

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA TÊXTIL  
ENGENHARIA TÊXTIL

**GUILHERME CAVALCANTE CESÁRIO**

**FITOTOXICIDADE DE EFLUENTE DE TINGIMENTOS TÊXTEIS  
REALIZADOS COM CICLODEXTRINA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

APUCARANA

2017

**GUILHERME CAVALCANTE CESÁRIO**

**FITOTOXICIDADE DE EFLUENTE DE TINGIMENTOS TÊXTEIS  
REALIZADOS COM CICLODEXTRINA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Têxtil, da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Valquíria Aparecida dos  
Santos Ribeiro

APUCARANA

2017



**Ministério da Educação**  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Apucarana



COENT – Coordenação do curso superior em Engenharia Têxtil

### **TERMO DE APROVAÇÃO**

**Título do Trabalho de Conclusão de Curso:**

**Fitotoxicidade de efluente de tingimentos têxteis realizados com  
ciclodextrina**

por

**GUILHERME CAVALCANTE CESARIO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado ao primeiro dia do mês de dezembro do ano de dois mil e dezessete, às nove horas, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Têxtil do curso de Engenharia Têxtil da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinado. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**PROFESSOR(A) VALQUIRIA APARECIDA DOS SANTOS RIBEIRO –  
ORIENTADORA**

---

**PROFESSOR (A) LEANDRO VICENTE GONÇALVES – EXAMINADOR(A)**

---

**PROFESSOR(A) FABRÍCIO MAESTÁ BEZERRA – EXAMINADOR(A)**

\*A Folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

Dedico este trabalho à minha família e  
amigos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Professora Dra. Valquíria Ribeiro, minha orientadora, do Departamento de Engenharia Têxtil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por ter aceitado fazer o projeto, pelo auxílio prestado e colaboração.

Ao professor Dr. Fabricio Maesta pelo apoio e ajuda no tingimento com ciclodextrina que gerou o efluente, base para este trabalho.

Ao aluno Caíque Meneses por ter dispendido tempo para ajudar e me auxiliar no tingimento.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana onde estou tendo a oportunidade de aprender e me desenvolver cada dia mais.

A minha mãe, Alexandra Virginia Cavalcante Pereira Cesário, por me dar toda base, estudos e educação, me apoiando em todos os projetos que desenvolvi em minha vida até hoje e por não medir esforços para eu me manter estudando longe de casa. Ao meu pai, João Lopes Cesário, por proporcionar segurança e moradia em Apucarana e me mostrando o caminho que eu devo seguir.

Os meus irmãos pela ajuda, força, compreensão e incentivo para que continuasse firme nos estudos longe de casa.

A minha gigantesca família que me acolheu em todos os momentos necessários e que me mostrou que a união e a felicidade, quando verdadeiras, jamais serão destruídas, seja neste mundo ou em outros mundos.

A todos os meus amigos, sejam eles os antigos amigos do tempo de ensino médio, da república onde morei e os amigos que criei na universidade, formando está maravilhosa família que levarei para sempre em meu coração, muito obrigado pelo apoio e carinho.

Um agradecimento especial à minha amada, Isabella Mazieiro Rufino, por ter paciência comigo, me apoiado, me orientado e ter tornado meus dias mais felizes, obrigado por tudo.

Quanto mais nos elevamos, menores  
parecemos aos olhos daqueles que não  
sabem voar. (Friedrich Nietzsche)

## RESUMO

CESÁRIO, Guilherme Cavalcante. Fitotoxicidade de efluente de tingimento têxteis realizados com ciclodextrina. 2017. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Têxtil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2017.

Os produtos têxteis, principalmente os destinados ao vestuário, cama, mesa, banho e decoração, são comercializados tintos e para que o processo de tingimento seja realizado é necessário a utilização de diversos produtos no banho de tingimento. Essas soluções quando liberados no ambiente, causam grandes problemas aos corpos receptores de água, afetando a flora e fauna aquática, logo é necessário buscar produtos que auxiliem na redução do consumo de agentes químicos e que sejam biodegradáveis. Nesse sentido, de acordo com a literatura, a utilização da  $\beta$ -Ciclodextrina auxilia a amenizar esses impactos. O objetivo geral desse trabalho é comparar o efluente gerado em processos de tingimento tradicional e do tingimento com a  $\beta$ -Ciclodextrina, empregando para isso o bioensaio com *Lactuca Sativa* (Fitotoxicidade). No presente trabalho foi possível observar que a presença ou a ausência de Ciclodextrina, não deixa o efluente significativamente menos agressivo ao ambiente, quando considerado a fitotoxicidade, uma vez que em ambos os casos não ocorreu de forma natural o desenvolvimento das sementes, indicando que nos dois efluentes existem substancias prejudiciais aos corpos aquáticos.

**Palavras-chave:**  $\beta$ -Ciclodextrina. Tingimento. Efluentes. Fitotoxicidade

## ABSTRACT

CESARIO, Guilherme Cavalcante. Textile dye effluent phytotoxicity performed with cyclodextrin. 2017. 33 f. Course Completion Work (Bachelor of Textile Engineering) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2017.

The textile products, especially those for clothing, bedding, table, bath and decoration, are commercialized red and for the dyeing process to be carried out it is necessary to use several products in the dyeing bath. These solutions, when released into the environment, cause great problems to the bodies receiving water, affecting the aquatic flora and fauna, so it is necessary to look for products that help reduce the consumption of chemical agents and are biodegradable. In this sense, according to the literature, the use of  $\beta$ -Cyclodextrin helps mitigate these impacts. The general objective of this work is to compare the effluent generated in traditional dyeing and dyeing processes with  $\beta$ -Cyclodextrin, using the *Lactuca Sativa* (Phytotoxicity) bioassay. In the present work it was possible to observe that the presence or absence of Cyclodextrin does not leave the effluent significantly less aggressive to the environment when considering the phytotoxicity, since in both cases the seed development did not occur naturally, indicating that two effluents are substances harmful to aquatic bodies.

**Keywords:**  $\beta$ -cyclodextrin. Dyeing. Effluents. Phytotoxicity



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Amostras controle positivo.....	29
Figura 2: Amostra do controle negativo .....	30
Figura 3: Amostra de efluente sem ciclodextrina .....	31
Figura 4: Amostra de efluente com ciclodextrina .....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produtos auxiliares .....	20
Tabela 2: Principais compostos encontrados nos efluentes têxtil.....	24
Tabela 3: Dados de germinação das amostras .....	30
Tabela 4: Dados obtidos através das equações 1 e 2 .....	33
Tabela 5: Resultado estatístico - ANOVA.....	34
Tabela 6: Resultado estatístico TUKEY.....	34

## LISTA DE ABREVIATURAS

DBO	Demanda Biológica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
CD	Ciclodextrina
PA	Poliamida
PA 6,6	Poliamida 6,6
PA 6	Poliamida 6
$\alpha$ -CD	Alfa-Ciclodextrina
$\beta$ -CD	Beta-Ciclodextrina
$\gamma$ -CD	Gama-Ciclodextrina

