

## **VI-050 - PROPOSTA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO SETOR DE LAVANDERIA DE UMA INDÚSTRIA TÊXTIL**

**Bruna dos Santos Cunha<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Medianeira/PR.

**Claudia Luiza Manfred Gasparovic**

Engenheira Ambiental e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Medianeira/PR.

**Gabriel Fouto**

Graduando em Tecnologia em Gestão Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Medianeira/PR.

**Isabela Solana**

Engenheira Ambiental e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Medianeira/PR. Bolsista da Fundação PTI-BR.

**Juliana Bortoli Rodrigues Mees**

Doutora em Engenharia Agrícola: Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Professora e Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Brasil, 4232 – Parque Independência - Medianeira - Paraná – 85884-000 - Brasil - Tel: +55 (45) 3240-8000 - e-mail: **brunacunha\_@hotmail.com**

### **RESUMO**

No cenário industrial brasileiro, uma das tipologias mais impactantes ao meio ambiente é a indústria têxtil de produção de peças jeans, cujo setor de lavanderia apresenta grande responsabilidade na geração de efluentes líquidos e no consumo de água e energia. Tais impactos podem ser reduzidos com a implementação de técnicas de minimização de resíduos, como a Produção Mais Limpa (P+L). Assim, o objetivo deste trabalho foi a elaboração de propostas de P+L no setor da lavanderia de uma indústria têxtil localizada na região oeste do Paraná. A metodologia utilizada para a Produção Mais Limpa foi a desenvolvida pelo Centro Nacional de Tecnologia Limpa (CNTL) do Senai, e para a priorização de resíduos, foi utilizada a técnica de *brainstorming*. Como resultados, além de elaborado um fluxograma do processo produtivo, sugere-se como propostas de P+L, a padronização dos procedimentos, o reuso do efluente para a limpeza dos pisos, reuso de água do enxague da etapa de estonagem e aumento da carga de roupa nos equipamentos. A sugestão de propostas se mostrou limitada, uma vez que a empresa já adota medidas de produção limpa, como o reuso de efluente tratado.

**PALAVRAS-CHAVE:** P+L, Indústria Têxtil, Reutilização.

### **INTRODUÇÃO**

O setor têxtil apresenta grande relevância no cenário industrial brasileiro, englobando 30 mil empresas, 1,7 milhão de empregos diretos (o segundo maior empregador da indústria de transformação), e representando 5,5% do PIB da Indústria de transformação nacional. Além disso, o Brasil abriga o quinto maior parque têxtil do mundo, com uma produção anual de 9 bilhões de peças (FIESC, 2014).

Dentre os diversos ramos da indústria têxtil, um de grande expressão é que produz peças jeans, sendo o denim, sua matéria-prima, o tecido mais consumido no mundo. O Brasil é o segundo maior produtor de jeans, tendo atingido em 2010 a produção de 230 milhões de peças (LOPES, 2011).

Esse setor industrial ocasiona significativos impactos ambientais, devido principalmente à geração emissões atmosféricas no setor de fiação; de resíduos sólidos como aparas de tecido, pó, peças defeituosas; de efluentes líquidos contendo produtos químicos; e ao elevado consumo de recursos hídricos e energia elétrica. Todos esses pontos necessitam de monitoramento com indicadores de desempenho ambiental (FARIA; PACHECO, 2011).

Um dos setores da indústria de produção de jeans com maior responsabilidade na geração de efluentes líquidos, bem como no consumo de água e energia, é o setor da lavanderia. Esse setor, presente apenas no beneficiamento desse tipo de tecido, consiste em uma etapa de acabamento da peça, visando modificar sua aparência de acordo com o desejo dos consumidores (LOPES, 2011).

O principal objetivo desse acabamento, além de desengomar e amaciar o jeans, é realizar o desbote da peça, ou seja, a retirada parcial do corante aderido no tecido, podendo ser geral ou localizado. O processo é realizado através de diversas lavagens e, desde a década de 70, da utilização concomitante às lavagens de elementos catalisadores como pedras, enzimas, calor, cloro, os quais aceleram o processo de desbote (LOPES, 2011). Dessa maneira, as sucessivas lavagens, e posterior centrifugação e secagem, são a causa não apenas do alto consumo de água e energia, como também da geração de grandes quantidades de águas residuárias que contém produtos químicos e corantes, aspectos que, como mencionado, provocam significativos impactos ambientais.

