

# AVALIAÇÃO AMBIENTAL E ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DA GRAXA LUBRIFICANTE POR TECIDO DE FIBRA DE VIDRO COM TEFLON® COMO DESMOLDANTE NO PROCESSO DE COLAGEM\*

Carline Fabiane Stalter<sup>1</sup>  
Carlos Alberto Mendes Moraes<sup>2</sup>

## Resumo

O presente trabalho tem por objetivo buscar e aplicar ações de P+L no processo de colagem. Este é realizado em uma cabine de formato cúbico, cujo material colante é o adesivo de poliuretano. Como a aplicação sobre o substrato é feita com uma pistola específica, ocorre a formação de névoas e conseqüentemente sua deposição nas paredes da cabine, formando camadas de adesivo que devem ser removidas e descartadas como resíduo. A fim de facilitar sua remoção, as paredes eram revestidas com graxa, que acabava contaminando o resíduo. Com as ações de P+L, buscou-se eliminar a graxa do processo. A partir daí, foi realizada a avaliação econômica e ambiental. A melhor opção para eliminar a graxa seria utilizar um produto que agisse como desmoldante, por isso foi testado o tecido de fibra de vidro com Teflon®. Como os testes realizados apresentaram resultados satisfatórios, houve a substituição da graxa. Dessa forma houve a redução de custos e no tempo de limpeza da cabine, não geração de graxa como resíduo, possibilidade de reaproveitamento do resíduo, eliminação do contato entre o operador e a graxa, transformação de um resíduo classe I em classe II e retorno financeiro do valor investido em 1,1 meses.

**Palavras-chave:** Produção mais Limpa; Adesivo de Poliuretano; Graxa; Teflon®.

## ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THE REPLACEMENT OF GREASE LUBRICANT FOR FIBERGLASS FABRIC WITH TEFLON® AS RELEASE AGENT IN BONDING PROCESS

### Abstract

This work aims to seek and apply CP actions in the bonding process. This is done in a cuboid designed cabin, which sticky material is polyurethane adhesive. As the application on the substrate is carried out with a particular gun, fog formation occurs and therefore its deposition on the walls of the booth forming adhesive layers that must be removed and discarded as waste. In order to facilitate its removal, the walls were coated with grease, which ended as a waste contaminating. With stocks of CP, we sought to eliminate grease the process. From there, the economic and environmental evaluation was performed. The best option to eliminate the grease would be the use of a product that act as release agent, so it has been tested glass fiber fabric with Teflon®. As the tests showed satisfactory results, there was the replacement of grease. Thus there was a reduction of costs and the cabin cleaning time, not generating as waste grease, possibility of reuse of waste, eliminating contact between the operator and grease, transforming a residue class I and class II financial return of the amount invested at 1.1 months.

**Keywords:** Cleaner Production; Polyurethane Adhesive; Grease; Teflon®.

<sup>1</sup> *Graduanda de Gestão Ambiental, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), São Leopoldo, RS, Brasil.*

<sup>2</sup> *Membro da ABM, Prof. Dr. – PPG Engenharia Civil e Engenharia Mecânica, NucMat, Unisinos, São Leopoldo, RS, Brasil; cmoraes@unisinos.br.*

