

PROPOSTA DE REUTILIZAÇÃO DE EFLUENTES ORIUNDOS DO PROCESSO DE TINGIMENTO TÊXTIL APÓS CORREÇÃO QUÍMICA

Wallace Nóbrega Lopo (Centro Universitário de Brusque -
UNIFEBE)

wallace@unifebe.edu.br

Bruno Gustavo Gabeline (Centro Universitário de Brusque -
UNIFEBE)

bruno_gabeline@hotmail.com

OSNIR JOSÉ MERISIO (Serviço Nacional de Aprendizagem
Industrial - SENAI)

ojmerisio@hotmail.com



A escassez dos recursos naturais tem levado a leis ambientais cada vez mais rígidas e os custos envolvidos com o uso destes recursos vêm se tornando mais crescentes no setor industrial, levando as indústrias a buscar alternativas que minimizem os mesmos,

Palavras-chave: Tingimento. Reuso. Efluente. Têxtil. Sustentabilidade.

1 Introdução

Como é de conhecimento, a grande maioria das empresas que utilizam água na fabricação de seus produtos ou como meio intermediária sofre um choque muito forte com a agressão que alguns produtos causam na água. Nem todas as empresas fazem o tratamento necessário neste efluente para que possa ser devolvido à natureza ou até mesmo reutilizado. Servindo como reforço e base de argumentação Clarke e King (2005), mostram um levantamento feito em cem empresas, no qual se verificou uma grande variação no consumo de água em diferentes etapas do processo produtivo têxtil.

Em muitos dos processos da cadeia têxtil o consumo de água faz-se presente contudo, é no beneficiamento em que sua utilização se aplica em praticamente todas as etapas do ciclo produtivo, gerando a necessidade de busca tecnológica alinhada à consciência ambiental e social das empresas e empresários desse segmento (SALEM, 2010). Nessa análise, apresenta-se o que está sendo feito para de forma consciente utilizar esse recurso com o menor consumo possível dentro do processo de beneficiamento, gerando dessa forma maior vantagem competitiva relacionada a essa etapa do processo, maior consciência ambiental e causando menos impacto social.

A despeito dos problemas ambientais existirem durante muito tempo, foi apenas recentemente que a análise econômica tomou suficiente consciência deles e de suas implicações. Isso não quer dizer que os problemas ambientais tenham sido completamente ignorados pelas diversas escolas do pensamento econômico (FREITAS e GIATTI, 2011). Ainda segundo os autores, basta lembrara sua história: a fisiocracia colocava os recursos naturais (a terra) em primeiro lugar dentre os fatores de crescimento econômico e a escola clássica considerava os três fatores em conjunto – a terra, o capital e o trabalho.

No presente trabalho, o efluente é proveniente de uma tinturaria, do qual realiza tingimento em uma ampla variedade de cores, sendo em tecidos e fios e o dessa pesquisa é caracterizar o efluente e fazer um reuso para repetir mais vezes o tingimento de mesma cor, passando por um processo de correção química. Com resultado positivo conseguimos diminuir a quantidade de água nos processos, assim como a quantidade de produto químico para tratamento posterior e ganhar mais tempo nos processos de tingimentos. Após os tingimentos foram realizados testes de solidez a lavagem e fricção e posteriormente ver a possibilidade de

manter o mesmo conceito em nota do processo convencional de acordo com algumas normas. Tudo será relatado através do trabalho a seguir.

2 Revisão bibliográfica

Como base para a fundamentação teórica da pesquisa, serão aprofundados estudos a respeito da água na indústria têxtil, fibras têxteis de origem celulósica, histórico da evolução dos corantes têxteis e caracterização do efluente têxtil.

2.1 Água na indústria têxtil

No que se refere ao consumo da indústria, o setor têxtil consome muita água nos seus processos de tinturaria e beneficiamento. O potencial contaminante da indústria têxtil, em sua totalidade, é considerado médio, sendo a tinturaria e o acabamento as etapas do processo produtivo mais contaminante se comparadas com a fiação e a tecelagem (TOLEDO, 2004). Ainda segundo Moran, Hall e Howell (1997) e Talarposhti, Donnelly e Anderson (2001), as indústrias têxteis possuem uma das mais altas cargas poluidoras em seu efluente, devido às variações em seus processos e produtos utilizados tornando seus efluentes um composto complexo.

