionados ao Rio Itapocu

De acordo com Germano Woehl Junior, Elza Nishimura Woehl e Sibeles Kamchen, pesquisadores do Instituto Rã-Bugio, os principais problemas, em relação à poluentes e matéria orgânica, no que diz respeito ao rio são:

- **Mineração de areia e cascalho:** que causa a modificação no leito do rio, turbidez da água e pouca oxigenação nos rios, ocasionando a morte de diversas formas de vida;
- **Utilização indiscriminada de agrotóxicos e fertilizantes:** os agrotóxicos e fertilizantes quando em contato com a terra são absorvidos pelo subsolo e intoxicam os lençóis freáticos. Com o auxílio das enxurradas são levados até o rio.
- **Despejo de Efluentes Domésticos e Industriais sem Tratamento:** a falta de um sistema adequado de coleta e tratamento de esgoto doméstico, o descarte de efluentes industriais sem tratamento e a contaminação por metais pesados gera o surgimento de matéria orgânica no rio, que por sua vez é decomposta por microorganismos que consomem grande quantidade de oxigênio no processo. A utilização de fosfatos e outros materiais de limpeza doméstica quando chegam ao rio causam o crescimento acelerado de algas que quando mortas, são decompostas por bactérias que durante a decomposição consomem todo o oxigênio a sua volta.

Outros problemas são: a irrigação intensiva de arrozais, destruição de matas ciliares, terraplanagem, queimadas, ocupação de meia encosta e áreas inundáveis, grande crescimento das cidades.

7.7.2 Indústrias da região do Vale do Itapocu

A cidade de Jaraguá do Sul possui um grande destaque na indústria, na área têxtil possui grandes empresas como Malwee e Marisol, assim também no ramo alimentício com a empresa Duas Rodas e metalmecânico com a WEG (CASTRO, 2014).

Para fabricar seus produtos, as diferentes indústrias utilizam todo tipo de matéria prima disponível (água, algodão, areia, entre muitos outros) que causa um grande impacto ambiental, devido às mudanças ocorridas na natureza. A indústria têxtil, muito presente na região, é uma das que mais gera efluentes líquidos, pois para a produção de um quilo de tecido é necessário 155 litros de água e ao final da produção cerca de 88% da água utilizada é tratada e volta para o rio. Grande parte do impacto causado é devido a utilização de produtos químicos e corantes, durante o tingimento e o beneficiamento de roupas, e que ao passarem pela estação de tratamento de efluentes da empresa pode não ser retirado da água, o que o leva para os rios. (TONIOLLO et al, 2015).

As indústrias do Brasil, devem seguir a resolução 450/2011 do Ministério do Meio Ambiente - Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que regem as normas para o despejo de efluentes nos rios. Segundo o artigo 5 da Lei 450/2011 os efluentes despejados não podem possuir características de qualidades diferentes das do rio durante todo o seu percurso.

7.8 Parâmetros de potabilidade segundo ANVISA

Caracteriza-se parâmetro de potabilidade sendo normas que estabelecem deveres e responsabilidades (a nível Federal, Estadual e Municipal), de qualidades que a água deve ou não apresentar para que ela seja considerada potável (ANVISA, 2003).

Para se ter um parâmetro de potabilidade⁴ é necessária a análise de substâncias presentes na água, sejam elas orgânicas ou não. A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda os valores máximos de contaminação, o Brasil segue recomendações feitas pelo Guidelines for Drinking-Water Quality (FREITAS, 2005), mas essas recomendações são feitas pela Anvisa também.

Este documento estabelece substâncias presentes na água e o Valor Máximo Permitido (VMP) para que a água seja considerada potável, tais eles como:

Quadro 3: Substâncias presentes na água e seu respectivos VMP

Parâmetro	Unidade	VMP
Inorgânicas		
Fluoreto	mg/L	1,5
Cobre	mg/L	2,0
Arsênio	mg/L	0,01
Chumbo	mg/L	0,01
Antimônio	mg/L	0,005
Bário	mg/L	0,7
Cádmio	mg/L	0,005
Cianeto	mg/L	0,07

⁴ O objetivo do trabalho não é tornar a água potável e sim filtrar os sólidos suspensos nela presentes, porém apresentam-se aqui, todos os parâmetros da ANVISA.

