



RGSN

REVISTA DE GESTÃO, SUSTENTABILIDADE E NEGÓCIOS
REVISTA ACADÊMICA DA FACULDADE SÃO FRANCISCO DE ASSIS – UNIFIN
WWW.SAOFRANCISCODEASSIS.EDU.BR – REVISTA@SAOFRANCISCODEASSIS.EDU.BR

EDIÇÃO V. 2, N. 1 – JUNHO DE 2014
ISSN 2318-4981



Faculdade
São Francisco
de Assis

ESTUDO DE FLOCULANTES UTILIZADOS EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE (E.T.E.) NA INDÚSTRIA TÊXTIL

OLIVEIRA, D. V.¹
OLIVEIRA, J. C.²
COELHO, M. A.³

RESUMO

O impacto ambiental provocado pelo setor têxtil se dá principalmente na água, onde é o recurso número um utilizado no processo, resultando na geração de efluentes líquidos. Alguns dos processos adotados pelas empresas para remoção da cor são eficientes do ponto de vista técnico, entretanto algumas vezes economicamente inviáveis, para a realidade do setor têxtil do Brasil. Os processos têxteis são grandes consumidores de água e de corantes sintéticos, geradores de efluentes volumosos e complexos com elevada carga orgânica. A grande diversidade e complexidade desses efluentes, aliadas a imposição da legislação que exigem tratamentos eficientes, têm levado ao desenvolvimento de novas tecnologias que buscam o tratamento melhor e mais adequado, considerando custos, tempo e eficiência dos processos existentes na reciclagem e eliminação de toxicidade. Assim, este trabalho buscou evidenciar um processo de coagulação/floculação envolvendo dois tipos de

¹ Professora do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário de Brusque-UNIFEBE-SC. E-mail: quimicadaniele@hotmail.com

² Estudante da 7ª fase do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário de Brusque-UNIFEBE-SC. E-mail: japaa__xd@hotmail.com

³ Estudante da 10ª fase do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário de Brusque-UNIFEBE-SC. E-mail: engenharia@famalavanderia.com.br

floculantes, o policloreto de alumínio - PAC e o sulfato de alumínio - $Al_2(SO_4)_3$, onde foram confrontados os aspectos econômicos, tempo de processo e eficiência.

Palavras-chave: Custo-benefício. Floculantes. Indústria-têxtil. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The environmental impact caused by the textile industry is mainly in water, which is the number one resource used in the process, resulting in the generation of wastewater. Some of the processes adopted by companies for color removal are efficient from a technical perspective, however sometimes uneconomical for the reality of the textile sector in Brazil. The textile processes are large consumers of water and synthetic dyes, generating voluminous and complex effluents with high organic load. The diversity and complexity of these effluents, combined with enforcement of legislation requiring effective treatments have led to the development of new technologies that seek the best and most appropriate treatment considering cost, time and efficiency of existing processes in the recycling and disposal of toxicity. This study sought to demonstrate a process of coagulation / flocculation involving two types of flocculants, polyvinyl aluminum - PAC and aluminum sulfate - $Al_2(SO_4)_3$, where the economic, process time and efficiency were compared.

Keywords: Money. Flocculants. Textile Industry. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos resultantes, assim como, os compostos poluentes utilizados no processo de industrialização da matéria-prima, o consumo elevado de água bem como a infiltração de água contaminada são constantes ameaças para a qualidade do solo no que se refere ao setor de produção têxtil.

Falando-se em desenvolvimento e relacionando o mesmo a aspectos sustentáveis, deve-se levar em conta os fatores econômicos, sociais e ambientais assim como envolver o marketing relacionado a todos estes setores. No entanto, poucos compreendem o que seja sustentabilidade e muitas pessoas associam-na à preservação do meio ambiente de um modo singular. Embora seja uma compreensão correta, ainda é incompleta, considerando que a sustentabilidade é algo amplo e complexo. Esta por sua vez, envolve conhecimento e postura voltada ao cuidado do planeta para que seus recursos sejam utilizados de forma responsável e não destruídos, assim como o cuidado com as gerações futuras. Nesse novo cenário sustentável de consumidores verdes foi necessária uma adaptação das organizações para continuarem a atender seu público. Assim, as

empresas viram-se obrigadas a adotar uma abordagem socioambiental, de acordo com Cajazeira (2009).