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1.	TEMA.....	13
1.2.	PROBLEMÁTICA.....	13
1.3.	OBJETIVOS.....	13
1.3.1	Objetivo Geral .....	13
1.3.2	Objetivos Específicos .....	14
1.4.	JUSTIFICATIVA.....	14
<b>2</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>15</b>
2.1	FIBRAS TÊXTEIS.....	15
2.1.1	AS CLASIFICAÇÕES DE FIBRAS TÊXTEIS.....	15
2.1.2	FIBRAS SINTÉTICAS.....	16
2.2	POLIAMIDA .....	17
2.3	POLIAMIDA 6 .....	17
2.4	CORANTES .....	18
2.4.1	Corantes para fibras poliamídicas .....	19
2.5.	TINGIMENTO.....	20
2.6	CICLODEXTRINA.....	21
2.7	EFLUENTES TÊXTEIS .....	23
2.7.1	Ecotoxicologia aquática.....	25
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>26</b>
3.1	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	26
3.2	COLETA DE DADOS.....	26
3.3	ANÁLISE DOS DADOS .....	27
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>29</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>36</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria têxtil, segundo a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção, desempenha um papel muito importante na economia brasileira e mundial devido ao elevado número de empregos gerados. E devido a esta importância, figura entre uns dos setores que mais polui o meio ambiente. (ABIT, 2017).

A cadeia têxtil pode ser basicamente, dividida por Fiação, Tecelagem e Beneficiamento/Acabamento. Dentro deste universo, existem processos que são exclusivamente operações mecânicas, ou seja, não há a geração de efluentes líquidos e processos que geram efluentes a partir dos banhos residuais, como por exemplo: tingimento, engomagem, desengomagem, purga, alvejamento, mercerização, estamparia, tinturaria e acabamentos finais (LI, 2013; LEAL, 2008).

O processo de beneficiamento proporciona ao tecido diversas transformações, entre elas estão aumento de resistência, aparência, toque, capacidade de absorção de água entre outros aspectos que o substrato pode adquirir neste processo. As etapas que fazem parte deste processo são: pré-tratamento, tingimento, estamparia e acabamento final (VERÍSSIMO, 2003).

O tingimento nada mais é do que uma técnica que proporciona cor aos substratos têxteis, utilizando-se de corantes e pigmentos. Sendo assim, modifica, no aspecto físico-químico, o substrato de forma que a luz refletida provoque uma percepção de cor (SALEM, 2010).

Devido à utilização de diversos tipos de produtos químicos no processo de tingimento, o efluente gerado neste processo contém uma carga muito elevada de produtos químicos. Devido a esta característica, o efluente se torna de difícil tratabilidade, uma vez que existem corantes ligados aos auxiliares químicos, tanto orgânicos como inorgânicos, sólidos dissolvidos e altos valores de demanda química de oxigênio (DQO) e demanda biológica de oxigênio (DBO). Podendo ainda variar as concentrações e os tipos de resíduos encontrados no efluente, dependendo do corante utilizado, a fibra têxtil que será tinta e o método de tingimento aplicado para tingir o substrato (SANTANA, 2010).

Devido ao alto volume de geração de efluente pelas indústrias e o que podem impactar no meio ambiente, nos últimos anos, a preocupação relativa ao

meio ambiente aumentou, levando a comunidade científica a desenvolver métodos e ideias que receberam a denominação de química verde (GURGEL, 2015).

As ciclodextrinas (CDs) se encaixam na ideia de química verde, podem ser consideradas como uma nova classe de substâncias auxiliares para a indústria têxtil. Sua demanda química de oxigênio nas águas residuais é inferior à dos auxiliares têxteis habituais. Enquanto a demanda química de oxigênio é de 2020 mg / g para NP-10 (poliéster); 1930 mg / g para Uniperol O (Éter poliglicólico de álcool; BASF); E 2290 mg / g para Gisapon 1459 (solvente aromático aniônico acelerador da difusão para corantes do tipo dispersão), para a  $\beta$  -ciclodextrina ( $\beta$ -CD) este valor é apenas 1060 mg / g. (SZEJTLI, 2003)

### 1.1. TEMA

Poluição efetuado por efluentes gerados pela indústria têxtil e suas consequências.

### 1.2. PROBLEMÁTICA

A toxicidade do efluente gerada através de um tingimento utilizando a  $\beta$ -CD é realmente melhor quando comparado com o efluente gerado pela forma convencional de tingimento de poliamida?

### 1.3. OBJETIVOS

Segue o objetivo geral e específico do trabalho.

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Comparar a toxicidade de efluentes têxteis gerados a partir do tingimento realizado de forma convencional com o realizado empregando a  $\beta$ -CD

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Coletar os efluentes gerados no processo de tingimento convencional e com  $\beta$ -CD;
- Realizar os Bioensaios com *Lactuca sativa*;
- Analisar os resultados obtidos

### 1.4. JUSTIFICATIVA

O tema se mostra relevante pelo fato que nos dias atuais a busca por tornar processos autossustentáveis está em alta em todo o mundo, devido a este fato a pesquisa proposta visa identificar se a utilização da CD no processo de tingimento irá prover uma alternativa sustentável para a indústria têxtil, através de uma análise de fitotoxicidade do efluente.

A indústria têxtil utiliza-se dos recursos hídricos para fins de beneficiamento, tingimento e outros processos que compõe a cadeia têxtil, gerando efluentes com alto grau de complexidade, uma vez que dentro deste efluente pode se encontrar altas concentrações de cor, sólidos dissolvidos e em suspensão, metais pesados entre outros materiais de difícil degradação quando em contato com o meio ambiente.

Uma alternativa para que a carga de material que se encontra no efluente diminua é a utilização de novos métodos que podem diminuir estes materiais nocivos ao ambiente. Entre estes métodos, o que mais se destaca é a utilização da CD no tingimento de substratos têxteis.

A CD é um composto natural utilizado na indústria têxtil como agentes complexantes para aumentar a solubilidade aquosa de corantes pouco solúveis e para aumentar a sua estabilidade no banho, sendo assim não a necessidade de utilizar produtos químicos para este fim, logo, a carga de produtos químicos que estaria no efluente diminui e conseqüentemente a nocividade do efluente.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 FIBRAS TÊXTEIS

O ramo têxtil proporciona uma vasta gama de fibras têxteis disponíveis no mercado. Elas variam não só no tipo químico, mas também nas características físicas.

Durante séculos, a indústria têxtil era limitada às fibras naturais, especialmente o algodão, lã e seda. Com o efeito da primeira revolução industrial, no Reino Unido, as indústrias têxteis foram dominadas pela lã. Perto do final do século XIX, fibras feitas pelo o Homem 'man-made' chamadas de fibras químicas, foram adicionadas ao mercado. Por volta de 1930 consideráveis avanços tecnológicos foram realizados com o desenvolvimento de muitos tipos de polímeros sintéticos. Neste período, fibras como o poliamida e poliéster, ganharam notoriedade por possuírem elevada resistência em comparação aos naturais, suprimindo a falta de material com essa funcionalidade em diversas áreas industriais (MATHER, 2011).

#### 2.1.1 AS CLASIFICAÇÕES DE FIBRAS TÊXTEIS

Os vários tipos de fibras podem ser classificados como naturais ou químicas. O melhor método de classificação dos vários tipos de fibras têxteis existentes é por meio do tipo químico das fibras, uma vez que, todas as fibras têm características químicas distintas (HOUCK, 2009).

