

## PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA INDÚSTRIA TÊXTIL: ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA NO PROCESSO DE TINGIMENTO E ACABAMENTO<sup>1</sup>

*Liane Maria Zagonel<sup>2</sup>*

*Glauco Schultz<sup>3</sup>*

**Resumo:** O presente artigo apresenta as modificações necessárias para a minimização da quantidade de água no processo de tingimento e acabamento têxtil na empresa Lajestre Indústria Têxtil Ltda., localizada em Estrela/RS. O referencial teórico utilizado diz respeito à sustentabilidade nas organizações relacionadas às abordagens do Desenvolvimento Sustentável, Gestão Ambiental, Produção Mais Limpa e Balanço de Massa. Utilizou-se a abordagem qualitativa de pesquisa, e informações quantitativas sobre os processos da empresa, levantadas em documentos, pesquisa de campo, entrevistas e observações. Identificaram-se duas alternativas para minimizar a quantidade de água utilizada no processo de tingimento e acabamento: a redução de três operações das etapas do processo de tingimento e a reutilização de parte do efluente gerado no processo. As sugestões de melhorias, caso implantadas, podem resultar na redução da utilização de 13.710.250 litros de água por ano na empresa.

**Palavras-chave:** Produção mais limpa. Gestão ambiental. Indústria têxtil.

### 1 INTRODUÇÃO

A questão ambiental atualmente está cada vez mais inserida nas atividades relativas aos sistemas produtivos e à administração das organizações, sendo fundamental não dissociar as variáveis ambientais das decisões que envolvem as organizações. Nas empresas a competitividade é determinante para sua sobrevivência no mercado e o meio ambiente tornou-se fator essencial para o alcance desses objetivos. Portanto, as informações sobre os custos ambientais e as oportunidades de ganho no gerenciamento de seus processos e na racionalização do uso de recursos naturais e energia são elementos fundamentais para a gestão estratégica das empresas. Com as pressões impostas pelos órgãos ambientalistas e população em geral por nova ordem de consciência ambiental, as empresas estão reestruturando seus processos, utilizando-se principalmente dos princípios da Produção Mais Limpa (PML).

A indústria têxtil representa importante setor da economia brasileira e mundial, tendo experimentado considerável crescimento nos últimos anos. Como consequência, essa indústria

---

<sup>1</sup> Artigo oriundo da Monografia apresentada pela primeira autora, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Administração, a Univates, sob orientação do segundo autor.

<sup>2</sup> Bacharel em Administração de Empresas pela Univates

<sup>3</sup> Doutor em Agronegócios. Professor da Univates. E-mail: glauco@bewnet.com.br

tem aumentado o consumo de água, sendo potencial contribuinte à degradação do meio ambiente. O processo de tingimento e acabamento têxtil depende diretamente da utilização da água, sendo usada em maior ou menor quantidade no processo conforme os produtos que serão tingidos e acabados. O consumo elevado de água nos processos gera maior lançamento de água para a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) que, conseqüentemente, eleva as operações deste setor nas empresas. Com a busca pela diminuição do consumo de água no processo, ou a reutilização de parte desta água, que é a fonte geradora de efluentes, além de a empresa melhorar a sua produtividade, irá amenizar o impacto ambiental e, conseqüentemente, baixar os custos da ETE.

Este artigo apresenta o estudo realizado na atividade de tingimento e acabamento de tecidos e malhas na Lajestre Indústria Têxtil Ltda., situada no bairro Boa União na cidade de Estrela – RS. Diariamente a empresa Lajestre Indústria Têxtil Ltda. utiliza grande quantidade de água captada de um poço artesiano, para ser utilizada em seu processo de tingimento e acabamento. O objetivo geral deste trabalho é definir quais as modificações necessárias para a minimização da quantidade de água no processo de tingimento e acabamento na Lajestre. Para alcançar esse objetivo, foi necessário caracterizar o tingimento e acabamento têxtil; identificar as entradas e saídas de recursos em cada etapa do processo produtivo; analisar alternativas de minimização e reutilização da água; e mensurar os benefícios da produção mais limpa.

