



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS  
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

**RENAN AURELIANO DE CASTRO FIGUEIRÔA**

**RECICLAGEM DE SOLVENTES ORGÂNICOS NO PROCESSO INDUSTRIAL DE  
FABRICAÇÃO DE CALÇADOS**

**CAMPINA GRANDE  
2018**

**RENAN AURELIANO DE CASTRO FIGUEIRÔA**

**RECICLAGEM DE SOLVENTES ORGÂNICOS NO PROCESSO INDUSTRIAL DE  
FABRICAÇÃO DE CALÇADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Química Industrial.

Área de concentração: Princípios Químicos Orgânicos.

Orientador: Profa. Dra. Pablícia Oliveira Galdino.

**CAMPINA GRANDE  
2018**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F475r Figueirôa, Renan Aureliano de Castro.  
Reciclagem de solventes orgânicos no processo industrial de fabricação de calçados [manuscrito] : / Renan Aureliano de Castro Figueiroa. - 2018.  
23 p. : il. colorido.

Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2018.  
"Orientação : Profa. Dra. Pablicia Oliveira Galdino, Coordenação do Curso de Química Industrial - CCT."

1. Solvente. 2. Tintas. 3. Processo químico. 4. Diluidor.  
21. ed. CDD 667.4

RENAN AURELIANO DE CASTRO FIGUEIRÔA

RECICLAGEM DE SOLVENTES ORGÂNICOS NO PROCESSO INDUSTRIAL DE  
FABRICAÇÃO DE CALÇADOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Graduação em Química Industrial  
da Universidade Estadual da Paraíba, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
bacharel em Química Industrial.  
Área de concentração: Princípios Químicos  
Orgânicos.

Aprovada em: 19/06/2018.

**BANCA EXAMINADORA**

Pablicia Oliveira Galvão  
Profa. Dra. Pablicia Oliveira Galvão (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Adriana Valéria Arruda Guimarães  
Profa. Dra. Adriana Valéria Arruda Guimarães  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Adna de Alcântara e Souza Bandeira  
Profa. Me. Adna de Alcântara e Souza Bandeira  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

A Deus que é Pai e todo poderoso, a minha avó  
Cecilia Figueirôa (In memoriam), aos meus pais, pela  
dedicação, companheirismo e amizade, DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela força e coragem pra enfrentar esses longos anos de curso.

A meus pais José Aureliano de Figueirôa e Maria Raquel de Castro Figueirôa, que assim como minha esposa Raiely Ohorrana caminharam ao meu lado com apoio e dedicação para que esse sonho fosse realizado.

A maior incentivadora dessa conquista minha avó Cecília Maria de Figueirôa (In memoriam), que não pode acompanhar essa batalha, pois recebeu o convite do Pai para morar junto Dele, antes mesmo que eu ingressasse na instituição.

Aos meus irmãos, Rômulo e Romualdo pelo exemplo de superação e companheirismo.

À Minha avó Maria Mendes (D. Lilia) por seus ensinamentos. À minha tia Socorro Castro e Washington pelo apoio quando precisei e a todos os meus familiares que torceram por mim.

À minha turma que batalhamos juntos durante esses anos e principalmente a Ewellyn, Felipe, Gutemberg e Raquel.

À professora Adriana Guimarães, pelo apoio na disciplina lecionada que deu origem a esse trabalho. Como também a meu colega Shelton, pelo companheirismo durante todos esses anos.

A professora Pablicia pela orientação e dedicação nas disciplinas lecionadas.

A Adna Bandeira por aceitar o meu convite para fazer parte da banca examinadora desse trabalho.

A Kellison, Felipe e Adeildo, pelas palavras de apoio e experiência transmitida.

Agradeço.