De acordo com Tavares e Arnt (2011), o consumo de água para a produção anual de jeans (1,5 bilhão), considerando como padrão de jeans as calças Levis 501 de tom médio, seria de 5,2 trilhões de litros d'água, equivalente à vazão média do Rio Amazonas no mar durante 11 horas ininterruptas, segundo a Agência Nacional de Águas.

Assim, medidas que venham reduzir o consumo de recursos e a produção de resíduos, como a Produção Mais Limpa, são necessários e muito importantes para essa tipologia industrial.

Produção mais Limpa é o uso de uma estratégia econômica, técnica e ambiental de otimização do sistema produtivo, com o intuito de ter maior eficiência no uso de matérias primas, energia e água, por meio da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos gerados durante o processo produtivo, esta estratégia muitas vezes requer certo investimento e em alguns casos inovações tecnológicas (CNTL, 2003).

A mudança nos paradigmas ambientais induz as empresas a voltarem-se para a origem da geração de seus resíduos sólidos, emissões atmosféricas e seus efluentes líquidos, buscando soluções nos seus próprios processos produtivos, minimizando, assim, o emprego de tratamentos convencionais de fim-de-tubo, muitas vezes onerosos e de resultados não definitivos para os resíduos (CNTL, 2003).

Este trabalho tem como objetivo avaliar os procedimentos operacionais de uma lavanderia jeans de uma indústria têxtil, localizada na região oeste do estado do Paraná, a fim de identificar os principais pontos de melhoria e apresentar propostas de minimização de resíduos com base nos preceitos da metodologia de Produção mais Limpa do Senai.

## METODOLOGIA

As etapas de trabalho desenvolvidas foram: descrição da empresa, levantamento, caracterização, priorização de resíduos e proposição de medidas de P + L, seguindo a metodologia proposta pelo CNTL (Senai, 2003).

Na etapa de descrição da empresa efetuou-se um reconhecimento da unidade industrial, considerando aspectos como: a localização, produção, número de funcionários, tipos de matérias-primas e produtos, visando conhecer o processo industrial para proposição de medidas de P + L.

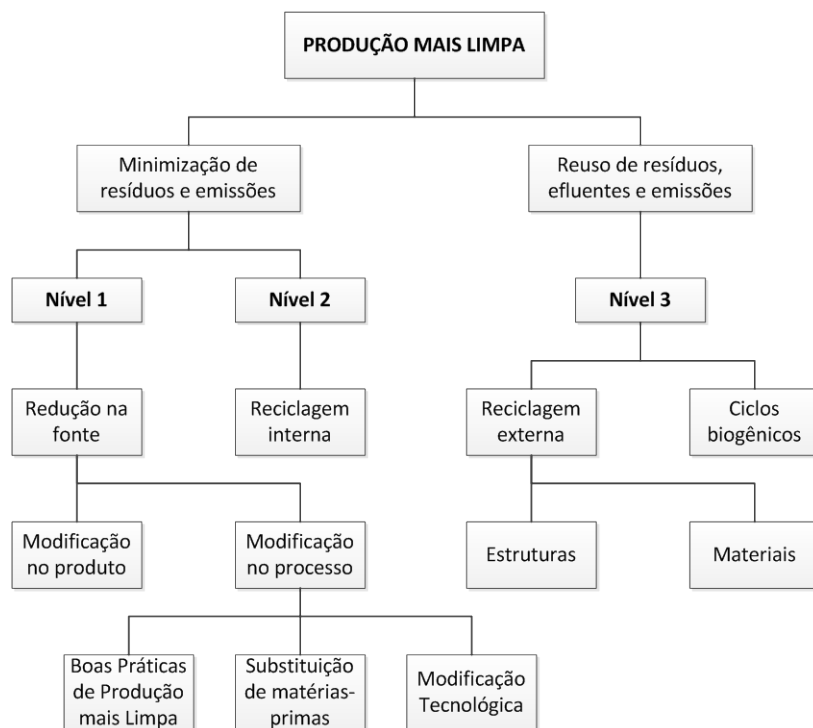
O trabalho foi desenvolvido em uma indústria têxtil localizada na região oeste do estado do Paraná, que atua no ramo de confecção de roupas masculinas social, casual e sportswear, incluindo calças, camisas, ternos, jaquetas e bermudas, totalizando uma produção de 300.000 peças por mês.

O foco foi o setor da lavanderia, que tem como principal processo a lavagem de roupas jeans, principalmente calças, com uma produção de 250 kg/dia de roupa, ou seja, cerca de 500 peças. O setor possui 50 funcionários, operando de segunda a sexta das 6:45 às 17:30h, podendo ter horário estendido até as 00:00h para finalização de secagem de peças.