Visto a importância do tratamento de efluentes para o ambiente, temos como objetivo analisar através de pesquisas de campo e laboratoriais, o desempenho de coagulantes/floculantes utilizados na estação de tratamento de efluente, dentro das normas exigidas.

Em geral, na indústria têxtil as preocupações ao nível da contaminação ambiental estão hoje bastantes presentes, de acordo com Guercio et al (2006), e alvo de legislação nacional e comunitária. Os processos de tratamento são fundamentados na operação de sistemas físico-químicos de precipitação-coagulação, seguidos de separação por sedimentação através de tratamento biológico via sistema de lodos ativos, apresentando uma elevada eficiência na remoção de partículas. No entanto, existem muitas dificuldades na remoção de cor e compostos orgânicos dissolvidos, para além do grande inconveniente de ser bastante susceptível a composição do efluente, e de produzir um grande volume de lodo, segundo Jenkins et al (1993).

Para tanto, o sistema de coagulação/floculação objetiva a remoção dos sólidos suspensos, ou seja, substâncias coloidais que proporcionam a turbidez elevada e cor ao efluente. Em um processo de tratamento de efluente esta etapa caracteriza-se como um pré-tratamento, onde o efluente é acondicionado para os tratamentos seguintes.

A fim de reduzir custos e melhorar o processo de tratamento pré-existente em tinturaria, propõe-se neste trabalho analisar diferentes floculantes, o policloreto de alumínio - PAC e o sulfato de alumínio - $Al_2(SO_4)_3$, e avaliar o desempenho dos mesmos nos aspectos económicos, tempo de processo e efetividade do processo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A utilização da água dentro da indústria têxtil, mais especificamente no beneficiamento, ocorre basicamente em todas as etapas, de modo direto nos processos de lavagem, tingimento e amaciamento, e de modo indireto para realizar aquecimento ou resfriamento nos processos do beneficiamento.

“A água na indústria têxtil já está sendo avaliada como um componente a mais nas planilhas de custos das empresas e não somente com um veículo no processo de tingimento de custo irrisório.” (TWARDOKUS, 2004, p. 18).

O atual processo de tratamento de efluentes praticado pelas empresas de Brusque e região, envolve preocupações em atender a legislação ambiental e estar inserida nas empresas com responsabilidade ambiental, nos últimos anos os problemas ambientais têm se tornado cada vez mais críticos e frequentes, devido ao grande aumento da atividade industrial e ao desmedido crescimento populacional. A contaminação dos afluentes tem sido um dos grandes problemas da sociedade moderna. Por isso os processos produtivos que utilizam-se deste bem merecem atenção especial. Com isso ressalta-se a importância de um tratamento eficiente dos efluentes e seus reflexos na qualidade de vida da população, assumindo deste modo a responsabilidade ambiental, definindo hábitos e costumes adotados pelas empresas geradoras efluentes.

Os efluentes industriais apresentam impurezas que tem uma carga superficial negativa que impede a aproximação uma das outras. Com a finalidade de desestabilizar esta suspensão coloidal são usados processos de coagulação-floculação, de acordo com Di Bernardo e Di Bernardo (2005).

2.1 Coagulação/Floculação

Neste trabalho buscou-se contrastar dois materiais com ações coagulantes/floculantes perante amostras de efluente provenientes da indústria têxtil.

Para Ritcher e Netto apud Cardoso (2007), os termos coagulação e floculação são utilizados como sinônimos, uma vez que ambos significam o processo integral de aglomeração das partículas.

A floculação é um fenômeno de agregação de partículas mediante adição de polímeros floculantes. A floculação é geralmente dependente das forças de longo alcance e a repulsão entre as gotas de óleo será mais efetiva contra a agregação quanto maior for a espessura da camada difusa, conforme Rosa (2002).