A água é utilizada na indústria têxtil como meio de transporte para os produtos químicos que entram no processo, bem como para a remoção do excesso de produtos considerados indesejáveis para o substrato têxtil. A maior parte da carga contaminante dos efluentes contém impurezas inerentes à matéria-prima, tais como os produtos adicionados para facilitar os processos de fiação e tecelagem, produtos químicos auxiliares e corantes eliminados durante as diferentes etapas do acabamento. A quantidade e a qualidade da carga poluidora variam de acordo com o processo de tingimento nas fibras utilizadas.

A racionalização do uso da água na indústria têxtil é possível com a modernização dos equipamentos e incremento tecnológico nos processos e produtos visando uma menor utilização desse recurso natural tão escasso. Para minimizar o consumo de água é necessário o monitoramento dos desperdícios no processo produtivo, do mesmo modo que se procede com outros insumos como o ar comprimido, energia térmica e energia elétrica, visando a contenção de despesas da empresa.

Para Corrêa Jr. e Furlan (2003), o desafio é reduzir o consumo de água sem afetar a otimização do processo, isto é, buscar a redução da captação sem afetar a rentabilidade do

negócio. Eles ainda salientam que certamente este tema ganhará destaque crescente, pois, em maior ou menor medida, a escassez de água tende a ser um problema universal em futuro não tão distante. A utilização da água dentro de uma indústria têxtil, mais especificamente no beneficiamento, ocorre basicamente em todas as etapas, de modo direto nos processos de lavagem, tingimento e amaciamento, e de modo indireto para realizar aquecimento ou resfriamento nos processos do beneficiamento.

A qualidade da água utilizada no processo têxtil possui limites de tolerância e restrições. Para Twardokus (2004), nem todos os processos precisam ter a mesma exigência de qualidade. A Tabela 1 contém os limites de tolerância que definem os padrões de qualidade da água para utilização no processo têxtil.

Tabela 1: Limites de tolerância da água para utilização nos processos têxteis.

Qualidade ou substância	Tolerância (mg/L)	Qualidade ou substância	Tolerância (mg/L)
Turbidez	< 5	Sulfato	< 250
Sólidos suspensos	< 5	Sulfito	< 1
Cor	< 5 (unidade PtCo)	Cloreto	< 250
pH	7 -- 9	Fosfato	sem limite
Acidez/alcalinidade	<100 como CaCO ₃	Oxigênio dissolvido	sem limite
Dureza	< 70 como CaCO ₃	Dióxido de carbono	< 50
Ferro	< 0,3	Nitrato	< 0,5
Manganês	< 0,05	Cloro	< 0,1
Cobre	< 0,01	Amônia	< 0,5
Chumbo e metais pesados	< 0,01	Óleos, graxas, gorduras, sabões	1
Alumínio	< 0,25	Agentes de clareamento fluorescentes	< 0,2
Sílica	< 10	Sólidos totais	<500

Fonte: TWARDOKUS (2004).

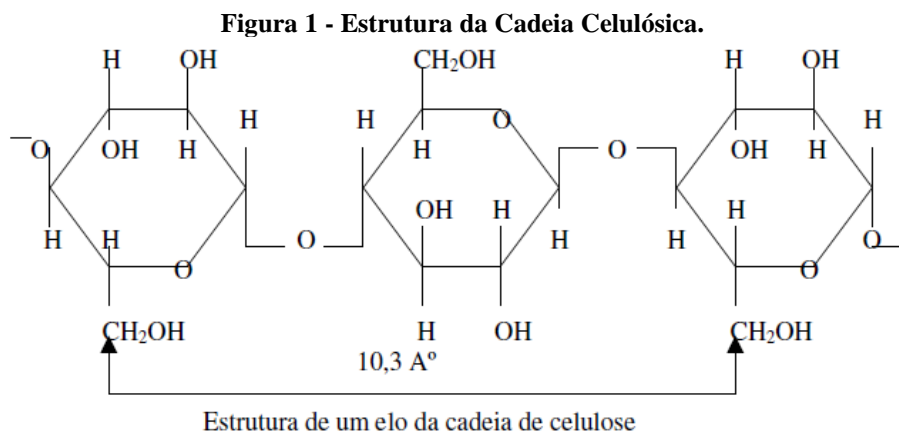
É possível observar, na Tabela 1 que, a quantidade de variáveis a serem controlados, corrobora a importância do estudo, dada a complexidade dos componentes e características dos fatores envolvidos.