## 1 INTRODUÇÃO

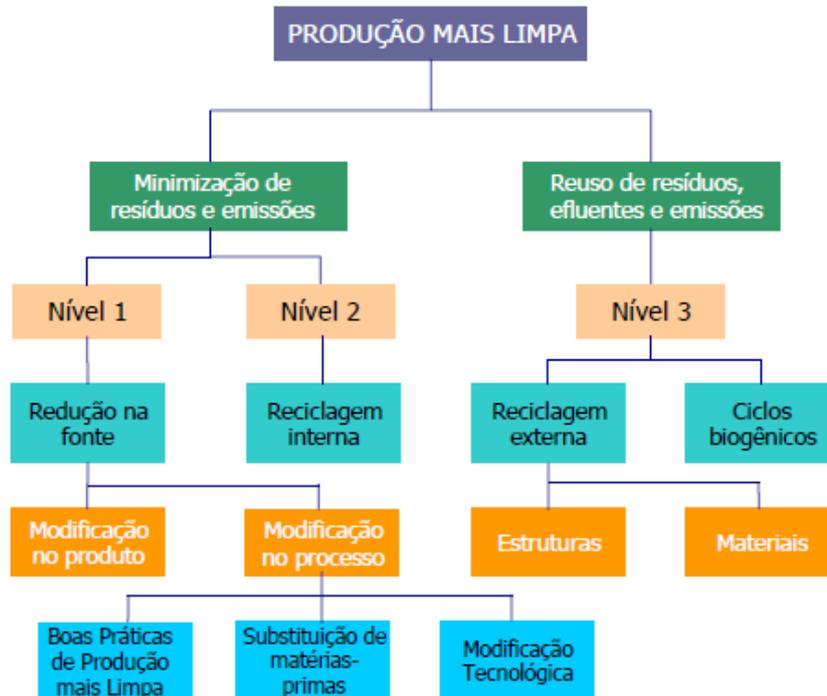
Com o crescimento desenfreado de novas tecnologias, as empresas buscam cada vez mais aperfeiçoarem seus processos a fim de melhorar a qualidade de seus produtos e aumentar a produtividade. O que muitos empreendedores não percebem é que a implementação de uma ferramenta de Gestão Ambiental, como a Produção mais Limpa (P+L), pode reduzir custos e melhorar os processos sem grandes investimentos.

A redução de resíduos ou até mesmo a sua não geração é capaz de trazer ganhos econômicos consideráveis, já que seu descarte gera perdas econômicas, pois são necessários gastos com tratamento e disposição de resíduos que poderiam deixar de ser gerados [1].

O processo de colagem, também conhecido como dublagem, gera grande quantidade de resíduos. No caso em questão, faz-se o uso do adesivo de poliuretano (PU) como material colante; um polímero obtido a partir da reação de poliadição de um isocianato com um polioliol, além de alguns aditivos já incorporados a este último [2].

A fim de realizar a união de dois substratos, o adesivo de poliuretano é pulverizado sobre uma das superfícies. Para esta etapa, utiliza-se uma pistola específica, onde os dois componentes (polioliol e isocianato) são expelidos simultaneamente e a reação entre eles ocorre por colisão. Este processo é realizado dentro de uma cabine de colagem, onde há um lavador de gases com exaustão que remove o adesivo em suspensão no ar. Porém, mesmo assim, nas paredes internas ocorre a deposição deste adesivo que cura rapidamente e deve ser removido em determinados períodos de tempo para não prejudicar o processo, gerando assim uma grande quantidade de resíduo. Buscando evitar a adesão do produto às paredes e facilitar sua remoção, estas são cobertas por uma camada de graxa, que segundo o fabricante, trata-se de óleo básico mineral composto por uma mistura complexa de hidrocarbonetos predominantemente parafínicos, aditivos de adesividade e cal hidratada [3]. Então, essa graxa acaba contaminando o resíduo polimérico gerado.

Após a cura do poliuretano não há mais possibilidade de reação, sendo classificado como resíduo classe II (não inerte), porém, pelo fato de haver contaminação com graxa, ele passa a ser classificado como classe I (perigoso) [4]. Na Figura 1, são apresentados os níveis de P+L que estão divididos em 1,2 e 3.



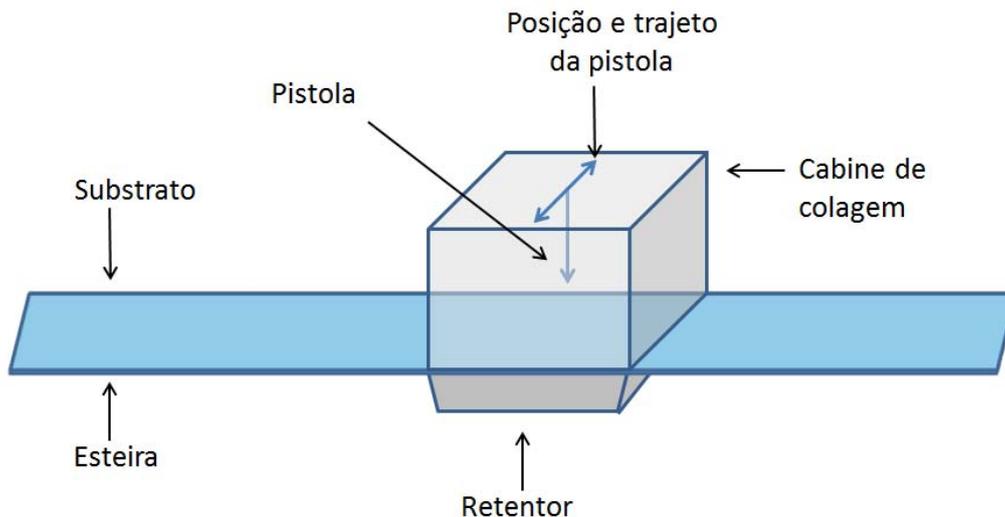
**Figura 1.** Fluxograma da geração de opções de Produção mais Limpa [5].