Tanto o PAC quanto o Sulfato de alumínio já são utilizados para este processo de tratamento, portanto, uma vez que o efluente têxtil pode oscilar muito quanto às suas características físico-químicas devido a grande variação de

matérias-primas utilizadas no processo, devem ser sempre avaliados quanto a sua efetividade.

Na floculação, procura-se o maior número possível de encontros e a formação de agregados maiores e mais densos (microflocos), que sejam eficientemente removidos por sedimentação ou filtração, ocorrendo em condições de agitação lenta, para Furlan (2008).

A floculação é diferenciada por uma agitação branda com o objetivo de adequar encontros entre as partículas menores para formar agregados maiores ou flocos, com isso tornando a separação dos agregados maiores mais prática.

O processo de coagulação-floculação tem sido utilizado para o tratamento de água e de efluentes industriais, tanto como etapa de pré-tratamento como etapa de tratamento terciário. Os sais de metal hidrolizantes de ferro e alumínio são amplamente usados como coagulantes primários para promover a formação de agregados em efluentes e reduzir a concentração de corantes e outros compostos orgânicos dissolvidos, conforme Furlan (2008).

A principal vantagem da coagulação – floculação é a remoção completa dos corantes e não a decomposição parcial deles, que podem gerar produtos aromáticos intermediários potencialmente tóxicos ao meio ambiente, de acordo com Golob, Vinder e Simoncic (2005).

O mecanismo de coagulação inicia-se com a adição do coagulante no efluente e dura poucos segundos, ocorrendo sob condições de forte agitação do meio. O efeito produzido pela adição desse coagulante sobre uma dispersão coloidal é a desestabilização das partículas através da redução das forças de repulsão eletrostática que as mantêm afastadas, conforme Furlan (2008).

Os projetos de novos sistemas de produção adotaram, primeiramente, as práticas voltadas para o tratamento de perdas e resíduos. A substituição do tratamento pela prevenção na geração de perdas e resíduos tornou os processos mais limpos e eficientes, uma condição para o desenvolvimento sustentável. Em seguida, os modelos sustentáveis de produção representam a tendência de vanguarda, ao trazer a dimensão adicional de equidade e bem social, em conjunto com a geração de valor econômico, para o planejamento das empresas, nos diz Barbieri (2007). Deste modo, foram analisados neste trabalho dois coagulantes do tipo inorgânicos: sulfato de alumínio e policloreto de alumínio, no processo de coagulação/floculação.

2.2 Tratamento de efluentes X Sustentabilidade

Com a era do desenvolvimento sustentável busca-se reduzir os problemas ambientais existentes e buscar melhorias para os processos industriais existentes. Sabendo-se que: “O desenvolvimento sustentável significa qualificar o crescimento e reconciliar o desenvolvimento econômico com a necessidade de se preservar o meio ambiente. (BINSWANGER, 1997, p. 41)”, busca-se neste trabalho o estudo de melhorias dos processos de tratamento de efluentes industriais envolvendo a indústria têxtil.

As indústrias utilizam sistema de gestão ambiental para aumentar a sua produtividade, seja na eficiência das máquinas, na redução dos custos ou agregando alguma característica ao produto final, que possa valorizá-lo no mercado gerando a menor quantidade de resíduos possíveis, reforça Freitas (2002).

A sustentabilidade de um processo permite a sua permanência, em certo nível, por um determinado prazo. Ultimamente este conceito, tornou-se um princípio, no qual o uso dos recursos e métodos eficientes para a satisfação de necessidades presentes não pode comprometer a satisfação das necessidades das gerações futuras.

Tratando-se de processos industriais e seus devidos tratamentos, deve-se levar em consideração o desenvolvimento econômico e material sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro. Estes parâmetros, quando seguidos de forma adequada, garante para a humanidade o desenvolvimento de forma sustentável.

Sabe-se que para alcançar este desenvolvimento, tão esperado e tão cobrado nos dias atuais, tudo depende do planejamento do conhecimento de todos os processos que envolvem uma empresa e seus reflexos no ambiente.