Chumbo	mg/L	0,01
Cromo	mg/L	0,05
Mercúrio	mg/L	0,001
Nitrato	mg/L	10
Nitrito	mg/L	1
Selênio	mg/L	0,01
Orgânicas		
Acrilamida	µg/L	0,5
Benzeno	µg/L	5
Cloreto de vinila	µg/L	5
Tetracloroeto de carbono	µg/L	2
1,1 Dicloroeteno	µg/L	30
1,2 Dicloroetano	µg/L	10
Diclorometano	µg/L	20
Estireno	µg/L	20
Tetracloroeto de Carbono	µg/L	2
Tetracloroeteno	µg/L	40
Triclorobenzenos	µg/L	20
Tricloroeteno	µg/L	70

Fonte: http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/portarias/1469_00.htm

Além das recomendações de VMP de substâncias orgânicas e inorgânicas, a água não deve possuir cor e nem cheiro, e a turbidez⁵ apresentada deve ser de até 5,0 UT⁶.

8 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, primeiramente foi realizada a leitura aprofundada de artigos científicos relacionados ao tema do trabalho, estes que nos possibilitaram maior

⁵ A turbidez é causada por partículas sólidas em suspensão na água.

⁶ Unidade de medida de turbidez.

conhecimento e propriedade para prosseguir com a pesquisa. Tendo as informações necessárias sobre os diferentes tipos de filtros existentes, sobre o processo de fisissorção e sobre como funcionam as etapas da ETA (principalmente o que será substituído). Decidiu-se então, utilizar para a confecção do filtro as seguintes partes do pseudocaule da banana: renda e seda, estas que passarão por um processo secagem.

8.1 Extração e secagem da fibra

Será utilizado para a produção do filtro as fibras da bananeira do tipo Prata, pois sua secagem é mais rápida. O processo de secagem e tratamento da fibra será feito sem o uso de produtos adicionais, como amaciante de roupas, usado comumente no artesanato. As partes da fibra que serão utilizadas para a confecção do filtro serão retiradas do pseudocaule por um processo de corte, segundo agricultores da região a coleta da fibra é feita retirando a parte marrom do tronco da bananeira e “descascando” o mesmo para que o acesso às fibras seja mais fácil, corta-se então horizontalmente parte do tronco e retira-se a fibra (parte branca encontrada no meio do caule). Em seguida, às fibras serão passadas em água e colocadas ao sol para secar num período de 24 a 48 horas.

8.2 Análise de adsorção da fibra

Antes da filtragem em si, será feito um teste de adsorção com a fibra, buscando-se constatar se a adsorção será realmente possível ou se o filtro servirá apenas para retenção⁷. O teste será feito utilizando o azul de metileno, onde em uma chapa de aquecimento com agitação magnética será utilizado um béquer com água destilada e pedaços da fibra e adicionando-se algumas gotas do corante, após a agitação da mistura, será analisado se a fibra adsorveu o azul de metileno ou se apenas reteu. Para finalizar o teste, as fibras serão retiradas do primeiro béquer e passadas para um segundo que contém somente água destilada, novamente será feito um processo de agitação e se o corante que a fibra reteu permanecer nela, teremos um filtro capaz de adsorção, caso contrário, será um filtro de retenção.

⁷ Retenção é caracterizado como o processo de separação onde os sólidos, que possuem diâmetro maior do que dos poros da fibra, ficam mantidos sobre a mesma.

8.3 Confeção do filtro

Como o objetivo é utilizar o filtro feito com as fibras da banana para substituir o filtro de carvão ativado nas Estações de Tratamento de Água, o filtro será confeccionado da seguinte maneira: primeiramente será feito um pré-tratamento da renda - parte da fibra utilizada para substituir o carvão ativado - fervendo-a junto à água, buscando assim, evitar impurezas ou sujeiras no próprio filtro. Logo após, será utilizada a estrutura de um filtro de água de torneira, o mesmo que possui uma camada de carvão ativado, no entanto, ela será removida, para inserir as fibras paralelamente uma uma sobre a outra.

As fibras que inseridas no filtro serão cortadas em formato circular de acordo com o diâmetro do filtro, será decidido então, o número de camadas que constituirão o filtro favorecendo o fluxo de água e a qualidade da filtragem.