De acordo com o Centro Nacional de Tecnologias Limpas [5], as ações de nível 1 são as prioritárias, ou seja, devem-se buscar medidas que eliminem a geração de resíduos na fonte. Então, foi preciso pesquisar alguma alternativa que eliminasse o resíduo mais problemático: a graxa.

Sendo assim, este trabalho visa buscar e aplicar ações de Produção mais Limpa a fim de eliminar a graxa deste processo para que o resíduo, além de se tornar classe II, também possa ser reaproveitado posteriormente. No sentido de avaliar a viabilidade de modificação do processo de colagem, foi realizada a avaliação econômica e ambiental.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O processo de colagem em estudo (Figura 2) é de uma empresa localizada na região metropolitana de Porto Alegre no estado do Rio Grande do Sul. Este processo é realizado em uma cabine cúbica. A parte inferior é aberta e sob ela passa uma esteira com o substrato onde deve ser depositado o adesivo. Abaixo dessa esteira há um retentor revestido com a mesma graxa utilizada nas paredes, já que parte do adesivo não cai sobre o substrato ficando aderido no retentor e nas paredes. Na parte superior da cabine está a pistola que faz a aplicação do adesivo, para que esta aplicação fique homogênea, o aplicador é móvel e trabalha em processo perpendicular ao movimento da esteira. Não há deposição de adesivo sobre a esteira, pois sua largura é equivalente ao substrato.



**Figura 2.** Esquema do processo de colagem.

A empresa gera em média 10 m<sup>3</sup> por mês do resíduo de poliuretano contaminado com graxa. A fim de buscar uma alternativa economicamente e ambientalmente viável para a resolução do problema, foram estudadas ações de Produção mais Limpa.

A principal função da graxa é servir como um desmoldante, por isso buscou-se outro material que também atuasse dessa maneira, mas que não contaminasse o resíduo polimérico.

Observando os setores da empresa, constatou-se que em outro processo era utilizado um tecido de fibra de vidro com Teflon<sup>®</sup> (Figura 3) como antiaderente. Este material possui adesivo em uma de suas faces e é comercializado em grandes rolos, o que proporcionaria cobrir inteiramente cada um dos lados da cabine com facilidade e sem necessidade de emendas.



**Figura 3.** Tecido de fibra de vidro com Teflon<sup>®</sup> [6].

O Politetrafluoretileno (PTFE) é conhecido comercialmente como Teflon<sup>®</sup>, marca registrada pela empresa DuPont. Trata-se de um material inerte, ou seja, não reage com outras substâncias químicas, exceto em situações especiais, por isso, apresenta toxicidade praticamente nula [7]. É comum vê-lo em utensílios domésticos, pois seu baixo coeficiente de atrito evita que os alimentos grudem [8]. Segundo Mano e Mendes [9], o PTFE apresenta boa resistência térmica, propriedade importante, já que a reação entre o poli-ol e o isocianato é exotérmica.

A partir do conhecimento das propriedades do Teflon<sup>®</sup>, optou-se por testar o tecido de fibra de vidro com Teflon<sup>®</sup>.

Os testes foram divididos em três etapas: teste em laboratório, teste na cabine de colagem e implementação.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em laboratório foi preparada uma pequena quantidade de adesivo de poliuretano, derramada sobre o material a ser testado e se observou que sua remoção foi extremamente fácil.

