



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
SIMONE ROSSO

PROPOSTA DE REUSO DA ÁGUA PARA A FABRICAÇÃO DE ESPESSANTES
ACRÍLICOS

Tubarão
2018



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
SIMONE ROSSO

PROPOSTA DE REUSO DA ÁGUA PARA A FABRICAÇÃO DE ESPESSANTES
ACRÍLICOS

Relatório Técnico/Científico apresentado ao Curso de Química Bacharel da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Química.

Prof^ª. Lic. Suzana Cimara Batista, Dra. (Orientadora)

Tubarão

2018

SIMONE ROSSO

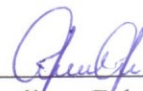
**PROPOSTA DE REÚSO DA ÁGUA PARA A FABRICAÇÃO DE ESPESSANTES
ACRÍLICOS**

Este relatório técnico/científico foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Química e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Química Bacharelado da Universidade do Sul de Santa Catarina.

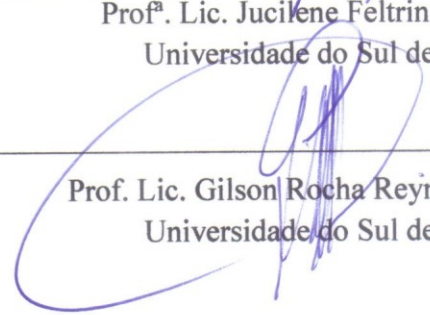
Tubarão, 27 de novembro de 2018.



Profª. Lic. Suzana Cimara Batista, Dra. (Orientadora)
Universidade do Sul de Santa Catarina



Profª. Lic. Jucilene Feltrin, Dra. (Avaliadora)
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. Lic. Gilson Rocha Reynaldo, Dr. (Avaliador)
Universidade do Sul de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por estar sempre presente em minha vida, pois sem Ele não seria possível a realização deste sonho.

A minha família, em especial aos meus pais Antônio Genésio Rosso e Elizabella P. B. Rosso, aos meus irmãos Fabrício Rosso e Morgana Rosso, que nos momentos difíceis não mediram esforço.

A Universidade por disponibilizar meios para o conhecimento, aos professores pela sabedoria de lecionar, a banca avaliadora pelas contribuições e a minha orientadora por ter aceitado o meu convite, acreditado no meu potencial, sempre disponível e disposta a ajudar.

Aos colegas e amigos que estiveram comigo ao longo destes anos.

A empresa no qual realizei o estágio meus sinceros agradecimentos, e especialmente ao meu supervisor de estágio Tiago Sartor pelo voto de confiança.

EPÍGRAFE

“ Cada sonho que você deixa pra trás, é um pedaço do seu futuro que deixa de existir. ”
(Steve Jobs).

LISTA DE SIGLAS

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

FATMA - Fundação do Meio Ambiente

CENTEC - Centro Tecnológico Unisul

ONU - Organização das Nações Unidas

ANA - Agência Nacional de Águas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

UNISUL - Universidade do Sul de Santa Catarina

CEAA - Contas Econômicas Ambientais da Água

ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas

SAG - Sistema Aquífero Guarani

NBR – Norma Brasileira

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CONSEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente

USEPA - *United State Enviromental Protection Agency*

CE - Condutividade Elétrica

pH - Potencial hidrogeniônico

KU- Unidade de Krebs

ABRAFATI- Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas

Gel Flocc 4030 - Polímero Poliacrilamida Aniônica

Manfloc 908 – Polímero Poliacrilamida Catiônica

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo reutilizar a água no processo de fabricação de espessantes acrílicos, contribuindo assim na preservação dos mananciais. Nessa área industrial, a água é de grande relevância pois, além de ser a principal matéria-prima para obtenção dos produtos, também é utilizada durante os processos. No caso específico desta investigação, a água é obtida através de um poço e passa por um tratamento de purificação e desmineralização por trocadores iônicos e em seguida utilizada no processo. O efluente gerado é tratado por métodos físico-químicos, e após, é descartado. Para os ensaios foram coletadas amostras do efluente bruto e o efluente tratado com o polímero Manfloc 908 (Poliacrilamida Catiônica). As soluções preparadas com o agente coagulante policloreto de alumínio, usado para neutralizar o pH das amostras, e o polímero Gel flocc 4030 (Poliacrilamida Aniônica) para flocular os efluentes. Para a purificação da água a fim de sua reutilização, realizou-se ensaios utilizando o equipamento de Jar-test e também o processo de destilação para assim obter as amostras de água para reuso no processo para fabricação de espessantes acrílicos. Em seguida as amostras foram submetidas ao meio filtrante com carvão ativado para melhorar a purificação das amostras de água. Foram testados no processo sete amostras de água para reuso, sendo que uma delas é o padrão. Na sequência foram efetuadas as reações para obter os espessantes acrílicos para tintas e, foram produzidas bases de tinta Standard Fosco para testar os espessantes acrílicos. Então, determinou-se as propriedades físico-químicas das tintas, e por fim aplicou-se os testes de tintas na parede para verificar as características resultantes do produto. Os resultados obtidos com a utilização da água de reuso para a fabricação de espessantes acrílicos apresentaram resultados favoráveis. A água proveniente do tratamento químico utilizando o polímero Gel flocc 4030 no efluente bruto, apresentou limpidez quando comparado a água de reuso proveniente do efluente já tratado pela empresa com o polímero Manfloc 908, melhorando a limpidez da água. Mas o efluente submetido à destilação fracionada tratado com o polímero Manfloc 908 e o mesmo tratado com carvão ativado, as águas obtidas para reuso apresentaram resultados satisfatórios e próximos ao padrão, incluindo as características como a viscosidade, a densidade, o pH, a condutividade elétrica, e entre outros que permitem a qualidade no produto final.

Palavras-chave: Efluente; Água de reuso; Espessantes Acrílicos.

ABSTRACT

The present study aims to reuse water in the process of manufacturing acrylic thickeners, thus contributing to the preservation of water sources. In this industrial area, water is of great relevance because, besides being the main raw material for obtaining the products, it is also used during the processes. In the specific case of this investigation, water is obtained through a well and undergoes purification and demineralization treatment by ion exchangers and then used in the process. The generated effluent is treated by physico-chemical methods, and after, is discarded. For the tests samples of the raw effluent and the effluent treated with the polymer Manfloc 908 (Cationic Polyacrylamide) were collected. The solutions prepared with the aluminum polychloride coagulating agent, used to neutralize the pH of the samples, and the polymer Gel floc 4030 (Anionic Polyacrylamide) to flocculate the effluents. In order to purify the water for reuse, tests were carried out using the Jar-test equipment and also the distillation process to obtain water samples for reuse in the process for the production of acrylic thickeners. The samples were then subjected to the activated charcoal filter medium to improve the purification of water samples. Seven samples of water for reuse were tested in the process, one of which is the standard. Reactions were then made to obtain the acrylic thickeners for paints, and Standard Fosco ink bases were produced to test the acrylic thickeners. The physicochemical properties of the paints were then determined, and finally the paint tests were applied to the wall to check the resulting characteristics of the product. The results obtained with the use of reuse water for the production of acrylic thickeners presented favorable results. The water from the chemical treatment using the Gel floc 4030 polymer in the raw effluent showed a clearness when compared to the reuse water from the effluent already treated by the company with the Manfloc 908 polymer, improving water clarity. However, the effluent submitted to the fractional distillation treated with the Manfloc 908 polymer and the same one treated with activated charcoal, the waters obtained for reuse presented satisfactory results and close to the standard, including characteristics such as viscosity, density, pH, electrical conductivity, and among others that allow the quality in the final product.

Keywords: Effluent; Reuse water; Acrylic Thickeners.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Países e Estados brasileiros que pertence ao Sistema Aquífero Guarani.....	21
Figura 2: Aparelho de condutividade elétrica.....	23
Figura 3: Fluxograma do processo produtivo de espessantes acrílicos	24
Figura 4: Armazenagem das matérias-primas	25
Figura 5: Reator químico industrial.....	26
Figura 6: Parte superior do reator em batelada.....	27
Figura 7: Efluente bruto.....	28
Figura 8: Aerador superficial de alta rotação	30
Figura 9: Equipamento de Jar-test	38
Figura 10: Conjunto para destilação	39
Figura 11: Filtros de carvão ativado	40
Figura 12: Conjunto da reação para produzir o espessante acrílico	41
Figura 13: Agitador mecânico	44
Figura 14: Viscosímetro Stormer	45
Figura 15: Linhas em repouso	46
Figura 16: Linhas em movimento.....	46
Figura 17: Aparelho de medição do pH.....	47
Figura 18: Efluente tratado com Manfloc 908 e Gel floc 4030 no Jar-test	49
Figura 19: Efluente bruto tratado com Gel floc 4030 no Jar-test.....	50
Figura 20: Efluente tratado com Manfloc 908 e destilado	51
Figura 21: Efluente tratado com Manfloc 908 e Gel floc 4030 no Jar-test e filtrado com carvão ativado	51
Figura 22: Efluente bruto tratado com Gel floc 4030 no Jar-test e filtrado com carvão ativado	52
Figura 23: Efluente tratado com Manfloc 908, destilado e filtrado com carvão ativado	52
Figura 24: Separação de fase da mistura na produção do espessante acrílico.....	54
Figura 25: Formação de grumos.....	55
Figura 26: Espessantes acrílicos produzidos a partir das amostras de água tratadas e padrão .	56
Figura 27: Aplicação da tinta Standard Fosco na parede	58
Figura 28: Tinta Standard Fosco após 30 dias aplicada na parede.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição de água doce nos Continentes	17
Tabela 2: Distribuição de água doce nas Américas	18
Tabela 3: Distribuição de recursos hídricos no Brasil	18
Tabela 4: Consumo de água no Brasil	19
Tabela 5: Parâmetros vs Valores máximos	31
Tabela 6: Parâmetros vs Valores máximos	32
Tabela 7: Identificação das amostras de água para reuso após tratamento físico e químico....	40
Tabela 8: Matérias-primas para fabricação dos espessantes acrílicos para tinta Standard Fosco	42
Tabela 9: Matérias-primas e reagentes para fabricação da tinta Standard Fosco	43
Tabela 10: Relação entre peso vs tempo	46
Tabela 11: Peso dos resíduos sólidos dos efluentes submetidos ao tratamento químico	50
Tabela 12: Parâmetros físico-químicos analisados nas amostras de águas para reuso.....	53
Tabela 13: Formação de grumos dos espessantes acrílicos produzidos	55
Tabela 14: Valores de referência das propriedades físico-químicas	56
Tabela 15: Resultados da viscosidade das provas da tinta Standard Fosco	57
Tabela 16: Resultados da densidade e pH para o padrão e as seis provas da tinta Standard Fosco.....	57

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVA E PROBLEMA	14
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Objetivo geral.....	15
1.2.1.1	Objetivos específicos.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	RECURSOS HÍDRICOS	16
2.1.1	Disponibilidade de água no mundo	16
2.1.2	Disponibilidade de água no Brasil.....	17
2.1.3	Água subterrânea.....	19
2.1.4	Sistema Aquífero Guarani (SAG)	20
2.2	A UTILIZAÇÃO DA ÁGUA NO PROCESSO INDUSTRIAL	21
2.2.1	Água subterrânea	21
2.2.2	Processo de desmineralização da água	22
2.2.2.1	Uso industrial da água	23
2.2.3	Processo industrial do Espessantes Acrílicos	24
2.2.3.1	Almoxarifado.....	25
2.2.3.2	Análise das matérias-primas.....	25
2.2.3.3	Pesagem das matérias-primas.....	25
2.2.3.4	Conferência das matérias-primas	26
2.2.3.5	Reator	26
2.2.3.6	Análise do produto acabado	27
2.2.3.7	Descarregamento do reator.....	27
2.2.3.7.1	<i>Lavagem do reator e equipamentos</i>	<i>27</i>
2.2.3.8	Embalagem.....	28
2.2.3.9	Expedição	28
2.2.4	Tratamento do efluente bruto.....	28
2.2.4.1	Tanque homogeneização ou equalização	29
2.2.4.2	Tanque de floculação	29
2.2.4.3	Tanque de aeração	29
2.2.4.3.1	<i>Código e Resolução de condições e padrões de lançamento de efluentes</i>	<i>30</i>
2.3	O REUSO DA ÁGUA	33

2.3.1	Padrão para reuso.....	33
2.3.2	Reuso agrícola	34
2.3.3	Reuso urbano	34
2.3.4	Reuso industrial	35
2.4	PARÂMETRO FÍSICO-QUÍMICOS	35
2.4.1	Condutividade elétrica	35
2.4.2	pH	36
2.4.3	Fenóis	36
2.4.4	Sólidos sedimentáveis	36
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
3.1	IMPORTÂNCIA DA PESQUISA E O ESTUDO REALIZADO	37
3.2	ÁREA ESTUDADA	37
3.3	COLETA DO EFLUENTE.....	37
3.4	MATERIAIS.....	38
3.4.1	Preparo do agente coagulante e floculante.....	38
3.4.2	Ensaio com Jar-test	38
3.4.3	Destilação do efluente tratado com Manfloc 908.....	39
3.4.4	Utilização do carvão ativado para purificação da água para reuso.....	39
3.5	OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS DE ESPESANTES ACRÍLICOS.....	40
3.5.1	Identificação das águas para reuso utilizadas para produzir espessantes acrílicos	40
3.5.2	Reação para adquirir o espessante acrílico	41
3.5.3	Base de tinta Standard Fosco	43
3.5.4	Análises das propriedades físico-químicas da tinta Standard Fosco	45
3.5.4.1	Viscosidade.....	45
3.5.4.2	pH	47
3.5.4.3	Densidade	47
3.5.5	Aplicação da tinta Standard Fosco	47
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
4.1	TIPOS DE TRATAMENTO DOS EFLUENTES	49
4.1.1	Ensaio com Jar-test.....	49
4.1.2	Destilação do efluente tratado com polímero Manfloc 908.....	50
4.1.3	Utilização de carvão ativado para purificação da água de reuso tratada	51
4.2	RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA PARA REUSO ..	53

4.3	OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS DE ESPESSANTES ACRÍLICOS	54
4.3.1	Reação para adquirir o espessante acrílico	54
4.3.2	Propriedades físico-químicas da tinta Standard Fosco	56
4.3.2.1	Viscosidade da tinta Standard Fosco	56
4.3.2.2	Densidade e pH da tinta Standard Fosco	57
4.3.3	Aplicação da tinta Standard Fosco	58
5	CONCLUSÃO	60
6	PERSPECTIVAS.....	61
	REFERÊNCIAS	62
	APÊNDICES	65
	APÊNDICE A – ESPESSANTES ACRÍLICOS OBTIDOS COM ÁGUA DE REUSO..	66
	APÊNDICE B – APLICAÇÃO DAS TINTAS TESTES NA PAREDE	67

1 INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais mais importante do nosso planeta, pois dela tiramos tudo o que precisamos para a nossa sobrevivência.

