



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - UEPB

CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CCT

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA - DQ

LAÍS RAQUEL SOARES FERREIRA

**Reflexão Sobre os Impactos Ambientais e Estratégias Utilizadas para o
Reaproveitamento dos Efluentes pelas Indústrias Têxteis**

CAMPINA GRANDE- PB

Dezembro de 2015

LAÍS RAQUEL SOARES FERREIRA

**Reflexão Sobre os Impactos Ambientais e Estratégias Utilizadas para o
Reaproveitamento dos Efluentes pelas Indústrias Têxteis**

Trabalho de conclusão de curso (TCC)
apresentado a coordenação do curso de
Licenciatura em Química da Universidade
Estadual da Paraíba como requisito parcial
para a obtenção do título de licenciada em
Química.

ORIENTADORA: Profa. Dra. Mary Cristina Ferreira Alves

CAMPINA GRANDE- PB

Dezembro de 2015

F383r Ferreira, Laís Raquel Soares.

Reflexão sobre os impactos ambientais e estratégias utilizadas para o reaproveitamento dos efluentes pelas indústrias têxteis [manuscrito] / Laís Raquel Soares Ferreira. - 2015.

63 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2015.

"Orientação: Profa. Dr. Mary Cristina Ferreira Alves, Departamento de Química".

1. Resíduos industriais. 2. Indústria têxtil. 3. Impactos ambientais. 4. Reaproveitamento de resíduos. I. Título.

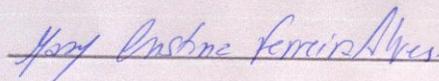
21. ed. CDD 363.728

**Reflexão Sobre os Impactos Ambientais e Estratégias Utilizadas
para o Reaproveitamento dos Efluentes pelas Indústrias Têxteis**

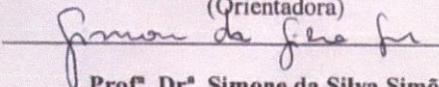
Trabalho de conclusão de curso (TCC)
apresentado a coordenação do curso de
Licenciatura em Química da Universidade
Estadual da Paraíba como requisito parcial
para a obtenção do título de Licenciada em
Química.

APROVADA EM 09/12/2015

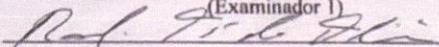
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr.ª Mary Cristina Ferreira Alves
(Orientadora)



Prof. Dr.ª Simone da Silva Simões
(Examinador 1)



Prof. Dr. Rodrigo Jose de Oliveira
(Examinador 2)

CAMPINA GRANDE- PB

Dezembro de 2015

AGRADECIMENTOS

Primeiramente louvo ao Senhor Deus, ao qual é o único digno de toda honra e Glória, o autor é consumidor da minha fé, sem ele não estaria chegando onde estou, pois até aqui ele me ajudou.

Aos meus familiares, especialmente a minha querida mãe Rosilda Soares que me deu toda força, apoio, e uniu todas as suas energias, tempo, e compreensão para me ajudar até aqui, ao meu querido Pai Luíz Carlos que mesmo distante me apoiou e me ajudou de uma forma muito significativa na realização de um dos meus maiores sonhos, ao meu Amado irmão Davi Soares, seu apoio carinho, e oração pela minha vida e minha carreira acadêmica foram indispensáveis, e minha querida Vó Luzia pelo carinho, apoio durante esses cinco anos de graduação.

Muito obrigada a minha família pelo carinho e toda dedicação, pois sem vocês também não poderia chegar aonde cheguei.

Dedico esse trabalho também a minha saudosa orientadora Mary Cristina, que fez um ótimo trabalho de orientação, e em minha vida acadêmica como discente obrigada pelo tempo, e também toda disposição dedicada nessa pesquisa.

E por fim aos meus queridos amigos, e irmãos da minha igreja local que me ajudaram em suas orações, por cada palavra de incentivo e carinho que recebi de cada um, e todos os professores que contribuíram para minha educação desde a infância até hoje nessa etapa que posso dizer que é mais um sonho do que algo comum que acontece na vida de todos.

“Portanto quer que comais, quer que bebais, fazei tudo para a Glória de Deus” 1Coríntios 10:31 (Bíblia Sagrada)

“Grandes coisas fez o Senhor por nós por isso
estamos Alegres”

Salmos 126.3 (Bíblia Sagrada)

FERREIRA, L, R, S: Reflexão Sobre os Impactos Ambientais e Estratégias Utilizadas para o Reaproveitamento dos Efluentes pelas Indústrias Têxteis. Campina Grande, UEPB, 2015, 61p (Monografia para a Graduação em Licenciada em Química)

RESUMO

Com o crescimento industrial e econômico, a variedade de resíduos industriais passou a ser cada vez maior e mais significativa. De acordo com a literatura utilizada nesta pesquisa a grande causa para essa variedade de resíduos se deve ao fato de resíduos lançados em ambientes aquáticos provocando assim grandes alterações ambientais principalmente no meio onde são lançados. Diante disso o presente trabalho teve como objetivo levantar uma breve reflexão sobre a contaminação causada pelo lançamento desses resíduos acompanhado de suas políticas de reaproveitamento de resíduos e sólidos. A referente pesquisa é composta por um caráter exploratório seguido de um método qualitativo bibliográfico, composta também por um breve histórico sobre o início desse processo de industrialização e o crescimento no país e no Estado da Paraíba o qual nos levou a realização do mesmo, por se tratar de um dos maiores pólos industriais do país. E seguimento do trabalho deu-se com a apresentação e a aplicação métodos tanto químicos como físicos, e biológicos que foram desenvolvidos para minimizar esses impactos em conjunto de uma conscientização humanitária.

Palavras chaves: corantes, meio ambiente, indústria têxtil e remediação

FERREIRA, L, R, S : Reflection About Environmental Impacts and Strategies Used for the Reuse of Wastewater for Textile Industries. Campina Grande, UEPB, 2015, 69p (Monograph for Graduation Degree in Chemistry)

ABSTRACT

With industrial and economic growth, variety of industrial waste has become bigger and more significant. According to the literature used in this study the great cause for this variety of waste is because of waste released into aquatic environments thus causing major environmental changes especially in the middle where they are released. Therefore this study aimed to raise a brief reflection on the pollution caused by the release of such wastes accompanied by their reuse and solid waste policies. The related research consists of an exploratory character followed by a bibliographic qualitative method also comprises a brief history of the beginning of this process of industrialization and growth in the country and in the state of Paraíba which led us to achieve the same, because it deal with one of the largest industrial centers of the country. And following the work was given to the presentation and application methods both chemical and physical, and biological processes that have been developed and refined to minimize these impacts together in a humanitarian awareness.

Keywords: Dyes, wast, environment, industries, and remediation

LISTA DE FIGURAS

4.3.1	ESTRUTURA QUÍMICA DE ALGUNS CORANTES.....	22
4.4. 1	CORANTE ÁCIDO VIOLETA.....	23
4.4.2	CORANTE AZÓICO (CRISODINA)	25
4.4.3	ESTRUTURA QUÍMICA DE UM COMPOSTO CONTENDO A FUNÇÃO AZO	26
4.4.4	EXEMPLO DE TINTURA LÃ COM CORANTE PRÉ- METALIZADO (VIII) CROMO/ CORANTE1: 1 ATRAVÉS DO GRUPO COMO LIGANTE E O CENTRO METÁLICO DO CORANTE	27
4.4. 5	VERMELHO CONGO	28
4.4.6	EXEMPLO DA INTERAÇÃO COVALENTE ENTRE UM CORANTE CONTENDO GRUPOS REATIVOS (TRIAZINA) E GRUPOS HIDROXILAS PRESENTES NA CELULOSE DA FIBRA DE ALGODÃO	29
4.5.1	RESÍDUO TÊXTIL SENDO DESCARTADO NO AMBIENTE AQUÁTICO LEVANDO A PRODUÇÃO DE UMA FORTE POLUIÇÃO VISUAL	32
4.8.1	IMAGEM DE UM BIORREATOR DE MEMBRANAS UTILIZADO NAS INDÚSTRIAS	39
4.8.2	REPRESENTAÇÃO DO FLUIDO ANTES E DEPOIS DA ADIÇÃO DO AGENTE COAGULANTE PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES	40
4.8.3	REPRESENTAÇÃO DO FLUIDO PASSANDO PELO SISTEMA DE FLOCUÇÃO.....	41
4.8.4	ESQUEMA DA REPRESENTAÇÃO DE UM REATOR FOTOQUÍMICO.....	44
4.8.5	REPRESENTAÇÃO DO FLUIDO EM CONTATO COM O ADSORVENTE E O ADSORBATO EM ESPÉCIES	

QUÍMICAS RETIDAS	45
4.8.6 COMPARAÇÃO DO CARVÃO COMUM E O CARVÃO ATIVADO NO QUAL É UTILIZADO NAS INDÚSTRIAS TEXTÉIS	46
4.8.7 ESQUEMA REPRESENTATIVO DA PARTÍCULA DE UM SEMICONDUTOR BV: BANDA DE VALÊNCIA; BC: BANDA DE CONDUÇÃO	47

LISTA DE SIGLAS

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANVISA - Agência Nacional de vigilância Sanitária

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

DQO - Demanda Química de Oxigênio

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

POA - Processos Oxidativos Avançados

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO GERAL	15
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. METODOLOGIA	17
3.1 COLETA DE DADOS	17
3.2 ANÁLISE DE DADOS.....	17
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
4.1 INDÚSTRIAS TEXTEIS NO BRASIL.....	19
4.2 INDÚSTRIAS TEXTEIS NA PARAÍBA	19
4.3 OS CORANTES TEXTEIS	20
4.4 CLASSIFICAÇÃO DE ALGUNS CORANTES TÊXTEIS	21
4.5 EFEITO DOS CORANTES TEXTEIS EM AMBIENTES AQUÁTICOS.....	31
4.6 ESTRATÉGIAS E NORMAS DE DESCARTE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS.....	33
4.7 ESTRATÉGIAS ADOTADAS PARA REUTILIZAÇÃO DOS RECURSOSHÍDRICOS UTILIZADOS NOS PROCESSOS DE TINGIMENTO.....	36
4.8. 2 MÉTODOS DE DEGRADAÇÃO DOS RESÍDUOS TÊXTEIS	38
4.8. 1 MÉTODOS BIOLÓGICOS	38
4.8. 2 MÉTODOS FÍSICOS.....	40
4.8. 3 MÉTODOS QUÍMICOS.....	41
5. CONCLUSÃO	48
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

1.0 INTRODUÇÃO

No final deste século o termo “meio ambiente” vem sendo muito comentado, quer seja por modismo, ou real conscientização, onde de fato se torna uma questão a ser analisada, (SANTOS, 2010).