Na segunda etapa foram colocadas duas pequenas amostras do tecido de fibra de vidro com Teflon<sup>®</sup> dentro da cabine em locais estratégicos: um onde ocorresse grande deposição de resíduo e outro onde ocorresse pouca deposição.

Após três horas de operação da cabine as amostras foram retiradas e estão representadas nas Figuras 4 e 5.

Na Figura 4 pode-se observar a grande deposição, pois o Teflon<sup>®</sup> foi colocado no retentor, que fica oposto à pistola e por isso recebe maior quantidade de resíduo.



Figura 4. Grande deposição de adesivo sobre o Teflon<sup>®</sup>.

O adesivo de poliuretano é aplicado por pistola, isso provoca a formação de névoas o que favorece a formação de filmes muito finos em alguns locais da cabine (Figura 5).



Figura 5. Pequena deposição de adesivo sobre o Teflon<sup>®</sup>.

A terceira e última etapa foi aplicar o tecido de fibra de vidro com Teflon<sup>®</sup> nas paredes da cabine e no retentor. Como essas paredes e o retentor há muito tempo vinham recebendo aplicação de graxa, não foi possível colar o material a ser testado, mesmo após uma rígida limpeza. As paredes são móveis e compostas por placas de polipropileno, então, optou-se por realizar a substituição das placas antigas por placas novas, tanto das paredes quanto do retentor.

Após a substituição, o material a ser testado pode ser colado. Ao realizar este processo foram tomados alguns cuidados como evitar a formação de bolhas de ar e de emendas, já que estas poderiam ser pontos vulneráveis a rompimento ou descolagem do material.

Quando do uso da graxa, uma vez ao dia era realizada a limpeza total da cabine, ou seja, todo o adesivo e toda graxa eram removidos e uma nova camada de graxa era aplicada pelo operador. Esse processo durava em torno de uma hora. Durante o dia, quando necessário, o operador retirava apenas o excesso de adesivo, ou seja, grandes quantidades que poderiam interferir no processo de colagem. Após a implementação da melhoria, foram necessários 15 minutos para remover o adesivo e não se fez necessário o uso da graxa. Nesse caso houve, além dos ganhos econômicos pela eliminação da graxa, também a melhoria na qualidade de vida dos funcionários, já que estes não precisam manipular esse material que pode causar irritações na pele [3].

No Tabela 1 são apresentados os dados utilizados na avaliação econômica. Essas informações são referentes ao mês de janeiro de 2015 e foram cedidos pelo setor de gerenciamento de resíduos da empresa.

**Tabela 1.** Levantamento de dados

Custo da Graxa	R\$ 6,25/Kg
Consumo de graxa/mês	200 Kg
Geração de resíduo/mês	10 m <sup>3</sup>
Custo com disposição do resíduo Classe I	R\$ 114,0/m <sup>3</sup>
Custo do tecido de fibra de vidro com Teflon®	R\$ 123,0/m <sup>2</sup>
Custo da placa de PP	R\$ 16,25/m <sup>2</sup>
Área da cabine	19,40m <sup>2</sup>
Tempo de limpeza total da cabine (com graxa)	1 h

A partir dos dados acima, foi possível calcular os custos diretos e indiretos pelo consumo da graxa. Os custos diretos foram os gastos com a compra da graxa e os indiretos são os gastos com disposição do resíduo Classe I (perigoso), pela contaminação com graxa.

Então, são consumidos 200 Kg/mês de graxa a um custo de R\$ 6,25/Kg, gerando assim um gasto de R\$ 1250,0/mês. O custo com disposição é equivalente a R\$ 114,0/m<sup>3</sup>, como são gerados 10m<sup>3</sup>/mês de resíduo polimérico contaminado com graxa, o gasto é de R\$ 1140,0/mês, somando, tem-se R\$ 2390,0/mês de gasto com a utilização da graxa como antiaderente.

Na nova proposta, o tecido de fibra de vidro com Teflon® custa R\$ 123/m<sup>2</sup>, como a cabine tem 19,40m<sup>2</sup> o custo de implantação foi de R\$ 2386,2. Entretanto, foi necessária a utilização de novas placas de polipropileno, totalizando um investimento de R\$ 315,25. Por fim, o investimento foi de R\$ 2701,45.