Segundo Vasconcellos (2006, p. 228):

Crescimento econômico é o crescimento contínuo da renda per capita ao longo do tempo. O desenvolvimento econômico é um conceito mais qualitativo, incluindo as alterações da composição do produto e a alocação dos recursos pelos diferentes setores da economia, de forma a melhorar os indicadores de bem-estar econômico e social.

Esse tipo de ‘desenvolvimento’ tende a ser insustentável, pois leva ao esgotamento dos recursos naturais dos quais a humanidade depende.

A ideia de um mundo melhor para todas as gerações sem prejudicar o meio ambiente é um objetivo social desejado, o que faz com que ela seja popular no mundo todo, conforme Barbieri (2009).

Destaca-se que a preservação da natureza e dos seus recursos não é apenas um clichê do momento e sim uma necessidade, uma meta do século XXI. Por isto, o desenvolvimento de forma sustentável vem sendo discutido em todos os meios, desde entre os ambientalistas até entre os grandes empresários mundiais como uma forma de renovação da matéria-prima existente. Assim, o tratamento dos efluentes gerados dos diversos processos merece sempre uma atenção especial.

"Desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas." (CMMAD, 1991, p. 49).

Através da fundamentação obtida, torna-se cada vez mais claro a necessidade de um estudo relacionado tanto a custo quanto a qualidade dos elementos responsáveis pelo tratamento de efluentes, onde a busca pelo desenvolvimento sustentável é de suma importância para o bem estar da sociedade como um todo.

3 METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado foi qualitativo/quantitativo, onde foram descritas as características e resultados dos floculantes em análise perante o efluente têxtil. As amostras de efluente têxtil utilizado nesta pesquisa foram coletadas dos tanques de tratamento de uma empresa de médio porte, cuja atividade é voltada para lavagem e tingimento de peças de roupas confeccionadas, localizada na região de Brusque. Ensaios de coagulação/floculação preliminares foram realizados com o intuito de determinar a faixa de dosagem para cada coagulante em análise assim como o tempo ótimo de sedimentação.

Para análise, foram realizadas três experiências no laboratório de Química do Centro Universitário de Brusque – UNIFEBE, com o objetivo de analisar o comportamento de dois coagulantes inorgânicos, sulfato de alumínio e policloreto de

alumínio, no processo de coagulação/floculação utilizados no tratamento de efluente têxtil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para realização dos experimentos, foram coletadas amostras de uma E.T.E.situada em uma lavanderia industrial, atuante no mercado de peças já confeccionadas, (tais como jeans, camisetas, etc.) com processo de lavagens, tingimentos, e todo tipo de customização, onde apresentam efluente com composição bastante variada.

Para realizar os ensaios físico-químicos, dentro da gama de variedades de produtos floculantes, foram selecionados os mais utilizados nas indústrias do ramo, o sulfato de alumínio isento de ferro e policloreto de alumínio, comercialmente conhecido como (PAC). Tendo em vista o objetivo da pesquisa, que é analisar os resultados obtidos, contrastando para analisar a viabilidade dos mesmos.

4.1 Experiência Laboratorial

4.1.1 Amostra 1

Em uma solução de 800 ml de água oriunda do tratamento de efluentes de lavanderia industrial, visivelmente contaminada, onde apresentou a leitura de $\text{pH}=6$. Em seguida, foram adicionados 3ml de soda cáustica, que tem como propriedade aumentar o pH do efluente, mediu-se novamente e encontrou-se o $\text{pH}= 11$.

Após essa leitura, adicionou-se 1ml de sulfato de alumínio isento de ferro para iniciar o processo de floculação. (O sulfato de alumínio é utilizado como floculante, que faz com que as substâncias dispersas na água fiquem em suspensão, produzindo flocos densos que podem ser separados com facilidade). Utilizando-se de um cronômetro observou que em 40 segundos iniciou o processo de floculação, que nada mais é do que o efluente recebendo uma substância química, neste caso sulfato de alumínio, que faz com que as impurezas se aglutinem formando flocos para serem facilmente removidos. Com o $\text{pH} = 6$, em seguida colocou-se 5 ml de polímero aniônico que é utilizado para coagular e decantar o material particulado que estava em processo de coagulação. Novamente com o uso de um cronômetro

observou-se que após 30 segundos houve um aumento nos flocos de materiais físico-químicos pH final encontrado = 6, conforme tabela 1.