“Se a gente não acreditar na gente, tu acha que vai ter gente que vai acreditar na gente?”  
Edmilson Filho.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2. OBJETIVO</b> .....	9
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	9
<b>3.2. Solvente</b> .....	10
<b>3.2.1. Propriedades físico-químicas</b> .....	11
3.2.1.1. <i>Densidade</i> .....	11
3.2.1.2. <i>Índice de refração</i> .....	11
<b>3.3. Indústrias usuárias de solventes</b> .....	11
<b>3.4. Regulamentação</b> .....	12
<b>3.5. Tintas</b> .....	13
<b>3.6. Equipamentos</b> .....	14
3.6.1. <i>Serigrafia</i> .....	14
3.6.2. <i>Telas serigráficas</i> .....	14
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	14
<b>4.1. Processo industrial</b> .....	15
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	18
<b>5.1. Custos</b> .....	19
<b>5.2. Lucros</b> .....	20
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	20
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	22

## RECICLAGEM DE SOLVENTES ORGÂNICOS NO PROCESSO INDUSTRIAL DE FABRICAÇÃO DE CALÇADOS

Renan Aureliano de Castro Figueirôa\*

### RESUMO

O descarte incorreto de solventes orgânicos pode gerar bastantes prejuízos para o meio ambiente, com isso a Química Verde exerce um papel fundamental adotando princípios voltados à sustentabilidade, prevenindo o uso de solventes e auxiliares. Porém, em algumas unidades de fabricação é indispensável à utilização dos mesmos, como exemplo as fábricas de tintas e calçados, onde os solventes são utilizados em diversas etapas do processo ou até mesmo em composição de tintas e vernizes. Observando essa necessidade de utilização em uma unidade de fabricação de calçados, o trabalho teve como objetivo reciclar o solvente utilizado para limpeza de equipamentos, diminuir custos e maximizar lucros, seguindo princípios da Química Verde. O solvente foi purificado através da técnica de destilação simples, retornando em seguida para o processo industrial. Foi analisada a eficiência na limpeza da tela serigráfica. Com a técnica de purificação, houve na unidade fabril uma redução na compra de insumo no valor de R\$ 874,5 e R\$ 64,8 no custo do descarte final do solvente, apresentando uma redução em torno de 91% do custo com esse produto, além da adequação dos princípios da Química Verde, já que prolongou o ciclo do solvente e reduziu a formação de resíduos químicos em 90%.

**Palavras-Chave:** processo químico, diluidor, reaproveitamento.

### 1. INTRODUÇÃO

Juntamente com o crescimento da sociedade e da globalização, a preocupação com o meio ambiente através de práticas mais sustentáveis acabou ganhando uma maior visibilidade. O que antes era visto pela maioria das empresas apenas como um custo adicional e desnecessário passou a ser um fator importante no quesito competitividade. Tendo em vista o papel que a legislação e a sociedade assumiram, as empresas precisam adaptar-se ao novo cenário fazendo uso do reaproveitamento, da reciclagem, do marketing verde e também dos princípios da química.

\* Aluno de Graduação em Química Industrial na Universidade Estadual da Paraíba – Campus I.  
E-mail: renancastro20@outlook.com

Na última década do século XX, mais precisamente em 1991, logo após a publicação da Lei de Prevenção à Poluição dos EUA, surgiu a preocupação com a contaminação gerada através dos compostos químicos. Gerando uma necessidade de um contínuo desenvolvimento econômico, social e ambiental sustentável, visando à melhoria da qualidade. Torna-se imperiosa uma nova conduta química para o aprimoramento de técnicas e metodologias, com a geração cada vez menor de resíduos e efluentes tóxicos (CORRÊA e ZUIN, 2012).

Os solventes são utilizados em diversos processos em uma unidade de fabricação de calçados, podendo ser usados para diluição de tintas, limpezas de substratos, como também, na limpeza de equipamentos utilizados no processo de fabricação, como telas e rodos serigráficos, empregados na impressão de desenhos em diversos tipos de calçados. Após a limpeza de alguns equipamentos, o solvente tornará um solvente sujo, contaminado com resíduos de tintas. Por se tratar de um solvente sujo, que perdeu o seu poder de solvência, o mesmo não servirá novamente para o processo, como algumas empresas não conseguem reaproveitar esse solvente no processo, o mesmo deve seguir para um descarte seguro, onde não deve poluir o meio ambiente, já que se trata de um produto tóxico. Existem empresas especializadas na destinação correta de produtos tóxicos, as quais geram um custo as empresas contratantes.

A química sempre cumpriu um importante papel com a introdução de inúmeros produtos essenciais à humanidade. Com a explosão do crescimento global, principalmente após a Segunda Guerra Mundial, a indústria química sintética tem produzido bilhões de toneladas por ano de mais de 70.000 compostos comerciais utilizados com os mais variados propósitos, desde os diversos combustíveis aos mais complexos medicamentos. Porém, a produção química também tem gerado inúmeros problemas, como a formação de produtos e subprodutos tóxicos, que levam à contaminação do ambiente, incluindo os seres humanos (CORRÊA e ZUIN, 2012).