O consumo de água vem aumentando nas últimas décadas e de forma muito preocupante. O mundo está descobrindo que a escassez de água não é questão exclusiva de quem mora em regiões desérticas. Atualmente a água está se tornando na questão central na definição dos grandes conflitos no planeta. As empresas precisam ser mais eficientes, sem deixar de lado o cuidado com o meio ambiente. A PML permite o desenvolvimento de produtos, mas ao mesmo tempo eles devem ser amigáveis ao meio ambiente. Este estudo poderá contribuir com referência para as empresas da região no que diz respeito à redução nos custos com energia e água e produtividade e a questão ambiental.

A oferta por profissionais capazes de interferir nessa realidade é de extrema importância. É necessária, portanto, a capacitação de gestores qualificados, que utilizem linguagem clara e ajam de forma multidisciplinar, promovendo uma sociedade realmente sustentável. É cada vez maior a demanda por planejadores e gestores, auditores, consultores, peritos, certificadores, analistas, operadores, educadores, enfim por profissionais especialistas com conhecimento, visão e titulação na área de meio ambiente. Nesse contexto a abordagem da gestão ambiental em organizações é tema de fundamental importância para o contexto social e econômico, sendo necessário o estímulo à pesquisa acadêmica envolvendo universidades e empresas na construção de novos conhecimentos multidisciplinares.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O desenvolvimento sustentável pressupõe a necessidade da interdisciplinaridade na resolução de problemas, na medida em que essa definição propõe a inter-relação entre as dimensões ambientais, sociais e econômicas. A sinergia entre esses aspectos permeia a aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável, tanto em nível governamental como da sociedade civil ou no meio empresarial.

O Sistema de Gestão Ambiental é um conjunto de atividades administrativas e operacionais inter-relacionadas para abordar os problemas ambientais atuais ou para evitar o seu surgimento. É necessário também o envolvimento de diferentes segmentos da empresa para tratar das questões ambientais de modo integrado com as demais atividades corporativas (BARBIERI, 2004).

O conceito de produção mais limpa, segundo a *United Nations Environmental Program/United Nations Industrial Development Organization* – UNEP/UNIDO, é a aplicação contínua de estratégia ambiental preventiva e integrada, nos processos produtivos, nos produtos e nos serviços, para reduzir os riscos relevantes aos seres humanos e ao ambiente natural (Modak, 2006).

Segundo Nascimento, Mello e Lemos (2002), em relação aos processos de produção, a Produção Mais Limpa direciona as organizações para a economia de matéria-prima e energia, a eliminação do uso de materiais tóxicos e a redução nas quantidades e toxicidade dos resíduos e emissões. De acordo com Maimon (1996), a proteção do meio ambiente e, em particular, a luta contra a poluição exigem adaptação e/ou transformação das técnicas e processos industriais.

Kinlaw (1997) sintetiza a definição de produção mais limpa do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), como a melhoria contínua dos processos industriais, produtos e serviços, visando a: reduzir o uso de recursos naturais; prevenir na fonte a poluição da água, do ar e do solo; reduzir a geração de resíduos na fonte, de modo a minimizar os riscos aos seres humanos e ao meio ambiente.

O balanço de massa, segundo Donaire (1999), é uma estimativa do balanço ambiental nas empresas, levando em consideração todas as entradas e saídas do processo produtivo. Tal estimativa deve também levar em conta os padrões ambientais estabelecidos na busca de não apenas obedecer, mas também, sempre que possível, de superá-los.

Essa é uma meta que deve ser continuamente buscada porque ainda não se conhecem as consequências que determinadas substâncias podem acarretar no longo prazo e também porque os padrões estabelecidos, muitas vezes por questões econômicas e políticas, podem estar muito além das reais necessidades sociais, provocando efeitos adversos ao meio ambiente que só serão avaliados no futuro. Cajazeira (1998) observa que a elaboração de balanço de massa que envolve os fluxos de entrada e saída do processo industrial é instrumento importante para posteriores ações, dentro da abordagem da produção mais limpa.