2.2 Fibras têxteis

As fibras têxteis podem ser divididas em dois grandes grupos denominadas fibras naturais e sintéticas (SALEM, 2000). Na classe das fibras naturais, as fibras vegetais são fibras essencialmente constituídas de celulose, a qual se encontra sempre na natureza em

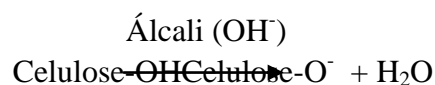
combinação com outras substâncias, sendo a mais comum à lignina; elas contêm, também impurezas tais como gomas, resinas, gorduras, ceras e pigmentos.

A análise por raios-X mostra que a celulose tem estrutura cristalina, sendo um polissacarídeo de longa cadeia e alto peso molecular. As fibras celulósicas naturais têm regiões amorfas, além de cadeias cristalinas e orientadas paralelamente. As regiões amorfas se caracterizam por não possuírem um ordenamento das moléculas, tendo uma forma aleatória. No tingimento de fibras celulósicas os corantes penetram na fibra pelas regiões amorfas. Podemos ver uma demonstração do elo da cadeia celulósica na Figura 1.



Fonte: SALEM, 2000.

No caso dos corantes reativos, eles reagem com os grupos hidroxílicos da celulose. Para que ocorra a reação, há necessidade de ionização desta última, o que ocorre em meio alcalino conforme representado no esquema abaixo.



Das três hidroxilas, a primeira a se ionizar é a que está ligada ao carbono primário. Um álcool ligado a um carbono primário é mais facilmente ionizável.

2.3 Corantes reativos

A estrutura molecular de um corante reativo é composta por diversos tipos de grupos funcionais, que segundo Da Fonseca, Yokoyama e Teixeira (2006) são:

- Grupos cromóforos são responsáveis pela cor. Existem em qualquer classe de corante.

- Grupos auxócromos são os que conferem afinidade com a fibra.
- Grupos solubilizantes são em geral grupos sulfônicos e que além de responder pela solubilidade, são também responsáveis pelo grau de substantividade, migração e lavabilidade.
- Grupos reativos de cada corante é a característica que diferencia um dos outros corantes, pois é ele que reage efetivamente com a fibra.

Alguns corantes possuem maior reatividade que outros. A reatividade é medida pela velocidade da reação nas mesmas condições de concentração de álcali e temperatura de tingimento. Quanto maior a concentração de álcali ou maior temperatura que o corante necessita para reagir, menor a sua reatividade. A reatividade de um corante é função do grupo químico reativo que ele contém. Denominamos corante reativo a frio os de maior reatividade, cuja temperatura de tingimento por esgotamento ou impregnação varia de 30°C a 60°C. São chamados de corantes reativos a quente, os de menor reatividade e que necessitam de temperatura acima de 80°C para reagir nos processos por esgotamento.

A escolha de uma linha de corantes em função de sua reatividade depende de outros parâmetros, tais como: substrato, maquinário, características finais do produto, necessidades do cliente. É necessário conhecer a reatividade e curva de montagem da linha de corante para que se possam estabelecer as melhores condições de aplicação. Em condições alcalinas pode ocorrer duas reações, uma desejável com a fibra e outra indesejável, porém inevitável com água, ocorrendo neste caso a hidrólise. A reatividade do corante é proporcional a formação de hidrólise.

2.4 Caracterização do efluente têxtil

Devido à sua própria natureza, os corantes são facilmente detectáveis a olho nu, sendo visíveis em alguns casos mesmo em baixas concentrações. Este comportamento apresenta desvantagens, pois uma pequena quantidade lançada em efluentes aquáticos pode causar uma acentuada mudança de coloração em rios, e também ser facilmente detectada pela sociedade civil e autoridades que regulam os assuntos ambientais.