As fibras naturais são classificadas em três categorias de produtos químicos:

- Materiais celulósicos, que são as fibras obtidas a partir de várias partes de plantas, tais como: hastes, folhas e sementes.
- Fibras proteicas, que são obtidas a partir de lã, seda e cabelo.



- Fibra mineral, obtida a partir do minério asbesto que dá origem a fibra de amianto, que tem seu uso proibido em muitos países devido à sua toxicidade.

As fibras Químicas também podem ser subdivididas em três grandes grupos:

- Fibras "regeneradas" ou fibras Artificiais são fibras derivadas de fontes naturais que compreendem polímeros orgânicos por transformação química, este processo proporciona a nova fibra, características de uma fibra sintética com benefícios de uma fibra natural.
- Fibras sintéticas que são produzidas a partir de fontes não renováveis.
- Fibras inorgânicas que são produzidas a partir de compostos inorgânicos como silício e carbono, gerando, respectivamente, fibras de vidro e carbono.

As fibras sintéticas serão abordadas na sequência, uma vez que a fibra de poliamida, oriunda das fibras sintéticas, representa um papel importante para o bom entendimento do trabalho.

### 2.1.2 FIBRAS SINTÉTICAS

A história das fibras químicas sintéticas teve seu início no ano de 1913. Este período provocou um desenvolvimento tempestuoso no campo da pesquisa e economia têxteis. As fibras químicas possuem propriedades vantajosas que faltam às fibras naturais (HOUCK, 2009).

A quantidade de fibras sintéticas vem ganhando protagonismo na indústria têxtil ano a ano. Este aumento está diretamente ligado as suas propriedades que as fazem superar as fibras naturais, por exemplo, possuem alta resistência a ruptura, reduzido poder de absorção de umidade e a estabilidade dimensional durante o tratamento a úmido, soltam com facilidade a sujeira durante a lavagem, possuem alta solidez à luz e resistem a insetos nocivos, bem como à ação de bolor e bactérias de apodrecimento (HOUCK, 2009).

Na fabricação destas fibras, parte-se de substâncias orgânicas de baixa massa molecular, com as quais fabricam-se os monômeros. Estes, por adição

simples (polimerização) ou adição com perda de água (policondensação), reagem formando grandes moléculas de cadeias lineares (macromoléculas), com alto peso molecular (SALEM, 2010).

Dentre as fibras sintéticas, a poliamida se mostra interessante por ser uma das fibras sintéticas mais usadas em todo o mundo, e foi utilizado no presente trabalho, passando pelo processo de tingimento.

## 2.2 POLIAMIDA

A poliamida (PA) foi sintetizada pela primeira vez pelo pesquisador da empresa DuPont, Wallace H. Carthers, em 1935 e de lá para cá se tornou umas das fibras sintéticas mais nobre que existe no mercado (FANTONI, 2010). Logo após a sua descoberta, a produção e comercialização foram direcionadas aos Estados Unidos, sendo comercializada a poliamida 6,6 (PA 6,6) e na Europa comercializada a poliamida 6 (PA 6) (OLIVEIRA, 2009).

Existem dois grupos de classificação de PA. As PAs que se encaixam neste primeiro grupo são obtidas por meio da reação de policondensação entre diaminas e ácidos dicarboxílicos e tem como seu principal produto a PA 6,6. Já o segundo grupo obtém as poliamidas através da reação da policondensação de aminoácidos e tem como seu principal produto a PA 6 (DOLZAN, 2004).

A PA também pode ser classificada de acordo com sua estrutura molecular. As PAs alifáticas se caracterizam pela repetição de grupos amida (-CONH-) intercalada por grupos metilenos (-CH<sub>2</sub>-), já a PA aromática apresenta anéis benzênicos em suas unidades de repetição (ARAÚJO, 2002).

## 2.3 POLIAMIDA 6

A PA 6 comumente chamada de náilon 6 pelo mercado consumidor é um polímero obtido através de um aminoácido chamado  $\epsilon$ -caprolactama e se encaixando no grupo de poliamida alifáticas devido a sua estrutura molecular (FANTONI, 2010).

A PA 6 teve como objetivo inicial, logo após a sua criação, substituir a seda, uma vez que foi direcionada para a produção de fibras têxteis. Entretanto a gama de

aplicação a PA 6 é muito além das fibras têxteis e uma concorrente para a seda, hoje ela é utilizada em diversas áreas dentro da engenharia, como maçanetas de carros, espelhos retrovisores, tampa de motor, artigos eletrônicos com sensores entre outras aplicações (ARAÚJO, 2002).

O campo de aplicação da PA 6 só foi aumentada devido as suas características. Ela se mostra com uma boa resistência mecânica em temperaturas elevadas (superior a 100°C) e boa tenacidade em temperaturas inferiores a 0°C. Se mostra também com uma excelente resistência ao envelhecimento térmico, uma elevada resistência química, além de ter ótima resistência à abrasão e devido a sua fluidez (massa polimérica) facilita o seu processamento, habilitando a PA 6 ser utilizada em várias áreas, uma vez que sua maleabilidade permite diversas aplicações (FANTONI, 2010; OLIVEIRA, 2009; ARAÚJO, 2002).

## 2.4 CORANTES

Matérias corantes são substâncias químicas que tem a capacidade de colorir substratos têxteis, proporcionando cor que seja resistente à luz e a tratamentos úmidos (lavagens). Substâncias que têm esta capacidade são comumente chamadas de corantes ou pigmentos (VENTURINI, 2005).

- Corantes: São solúveis ou dispersáveis no meio de aplicação (água). No tingimento, os corantes são adsorvidos e se difundem para o interior da fibra. Há interações físicas e químicas entre corantes e fibra.
- Pigmentos: São insolúveis em água. Aplicados na superfície da fibra e fixados mediante resinas sintéticas.

Os corantes podem ser classificados por sua estrutura química ou pelo método que se fixam à fibra.

Os grupos de corantes que são classificados pelo modo de fixação utilizam-se de basicamente quatro tipos de interações: ligação iônicas, de hidrogênio, de Van der Waals e covalentes (ARAÚJO, 2002).

Os principais grupos de corantes classificados utilizando o modo de fixação são.

- Corantes Reativos;
- Corantes Diretos;

- Corantes Ácidos
- Corante à Cuba;
- Corantes Dispersivos;
- Corantes Pré-Metalizados;
- Corantes Branqueadores;
- Corantes Azóicos;

#### 2.4.1. Corantes para fibras poliamídicas

Existem diversos corantes que tem a capacidade de tingir fibras poliamídicas, entretanto, nem todos efetuam o ato de tingir com qualidade, os que mais se destacam são corantes Diretos, corantes Ácidos e Corantes Dispersos, sendo o corante ácido mais utilizado pela indústria têxtil para efetuar o tingimento (OLIVEIRA, 2009). Entretanto o corante que foi ultimado no trabalho foi o corante dispersos que será abordado a seguir.