A Química Verde tem um papel fundamental no que diz respeito às questões ambientais, adotando doze princípios voltados a sustentabilidade, tendo em destaque a prevenção e diminuição do uso de solventes e auxiliares (ROLOFF, 2011).

A prevenção de resíduos é melhor e menos dispendioso que a remediação ou tratamento posterior dos mesmos, com isso é de extrema importância que em uma indústria haja prevenção na geração de resíduos, sendo assim possível reduzir custos com descartes e maximizando a reciclagem de produtos utilizados durante o processo (CORRÊA e ZUIN, 2012).

Com o intuito de diminuir o impacto ambiental, os solventes verdes seguem em alta no mercado brasileiro apesar do contraponto custo-benefício, os produtos já se tornaram uma

alternativa para formulações mais ecológicas e até uma opção sustentável em diversos processos produtivos (SALLES, 2018).

Apesar do desenvolvimento dessa alternativa para diminuir os impactos ambientais, ainda existem barreiras para a utilização desses novos produtos, como o custo-benefício. Outra alternativa para minimizar a formação de resíduos e diminuir o uso de solvente é a reciclagem através da destilação, técnica de separação através da temperatura.

A Química Verde tem como princípios prevenir a formação de subprodutos e promover a reciclagem dos resíduos. Assim sendo, esses princípios são de extrema importância, principalmente dentro de uma indústria, reduzindo assim os custos com descartes e maximizando a aplicação de todos os materiais utilizados para o produto final (PRADO, 2003).

## **2. OBJETIVO**

Reciclar o solvente utilizado para limpeza de equipamentos, em uma unidade de fabricação de calçados, diminuir custos e maximizar lucros, seguindo princípios da Química Verde.

## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1. Química Verde**

A evolução da humanidade e o progresso industrial têm trazido inúmeros benefícios, mas também fizeram surgir problemas que devem ser equacionados pela sociedade. (FAZENDA, 2009)

Segundo Corrêa e Zuin (2012), os resíduos sempre fizeram parte de toda e qualquer atividade realizada pelo homem ao longo do tempo. Para tanto, o tratamento de resíduos gerados não é um tema atual, já que a natureza foi encarregada de fazer esse tratamento por muitos anos. Com o aumento da população e o avanço tecnológico, uma elevada quantidade de resíduo vem sendo gerada e conseqüentemente a dispersão, diluição e degradação desses resíduos, não estão acontecendo por parte da natureza.

É de extrema importância para a proteção tanto do meio ambiente quanto da saúde do homem o controle efetivo da geração, do armazenamento, do tratamento, da reciclagem e reutilização, do transporte e da recuperação de resíduos perigosos.

De acordo com a NBR 10004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 3) o resíduo é considerado perigoso, pois, a origem da sua composição é conhecida através de informações contidas na Ficha de Segura de Produtos Químicos (FISPQ), que o classifica como prejudicial à saúde e ao meio ambiente. O resíduo também possui a característica de inflamabilidade já que o seu ponto de fulgor é inferior a 60 ° C, o que lhe caracteriza como Resíduo Classe I- Perigosos.

Um dos desafios é suprir as necessidades da sociedade por novos produtos, porém sem esquecer os aspectos ambientais. Considerando a necessidade de um contínuo desenvolvimento econômico, social e ambiental sustentável, com vistas à manutenção e melhoria da qualidade de vida atual e vindoura em todo o globo, torna-se importante uma nova conduta química para o aprimoramento de técnicas e metodologias, com a geração cada vez menor ou, idealmente, inexistente, de resíduos e efluentes tóxicos. Esta filosofia é conhecida como Química Sustentável ou Química Verde (CORRÊA e ZUIN, 2012).

A consciência ambiental surgiu de forma gradativa e espontânea nos países mais avançados, atingindo todos que estavam preocupados com iniciativas que solucionassem a preocupante alteração que o homem causava ao meio ambiente. Muito do resíduo gerado em uma indústria é resultante da ineficiência de um processo ou de etapas do processo produtivo, ocorrendo perdas de matéria prima ou insumo (MANO et al., 2005).