8.4 Coleta de amostras representativas

Para a obtenção de amostras para o teste, serão seguidas as orientações da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnica) em sua Norma Fixa nº 9898, Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores (1987). Para garantir a representatividade dos testes, serão coletadas amostras de diferentes pontos do rio Itapocu: o primeiro ponto é na ponte Alberto Bauer⁸; o segundo local, é na Ponte Maria Moser Grubba⁹; e o terceiro ponto é a Ponte do Centenário¹⁰. É importante ressaltar que para recolher as amostras representativas não será misturado a água dos três diferentes pontos. Serão coletadas três amostras de cada ponto, (totalizando nove amostras), representando assim, cada ponto escolhido.

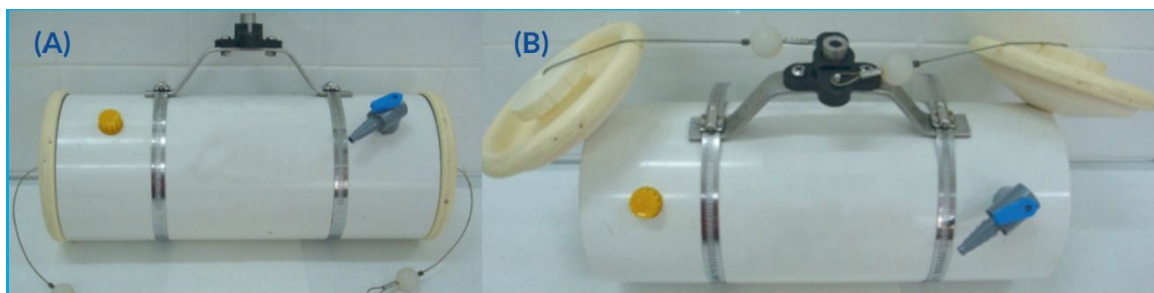
Será coletada amostras de águas superficiais utilizando uma Garrafa de Van Dorn (figura 4) de fluxo horizontal, devido à dificuldade na coleta de água, pois de acordo com a ABNT, a coleta deve ser feita no centro do leito, evitando as impurezas decorrentes da mata na margem do rio. A água coletada deverá estar em um profundidade de 15 a 30 cm, evitando a entrada de contaminantes superficiais no frasco.

⁸ O Ponto 1 localiza-se no bairro Nereu Ramos (-26.474394, -49.091407).

⁹ O Ponto 2 localiza-se no bairro Czerniewicz (-26.447542, -49.165195).

¹⁰ O Ponto 3 localiza-se no bairro Centenário (-26.484992, -49.039389).

Figura 5: Garrafa de van Dorn de fluxo horizontal: (A) Garrafa desmontada; (B) Garrafa montada



Fonte: Carlos Jesus Brandão /CETESB).

Antes do usar a garrafa de Van Dorn, sua parte interna deve ser lavada com detergentes não-tóxicos e água destilada em abundância. Para utilizar a garrafa deve se mergulha-la com ambas as extremidades abertas e com a entrada de água direcionada contra o sentido da correnteza. Ao atingir a profundidade desejada, deve-se soltar o mensageiro (figura 5) que aciona as tampas de borrachhas, fechando totalmente a entrada da água no amostrador (ANA, 2011).

Figura 6: Mensageiro: (A) Equipamento industrializado; (B) Mensageiro manufaturado



Fonte: (Fotos:Carlos Jesus Brandão/CETESB).

Após a coleta, as amostras serão guardadas em vidrarias (devidamente limpas com detergente não-tóxico e água destilada em abundância) de borossilicato que possuem tampas do mesmo material ou plástico e que propiciem uma vedação completa. As vidrarias deverão estar identificadas com a data e hora da coleta, local, nome do responsável pela coleta,

profundidade da coleta, condições climáticas nas últimas 48 horas, entre outros. Após a identificação a vidraria deverá ser armazenada em uma caixa térmica com refrigeração de 4,0 °C a 0 °C e levada para o laboratório com um prazo de 24 horas para a análise.

8.5 Pré-tratamento das amostras

Para garantir maior chance de sucesso, será feito um pré-tratamento das amostras coletadas onde será realizado a floculação da água a partir do sulfato de alumínio. Para isto será utilizado o Jar Test (Teste de Jarros), comumente usado nas Estações de Tratamento de Água, o qual tem a finalidade de determinar a dosagem ótima de floculantes. A determinação é feita através de tentativa e comparação entre as três amostras executadas simultaneamente com diferentes concentrações de sulfato de alumínio. (UFMG, 2018)

Antes que seja realizada a floculação, será feito um pré-teste no filtro, com objetivo de observar uma potencial retenção sem a presença dos flóculos mais grosseiros, assim, caso seja plausível, a etapa de pré-tratamento não será necessária. Também será verificada se há muita ocorrência de saturação do filtro após a passagem das amostras, se por alguma circunstância a saturação for presente, será necessária a utilização de técnicas de dessaturação, para que aumente a eficiência e durabilidade do mesmo.