Para o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (2003), o balanço de material ou balanço de massa é o centro da avaliação da Produção Mais Limpa. É preciso discernir as quantidades de materiais que está usando e tornando resíduos, porque não se gerencia o que não se consegue mensurar. Mesmo com balanço impreciso, consegue-se identificar algumas oportunidades de Produção Mais Limpa. Sem restrições quanto ao nível de detalhes do balanço de massa, é preciso assegurar-se de que a exatidão dos dados seja usada consistentemente, já que o “[...] balanço de massa não é apenas usado para identificar as entradas e saídas, mas também os custos associados com estas entradas e saídas” (CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS, 2003, p.45).

Um balanço de massa permite a identificação e a quantificação das perdas ou emissões anteriormente desconhecidas. O fluxograma do processo forma a base para o cálculo do balanço de massa. Esse balanço traz compreensão sobre a fonte e a causa dos resíduos e emissões. Essa compreensão é necessária para a geração de oportunidades de PML.

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

Para atingir os objetivos propostos, utilizou-se a abordagem qualitativa de pesquisa, com a utilização de informações quantitativas sobre os processos da empresa. Trata-se de uma pesquisa exploratória quanto aos fins, realizada com o objetivo de proporcionar visão geral acerca de determinado fato (GIL, 1999).

Quanto aos meios foram utilizados documentos, pesquisa de campo, entrevistas, análise bibliográfica e observações. A análise bibliográfica foi feita por meio de pesquisa em livros, revistas da área, dissertação, internet e manuais sobre PML. Foram utilizadas diversas informações quantitativas, mesmo sendo uma abordagem qualitativa. A preocupação foi com o aprofundamento da compreensão do processo da tinturaria da organização analisada.

Neste estudo realizado na Lajestre Indústria Têxtil Ltda., os dados foram obtidos com base na documentação da empresa, a partir de entrevistas com os colaboradores, observação do processo de produção, pesquisa de campo, análise documental e bibliográfica, levantamentos e fluxogramas da área da tinturaria. O acompanhamento do processo produtivo consistiu em levantar dados da sequência das etapas do tingimento e a análise do balanço de massa.

A pesquisa foi realizada em uma empresa do setor têxtil, localizada na região do Vale do Taquari, na cidade de Estrela no Estado do Rio Grande do Sul. A perspectiva do estudo abrangeu a situação da gestão ambiental e produção mais limpa da empresa, bem como aprofundamento no setor de tingimento e acabamento, e contou com o auxílio do responsável pela tinturaria, Sr. Ernani Huff, e do diretor da empresa, Sr. Reni Bottega, para a realização da pesquisa.

A coleta de dados na empresa Lajestre se deu por meio de consulta aos registros da empresa, visitas à fábrica especialmente no setor da tinturaria, observação do processo e

entrevistas com os funcionários. Também foi entrevistado o Sr. Rubens Blodow, técnico em química têxtil e representante da Claritex Comercial Ltda., que é um dos fornecedores da empresa. Como fontes de informações foram utilizados, ainda, relatórios diários da produção e notas fiscais de compra de matérias-primas e insumos, fórmulas de tingimentos, manuais internos, contas de energia elétrica e outros documentos da empresa.

Conforme a metodologia proposta pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas (2003) as fontes de informação para a geração de um balanço de massa são: registro de compra; relação de materiais; registro de composição dos lotes; informações dos fornecedores sobre os produtos; especificações do produto; diários de operação; procedimentos padrão de operação e manuais de operação; amostras, análises e medições de matérias-primas, materiais de entrada, produtos, resíduos, efluentes e emissões; contas de energia; relatórios de emissões; procedimentos de limpeza e verificação de dados quanto à exatidão e pertinência do equipamento; formulários de resíduos e emissões; literatura, consultores; entrevistas com empregados do chão de fábrica para checar se as operações são realmente realizadas de acordo com as prescrições.

Para a estruturação do balanço de massa, os dados das matérias-primas e insumos foram retirados dos documentos de controle do setor da tinturaria. Para quantificar o consumo de energia elétrica, foram utilizadas as contas de luz. A energia consumida nas etapas do processo de tingimento foi levantada a partir da análise do mapeamento de consumo por equipamentos que a empresa dispõe.