O setor industrial nos últimos anos vem crescendo e com ele a geração de resíduos. Em alguns casos as indústrias não tratam os efluentes gerados e acabam descartando indevidamente nos corpos d' água.

Na indústria de espessantes acrílicos a água utilizada é retirada de um poço subterrâneo, sendo que antes de ser usada industrialmente passa por um processo de purificação prévia e por trocadores iônicos para obter água isenta de sais minerais. A água para a indústria de espessantes acrílicos é extremamente importante sendo usada como matéria-prima, até a limpeza dos equipamentos. O efluente gerado passa por um tratamento físico-químico e após é descartado.

O efluente gerado na indústria de espessantes acrílicos, é o objeto de estudo que buscará metodologias para tratá-lo e identificar o melhor método de tratamento da água para o processo industrial.

1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA

Nas últimas décadas, com o crescimento da população mundial houve um aumento significativo no consumo da água, despertando grande preocupação com o meio ambiente.

A água é um recurso hídrico, que com o passar dos anos está diminuindo devido à desordem do homem, trazendo consequência muitas vezes irreversíveis. Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas) em 2017, mais de 2 bilhões de pessoas no mundo não têm acesso a água potável e mais de 4,5 bilhões a serviços de saneamento adequados.

Nos processos industriais, a água é essencial para a fabricação de produtos, sendo que em muitos casos é a mais importante. Também é usada em processos de resfriamento e aquecimento, utilizada em equipamentos, e em limpezas em geral.

Na indústria de espessantes acrílicos objeto de estudo deste trabalho, é utilizada água subterrânea, que passa por um tratamento para purificação, em seguida é clorada, e após desmineralizada por trocadores iônicos, e então usada na produção. O efluente gerado é

tratado por métodos físico-químicos, sendo que depois de tratado o efluente é descartado. Este desperdício hídrico poderia ser evitado, preservando assim os mananciais.

Dessa forma estaríamos contribuindo para a diminuição do desperdício e para com a preservação ambiental, considerando-se especialmente que, uma das maiores devastações do ecossistema são originadas dos processos industriais.

Através das circunstâncias descritas, apresenta-se a pesquisa: **o efluente gerado na fabricação de espessantes acrílicos poderá ser reutilizado no processo após adequado tratamento? Este estudo foi realizado em uma indústria de um município do sul de Santa Catarina, no ano de 2018.**

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Reutilizar após tratamento adequado o efluente gerado no processo industrial para a produção de espessantes acrílicos, evitando o desperdício hídrico e assim contribuindo para a preservação dos mananciais.

1.2.1.1 Objetivos específicos

- a) Desenvolver metodologias de tratamentos para o efluente gerado na indústria de espessantes acrílicos a fim de melhorar os seus parâmetros físico-químicos;
- b) Utilizar as amostras dos efluentes após submetidas aos tratamentos para a realização das provas para produzir os espessantes acrílicos;
- c) Analisar as propriedades características da tinta com a adição do espessante acrílico produzido a partir da água reutilizada;
- d) Identificar o melhor método de tratamento do efluente para o reuso da água tratada na produção de espessantes acrílicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 RECURSOS HÍDRICOS

A água é fundamental para a sobrevivência dos seres vivos no planeta. Esse recurso natural de grande relevância sendo aplicada em várias atividades do nosso dia-a-dia, e que vem se tornando cada vez mais escassa no Brasil e no mundo.

2.1.1 Disponibilidade de água no mundo

A água no nosso planeta refere-se a sua importância para o ciclo da água. O processo ocorre com a evaporação da água dos oceanos e superfícies, com a umidade formam nuvens na atmosfera. As nuvens ficam saturadas e alcançam o ponto máximo de precipitação, ocorrendo as chuvas. As nuvens se formam, devido a diminuição da temperatura e a água na forma de vapor transforma-se em líquida. (LIMA, 2008).

A água pode ser encontrada em três estados físicos: sólido, líquido e gasoso. A maior quantidade de água está no estado líquido sendo encontrada nos oceanos, imprópria para consumo humano.

O mapa da disponibilidade de água no mundo mostra que o planeta é coberto por cerca de 97,50% de água nos oceanos. Nas geleiras, onde há maior concentração de água doce do planeta, se encontra 2,493% de água, mas é de difícil acesso. Somente 0,007% da água doce é de fácil acesso e está disponível para o consumo da maioria dos seres vivos, estando localizada em rios, lagos e pântanos. (FERREIRA et al.; 2008).

As águas do nosso planeta não são distribuídas uniformemente entre os continentes. Apenas alguns países concentram juntos grandes reservas e acumulam um total de 60% da água doce do globo, entre eles está o Brasil, a Rússia, a China, o Canadá, a Indonésia, os Estados Unidos, a Índia, a Colômbia, e a República Democrática do Congo. (ANA, 2009).

A disponibilidade de recursos hídricos vem mostrando que há uma grande diversidade de água distribuída no mundo. De acordo com a Tabela 1, nota-se a distribuição da água doce própria para o consumo é desigual entre os continentes.

Tabela 1: Distribuição de água doce nos Continentes

África	9,7%
Américas	39,6%
Ásia	31,8%
Europa	15%
Oceania	3,9%

Fonte: da autora adaptado de ANA, 2009.

O uso da água doce para o desenvolvimento da atividade econômica (id *ibid.*), revela que em países em desenvolvimento agrícola como a Índia, a China, o Egito, os Países baixos, a França e a Inglaterra, mais de 90% da água extraída é para a agricultura.

No mundo a disponibilidade de água doce (rios, lagos e pântanos) corresponde a utilização de somente 8% para fins domésticos, 22% para uso industrial e para uso agrícola abrange a maior quantidade 70% dos recursos hídrico disponíveis. (FERREIRA et al.; 2008).

Em países de alta renda, o uso da água para fins domésticos correspondentes a 11%, seguido de 59% utilizada em indústrias, e somente 30% são para o uso na agricultura. Em países de baixa e média renda, o uso de água para fins domésticos corresponde a 8%, indústria 10%, e na agricultura são 82%. (ANA, 2009).

2.1.2 Disponibilidade de água no Brasil

Atualmente o Brasil ocupa o quinto lugar entre os países com maior área territorial e populacional, segundo o IBGE dados de 2018 com uma área de 8.515.759,090 km² e cerca de 208.786.490 habitantes.

No Brasil a vazão de água é considerada correspondente ao ciclo da água em uma bacia hidrográfica, no que diz respeito as águas superficiais e subterrâneas. Os grandes acúmulos de água no país, ocorrem devido as chuvas e os fluxos referentes a outros países. “ Essa água é utilizada para diferentes atividades econômicas, retorna ao ambiente e sai do território seja para o Oceano Atlântico seja para países vizinhos na bacia platina. ” (ANA, 2017, p.7).

No ano de 2015 os recursos naturais no Brasil dispunham de 6,2 trilhões de metros cúbicos de água renováveis no país, que sofreu algumas oscilações no período analisado pelas CEAA (Contas Econômicas Ambientais da Água), que foi de 2013 a 2015. Esse total era de 7,4 trilhões de metros cúbicos de água em 2013, subiu para 7,6 trilhões de metros cúbicos de água em 2014 e recuou para 6,2 trilhões de metros cúbicos de água em

2015. Considerando os recursos hídricos disponíveis em 2015 e a população do país, o Brasil tinha naquele ano cerca de 30,3 mil metros cúbicos de água por habitante. (IBGE, 2018).

As Américas depunham de 39,6% do total de água doce do mundo, sendo que na América do Sul é a que contém a maior concentração de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2: Distribuição de água doce nas Américas

América Central	6,5%
América do Norte	32,2%
América do Sul	61,3%

Fonte: da autora adaptado de ANA, 2009.

O Brasil dispõe de 12% da água doce no mundo, sendo que 34,9% do total das Américas e 56,9% do total da América do Sul. No país, 68% desta água disponível no país estão localizadas na região do Amazônia e os outros 32% para abastecer as outras regiões do país. (ANA, 2009).

O território nacional recebe no geral grande quantidade de chuva durante o ano e tem condições climáticas que favorecem o mesmo, porém são distribuídas de forma desigual conforme Tabela 3. Na região Sudeste por exemplo a maior concentração populacional do país, tem disponível apenas 6% do total de água. (SIQUEIRA, 2009/2010).

Tabela 3: Distribuição de recursos hídricos no Brasil

Norte	68%
Nordeste	3%
Sudeste	6%
Sul	7%
Centro-Oeste	16%

Fonte: da autora adaptado de ANA, 2009.

A região Norte, com 7% da população, possui 68% da água do país, enquanto o Nordeste, com 29% da população, possui 3%, e o Sudeste, com 43% da população, conta com 6%. Além disso, problemas como desmatamento das nascentes e a poluição dos rios agravam a situação. Em consequência, 45% da população não têm acesso aos serviços de água tratada e 96 milhões de pessoas vivem sem esgoto sanitário. No Brasil, 40% da água tratada fornecida aos usuários são desperdiçados. Cada pessoa necessita de 40 litros de água por dia, mas a média brasileira de consumo é de 200 litros. (SIQUEIRA, 2009/2010, p.12).

A aplicação da água doce para o uso pessoal no Brasil de acordo com a pesquisa realizada pela ONU em 2012, recomendou o uso de 110 litros por habitante/dia, porém os estudos indicaram que a média do brasileiro chega a 166,3 litros de água por habitante/dia.

No desenvolvimento da atividade econômica, o setor agrícola consome o correspondente 72% pelo uso da água no Brasil. Sem falar nas contaminações por agrotóxico

que acabam atingindo o solo, as nascentes, o ser humano prejudicando sua saúde. Os setores industriais consomem em torno de 7% da água no país. Para o uso doméstico ou urbano correspondentes a um consumo de 9% do total de água disponível. (ANA, 2012).

Tabela 4: Consumo de água no Brasil

Agricultura	72%
Consumo Animal	11%
Consumo Urbano	9%
Industrial	7%
Consumo Rural	1%

Fonte: da autora adaptado de ANA, 2012.

A tabela acima demonstra quais as atividades que consomem mais água no país. Em alguns casos pode-se tomar atitudes para minimizar o gasto exagerado de água e adotar posturas no uso doméstico, nas indústrias como reservar a água da chuva seria uma boa opção para diminuir o desperdício, principalmente em atividades como a agricultura que requer grandes quantidades de água.

2.1.3 Água subterrânea

O lençol freático, também conhecido de nível d'água ou nível freático é determinado como a existência de água subterrânea, devido as águas da chuva que se infiltrarem no solo. Na parte inferior fica a zona de saturação, onde o solo ou rocha está muito úmido, devido a quantidade de água e representa a fronteira abaixo do freático. A fronteira acima fica a zona de aeração, lugar onde os poros estão tomados de água e por ar. (ABAS, 2008).

As rochas saturadas, que permitem circulação, armazenamento e extração de água, são chamadas de aquíferos. Os aquíferos podem ser classificados quanto aos tipos de espaços vazios em: Porosos com água armazenada nos espaços entre os grãos criados durante a formação da rocha; é o caso das rochas sedimentares, como os arenitos do Sistema Aquífero Guarani. Os aquíferos porosos funcionam como esponjas, nas quais os espaços vazios são ocupados por água. Fissurais (cristalino/embasamento cristalino) a água circula pelas fissuras resultantes do faturamento de rochas relativamente impermeáveis (ígneas ou metamórficas), como os basaltos que estão sobre arenitos do Guarani. Cársticos são os aquíferos formados em rochas carbonáticas (sedimentares, ígneas ou metamórficas). Constituem um tipo peculiar de aquífero fraturado, no qual as fraturas, devido à dissolução do carbonato pela água, podem atingir aberturas muito grandes, criando, neste caso, verdadeiros rios subterrâneos. São exemplos destes as regiões da Gruta de Maquiné, São Domingos, Vale do Ribeira e Bonito. (id ibid., 2008, p.6).

Os aquíferos podem ser classificados referentes a sua posição e estrutura como: livres, confinados e semi-confinados. Livres, são os aquíferos localizados mais perto da superfície, circunstância do Aquífero Pantanal. Confinados são definidos pela existência de uma camada inferior de permeabilidade a uma pressão acima à atmosférica, circunstância do sistema Aquífero Guarani, que possui os poços extensos, em termos de profundidade, podendo ser artesianos, sendo que a água flui do poço sem a utilidade de ferramenta para o bombeamento. Semi-confinada condição de intermédio entre os citados anteriormente. (id *ibid.*).

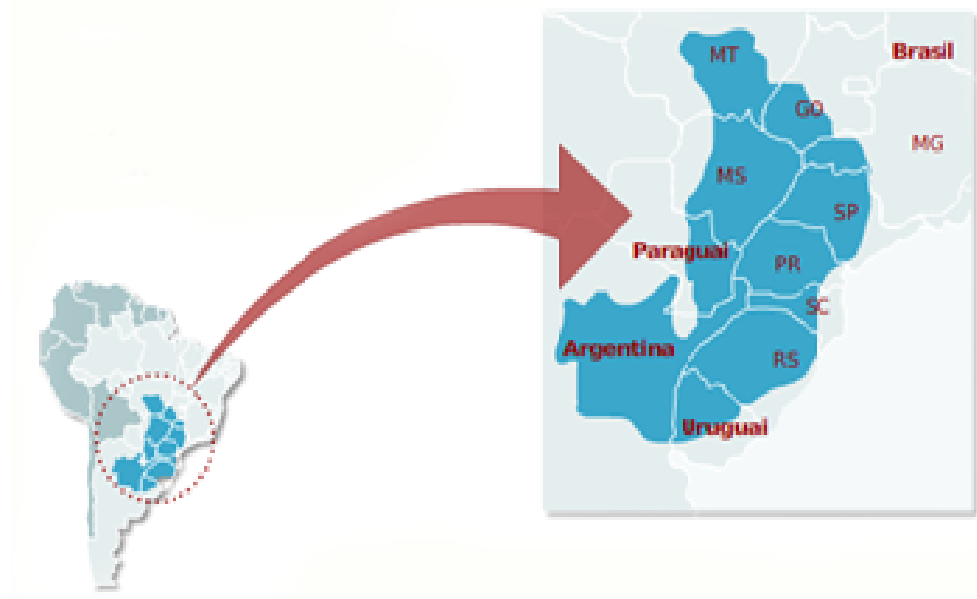
2.1.4 Sistema Aquífero Guarani (SAG)

As águas subterrâneas, vem cada vez mais ganhando espaço no gerenciamento, e na sociedade desde 2001. O Projeto de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani, pesquisou e obteve os conhecimentos do Sistema Aquífero Guarani mostrando a criação de mecanismos de controle das águas subterrâneas e da união entre os países localizados na América do Sul como o Brasil, a Argentina, o Paraguai e o Uruguai, países que residem no Aquífero. (ABAS, 2011).