Desde modo, métodos para remoção da cor das águas de rejeito têm recebido enorme atenção nos últimos anos. De um modo geral, a efetividade da remoção da cor pode ser avaliada por um padrão espectrofotometricamente permitido, o qual pode ser usado para controlar a diluição do corante nas águas dos rios. Assim, através da comparação direta entre

absorbância da amostra de um efluente e o padrão de qualidade requerido para coloração em rios, é possível avaliar o grau de contaminação previsto (COOPER, 1993).

Segundo Toniollo, Zancan e Wüst (2015), são produzidos anualmente, cerca de 700.000 toneladas de corantes têxteis, onde, 50% são compostos azo (-N=N-) que, conformem Bustard, McMullan e McHale (1998), devido ao seu comportamento ambiental ser ainda desconhecido, são considerados especialmente perigosos. Talarposhti, Donnelly e Anderson (2001) afirmam ainda que, de 2 a 10% dos corantes aplicados em processos de tingimento são descarregados no efluente, dependendo da tonalidade e do corante utilizado.

Já Toniollo, Zancan e Wüst (2015), afirmam que pesquisas recentes indicam que aproximadamente 12% de corantes sintéticos são perdidos anualmente durante a fabricação e em processos de tingimento, sendo que nesse caso, 20% da cor resultante é deixada no ambiente através de plantas de tratamento de efluentes.

O desenvolvimento de tecnologia adequada para tratamento de efluentes tem sido objetivo de grande interesse nos últimos tempos devido ao aumento da conscientização e rigidez das leis ambientais. As principais técnicas para descoloração das águas no rejeito envolvem principalmente processos de adsorção, precipitação, degradação química, fotoquímica e biodegradação (HASSEMER, et al., 2012).

3 Metodologia

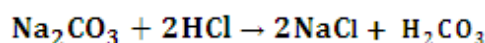
3.1 Fase teórica

Análise estequiométrica da reação de neutralização usando ácido clorídrico (HCl) para neutralizar as bases (Na_2CO_3 e NaOH), que estão presentes no final do processo de tingimento. Para a realização dos experimentos, foram utilizados os seguintes produtos reagentes:

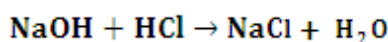
- Cloreto de sódio - NaCl (Comercial)
- Hidróxido de sódio - NaOH (50°Bé)
- Ácido clorídrico - HCl (Comercial)
- Carbonato de sódio - Na_2CO_3 (Comercial)
- Auxiliar -(umectante)
- Auxiliar - (antiespumante)
- Auxiliar - (dispersante)
- Auxiliar - (antioxidante)
- Auxiliar - (fixador)
- Sabão padrão sem ótico para realização da solidez a lavagem doméstica conforme norma ABNT NBR ISO-C06:2006

3.2 Fase experimental

Padronizou-se o HCl (PA) como padrão de titulação ácido-base com o padrão primário (Na_2CO_3). O ácido clorídrico é instável, perdendo concentração devido à volatilidade, por este motivo deve ser padronizado contra uma substância estável (padrão primário).



Utilizou-se o ácido clorídrico padronizado na análise anterior para padronizar o NaOH (PA) através do método de titulação ácido-base. Usou-se NaOH padronizado para determinar a concentração do HCl comercial.



Determinou-se a concentração do HCl comercial (30-33%) através do método de titulação ácido-base com o NaOH padronizado no passo anterior. Conheceu-se então a concentração real do ácido clorídrico comercial usado na reação de neutralização do banho residual de tingimento para determinar a quantidade de sal gerado na reação de neutralização.

A quantificação do sal no processo de neutralização é necessária, pois este sal gerado deve ser considerado na reconstrução do banho de reutilização. Para cada molécula de NaOH neutralizada gera-se uma molécula de sal (NaCl). O ácido carbônico (H_2CO_3) que aparece na reação de neutralização também pode ser representado por ($\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$).↑

Realizou-se tingimento conforme o fluxograma, que será demonstrado no Gráfico 1, no laboratório químico em autoclave de duas bobinas e coletou-se amostra de banho residual, visando determinar a quantidade de HCl necessário para neutralização do residual alcalino onde em seguida, reutilizou-se o banho gerado. Conhecidas as concentrações que mantém o banho residual alcalino, foi possível utilizar receituário obtido no passo anterior para neutralizar todos os testes realizados em laboratório. Sendo, um banho de tingimento com receita padrão original e nove banhos de reutilizações.