### **3.2. Solvente**

Os solventes são líquidos voláteis utilizados nas diversas fases de fabricação das tintas e resinas. São voláteis e na maioria dos casos possuem baixo ponto de ebulição. Geralmente sua utilização leva em consideração a afinidade química com os materiais a qual serão aplicados (FAZENDA, 2009).

Solventes são compostos orgânicos voláteis e muito inflamáveis, apresentando sérios riscos à saúde e à segurança de quem os manuseia (a água talvez seja uma das poucas exceções disponíveis) (CORRÊA e ZUIN, 2012).

São compostos orgânicos, ou não (água) e possibilitam que o produto se apresente sempre com o mesmo padrão de viscosidade. (RABELO, 2009).

Estão presentes em uma série de produtos industrializados, tais como cosméticos, tintas vernizes, colas, esmaltes, combustíveis, produtos de limpeza, entre outros (CORRÊA e ZUIN, 2012).

Em tintas são empregados para conferir-lhes as condições ideais de pintura, visando facilitar sua aplicação, seu alastramento, etc (RABELO, 2009).

Outra atribuição indispensável é a limpeza do maquinário utilizado na fabricação, moinhos e dispersores coules (mistura de pigmentos), ou na limpeza de equipamentos empregados na aplicação das tintas, como telas, pincéis e rodos serigráficos.

O solvente é capaz de solubilizar as resinas, formando uma mistura homogênea, e de melhorar sua viscosidade, facilitando a aplicabilidade das tintas e aumentando a aderência ao substrato. Além dessas características os solventes apresentam inflamabilidade, toxicidade e forte odor. São selecionados em função da natureza da tinta, mantém os pigmentos e as resinas dispersas ou dissolvidas em um estado fluido (PEIXOTO, 2016).

Segundo Fazenda (2009) “os fabricantes de tintas necessitam compreender as propriedades físico-químicas dos solventes e seus efeitos no ser humano e no meio ambiente, bem como estar ciente da legislação aplicável”.

### ***3.2.1. Propriedades físico-químicas***

#### *3.2.1.1. Densidade*

A densidade de um solvente é sua massa, geralmente medida a 20 °C, relativa ao mesmo volume de água a 4 °C. A densidade é uma das várias propriedades comumente usadas para avaliar a pureza do solvente (FAZENDA, 2009).

#### *3.2.1.2. Índice de refração*

O índice de refração de um solvente é a medida da velocidade da luz no solvente relativa à velocidade da luz no ar. (FAZENDA, 2009).

Assim como a densidade, o índice de refração é utilizado para avaliar a pureza do solvente.

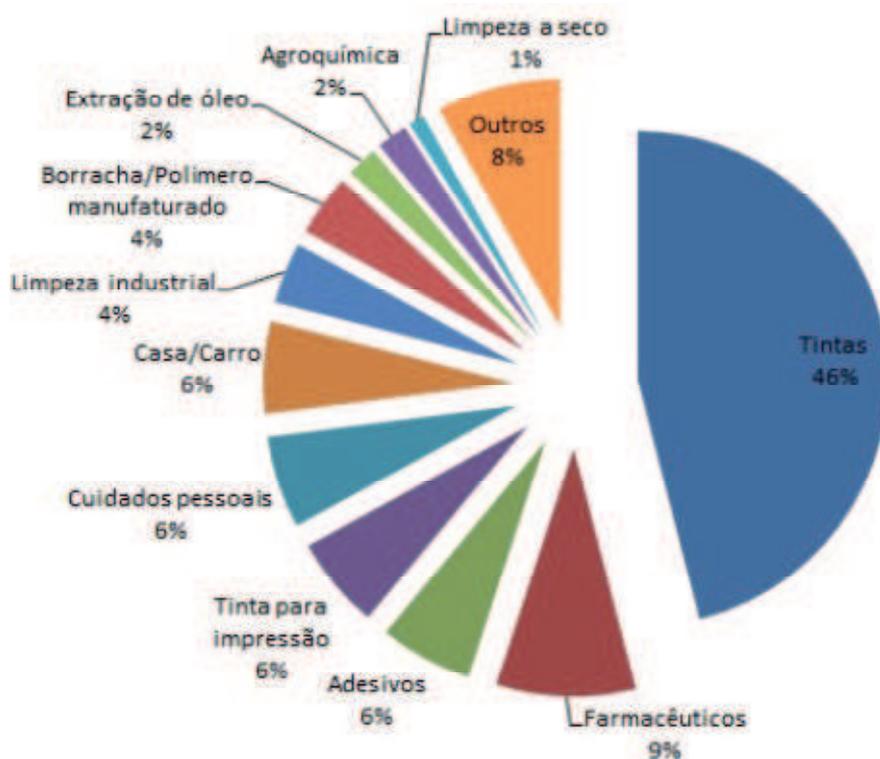
### **3.3. Indústrias usuárias de solventes**