Em alguns pontos foram realizadas medições, como das saídas de água do processo e das sobras de materiais para embalagens. O consumo de lenha foi medido por meio do levantamento das notas de entrada e das saídas, por meio da pesagem da quantidade de cinza retirada da caldeira. Os dados foram tratados de forma qualitativa com base no referencial teórico.

Os dados quantitativos foram apresentados no esquema de balanço de massa e em quadros. De acordo com Yin (2005), a análise de dados provenientes de várias fontes converge na forma de triangulação. Para estruturar o balanço de massa e descrição do processo, foi utilizada a triangulação de dados, oriundos de diferentes fontes de informação, e da análise de conteúdo.

#### **4 DESCRIÇÃO DA ORGANIZAÇÃO**

A empresa analisada é uma indústria de produção e acabamento de tecidos planos e malhas circulares, situada na região do Vale do Taquari, no município de Estrela-RS, na rua Antônio Cardoso, 202, no bairro Boa União. Sua produção é constituída de malhas e tecidos sintéticos.

A empresa iniciou suas atividades em 25/03/1953, em Arroio da Seca (hoje município de Imigrante/RS), como Tecelagem Inca. Em 1954, transferiu-se para Estrela e passou a denominar-se Tecelagem Estrela S/A. Em novembro de 1966, já em processo de falência, por intermédio do prefeito em exercício, do gerente do Banco do Brasil S/A e de representantes da

comunidade, foi vendida para Pretto, Zagonel & Cia. Ltda. Em 1969, foi transformada em Lajestre Indústria Têxtil Ltda. Desde 15 de abril de 1974 é administrada pelos gestores atuais, o Sr. Cláudio Antonio Zagonel e Sr. Reni Bottega.

É uma empresa familiar de pequeno porte, que conta com 35 colaboradores, sendo a maioria da comunidade local. Em 1991, a empresa iniciou a produção de malhas circulares e atualmente fabrica malhas esportivas e alguns tipos de tecidos planos.

As vendas são efetuadas basicamente para os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso. Os clientes são indústrias de confecções, malharias e algumas fábricas de calçados. As vendas dos produtos são feitas por representantes comerciais e vendas diretas na empresa. A empresa está instalada numa área de 12.696 m<sup>2</sup>, abrigando os setores administrativo, malharia, tecelagem, tinturaria e acabamento, revisão, expedição, estoque, manutenção, posto de vendas e estação de tratamento de efluentes.

A empresa possui o termo de adesão ao Programa Gaúcho de Qualidade e Produtividade (PGQP), mas atualmente não participa das avaliações externas, somente dos programas internos de qualidade. Neste artigo a área analisada da empresa foi o setor da tinturaria, no qual acontecem o processo de tingimento e acabamento.

## 5 RESULTADO E DISCUSSÕES

Nesta seção apresenta-se a descrição do processo de tingimento e acabamento têxtil, as entradas e saídas de recursos em cada etapa do processo produtivo, bem como a análise de alternativas para a minimização e reutilização da água no processo.

### 5.1 Descrição do processo de tingimento e acabamento têxtil

O processo de tingimento e acabamento iniciam-se com tecido/malha cru para serem enrolados e encaminhados para o tingimento propriamente dito, e consiste nas seguintes etapas: preparação; tingimento; acabamento; revisão final e expedição.

O processo de preparação consiste em receber os tecidos e malhas crus vindos da tecelagem e da malharia. A malharia é um setor da empresa que fabrica malhas circulares, que são fabricadas em teares circulares com composições diversas, sendo encaminhadas para a tinturaria em tubos.

Já a tecelagem fabrica tecidos planos, pois são fabricados em teares planos com diversas composições, sendo também encaminhados para a tinturaria em tubos. Os dois setores fazem partes dos três processos principais da empresa analisada, ou seja, tecelagem, malharia, tinturaria. Os demais processos são considerados de apoio.