Analisou-se ΔE e força colorística de amostras de fio 40/1 de fibra de algodão tinto em espectrofotômetro com programa ColorLab (análise colorimétrica através do sistema

CIELab - CMC 2:1) e realizou-se ensaio de solidez da cor à lavagem doméstica e comercial. ABNT NBR ISO ISO-C06: de 2006.

4 Apresentação e análise de dados

4.1 Processo de tingimento reativo por esgotamento

Após ter sido realizado o tingimento padrão seguindo o fluxograma, foram feitos seus posteriores reusos. Durante o final de cada tingimento, foi utilizado um volume “x” de HCl para neutralizar o álcali. É possível verificar esses volumes na tabela 3. Antes da neutralização foi registrado o pH, este deve estar próximo de 6,0 para que se tenha um bom resultado no final de cada tingimento. Nesta mesma tabela consta os valores do pH antes e após a neutralização. Com a alíquota retirada no final de cada tingimento, mediu-se a densidade do banho, assim utilizamos uma tabela para a determinação da concentração de sal no banho. Durante o processo de neutralização, ocorre formação de sal, devido a reação do HCl com NaOH. Observam-se os valores da quantidade de sal formado na reação na mesma tabela.

Tabela 3: Valores da reutilização.

Tingimentos	Densidade	pH após neutr.	pH antes neutr.	Sal formado (g)	ácido usado (ml)
Receita padrão	1,074	6,25	11,21	125	200
1º reuso	1,072	6,04	10,08	119	190
2º reuso	1,074	5,86	10,17	112,3	180
3º reuso	1,074	5,79	10,80	112,3	180
4º reuso	1,074	5,78	11,05	112,3	180
5º reuso	1,074	5,80	10,86	106	170
6º reuso	1,072	5,55	10,64	109,9	175
7º reuso	1,074	5,71	10,34	109,9	175
8º reuso	1,070	5,90	10,40	109,9	175
9º reuso	1,070	5,95	10,40	112,3	180

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Com as alíquotas separadas e identificadas, foi possível realizar uma análise de espectrofotometria usando o espectrofotômetro UV-Vis Shimadzu UV-1800. Primeiramente foi realizada uma varredura no espectro com comprimento de onda máximo de 596 nm usando cubeta de quartzo com caminho óptico de 1 cm. O padrão utilizado foi os produtos auxiliares da receita padrão.

Realizou-se uma curva de calibração obedecendo a lei de Lambert Beer que relaciona a absorção da luz com as propriedades do material atravessado, sendo a luz absorvida proporcional a concentração da cor na faixa de absorbância entre 0,2 – 0,8, contendo os corantes da receita padrão. A concentração de corante da receita é de 6,47% de Super Black G e 0,66% de Vermelho SB, juntamente com seus auxiliares foram utilizados como solução mãe. O objetivo da curva de calibração é obter a equação da reta para em seguida calcular a concentração em g/L de corante hidrolisado usando os valores de absorbância. Na tabela 4 é possível observar as diluições usadas para a realização da curva de calibração.

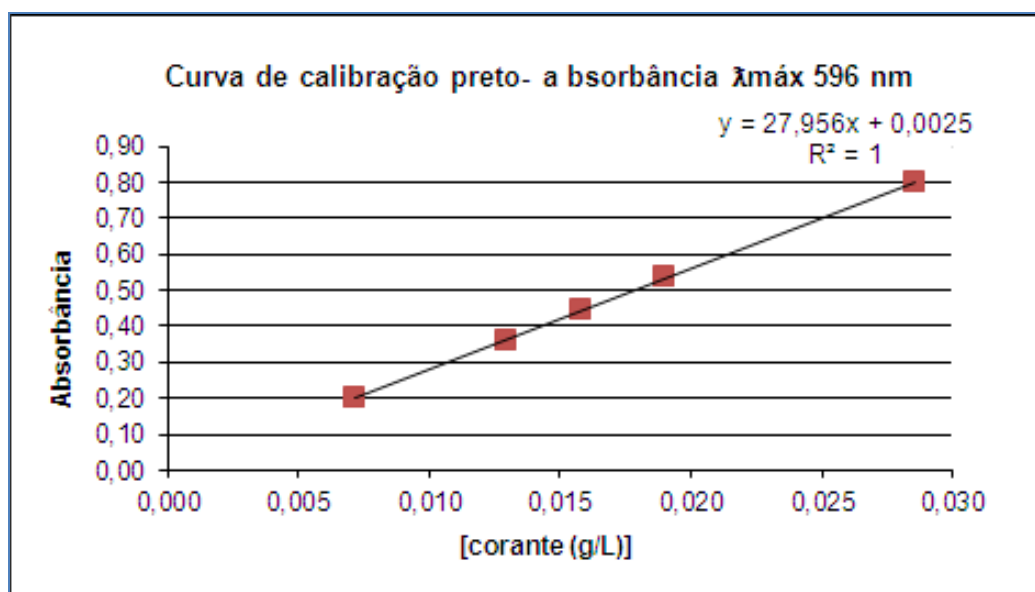
Tabela 4: Diluições da curva de calibração.