Somente na Europa, há mais de 500 mil empresas usuárias de solventes, em áreas como produção de tintas, indústrias farmacêutica e agroquímica. Essas empresas possuem

uma movimentação financeira acima de 200 bilhões de euros e empregaram mais de 10 milhões de pessoas (CORRÊA e ZUIN, 2012).

Os solventes estão presentes em diversos produtos industrializados como os cosméticos, tintas e combustíveis. A Figura 1, apresenta a distribuição por setores em função da demanda.

**Figura 1:** Distribuição por setores em função da demanda por solventes orgânicos não clorados



FONTE: (CORRÊA e ZUIN, 2012)

Os solventes orgânicos mais usados compreendem os hidrocarbonetos (incluído os halogenados e os aromáticos), cetonas, ésteres e álcoois. Ao longo dos anos, conforme foram obtidos dados mais acurados de toxicidade de diversos solventes orgânicos, alguns deles foram sendo substituídos por outros menos tóxicos, ou mesmo quase que totalmente banidos do uso comum (CORRÊA e ZUIN, 2012).

### 3.4. Regulamentação

A Lei Federal 9.605/98 sobre crimes ambientais, em seu artigo 54, diz que: Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à

saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora, resulta em pena de reclusão, de um a quatro anos, e multa, o inciso primeiro se o crime é culposo a pena é detenção, de seis meses a um ano, e multa. Já o inciso segundo se o crime: I - tornar uma área, urbana ou rural, imprópria para a ocupação humana; II - causar poluição atmosférica que provoque a retirada, ainda que momentânea, dos habitantes das áreas afetadas, ou que cause danos diretos à saúde da população; III - causar poluição hídrica que torne necessária a interrupção do abastecimento público de água de uma comunidade; IV - dificultar ou impedir o uso público das praias; V - ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos tem como pena a reclusão, de um a cinco anos (BRASIL 1998).

É de responsabilidade do gerador de resíduo perigoso todo o seu processo de disposição final, que inclui o armazenamento, transporte e destinação final através de processos, tecnologias e unidades previamente aprovadas pelas autoridades competentes (FAZENDA, 2009).

Existem evoluções buscando conceitos para proteção ambiental e prevenção à poluição, nas indústrias de tintas, melhorando os processos de fabricação, como também aos consumidores.

### **3.5. Tintas**

A tinta é uma composição de várias matérias-primas, o que significa que há uma mistura de vários insumos na sua produção (GAUTO, 2013).

Tinta é um produto líquido ou em pó que, quando aplicado sobre um substrato, forma uma película opaca, com características protetoras decorativas ou técnicas particulares (FAZENDA, 2009).

Segundo o mesmo autor, as tintas são compostas por quatro grupos de matérias-primas: solventes, resinas, pigmentos e aditivos. O solvente é definido como um componente líquido volátil com finalidade de dissolver a resina e ajustar a viscosidade da tinta; a resina é um componente líquido ou sólido responsável pelas propriedades de aderência, impermeabilidade e flexibilidade das tintas, ou seja, é o ligante dos pigmentos; os pigmentos são partículas sólidas com dimensões entre 0,1 e 5 $\mu$ m, responsáveis pela cor nos acabamentos e pelas propriedades anticorrosivas nas tintas de fundo; e os aditivos são componentes que

entram em teores de 0,1 a 2% e tem funções muito importantes nas tintas, como antiespumantes, anti-sedimentantes e dispersantes.