A porcentagem do aquífero correspondente a cada país: Brasil: 61,65%; Argentina: 20,98%; Paraguai: 8,05% e Uruguai: 3,32%. Presença do aquífero nos estados de cada país, Argentina: Misiones, Entre Rios, Corrientes, Chaco, Formosa e Santiago Del Estero. Brasil: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Paraguai e Uruguai não são países federados. Volume total de água estimado: Considerando um volume permeável de 90%, as reservas totais são da ordem de 29.551,6+/-4.000 km³. Volume presente apenas na parte situada em território brasileiro: O estudo do aquífero foi realizado na escala 1:1.000.000, portanto o detalhamento está limitado à resolução dessa escala, de forma que uma proporcionalidade entre as áreas, em cada país, dá uma ideia preliminar, das reservas em seus territórios. (id *ibid.*, 2011, p.22).

Em 2011, 87% das águas extraídas no SAG, eram retiradas do Brasil, devido o país possuir a maior porcentagem territorial dentro do aquífero. Aproximadamente 66% desta água eram utilizados para o abastecimento da população. (id *ibid.*).

Figura 1: Países e Estados brasileiros que pertence ao Sistema Aquífero Guarani



Fonte: ABAS, 2011.

“Os principais sistemas de aquíferos no Brasil, possuem uma área de aproximadamente 2.761.086 km², com reserva reguladora de 20.473 m³/s, reserva explotável de 4.094 m³/s e contém 416.000 poços explorados no Brasil”. (ANA, 2009, p.8).

O Plano Nacional de Recursos Hídrico prevê que existam mais de 400.000 poços artesianos no Brasil, sendo utilizados em várias atividades, como abastecimento público, irrigação, indústria e lazer. Em torno de 15% dos domicílios brasileiros utilizam necessariamente água subterrânea para o uso. O Estado de São Paulo, cerca de 5,5 milhões de pessoas necessitam da água subterrânea, no Maranhão, o equivalente de 70% e no Piauí, ultrapassa de 80% das cidades que são dependentes deste tipo de abastecimento. (SIQUEIRA, 2009/2010).

2.2 A UTILIZAÇÃO DA ÁGUA NO PROCESSO INDUSTRIAL

2.2.1 Água subterrânea

Antes da implantação da empresa, o local foi estudado e constataram na época que tinha grande reserva de água subterrânea. Então construíram um poço de aproximadamente 70 metros de profundidade, para utilizar a água subterrânea no processo industrial.

A água é retirada do poço por bombeamento e é transferida para um tanque no qual, passa pelo método de filtração (carvão ativado, areia, pedregulho...), e recebe a dosagem de cloração. Em seguida é mantida em um reservatório com capacidade de 20 metros cúbicos.

2.2.2 Processo de desmineralização da água

Do reservatório, a água é encaminhada para um outro processo de filtração, somente com carvão ativado, para a eliminação do cloro livre presente, e em seguida é conduzida para as colunas de troca iônica.

No processo de tratamento baseado nas colunas de troca iônica, primeiramente a água passa pela resina catiônica, íons positivamente carregados são substituídos pelos íons hidrogênio. Na sequência a água passa pela resina aniônica no qual os ânions presentes são substituídos pelos íons hidroxilas. Os íons hidrogênios e hidroxilas reagem formando moléculas de água, no qual resulta em uma solução desmineralizada. (CAVALCANTI, 2016).

Troca iônica é um processo unitário onde íons de uma determinada carga (cátions ou ânions) presentes em uma solução são adsorvidos em um material sólido (trocador de íons) sendo substituído em quantidades equivalentes por outros íons de mesma carga liberados pelo material sólido. (id *ibid.*, p. 432).

Com a passagem da água pelas resinas, as mesmas como o passar do tempo perdem sua eficiência, e é necessário fazer sua regeneração. Para as resinas catiônicas utiliza-se uma solução de ácido clorídrico ou sulfúrico em concentrações entre 1 a 8% e para resinas aniônicas aplica-se soda cáustica em concentrações que variam entre 2 a 4%. As soluções são adicionadas em uma baixa vazão sendo que aos poucos percorre todo o leito em um período de 30 a 60 minutos. (id *ibid.*).

Na indústria de espessantes acrílicos objeto deste estudo, após a passagem da água pelos trocadores iônicos, há acoplado na coluna de tratamento um condutivímetro, cuja a função é medir a condutividade elétrica da água resultante do processo de purificação por troca iônica (Figura 2). No processo de produção dos espessantes acrílicos a condutividade da água não poderá passar o valor de 60 $\mu\text{S}/\text{cm}$, devido possibilidade de incidência de grumos aumentar nos produtos fabricados.

Figura 2: Aparelho de condutividade elétrica



Fonte: da autora, 2018.

A desmineralização é um processo específico para obter água pura, isenta de sais minerais. A pureza da água é medida pela condutividade elétrica, que é estimulado pela presença de íons inorgânicos (cátions e ânions). Esses íons causam danos para alguns processos industriais, por este motivo necessitam ser removidos da água. (TECITEC, 2018).

Depois da desmineralização da água, a mesma irá para um reservatório de água com capacidade de 200 mil litros, para ser usada conforme a necessidade fabril.

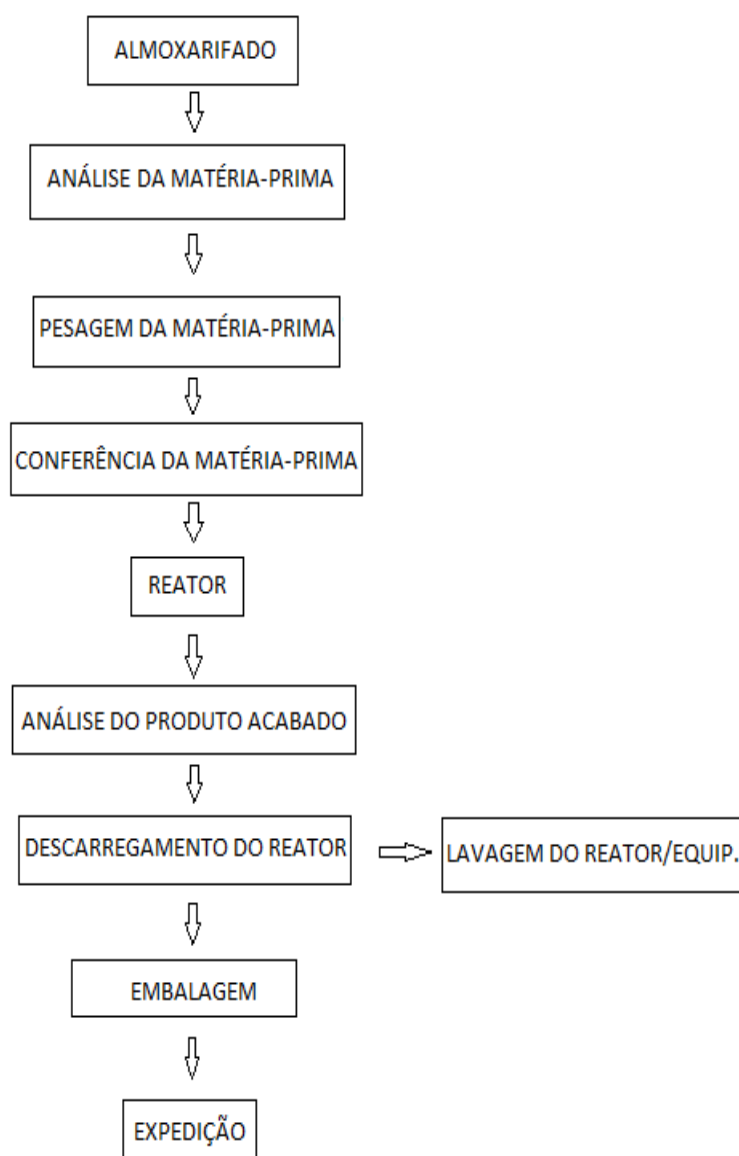
2.2.2.1 Uso industrial da água

A água desmineralizada além de ser usada no processo industrial, também é direcionada para os laboratórios, que realizam as provas que simulam em pequena escala, o que pode acontecer durante o processo industrial, seguindo os mesmos critérios de fabricação para que os resultados sejam uniformes.

2.2.3 Processo industrial do Espessantes Acrílicos

As etapas correspondentes ao processo de fabricação dos produtos da empresa em estudo, seguem a Figura 3.

Figura 3: Fluxograma do processo produtivo de espessantes acrílicos



Fonte: da autora, 2018.

2.2.3.1 Almoxarifado

Com o recebimento das matérias-primas na empresa, as mesmas são armazenadas no almoxarifado (Figura 4).

Figura 4: Armazenagem das matérias-primas



Fonte: da autora, 2018.

O responsável do setor irá coletar as amostras e encaminhará ao laboratório para análise (inspeção de entrada).

2.2.3.2 Análise das matérias-primas

As matérias-primas antes de irem para a linha de produção passam pelo controle de qualidade, procedimento necessário para serem utilizadas no processo fabril, sendo aprovadas, são liberadas para produção.

2.2.3.3 Pesagem das matérias-primas

Conforme a ordem de produção as matérias-primas são pesadas em sequência na balança do almoxarifado de acordo com o produto que será produzido.

2.2.3.4 Conferência das matérias-primas

O operador do reator é responsável por conferir o peso e as matérias-primas, certificando-se que está de acordo com o produto a ser produzido.

2.2.3.5 Reator

O reator da empresa (Figura 5) que produz espessantes acrílicos trabalha em sistema de batelada, o operador responsável irá adicionar as matérias-primas conforme o procedimento da empresa e a formulação do produto, e deverá se encarregar de dar as bateladas no tempo e a quantidade certa, atestado em um lote final adequado.

Figura 5: Reator químico industrial



Fonte: Roberts, 2009.

O reator é usado para produzir vários produtos diferentes. O mesmo tem um revestimento ao redor para permitir que o calor seja transferido para dentro ou para fora do conteúdo do reator por meio de um fluido de aquecimento ou resfriamento que circula através do revestimento. (ROBERTS, 2009).

Figura 6: Parte superior do reator em batelada



Fonte: Roberts, 2009.

No reator (Figura 6), há uma janela de visão superior de vidro, no qual permite que o conteúdo seja observado. (id ibid.).

2.2.3.6 Análise do produto acabado

Após o encerramento da reação, o operador responsável coletará uma amostra do produto acabado, e irá encaminhá-la para o controle de qualidade. Esta análise é necessária conforme o procedimento da empresa para verificar sua conformidade. Após aprovado, o produto acabado está liberado para o envase.

2.2.3.7 Descarregamento do reator

Após o produto acabado ser liberado, o reator já pode ser descarregado, para o envasamento do produto e na sequência o enxague.

2.2.3.7.1 Lavagem do reator e equipamentos

Após o descarregamento do reator, o mesmo é lavado, junto aos outros equipamentos utilizados. A água residual de lavagem é encaminhada para o setor de tratamento de efluentes conforme será explicado na sessão 2.2.4.

2.2.3.8 Embalagem

O envase do produto acabado é feito através do descarregamento do reator, podendo ser embalado o produto em container, bambona, barrica ou balde, conforme o produto e a necessidade do cliente. Após embalado o produto seguirá para a expedição.

2.2.3.9 Expedição

Na expedição, os produtos embalados permanecerão até a transportadora responsável pelo transporte coletar o pedido. O responsável na expedição tem o dever de fazer o transporte do produto para o caminhão.

2.2.4 Tratamento do efluente bruto

O efluente bruto (Figura 7) da produção, é conduzido por uma grade de 2,5 cm, no qual ficam retidos os sólidos mais grossos.

Figura 7: Efluente bruto



Fonte: da autora, 2018.

Então o efluente é direcionado através de encanamentos para o processo de tratamento.

2.2.4.1 Tanque homogeneização ou equalização

O efluente chega ao tanque de homogeneização ou equalização, processo importante para garantir as próximas fases do tratamento, cuja função é de garantir o mesmo fluxo de saída para manter o funcionamento apropriado do equipamento de tratamento. (CAVALCANTI, 2016).

A equalização tem como principal objetivo regular a vazão, pois variações bruscas impossibilitam o funcionamento das unidades sequenciais no processo de tratamento.

O objetivo secundário da equalização de fluxo é também amortecer o pH, concentrações e vazão mássica dos constituintes dos despejos, através da mistura do próprio despejo no dispositivo de equalização. Isto resulta em uma carga mais uniforme dos constituintes dos despejos, (em suspensão ou dissolvidos) bem como do pH. (id ibid., 2016, p.223).

A grande maioria das indústrias fabricam uma infinidade de produtos gerando efluentes descontínuos com grande ou pequeno grau de alteração, seja de forma quantitativa como qualitativa, o oposto daquelas indústrias que fabricam somente um tipo de produto. (id ibid.).

2.2.4.2 Tanque de floculação

No tanque de floculação ocorre o processo de formação de colóides (tamanhos entre 1nm a 1µm) formando partículas em suspensão maiores, chamadas de flocos. Os coagulantes utilizados neste processo são compostos que adicionados nos efluentes industriais ocasionam coagulação e a floculação em virtude da formação de uma solução de íons necessário para a redução do potencial Zeta, que é a medida importante da repulsão ou atração eletrostática ou das cargas entre partículas. (id ibid., 2016).

“A floculação promove a agregação de partículas pequenas a partículas maiores para permitir a remoção por sedimentação.” (METCALF, 2016).

2.2.4.3 Tanque de aeração

O processo de aeração tem a função de facilitar a área de contato entre a água e o ar, aumentando a troca de gases e compostos voláteis entre eles. São utilizados equipamentos

mecânicos de aeração, como sopradores, compressores ou aeradores (superficiais ou submersos). (CAVALCANTI, 2016).

Figura 8: Aerador superficial de alta rotação



Fonte: Metcalf, 2016.

Na sequência o efluente devidamente tratado (Figura 8), poderá ser descartado seguindo os parâmetros de lançamento de efluentes conforme o art. 177 do Código Estadual Meio Ambiente 14.675 de abril de 2009, diz que os efluentes somente podem ser lançados direta ou indiretamente nos corpos da água interiores, lagunas, estuários e na beira-mar quando obedecidas às condições previstas nas normas federais.