Solução mãe (mL)	Diluição (mL)	Abs λ máx 596nm
1	1000	0,202
1	550	0,363
1	450	0,446
1	375	0,536
1	250	0,799

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Com os valores obtidos anteriormente, foi calculado o valor do $R^2=1$, que por sua vez foi ótimo e também foi gerada a sua equação da reta $Y= 27,956x + 0,0025$. Podemos verificar isso no Gráfico 2.

Gráfico 2: Curva de calibração do preto.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

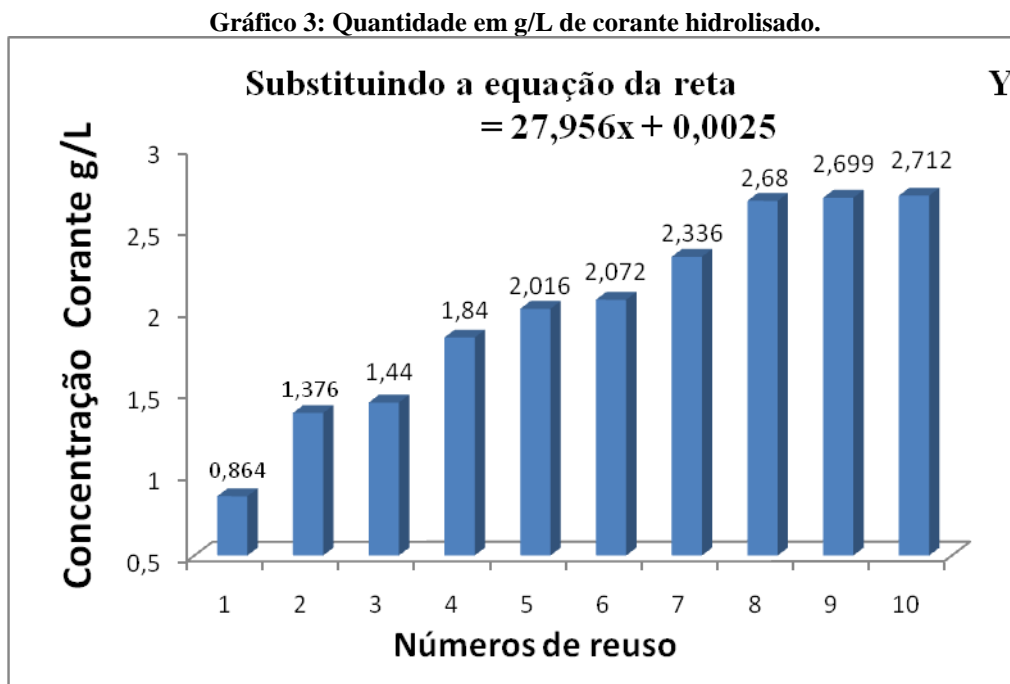
Realizou-se uma diluição de 1:80 das amostras de corantes coletadas no final de cada tingimento. No espectrofotômetro, foram realizadas as leituras com $\lambda_{máx}$ 596nm e obtidas as seguintes absorbâncias conforme a tabela 5.

Tabela 5: Valores da absorbância.