Corantes Dispersivos - Constituem uma classe de corantes parcialmente solúveis (dispersáveis) em água aplicados em fibras regeneradas e outras fibras hidrofóbicas (ex: Poliamida) através de suspensão. Durante o processo de tintura de poliamida, o corante se liga a fibra por meio da adsorção na superfície da fibra se difundindo para o interior, este processo se caracteriza ter interações físicas entre o corante e a fibra. O corante disperso tem boa migração para a fibra, entretanto, tem uma má solidez aos tratamentos úmidos e devido a isso, não são muito utilizados para tingir substratos que contem fibra de poliamida, sendo indicado apenas para tingimentos utilizando cores claras (DOLZAN, 2004).

No processo de tingimento das fibras poliamídicas se destacam dois parâmetros que são fundamentais para que o corante se ligue a fibra de uma correta (OLIVEIRA, 2009).

- Conteúdo dos grupos amínicos terminais da fibra;
- Conteúdo de grupos sulfônicos do corante.

Para Oliveira (2009), um bom tingimento depende do tipo de corante, do pH, da temperatura e da presença de auxiliares, como por exemplo, um agente retardante. Quanto menor for o pH mais rapidamente se dá a fixação do corante na

fibra, devido a maior carga positiva da fibra. Relativamente à temperatura, quanto mais elevada esta for, mais inchada se mostra a fibra e mais rapidamente é a penetração do corante.

## 2.5. TINGIMENTO

O processo de tingimento é a aplicação de corantes ou pigmentos, juntamente com ligantes, que vão modificar fisicamente ou quimicamente os substratos têxteis visando mudar a coloração inicial e mantendo-a mesmo depois de sucessivas lavagens e exposição do material à luz (SALEM, 2010).

Este tipo de processo, utilizando corantes ou pigmentos para tingir substratos têxteis já era utilizado na China, Índia e Egito a cerca de 3000 a. C. e era tratado como um estilo de arte, uma vez que os primeiros corantes eram obtidos de fontes naturais, como, plantas, animais ou minerais (VERÍSSIMO, 2003).

Os corantes obtidos de fontes naturais não eram capazes de fixar as cores no substrato têxtil sozinhas, ou seja, com o passar do tempo de uso o substrato perdia a tonalidade. Devido a este problema descobriu-se que aplicando substâncias metálicas, tais como, alumínio, ferro entre outros materiais metálicos, o corante se fixava melhor no substrato. Estas substâncias metálicas são comumente chamadas de mordentes (SALEM, 2010; VERÍSSIMO, 2003; DOLZAN, 2004).

O processo de tingimento utiliza-se de diversos auxiliares para efetuar o tingimento de maneira adequada, a Tabela 1 exemplifica os produtos auxiliares mais que foram utilizados para efetuar o tingimento do substrato de poliamida que será utilizado para captar o efluente.

**Tabela 1: Produtos auxiliares**

<b>Produto</b>	<b>Função</b>	<b>Base Química</b>
<b>Umectantes</b>	Homogeniza e acelera a hidrofiliabilidade do tecido evitando manchas.	Ácidos Graxo,
<b>Retardamento de montagem ou igualizante</b>	Evita o tingimento muito rápido das partes expostas do tecido, para que com agitação, haja uniformidade no tingimento.	Éteres, poliglicólicos Naftaleno sulfonato de sódio Cloreto de sódio Sulfato de sódio

<b>Dispersantes</b>	Usados para dispersar corantes não solúveis em água.	Tensoativos em geral
---------------------	--	----------------------

---

Fonte: adaptado (SILVA, 2012)

O processo de tingimento utiliza dois sistemas básicos para efetuar a modificação do substrato através de corantes ou pigmentos. Os dois sistemas utilizam de um meio aquoso para efetuar o tingimento (DOLZAN, 2004).

Os dois sistemas básicos de tingimentos são:

- **Contínuos:** No tingimento contínuo, o banho com a solução de corante permanece em repouso enquanto o substrato entra em contato com a solução aquosa de uma forma contínua e constante. A impregnação é feita através do processo mecânico denominado foulardagem.
- **Por esgotamento:** o tingimento por esgotamento, diferentemente do processo contínuo, permite a movimentação do banho ou do substrato. O corante se desloca do banho para o substrato devido à substantividade.

## 2.6 CICLODEXTRINA

As CD são uma família de oligossacarídeos cíclicos com uma superfície externa hidrofílica e uma cavidade central lipofílica. Existem três tipos de CD naturais:  $\alpha$ -CD,  $\beta$ -CD,  $\gamma$ -CD, que são compostas por 6, 7 e 8 ligações de  $\alpha$ -1,4-glicosídicas. (BHASKARA-AMRIT, 2011).

Cada unidade de CD tem uma cavidade hidrofóbica que pode atuar como hospedeiro para uma molécula hóspede hidrofóbica. Esta propriedade se torna útil para solubilizar e estabilizar moléculas hidrofóbicas em solventes. A combinação de  $\beta$ -CD e têxteis para criar novos tecidos funcionalizados receberam muita atenção na última década (RASHEED, 2008).

O  $\beta$ -CD é a mais interessante das CD disponíveis no mercado devido à sua facilidade de produção, preço, facilidade de ligação aos substratos têxteis e ao tamanho da cavidade, que à torna compatível para hospedar uma gama de moléculas (LIU, 2011). Na indústria têxtil são utilizados como agentes complexantes

para aumentar a solubilidade aquosa de corantes pouco solúveis e para aumentar a sua estabilidade no banho (SZEJTLI, 2003).

A  $\beta$ -CD pode ser incorporado no têxtil por meio de pulverização, impressão, estofamento, enxerto, revestimento superficial, impregnação, impressão por jacto de tinta ou via sol gel e etc (BHASKARA-AMRIT, 2011).

As  $\beta$ -CDs desempenham um papel importante na inovação e na funcionalização dos têxteis. Os usos dos  $\beta$ -CDs oferecem oportunidades imediatas para o desenvolvimento de novos produtos inovadores e processos têxteis ecológicos, que são de interesse específico para a indústria têxtil. Da ampla gama de aplicações industriais como auxiliares, as  $\beta$ -CDs também têm um grande potencial em novas aplicações na área de têxteis médicos e técnicos (RASHEED, 2008).

As preocupações crescentes nos últimos anos no que concerne ao respeito ao meio ambiente levaram a comunidade científica ao desenvolvimento de toda uma área de pesquisa que recebe a denominação de química verde (VENTURINI, 2005).

As CDs que compõe a ideia de química verde podem ser consideradas como uma nova classe de substâncias auxiliares para a indústria têxtil. Sua demanda química de oxigênio nas águas residuais é inferior à dos auxiliares têxteis habituais. Enquanto a demanda química de oxigênio é de 2020 mg / g para NP-10 (poliéster); 1930 mg/g para Uniperol O (Éter poliglicólico de álcool; BASF); E 2290 mg/g para Gisapon 1459 (solvente aromático aniônico acelerador da difusão para corantes do tipo dispersão), para a  $\beta$ -CD este valor é apenas 1060 mg/g (SZEJTLI, 2003).

A quantidade de poluentes orgânicos aromáticos (fenóis, anilina, formaldeído e outros) pode ser reduzida do tingimento de águas residuais utilizando CDs que podem ser imobilizadas num suporte orgânico insolúvel em água (STELLA; HE, 2008).