Diante disso, pretende-se realizar um levantamento bibliográfico científico para assim então analisar as mais críticas situações ocorridas nesse contexto, enfatizando o setor têxtil industrial, que vem se destacando pelo seu crescimento econômico no país, porém ativando consequências destruidoras ao meio ambiente.

Para que se tenha a produção têxtil bem elaborada (tecidos, fios de lã, algodão tingido, etc.) é necessário que haja uma gama de procedimentos químicos e físicos, procedimentos que de acordo com (MACENO, et.al, 2013) geram inúmeros impactos ambientais que são envolvidos por diversos aspectos, tais como: o consumo de água, energia e geração de resíduos.

Além dos fatores mencionados anteriormente, um das maiores preocupações que também vem sendo discutida, e que vem levando a uma alteração indevida do meio ambiente, é a utilização de corantes têxteis que de acordo com (MARINHO, et al, 2013) chega a uma proporção de quase 90% e também, pelo fato de possuírem componentes com uma alta toxicidade causando assim uma forte agressão a humanidade e seu contexto de habitação, levando em consideração o descarte indevido dessa gama de toxicidade produzida e lançada em meios aquáticos, alterando assim a biótica e o meio natural.

Diante disso, algumas “soluções” vêm sendo levantadas, para que se tenha uma possível diminuição dessa degradação corrida. Dentro desse contexto de “soluções” iremos destacar o reuso da água utilizada nos processos de tingimento do tecido, como também métodos químicos, físicos e biológicos que vem ganhando destaque nessa conscientização.

Dessa forma esta pesquisa procurou levantar uma breve reflexão sobre os impactos ambientais ocorridos, como os descartes indevidos de resíduos produzidos pelo setor têxtil, apresentando possíveis métodos criados para a diminuição desses impactos.

2. OBJETIVOS

Trata-se de uma reflexão sobre os impactos ambientais ocasionados pelos corantes têxteis utilizados nos processos de tingimento e as estratégias de reaproveitamento desses recursos hídricos dentro das indústrias.

2.2 Objetivos específicos:

- ✓ Refletir através de dados da literatura sobre os impactos ambientais causados pelos corantes têxteis;
- ✓ Analisar os aspectos químicos dos resíduos gerados nas indústrias têxteis (corantes);
- ✓ Realizar pesquisa literária sobre as estratégias de reaproveitamento e descartes dos resíduos têxteis adotados pelas indústrias;
- ✓ Avaliar a partir de dados da literatura, os métodos físicos, químicos e biológicos apresentados pela comunidade científica no processo de remediação dos efluentes têxteis.

3. METODOLOGIA

Este trabalho foi elaborado utilizando-se de uma pesquisa de caráter exploratório seguido de um método qualitativo bibliográfico permitindo ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que pode se pesquisar diretamente. De acordo com (GIL, 2008) esse tipo de pesquisa é composta por um material elaborado por inúmeros artigos científicos e livros.

Segundo (MOLOSSI, 2012) a pesquisa bibliográfica também busca explicar um problema ou situações a partir de referencias teóricos já publicados em artigos, livros, dissertações e teses. Pode ser independente ou parte da pesquisa exploratória.

3.1 Coleta de Dados

✓ Foram selecionado artigos, dissertações e teses com temas relacionados ao tema proposto para este trabalho, publicados nos últimos sete anos (2008-2015);

✓ Leitura seletiva do material encontrado, separando assim somente as partes de interesse para o complemento da pesquisa.

✓ Registro de informações dos autores como: data, publicação, métodos e conclusões.

3.2 Análise de dados

Nesta etapa foi feita a releitura do material tendo como o objetivo de ordenar e realizar uma sistematização dos dados da pesquisa realizada, bem como identificar novas informações durante o seu desenvolvimento.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Indústrias têxteis no Brasil

A indústria têxtil se destaca principalmente em países do terceiro mundo, num movimento incentivado em parte pelo desinteresse do setor em investir na renovação tecnológica, em parte pelo interesse na manutenção das vantagens econômicas que visam o uso intensivo de mão-de-obra barata. Isso significa que as grandes potências industriais estão passando de economias industriais a economias de serviços baseadas no conhecimento e na informação, enquanto a produção de bens tem migrado para países com baixo custo de mão-de-obra (FERREIRA, *et.al*,2009).

As indústrias têxteis no Brasil representam uma grande parcela do PIB. (FERREIRA, *et.al*,2009). Com tudo, nota-se a importância da indústria têxtil, no vestuário seguido da economia brasileira. Porém o setor têxtil- vestuário sofre deficiências e carências entre as quais a mais destacada é a sustentabilidade ambiental, pela sua quantidade de produtos químicos utilizados no processo de tingimento (SOBREIRA, 2011).

Sabido dessa informação nacional cabe-se enfatizar que foi a partir da introdução nordestina da cultura do algodão no século XVIII que surgiram as primeiras indústrias têxteis na região. Onde o algodão tornou-se peça chave para esse desenvolvimento que fez parte do modelo primário-importador, que é utilizado para exportação, e após seu auge no período da guerra civil dos EUA limita sua produção ao abastecimento interno. Dando início de uma indústria tipicamente artesanal, ganhando força e destaque. Com isso, a participação na produção nacional, das principais atividades desenvolvidas no Nordeste que eram a fiação e a tecelagem, mostrou que o

Nordeste se especializou nas atividades que mais se mostravam vantajosas para as condições da região (VILAR, et.al, 2014).

4.2 Indústrias têxteis do Estado da Paraíba

Foi a partir da introdução nordestina da cultura do algodão no século XVIII que então surge as primeiras indústria têxteis na região, sendo ainda uma indústria tipicamente artesanal, ganhando força gradativamente após a revolução industrial que chegou ao Brasil no século XIX (VILAR et.al, 2014). Onde as indústrias têxteis se tornaram de uma importância bem significativa, principalmente em um segmento econômico e social no do estado da Paraíba, sendo a cidade de João Pessoa um grande pólo industrial, destacando-se o crescimento de confecções de toalhas. E setores de atividades tais como os de tingimento de fios, lavanderias industriais, secadeiras e alvejadeiras de tecidos (AQUINO et.al, 2015).

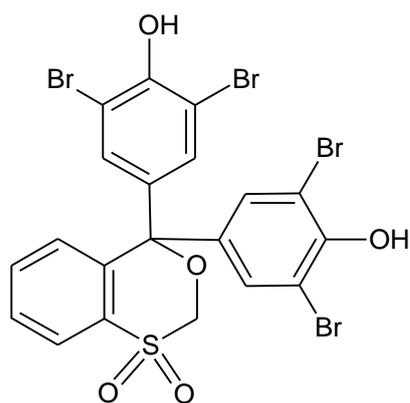
Com esse processo de industrialização ocorrido, de acordo com a estima-se que a Paraíba com distritos industriais nos seguintes municípios: João Pessoa, Santa Rita, Alhandra, Rio Tinto, Campina Grande, Queimadas, Taperoá, Patos, Sousa e Cajazeiras (ALBUQUERQUE, 2014). Com base nessa distribuição, destacam-se três aglomerados industriais no território Paraibano. Onde abrigam cerca de 3.212 das 3.366 cadastradas na Federação de Industrias da Paraíba (FIEP, 2011).

4.3 - Os Corantes têxteis

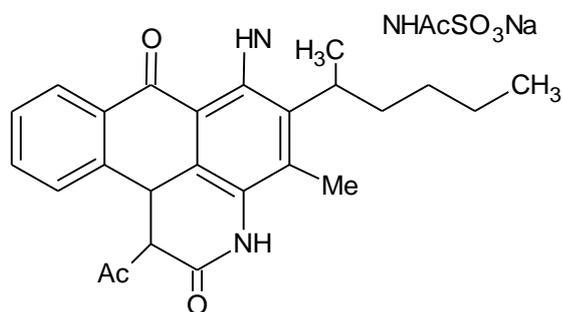
Os corantes podem ser definidos como substâncias intensamente coloridas que, quando aplicadas a um material, lhe conferem tinteiro que está em uma condição preestabelecida, reagindo ou não com o material durante o tingimento (BRUSCATO, 2011).

Os corantes também são compostos químicos orgânicos que absorvem luz visível seletivamente, motivo pelo qual são coloridos. Esse fenômeno que ocorre é devido à presença de grupos cromóforos como, por exemplo: nitro, nitroso, azo e carbonila. A sua coloração pode ser intensificada, e até mesmo modificada, grupos denominados auxocromos, como a etila, nitro, amino, sulfônico, hidroxila, metóxi, etóxi, cloro e bromo (ZEN. et.al, 2010).

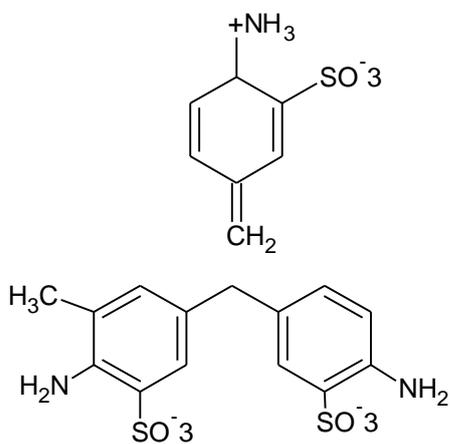
Estima-se que o mercado mundial para pigmentos e corantes orgânicos, e em produtos sem aditivos, seja da ordem de 0,9 milhões de toneladas. Esse mercado apresenta uma quantia de 12 a 13 bilhões de dólares distribuídos entre corantes orgânicos e pigmentos orgânicos e inorgânicos (CARVALHO, 2010). A seguir são apresentadas na Figura 4.3.1, algumas das estruturas de corantes utilizados nas indústrias têxteis.