Amostras	Diluição(mL)	Conc. g/L	Absorbância
Padrão	80	0,864	0,305
1° Reuso	80	1,376	0,485
2° Reuso	80	1,440	0,507
3° Reuso	80	1,840	0,647
4° Reuso	80	2,016	0,708
5° Reuso	80	2,072	0,728
6° Reuso	80	2,336	0,821
7° Reuso	80	2,680	0,940
8° Reuso	80	2,816	0,989
9° Reuso	80	2,888	1,013

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Após obtido os valores da absorvância, pegou-se a equação da reta, substituiu-se os valores e calculou-se a concentração de corante hidrolisado restante no final de cada processo de reuso. Este corante hidrolisado não foi fixado na fibra, ficou contido no banho. Podemos verificar que nos 3 últimos reusos o corante hidrolisado entrou em equilíbrio, ou seja, pode ser utilizado para fazer inúmeros tingimentos de maneira que não afetará o processo de novo reuso. Os valores da concentração de corante g/L encontram-se no Gráfico 3.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

4.2 Propriedades colorísticas

Ao término dos 9 reusos e após lavagem e secagem, foram realizadas análises das propriedades colorísticas dos fios tintos utilizando espectrofotômetro associado ao programa Colorlab+(Premier Colorscan) para determinar o ΔE e a força colorística. Temos uma tolerância de 1,5 para o valor de ΔE e +/- 5% na força colorística. A amostra que foi utilizada como padrão, é a amostra da receita padrão, no caso, do primeiro tingimento. Desta forma, realizou-se a comparação dos tingimentos dos reusos contra aquele padrão. A Tabela 6 mostra os valores obtidos.

Tabela 6: Valores de ΔE e força colorística dos reusos.

Amostras	ΔE – até 1,5	Força colorística (%) +/- 5%
----------	----------------------	------------------------------

Tingimento padrão	-	100
1° Reuso	0,51	97,6
2° Reuso	0,48	100,1
3° Reuso	0,38	96,5
4° Reuso	0,42	99,0
5° Reuso	0,56	95,9
6° Reuso	0,80	99,7
7° Reuso	0,50	98,05
8° Reuso	0,55	96,2
9° Reuso	0,38	100

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

4.3 Solidez a lavagem doméstica e comercial

Realizou-se o teste de solidez a lavagem doméstica e comercial de acordo com a norma ABNT NBR ISO-C06:2006. Pelo método de ensaio C1S, as notas em escala de cinza (ISO 105) foram geradas pela leitura das amostras no espectro de transmissão utilizando uma amostra de fio pré-alvejado como padrão, o qual também foi submetido ao processo de solidez. A tolerância para que as amostras sejam conforme é de no mínimo 4. Na figura 4 é possível verificar os valores.

Figura 4: Notas em escala de cinza da solidez a lavagem.

PADRÃO	Escala de cinza
SOLIDEZ TINGIMENTO NORMAL	3.872
SOLIDEZ 1º BANHO	3.138
SOLIDEZ 2º BANHO	3.243
SOLIDEZ 3º BANHO	3.457
SOLIDEZ 4º BANHO	3.308
SOLIDEZ 5º BANHO	3.255
SOLIDEZ 6º BANHO	3.263
SOLIDEZ 7º BANHO	3.271
SOLIDEZ 8º BANHO	3.299
SOLIDEZ 9º BANHO	3.399

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Pelos valores de solidez apresentados na Figura 7, podemos verificar que mesmo tendo uma parte do banho com corante hidrolisado, percebe-se que isso não interferiu no resultado do teste. Todos os reusos ficaram próximos, tendo em vista que o fio de algodão tinto na cor preta possui uma solidez ruim. Uma melhoria da solidez, seria mais de uma lavagem no fio, usando um detergente que remova por completo o corante hidrolisado que contém na fibra.

5 Considerações finais

Ao término deste trabalho, concluiu-se que é possível encontrar o equilíbrio da concentração de corante hidrolisado no banho, pois ele se estabiliza quando a quantidade de corante hidrolisado a cada reutilização é proporcional ao volume que é repostado na reconstrução do banho, ou seja, é proporcional a diluição dada pela reconstrução. Mesmo realizando nove reusos, foi possível identificar que a nota da solidez a lavagem doméstica e comercial ficou dentro dos limites esperados, tendo em vista que o algodão tinto em cores médias e escuras possuem alta solidez à lavagem. É possível também economizar em média 80% do sal (NaCl) e dos auxiliares utilizados nos tingimentos, onde a concentração de sal (NaCl) no banho é altíssima e tem uma extrema importância no processo de tingimento.