As moléculas hóspedes poderiam ser várias moléculas orgânicas e alguns íons metálicos também. A montagem formada de nanocápsulas sobre materiais têxteis atua como meio de filtração / adsorção seletiva para vários poluentes. A CD ligada covalentemente a um suporte têxtil formará complexos de inclusão com poluentes orgânicos tóxicos pelo mecanismo hospedeiro-hóspede. Após o processo

de filtração, o suporte orgânico com compostos orgânicos contendo CD pode ser incinerado (CARPIGNANO, 2010).

## 2.7 EFLUENTES TÊXTEIS

Desde do surgimento das primeiras civilizações o homem vem alterando gradativamente o ambiente onde vive, com objetivo de melhorar a sua qualidade de vida. Entretanto, a constante alteração deste meio e dos recursos disponíveis acabou por deixar rastros de destruição (LEAL, 2008).

Um dos recursos mais valiosos para o homem é a água e esta necessidade fundamental por ela fez com que a civilização surgisse próxima aos rios e lagos, em consequência disso, provocaram a contaminação dos corpos d'água (GURGEL, 2015).

A água é um recurso natural essencial para os processos bioquímicos dos seres vivos e é um fator importante nas atividades industriais de vários bens de consumo. O uso racional da água evita o desperdício e a poluição, sendo os mais responsáveis as instituições governamentais e as indústrias, que são as que mais a utilizam em seus processos produtivos (LI, 2013).

Atualmente, os setores agrícola e industrial se destacam entre os maiores consumidores da água doce disponível no mundo; só o setor têxtil é responsável por consumir 15% de toda água consumida pelas indústrias. A água que é utilizada na indústria têxtil é basicamente para transporte dos produtos químicos que são utilizados, principalmente, nos processos de beneficiamento e tingimento das fibras e para a remoção de produtos que são indesejáveis no substrato têxtil. (MMA, 2017; ABIT, 2015).

Os efluentes gerados pela esta indústria têxtil, apresentam composição variada, uma vez que em suas águas residuais podem ser encontrados altas concentrações de cor (com classes diferentes de corantes), sólidos dissolvidos e em suspensão, metais pesados, eletrólitos e surfactantes, além de possuírem alta variação de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO), prejudicando ambientes aquáticos onde serão despejados (SANTANA, 2010).



A Tabela 2 expõe os compostos principais que podem ser encontrados em um efluente têxtil e suas quantidades.

**Tabela 2: Principais compostos encontrados nos efluentes têxtil**

<b>Compostos</b>	<b>Quantidade</b>
DQO (mg/L)	150-12,000
DBO (mg/L)	80-6,000
Total de sólidos dissolvidos (mg / L)	8,000-12,000
Total de sólidos suspensos (mg / L)	15-8,000
Sólidos Dissolvidos Totais (mg / L)	2,900-3,100
Cloro (mg / L)	1,000-6,000
O cloro livre (mg / L)	<10
Sódio (mg / L)	70%
Fe,Zn,Cu, As, Ni, B, F, Mn, V, Hg, PO <sub>4</sub> , Cn	<10
Óleo e graxa (mg / L)	10 a 30
NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	<5
SO <sub>4</sub> (mg/L)	600-1000
Cor (Pt-Co)	50-2,500
Sílica (mg / L)	<15

Fonte: adaptado (SANTOS, 2006)

Estes compostos encontrados nos efluentes de indústrias têxteis promovem alterações significativas nas características físico-químicas e biológicas dos ambientes aquáticos, uma vez que as altas concentrações destes compostos no corpo aquático podem reduzir a capacidade autodepurativa (ANDRADE; SOUZA; COUTO, 1997). Devido a isso o descarte destas matérias em ecossistemas aquáticos é indesejável, uma vez que estes compostos contribuem significativamente para a poluição dificultando o processo de fotossíntese e

oxigenação da água e conseqüentemente modificando os ciclos biológicos dos organismos aquáticos (FERREIRA, 2015).

### 2.7.1 Ecotoxicologia aquática

A Ecotoxicologia Aquática é uma ramificação da toxicologia ambiental que teve sua origem diretamente ligada a crescente necessidade de se preservar e monitorar recursos hídricos a fim de conservar a estrutura dos ecossistemas aquáticos que vinham sendo degradados em função do crescimento industrial após a primeira revolução industrial (BERTOLETTI, 2008).

Com este cenário surgiu a necessidade de métodos com respostas mais rápidas que demonstrasse a situação real de determinados corpos hídricos, iniciou-se então os testes de toxidade aquática, denominados de “bioensaios” por utilizarem organismos para testes, animal ou vegetal (GURGEL, 2015).

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) faz uma diferenciação de acordo com o resultado que quer ser obtido entre o que seriam ensaios ecotoxicológicos e o que seriam ensaios toxicológicos. Os ensaios ecotoxicológico tem como objetivo identificar agentes físicos ou químicos que possam denegrir o ecossistema aquático; já os ensaios toxicológicos têm como objetivo realizar ensaios a fim de observar um potencial risco à saúde humana (CONAMA, 2017).

Os ensaios toxicológicos têm como objetivo simular em laboratório os efeitos que podem ser observados no corpo receptor após o lançamento do efluente. Os testes podem ser divididos entre dois tipos principais de acordo com a sua duração:

- Os de longa duração – Toxidade crônica - que expõem o organismo teste durante todo ou em parte do seu ciclo de vida;
- Os testes de curta duração - toxicidade aguda - que expõem o organismo por um curto intervalo de tempo.

A toxicidade que será estuda, se encaixa na fitotoxicidade, uma vez que vamos identificar que tipo de alterações os produtos encontrados dentro do efluente exercem sobre a semente de alface. Este processo de analisar qual elemento está proporcionando uma toxicidade, ou seja, qual elemento está sendo toxico a semente, é denominado de fitotoxicidade.

### 3 METODOLOGIA

O efluente têxtil foi fornecido por meio da pesquisa realizada para trabalho de conclusão de curso do aluno Caíque Menezes denominado:

Estudo da influência DA  $\beta$ -CICLODEXTRINA no tingimento de poliamida com CORANTE Disperso c.i. YELLOW 211.

Os efluentes obtidos do TCC citado a cima, foram gerados através do método de tingimento por esgotamento da PA 6 e se caracterizam de forma distintas, uma vez que os materiais utilizados em cada um dos tingimentos foram distintos.

Uma das amostras de efluentes se caracteriza por conter corante disperso, igualizante, umectante e dispersante. A outra amostra contém corante disperso  $\beta$ -CD e umectante.

#### 3.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizadas sementes de alface com 95% de índice de germinação, cultivadas em placa Petri com filtro qualitativo, sendo regada, com 14 mL do efluente contendo CD e com 14 mL de efluente não contendo CD. Cada placa Petri continha 20 sementes de alface e foram feitos testes em triplicatas. As placas foram colocadas no escuro à temperatura ambiente por 120h.

As amostras de efluentes foram divididas em triplicatas sem diluição e com correção do pH para 5,0. O controle foi feito através de água destilada, denominada controle negativo e soluções salinas NaCl 2 M, 1 M e 0,5 M denominado como controle positivo.