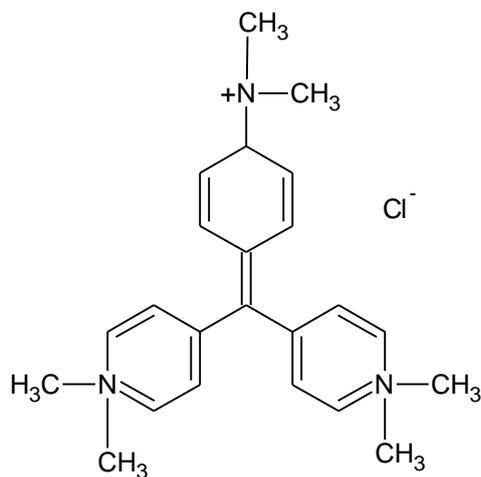
Azul de Bromofenol



Poly R 478



Fuschin



Violeta de Cristal

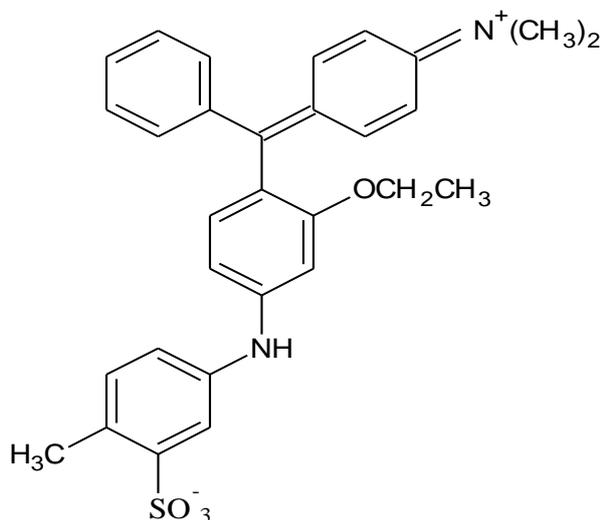
Fonte: Adaptado MONEGO

Figura 4.3.1 – Estrutura química de corantes têxteis

4.4 - Classificações de Alguns Corantes

Os corantes têxteis podem ser classificados como corantes ácidos, reativos, básicos, dispersivos, enxofre, azos, pré-metalizados, diretos, entre outros. A sua classificação está relacionada com a estrutura química e os grupos funcionais destes corantes. As principais características e estruturas químicas destes compostos serão melhor descritas a seguir.

O corante ácido corresponde a um grande grupo de corantes aniônicos portadores de um a três grupos sulfônicos. No processo de tintura, o corante previamente neutralizado (solução contendo cloreto, acetato, hidrogenossulfato, etc.) As cores das fibras ficam, geralmente, brilhantes e têm boa resistência. (IGNACHEWSKI, 2008). Quimicamente são classificados em azo, antraquinona, trimetilmetano, xanteno, nitro, quinolina e ftalocianinas corantes ácidos conferem ao efluente pH ácidos, como mostrado a Figura 4.4.1 a seguir.



Fonte: Adaptado MONEGO.

Figura 4.4.1 – Corante ácido violeta

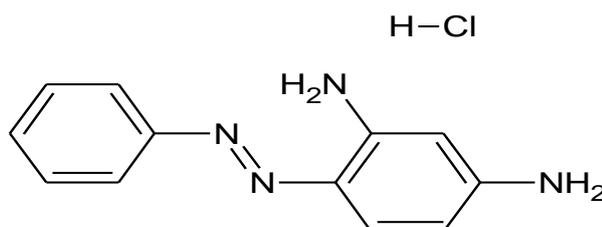
Por outro lado, os corantes reativos são mais utilizados em nível mundial e assim chamados devido a sua capacidade de formarem ligações covalentes com a fibra (MATTAR et.al 2012). Possuem alta solubilidade em água e o estabelecimento de ligações covalentes com grupos OH, NH, ou SH, em algodão, lã, seda, e náilon. O problema desses efluentes coloridos associados ao uso desses corantes deve-se a hidrólise dos grupos reativos que ocorre durante o processo de tingimento têxtil. As estruturas mais comuns são azo, antraquinona e ftalocianina (SILVA, 2011). Os corantes básicos são conhecidos também como grupo de corantes catiônicos, eles solúveis em água e capazes de colorir a lã, o acrílico, a seda, o algodão, entre outros. Estes corantes em água fornecem cátions coloridos, normalmente um sal de amina ou um grupo imino ionizado (GUSMÃO, 2011).

Em relação aos corantes dispersivos são corantes não-iônicos insolúveis em água, utilizados na produção de tintura para fibras hidrofóbicas. Aonde essa classe vem sendo bastante utilizada para o tingimento de fibras sintéticas, como poliéster, Nylon, e acetato de celulose. São utilizadas em processo de transferência térmica, e transferência térmica por difusão de corante, técnicas aplicadas para a produção de fotografias e eletrônicos. O tingimento pode ocorrer através de dispersões aquosas aplicadas em altas temperaturas em altas pressões. (GOMES, 2009).

Os corantes de enxofre são assim classificados por possuírem compostos macromoleculares com pontes de polissulfetos ($-S_n-$), que se denominam altamente insolúveis em água. Onde são aplicados após pré-

redução em banho de ditionito de sódio que lhes confere a forma solúvel, são reoxidados subsequentemente sobre a fibra pelo contato com ar, sendo assim também conhecidos por produzirem resíduos altamente tóxicos (SILVA, 2013).

Dentre os tipos de corantes já destacados, existe uma classe muito importante e muito utilizada dentro das indústrias têxteis que são os corantes azos que compõem o maior grupo de todos os corantes sintéticos existentes e desempenham um papel proeminente na maioria das aplicações. Esses corantes são compostos que contêm o grupo azo, $-N=N-$, ligado aos átomos de carbono de hibridação sp^2 . Os corantes monoazo possuem apenas uma ligação dupla $N=N$, enquanto que os corantes diazo, triazo e poliazo possuem duas, três ou mais ligações duplas $N=N$, respectivamente. Este grupo está normalmente ligado ao anel benzênico e naftalênico, mas em alguns casos também pode estar ligado a grupos heterocíclicos aromáticos ou a grupos alifáticos (LEAL, 2011), como apresentado na Figura 4.4.2 a seguir.



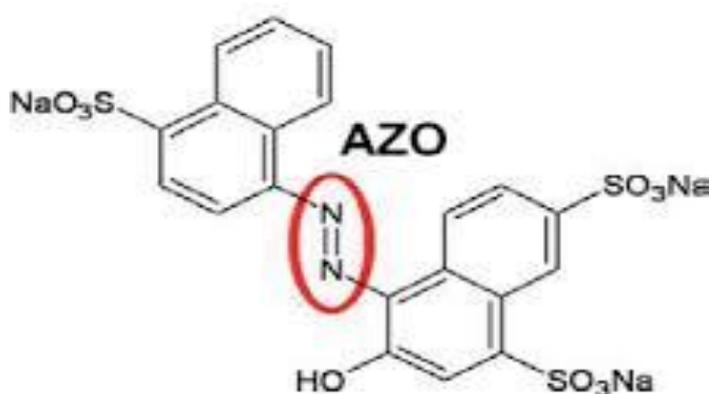
Fonte: Adaptado MONEGO.

Figura 4.4.2 – Estrutura química do Corante Azoico (crisodina)

Os corantes do grupo Azo representam cerca de 50% da produção mundial de corantes têxteis, e são amplamente utilizados em diversos tipos de indústrias, tais como curtumes, indústrias alimentícias, de cosméticos e

de papel, sendo a indústria têxtil a maior consumidora. (AMORIM, et.al, 2009), fazendo com que essa grande utilização esteja ligada ao fato permitirem um método de tingimento de fibras celulósicas (especialmente alongadas) com alto padrão de fixação e alta resistência a luz e umidade em relação às outras classes.

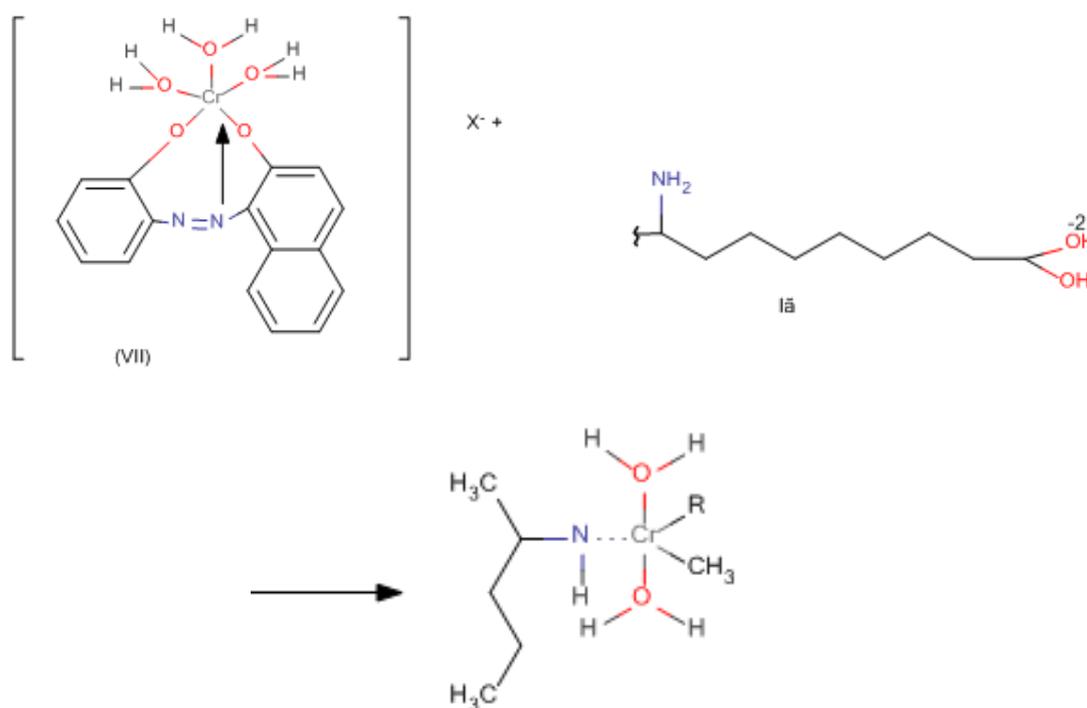
Os principais problemas ambientais está diretamente relacionado com as indústrias têxteis e de tingimento pela utilização de corante do tipo Azo onde são bastante resistentes à degradação natural e de comprovado caráter carcinogênico e mutagênico (FUJIWARA, et.al, 2010) que se formam como metabólitos da clivagem reductiva das ligações azo, são muitas vezes mais tóxicas do que as moléculas intactas dos corantes (AMORIM, et.al, 2009). Entretanto nota-se que de acordo com a literatura, países menos desenvolvidos como Brasil, Índia, México e Argentina infelizmente não cessaram a produção desses compostos altamente tóxicos que são as benzidinas (NASCIMENTO, 2008).



Fonte: SILVA (2008, p.74)

Figura: 4.4.3 - Estrutura química de um composto contendo a função AZO.