2.2.4.3.1 Código e Resolução de condições e padrões de lançamento de efluentes

O Código Ambiental do Estado de Santa Catarina, 13 de abril 2009), através da Lei nº 14.675, na Seção II, Dos Recursos Hídricos, discorre em seu Art 177:

Art. 177. Os efluentes somente podem ser lançados direta ou indiretamente nos corpos de água interiores, lagunas, estuários e na beira-mar quando obedecidas às condições previstas nas normas federais e as seguintes: I - pH entre 6,0 e 9,0; II - assegurar o transporte e dispersão dos sólidos nos lançamentos subaquáticos em mar aberto, sendo que o limite para materiais sedimentáveis será fixado pelo órgão licenciador em cada caso, após estudo de impacto ambiental realizado pelo interessado; III - ausência de materiais flutuantes visíveis; IV - concentrações máximas dos seguintes parâmetros em miligramas por litro, além de outros a serem estabelecidos:

Tabela 5: Parâmetros vs Valores máximos

Parâmetros	Valores máximos
Óleos vegetais e gorduras animais	30,0 mg/L
Cromo hexavalente	0,1 mg/L
Cobre total	0,5 mg/L
Cádmio total	0,1 mg/L
Mercurio total	0,005 mg/L
Níquel total	1,0 mg/L
Zinco total	1,0 mg/L
Arsênio total	0,1 mg/L
Prata total	0,02 mg/L
Selênio total	0,02 mg/L
Manganês + 2 solúvel	1,0 mg/L
Fenóis	0,2 mg/L
Substâncias tensoativas que reagem ao azul de metileno	2,0 mg/L
Compostos organofosforados e carbamatos	0,1 mg/L
Sulfeto de carbono, etileno	1,0 mg/L
Outros compostos organoclorados	0,05 mg/L

Fonte: SANTA CATARINA, 2009.

V - lançamentos em trechos de lagoas, lagunas e estuários, além dos itens anteriores, devendo ser observado o limite de 4 mg/L de concentração de fósforo total, sendo que: a) o efluente deve atender aos valores de concentração acima estabelecidos ou os sistemas de tratamento que devem operar com a eficiência mínima de 75% (setenta e cinco por cento) na remoção de fósforo, desde que não altere as características dos corpos de água previstas em lei; b) a FATMA deve realizar estudos para fundamentar a permanência ou modificação dos parâmetros previstos na alínea “a”, cujos resultados devem ser encaminhados ao CONSEMA para, em havendo necessidade de modificação, providenciar resolução normatizadora; VI - tratamento especial, quando oriundos de hospitais e outros estabelecimentos contendo despejos infectados com microrganismos patogênicos, e se forem lançados em águas destinadas à recreação de contato primário e à irrigação, qualquer que seja o índice de coliforme inicial; VII - todas as avaliações devem ser feitas para as condições mais desfavoráveis ao ambiente a fim de assegurar os padrões de qualidade previstos para o corpo de água; VIII - no caso de lançamento em cursos de água, os cálculos de diluição devem ser feitos para o caso de vazão máxima dos efluentes tratados e vazão ecológica dos cursos de água; IX - no cálculo das concentrações máxima permissíveis não são consideradas vazões de efluentes líquidos obtidas através de diluição dos efluentes; X - o regime de lançamento contínuo de 24 (vinte e quatro) horas/dia deve ter variação máxima de vazão de 50% (cinquenta por cento) da vazão horária média; XI - DBO 5 dias, 20°C no máximo de 60 mg/l, sendo que este limite somente pode ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento biológico de água residuária que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento); e XII - os efluentes líquidos, além de obedecerem aos padrões gerais anteriores, não devem conferir ao corpo receptor características em desacordo com os critérios e padrões de qualidade de água, adequados aos diversos usos benéficos previstos para o corpo de água.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 13 de maio 2011), através da Resolução nº 430 na Seção II, Das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, discorre em seu Art 16:

Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedecem às condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis: I - Condições de lançamento de efluentes: a) pH entre 5 a 9; b) temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura; c) materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes; d) regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vez a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente; e) óleos e graxas: 1. óleos minerais: até 20 mg/L; 2. óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L; f) ausência de materiais flutuantes; e g) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C): remoção mínima de 60% de DBO sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor; II - Padrões de lançamento de efluentes:

Tabela 6: Parâmetros vs Valores máximos

Parâmetros inorgânicos	Valores máx.
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total (Não se aplica para o lançamento em águas salinas)	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	1,0 mg/L CN
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo hexavalente	0,1 mg/L Cr ⁺⁶
Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr ⁺³
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
Parâmetros Orgânicos	Valores máx.
Benzeno	1,2 mg/L
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano (somatório de 1,1 + 1,2cis + 1,2 trans)	1,0 mg/L
Estireno	0,07 mg/L
Etilbenzeno	0,84 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5mg/L C ₆ H ₅ OH
Tetracloroeto de carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L
Tolueno	1,2 mg/L
Xileno	1,6 mg/L

Fonte: CONAMA, 2011.

§ 1º Os efluentes oriundos de sistemas de disposição final de resíduos sólidos de qualquer origem devem atender às condições e padrões definidos neste artigo. § 2º Os efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários devem atender

às condições e padrões específicos definidos na Seção III desta Resolução. § 3º Os efluentes oriundos de serviços de saúde estarão sujeitos às exigências estabelecidas na Seção III desta Resolução, desde que atendidas as normas sanitárias específicas vigentes, podendo: I - ser lançados em rede coletora de esgotos sanitários conectada a estação de tratamento, atendendo às normas e diretrizes da operadora do sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitários; e II - ser lançados diretamente após tratamento especial.

O Código Ambiental do Estado de Santa Catarina e CONAMA, descrito sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, mostra que em muitos parâmetros analisados ambos estão muito próximos e/ou iguais.

2.3 O REUSO DA ÁGUA

Para o reuso da água, o efluente gerado em uma determinada atividade, deve ser submetido a algum processo de tratamento, para então ser direcionado para um reservatório para a sua reutilização no processo.

2.3.1 Padrão para reuso

Para a água de reuso industrial, não existe um padrão de qualidade, devido aos distintos processos industriais para os quais que cada processo irá exigir padrões de qualidade característicos com o tipo de finalidade que será determinado pelo setor onde será reaproveitada. (CAVALCANTI, 2016).

No Brasil, não existe padrão de qualidade para reuso da água, apenas conforme a Resolução 54 de 28 de novembro 2005 do CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos), que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água. Quanto aos sistemas de aproveitamento da água da chuva, as diretrizes do projeto e dimensionamento são objeto da NBR, 15.527. Água da Chuva- Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potável, publicada em 24 de outubro 2007 pela ABNT. (id ibid., p. 205).

O processo de tratamento da água para reuso deve seguir as normas de qualidade necessárias e a viabilidade do seu reuso deve ser verificado de acordo com os métodos técnicos e econômicos. (id ibid.).

Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005 Art. 3º estabelece que o reuso direto não potável de água abrange as seguintes modalidades:

I - reuso para fins urbanos: utilização de água de reuso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana; II - reuso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reuso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas; III - reuso para fins ambientais: utilização de água de reuso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente; IV - reuso para fins industriais: utilização de água de reuso em processos, atividades e operações industriais; e, V - reuso na aquicultura: utilização de água de reuso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos. (RESOLUÇÃO nº 54, 2005, p. 2).

Assim água de reuso, proveniente do processo de tratamento de efluente bruto, somente poderá ser reutilizada para fins não potáveis.

2.3.2 Reuso agrícola

O reuso de águas residuais para atividade agrícola deve ter um monitoramento sanitário rigoroso em que a finalidade para irrigação de alimentos como frutas, hortaliças, ou seja, alimentos que podem ser consumidos crus, é de extrema importância o tipo de água a ser usada para este fim, pois através desta água poderá trazer certos tipos de doenças. (DE PÁDUA, 2011).

A USEPA (*United State Enviromental Protection Agency*) exige para a irrigação, um padrão de qualidade de efluentes, próximo ao padrão de potabilidade da água para consumo humano, em que deve haver ausência de coliformes, turbidez no 2uT e cloro residual de 1 mg/L. Os padrões para o reuso somente podem ser obtidos com processos rigorosos de tratamento, incluindo filtração e desinfecção. (id *ibid.*).

2.3.3 Reuso urbano

Para o reuso de água para fins urbanos é preciso tratamento apropriado para não prejudicar a saúde humana. Levar em consideração os aspectos estéticos, como cor, odor e turbidez elevadas, podem não ser aceitos pela sociedade, mesmo dentro dos padrões sanitários exigidos pelos órgãos de saúde. (id *ibid.*).

2.3.4 Reuso industrial

Na indústria, a água tem diversas finalidades desde seu uso como matéria-prima até a refrigeração de equipamentos. Diversos são as justificativas para a reutilização das águas residuais na indústria e tem se tornado cada vez mais comum esta prática.

Para reuso industrial, a USEPA aponta que é necessário o processo de tratamento contra corrosão, incrustação e/ou formação de espumas e biofilmes. As águas para resfriamento e as águas para caldeiras, muitas vezes são os processos que requerem maiores quantidades de águas nos processos industriais. Nas indústrias que precisam de torres de resfriamento em seus processos produtivos, ocorre uma enorme perda de água por evaporação, água esta que poderia ser novamente reutilizada. (id ibid., 2011).

2.4 PARÂMETRO FÍSICO-QUÍMICOS

Os parâmetros físico-químicos da água são relevantes para conhecer sua qualidade característica como a cor, cheiro, sabor entre outros, podem alterar significativamente na água.

2.4.1 Condutividade elétrica

A condutividade é uma medida de competência em que a água resiste a uma corrente elétrica. A condutividade estima a qualidade do tratamento no sentido de se obter uma água sem sais. (CAVALCANTI, 2016).

Atualmente, a CE da água é um dos parâmetros mais importantes utilizados na verificação da adequabilidade para uso na irrigação. A salinidade do esgoto tratado para o uso na irrigação é estimada pela medição de condutividade elétrica. (METCALF, 2016, p.88).

Nas unidades, a condutividade elétrica pode ser expressa em milisiemens por centímetro (mS/cm) ou microsiemens por centímetro (μ S/cm). (id ibid., 2016).

2.4.2 pH

O pH equivale ao potencial hidrogeniônico de uma solução aquosa, que determina a concentração de íons hidrogênio (H^+), medido o fator de acidez (< 7) ou alcalinidade (> 7) de uma solução aquosa, sendo que 7 está em neutralidade. (id ibid., 2016).

O pH é um parâmetro significativo e se for comprometido trará mudança no sabor da água, no processo de tratamento, deficiência na cloração, entre outros fatores. (id ibid.).

O pH pode ser medido através de fitas indicadoras correspondentes as cores que estão na caixa ou através de um aparelho de pHmetro, sendo que este tem maior precisão no resultado.

2.4.3 Fenóis

São compostos que possuem a um ou mais grupos hidroxilas, ligados ao átomo de carbono de um anel aromático. Podem ser também álcoois do tipo R-OH onde o R é um grupo benzênico. O composto mais simples é o fenol, ácido fênico ou hidrobzeno, que é caracterizado por uma hidroxila ligada ao anel benzênico. Os monometil fenóis são chamados de cresóis. (CAVALCANTI, 2016).

A água potável clorada em contato com os fenóis pode causar a formação de compostos clorofenóis, que deixa a água com concentração de 5 ppb, causando um péssimo gosto e cheiro na água. As concentrações de fenóis acima de 200 ppm poderá comprometer o tratamento biológico diminuindo ou radicalizado a atividade bacteriana. (id ibid.).

2.4.4 Sólidos sedimentáveis

Os sólidos sedimentáveis, são aqueles capazes de sedimentar uma substância após um período de 1 hora em repouso, utilizando um recipiente denominado de cone Imhoff, com valores expressos em mL/L que segue a legislação ambiental dos padrões de lançamento água residuais. (CAVALCANTI, 2016).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 IMPORTÂNCIA DA PESQUISA E O ESTUDO REALIZADO

Dizer da importância da pesquisa como forma de interpretar a realidade e construir-se conhecimento parece-nos até irrelevante pois, no mundo atual, não existe outro conceito sistemático que nos possibilite uma visão holística do mundo ao redor se não pela investigação científica. (DEMO, 2012).

O trabalho investigativo realizado foi fundado na abordagem quantitativa sob método de procedimento do tipo estudo de caso de nível descritivo. Yin (2005) quando trata de estudos de caso experimentais afirma que, estes, podem ser descritivos e/ou explanatórios. Diz também que, o que diferencia essas estratégias não é a hierarquia, mas, as três outras condições como: a) tipo de questão de pesquisa proposta; b) extensão do controle que o pesquisador tem sobre eventos comportamentais atuais; c) no grau de enfoque em acontecimentos contemporâneos em oposição à acontecimentos históricos. Continua o autor discorrendo que são realizados experimentos que permitem ao investigador manipular o comportamento do objeto estudado direta, precisa e sistematicamente. Assim pode ocorrer em um laboratório, onde o experimento pode manipular uma ou duas variáveis isoladas. (id ibid.).

3.2 ÁREA ESTUDADA

A indústria de espessantes acrílicos em estudo, possui um tratamento de efluentes que tem a capacidade de tratar cerca de 60 m³/dia, mas atualmente com a baixa produtividade, está operando com a geração de aproximadamente 20 m³ diários de efluentes.

A partir do efluente gerado o objetivo é obter metodologias para tratá-lo, e assim reutilizá-lo no processo industrial.

3.3 COLETA DO EFLUENTE

As amostras do efluente bruto e do efluente que já havia passado por um tratamento físico-químico (tratado com polímero floculante Poliacrilamida Catiônica -

Manfloc 908), foram coletadas na estação de tratamento da indústria de espessantes acrílicos. Utilizou-se bambonas plásticas, que foram lavadas com as amostras, e em seguida coletadas as quantidades necessárias, para se fazer as análises físico-químicas e as provas.

3.4 MATERIAIS

Os materiais utilizados para a execução das provas foram disponibilizados pela indústria em estudo, assim também como os reagentes e matérias-primas, exceto o polímero flocculante Poliacrilamida Aniônica - Gel flocc 4030, que foi cedido pelo laboratório de pesquisa A da Universidade do Sul de Santa Catarina.

3.4.1 Preparo do agente coagulante e flocculante

Primeiramente obteve-se uma solução do agente coagulante a 10% de policloreto de alumínio. O polímero flocculante Gel flocc 4030 numa solução a 500 ppm, foi colocado em um agitador mecânico marca JK IKA Labortechnik, modelo RW 20 DZM.n com display digital, em uma rotação de 390 rpm, durante 20 minutos para dispersar.