O levantamento das fontes poluidoras foi efetuado reconhecendo-se o fluxograma de processo, com as principais entradas e saídas, considerando matérias-primas, insumos, auxiliares de processo, produtos fabricados e resíduos gerados (especialmente líquidos).

Para a priorização dos resíduos foi utilizada a metodologia de *brainstorming* para definir as possíveis opções de aplicação da P+L, devido ao fato desse setor gerar poucos resíduos.

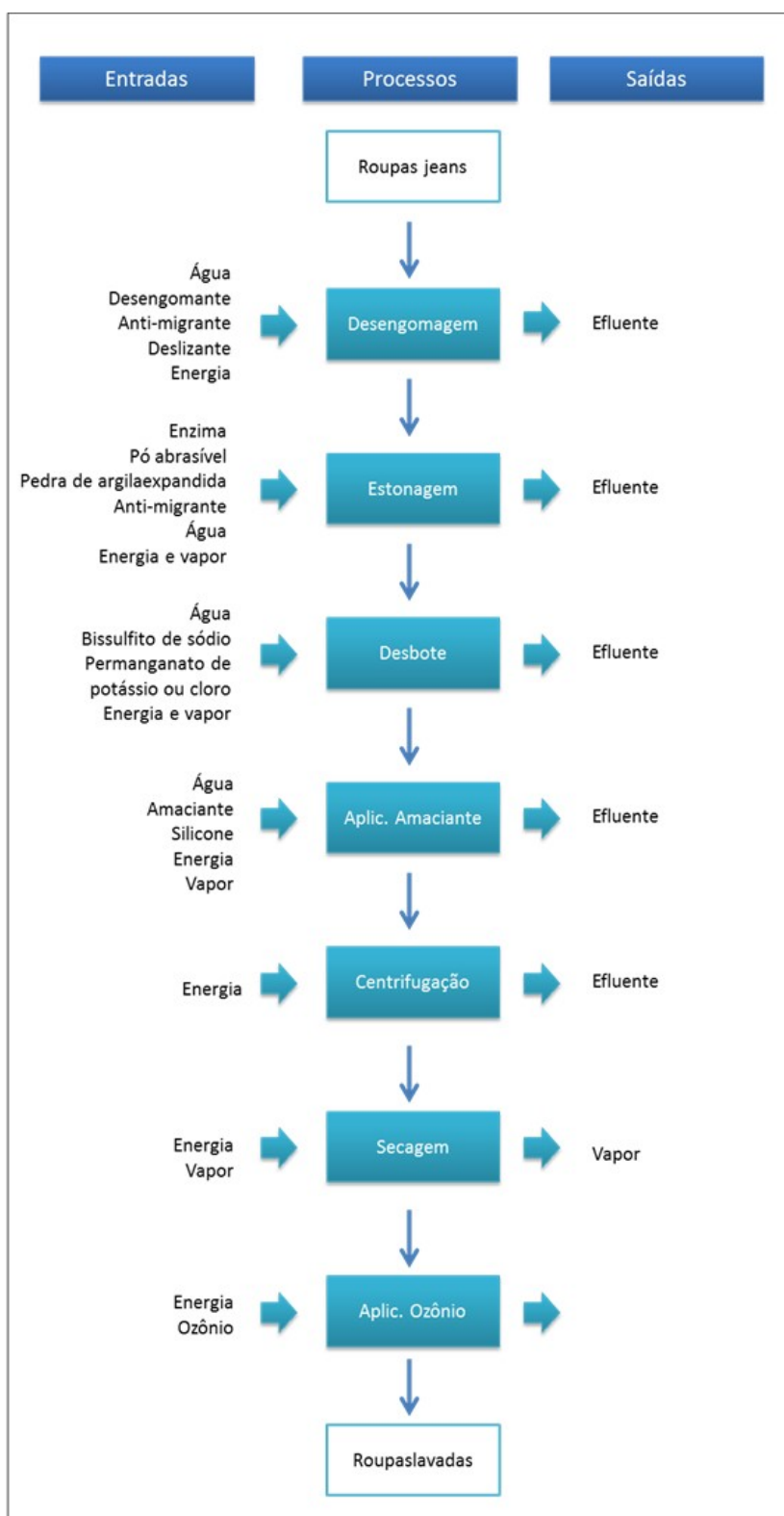
A metodologia do CNTL/SENAI (2003) também estrutura as estratégias de opções de P+L em três níveis, sendo o nível 1 e 2 correspondentes a minimização de resíduos e emissões, e o nível 3 a reuso de resíduos, efluentes e emissões, como mostra a Figura 1.