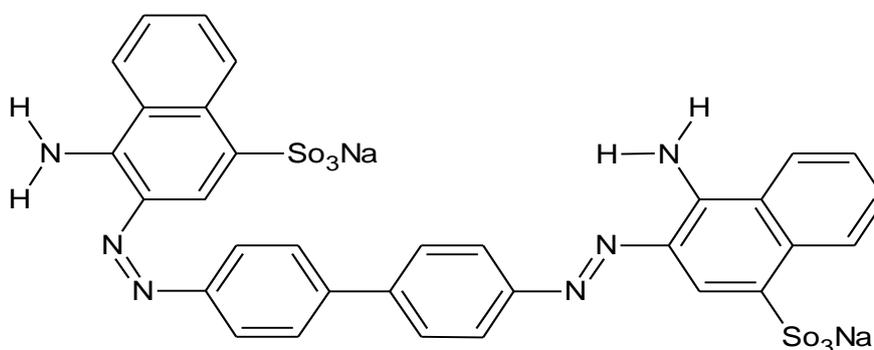
Os corantes pré-metalizados são corantes caracterizados pela presença de um grupo hidroxila ou carboxila na posição orto permitindo assim a formação de complexos com íons metálicos. Onde nesse este tipo a expansão da capacidade de interação entre o metal e os agrupamentos funcionais portadores de pares de elétrons livres utilizados principalmente para coloração de fibras proteicas e poliamida. No entanto tendo uma desvantagem ecológica por está associada ao alto conteúdo de metal pesado tais como (cromo) nas águas de rejeito (SOBREIRA, 2009), como apresentado na Figura 4.4.3.



Fonte: Adaptado GUARATINI e ZANONI.

Figura 4.4.4 – Tintura lã com o corante pré- metalizado (VII) cromo/corante 1:1 através do grupo amino como ligante e o centro metálico do corante.

Por fim, os corantes diretos são caracterizados como sendo compostos capazes de tingir fibras de celulose (algodão, viscose, etc.) através de interações de Van der Waals. A afinidade do corante é crescente através da utilização de eletrólitos, e por possuir uma orientação planar na configuração da molécula do corante ou a dupla-ligação conjugada que aumenta a adsorção do corante sobre a fibra (Figura 4.4.4), onde interações hidrofóbicas são importantíssimas neste processo, e também contribuem para a ligação do corante à celulose (PICCOLI, 2008).



Fonte: Adaptado MONEGO.

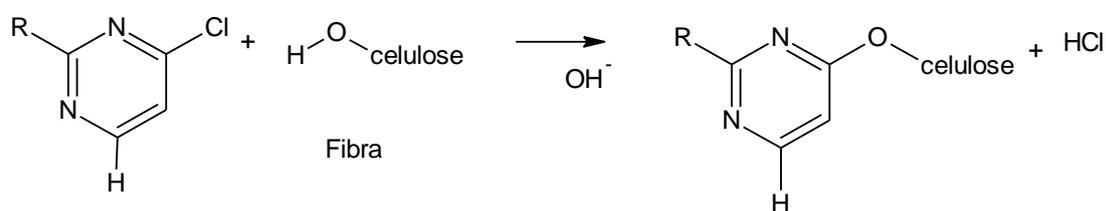
Figura 4.4.5 – Vermelho Congo

De acordo com (MARTINS, 2001) a forma de fixação da molécula do corante a essas fibras dos tecidos, geralmente é feita em solução aquosa e pode envolver basicamente 4 tipos de interações, tais como, as interações iônicas são interações que ocorrem durante o tingimento em formas mutuas entre o centro positivo de grupos presentes na fibra e a carga iônica da molécula do corante (SANTOS et.al, 2014). Interações de Van der Waals , que são baseadas na interação proveniente da aproximação máxima entre orbitais π do corante e da molécula da fibra, de tal modo que as moléculas do corante são “ancoradas” firmemente sobre a fibra por um processo de afinidade, sem formar uma ligação propriamente dita. Esta atração é

especialmente efetiva quando a molécula do corante é linear/longa e/ou achatada e pode assim se aproximar o máximo possível da molécula da fibra (ROYER, 2008). Exemplos característicos deste tipo de interação são encontrados na tintura de lã e poliéster com corantes com alta afinidade por celulose.

Por outro lado, nas interações de hidrogênio tanto as fibras como os corantes possuem grupos com átomos de S, O, e H que são altamente polares elementos altamente polares que conseguem fazer ligações que chamamos de ligações de hidrogênio, que é conhecida por ser a mais forte das interações moleculares. Exemplos característicos dessas interações são encontrados na tintura de lã (MANENTI, 2011).

Por fim, as interações Covalentes, que acontecem por meio da formação de uma ligação covalente entre a molécula do corante que contém um grupo reativo (grupo eletrofílico) e resíduo nucleofílico da fibra. São bem característicos na interação do processo de tingimento de fibra de algodão (DAMASCENO, 2008).



Fonte: Adaptado GUARATINI e ZANONI.

Figura 4.4.6 – Exemplo de interação covalente entre um corante contendo grupos reativos (triazina) e grupos hidroxilas presentes na celulose da fibra de algodão.

Devido a sua alta carga orgânica esses corantes são levados a produzir alta coloração durante o processo de tingimento levando a sérias conseqüências, tais como os impactos ambientais. (JUNIOR et.al, 2009). Diante desses efeitos citados, (SALGADO et al, 2009) destaca também que resíduos produzidos durante esse processo são em geral, de composição diversificada contendo poluentes tóxicos e resistentes á tratamentos convencionais do tipo, (coagulação/flocução,adsorção como também carvão ativado).

Para a realização do processamento desses materiais têxteis, é preciso o conhecimento das fibras que são utilizadas nesse processo de tingimento que são materiais filamentosos permitindo assim a transformação em fios, e posteriormente, em tecidos sendo caracterizadas por possuírem uma alta flexibilidade e finura com um comprimento muito maior que sua espessura resultante de num produto que pode ser enrolado e desenrolado de uma forma organizada, elas pode ser classificada conforme sua origem, tais como: naturais, artificiais ou sintéticas (KUNZLER, 2013).

Neste contexto, o corante mais usual no processo de tingimento dessas fibras de acordo com as propriedades descritas anteriormente. Segundo (GOMES, 2009) corantes sintéticos do tipo azobenzeno conhecido como azo corante são extensivamente usado nas na tinturaria têxtil, estimando-se que 10 a 15% do corante são perdidos para o efluente durante o processo de tingimento levando em conta também o fato de conterem outros grupos que não são facilmente biodegradáveis

4.5 Efeitos dos corantes têxteis em ambientes aquáticos

O ambiente aquático é altamente complexo e diverso, é composto por vários tipos de ecossistemas, dentre os quais destacamos para o desenvolvimento dessa pesquisa, os rios, lagos, estuários, mares e oceanos. Todos esses ecossistemas são produtos dinâmicos de interações complexas entre os componentes bióticos e abióticos característicos de cada um deles (OLIVI, 2008). Sendo assim, um dos maiores problemas que afeta esse sistema aquático está relacionado à utilização de corantes, que em grande parte demonstram-se resistentes ao tratamento biológico convencional de efluentes esses que derivados de diversos processos de tingimento e apresentam uma forte coloração, sendo fonte de poluição visual, mesmo com sua baixa concentração oferecendo também sérios riscos ambientais e ocasionando prejuízos incalculáveis a toda a biota aquática (RIBEIRO.et.al, 2009) Esses corantes são uma mistura de compostos com estrutura molecular complexa, sendo na maioria dos casos, produtos estáveis e de difícil biodegradação.

Portanto, (SILVA, et.al, 2012) estima-se que 20% da carga dos corantes é liberada em forma de resíduos durante o processamento do tingimento têxtil. Além de corantes residuais, liberando também são efluentes possuindo auxiliares químicos que ajudam nesse processo de contaminação ambiental. Os corpos d'água também sofrem com a adição desses efluentes com alta carga orgânica e demanda bioquímica de oxigênio baixo, concentrações de oxigênio dissolvido, forte coloração e pouquíssima biodegradabilidade. Dessa forma o descarte de corantes em ecossistemas aquáticos é indesejável não somente por razões de caráter estéticos, mas também porque muitos desses compostos contribuem significativamente para a poluição de recursos hídricos, por dificultarem a

penetração dos raios solares sobre as águas, afetando principalmente os processos de fotossíntese e oxigenação do corpo d'água alterando os ciclos biológicos dos organismos aquáticos. (OLIVEIRA, 2013).



Fonte: < <http://www.rc.unesp.br/biosferas/Art0020.html> >

Figura 4.5.1- Resíduo textil sendo descartado no meio ambiente levando a produção de uma forte poluição visual

Pode-se destacar outro problema referente à contaminação causada pelos corantes, que afeta diretamente o solo, representando assim um grande problema para as culturas agrícolas, uma das bases alimentares dos homens e dos animais. Com tudo, esses compostos podem permanecer cerca de 50 anos na biota terrestre e aquática que a leva um grande risco se tratando da estabilidade e a vida dos seres viventes. (CERVANTES, 2009).

Diante desses impactos apresentados que são derivados dos resíduos industriais foram então criadas algumas especificações seguidas pelos parâmetros do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA e a Associação de Normas Brasileiras – ABNT (CHAGAS, et.al, 2012) que serão descritos a seguir.

4. 6- Estratégias e normas de descartes dos resíduos sólidos e líquidos

Com relação à Política Nacional de Resíduos Sólidos, as primeiras iniciativas em agosto de 2010 onde foi sancionada a Lei nº 12.305/2010, que a institui sendo fruto de 20 anos de luta por um marco regulatório (GRINBERG, 2010). Segundo (CAMERA, 2010) essas políticas ambientais são descritas como sendo aquelas que apresentam uma preocupação explícita quanto à proteção, conservação e uso dos recursos naturais e do meio ambiente.

Os resíduos sólidos e líquidos estão entre as principais preocupações da sociedade. O crescimento da população, o desenvolvimento industrial e a urbanização acelerada, atrelados à postura individualista da sociedade contribuem para um aumento desenfreado desses resíduos (MAZER, et.al,2004). De acordo com a lei imposta pela ABNT NBR N ° 10.004 Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) os resíduos sólidos são definidos como: Substâncias no estado sólido e semi-sólidos, que resultam em atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Nesta definição também ficam incluídos os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004). Podendo ser classificados em cinco classes: Resíduos Classe I (perigosos), Resíduos Classe II (não inertes), Resíduos Classe III (inertes).

Os resíduos perigosos, são resíduos sólidos ou misturas de resíduos que apresentam periculosidade característica de resíduos que, em função das suas propriedades físicas, químicas ou infecto contagiosas, podem apresentar: risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidências de doenças ou acentuando seus índices; riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada) ou apresentam inflamabilidade e corrosividade (MACÊDO. Et.al,2008).