Os tecidos/malhas, com a composição 100% poliéster, são tingidos nas *autoclaves* (turbos). Se a composição for poliéster (PE) e algodão (CO), podem ser tingidos nas *autoclaves* e no *jigger*. Nessas máquinas de tingir são acrescentados os corantes e os produtos auxiliares

conforme determinação da fórmula (receita) que é feita utilizando programa específico. Cada artigo com a cor solicitada tem fórmula adequada. Após os tecidos/malhas são acabados, ou seja, amaciados, fixados e lavados, seguindo para a secadeira, que já deixa os rolos prontos para serem revisados e encaminhados conforme a carteira de pedidos. O processo de tingimento é um dos fatores fundamentais no sucesso comercial dos produtos.

O processo de tingimento consiste de uma parte inicial de limpeza, e pré-fixação do tecido à máquina, quando é lavado com água e detergente neutro e são retiradas as impurezas e as enzimas das fibras e melhorada a estrutura do material para prepará-lo para as seguintes operações no tingimento e acabamento. As enzimas precisam ser desprendidas das fibras dos tecidos para, após, estas receberem a penetração do corante. A termofixação nesta etapa é feita no tecido para não dar problemas de rugas e dobras. Portanto, para se obter tingimento uniforme, essas impurezas devem ser removidas antes de tingir e acabar.

O corante deve ser bem fixado à fibra dos tecidos, o que diminui o lançamento de efluente. Os resíduos gerados no tingimento também dependem muito da classe do corante e do método utilizado. Normalmente as cores escuras são as mais poluentes, pois produzem despejos escuros. Disso tudo resulta a extração das enzimas e outras sujeiras que se incorporam às fibras durante os processos que antecedem a este, ou pela movimentação dos materiais. Essa operação busca facilitar a remoção de impurezas naturais ou impostas às fibras, como comentado anteriormente.

Essa é uma operação importante nessa etapa do processo, pois a presença de substâncias residuais nas fibras afeta o tingimento e pode acarretar alterações na tonalidade final do tingimento. É uma etapa importante, pois a presença de substâncias residuais na superfície das fibras (enzimas) pode comprometer todo o lote tingido. Nessa etapa acontecem duas lavagens com detergente neutro e água.

Os corantes utilizados são apresentados em forma de pós, o que permite manipulação fácil e limpa, bem como a redução muito significativa de corantes armazenados. Para determinar a cor dos tecidos são utilizadas fórmulas (receitas) calculadas por um software específico. Para evitar alterações no resultado do tingimento, é muito importante que o tintureiro prepare sua fórmula e a misture muito bem.

A preocupação do tintureiro é o “aumento” da cor, ou seja, o controle da rapidez de absorção, já que sua “qualidade” profissional é tradicionalmente valorizada pela obtenção de tingimentos uniformes. Essa é uma das etapas do processo que consome quantidade considerável de água, bem como de corantes, durante a sua operação. O maior problema dessa etapa está relacionado à quantidade de água utilizada nas operações e aos corantes, que, em grande parte, mostram-se resistentes ao tratamento biológico natural. Nessa etapa os corantes são usados sempre, e este é um dos problemas ambientais enfrentado pela empresa, pois a sua remoção residual acontece atualmente na ETE.

A água, por sua essencialidade para a vida animal e humana, é a maior preocupação neste momento. O processo de tingimento é todo úmido, utilizando em cada banho (lavagem)

2.250 litros de água. Por exemplo, para tingir um lote de malha 100% poliéster (100Kg) são utilizados atualmente 26.250 litros de água. Somando essa quantidade e a dos demais tingimentos diários, chega-se ao consumo de 183.750.000 litros de água/dia. Considerando-se o tamanho da empresa, justifica-se a preocupação de minimizar a quantidade de água utilizada nas operações dessa etapa do processo. O acabamento é diretamente dependente da água e de sua qualidade. A água é utilizada em maior ou menor quantidade, dependendo da operação realizada no processo.

Muitos tipos de tecidos são tingidos e acabados simultaneamente. Parte dessa etapa acontece no turbo simultaneamente com o tingimento, e a outra parte no jigger. Os jiggers (máquina para tingimento e acabamento) apresentam menos inconvenientes devido à facilidade de limpeza que oferecem. As operações são realizadas nessas máquinas quando a quantidade de tecido a tingir não é interessante para ser produzida em processo contínuo ou não se queira comprometer a limpeza de outras máquinas.