4.1.2 Amostra 2

Em outro recipiente colocou-se 800 ml do mesmo efluente utilizado no experimento 1, com pH inicial = 6. Em seguida adicionou-se 5ml de soda cáustica com o objetivo de aumentar o pH, em seguida colocou-se 1 ml de policloreto de alumínio (PAC), para iniciar o processo de floculação das substâncias dispersas na água. Com o auxílio de um cronômetro observou-se que levou 31 segundos para o início da formação dos flocos. Com o pH = 6, acrescentou-se o polímero aniônico para coagular os flocos dos sólidos em suspensão na amostra. Este processo levou 10 segundos para coagular e o pH final = 6.

Neste experimento observou-se que ao ser colocado o policloreto de alumínio, o efluente teve um grande aumento de flocos.

Quadro 1: Resultados da experiência

Floculante	pH inicial	pH Correção	pH Floculação	pH Final	Tempo Floculação(s)	Tempo Coagulação(s)
Sulfato	6	11	6	6	40	30
PAC	6	11	6	6	31	10

Fonte: A Empresa

Analisando os dados obtidos no quadro 1, podemos considerar que em relação ao tempo o policloreto de alumínio (PAC), obteve um melhor resultado, já que mesmo obteve diferença expressiva tanto no tempo para floculação quanto para o tempo de coagulação. Levando em consideração o custo, o PAC também demonstra vantagem, já que o mesmo tem o custo de R\$ 0,90/Kg enquanto o Sulfato de Alumínio tem o custo R\$ 1,08/Kg. Assim, analisando esses dois parâmetros que são: tempo de floculação/ coagulação e custo, considerou-se que para o tratamento do lodo proveniente de uma lavanderia industrial o floculante mais viável sob estes dois aspectos avaliados foi o PAC. Todos os dados foram obtidos

em laboratório, na universidade, e coparticipação da empresa FAMA beneficiamento têxtil, onde foi coletado o lodo.

4.2 Laudo Técnico Amostra Policloreto de Alumínio (PAC)

A seguir, apresenta-se o laudo técnico do PAC, para contrastar com o laudo técnico do Sulfato de Alumínio Isento de Ferro, contendo informações referente aos parâmetros físico-químicos e analisar o melhor desempenho entre os mesmos.

Quadro 2: Laudo Técnico Amostra Policloreto de Alumínio (PAC)

PARÂMETRO	METODOLOGIA	RESULTADO	UNIDADE
Cor Aparente	SMWW 2120C	664,00	Pt Co
Cor Real	SMWW 2120C	297,00	Pt Co
DQO	8000 HACH	--	mg/L O ₂
pH	SMWW 4500 – H+B	5,84	--
Sólidos Suspensos Totais	SMWW 2540 D	--	mg/L

Fonte: LANAE (Laboratório de Análises de Águas e Efluentes) SENAI

O resultado obtido no parâmetro de cor aparente não foi o esperado, se deu muito elevado comparado ao floculante concorrente, o parâmetro cor real também se mostrou alterado, mas que comparado ao seu concorrente não teve uma diferença expressiva.

4.3 Laudo Técnico Amostra Sulfato de Alumínio Isento de Ferro

A seguir, apresenta-se o laudo técnico do Sulfato de Alumínio Isento de Ferro, para contrastar com o laudo técnico do PAC, contendo informações referente aos parâmetros físico-químicos e analisar o melhor desempenho entre os mesmos.