#### 3.2 COLETA DE DADOS

O percentual de germinação (%GR) foi obtido por meio da equação (1).

$$\%GR = \frac{n^{\circ}SGA}{n^{\circ}SGC} \times 100 \quad (1)$$

Sendo n° SGA é o número de sementes germinadas na amostra e n° SGC o número de sementes germinadas no controle negativo.

O percentual de inibição do crescimento relativo das raízes (%ICRRz) foi obtido por meio da equação (2).

$$\%ICRRz = \frac{MCRzC - MCRzA}{MCRzC} \times 100 \quad (2)$$

Sendo MCRzC representa a média do crescimento das raízes do controle negativo e MCRzA equivale à média do crescimento das raízes das amostras contendo os efluentes.

### 3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente utilizando a metodologia ANOVA e TUNKEY.

Análise de variância (ANOVA), testa a hipótese de que as médias de duas ou mais populações são iguais, no caso estudado, se os dois efluentes são iguais. As ANOVAs avaliam a importância de um ou mais fatores, fatores como germinação da semente e o desenvolvimento da raiz, comparando as médias de variáveis de resposta nos diferentes níveis de fator. A hipótese nula afirma que todas as médias de população são iguais, enquanto a hipótese alternativa afirma que pelo menos uma é diferente.

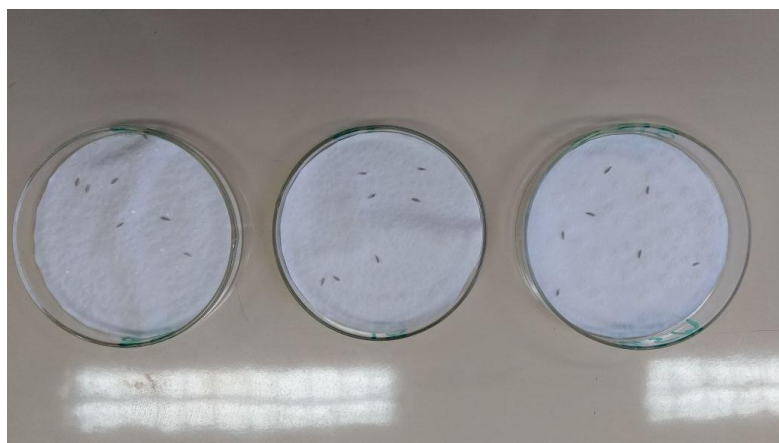
Já a análise de TUNKEY é um método usado em ANOVA para criar intervalos de confiança para todas as diferenças pareadas entre as médias dos níveis dos fatores controlando a taxa de erro global para um nível de significância especificado.

O software que foi utilizado para o tratamento dos dados, foi o EXCEL, programa disponibilizado pela Microsoft.



#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o tempo de 120 horas observou-se que as sementes do controle positivo não germinaram, resultado já previamente esperando, de acordo com o autor André Souza et al. (2012) uma vez que duas das concentrações salinas utilizadas no experimento (2 M e 1 M) estão acima da concentração isosmótica (0,8M), o que prejudica o desenvolvimento da semente, devido a desidratação que o sal. No caso da concentração do controle positivo para 0,5 M, que se encontra abaixo da concentração isosmótica, pode se explicar a falta de desenvolvimento da semente devido ao fenômeno de entumescimento das sementes. Sendo assim, o controle positivo não ocorreu a germinação de nenhuma das sementes presentes



nas amostras salinas (UEDA et al., 2014)

A Figura 1, ilustra as amostras do controle positivo e a falta de desenvolvimento das sementes.

**Figura 1: Amostras controle positivo**

2M

1M

0,5M

**Fonte: Autor (2017)**

Para os bioensaios realizados com o controle negativo, após às 120 horas, observou-se que grande parte das sementes, presentes nas amostras, germinaram. Este resultado já era esperado, uma vez que o ambiente onde as sementes se encontram se mostra favorável para o desenvolvimento da mesma, servindo então como referência para o cálculo do índice de germinação e para o índice de inibição do crescimento relativo das raízes.

**Tabela 3: Dados de germinação das amostras**

Amostra com Ciclo			Amostra sem Ciclo			Controle Negativo		
<b>CD-1</b>	SGA	14	<b>S/CD-1</b>	SGA	18	<b>1*</b>	SGC	19
<b>CD-2</b>	SGA	11	<b>S/CD-2</b>	SGA	12	<b>2*</b>	SGC	18
<b>CD-3</b>	SGA	16	<b>S/CD-3</b>	SGA	14	<b>3*</b>	SGC	17

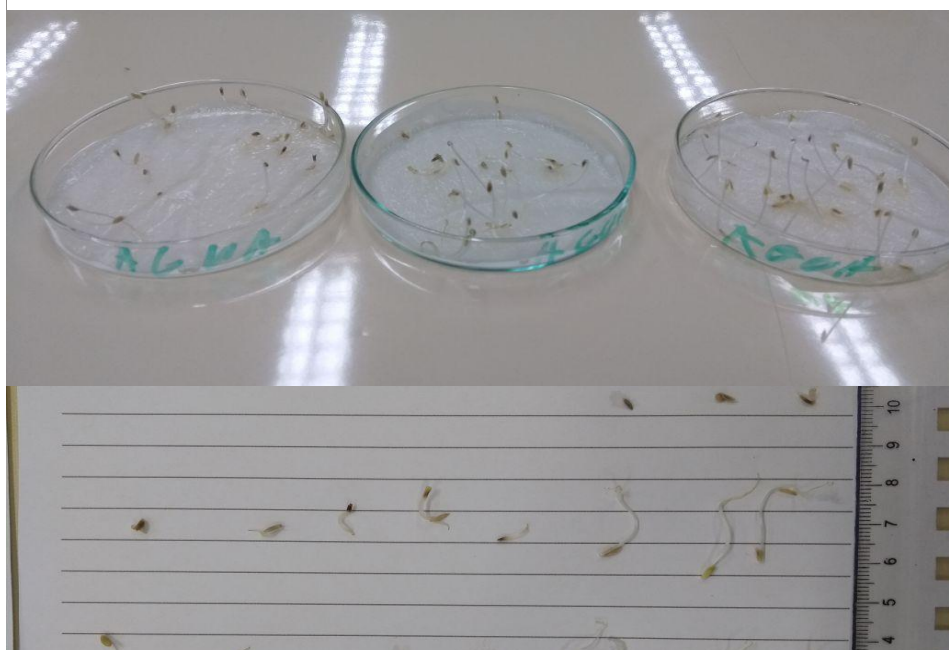
Fonte: Autor (2017)

Conforme os resultados apresentados na Tabela 3, a média de germinação das amostras do controle negativo (SGC) mostra que 18 sementes entre 20, o que também é considerado normal uma vez que as sementes utilizadas apresentavam índice de germinação de 95%.

A média do crescimento da raiz (MCRzC) no controle negativo foi de 2,14 cm.

A Figura 2, ilustra as amostras do controle negativo e o desenvolvimento das sementes.

**Figura 2: Amostra do controle negativo**



**Fonte: Autor (2017)**

Os bioensaios realizados com o efluente sem ciclodextrina, após às 120 horas, também mostrou sementes germinadas.