A última etapa do processo (Revisão e Expedição) consiste na classificação dos tecidos em aprovados ou não para a comercialização por meio de máquina revisora. Dada a classificação, é feita a definição da embalagem de acordo com a solicitação do cliente. Tanto pode ser comercializado em rolos (para confecções), ou em peças que são enfestadas.

## 5.2 Entradas e saídas de recursos em cada etapa do processo produtivo

Utilizou-se a metodologia do balanço de massa, proposto pelo CNTL, para analisar as entradas e saídas de recursos em cada etapa do processo. Trata-se da quantificação das entradas de matérias-primas, insumos, água, energia etc. e das saídas de resíduos, produtos, embalagens etc. O balanço de massa traz a compreensão da fonte e a causa dos resíduos e emissões, e esta compreensão se faz necessária para a geração de oportunidades de produção mais limpa.

**QUADRO 1 – Entradas e saídas anuais do processo da tinturaria e percentual de perdas**

Insumos	Entradas	Saídas	% perdas
Energia	82.278,152 Kw		
Água	43.285.910 litros	40.255.897,30 litros	
Detergente	979,000 Kg		
Ácido	1.238,300 Kg		
Lenha	2.091,800 m <sup>3</sup>	3.653,231 kg cinza	
Corantes	1.556,32 Kg		
Barrilha leve	1.061,20 Kg		
Igualizante	1.144,60 Kg		
Soda cáustica	970,40 Kg		
Sal moído	15.103,00 Kg		
<b>Insumos</b>	<b>Entradas</b>	<b>Saídas</b>	<b>% perdas</b>

Água oxigenada	313,10 Kg		
Amaciante	805,20 Kg		
Fixador	679,60 Kg		
Canudos de papelão	1.400 Un	360 Un	25,71
Caixas de papelão	900 Un	53 Un	5,89
Malha	208,90 Kg	2,448 Kg	1,17
Sacos plásticos	1.068,00 Kg	189,600 Kg	17,75
Barbante	101,36 Kg	2,040 Kg	2,01
Talas	9.850 Un	456 Un	4,62
Fita adesiva	1.016,24 Kg	2,352 Kg	0,23
Fita plástica	22,10 Kg		

**Fonte:** Elaborado a partir da pesquisa de campo.

Ressalta-se o alto percentual de 25,71% na sobra dos canudos de papelão amassados devido à forma de armazenagem destes na empresa, não resultando em bom estado para a reutilização, destinando-se à reciclagem. Apesar do percentual de 5,89% das caixas de papelão não ser elevado, é um item que pode ser diminuído a partir de melhorias no manuseio. A malha de embalar é aproveitada quase 100%.

O percentual levantado de 1,17% é baixo, mas também pode ser diminuído. O percentual de sobra dos sacos plásticos é de 17,75%. Na observação realizada percebeu-se que a falta de cuidado nas movimentações das operações de trabalho é que acarreta neste resultado não satisfatório. A partir das medições e observações constatou-se que podem ser executadas muitas ações de melhorias. A importância deste estudo foi percebida nos levantamentos realizados, pois a empresa não possuía o levantametno dessas perdas.

### 5.3 Análise de alternativas para a minimização e reutilização da água no processo

A empresa analisada não dedica recursos para pesquisa em desenvolvimento de alternativas de PML. Entretanto, se encontra parcialmente na prática fim-de-tubo e atende a regulamentação ambiental vigente, tendo licença para operação da FEPAM.