Por outro lado, os resíduos não inertes, são sólidos ou mistura de resíduos sólidos que não apresentam periculosidade como, por exemplo, restos de alimentos, sucata de metais ferrosos e não ferrosos, papel e papelão, plástico, borracha, madeira, material têxtil, minerais não metálicos, areia de fundição, bagaço de cana, entre outros (BRAGA, et.al, 2008).

Enquanto que os resíduos inertes são tipo de resíduos que, ao serem submetidos aos testes de solubilização, não se encontra constituintes solubilizados em concentrações elevadas aos padrões de portabilidade da água. Isto significa que a água permanecerá potável quando em contato com o resíduo levando em conta que muito destes resíduos são recicláveis e quando em contato com o solo de degradam lentamente (PEDROZA, 2011). Essa classificação ocorre por meio da identificação do processo ou atividade que lhe deu origem e aos seus constituintes, suas características físicas, químicas e biológicas e a comparação de resíduos já conhecidos. (KOZAK, 2008).

E ainda de acordo com a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004) ela nos apresenta outras leis indispensáveis quanto à política desses resíduos:

CÓDIGOS	ATRIBUIÇÕES
NBR 7.500 (1987)	Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenagem de materiais Simbologia
NBR 7.502 (1983)	Transporte de cargas perigosas classificações
NBR 8.418:	Projetos de aterros de resíduos industriais perigosos
NBR 8.419	Projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos
NBR 9.190 (1985)	Sacos plásticos para acondicionamento de lixo classificação
NBR 10.004 (1987)	Resíduos Sólidos – classificação
NBR 10.005 (1987)	Lixiviação de Resíduos
NBR 10.006 (1987)	Solubilização de resíduos
NBR 10.007 (1987)	Amostragem de resíduos – procedimentos
NBR 10.157 (1987)	Aterros de resíduos perigosos – critérios para projetos, construção e operação;
NBR 11.174 (1989)	Armazenamento de resíduos classes II A (não-inertes) e II B (inertes)
NBR 11.175 (1990)	Incineração de resíduos sólidos perigosos Padrões de desempenho
NBR 12.235 (1987)	Armazenamento de resíduos sólidos perigosos
NR – 25	Resíduos industriais
Res. CONAMA nº 06/88	Dispõe sobre a geração de resíduos nas Atividades industriais
Res. CONAMA nº 09/93	Dispõe sobre uso, reciclagem, destinação refino de óleos lubrificantes.
Portaria MINTER nº 53/79	Dispõe sobre o destino e tratamento de resíduos.

Fonte: Adaptado ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004)

4.7 - Estratégias adotadas para a reutilização de resíduos têxteis utilizados nos processos de tingimentos das indústrias têxteis

Considerando que para o processo de tingimento das fibras nas indústrias têxteis é necessário uma vasta quantidade de água utilizada para esse tingimento, sendo que essa quantidade de água utilizada leva a um grande desperdício. Diante disso tornou-se necessário a criação de tratamentos que se tornassem eficazes, ou que amenize esse desperdício (BERTOCINE, 2008). Com isso, o planejamento dos recursos hídricos visa em fundamentar e orientar sobre a proteção e a gestão das águas e a compatibilização das suas utilizações com as suas disponibilidades de forma a garantir a sua utilização sustentável, assegurando a satisfação das necessidades das gerações atuais sem comprometer a possibilidade das gerações futuras e assim satisfazem suas próprias necessidades (ALMEIDA, 2013). No entanto técnicas econômicas, e práticas foram desenvolvidas para este fim, técnicas essas que serão abordadas neste tópico.

Neste cenário aquático que se torna cada vez mais escasso pela alta demanda industrial exigida e pelas contaminações realizadas por esses processos assim ditos (CUNHA, et.al, 2011) acompanhada da Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, recomenda que uma das técnicas favoráveis que ajuda no processo contra esse desperdício, que se remete ao reuso da água técnica que constitui uma prática de racionalização e de conservação de recursos hídricos, conforme princípios estabelecidos. Tal prática age na diminuição e descarga de poluentes em corpos receptores, conservando os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade; reduz os custos associados à poluição e

contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde pública. Diante da alternativa apresentada vemos a seguir algumas aplicações no processo de reutilização, tais como, o reuso indireto planejado, o reuso direto planejado e reciclagem interna.

O reuso indireto planejado ocorre quando ela é utilizada em alguma atividade humana, e logo em seguida é despejada no meio ambiente, então é utilizada novamente só que agora em sua forma diluída de uma maneira não intencional e não controlada a mesma está sujeita as ações naturais do ciclo hidrológico (BRAGA, 2009).

No entanto, o reuso direto e planejado da água pode ocorrer para fins potáveis e não potáveis, de modo que quando os efluentes são tratados em seguida estão prontos para serem descarregados de forma organizada em corpos das águas superficiais ou subterrâneas, e no atendimento de algum uso benéfico (PEREIRA, et.al, 2009).

No caso da reciclagem interna, como o próprio nome diz , é o reuso da água interno de água que ocorre nas instalações industriais, tendo como principal objetivo a economia de água e o controle da poluição. É constituído por um sistema em ciclo fechado onde a reposição de água de outra fonte deve-se às perdas e ao consumo de água utilizado para manutenção de processos e operações de tratamento (SILVA, et.al, 2014)

Contudo, a minimização da descarga de esgoto nos corpos hídricos, preservação dos recursos subterrâneos aumento da resistência à erosão, aumento da produção de alimentos (irrigação agrícola), elevando os níveis de saúde, qualidade de vida e de condições sociais a reutilização de águas residuais, de uma maneira geral, e das domésticas, de forma particular (CUNHA, 2011).

4.8 - Métodos de degradação dos resíduos têxteis

Muitos trabalhos estão sendo propostos com o intuito de viabilizar o uso de diferentes técnicas de degradação de efluentes líquidos causados pelos resíduos das indústrias têxteis devido a sua complexidade, considerando o ponto de vista físico, químico, e biológico (RUBINGER, 2009). Sendo devido à biodegradabilidade destes efluentes, e outros componentes químicos adicionados aos processos, como: surfactantes e aditivos, as composições de soluções coloridas contêm corantes reativos hidrolisados, substanciais e alta concentração de cloreto de sódio. Onde um efluente típico de uma indústria têxtil de algodão é caracterizado por altos volumes de Demanda Química de Oxigênio (DOQ), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), cor e pH (PEIXOTO et.al, 2013).

Pela procura da melhoria na qualidade dos processos, materiais e das técnicas envolvidas a literatura vem nos apresentando diversas técnicas que são prioritárias e se adaptam a exigências legais, como as explicitadas na resolução CONAMA 357(2005), técnicas essas que são descritas a seguir (LUSTOSA, et.al, 2013).

4.8.1 Métodos Biológicos

Dentre os métodos classificados como biológicos os que mais se destaca para essa remoção de efluentes, é o tratamento por **membrana** que estão evoluindo como uma solução promissora para muitos problemas associados aos efluentes aquosos têxteis. A utilização de tecnologias de membranas, como osmose reversa (OR), microfiltração (MF), nanofiltração (NF) e ultrafiltração (UF), têm se tornado muito utilizadas devido ao fato de possibilitarem o reuso da água no processo industrial. Esses processos com

membranas são também aplicados na remoção da cor e reuso de corantes, redução da carga orgânica, redução e reuso do sal (STROHER, et.al, 2012).



Fonte: <<http://www.gewater.com.br/wastewater-treatment.html>>

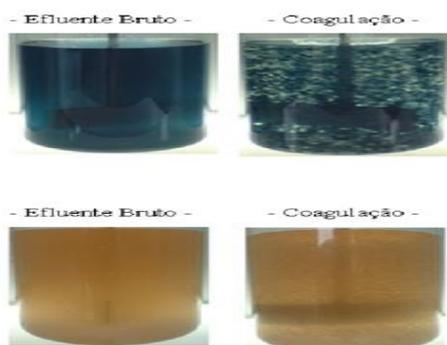
Figura 4.8.1 imagem de um biorreator de membranas utilizados nas indústrias têxteis para o tratamento de efluentes

Como visto na imagem, este é outro tipo de tratamento por membrana que vem se destacando no meio industrial, onde são compostos por membranas e uma placa oca ou placa plana, enquanto as membranas são instaladas verticalmente, as fibras ocas podem ser instaladas verticalmente ou horizontalmente, onde nesse tipo de biorreator a principal função consiste na limpeza na superfície das membranas fornecimento de oxigênio e suspensão da biomassa no interior do reator (SILVA, 2009)

Outro tratamento biológico que vem trazendo bastante resultado nessa área são os fungos, que tem provado serem os organismos com características apropriados para o tratamento de efluentes têxteis e remoção de corantes. Em anos recentes, estudos microbiológicos têm demonstrado que os fungos são capazes de descolorir e remover corantes têxteis por bioadsorção. Muito fungo tem capacidade de descolorir efluentes industriais contendo corantes via adsorção de biomassa sem degradação ou através de degradação aeróbia completa (PEIXOTO et.al,2013).

4.8.2 Métodos Físicos

Coagulação/ Floculação, são métodos semelhantes, onde significam o processo integral de aglomeração de partículas que são empregadas conjuntamente com a finalidade de remover substâncias precipitáveis, como metais pesados e compostos orgânicos em solução no lixiviado além de partículas coloidais em suspensão (PEDROSO et.al, 2012), sendo que a coagulação é um processo no qual o agente coagulante é adicionado à água reduzindo as forças que tendem a manter separada a superfície que está em suspensão e em seguida realizando-se uma filtração ou sedimentação para a remoção dessas partículas que se encontram separadas no fluido (VAZ, 2009).



Fonte: <http://www.belquimica.ind.br/>

Figura: 4.8.2- Representação da comparação do fluido antes e depois da adição do agente coagulante.

E o método de consiste em operações físico-químicas que permitem a aglomeração de partículas muito pequenas, formando coágulos ou flocos maiores, mais sensíveis à decantação, como representado na imagem a seguir:



Fonte: <http://www.belquimica.ind.br/>

Figura 4.8.3 - Representação de fluido passando pelo processo de floculação

4.8.3 Métodos Químicos

Os Processos oxidativos avançados (POAS), se destacam por serem usados efetivamente na eliminação (mineralização) de componentes tóxicos e danosos, uma vez que destroem eficazmente as moléculas orgânicas poluentes, ao invés de simplesmente removê-las para outra fase (SALGADO, 2009) . Onde o termo “POA” também é conhecido por descrever processos oxidativos que consistem na produção de radicais hidroxilas que são agentes altamente reativos que ajudam na diminuição

dos subprodutos e a cor desses efluentes, realizando também a conversão dos compostos orgânicos em dióxido de carbono, água e sais inorgânicos (ROSA e BORTOTI, 2009). Embora os processos oxidativos apresentem significativas vantagens sobre os métodos convencionais de tratamento, um dos obstáculos para a aplicação dos POA em larga escala tem sido atribuído ao elevado custo dos reagentes, e ao custo operacional envolvendo as fontes de energia como a luz ultravioleta (AMORIM, 2009).