8.6 Análises de eficiência do filtro

Como parâmetros de potabilidade da água filtrada serão avaliadas a turbidez e demanda biológica de oxigênio (DBO), pois estes, entre outros, são influenciados pelo processo da filtração (MURTHA; HELLER, 2003). Para analisar a eficiência do filtro serão feitos testes de resíduo de evaporação calculado. Cada um dos testes será feito com as amostras de cada ponto coleta.

8.6.1 Resíduo de evaporação calculado

Para a avaliação da capacidade de retenção dos resíduos sólidos pelo filtro, será utilizado o cálculo de resíduo de evaporação. A metodologia consiste em despejar a amostra em um béquer (anotando-se o volume), e posicioná-lo sobre uma chapa de aquecimento, a uma temperatura de 100 °C, até a evaporação completa do líquido. Após a evaporação da

água, o béquer, junto ao que restou dentro dele, é posto em uma balança analítica (com a massa do béquer já tarada), anotando-se a sua massa (DNPM, 2004).

O processo será realizado antes da filtração para sabermos o total da massa de sólidos presentes na água e depois da filtração onde haverá a retenção dos sólidos. A diferença entre massa inicial e a massa final de sólidos, em gramas, corresponde a capacidade de retenção do filtro.

8.6.2 Turbidez

O teste da turbidez será feito com um turbidímetro, que emite um feixe de luz através de uma amostra líquida, dentro de um recipiente de borossilicato. A partir disso as partículas sólidas presentes no líquido se refletem e o aparelho faz a quantificação delas, podendo-se assim avaliar a pureza do produto (PELLEGRINI, 2011). O teste será feito antes e após a filtração, para assim avaliar a diferença. Espera-se que o resultado atingido pelo filtro seja o considerado potável pela ANVISA (2003), 5,0 UT.

8.6.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio

Para analisar a quantidade de matéria orgânica presente na água, será feito um teste de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

A DBO é um indicador da concentração de matéria orgânica biodegradável presente na água. É indicada pela diminuição de oxigênio dissolvido (OD) em função da respiração dos microrganismos aeróbios presentes. Este método é utilizado em ETE's para analisar sua eficiência, ao comparar a DBO inicial e após o tratamento (VALENTE; PADILHA; SILVA; 1997).

É necessária a incubação das amostras durante cinco dias à uma temperatura de 20°C, para permitir que ocorra a diferença de oxigênio ocasionada pela demanda dos microrganismos. Para que seja possível comparar os dados da diferença antes e depois da filtração, será realizada uma DBO no início do processo e outro no final.

9 CRONOGRAMA

Atividades	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Revisão de leitura	X	X	X	X	X	
Extração e secagem das fibras	X	X				
Teste com as fibras		X	X			
Confecção do filtro		X				
Coleta das amostras		X				
Pré-tratamento da água			X			
Análise do resíduo de evaporação calculado			X			
Análise da turbidez			X			
Análise da DBO			X			
Escrita do relatório de pesquisa		X	X	X	X	
Elaboração do Banner					X	
Apresentação da pesquisa					X	

REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. R. M. P.; NOVAES, Amanda Cardoso; GUARINO, Alcides Wagner Serpa. **Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos**. Química Nova, v. 25, n. 6/B, p. 1145-1154, 2002. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol25No6B_1145_14.pdf>. Acesso em: 17 de abril de 2017.>

ANVISA; AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA. **Procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. ANVISA, 2003. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/portarias/1469_00.htm> Acesso em: 29 de maio de 2018.

ALBINANTE, Sandra; PACHECO, Elen; VISCONTE, Leila; TAVARES, Maria. **Caracterização de Fibras de Bananeira e de Coco por Ressonância Magnética Nuclear de Alta Resolução no Estado Sólido**. UFRJ. Rio de Janeiro. 2012. p. 461.

ANA; AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Brasília-DF, 2011. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/GuiaNacionalDeColeta.pdf>>. Acesso em: 08 de maio de 2018.