Observando os dois casos, é possível concluir que em 1,1 meses o gasto com a troca do desmoldante já seria compensada economicamente. O tempo de vida útil do tecido de fibra de vidro com Teflon® ainda está em avaliação, mas já é possível afirmar duração mínima de 5 meses.

Os ganhos não são somente econômicos, mas também em termos ambientais. Com a implementação do Teflon®, elimina-se a possibilidade de contaminação do solo e da água pela graxa. Além disso, deixou-se de utilizar uma matéria prima tóxica por uma atóxica, uma das ações de produção mais limpa conforme Figura 1 (nível 1 –

redução na fonte – modificação no processo – substituição de matéria-prima). O reaproveitamento do adesivo de poliuretano, que ainda é um resíduo, está sendo estudado e pode também cumprir como ação de nível 2 ou 3.

De acordo com fluxograma de ações de produção mais limpa (Figura 1), estas modificações (redução na fonte, modificação no processo e substituição de matéria-prima) são nitidamente classificadas como nível 1. Além disso, um importante ganho também foi a transformação de um resíduo perigoso em um resíduo não inerte que pode ser reaproveitado.

#### 4 CONCLUSÃO

Como as ações de nível 1 da P+L, ou seja, eliminar os resíduos na fonte, são as prioritárias, buscou-se métodos para aplicá-las. Visto que, a graxa era utilizada com o intuito de não permitir que o adesivo de poliuretano ficasse aderido às paredes da cabine, foi preciso buscar um material que mantivesse a mesma propriedade de desmoldante da graxa.

Com a troca da graxa pelo tecido de fibra de vidro com Teflon® foi possível diminuir o tempo de limpeza da cabine de colagem, reduzir custos além de evitar a contaminação do resíduo polimérico gerado.

Para essa implementação foi necessário um investimento em torno de R\$ 2701,00 que, de acordo com os dados levantados, é recuperado economicamente em 1,1 meses.

De outro lado estão os ganhos ambientais como a não geração de 10 m<sup>3</sup> de resíduo perigoso, a eliminação da graxa do processo e, conseqüentemente, o possível reaproveitamento do resíduo classe II, não inerte. Sendo possível o reaproveitamento, como matéria prima em outro processo, mesmo que em pequenos percentuais, por exemplo, implicará na redução do uso de matérias primas virgens.

#### REFERÊNCIAS

- 1 Seiffert, M. E. B. Sistemas de gestão ambiental (SGA-ISO 14001): melhoria contínua e produção mais limpa na prática e experiência de 24 empresas brasileiras. São Paulo: Atlas; 2011.
- 2 Vilar, W. D. Química e tecnologia dos poliuretanos. 2ª ed. Rio de Janeiro: Vilar Consultoria; 1998.
- 3 Ipiranga. Ficha de informação de segurança de produto químico. FISPQ nº : 212. Nome do produto: CHASSIS 2. Rio de Janeiro, 8 out. 2012.
- 4 ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos Sólidos – Classificação. ABNT NBR 10004. Rio de Janeiro, 2004.
- 5 Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Implementação de programas de produção mais limpa. Porto Alegre: CNTL/SENAI-RS/UNIDO/UNEP, 2003a.
- 6 Varoflon. Vantagens do lençol Varofix. São Paulo, [2015]. Disponível em: <<http://www.varoflon.com.br/fitas-teflon-armalon-varofix.php>>. Acesso em: 26 fev. 2015.
- 7 Morassi, Odair José. Polímeros termoplásticos, termofixos e elastômeros. Disponível em: <[http://www.crq4.org.br/sms/files/file/apostila\\_pol%C3%ADmeros\\_0910082013\\_site.pdf](http://www.crq4.org.br/sms/files/file/apostila_pol%C3%ADmeros_0910082013_site.pdf)>. Acesso em: 13/01/2015.
- 8 Feltre, R. Fundamentos da química. Volume único. 4ª ed. São Paulo: Moderna; 2005.
- 9 Mano, E. B. E Mendes, L. C. Introdução a polímeros. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher; 1999.