QUADRO 2 – Operações de tingimento e acabamento (situação atual): máquinas, quantidade de água, tempo de operação e produtos utilizados

<b>Operação</b>	<b>Máquina</b>	<b>Quantidade de água em litros</b>	<b>Tempo da operação</b>	<b>Produtos utilizados</b>
Limpeza e termofixação do tecido	Turbo	2.250	2 horas e 30min	Detergente neutro
Tingimento normal (banho de tingimento)	Turbo	2.250	1 hora e 15min	Produtos auxiliares e os corantes
1ª Lavagem intermediária	Turbo	2.250	5min	Água
Redução do corante (lavagem redutiva)	Turbo	2.250	15min	Soda cáustica Hidrossulfito
<b>Operação</b>	<b>Máquina</b>	<b>Quantidade de água em litros</b>	<b>Tempo da operação</b>	<b>Produtos utilizados</b>
2ª lavagem intermediária	Turbo	2.250	5min	Água
Oxidação de tinturas	Turbo	2.250	10min	Água Ácido
3ª lavagem intermediária	Turbo	2.250	5min	Água
Ensaboamento lavagem a 90°	Turbo	2.250	15min	Detergente neutro
Lavagem final a frio e enxágue final	Turbo	2.250	5min	Água
Amaciamento	Turbo	2.250	15min	Amaciante
Secagem	Secadeira	-----	1 hora	
Geração de calor	Caldeira	3.750		

Fonte: Elaborado a partir da pesquisa de campo.

Analisando o processo de tingimento e acabamento e a partir do balanço de massa, constatou-se que é possível reutilizar em torno de 10.000 litros de água por dia. A água oriunda do resfriamento do tingimento, de 130° para 80°, e que circula dentro da serpentina, utilizada na lavagem a frio, é limpa. Essa água é destinada para a ETE juntamente com os despejos do tingimento.

A proposta de reutilização foi aceita pela equipe da tinturaria, bem como a execução de um teste experimental positivo. Portanto, essa água, que totaliza em torno de 10.000 litros, pode ser utilizada em todas as etapas do processo, sem alterar o produto final. A economia anual proporcionada por essa modificação é de 2.350.000 litros. Para Kinlaw (1997) uma técnica comprovada de economia é a reciclagem, podendo cada empresa adaptar à sua realidade maneiras de recuperar e reutilizar até mesmo produtos químicos.

A solução é apresentada no QUADRO 2, no qual se sugere que as etapas sombreadas sejam suprimidas do processo de tingimento. Com isso é possível, mantendo-se a qualidade do

tingimento, reduzir em 25 minutos o tempo de operação e minimizar a utilização de 6.750 litros de água no processo de tingimento, considerando o período total de operação conforme apresentado no QUADRO 2.

Conforme Andres (2001) as mudanças nos paradigmas ambientais induzem as empresas voltarem-se para o desenvolvimento de soluções relacionadas a geração de resíduos e não apenas para os tratamentos convencionais de fim-de-tubo, que podem ser onerosos à empresa. Diante disso, foi elaborado estudo preliminar para analisar a possibilidade de diminuir as operações do processo. Observou-se por meio deste estudo preliminar que é possível eliminar algumas operações no processo de tingimento para diminuir a quantidade de água utilizada, mas não a quantidade utilizada nas máquinas.

**QUADRO 3 - Operações de tingimento e acabamento (situação sugerida): máquinas, quantidade de água, tempo de operação e produtos utilizados (procedimento experimental)**

Operação	Máquina	Água – quantidade utilizada	Tempo da operação	Produtos utilizados
Limpeza e termofixação do tecido	Turbo	2.250	2 horas e 30min	Detergente neutro
Tingimento normal (banho de tingimento)	Turbo	2.250	1 hora e 15min	Produtos auxiliares e corantes
Lavagem intermediária	Turbo	2.250	5min	Água
Redução do corante (lavagem redutiva)	Turbo	2.250	15min	Soda cáustica Hidrossulfito
Oxidação de tinturas	Turbo	2.250	10min	Água Ácido
Lavagem final a frio e enxágue final	Turbo	2.250	5min	Água
Amaciamento	Turbo	2.250	15min	Amaciante
Secagem	Secadeira		1 hora	
Geração de calor	Caldeira	3.750		

Fonte: Elaborado a partir da pesquisa de campo.