Quadro 3: Laudo Técnico Amostra Sulfato de Alumínio Isento de Ferro

PARÂMETRO	METODOLOGIA	RESULTADO	UNIDADE
Cor Aparente	SMWW 2120C	328,00	Pt Co
Cor Real	SMWW 2120C	31,00	Pt Co
DQO	8000 HACH	--	mg/L O ₂
pH	SMWW 4500 – H+B	6,66	--
Sólidos Suspensos Totais	SMWW 2540 D	--	mg/L

Fonte: LANAE (Laboratório de Análises de Águas e Efluentes)

O Sulfato de alumínio isento de ferro, perante os laudos observados teve um ótimo resultado, onde os itens analisados, foram todos inferiores ao do PAC. Discutindo item a item pode-se notar que a cor aparente do Sulfato apresentou 328 PtCo, enquanto o PAC 664 PtCo, a cor real também apresentou valores satisfatórios 31 PtCo e 297 PtCo respectivamente, mantendo todos os parâmetros de análise melhores, portanto, se tornando mais eficiente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou o estudo sobre floculantes utilizados no processo de tratamento de efluentes de indústrias têxteis onde avaliou-se aspectos econômicos, tempo de processo e efetividade do processo, provenientes do processo de lavanderia industrial na região de Brusque. Com base nos dados obtidos, observa-se que em relação aos parâmetros custo/tempo o produto PAC apresentou resultados consideráveis quando comparados ao Sulfato de Alumínio. Para análise comparativa, foram utilizadas as mesmas quantidades dos produtos com o objetivo de avaliar o desempenho dos mesmos. Conforme o laudo, o Sulfato de Alumínio apresentou melhores resultados em comparação ao PAC, considerando os aspectos econômicos, tempo de processo e eficiência.

A partir dos estudos realizados com base nos resultados do procedimento experimental, recomenda-se para futuros trabalhos que seja feita análise físico-química do efluente líquido tratado, com a implantação de um sistema de recuperação de água. Propõe-se também, a implantação de um sistema de gestão

ambiental na empresa contemplando todos os seus processos produtivos, considerando que os diversos resíduos podem ser tratados e minimizados com ações pontuais no processo, buscando melhorar a eficiência dos processos dentro dos parâmetros sustentáveis.

REFERÊNCIAS

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial**: conceitos, modelos e instrumentos. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

BINSWANGER, H. C. **Fazendo a sustentabilidade funcionar**. In: CAVALCANTI, C. (Org.) Meio Ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas. São Paulo: Cortez. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1997. p. 41-55.

CAJAZEIRA, Jorge Emanuel Reis. **Responsabilidade social empresarial e empresa sustentável**: da teoria à prática. São Paulo: Saraiva, 2009.

CARDOSO, V. C. **Estudo do processo de coagulação/floculação por meio da *Moringa oleifera* lam para obtenção de água potável**. 2007. Dissertação (Mestrado). - Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá, PR, 2007.

CONSELHO MUNDIAL PARA O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO - CMMAD. **Nosso futuro comum**. 2.ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

DI BERNARDO, L.; DI BERNARDO, A. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2.ed. São Carlos, SP: Rima, 2005.

FREITAS, K. R. **Caracterização e reuso de efluentes do processo de beneficiamento da indústria têxtil**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

FURLAN, F. R. **Avaliação da eficiência do processo de coagulação-floculação e adsorção no tratamento de efluentes têxteis**. 2008. 151 f. Dissertação (Mestrado). - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2008.

GOLOB, V.; VINDER, A.; SIMONIC, M. **Efficiency of the coagulation/flocculation method for the treatment of dyebath effluents**. Dyes And Pigments, Slovenia. p. 93-95. 12 maio 2005. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/dyepig>. Acesso em: 19 mar. 2014.

JENKINS, D.; et al. **Manual on the Causes and Control of Activated Sludge Bulking and Foaming**. New York: Lewis Publishers. 1993.

PINTO, B. S; PEREIRA JR., C. A. **Análise de processos de tingimento reutilizando a água do tratamento de efluentes**. Brusque, SC: [s.n.], 2012.

ROSA, J. J. **Tratamento de efluentes oleosos por floculação pneumática em linha e separação por flotulação – Processo FF**. Porto Alegre: PPGEM, 2002.
TWARDOKUS, R G. **Reuso de água no processo de tingimento da indústria têxtil**. Florianópolis: UFSC, 2004.

VASCONCELLOS, M. A. S.; GARCIA, M. E. **Fundamentos da economia**. 3.ed. São Paulo: Saraiva, 2008.