Dentre os métodos de POAS destacam-se:

Processo Foto-Fenton, que é um método utilizado para a remoção da cor de efluente que se baseia no processo de oxidação química, se utilizando de reagente fenton, onde consiste na reação de peróxido de hidrogênio e (Fe^{2+}) o pH é um dos fatores que influencia diretamente no fenômeno Fenton, diversos estudos indicam que para a reação ser considerada ótima para sua reação ser considerada ótima, seu valor tem que estar entre 3,0 e 3,5. (SILVA, 2013).



(Equação 1)

Por outro lado, a ozonização propõe o uso de ozônio, no tratamento de efluentes contendo poluídos, vem crescendo bastante nos últimos tempos, devido ao desenvolvimento de geradores de ozônio O ozônio utilizado é a forma triatômica do gás oxigênio que eu m gás incolor e pungente que se decompõe rapidamente a oxigênio e espécies radicalares (GOMES, 2009). Ele se destaca bastante por sua utilização para o tratamento de água potável, em desinfecção bacterial, remoção de odor, e de algas e na degradação de poluentes orgânicos. Entretanto, sua aplicação

em grandes volumes de efluentes industriais é restrita, em função da demanda de grande quantidade de energia elétrica (RANGEL,et.al , 2008). Ozônio pode ser gerado utilizando-se das seguintes tecnologias: fotoquímica (radiação UV); corona (descarga elétrica silenciosa) e eletroquímica (eletrólise de uma solução aquosa ou água pura), porém a tecnologia mais comum é a corona, onde um gás seco, ar ou oxigênio puro, é submetido a uma descarga elétrica silenciosa (FARIA, et.al , 2011).

Na destruição eletroquímica, para que se possa ocorrer uma boa reação eletroquímica é necessária que uma boa escolha do eletrodo, pois é fundamental para a seletividade e para que o consumo de energia seja otimizado. Esses eletrodos devem possuir uma boa passagem de corrente elétrica, existem diversos tipos de eletrodos, sendo que ferro, alumínio e titânio são os mais utilizados (NEVES, 2011).

Este processo eletroquímico é constituído basicamente na aplicação de um potencial que seja capaz de oxidar ou reduzir de acordo com a espécie em interesse por meio de eletro- oxidação direta de compostos orgânicos, onde ocorre em potenciais altos e em meio aquoso para que o oxigênio liberado não se tome um caminho competitivo com a reação de degradação, tem-se aplicado semicondutores imobilizados em eletrodos na presença de dióxido de estanho (SnO_2) (TERRA, 2008).

Por outro lado, no processo fotoquímico, a radiação ultravioleta pertence ao espectro eletromagnético e está situada na faixa 40-400 nm de comprimento de onda, entre os raios X e a luz visível. A fotólise envolve a interação entre a radiação e moléculas com o intuito de trazer estas últimas a uma dissociação em fragmentos. Os fótons de uma radiação

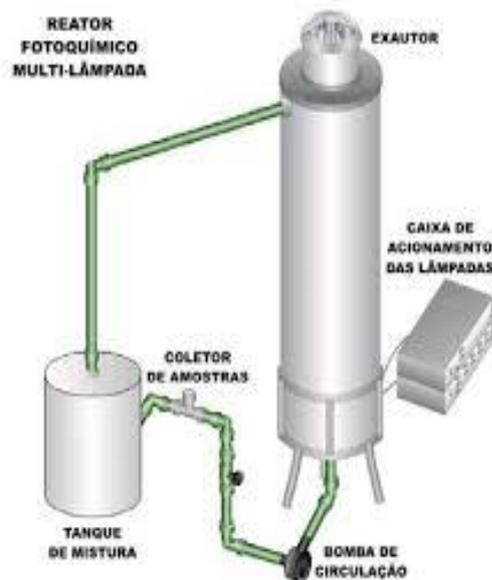
eletromagnética possuem uma energia (E) que é inversamente proporcional ao comprimento de onda (λ) da luz:

$$E = hc/\lambda = hv$$

(Equação 2)

Onde: h é a constante de Planck, c é a velocidade da luz, e v é a frequência (RIBEIRO, 2009).

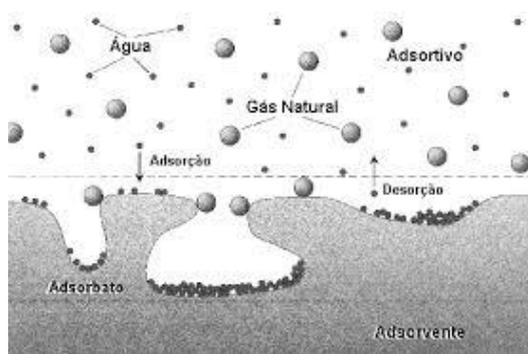
Onde a combinação dessa radiação ultravioleta juntamente com o peróxido de oxigênio (H_2O_2) resulta na geração de radicais $OH\bullet$ para iniciar a reação de oxidação (KLEIN, et.al, 2010).



Fonte: III Congresso Brasileiro de Petróleo e Gás.

Figura 4.8.4 - Esquema da representação de um Reator Fotoquímico para uso do tratamento de efluentes.

A adsorção é um processo considerado bastante eficiente que consiste na remoção de compostos orgânicos presentes em efluentes aquosos possuindo grandes vantagens sobre as outras técnicas porque possuem a possibilidade de regeneração dos adsorventes e a aplicação de materiais de baixo custo no tratamento de efluentes. (RODRIGUES et.al, 2009). Outros tipos de minerais de origem natural, como as zeólitas e algumas argilas, possuem grande capacidade de troca catiônica que onde participam eficazmente desse método na remoção de amônia e de diferentes efluentes brutos, como: esgotos domésticos e sintéticos (HIGARASH, et.al , 2008).



Fonte: NÓBREGA (2001,p.67)

Figura 4.8.5- Representação do fluido em contato com o Adsorvente e o Adsorbato em espécies químicas retidas pelo adsorvente.

Sílica gel, a sílica é encontrada principalmente na forma cristalina, porém, em diferentes onde pode ocorrer diferentes fases devido as condições do meio, sendo dependentes da temperatura, pressão e grau de hidratação (GERMANO, 2008). O tratamento através da utilização da sílica gel consiste em um método de adsorção utilizado para o isolamento e a purificação de compostos químicos e na descontaminação gerada por um resíduos provenientes de compostos orgânicos (FREITAS. et.al, 2013).

O Processo de carvão ativado, dentre os métodos mais comuns e mais antigos utilizados na indústria por adsorção encontra-se o de carvão ativado, onde são largamente utilizados em tratamentos de águas residuais, e em efluentes têxteis além de serem catalisadores e também suporte para catalisadores. São considerados muito interessantes e são aplicados em diversos casos, como em tratamento de poluentes atmosféricos e adsorção de compostos orgânicos, onde também podem ser utilizados para a remoção de pesticidas e compostos orgânicos dissolvidos em metais pesados (SCHNEIDER, 2008).

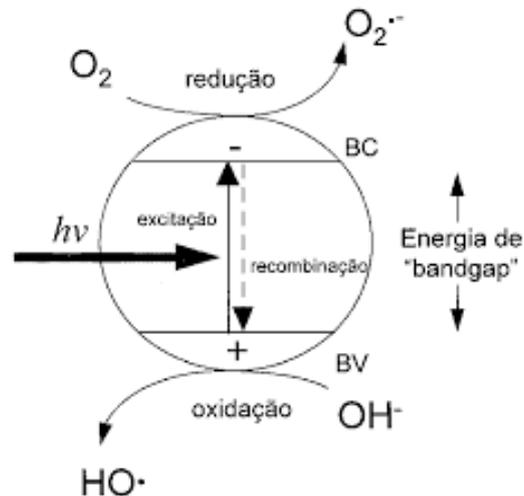


Fonte: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/filtracao-por-carvao-ativado.htm>>

Figura: 4.8.6 comparações entre o carvão comum e o carvão utilizado, onde o carvão ativado é muito mais poroso do que o carvão comum, motivo pelo qual é utilizado para a purificação de efluente.

Por fim, a Fotocatálise Heterogênea - O processo fotocatalítico heterogêneo é uma das tecnologias que mais vem ganhando destaque e importância recentemente no tratamento de efluentes. Onde o processo é baseado na irradiação (fonte de luz ultravioleta) de semicondutores inorgânicos, onde o mais comum é através do dióxido de titânio (TiO_2) por

por apresentar baixo custo e características importantes, como foto estabilidade e baixa toxicidade durante o processo (PERGHER, et.al, 2010).



Fonte: SCHERBATE (2014, P.17)

Figura 4.8.7 Esquema representativo da partícula de um semicondutor BV: banda de valência; BC: banda de condução

Onde durante esse processo O TiO_2 é utilizado como semicondutor, devido a sua estabilidade química, excelentes propriedades óticas, elétricas e mecânicas, e por serem relativamente barato, sendo compostos atóxicos podendo ser excitado com uma baixa energia (3,2 eV) em diversas faixas de pH, pesquisas mostram altas taxas de degradação utilizando TiO_2 vários tipos de compostos, como por exemplo, o choro (COSTA, et.al, 2011).

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como principal levantar uma breve reflexão sobre os impactos ambientais causados pela degradação dos corantes das indústrias têxtil assim apresentado pela literatura científica. Onde tivemos a oportunidade também de nos familiarizarmos melhor sobre os trabalhos que foram e que estão sendo gerados para então assim amenizar ou solucionar o seguinte caso levantado, detendo assim nosso estudo no estado da Paraíba.