Comparando-se os quadros 02 e 03, sugere-se a eliminação de três operações do processo. A aplicação da modificação proposta nas operações trará economia de 6.750 litros de água por tingimento, reduzindo a utilização de 26.250 litros para 19.500 litros por tingimento. A economia mensal de água será de 1.032.750 litros por mês (25,7%). O processo atual é de seis

horas e a situação sugerida poderá ser realizada em cinco horas e 35 minutos. Portanto, além de a empresa diminuir a quantidade de água utilizada no processo, a modificação proposta também proporcionará aumento da produtividade. Tachizawa (2004, p. 28) “ressalta que a gestão ambiental implica o reconhecimento de que o crescimento econômico ilimitado num planeta finito só pode levar a um desastre.”

## 6 CONCLUSÃO

Este artigo apresentou o estudo sobre as alternativas para minimização da quantidade de água utilizada no processo de tingimento e acabamento na Lajestre Indústria Têxtil Ltda. Para alcançar esse propósito, foi necessário descrever o processo produtivo de tingimento e acabamento têxtil e levantar e analisar o balanço de massa.

As duas alternativas encontradas para minimizar a quantidade de água utilizada no processo de tingimento e acabamento são: redução de três operações das etapas do processo de tingimento e reutilização de parte do efluente gerado no processo.

A água para reuso, e que pode ser utilizada em todas as etapas do processo, possui origem no resfriamento (de 130° para 80°) da água do tingimento que circula no interior da serpentina, que pode ser utilizada na lavagem a frio, totalizando 10.000 litros por dia. A economia no período de um ano, com a implementação dessa ação, é de 2.350.000 litros. Considerando-se o custo de R\$ 2,97 por m<sup>3</sup>, a economia anual seria de R\$ 6.237,00.

Identificou-se que há redução de consumo de água de 6.750 litros por tingimento, sendo processados pela empresa em torno de 153 tingimentos mês. Portanto, a redução anual de consumo de água seria de 11.360.250 litros, com poucas modificações no processo e sem a necessidade de investimentos. Não sendo possível a redução da quantidade de água por equipamento, é necessário, portanto, focar na diminuição das etapas do processo. Somando-se a diminuição da utilização de água a partir das duas alternativas propostas, chega-se ao valor de R\$ 40.719,44 por ano, considerando-se o volume de 13.710.250 litros/ano.

O valor financeiro acima apresentado ilustra quanto seria o ganho se a empresa tivesse que pagar pelo consumo de água. Entretanto, os benefícios são ambientais, mais do que econômicos, já que a água utilizada na empresa é originária de poços artesianos.

Com base no estudo realizado e no resultado do procedimento experimental, a recomendação para futuros trabalhos e sugestão é o reuso de efluente líquido tratado, com a implantação de um sistema de recuperação de água. Propõe-se, também, a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental na empresa contemplando todos os seus processos produtivos, considerando que diversos resíduos podem ser minimizados com ações pontuais no processo, considerando a filosofia da PML e da melhoria contínua.

A falta de documentação específica da área ambiental na empresa analisada gerou dificuldade para levantar os dados, assim como o fato de não existir setor específico que contemple as informações sobre as questões ambientais.

## REFERÊNCIAS

ANDRES, Luiz Fernando. **A Gestão Ambiental em Indústrias do Vale do Taquari**: vantagens com o uso de técnicas de produção mais limpa. 2001. 86 f. Dissertação (Mestrado em Administração) Porto Alegre: UFRGS/PPGA, 2001.

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial**: conceitos, modelos e instrumentos. São Paulo: Saraiva, 2004.

CAJAZEIRA, J. E. R. **ISO 14001**: de implantação. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

CENTRONACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS. **Série Manuais de Produção mais Limpa**. Porto Alegre, UNIDO, UNEP, SENAI/RS, 2003.

DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1999.

KINLAW, Dennis C. **Empresa competitiva e ecológica**: estratégias e ferramentas pra uma administração consciente, responsável e lucrativa. São Paulo: Makron Books, 1997.

MAIMON, D. **Passaporte verde**: gestão ambiental e competitividade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

NASCIMENTO, L. F.; LEMOS, A. D. Da C; MELO, M. C. A de. **Produção mais limpa**. Porto Alegre: EA/UFRGS, 2002. 1 CD-ROM.

TACHIZAWA, Takeshy. **Gestão Ambiental e Responsabilidade Social Corporativa**: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira. São Paulo: Atlas, 2004.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2005.