A demanda de água necessária para suprir a necessidade das indústrias têxteis é enorme, pois a água é o principal componente dos processos têxteis. Com este processo de

reutilização de banho, pode-se economizar praticamente 90% da água do banho de tingimento, pois os outros 10% saem juntos com as rocas quando a máquina é descarregada. Neste tipo de processo, a lavagem do fio permanece a mesma, porém numa outra máquina para podermos ganhar mais tempo de produção. Com uma programação de cores iguais para tingir, usando exemplo de máquina que tingem 400 quilos de fio na relação de banho 1:10, usaríamos 4000 litros no primeiro tingimento, posteriormente a esse, no primeiro reuso economizaríamos 3200 litros. Como o objetivo é classificação do efluente e sua reutilização, não foram calculados a parte de economia de água. Pode ser realizado como trabalho futuro levando em consideração outras cores também.

Já em relação ao nosso ecossistema, a natureza é agredida fortemente com os efluentes têxteis liberados ilegalmente, porém, ao concluir este trabalho, percebeu-se que ao fazer a reutilização do efluente têxtil nas devidas condições de trabalho podemos obter uma boa reprodutibilidade, economia de água, ganho de tempo operacional e de produção, redução de produtos no tratamento de efluentes assim reduzindo o impacto ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

BUSTARD, M.; McMULLAN, G.; McHALE, A. P., Biosorption of Textile Dyes by Biomass Derived from *Kluyveromyces Marxianus* IMB3. *Bioprocess Engineering*, 19, p. 427-

CLARKE, R.; KING, J. **O atlas da água**. São Paulo: Publifolha, 2005.

COOPER, P., J. *Society Dyes and Colour*, 100° ed., p. 98, 1993.

CORRÊA JR. B.; FURLAN, L. T., Redução do Consumo de Água e da Vazão de Efluentes Através do Gerenciamento das Fontes e Reutilização de Águas – a Experiência de Paulínia. *Petro& Química*, nº 251, 72-78, agosto de 2003.

DA FONSECA, F. V.; YOKOYAMA, L.; TEIXEIRA, L.A. C. Remoção de cor em soluções de corantes reativos por oxidação com H₂O₂/UV. **Quim. Nova**, v. 29, n. 1, p. 11-14, 2006.

FREITAS, K. R., Caracterização e Reuso de Efluentes do Processo de Beneficiamento da Indústria Têxtil, Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, fevereiro de 2002.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B., Corantes Têxteis. *Química Nova*, v. 23, n. 1, p. 71-78, 2000.

HASSEMER, M. et al. Processo UV/H₂O₂ como pós-tratamento para remoção de cor e polimento final em efluentes têxteis. *Química Nova*, v. 35, n. 5, p. 900-9004, 2012

MORAN, C.; HALL, M. E.; HOWELL, R., Effects of Sewage Treatment on Textile Effluent. *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, 113, p. 272-274, 1997.

SALEM, V., Tingimento Têxtil, Apostila do Curso de Tingimento Têxtil, Golden Química do Brasil, Módulo 1 e 2, novembro de 2000.

STEINHART, M. R. V., Auxiliares Têxteis do Ponto de Vista dos Tensoativos. Química Têxtil, p. 76-80, dezembro de 2000.

TALARPOSHTI, A. M.; DONNELLY, T.; ANDERSON, G. K., Colour Removal From a Simulated Dye Wastewater Using a Twophase Anaerobic Packed Bed Reactor. Water Research, 35, p. 425-432, 2001.

TWARDOKUS, R.G. Recuo de Água no Processo de Tingimento da Indústria Têxtil. Disponível em: <<http://www2.enq.ufsc.br/teses/m126.pdf>>, acesso em 23/10/2007.

TOLEDO, R. A. S., Tecnologia da Reciclagem. Química Têxtil, p.8-14, Março de 2004.

TONIOLLO, Michele; ZANCAN, Natália Piva; WÜST, Caroline. Indústria Têxtil: Sustentabilidade, impactos e minimização. In: VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Porto Alegre, RS. 2015.