Um dos fatores de grande importância observado durante essa pesquisa que assim nos levou a realizar essa pesquisa foi o impacto ambiental que esses tipos de corantes causam no meio ambiente, diante da reflexão assim levantada observamos que a natureza é bastante impactada com esses descartes indevidos, principalmente nas regiões aquáticas, pois os corantes têxteis possuem uma composição química muito agressiva ao meio ambiente e muito deles como foi dito e enfatizado causam não só danos ambientais, mas também dados à humanidade sendo assim cancerígenos como os corantes pertencentes ao grupo *Azo*. Diante desses impactos ambientais sofridos, pesquisa científica assim como métodos químicos, físicos e biológicos foram desenvolvidos com o intuito de “solucionar” ou amenizar esses problemas ambientais. Dentre todos os métodos apresentados nesta pesquisa o mais conhecido e que permite várias vantagens tais como: econômicas, sociais e ambientais é conhecido como o “reuso da água”, pois para que ocorra o tingimento das fibras que compõem o tecido é necessária uma quantidade de água muito elevada e essa água é diretamente descartada em rios, mares e lagos. Por isso, a melhor alternativa para esse problema ambiental é o reuso da água que é realizado através de três propostas, que são: O reuso indireto planejado, o

reuso direto planejado, e a reciclagem interna, métodos esses apresentados pela literatura.

Portanto essa pesquisa elaborada em conjunto com uma breve reflexão sobre esses impactos nos deu a oportunidade de conhecer melhor esse meio industrial em que os corantes têm um papel excepcional, levando-nos também ao um certo entendimento sobre a economia brasileira nordestina que se tona indispensável para nossa pesquisa, onde também nos alertou para um problema ambiental que muitas vezes passa despercebido, mas que se não for alertado pode chegar a proporções inimagináveis.

REFERENCIAS

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas** (2004). NBR 10004 – Resíduos Sólidos – Classificação. 2ª ed. São Paulo

ALBINANTE, R, S, *et.al.* **Revisão dos tratamentos químicos da fibra natural pata mistura com poliorfinas.** *Química Nova, São Paulo*, Vol. 36, No. 1, 114-122, 2013

ALBUQUERQUE, D, A. **Dilemas e Problemas da Indústria na Paraíba: Leituras das Percepções de Gestores e Empresários.** Campina Grande-PB (Trabalho de Conclusão de Curso) Universidade Estadual da Paraíba,2014.

ALMEIDA, P, M. **Avaliação do impacto econômico da aplicação da taxa de recursos hídricos na indústria têxtil localizada na bacia hidrográfica do ave.** Faculdade de engenharia Universidade do porto, Portugal, 2013, f.87 (dissertação de mestrado), Mestrado integrado em engenharia do ambiente.

ALMEIDA,V,C. **Desenvolvimento de métodos analíticos para determinação e extração de corantes têxteis em efluentes industriais.** Maringá: UEM, 2006, p.5, (tese de doutorado) – programa de pós-graduação em química, 2006.

AMORIM, C, A, *et.al.* **Comparação entre diferentes processos oxidativos avançados para degradação de corante azo.** Engenharia Sanitária Ambiental, v.14 n.4, out/dez 2009.

ANDRADE,B,C,R. *et.al.* **Influência de efluentes têxteis e alimentícios sobre o metabolismo e propriedade físicas e químicas do rio Piauitinga (Sergipe).** *Química nova*, V.21, N.4, p.424, 1998).

AQUINO, R, C. *et.al.* **Adição de Resíduo de Iodo da Indústria Têxtil na Produção de Blocos Cerâmicos de Vedação.** Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v. 10, n. 1. 2015.

BELQUÍMICA PRODUTOS E ASSISTÊNCIA TÉCNICA.**Tratando a água como se deve tratar a vida.** Disponível em: <<http://www.belquimica.ind.br/>> . Acesso em : 15 de Dezembro de 2015.

BERTOCINE, I, E. **Tratamento de Efluentes e Reuso da água no meio Agrícola.** Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária Junho de 2008

BORTOTI, A, A; ROSA, F, M. **Processos oxidativos avançados aplicados a efluentes de indústrias têxteis.** XVIII Encontro anual de iniciação científica (EAIC), Londrina-PR, 2009.

BRAGA, B, B ,C ,M. *et.al.* **Gestão de Sólidos Urbanos.**

BRAGA,D,E. **Estudo de reuso de água em condomínios residenciais.** Itajubá- MG (Dissertação de Mestrado) programa de pós-graduação. Universidade Federal de Itajubá, 2009.

BRITTO,M,J. *et.al.* **Processos Avançados de Oxidação de Compostos Fenólicos em Efluentes Industriais.** *Quim. Nova*, Vol. 31, No. 1, 114-122,

2008, Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Campus Universitário de Ondina

CAMERA,L,R. Proposta de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para uma Empresa Metalúrgica da cidade de Ibirubá-RS, com Base na Produção mais Limpa. Passo Fundo: UPF,2010,p.27, (Trabalho de conclusão de curso – TCC),2010.

CAMPOS,M,V;BRITO,N,N.Tratamento de efluente têxtil utilizando coagulação/floculação e fenton.Goiás,2014,p.17,RQI - 2º trimestre 2014 .

CATANHO,M. et al.Avaliação dos tratamentos eletroquímicos e fotoeletroquímico na degradação de corantes têxteis. *Química nova*, São Paulo, vol.15, p 983- 2006.

CARVALHO,M, E, T. Adsorção de Corantes Aniônicos de Solução Aquosa em cinza leve de Carvão e Zeólita de Zinza Leve de Carvão. São Paulo- SP (Dissertação de Mestrado) programa de pós- graduação e tecnologia nuclear de materiais, 2010.

CERVANTES,N,M,T. et.al. Estudo da fotocatalise heterogênea sobre o Ti/TiO₂ na descoloração de corantes sintéticos. *Química nova*, São Paulo, v.32, N. 9, 2423-2428, 2009.

CHAGAS,W,C. et al . A logística reversa de pos- consumo e a política nacional de resíduos sólidos derivados dos serviços de saúde. Pós revista do centro universitário Newton Paiva, A 2012/2 - Edição 6 - ISSN 2176 - 7785.

COSTA,D,P,M. et.al. Tratamento de Chorume por combinação de Processos Oxidativos: Catálise Heterogênea com TIO₂ versus H₂O₂

Abos Fotorradiados por Luz Solar. Forum Ambiental da Alta Paulista V. 07, N. 01, 2011 – Categoria: Resumo Expandido. Instituição Organizadora – ANAP.

COSTA,O,R. Osa agentes participantes e suas influências no desenvolvimento da cadeia produtiva do algodão naturalmente colorido no estado da paraíba. Universidade federal da Paraíba- Campina Grande, UFCG, (Dissertação de mestrado).

CUNHA, N,H,A. et.al. O reúso de águas no Brasil: a importância da reutilização de águas no país. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13, p. 1225, 2011.

DAMASCENO, G, I, O. Remoção de Corantes em Solução Aquosa e Efluentes de Indústrias Têxteis Através da Adsorção em Cabelo Humano. Viçosa-MG (Dissertação de Mestrado) programa de pós graduação. Universidade Federal de Viçosa, 2008.

FARIA,A,L. et.al. Descoloração e Degradação do Azo Corante Vermelho GRLX-220 por Ozonização. *Quim. Nova*, Vol. 34, No. 8, 1315-1322, 2011 Departamento de Química, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina – MG, Brasil.

FERRAZ,A,R,E .Comparação da multagenicidade dos azo corantes disperse Red1, disperse Orange 1 e disperse red 13 utilizando o teste de mutagenicidade com *salmonela*. Faculdade de ciências farmacêuticas de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo – USP,102f, 2008.

FESPSP- Fundação Escola de Sociologia e Política, Editora MS – OS 2006/0645, p.15, Brasília, 2006.

FILHO,G,D. **Águas residuárias: uma alternativa racional de uso.** Cadernos UNIFOA, volta redonda, ano1, nº.1, jul.2006. Disponível em: <<http://www.unifoa.edu.br/pesquisa/caderno/edição/01/17.pdf>>.

FIEP. **Federação das Indústrias do Estado da Paraíba**, 2011.

FREITAS, A, R. *et.al.* **Tratamento de Silica Gel: Um Experimento Didático de Reaproveitamento de Resíduos Sólidos Laboratoriais.** 11º Simpósio Brasileiro de Educação Química realizado em Teresina/PI, de 28 a 30 de Julho de 2013.

FUJIWARA,T,S.*et.al.* **Degaração de Corantes Reativos por processo Foton Fenton Envolvendo o Uso de Peneira Molecular Modificada 4ª modificada com Fe³⁺.** Quim. Nova, Vol. 33, No. 8, 1640-1645, 2010. Departamento de Física, Universidade Estadual do Centro-Oeste.

GE POWER . Water & Technologies. **conjunto abrangente de soluções e serviços em equipamentos e produtos químicos disponível no mercado.** Disponível em : <<http://www.gewater.com.br/about-us/who-we-are.html?cid>AboutUsNavBar#>> Acesso em : 15 de Dezembro de 2015.

GIL, A, C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo : atlas 2008.

GOMES, M, L. **Estudo da otimização do processo fenton para o descoramento de corantes Azos.** Instituto de química de são Carlos da universidade de São Paulo. (Dissertação de mestrado). São Carlos, 2009. *f. 106.*

GRINBERG, E. **O Futuro da Política de Sólidos e Líquido.** Instituto Pólis. Le Monde Diplomatique Brasil setembro 2010.

GUSMÃO, A, K. **Estudo de Adsorção em Solução Aquosa de Dois Corantes Cationicos e de uma Eteramina Usando o Bagaço da Cana modificado Quimicamente.** Ouro Preto- MG (Dissertação de Mestrado) programa de pós graduação em Engenharia Ambiental, 2011.

HIGARASHI, M. *et.al.* **Aplicação de Adsorção para Remover Amônia de Efluentes Sunicolas pré Tratadas.** *Quim. Nova*, Vol. 31, No. 5, 1156-1160, 2008. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves.

IGNACHEWSKI, F. *et.al.* **Aplicação de peneira molecular modificada com íons férricos na Degradação de Corantes Reativos.** Guarapuava-PR (Dissertação de Mestrado) programa de pós graduação em Química, 2008.

JORNAL BIOSFERAS. **Artigos: Biotecnologia Corantes da Indústria Têxtil: Impactos e Soluções.** Disponível em : <<http://www.rc.unesp.br/biosferas/Art0020.html>> Acesso em : 16 de Dezembro de 201.

JUNIOR,B , E. *et.al.* **Efeito da Temperatura e do Tamanho de Partículas na Adsorção do Corante Remazol Amarelo Ouro RNL em Carvão Ativado.** *Acta Scientiarum Technology*. Maringá, v.3, n°2, p.185-193. 2009.

KLEIN,F.*et.al.* **Degradação de Corantes por UV/H₂O₂ Aplicação de Fotodegradação no estudo de Efluentes.** *Revista Destaques Acadêmicos*, ano II, N° 4, 2010 CETEC/ UNIVATES.

KOZAK,A,P; *et.al.* **Identificação, quantificação e classificação dos resíduos sólidos de uma fabrica de moveis.** Rev. Acad., Ciênc. Agrárias. Ambiental, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 203-212, abr./jun. 2008.