3.4.2 Ensaio com Jar-test

Com a utilização de um Jar-test marca Milan, modelo JTC compacto (Figura 9), foram realizados os ensaios de adição do agente flocculante no efluente bruto e também no efluente que já havia passado por um tratamento físico-químico.

Figura 9: Equipamento de Jar-test



Fonte: da autora, 2018.

Inicialmente foram introduzidas no Jar-test as amostras de cada um dos efluentes com pH 7 ajustado através da adição do coagulante policloreto de alumínio a 10%, e na sequência a adição de 10 mL do polímero Gel flocc 4030 a 500 ppm. As adições foram realizadas a uma rotação de 160 rpm por 2 minutos e 40 rpm por 10 minutos, sendo que o mesmo permaneceu em repouso por 15 minutos antes da próxima adição, para assim ter uma melhor visualização. Ao todo foram adicionados 60 mL do polímero dividido em seis proporções para obter a purificação dos efluentes.

As amostras de água após o ensaio no Jar-test foram filtradas e reservadas sob refrigeração para a realização dos futuros testes.

3.4.3 Destilação do efluente tratado com Manfloc 908

O efluente tratado com Manfloc 908, ou seja, o efluente que já havia passado por um tratamento físico-químico foi submetido a destilação. Para isso uma massa de 4 kg do efluente foi pesada, e em seguida foi transferida para um balão de 5 litros e conectado ao conjunto de destilação conforme Figura 10.

Figura 10: Conjunto para destilação



Fonte: da autora, 2018.

A duração da destilação foi de aproximadamente 3,5 horas. A amostra de água destilada foi reservada sob refrigeração para a realização dos futuros testes.

3.4.4 Utilização do carvão ativado para purificação da água para reuso

Foram feitos três filtros com carvão ativado (Figura 11), em cada um deles foram introduzidas as amostras de água para reuso provenientes do efluente bruto e o efluente tratado que já haviam sido submetidas ao ensaio de Jar-test. A terceira amostra do efluente

tratado submetida a destilação. Isto para melhorar a qualidade da água após os tratamentos físico e químico.

Figura 11: Filtros de carvão ativado



Fonte: da autora, 2018.

As amostras de águas para reuso submetidas ao meio filtrante com carvão ativado foram reservadas sob refrigeração para a realização dos futuros testes.

3.5 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS DE ESPESANTES ACRÍLICOS

3.5.1 Identificação das águas para reuso utilizadas para produzir espessantes acrílicos

A eficiência dos tratamentos físicos e químicos realizados com o efluente bruto e o efluente tratado, foram testados para produzir os espessantes acrílicos, por isso foram identificadas (Tabela 7) as amostras de água reutilizadas.

Tabela 7: Identificação das amostras de água para reuso após tratamento físico e químico

Amostras	Tipos de tratamento dos efluentes para a obtenção da água para reuso
1	Padrão (água desmineralizada);
2	Efluente tratado com Manfloc 908 e Gel flocc 4030 no Jar-test;
3	Efluente bruto tratado com Gel flocc 4030 no Jar-test;
4	Efluente tratado com Manfloc 908 e destilado;
5	Efluente tratado com Manfloc 908 e Gel flocc 4030 no Jar-test e filtrado com carvão ativado;
6	Efluente bruto tratado com Gel flocc 4030 no Jar-test e filtrado com carvão ativado;
7	Efluente tratado com Manfloc 908, destilado e filtrado com carvão ativado.

Fonte: da autora, 2018.

De acordo com a tabela acima, foram realizados os tratamentos com os efluentes, onde a primeira amostra é de água desmineralizada (padrão) usada pela empresa em estudo. As amostras 2 e 3, são efluentes que já haviam passado por um tratamento físico-químico e o efluente bruto, decorrentes do ensaio com Jar-test que foram adicionados o polímero floculante. As amostras 5 e 6 tiveram o mesmo procedimento dos dois anteriores, porém após o Jar-test foram filtrados com carvão ativado. Já a amostra 4 é do efluente já tratado que foi destilado e a amostra 7 é após o destilado, filtrado com carvão ativado.

3.5.2 Reação para adquirir o espessante acrílico

Para obter os espessantes acrílicos foram realizadas as provas utilizando as amostras de água tratada para reuso e a padrão conforme tabela 7. Para esta reação utilizou-se os equipamentos da Figura 12.

Figura 12: Conjunto da reação para produzir o espessante acrílico



Fonte: da autora, 2018.

A formulação para obtenção dos espessantes acrílicos, foram utilizadas as águas de reuso e a padrão, sendo que em cada prova para produzir o espessante acrílico terá a água da amostra conforme a tabela 7 e as matérias-primas conforme tabela 8. O objetivo é obter através da reação o espessante acrílico para tinta Standard Fosco.

Tabela 8: Matérias-primas para fabricação dos espessantes acrílicos para tinta Standard Fosco

1ª Etapa
Matérias-primas
Tensoativo aniônico
Água de reuso
Solução de catalizador 5%
2ª Etapa
Matérias-primas
Monômero funcional
Ácido metacrílico
Acrilato de etila
Tensoativo aniônico
Água de reuso
Solução de catalizador 5%
3ª Etapa
Matérias-primas
Solução agente redutor 5%
Solução agente oxidante 5%
Solução de biocida 50%

Fonte: da autora, 2018.

Na primeira etapa da reação foi adicionado em um balão de 1000 mL, o tensoativo aniônico e água de reuso aqueceu-se até atingir 86°C. Na sequência adicionou-se solução de catalizador 5%.

Na segunda etapa em um recipiente fechado, adicionou-se o monômero funcional, o ácido metacrílico, o acrilato de etila e o tensoativo aniônico. Homogeneizou-se lentamente e então adicionou-se a água de reuso e agitou-se rapidamente a mistura. Na sequência adicionou-se a solução de catalizador 5%, e novamente agitou-se rapidamente a mistura. Após toda a adição dos reagentes no recipiente, transferiu-se para o funil de adição com capacidade 500 mL a pré-emulsão produzida. Em uma temperatura de 86°C durante 3 horas, adicionando a pré-emulsão em batelada a cada 10 minutos conforme a quantidade calculada.

Na última etapa, depois de adicionar toda a pré-emulsão manteve-se a mistura em agitação durante 30 minutos, logo após resfriou para 65°C, e quando atingiu esta temperatura adicionou-se a solução do agente redutor 5% e a solução do agente oxidante 5%, deixou-se por mais 30 minutos em agitação. Resfriou para 25°C e assim adicionou-se a solução de biocida 50%. Manteve-se por mais 5 minutos em agitação e então obteve-se o espessante acrílico.

3.5.3 Base de tinta Standard Fosco

Para testar os espessantes acrílicos obtidos anteriormente, fez-se necessário utilizar uma base de tinta, para isto foi produzida a tinta Standard Fosco, e obtida nas seguintes etapas conforme tabela 9:

Tabela 9: Matérias-primas e reagentes para fabricação da tinta Standard Fosco

1ª Etapa (veículo)
Matérias-primas e reagentes
Água desmineralizada
Reagente 1
Dispersante
Umectante
Antiespumante
Reagente 2
2ª Etapa (carga mineral)
Matérias-primas
Carga 1
Carga 2
Carga 3
Carga 4
Carga 5
3ª Etapa (completagens)
Matérias-primas e reagentes
Água desmineralizada
Resina
Reagente 3
4ª Etapa (continuação das completagens)
Matérias-primas e reagentes
Antiespumante
Bactericida
5ª Etapa (finalização das completagens)
Matérias-primas e reagentes
Reagente 1
Espessante acrílico teste

Fonte: da autora, 2018.

Para obtenção da base de tinta utilizou-se um agitador mecânico (Figura 13), com uma rotação inicial de 300 rpm para dispersar os veículos, as cargas e as completagens, que foram adicionados em ordem conforme formulação descrita na tabela 9, sendo que a rotação era aumentada de acordo com a necessidade das adições.

Figura 13: Agitador mecânico



Fonte: da autora, 2018.

Na primeira etapa, adicionou-se em um béquer de 4000 mL os veículos, a água e o reagente 1, colocou-se para dispersar, e em seguida adicionou-se pausadamente o dispersante, o umectante, o antiespumante e o reagente 2. Após adicioná-los homogeneizou-se por 10 minutos.

Na segunda etapa foi realizada a dosagem das cargas minerais, adicionou-se aos poucos a carga 1, a carga 2 e assim sucessivamente sendo necessário aumentar a rotação. Após adicioná-los homogeneizou-se por 20 minutos.

Na terceira etapa começa a adição das completagens, de acordo com as matérias-primas descrita, adicionou-se a água, a resina e o reagente 3. Após adicioná-los homogeneizou-se por 10 minutos.

Na etapa seguinte adicionou-se o antiespumante e bactericida, e após homogeneizou-se por 10 minutos.

Para a última etapa adicionou-se o reagente 1 e homogeneizou-se por 10 minutos.

Para adicionar o espessante acrílico teste obtido na sessão 3.5.2, pesou-se em um béquer, 500 g de base produzida até a última etapa e pesou-se 5 g do espessante acrílico teste. Em um agitador mecânico colocou-se a base da tinta e lentamente adicionou-se o espessante acrílico teste para dispersão e fez-se necessário aumentar a rotação do equipamento, obtendo assim a tinta Standard Fosco.

3.5.4 Análises das propriedades físico-químicas da tinta Standard Fosco

Para se obter um produto qualificado, após produzir a tinta utilizando os espessantes acrílicos testes produzidos com a água para reuso e o padrão, fez-se necessário a realização de alguns controles como o pH, a viscosidade e a densidade. Estes controles são referenciados em boletim técnicos das indústrias produtoras de tinta.

3.5.4.1 Viscosidade

Para a determinação da viscosidade, utilizou-se um viscosímetro (Figura 14) marca TKB Erichsen Viscosímetro Stormer com estroboscópio. Este método é padrão para verificar a consistência da tinta, sendo medido em unidade de Krebs (KU).

Figura 14: Viscosímetro Stormer



Fonte: da autora, 2018.

A utilização do equipamento iniciou com a colocação do béquer com a tinta Standard Fosco no suporte do aparelho e elevou-se até a altura indicada pela pá agitadora. Na sequência colocou os pesos em grama no gancho do viscosímetro, peso este necessário para que as linhas em repouso do aparelho (Figura 15), ao dar o play no equipamento movimentem-se a uma velocidade (Figura 16), onde as linhas aparecem estar continuas, se movendo em uma só direção.

Figura 15: Linhas em repouso



Fonte: ASTM Internacional, 2005.

Com a utilização de um cronômetro e com a determinação de produzir 100 ciclos, foi iniciada a contagem dos ciclos a partir do décimo, isto para estabilizar a velocidade do peso depositado no gancho.

Figura 16: Linhas em movimento



Fonte: ASTM Internacional, 2005.

Na figura 16 a esquerda estas linhas começam o movimento e as do lado direito são as linhas já estabilizadas, ou seja, o peso em grama adicionado está correto para a leitura final da viscosidade.

Com a contagem final de 100 ciclos cronometrados em segundos, mais o peso adicionado em gramas, se obtém a determinação do valor da viscosidade em KU conforme tabela 10.

Tabela 10: Relação entre peso vs tempo

Seconds for 100 Revolu- tions	Load, g																				
	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	
	Krebs Units																				
	27	49	57	63	69	74	79	83	86	89	92	95	97	100	102	104	106	109	111	113	
28	51	59	65	70	75	80	84	87	90	93	96	98	100	102	105	107	110	112	114	115	138
29	53	60	66	71	76	81	85	88	91	94	97	99	101	103	105	107	110	112	114	115	139
30	54	61	67	72	77	82	86	89	92	95	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	140
31	55	62	68	73	78	82	86	90	93	95	98	100	102	104	106	108	111	113	115	116	141
32	56	63	69	74	79	83	87	90	93	96	99	101	103	105	107	109	111	113	115	116	142
33	57	64	70	75	80	84	88	91	94	96	99	101	103	105	107	109	112	114	116	117	143

Fonte: ASTM Internacional, 2005.

Em todas as provas foram realizadas a determinação da viscosidade na unidade KU.

3.5.4.2 pH

Para a determinação do pH, utilizou-se um pHmetro (Figura 17) marca Digimed, modelo DM-22.

Figura 17: Aparelho de medição do pH



Fonte: da autora, 2018.

A leitura foi obtida através da imersão do eletrodo no béquer contendo a tinta Standard Fosco.

3.5.4.3 Densidade

Para a determinação da densidade, foi utilizado um picnômetro 06 100cc em aço inox. Procedeu-se através da tara da balança, com a amostra de tinta Standard Fosco. Preencheu-se o picnômetro até transbordar e tampou-se pressionando-o. Em seguida obteve-se a densidade através da relação entre massa/volume.

3.5.5 Aplicação da tinta Standard Fosco

Foram feitas as aplicações das tintas testes mais o padrão obtido através da adição dos espessantes acrílicos utilizando a água de reuso, para verificar o poder de cobertura da tinta. O resultado foi avaliado através de visualização da aplicação da tinta teste na parede.

Inicialmente a parede foi lixada e retirado o pó. Com a parede limpa e seca, esticou-se a fita crepe para dividir os quadros para diferenciar os testes de tintas. Após aplicou-se com um pincel macio uma tinta de cor cinza para melhor visualizar o poder de

cobertura das tintas testes, pois a mesma é de cor branca. Após a aplicação da cor cinza deixou-se secar por 4 horas.

Em seguida as tintas testes foram diluídas em água desmineralizada a 15% (m/m), homogeneizou-se cada um dos testes até o produto ter ponto ideal para aplicação.

Após 4 horas de secagem, com o uso de um rolo de lã de pelo baixo aplicou-se as tintas teste lado a lado com o padrão. Foi somente aplicada uma demão de tinta conforme procedimentos da empresa.

Esta aplicação foi monitorada durante 30 dias, para assim obter um resultado mais amplo dos testes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo realizado na indústria de espessantes acrílicos, mostra propostas para tratar o efluente como a utilização do tratamento químico (Jar-test) e do tratamento físico (destilação) para o reuso da água e produzir a partir deste processo os espessantes acrílicos para tintas Standard Fosco.

4.1 TIPOS DE TRATAMENTO DOS EFLUENTES

O tratamento dos efluentes foram feitos através da utilização do polímero floculante Gel flocc 4030 como método químico e a destilação como método físico para obter a água para reuso no processo, fundamental para a realização deste estudo.