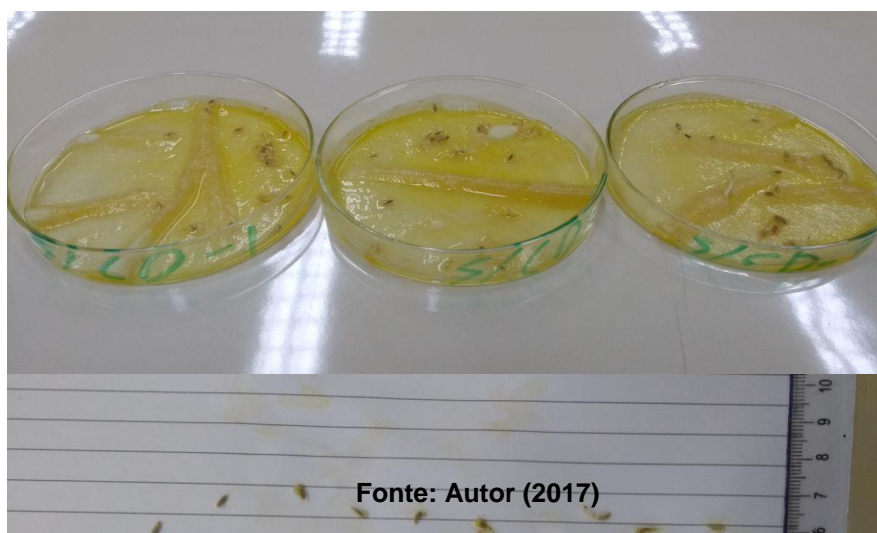
O número médio obtido de germinação na amostra (SGA) mostrou que aproximadamente 15 sementes entre 20 germinaram, um resultado bastante expressivo, tendo como base a média de germinação do controle negativo, 18 sementes.

A média de crescimento na raiz da amostra (MCRzA) obteve um resultado de 0,22 cm de desenvolvimento da raiz.

Os resultados apresentados anteriormente, demonstram que apesar do número elevado de sementes germinando na amostra, o crescimento foi afetado diretamente pelos contaminantes (residuais de corante e auxiliares de tingimento) presentes no efluente afetando diretamente as características do meio, comparado com o controle negativo.

A Figura 3, ilustra as amostras que contém efluente sem a ciclodextrina e o desenvolvimento das sementes.

**Figura 3: Amostra de efluente sem ciclodextrina**





Os bioensaios realizados com o efluente que contém ciclodextrina, após às 120 horas, observou-se a germinação de algumas sementes, igual foi observado nas amostras que não contém ciclodextrina.

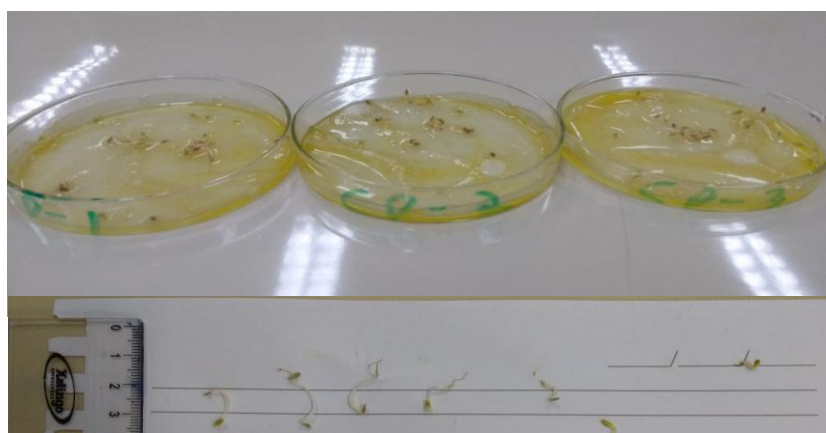
O número médio obtido de germinação na amostra (SGA) mostrou que aproximadamente 14 sementes entre 20 germinaram, um resultado que se assemelha muito ao resultado obtido e apresentado anteriormente, referente as amostras sem a ciclodextrina.

A média de crescimento na raiz da amostra (MCRzA) obteve um resultado de 0,65 cm, resultado melhor do que o apresentado sem a ciclodextrina, porém significativamente abaixo ao do controle, comprovando que a composição do banho de tingimento é agressivo ao ambiente.

Este conjunto de informações, demonstram que, a princípio, não existe uma grande diferença para o desenvolvimento das sementes entre os dois efluentes, uma vez que os resultados obtidos se assemelham muito um ao outro.

A Figura 4, ilustra as amostras que contém efluente com a ciclodextrina e o desenvolvimento das sementes.

**Figura 4: Amostra de efluente com ciclodextrina**



	<b>Controle negativo</b>	<b>Amostra sem ciclo</b>	<b>Amostra com Ciclo</b>
<b>n° médio</b>	18	14,6	13,6
<b>% GR</b>	-	81,85	76,08
<b>%ICRRz</b>	-	85,96	69,05

**Fonte: Autor (2017)**

A Tabela 4 apresenta dos dados obtidos a partir das equações 1 e 2, apresentadas no item 3.2.

**Tabela 4: Dados obtidos através das equações 1 e 2**  
**Fonte: Autor (2017)**

A porcentagem de germinação das amostras se mostraram inferior ao do controle negativo, que está de acordo com o esperado, uma vez que nas duas amostras de efluente, existe produtos químicos que podem influenciar na germinação da semente diferente do controle negativo. Entretanto os valores de germinação não são baixos uma vez que para que a germinação ocorra é necessário, basicamente, a existência de água.

Para o índice de inibição do crescimento das raízes foram apresentados valores entre 85% para as amostras sem a ciclodextrina, e de 69% para as que contem a ciclodextrina. Isso demonstra que o efluente que contém maior carga de produtos químicos inibi mais o crescimento das sementes, entretanto, mesmo com uma carga menor de produtos químicos o efluente com ciclodextrina ainda inibi de forma considerável o crescimento das sementes.

Estes dados podem ser um indicativo que a ciclodextrina não influencia diretamente em um efluente mais ecológico e o que faz a inibição oscilar de uma amostra para outra é a quantidade de carga química que cada uma possui. Sendo assim deve-se investigar posteriormente qual substância provoca esta inibição.

Isso pode ser visualizado também por meio de análises estatísticas como as apresentadas a seguir.

**Tabela 5: Resultado estatístico - ANOVA**

ANOVA					
Efeito	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Média quadrática	F	p
<b>Intercepto</b>	454,740	1	454,7401	8,258272	0,004554
<b>Ciclo</b>	454,881	2	227,4407	4,130420	0,017652
<b>Erro</b>	9746,469	177	55,0648		

Fonte: Autor (2017)

O pvalor inferior a 0,05 indica que existe diferença significativa entre a amostra do controle e do efluente, independentemente da existência ou não da CD, comprovando que o efluente oferece riscos ao ambiente

E isso é reafirmado por meio do teste de tukey apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6: Resultado estatístico TUKEY**

TUKEY			
Ciclo (tratamento)	Média de crescimento em cm	a	b
<b>2</b>	0,293333	****	
<b>1</b>	0,646667	****	
<b>3</b>	3,828333		****

Fonte: Autor (2017)

Esse teste apontou que não existe diferença significativa entre as amostras de efluentes com e sem CD.