### **3.6. Equipamentos**

#### **3.6.1. Serigrafia**

A serigrafia é uma forma de impressão podendo ser identificada na antiga técnica do estêncil, desenvolvido por chineses e japoneses entre 500 e 1500 a.C., quando eles transferiam imagens para os tecidos com pigmentos naturais. A técnica começou a se popularizar entre 1930 e 1940 e tem como características a precisão na mancha impressa e cores chapadas, atendendo à visualidade do movimento, baseada principalmente nos meios de propaganda nos meios de comunicação de massa (KOSSOVITCH et al., 2000, p.237).

#### **3.6.2. Telas serigráficas**

Todas as técnicas de impressão com tela serigráfica utilizam um equipamento similar, sendo o principal a tela. Uma tela para serigrafia consiste em um bastidor quadrado ou retangular (de madeira ou metal) com a malha serigráfica esticada. A medida da tela e a malha dependem do tipo de desenho, suporte e técnica de impressão que vai ser utilizado. Dessa forma a serigrafia permite a reprodução de qualquer imagem, através do processo de emulsão fotográfica são transferidas as imagens para a tela serigráfica com total fidelidade (BARRIOS, 2015).

## **4. METODOLOGIA**

O presente trabalho foi conduzido em uma unidade de fabricação de calçados no município de Queimadas, Estado da Paraíba e no Laboratório de Orgânica do Departamento de Química do Centro de Ciências e Tecnologias - CCT da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB.

O solvente utilizado no projeto foi obtido no processo de limpeza das telas serigráficas na unidade de fabricação de calçados, logo depois o mesmo foi coletado identificado e direcionado ao laboratório. O solvente foi submetido à técnica de destilação simples com utilização de vidrarias e equipamentos, tais como, aquecedor, balão volumétrico,

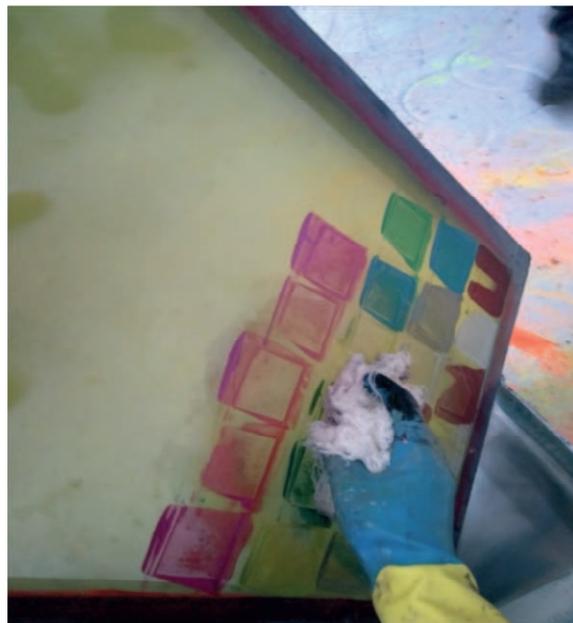
condensador, e becker. Após a purificação o solvente retornou ao processo para que fosse analisado a sua eficiência.

A limpeza de telas e rodos serigráficos foi realizada com um solvente específico para limpeza desse tipo de equipamento, o solvente de limpeza. O solvente de limpeza de tela é uma mistura de solventes orgânicos que possui a finalidade de remover a tinta presente em telas e rodos serigráficos.

#### 4.1. Processo industrial

A Figura 2 expõe a limpeza manual da tela serigráfica, o operador realiza a limpeza com um tecido embebido de solvente, passando na parte que deseja remover a tinta.

**Figura 2:** Limpeza da tela serigráfica



Fonte: Próprio autor (2018)

Ao final do processo de limpeza realizada nos equipamentos, o solvente perde a eficiência de limpeza e poder de solvência, com isso, o mesmo é descartado e armazenado em recipientes, como observado na Figura 3, para que uma empresa responsável realize a coleta do produto e destinação final.