4.1.1 Ensaio com Jar-test

A figura 18, o efluente tratado com Manfloc 908 (a direita) e o mesmo tratado no Jar-test e adicionado polímero floculante Gel flocc 4030 (a esquerda), depois de 15 minutos em repouso.

Figura 18: Efluente tratado com Manfloc 908 e Gel flocc 4030 no Jar-test



Fonte: da autora, 2018.

Nota-se que após a adição do polímero floculante Gel flocc 4030, a amostra da esquerda clarificou formando finos resíduos sólidos.

A figura 19, o efluente bruto (a direita), com o mesmo tratado no Jar-test, e adicionado polímero floculante Gel flocc 4030 (a esquerda), depois de 15 minutos em repouso.

Figura 19: Efluente bruto tratado com Gel floc 4030 no Jar-test



Fonte: da autora, 2018.

Nota-se que após a adição do polímero floculante Gel floc 4030, a amostra floculou e sua clarificação proporcionou em um melhor tratamento.

Em seguida foram filtradas as amostras em um papel filtro e após 24 horas em estufa a 50°C, obteve-se o peso seco em massa do efluente já tratado com Manfloc 908 e do efluente bruto.

Tabela 11: Peso dos resíduos sólidos dos efluentes submetidos ao tratamento químico

Resíduos sólidos	Peso úmido (g)	Peso seco (g)
Efluente bruto tratado com Gel floc 4030	108,17	9,01
Efluente tratado com Manfloc 908 e Gel Floc 4030	6,11	0,35

Fonte: da autora, 2018.

4.1.2 Destilação do efluente tratado com polímero Manfloc 908

Para purificar a água a partir do efluente tratado quimicamente com Manfloc 908 fez-se uma destilação. Foi necessário o uso do método de destilação fracionada, devido não saber ao certo que mistura continha no efluente. Sabe-se que o ponto de ebulição da água é a 100 °C e uma mistura de duas ou mais substâncias (mistura azeotrópica) possuem um ponto de ebulição constante e fixo, estes componentes não podem ser separados pelo método de destilação simples. (POMBEIRO, 2003).

A destilação fracionada é a separação de diferentes componentes que apresentam propriedades distintas. O processo de separação ocorre por agrupamento da mistura, utiliza-se este quando os pontos de ebulição dos componentes são próximos. (id ibid.).

Ao final da destilação obteve-se uma eficiência do processo de 83,97% em água destilada. Os 16,03% de impurezas foram filtrados em papel filtro e após 24 horas na estufa a uma temperatura de 50°C. Obtendo-se o peso seco de 3,23g de resíduos sólidos.

Figura 20: Efluente tratado com Manfloc 908 e destilado



Fonte: da autora, 2018.

Na figura 20 observa-se a coloração do efluente tratado com Manfloc 908 (a esquerda) e o mesmo efluente após a destilação (a direita), este obteve um aspecto límpido da água para reuso.

4.1.3 Utilização de carvão ativado para purificação da água de reuso tratada

Foram utilizados os filtros de carvão ativado, com papel filtro e algodão, como meios filtrantes para melhorar as propriedades das águas para reuso.

Figura 21: Efluente tratado com Manfloc 908 e Gel flocc 4030 no Jar-test e filtrado com carvão ativado



Fonte: da autora, 2018.

A figura 21 mostra o comparativo entre os resultados, a amostra de água tratada com carvão ativado (a direita) resultou em um aspecto mais límpido em relação a não tratada com carvão ativado (a esquerda), na qual a água apresentava uma coloração mais amarelada.

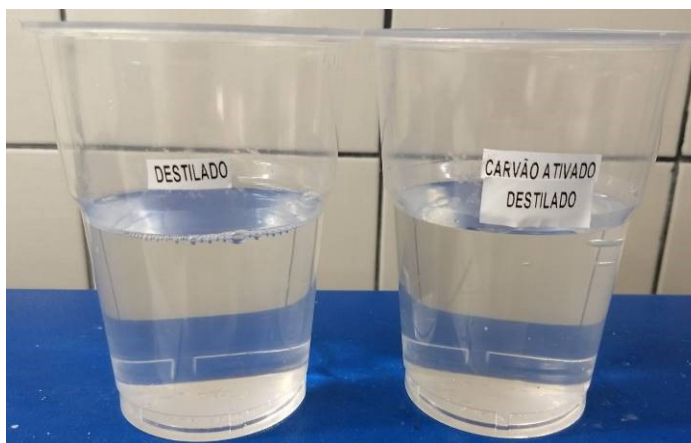
Figura 22: Efluente bruto tratado com Gel flocc 4030 no Jar-test e filtrado com carvão ativado



Fonte: da autora, 2018.

A figura 22, o resultado do efluente tratado com Gel flocc 4030 (a direita) e após filtrado com carvão ativado (a esquerda) obteve-se em um aspecto mais límpido para água de reuso em relação ao não filtrado em carvão ativado que visualmente apresentava mais amarelada.

Figura 23: Efluente tratado com Manfloc 908, destilado e filtrado com carvão ativado



Fonte: da autora, 2018.

A figura 23 mostra o resultado do efluente tratado Manfloc 908, destilado e filtrado com carvão ativado (a direita) em relação ao não filtrado com carvão ativado (a esquerda), que tem um aspecto um pouco mais límpido em relação aos dois efluentes anteriores tratados somente pelo método químico.

4.2 RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA PARA REUSO

Foram realizadas as análises físico-químicas com as diferentes amostras de águas para reuso submetidas ao tratamento físico e químico. A tabela 12 mostra os parâmetros analisados que foram condutividade elétrica, fenóis totais, sólidos sedimentáveis e pH.

Tabela 12: Parâmetros físico-químicos analisados nas amostras de águas para reuso

Análises	Efluente tratado com Manfloc 908 e Gel floc 4030 no Jar-test	Efluente bruto tratado com Gel floc 4030 no Jar-test	Efluente tratado com Manfloc 908 e destilado
Condutividade elétrica	5,11 mS/cm	5,11 mS/cm	93 μ S/cm
Fenóis totais	1,06 mg/L	1,56 mg/L	0,57 mg/L
Sólidos sedimentáveis	4,0 mL/L	Não detectado	Não detectado
pH	6,02	7,04	7,47

Fonte: da autora, 2018.

A condutividade elétrica da água para uso na produção deve estar com valores abaixo de 60 μ S/cm, para não ocorrer incidência de grumos na fabricação de espessantes acrílicos. O resultado do efluente tratado com Manfloc 908 e destilado resultou em um valor mais próximo do processo industrial.

Para os resultados do tratamento com o Jar-test, o efluente tratado com Manfloc 908 e Gel floc 4030, figura 18 apresentou na análise do parâmetro sólidos sedimentáveis um valor de 4,0 mL/L. O efluente bruto tratado com Gel floc 4030, figura 19 não apresentou valor para este mesmo parâmetro.

Para o efluente destilado, figura 20 o resultado da análise do parâmetro sólidos sedimentáveis também nada foi detectado.

O CONAMA, de 2011 da Resolução nº 430, das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, descrita na sessão 2.2.4.3.1, diz que: para os fenóis totais o valor máximo é de 0,5 mg/L, para os sólidos sedimentáveis valor máximo é de 1 mL/L e para o pH valor é entre 5 a 9. Nesse sentido, como pode-se observar na tabela 12 os valores do efluente tratado com Manfloc 908 e destilado estão mais próximos do estabelecido pelo CONAMA.

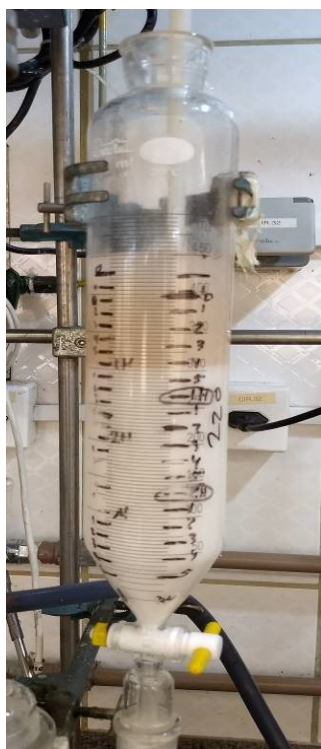
4.3 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS DE ESPESSANTES ACRÍLICOS

Após a obtenção das seis amostras da água para reuso e mais a água padrão descritas na tabela 7, foi feita a reação para adquirir os espessantes acrílicos e os resultados encontram-se descritos a seguir:

4.3.1 Reação para adquirir o espessante acrílico

A reação das provas 2, 3, 5, 6, resultaram na separação de fase antecedente ao início da adição em batelada com menos de dois minutos em repouso (Figura 24). Houve a separação de fase, ou seja, a quebra da emulsão, que pode ter sido decorrente da descaracterização da água para reuso obtida após o tratamento químico, sendo que para produzir os espessantes acrílicos, é necessária uma mistura homogênea, ou seja, não poderá ocorrer a separação de fase.

Figura 24: Separação de fase da mistura na produção do espessante acrílico



Fonte: da autora, 2018.

As provas 4 e 7 foram deixadas por 5 minutos em repouso. Nestas provas não ocorreram quebras de emulsão, seguindo o mesmo comportamento do padrão.

Depois de concluído o processo de produção dos espessantes acrílicos obteve-se os resultados da tabela 13 para as sete provas em relação a formação de grumo.

Tabela 13: Formação de grumos dos espessantes acrílicos produzidos

Prova	1	2	3	4	5	6	7
Grumo em (g)	-	10,44	6,83	0,34	4,73	3,60	0,23
Peso final em (g)	700,50	701,80	701,34	700,56	700,60	701,76	700,97

Fonte: da autora, 2018.

As provas utilizando as diferentes águas de reuso para produção de espessantes acrílicos mostrou que a prova 2 houve a formação de mais de 10 g de grumos e a prova 3 mais de 6 g, em relação a uma carga de 700 g em peso do produto final. Na tabela 12 no resultado da análise de água de reuso no parâmetro de condutividade elétrica, mostrou-se que estes valores estão muito acima do permitido pela indústria de espessantes acrílicos, por conta disso a formação de grumos. Nota-se também que as provas realizadas com as águas para reuso filtradas com carvão ativado diminuíram a formação de grumos. Destaca-se que as provas 4 e 7 houveram baixa incidência de grumos.

Figura 25: Formação de grumos



Fonte: da autora, 2018.

A figura 25 retrata a alta incidência de grumos das provas acumuladas nas vidrarias.

A figura 26 os resultados da produção dos espessantes acrílicos realizados com as diferentes amostras de águas para reuso e a padrão, prova 1.

Figura 26: Espessantes acrílicos produzidos a partir das amostras de água tratadas e padrão



Fonte: a autora, 2018.

Nota-se que além da diminuição da incidência de grumos as provas 4 e 7 apresentaram características mais próximas do padrão.

4.3.2 Propriedades físico-químicas da tinta Standard Fosco

As propriedades físico-químicas de referência para as tintas são encontradas em boletins técnicos. Por exemplo, para uma tinta acrílica Standard Fosco de uma determinada indústria qualificada pela ABRAFATI (Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas), deverá estar com as propriedades dentro dos limites estabelecidos na tabela 14. A empresa em estudo que produz espessantes acrílicos, ao testar os seus produtos, deverá atender os critérios estabelecidos pelo cliente.

Tabela 14: Valores de referência das propriedades físico-químicas

Propriedades	Mínimo	Máximo
pH	8,50	9,50
Densidade (g/cm ³)	1,20	1,40
Viscosidade (KU)	90	110

Fonte: da autora adaptado de Ciacollor, 2018.

4.3.2.1 Viscosidade da tinta Standard Fosco

A tinta Standard Fosco obtida após adicionar os espessantes acrílicos que foram adquiridas a partir das seis amostras de água tratadas para reuso e mais o padrão, fez-se os ensaios de viscosidade. Os valores obtidos conforme tabela 15:

Tabela 15: Resultados da viscosidade das provas da tinta Standard Fosco

Provas	Viscosidade (KU)
1 (Padrão)	106
2	72
3	67
4	101
5	77
6	66
7	103

Fonte: da autora, 2018.

A tabela 15 mostra a comparação da viscosidade da prova 1 com as demais provas, sendo que novamente os valores das provas 4 e 7, encontram-se mais próximo do valor padrão, prova 1.

As outras quatro provas ficaram com os valores de viscosidade abaixo da tabela 14, isso significa que uma tinta com viscosidade baixa no momento em que estiver no rolo para ser aplicada na parede terá grandes chances de escorrimento e gotejamento, a tinta na parede não terá um resultado bom de aplicação. A tinta com a viscosidade elevada poderá danificar a formação do filme pela falta de nivelamento.

4.3.2.2 Densidade e pH da tinta Standard Fosco

Os resultados da densidade e pH para o padrão e as seis provas da tinta Standard Fosco estão apresentados na tabela 16:

Tabela 16: Resultados da densidade e pH para o padrão e as seis provas da tinta Standard Fosco

Provas	1	2	3	4	5	6	7
Densidade (g/cm ³)	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37
pH	9,56	9,48	9,54	9,65	9,46	9,57	9,68

Fonte: da autora, 2018.

Nota-se que os valores da densidade das provas foram iguais ao valor do padrão, prova 1. Isto mostra a boa dispersão das cargas minerais no agitador mecânico, no momento da obtenção da base da tinta.

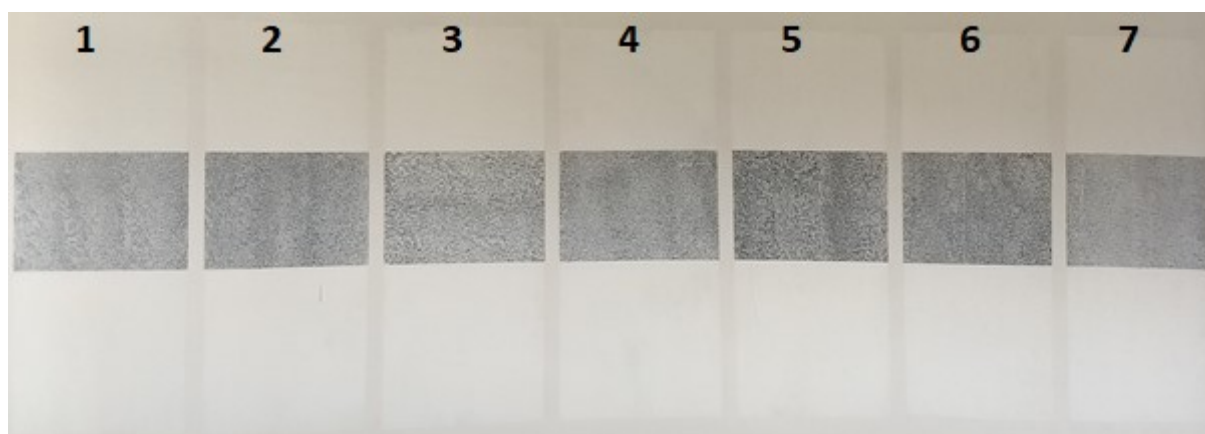
Para o valor de pH, as provas de tinta Standard Fosco tiveram uma pequena variação. Inicialmente a base de tinta continha pH 12 e com a adição do espessante acrílico teste que contém o pH entre 2 a 3, o valor do pH da tinta diminuiu. Houve uma pequena variação entre os resultados de pH, que não irão interferir nas características finais da tinta.