**Figura 1: Organograma de opções de Produção mais Limpa**  
Fonte: CNTL/SENAI (2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta o fluxograma do processo no setor de lavanderia com suas entradas e saídas.



**Figura 2: Fluxograma do processo da lavanderia.**

A descrição do processo produtivo permite analisar cada etapa e identificar as operações realizadas e os resíduos gerados. A etapa desengomagem tem a finalidade de remover uma espessa camada de goma presente no denim (matéria-prima do jeans), que deixa o tecido duro e desconfortável, tornando-o mais maleável. Para isso são aplicados os seguintes produtos químicos: desengomante – agente, enzimático que efetivamente remove a goma da peça; anti-migrante - Inibidor de migração vertical e horizontal dos corantes, otimizando o

rendimento tintorial; deslizante: Agente lubrificante de materiais têxteis, faz o tecido, em corda ou malha, deslizar livremente evitando a formação de quebras e rugas.

Na estonagem (Stone washed) são aplicadas técnicas para acelerar o desbotamento ou clareamento do jeans. Apesar do termo stone (do inglês, pedra), o processo pode ser realizado usando diferentes materiais: apenas com pedra ou só com enzimas ou com a mistura dos dois. No caso, é utilizada enzima, pó abrasível, argila expandida e anti-migrante. A intensidade do desgaste depende do tamanho da máquina lavadora, da quantidade de enzimas, entre outras variáveis. Lavagens como essa demoram, em média, uma hora. O aspecto desgastado ou de usado fica mais intenso nas regiões de costura, bolsos, vistas, cós.

O desbote tem a finalidade de promover clareamentos nas peças. Para isso é utilizado permanganato de potássio, a fim de corroer a cor do jeans. Caso o clareamento desejado seja mais intenso, é utilizado cloro no lugar do permanganato, juntamente com hipoclorito de sódio (NaClO). Posteriormente, as peças são mergulhadas em uma substância denominada bissulfito de sódio que vai revelar o efeito do permanganato aplicado anteriormente.

Todas as peças passam pela aplicação de amaciante e silicone, a fim de tornar o produto agradável ao toque. Esta etapa não possui enxague.

Posteriormente as peças são colocadas em máquinas centrífugas, para remover o excesso de umidade. Em seguida são colocadas em secadoras, que atinge até 90°C, a fim de realizar a secagem das peças. Por fim é aplicado o ozônio como forma de tratamento final, visando não amarelar a peça.

A avaliação do processo produtivo no setor de lavanderia, de acordo com a metodologia utilizada, permitiu a constatação de oportunidade de melhorias.

Nesse setor o consumo de água diário é elevado, são cerca de 25 m<sup>3</sup> de água, sendo que a origem da água consumida é de reuso do efluente tratado. O tratamento do efluente é feito na própria indústria e sua qualidade final permite seu reuso somente na parte da lavandeira, pois o efluente ainda contém traços de corante, que se utilizado no setor de tingimento, pode danificar as peças.

A vazão da Estação de Tratamento de Efluentes é de aproximadamente 200 m<sup>3</sup>/dia. Cerca de 70% do efluente tratado é armazenado em reservatórios para posterior reuso na empresa e os 30% restantes são lançados no corpo hídrico próximo.

A lavandeira também possui um sistema de distribuição de água captada de poço artesiano, que somente é utilizada quando houver interrupção do fornecimento do efluente tratado.

Essa medida adotada pela empresa, de reuso de efluente, é uma prática de P+L, que se enquadra no nível 3, reciclagem externa. Como a quantidade de efluente é bem maior que demanda na lavanderia, esta também poderia ser utilizada na lavagem de pisos da indústria.

No processo produtivo há três etapas que necessitam de enxague após a aplicação dos produtos químicos: desengomagem, estonagem e desbote. O número de enxagues varia de duas a três vezes, sendo que na desengomagem e no desbote cada enxague demanda 10L de água por kg de roupa, e na estonagem, de 3 a 5L de água por kg de roupa.

Como pode-se perceber há uma grande variação na quantidade de água utilizada. Assim, sugere-se que seja elaborada uma planilha com valores fixos de enxagues, quantidade de água e de produtos químicos para cada kg de roupa, em cada etapa do processo, e que esteja disponível para todos os funcionários da lavandeira. Essa padronização permite uma redução de desperdícios de água, produtos químicos e energia elétrica, como também garante a qualidade do produto final. A padronização é uma opção de P+L do nível 1, com a adoção de boas práticas operacionais.