LEAL,M, S, C. **Solubilidade de corantes azos.** Covilhã- Portugal,2013 (Dissertação de mestrado), pós- graduação de química industrial.

LUSTOSA,M,M,G. *et.al.* **Degradação de Efluente Têxtil pela Reação de Fenton.** Revista Virtual de Química, v.5, nº.5. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química de Araraquara, Departamento de Bioquímica e Tecnologia Química. Área: Tecnologia Química.

MACÊDO, G, R. *et.al.* **Gestão Ambiental de Resíduos Sólidos Industriais: Proposição de um Modelo de Gerenciamento Para Indústrias de Tintas em RN.** XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008.

MACENO, M. C. M. *et.al.* **Proposta de Implantação de SGA e Ações P+L em uma Indústria de Máquinas Têxteis, Curitiba-PR.** Internacional Whorkshop Advances In Cleaner Production. São Paulo – BRASIL, 22 de Maio de 2013.

MOLOSSI, P, A. **Análises dos riscos em coletores de resíduos sólidos domiciliares no município de Xanxarê – SC.** Universidade do contestado, 2012. f.41 (Projeto de pesquisa para a obtenção do grau especialista), programa de pós-graduação em engenharia de segurança do trabalho.

MANENTI, R, D. **Tratamento de Efluente Têxtil Utilizando o Processo Foton Fenton** .Toledo- PR (Dissertação de Mestrado) programa de pós-graduação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2011.

MATTAR, Maurício da Silva; et al. **Emprego de bioadsorventes na remoção de corantes de efluentes provenientes de indústrias têxteis**. *Revista Analytica*, São Paulo, ago./set./2012, n° 60, p. 2-6.

NASCIMENTO,R,S,C. **Avaliação do potencial de descoloração e detoxificação de corantes utilizados em indústria têxtil por fungos isolados de sedimento do parque nacional da serra do capivara**. Programa de Pós-Graduação em Vigilância Sanitária Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde – (Dissertação de mestrado), Rio de Janeiro, 80f, 2008.

NEVES, A,T. **Tratamento Físico Químicos dos Efluentes Líquidos da Produção de Biodiesel Metílico em Regime de Funcionamento Contínuo e Batelada**. Cuiabá- MT, 2011 (Dissertação de Mestrado) programa de pós- Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental. Universidade Federal de Mato Grosso.

NÓBREGA,S, A,G. **Determinação do Teor de Umidade do gás Natural Usando um dispositivo com Adsorção**. Natal- RN (Dissertação de Mestrado) programa de recursos humanos, 2001.

OLIVEIRA, R, A, G. **Avaliação toxicogenética e ecotoxicológica de corantes têxteis**. Ribeirão Preto: USP, 2013, p.22, (tese de doutorado) – Pós – graduação em toxicologia para a obtenção do título de doutor em ciências, 2013.

SANTOS, R, C. *et.al.* **Corantes têxteis: Uma Abordagem no Ensino de Química sobre Interações Intermoleculares.** X Workshop Multidisciplinar Sobre Ensino Aprendizagem, 2013/2014.

OLIVI,P.*et.al* **A toxicidade em ambientes aquáticos: discursão e métodos de avaliação.** *Química nova*, São Paulo, Vol. 31, N. 7, 1820-1830, 2008.

PEDROZA, C, A . **A importância do gerenciamento dos resíduos químicos.** *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 4, n. 2, p. 163-178, jun. 2011.

PEDROSO, K. *et.al.***Avaliação do tratamento do lixiviado do Aterro Sanitário de Maringá, Paraná, por Processo de Coagulação/ Flocação com Tanfloc.** *Revista de Engenharia e Tecnologia*. V. 4, Nº. 2, Ago/2012.

PEIXOTO, F *et.al.* **Corantes têxtis: uma revisão.** *HOLOS*, ano 29, Vol. 5, p. 99, 2013.

PEREIRA, R ,L. *et.al.* **Viabilidade Economica Ambiental da Implantação de um Sistema de Captação e Aproveitamento de Água Pluvial em Edificação de 100m² de Cobertura.** PUC- Goiás, Disponível em

http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/VIABILIDADE%20ECONOMICO_AMBIENTAL%20DA%20IMPLANTA%C3%87%C3%83O%20DE%20UM%20SISTEMA%20DE%20CAPTA%C3%87%C3%83O%20E%20APROVEITAMENTO%20DE%20%C3%81GUA.pdf Acesso em: 15/12/2015.

PERGHER,C,B,S. *et.al.* **Incorporação do Dióxido de Titânio em Zeólitas para Emprego em Fotocatálise Heterrogênia.** *Quim. Nova*, Vol.

33, No. 7, 1525-1528, 2010. Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PICCOLI, H. Determinação do comportamento Tutorial de Corantes Naturais em Substratos de Corantes. Curitiba- PR, 2008, (Dissertação de mestrado), Programa de pós- Graduação em Química.

RAHMAN, A; URAB, T; KISHIMOTO, N. Color removal of reactive procion dyes by clay adsorbents. The 3rd international conference on sustainable Future of Human Security, Sciverse ScienceDirect, Acta17, p. 270 – 278, 2013.

RIBEIRO, R. A. Degradação de corante empregado em indústria têxtil por processos eletroquímico e fotoquímico: avaliação da toxicidade utilizando *Vibrio fischeri*. (Trabalho de Conclusão de Curso – TCC) Limeira- SP, Unidade acadêmica de Tecnologia em Saneamento Ambiental, modalidade Controle Ambiental, 2009.

RODRIGUES, A, L. et.al. Adsorção de íons Fosfato em Óxido de Nióbio Hidratado. *Quim. Nova*, Vol. 32, No. 5, 1206-1211, 2009. Departamento de Engenharia Química, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo.

ROYER, B. Remoção de corantes têxteis utilizando a casca de semente de araucaia angustifolia como bissorvente. Porto alegre: UFRS, 2008, p.24, (dissertação de mestrado) – Programa de pós - graduação em química, 2008.

RUBINGER, F, C. Seleção de Métodos Biológicos para a Avaliação Toxicológica de Efluentes Industriais. Belo Horizonte- MG (dissertação

de Mestrado) programa de pós-graduação. Universidade Estadual de Minas Gerais, 2009.

SALGADO,B,C.*et al.* **Descoloração de efluentes sintéticos e têxtil contendo corantes índigo e azo via processos fenton e foto-assistidos**,v.14,n.1,p.1-8,2009.

SANTOS, S. **Impacto Ambiental causado pela indústria têxtil**. http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T6410.PDF acessado em setembro/ 2015.

SCHERBATE,G,V. **Avaliação da Toxicidade Aguda de Fotocatalisadores de Nióbio em *Daphnia Magna* e *Artemia Salina***. CURITIBA-PR (Trabalho de Conclusão de Curso – TCC) Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Departamento de Acadêmico de Química e Biologia, 2014.

SCHNEIDER,L,E. **Adsorção de Compostos fenólicos sobre Carvão Ativado**. Toledo- PR, 2008 (Dissertação de Mestrado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná , Programa de pós- Graduação em Engenharia Química.

SILVA, A,M. *et.al.* **Reuso de água: possibilidades de redução do desperdício nas atividades domésticas**. REVISTA DO CEDS Periódico do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB N. 1 agosto/dezembro 2014 Semestral Disponível em: <http://www.undb.edu.br/ceds/revistadoceds>. Acessado em. : 15/12/2015.

SILVA,C,B,A. **Remoção de cor de uma solução com corante têxtil por adsorção e oxidação por processo fóton fenton**. Curitiba- PR, 2013, (

Trabalho de conclusão de curso) Universidade tecnológica do Paraná, departamento de engenharia civil de produção II.

SILVA,C,M.et.al. Descoloração de corantes industriais e efluentes têxteis simulados por peroxidase de nabo. *Química nova*, São Paulo, v.35, N. 5, 889-894, 2012.

SILVA, C, S. Estudo da remoção e degradação dos corantes Remazol Blak B e Red RB 133%, e do fármaco Gancicorvir, com aplicação de processos oxidativos. Recife-PE, 2009, (Tese de doutorado), programa de pós-graduação em química, 2009.

SILVA, C, M. Degradação de corantes e remediação de efluentes têxteis por extrato bruto de peroxidase de Nabo. Lavras- MG, 2011, (Tese de doutorado) programa de pós- graduação em Agroquímica, 2011.

SILVA, K, M. Biorreatores com Membranas: Uma Alternativa para o Tratamento de Efluentes. Porto Alegre- RS (Tese de Doutorado) programa de pós- graduação em engenharia química, 2009.

SILVA, P, C. et.al. Avaliação da Degradação do Corante Vermelho Bordeaux Através do Processo Fotoquímico. Eng. Sanit. Ambient. vol.13 no.1 Rio de Janeiro Jan./Mar. 2008. Disponível em : <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522008000100010> Acessado em : 16 de Dezembro de 2015.

SOBREIRA,S,AM. Reuso industrial de têxteis como alternativa sustentável. Universidade estadual de Minas Gerais- UEMG, Minas Gerais,(Dissertação de mestrado),f.65.2011.

SOBREIRA, A, L. Estudo de Degradação do Corante Amarelo ouro Ramazol RNL 133% Através do processo fóton fenton. Recife- PE (dissertação de Mestrado) programa de pós graduação. Universidade Federal do Pernambuco, 2009.

SOUZA, A, L. Filtração por Carvão Ativado. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/filtracao-por-carvao-ativado.htm>> . Acesso em: 16 de Dezembro de 2015.

STROHER,P,A. et.al. Tratamento de Efluente Têxtil por ultra filtração em membrana de Cerâmicas. Revista e-xata Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 39-44. (2012). Editora UniBH.

TERRA,E,J. Tratamento Oxidativo via Fenton de Residuo de Laboratório Anatômico. São Paulo- SP (Trabalho de Conclusão de Curso- TCC) Universidade de Bragança Paulista, Unidade Academica de Ciencias Biológicas e da Saúde, 2008.

VAZ,L,G. Performance do Processo de Coagulação/ Flocação no Tratamento do Efluente Líquido Gerado na Galvanoplastia. Toledo- PR, 2009 (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

VILAR,F,L,D,et,al. A indústria têxtil e de confecções e desenvolvimento regional. III Encontro pernambucano de economia políticas para o desenvolvimento, Recife, 2014.

ZEN, P. B. et.al. Remoção de Corantes por Adsorção em Zeólitas Sintetizadas a partir de Cinzas de Carvão. XIII Oktoberfórum –

PPGEQ. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Seminário do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, 2014.