ANTONIO; Graziella Colato. **Influência da estrutura celular e da geometria da amostra na taxa de transferência de massa do processo de desidratação osmótica de Banana Nanica (*Musa cavendishi*) e de Mamão Formosa (*Carica papaya L.*)**. UNICAMP. Campinas. 2002. pág. 3.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro, 1987. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-9.898-Coleta-de-Amstras.pdf>>. Acesso em: 08 de maio de 2018.

ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO VALE DO ITAPOCU (Amvali). **Municípios Associados**. Disponível em: <<http://www.amvali.org.br/index/municipios-associados/codMapaItem/40905>>. Acesso em 15 de abril de 2018.

ATVARS, Teresa; MARTELLI, Cláudia. **Espectroscopia Eletrônica de Absorção**. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química: Chemkeys, 2002. Disponível em: <<http://chemkeys.com/br/2002/02/18/espectroscopia-eletronica-de-absorca>> . Acesso em: 04 mai. 2018.

CACHEIRA, Catarina Seabra. **Processo de COAGULAÇÃO-FLOCULAÇÃO**. “Faculdade de Engenharia Universidade do Porto”. Disponível em:

<https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd_2012_13/files/REL_MIEA102_02.PDF> Acesso em: 22 de maio de 2018.

CASTRO, Gabriel. **Jaraguá do Sul: pólo industrial e exportador de Santa Catarina.**

Revista VEJA, 2014. Disponível em:

<<https://veja.abril.com.br/brasil/jaragua-do-sul-polo-industrial-e-exportador-de-sc/>>. Acesso em: 14 de abril de 2018.

CONAMA, Resolução. 430/2011. **Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes**, 2011.

DULLIEN, F. A.L. *Introduction to industrial gas cleaning*. San Diego: Academic Press, 1989, p. 285

DNPM- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Código de Águas Minerais: CAPÍTULO VIII** Da Classificação das Fontes de Água Mineral. Pernambuco, 2004. Disponível em: <http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/cam_08.htm>. Acesso em: 23 de maio de 2018.

EMBRAPA; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Produção Brasileira de Banana.** 2016. pág. 2. Disponível em:

<http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/banana/b1_banana.pdf>

EMBRAPA; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tabela - Produção de banana 2016.** EMBRAPA, 2016. Disponível em:

<http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/banana/b32_banana.pdf> Acesso em: 17 de abril de 2018

EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Agricultoras de Pouso Redondo fazem artesanato com fibra de bananeira.** Disponível em: <<http://www.epagri.sc.gov.br/?p=18555>> Acesso em: 19 de abril de 2018

FENGEL, D., WEGENER, G. **Wood, chemistry, ultrastructure, reactions.** New York : Waster & Grugter, 1984. 613p.

FILHO, Sérgio Ernani Nogueira Cleto. **Efeitos da ocupação urbana sobre a macrofauna de invertebrados aquáticos de um igarapé de uma cidade de Manaus/AM - Amazônia Central.** ACTA AMAZÔNICA - Scielo. 2001, p.76.

FREITAS, Marcelo Bessa; FREITAS, Carlos Machado de. **A vigilância da qualidade da água para consumo humano: desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde.** *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 10, p. 993-1004, 2005.

GAUTO, Marcelo; ROSA, Gilber. **Química Industrial.** Bookman Companhia Editora. 2013. p. 26.

JARMAN, C.G.; MYKOLUK, S.; KENNEDY, L.; CANNING, A.J. **Fibra da Banana: uma revisão de suas propriedades e extração e processamento em pequena escala.** Tropical Science, Londres, v.19, n.4, p. 173-185, 1997.

JR, Germano Woehl; WOEHL, Elza Nishimura; KAMCHEN, Sibebe. **Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu.** Instituto Rã-Bugio. 2002.

PELLEGRINI, André et al. **Calibração de turbidímetro para estimativa da concentração de sedimento em suspensão em uma pequena bacia hidrográfica.** In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. 2011. Disponível em:

<http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Producao_Resumos/XXXIII_17.pdf>. Acesso em: 04 de maio de 2018.

MESQUITA, Márcio; SALCEDO, Juan; TESTEZLAF, Roberto. **Processo da retrolavagem em filtro de areia usados na irrigação localizada.** 2011. p 1227

MURTHA, Ney Albert; HELLER, Léo. **Avaliação da influência de parâmetros de projeto e das características da água bruta no comportamento de filtros lentos de areia.** Engenharia sanitária e ambiental, v. 8, n. 4, p. 257-267, 2003

NASCIMENTO, Ronaldo Ferreira do. et al. **Adsorção: Aspectos Teóricos e Aplicações Ambientais.** 1 ed. Ceará: Editora UFC, 2014.