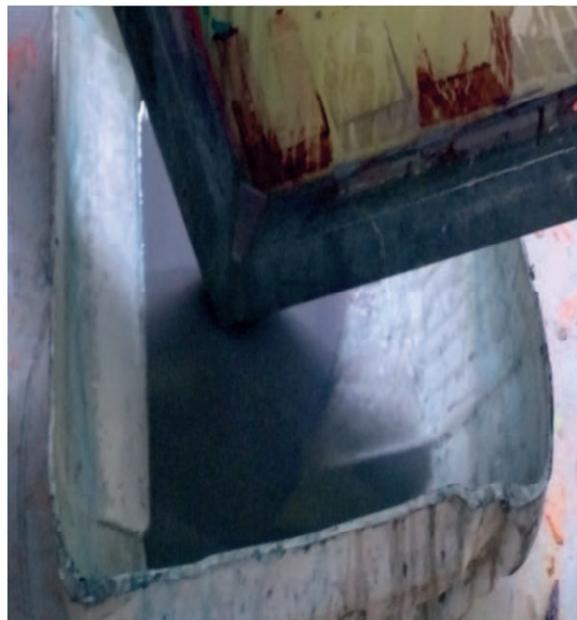
**Figura 3:** Armazenamento do solvente descartado



Fonte: Próprio autor (2018)

Durante o processo industrial são utilizados 15 litros de solvente de limpeza por semana. Por ser um processo em que o solvente fica em recipiente aberto como apresentado na Figura 4, levando em consideração uma perda de 8% de evaporação e desperdícios por derramamento, ao longo de um mês temos o acúmulo de 55,2 litros de resíduo líquido.

**Figura 4:** Solvente utilizado na limpeza da tela serigráfica



Fonte: Próprio autor (2018)

Ao final do processo industrial, foi recolhida uma alíquota do solvente e encaminhando para o experimento em escala laboratorial. O solvente foi submetido à técnica de destilação simples. A Figura 5 ilustra o procedimento realizado.

**Figura 5:** Processo de destilação do solvente utilizado no processo industrial



Fonte: Próprio autor (2018)

O solvente foi aquecido a uma temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$ , atingindo a ebulição em  $60^{\circ}\text{C}$ , sendo necessário um período de 40 minutos para purificação de 1 litro do solvente.

Após a purificação do solvente, o mesmo retornou a unidade fabril para que fosse retomado o processo ao qual é submetido como apresenta à Figura 6, constatando a eficiência da solução para o fim determinado.

**Figura 6:** Limpeza da tela serigráfica com o solvente purificado



Fonte: Próprio autor (2018)

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Assim a técnica utilizada para a purificação do solvente, é suficiente para que o mesmo seja utilizado e possa ser reciclado por diversas vezes durante o seu ciclo.

Como pode ser observado na Figura 7, após a purificação do solvente, ocorre à formação de resíduo sólido, devido à tinta que foi removida dos equipamentos.

**Figura 7:** Resíduo remanescente do processo de destilação simples



Fonte: Próprio autor (2018)

### 5.1. Custos

O custo por kg do solvente é de R\$ 15,90, por mês são utilizados 60 kg do solvente. Para o descarte do solvente o custo por kg é de R\$ 1,20, a quantidade estimada para descarte final é de 55,2 kg de solvente sujo mais 10% de resíduos de tintas do processo, obtendo um total aproximadamente de 60 kg. A Tabela 1 apresenta os custos mensais com compra e descarte do solvente.

**Tabela 1.** Custos mensais com compra e descarte do solvente

<b>Descrição</b>	<b>Custo</b>
<b>Compra de solvente</b>	R\$ 954,00
<b>Descarte de resíduo</b>	R\$ 72,00
<b>Total</b>	R\$ 1.026,00

Fonte: Próprio autor (2018)

Após a purificação, o solvente foi totalmente reciclado, com isso, os custos com compra e descarte foram minimizados, como mostra a Tabela 2.

**Tabela 2.** Custos com compra e descarte do solvente após a purificação

<b>Descrição</b>	<b>Custo</b>
<b>Compra de solvente</b>	R\$ 79,50
<b>Descarte de resíduo</b>	R\$ 7,20
<b>Total</b>	R\$ 86,70

Fonte: Próprio autor (2018)

Durante o processo é desperdiçado cerca de 8% de solvente, equivale a aproximadamente 5 kg de solvente, com isso, faz-se necessária a compra desta quantidade para reposição.

O custo com o resíduo remanescente corresponde ao resíduo sólido gerado pela tinta que foi removida durante o processo, ou seja, cerca de 10% de resíduo, 6 kg/mês de resíduo sólido.