Apesar das sementes terem germinado, o crescimento das mesmas, foram afetados e estatisticamente não apresentaram significância entre o efluente gerado a partir do tingimento tradicional e do tingimento com CD.

## 5. CONCLUSÃO

Nas condições observadas no presente trabalho, foi possível visualizar que apesar das afirmações existentes acerca do tingimento com ciclodextrina ser menos agressivos ao ambiente, constatou-se que do ponto de vista da fitotoxicidade, essa afirmação não é completamente verdadeira, uma vez que os resultados apresentados no presente trabalho não demonstram diferenças significativa entre os dois efluentes estudados.

Entretanto, deve-se realizar ensaios de biotoxicidade para avaliar outros efeitos, mostrando a necessidade de um estudo mais aprofundado para determinar mais especificamente, quais substâncias que estão influenciando diretamente no não desenvolvimento das sementes estudadas.

Também se mostra relevante verificar, por meio de ensaios de tratamento de efluente, se os efluentes gerados a partir do tingimento utilizando a ciclodextrina é mais fácil de tratar do que o efluente sem a ciclodextrina.

## REFERÊNCIAS

ABIT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS TÊXTEIS. **Perfil do setor: dados gerais do setor atualizados em 2016, referentes ao ano de 2015.** Disponível em: <<http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>>. Acesso em: 20 out. 2017.

ABIT. **Agenda de Prioridades Têxtil e Confecção 2015 - 2018.** São Paulo: Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção, 2015.

ANDRADE, Regina Célia Bastos de; SOUZA, Marcelo Friederichs Landim de; COUTO, Erminda da Conceição Guerreiro. INFLUÊNCIA DE EFLUENTES TÊXTEIS E ALIMENTÍCIOS SOBRE O METABOLISMO E PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DO RIO PIAUITINGA (SERGIPE). **Química Nova**, São Cristóvão, v. 4, n. 21, p.424-427, nov. 1997.

ANDRÉO-SOUZA, Yara et al. EFEITO DA SALINIDADE NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E NO CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE PINHÃO-MANSO. **Revista Brasileira de Sementes**, Bahia, v. 32, n. 2, p.83-92, jan. 2012.

ARAÚJO, Rogério Gomes. **ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MICRO E MACROSCÓPICAS DE BLENDAS DE POLIAMIDA 4,6/POLIAMIDA 6.** 2002. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BERTOLETTI, Eduardo. **CONTROLE ECOTOXICOLÓGICO DE EFLUENTES LÍQUIDOS NO ESTADO DE SÃO PAULO.** São Paulo: Cetesb Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2008.

BHASKARA-AMRIT, Usha Rashmi. *APPLICATIONS OF  $\beta$  -CYCLODEXTRINS IN TEXTILES.* **Autex Research Journal.** Holanda, p. 94-101. dez. 2011.

CARPIGNANO, Rosarina. *Use of b-cyclodextrin in the dyeing of polyester with low environmental impact*. **Coloration Technology**, Itália, v. 126, n. 1, p.201-208, mar. 2010.

CONAMA. **Resolução** n. **357**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codegi=459>>. Acesso em: 20 out. 2017.

DOLZAN, Neseli. **Tingimento de fibras sintéticas com corantes dispersos**. 2004. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

FANTONI, Roberto Filippini. Como a Poliamida Substituiu a Seda: uma História da Descoberta da Poliamida 66. **AIM Magazine**, Itália, v. 22, n. 1, p.1-6, abr. 2010.

FERREIRA, Laís Raquel Soares. **Reflexão sobre os impactos Ambientais e Estratégias utilizadas para o reaproveitamento dos efluentes pelas Indústrias Têxteis**. 2015. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Química, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

GURGEL, Piatã de Melo. **Avaliação do impacto socioambiental de indústrias Têxteis no Rio Jundiá - Macaíba/RN/Brasil**. 2015. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

HOUCK, Max M. *Identification of textile fibers*. 1. ed. Boca Raton, FL:Woodhead Pub., 2009. ix, 375p.

LEAL, Georla Cristina Souza de Gois. O PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO E SEUS IMPACTOS NO MEIOAMBIENTE URBANO. **Qualitas Revista Eletrônica.issn**, Campinas, v. 7, n. 1, p.1677-4280, jun. 2008.

LI, Qilin. *Applications of nanotechnology in water and wastewater treatment*. **Water Research**, Houston, Estados Unidos, v. 1, n. 41, p.3931-3946, mar. 2013.

LIU, Yiping. *Dyeing Kinetics of Vinylon Modified with  $\beta$ -Cyclodextrin*. **Fibres & Textiles In Eastern Europe**, Chongqing, China, v. 19, n. 5, p.133-135, abr. 2011.

MATHER, Robert R; WARDMAN, Roger H. *The Chemistry of Textile Fibers*. Cambridge: RSC Publishing, 2011. p. 368.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Água: Um recurso cada vez mais ameaçado**. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/3\\_mcs\\_agua.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/3_mcs_agua.pdf)>. Acesso em: 22 out. 2017.

OLIVEIRA, Fernando Ribeiro. **Tingimento da poliamida 6.6 com corantes ácidos, reactivos e directos após modificação superficial com descarga plasmática de Dupla Barreira Dielétrica (DBD)**. 2009. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Escola de Engenharia - Química Têxtil, Universidade do Minho, Portugal, 2009.

RASHEED, Arun. *Cyclodextrins as Drug Carrier Molecule: A Review*. **Sci Pharm**. India, p. 567-598. nov. 2008.

SALEM, V.. **Tingimento Têxtil: Fibras, Conceitos e Tecnologias**. São Paulo: Bucher, 2010.

SANTANA, Caroline Martins. **Estudo da degradação de corante Têxtil em matrizes aquosas por meio dos processos oxidativos avançados O<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV e Foto-Fenton**. 2010. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

SANTOS, Ester Oliveira. **Caracterização, Biodegradabilidade e Tratabilidade do efluente de uma lavanderia industrial**. 2006. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.



SILVA, Márcia Gomes da. **TINGIMENTO DE SEDA E LÃ COM CORANTE NATURAL EUCALIPTO**. 2012. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

STELLA, Valentino J.; HE, Quanren. *Cyclodextrins*. **Toxicologic Pathology**, Kansas, v. 36, n. 1, p.30-42, jan. 2008.

SZEJTLI, József. *Cyclodextrins in the Textile Industry*. **Starch**, Hungria, v. 55, n. 5, p.191-196, maio 2003.

UEDA, Ana Cláudia et al. Otimização de parâmetros do tratamento de fotodegradação catalítica e fotofenton de efluente têxtil e avaliação da sua toxicidade. In: XXXVII CONGRESO DE INGENIERIA QUÍMICA, 37., 2014, Cartagena, 2014. p. 1 - 7.

VENTURINI, Cristina de Garcia. **ESTUDOS DO COMPORTAMENTO DE CORANTES SOLVATOCRÔMICOS EM SOLUÇÕES DE CICLODEXTRINAS**. 2005. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2005.

VERÍSSIMO, Silvagner Adolpho. **Extração, caracterização e aplicação do corante de urucum (Bixa Orellana L.) no tingimento de fibras naturais**. 2003. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.