Mesmo a tinta estando um pouco acima do valor descrita na tabela 14, foi possível aplicar a tinta. É admissível trabalhar com estes valores de pH próximos de 10, o único impasse é que uma tinta acima deste valor poderá não haver a ação 100% do bactericida. Não é possível abaixar o pH, pois a adição de um ácido poderá quebrar a emulsão do produto, e se for para aumentar o pH adiciona-se na tinta o hidróxido de amônio 24%.

4.3.3 Aplicação da tinta Standard Fosco

A aplicação da tinta na parede foi necessária para avaliar o poder de cobertura da mesma. A análise dos resultados procedeu somente por visualização, conforme figura 27.

Figura 27: Aplicação da tinta Standard Fosco na parede

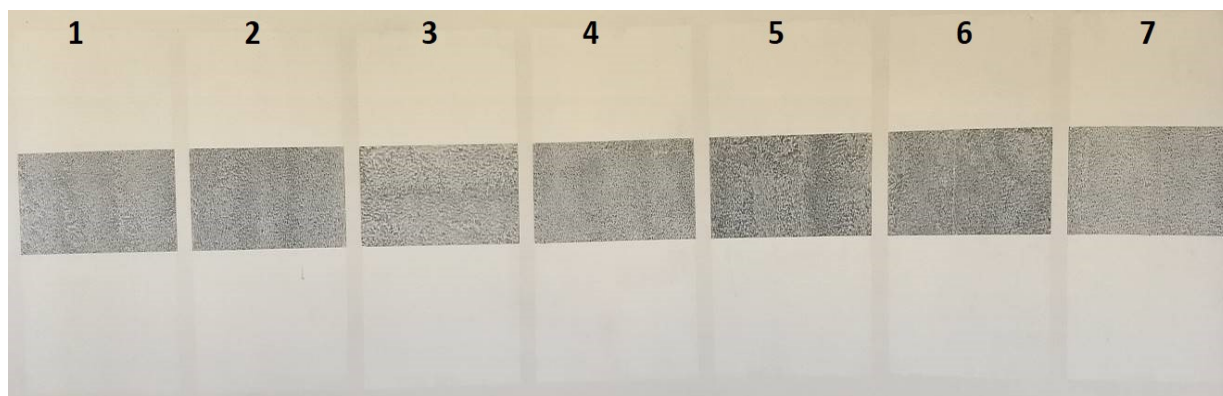


Fonte: da autora, 2018.

A figura 27 mostra a aplicação na parede de alvenaria das sete provas de tinta Standard Fosco, obtidas da esquerda para direita seguindo a identificação das provas conforme a tabela 7.

Após 30 dias da aplicação das provas de tintas testes na parede de alvenaria, observou-se conforme figura 28, que não houve alteração visível em nenhuma das 7 provas de tinta Standard Fosco.

Figura 28: Tinta Standard Fosco após 30 dias aplicada na parede



Fonte: da autora, 2018.

As provas 4 e 7 foram aqueles em que se obtiveram resultados semelhantes ao do padrão, sendo que visualmente também houve um melhor poder de cobertura da tinta na parede em relação as outras quatro provas.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo buscou metodologias para o tratamento do efluente gerado para reutilizar a água tratada no processo produtivo de uma indústria de espessantes acrílicos. A amostra do efluente bruto tratado com Gel flocc 4030 apresentou melhor resultado de clarificação comprovada na análise de sólidos sedimentáveis. A amostra de efluente tratado primeiramente com Manfloc 908 e depois com Gel flocc 4030 não se obteve a mesma eficácia. O efluente tratado com Manfloc 908 e destilado apresentou-se boa clarificação o que pode ser observado pela análise de sólidos sedimentáveis.

Pela análise da condutividade elétrica observou-se que a água obtida pelo tratamento método físico de destilação obteve-se um melhor resultado em $\mu\text{S}/\text{cm}$, quando comparado ao valor especificado para este processo industrial.

As sete provas de espessantes acrílicos produzidos a partir das diferentes águas, padrão (prova 1) e as seis águas para reuso obtidas nos tratamentos físico e químico, em que as provas 2, 3, 5, 6 resultaram na separação de fase na pré-emulsão e obteve-se grande incidência de grumos. As provas 4 e 7 obteve-se uma boa homogeneização da mistura, e a incidência de grumo foram baixas.

Para as análises das propriedades físico-químicas na tinta após a adição dos espessantes acrílicos obtidos com as diferentes águas de reuso e o padrão, resultou que as provas 4 e 7 novamente se destacaram com a proximidade dos resultados de viscosidade com a prova 1 (padrão). As mesmas também obtiveram melhor poder de cobertura da tinta aplicada na parede.

A água de reuso obtida a partir da destilação fracionada do efluente tratado com Manfloc 908 e a mesma tratada com carvão ativado, tiveram resultados próximos ao padrão, incluindo as características desejadas como a viscosidade, a densidade, a baixa incidência de grumos, o pH, a condutividade elétrica, e entre outros que permitem a qualidade no produto final.

Sendo assim conclui-se que o presente estudo poderá através do método físico da destilação reutilizar o efluente gerado no processo para a fabricação de espessantes acrílicos.

6 PERSPECTIVAS

- Realizar as análises físico-químicas das águas de reuso filtradas com carvão ativado.
- Efetuar testes de lavabilidade com as tintas Standard Fosco formuladas.
- Realizar formulações de tinta Standard Fosco e submetê-las a testes de prateleira.
- Executar testes de resistência a microrganismos com as tintas Standard Fosco formuladas.
- Efetuar um dimensionamento para a implantação de uma coluna de destilação com processo físico adequado.

REFERÊNCIAS

ABAS (Associação Brasileira de Água Subterrâneas), **Revista Águas Subterrâneas, Resíduos Sólidos**, ano 1, de 6 julho/agosto de 2008, p.17. Disponível em: <www.abas.org/imagens/revista6.pdf> Acesso em: 28 set. de 2018.

_____, **Revista Água e Meio Ambiente Subterrâneas Aquífero Guarani**, desafios de uma gestão eficiente e sustentável, ano 3, nº 19, Dezembro/janeiro de 2011, p.32. Disponível em: <www.abas.org/imagens/revista19.pdf> Acesso em: 29 set. de 2018.

ANA (Agencia Nacional de Água). **Fatos e tendência-água**, 2009. Disponível em: <arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/fatosetendencias/edicao_2.pdf> Acesso em: 07 set. de 2018.

_____, **Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos**, edição 2013. Disponível em: <sbera.org.br/pt/2013/.../relatorio-traz-balanco-da-situacao-e-gestao-das-aguas-no-brasi...> Acesso em: 07 set. de 2018.

_____, **Guia nacional de coleta e preservação de amostras**, Brasília- DF, 2011, p.327. Disponível em: <arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/.../GuiaNacionalDeColeta.pdf> Acesso em: 15 set. de 2018.

_____, **Relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos 2017**. Disponível em: <conjuntura.ana.gov.br/> Acesso em: 28 set. de 2018.

ASTM Internacional.; **Standard Test Method for Consistency of Paints Measuring Krebs Unit (KU) Viscosity Using a Stormer-Type Viscometer.**; Designation: D562 – 01; 2005. Disponível em: <img51.chem17.com/5/20130409/635011018642656250759.pdf> Acesso em: 12 out. de 2018.

CAVALCANTI, Jose Eduardo W. de A; **Manual de Tratamento de Efluentes Industriais**. 3ª edição. São Paulo: Engenho Editora Técnica, 2016, p.520.

CIACOLLOR; Boletim técnico; **Tinta acrílica Standard Fosco**; Disponível em: <www.ciacollor.com.br/ptbr/...tecnica/17a759008bde5a7196e9cccd98c37983.pdf> Acesso em: 14 out. de 2018.

CÓDIGO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA, lei nº 14.675 de 13 de abril de 2009. **Das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes**. Disponível em :<www.institutohorus.org.br/download/.../Lei%2014.675%20Codigo_ambiental_SC.pdf> Acesso em: 23 set. de 2018.

CONAMA, Resolução nº 430/2011a. **Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes**, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Data da legislação: 13 mai. 2011. Publicação DOU nº 92, de 16 mai. 2011, p. 89. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em: 23 set. de 2018.

DEMO, Pedro. Pesquisa e construção de conhecimento: **Metodologia Científica no Caminho de Habermas**. 7. ed. Rio de Janeiro: Tempo brasileiro, 2012.

DE PÁDUA, Luiz Henrique Resende, **Reuso de águas residuárias: critérios, e análise de periódicos**, Monografia de conclusão de curso, Belo Horizonte, 2011, p. 49. Disponível em: <www.bibliotecadigital.ufmg.br/.../reuso_de_guas_residu_rias_crit_rios_e_an_lise_d...>. Acesso em: 30 set. de 2018.

FERREIRA, Maria Inês Paes; da Silva, José Augusto Fereira; Pinheiro, Mariana Rodrigues de Carvalhaes. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 2 n. 2, jul. / Dez, 2008. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/239-914-1-PB.pdf> Acesso em: 06 set. de 2018.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia Estatística), **Brasil consome 6 litros de água para cada R\$1 produzido pela Economia**; 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/.../20465-brasil-consome-6-litros-de-agua-para-c...>> Acesso em: 07 set. de 2018.

_____, **Área territorial-Brasil**, 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br> > Geociências > Organização do território > Estrutura territorial> Acesso em: 07 set. de 2018.

LIMA, W.P. **Princípios de Hidrologia Florestal para o Manejo de Bacias Hidrográficas**. Piracicaba; ESALQ/USP, 1986, p.242 <www.ipef.br/hidrologia/hidrologia.pdf> Acesso em: 28 set. de 2018.

METCALF, Leonard; EDDY, Harrison P. **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos**. 5. ed. McGraw-Hill, 2016. 289 p. v. 1. Disponível em: <<https://loja.grupoa.com.br/livros/ciencias-ambientais/tratamento-de-efluentes-e-recuperacao-de-recursos/9788580555233>>. Acesso em: 15 set. de 2018.

POMBEIRO, Armando J. Latourrette O.; **Técnicas e Operações Unitárias em Química Laboratorial**; 4a edição; 2003; p.1069.

RESOLUÇÃO, nº 54, de 28 de novembro de 2005. **Estabelece critérios gerais para reuso de água potável**. Disponível em: <www.aesa.pb.gov.br/.../Resolucao-nº-54-de-28-de-Novembro-de-2005-CNRH.pdf>. Acesso em: 05 out. de 2018.

REVISTA ECOTOUR NEWS. **A água é o combustível da vida**, 2015. Disponível em: <www.revistaecotour.news/2011/05/agua-e-o-combustivel-da-vida.html> Acesso em: 07 set. de 2018.

ROBERTS, George W., **Chemical Reactions and Chemical Reactors**, North Carolina State University, Wiley edition, 2009. United States of American, p.452. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/.../reacoes-quimicas-e-reactores-quimi>> Acesso em: 06 out. de 2018.

SIQUEIRA, Gustavo; **A água é o sangue da Terra**; Instituto Gigantes da Ecologia, 2009/2010. p.69. Disponível em: <<https://issuu.com/igeecojornal/docs/livro-gigantes2009-final>> Acesso em: 07 set. de 2018.

TECITEC - **Desmineralizador de água**. Disponível em: <[www.tecitec.com.br/ upload/uploads/catalogos/Desmi-Catalogo.pdf](http://www.tecitec.com.br/upload/uploads/catalogos/Desmi-Catalogo.pdf)> Acesso em: 29 set. de 2018.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução: Daniel Grassi. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Espessantes acrílicos obtidos com água de reuso

Os espessantes acrílicos obtidos após os diferentes tratamentos com água para reuso, figuras abaixo em comparativo individual com o padrão.

Padrão em comparação com a água de reuso proveniente do efluente tratado com Manfloc 908 e Gel flocc 4030 no Jar-test figura a esquerda, e filtrado com carvão ativado a direita.



Fonte: da autora, 2018.

Padrão em comparação com a água de reuso proveniente do efluente bruto tratado com Gel flocc 4030 no Jar-test figura a esquerda e filtrado com carvão ativado a direita.



Fonte: da autora, 2018.

Padrão em comparação com a água de reuso proveniente do efluente tratado com Manfloc 908 e destilado figura a esquerda e filtrado com carvão ativado a direita.

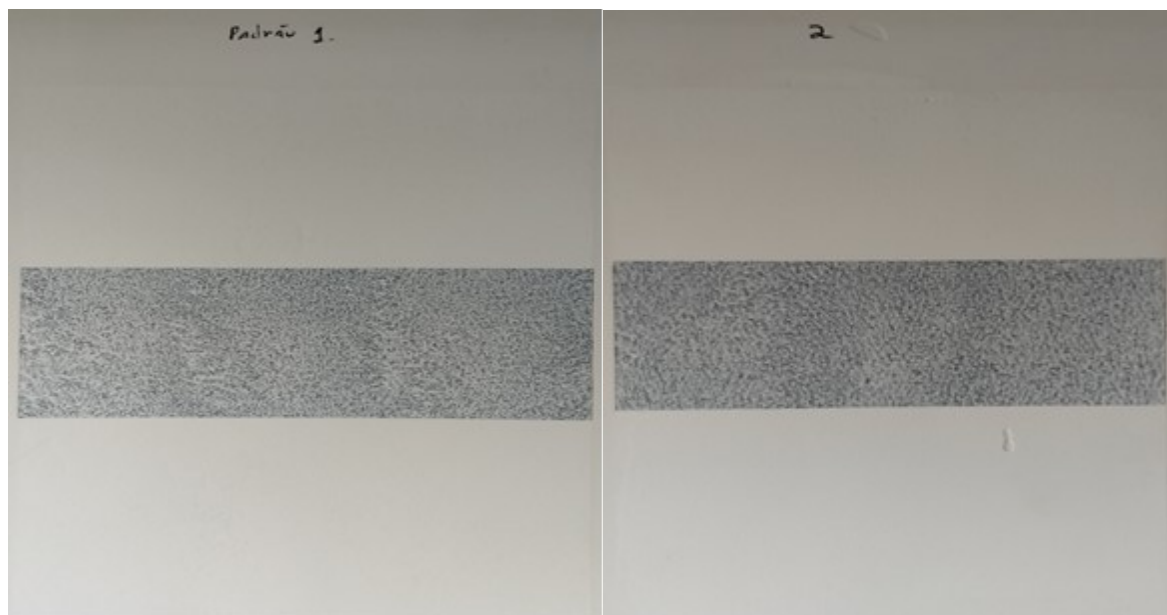


Fonte: da autora, 2018.