## 5.2. Lucros

Antes da reciclagem, os custos com esse solvente totalizavam R\$1.026,00. Após a reciclagem a soma passou a ser no valor de R\$86,70. Ao adotar essa forma de reciclagem de solventes a unidade fabril irá economizar um montante de R\$ 939,30, ou seja, a economia com essa nova técnica é de 91,5%. Além da economia financeira, a técnica reduziu a geração de resíduos em 90%.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentou uma alternativa viável para qualquer instalação industrial que utilize o processo mencionado, pois a reciclagem do solvente em questão demonstrou que, após a purificação do solvente podendo retornar ao processo, sem que haja perda em sua eficiência, assim, impacta diretamente nos lucros, pois ao adotar a técnica de reciclagem a unidade fabril irá reduzir mais de 90% nos custos com esse produto.

Além da economia financeira ao adotar essa técnica a unidade passará a atender princípios da química verde, pois além de reduzir a geração de resíduos químicos tóxicos, diminuirá a compra de insumos, já que o mesmo terá seu ciclo de vida prolongado, contribuindo com o meio ambiente.

## ABSTRACT

Incorrect disposal of organic solvents can cause considerable damage to the environment, so green chemistry plays a fundamental role in adopting sustainability principles to prevent the use of solvents and auxiliaries. However in some manufacturing units it is indispensable to use them, such as paint and shoe factories, where solvents are used in various stages of the process or even in the composition of paints and varnishes. Observing this need for use in a shoe manufacturing unit, the work aims to recycle the solvent used to clean equipment, reduce costs and maximize profits, following the principles of green chemistry. The solvent was purified through the simple distillation technique, then returning to the industrial chemical process. The efficiency of screen cleaning was analyzed. With the purification technique, the plant had a reduction in the purchase of raw materials in the amount of R \$ 874.5 and R \$ 64.8 in the cost of the final disposal of the solvent. These figures show a 91% reduction in the cost of this product, besides the adaptation of the principles of

green chemistry, however it prolonged the solvent cycle and reduced the formation of chemical residues in 90%.

Keywords: thinner, environment, reuse.

.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro. 2004.

BARRIOS, V. **A SERIGRAFIA NA ARTE CONTEMPORÂNEA PROCESSOS E POÉTICAS**, 2015. Criciúma, SC: UNESC, 2015. 56f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Artes Visuais)-Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), 2015.

BRASIL, Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, Crimes ambientais, Brasília, DF, Fevereiro 1998.

CORRÊA, A.G.; ZUIN, V. G., “**Química Verde: Fundamentos e Aplicações**”, 1ª. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2009.

FAZENDA, J. M. R. “**Tintas: ciência e tecnologia**”. Ed.4, São Paulo: Blucher, 1124, 2009.

GAUTO, M.; ROSA, G. **Química industrial**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MANO, E. B.; PACHECO, E. B. V. E.; BONELLI, C. M. C. **Meio ambiente, poluição e reciclagem**. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 360p.

KOSSOVITCH, Leon; LAUDANNA, Mayra; RESENDE, Ricardo. - **GRAVURA, Arte Brasileira do Século XX**. Itau Cultural: Cosac & Naify. São Paulo, 2000.

PEIXOTO, C. A. L. **Ajuste da cor de tintas no estado líquido**. 2016. Porto Alegre, RS: UFRS, 2016. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais - PPGEM) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

PRADO, A. G. S. **Química verde, os desafios da química do novo milênio**. Quim. Nova, v. 26, n. 5, p. 738-744, 2003.

RABELO, A. R. **OTIMIZAÇÃO DE RESÍDUO DE BORRA DE TINTA E SOLVENTE NO PROCESSO PRODUTIVO INDUSTRIAL, COM ENFOQUE NA PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P + L). ESTUDO DE CASO DA EMPRESA ANJO QUÍMICA DO BRASIL LTDA**. 2009. Criciúma, SC: UNESC, 2009. 75f. Monografia (Engenharia Ambiental) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2009.

**ROLOFF, F. B. QUESTÕES AMBIENTAIS EM CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA: AS VOZES DO CURRÍCULO E PROFESSORES.** 2011. Florianópolis, SC: UFSC. Dissertação (Pós-graduação em Ciências e Tecnologias)-Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

**SALLES, V. SOLVENTES VERDES PODEM MINIMIZAR IMPACTOS AMBIENTAIS.** TINTAS E VERNIZES, n. 295, FEVEREIRO-MARÇO, 2018.