NETO, Cícero Onofre de Andrade. **O uso do filtro anaeróbio para tratamento de esgoto sanitário.** Revista MF. Edição Nº 19 - Março /Abril de 2006 - Ano IV.

PAVANELLI; Gerson. **Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada.** São Carlos. 2001. p. 13.

PEREIRA, André L. S. et al. **Extração e caracterização de nanocelulose de fibras do pseudocaule da bananeira.** V CONNEPI - Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2010.

PEREIRA, Régis da Silva. **Poluição Hídrica: Causas e Consequências.** Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. IPH-UFRGS. v.1, n.1. pág 1. 2004.

PORTO, F. A. Monica; PORTO, La Laina Rubem. **Gestão de bacias hidrográficas.** Estudos Avançados v. 22, n. 63, p.3, 2008. Disponível em :

<<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10292/11938>> . Acesso em 15 de abril de 2018.

RATTNER, Henrique. **Meio ambiente, saúde e desenvolvimento sustentável.** Ciência saúde coletiva. 2009, vol.14, n.6, p.1969.

SALIBA, Eloísa de Oliveira Simões *et all*, *apud* FENGEL, D; WEGENER, G. **Ligninas - Métodos de Obtenção e Caracterização Química.** Ciência Rural, Santa Maria, v.31, n.5, p.917-928, 2001.

SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas). **Santa Catarina em Números**. Sebrae/SC, 2010. pág. 44.

SEMANA *apud* ROJA; NEVES. **Caracterização de fibras de bananeira “nanição” (Musa Grupo AAA, “Giant Cavendish”) como possível matéria-prima para produção de pasta celulósica para fabricação de papel**. CIADICYP. 2002.

SILVA, Adarlan Moreira. **Caracterização do processo de degradação de uma fibra de poliamida utilizada como meio filtrante na indústria mineral**. REDEMAT. 2006. p.23

SOFFNER, M.L.A.P. **Produção de polpa celulósica a partir do engaço de bananeira**. Dissertação (Mestrado em Economia Doméstica) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, 2001.

SURIANI, Ana L.; FRANÇA, Roberta S.; ROCHA, Odete. **A malacofauna bentônica das represas do médio rio Tietê (São Paulo, Brasil) e uma avaliação ecológica das espécies exóticas invasoras, Melanoides tuberculata (Müller) e Corbicula fluminea (Müller)**.

Revista Brasileira de Zoologia, v. 24, n. 1, p. 21-32, 2007. Disponível em:

<<http://www.ingentaconnect.com/content/doi/01018175/2007/00000024/00000001/art00003>

> Acesso em: 20 de abril de 2018.

TANABE, Eduardo Hiromitsu. **Estudo do comportamento da deposição das partículas em diferentes meios filtrantes**. São Carlos/SP. 2008, p. 8

TONIOLLO, Michele; ZANCAN, Natália Piva; WÜST, Caroline. **Indústria têxtil: sustentabilidade, impactos e minimização**. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Porto Alegre/RS – 23 a 26/11/2015. Disponível em:

<<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/V-029.pdf>>. Acesso em: 14 de abril de 2018.

TORRES *apud* ROJA; NEVES. **Caracterização de fibras de bananeira “nanição” (Musa Grupo AAA, “Giant Cavendish”) como possível matéria-prima para produção de pasta celulósica para fabricação de papel**. CIADICYP. 2002.

TUCCI, Carlos. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre. UFRGS, 1993.

UFMG. Laboratório de Operações Unitárias - UFMG. **Coagulação e floculação: manuseio do Jar Test**. Youtube. 2018. Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=Rs3Vplvx0jI>> . Acesso em: 30 de julho de 2018.

VASCONCELOS, Flávia. **Estação de Tratamento de Águas (ETA) - Etapas**. Esquadrão do Conhecimento, 2017. Disponível em:

<<https://esquadraodoconhecimento.wordpress.com/ciencias-da-natureza/quim/estacao-de-tratamento-de-agua-eta-etapas/>>. Acesso em: 04 de maio de 2018.

WOEHL, Elza Nishimura; JUNIOR, Woehl Germano; KAMCHEN, Sibebe. **Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu**. Instituto Rã-Bugio.2008. 28 slides.