Outra proposta para reduzir o consumo de água e a geração de efluentes seria armazenar a água do último enxague da estonagem em um tanque próximo ao equipamento, e reutilizá-la no primeiro enxague do mesmo processo. Esta proposta se adequa a esse processo, pois é o que menos utiliza produtos químicos. Como a água

do último enxague possui baixa concentração desses produtos, ela ainda possui qualidade para remover o excesso das substâncias presentes nas peças no primeiro enxague. Esta proposta se enquadra no nível 2 (reuso interno).

O consumo de energia mensal do setor é de 22.400 kWh, o qual provém principalmente dos equipamentos utilizados. A lavanderia possui 5 lavadoras, 3 centrífugas e 4 secadoras, as quais atualmente são utilizadas com carga muito inferior as suas capacidades. Então sugere-se que se faça um estudo de viabilidade técnica e econômica visando aumentar as cargas de roupas adicionadas nos equipamentos. Com isso haveria uma redução no tempo de utilização das máquinas e consequentemente no consumo de energia. Essa medida se enquadra no nível 1 (boas práticas operacionais).

No caso das embalagens dos produtos químicos, a indústria adota a logística reversa onde as embalagens são armazenadas em um local coberto até a empresa fornecedora ir recolher. Outras embalagens são reutilizadas na empresa, para armazenar produtos ou como lixeiras.

As propostas de P+L sugeridas para a empresa, de acordo com a viabilidade técnica, estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1: Propostas de P+L na lavanderia de uma indústria têxtil.**

PROPOSTAS DE P+L	BENEFÍCIOS
Reuso do efluente tratado para a lavagem de pisos	<b>Redução de custos com o tratamento de efluente</b> <b>Redução no consumo de recursos naturais</b> <b>Redução de lançamento de efluente no corpo receptor</b>
Padronização dos processos na lavanderia	<b>Redução no consumo de recursos naturais</b> <b>Redução do uso de produtos químicos</b> <b>Redução de custos</b>
Reuso de água na estonagem	<b>Redução de custos com o tratamento de efluente</b> <b>Redução no consumo de recursos naturais</b> <b>Redução de lançamento de efluente no corpo receptor</b>
Aumento da carga de roupa adicionada nos equipamentos	<b>Redução no consumo de recursos naturais</b> <b>Redução de custos com energia elétrica</b>

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados deste estudo que identificou as oportunidades para a produção mais limpa, pode-se concluir que a avaliação *in loco* é fundamental para a implementação de um programa de Produção mais Limpa, na medida que possibilita uma análise mais detalhada dos procedimentos e práticas operacionais adotados, além de facilitar a elaboração das propostas de minimização de resíduos para os principais aspectos observados.

As sugestões de opções de melhorias foram limitadas, devido ao fato do setor em questão já adotar várias medidas que podem ser consideradas de P+L. Como exemplo, destaca-se o fato da lavanderia utilizar aproximadamente 100% de água de reuso em seu processo.

Apesar disso, verificou-se que muitos procedimentos básicos ainda não existiam na indústria, como por exemplo a descrição do processo produtivo, a existência de um fluxograma com as entradas e saídas e a padronização do processo de lavagem.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CNTL. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Implementação de programas de produção mais limpa. SENAI. Departamento Regional do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2003.
2. FIESC, 2014. Perfil do setor têxtil brasileiro. Disponível em: <<http://ns039.fiescnet.com.br/sindicato-sinfiatec/index.php/noticias/49-perfil-do-setor-textil-brasileiro>>. Acesso em: 05 jul 2014.
3. FARIA, Flávia P.; PACHECO, Elen B. A. V. Experiências com Produção Mais Limpa no Setor Têxtil. Revista de Design, Inovação e gestão estratégica (REDIGE), v. 2, n. 1, 2011.
4. LOPES, Camila S. D. Análise ambiental da fase de acabamento do jeans. Revista de saúde, meio ambiente e sustentabilidade, v. 6, n. 3, 2011.
5. TAVARES, Mariana; ARNT, Ricardo. Velha, azul, desbotada...e poluente. Revista Planeta, ano 39, Ed 462, mar. 2011. Disponível em: <<http://revistaplaneta.terra.com.br/secao/meio-ambiente/velha-azul-desbotada-e-poluente>>. Acesso em: 06 jul 2014.