APÊNDICE B – Aplicação das tintas testes na parede

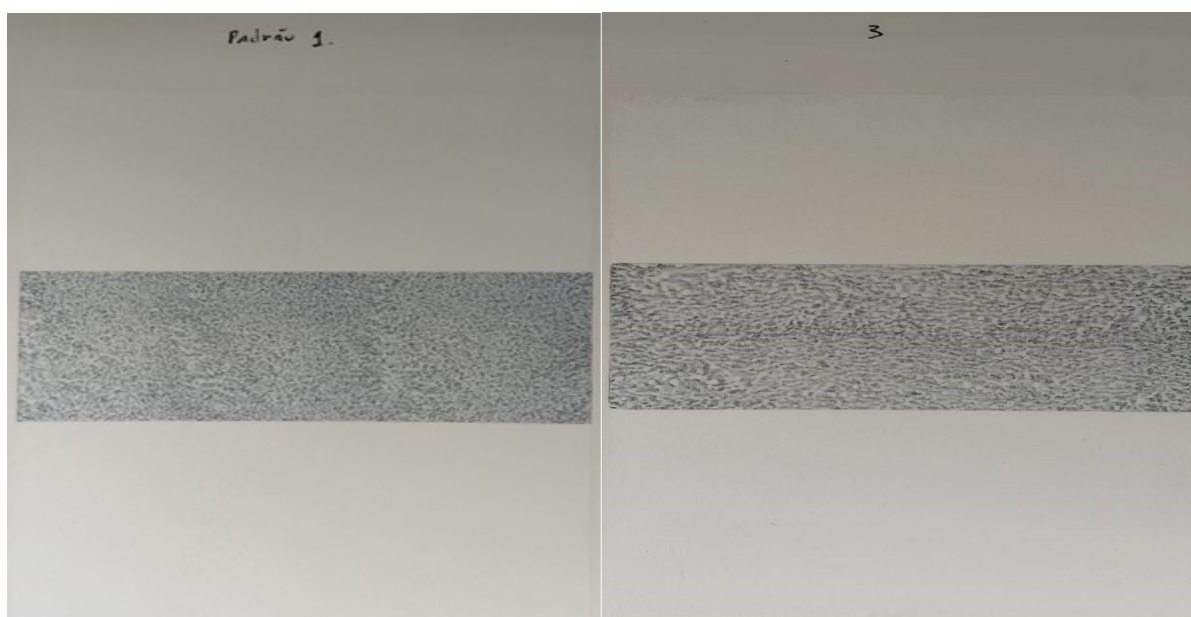
Aplicação das tintas testes, figuras abaixo em comparativo individual com o padrão para avaliar o poder de cobertura aplicado na parede de alvenaria no dia 09 de outubro de 2018, sendo que foram monitorados por 30 dias.

Tinta padrão e tinta proveniente da água de reuso do efluente tratado com Manfloc 908 e Gel flocc 4030 no Jar-test.



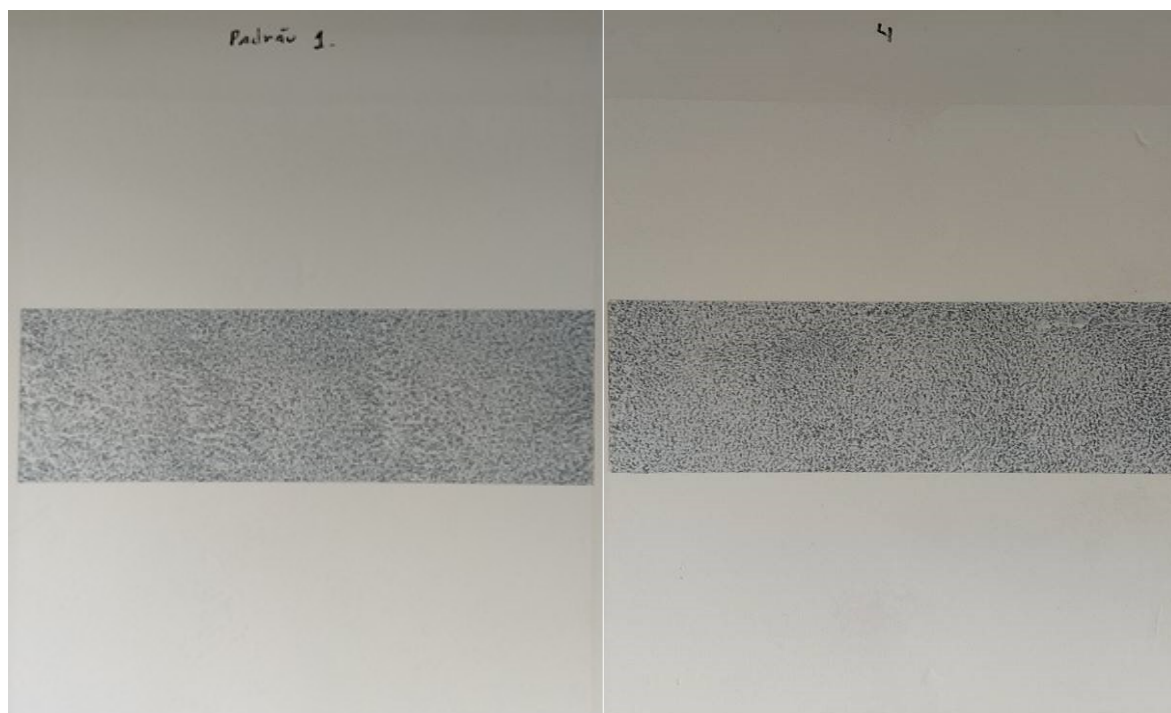
Fonte: da autora, 2018.

Tinta padrão e tinta proveniente da água de reuso do efluente bruto tratado com Gel flocc 4030 no Jar-test.



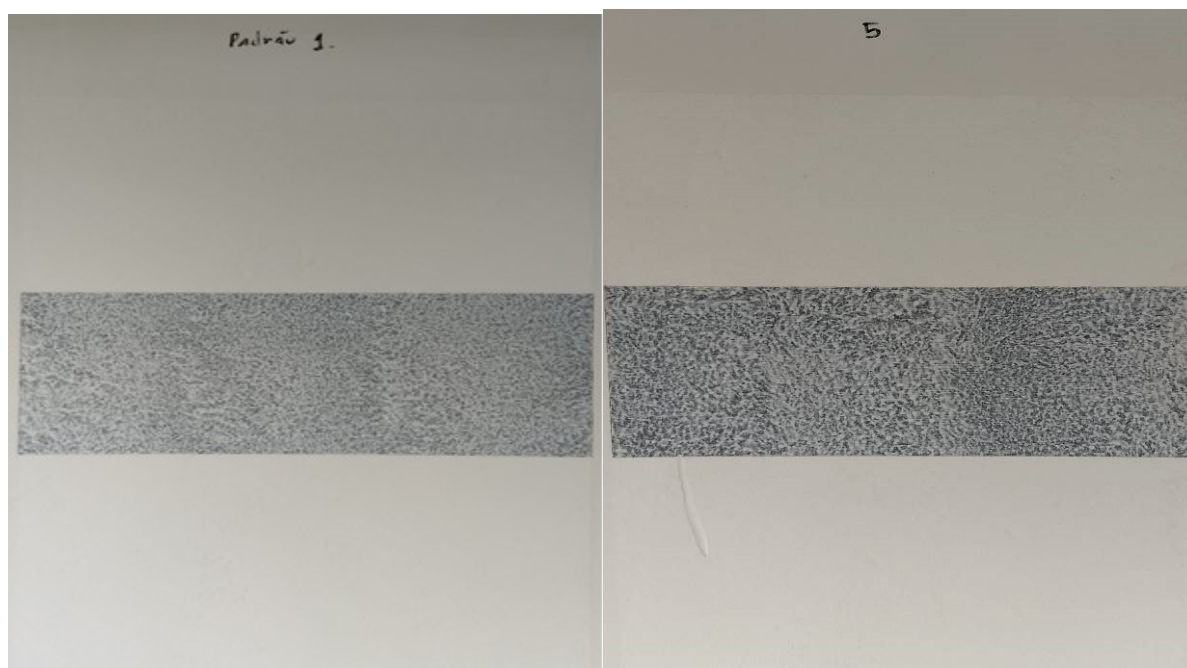
Fonte: da autora, 2018.

Tinta padrão e a tinta proveniente da água de reuso do efluente tratado com Manfloc 908 e destilado.



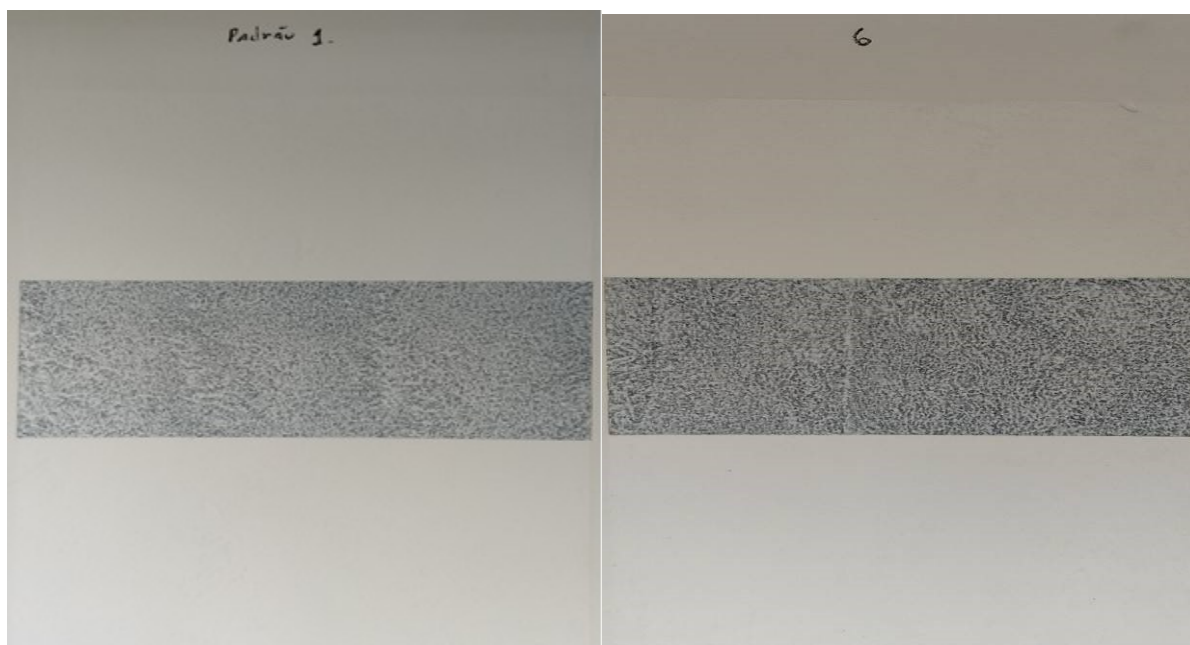
Fonte: da autora, 2018.

Tinta padrão e a tinta proveniente da água de reuso do efluente tratado com Manfloc 908 e Gel flocc 4030 no Jar-test e filtrado com carvão ativado.



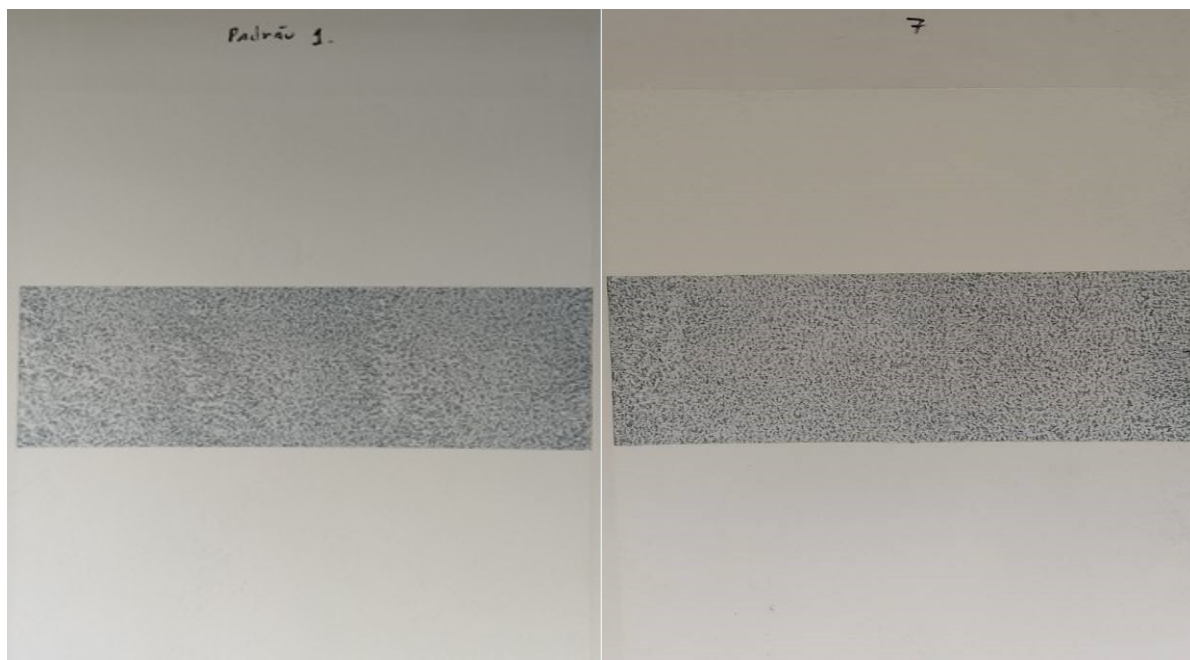
Fonte: da autora, 2018.

Tinta padrão e a tinta proveniente da água de reuso do efluente bruto tratado com Gel floc 4030 no Jar-test e filtrado com carvão ativado.



Fonte: da autora, 2018.

Tinta padrão e a tinta proveniente da água de reuso do efluente tratado com Manfloc 908, destilado e filtrado com carvão ativado.



Fonte: da autora, 2018.