

Diagnóstico dos resíduos sólidos e seleção de oportunidades de produção mais limpa na indústria calçadista

RESUMO

O presente trabalho relata o diagnóstico da geração de resíduos sólidos do processo produtivo de uma indústria calçadista no ano de 2007, além das oportunidades de minimização dos resíduos, utilizando a metodologia do CNTL - Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Os resíduos de couro, de classe I, são gerados em maior quantidade absoluta e relativa à produção por par de calçado seguido do forro sintético, da couraça, da espuma de palmilha e de materiais auxiliares como esponjas, creme de acabamento, adesivos termoplásticos e à base de solvente, além dos panos de limpeza. A implantação de algumas das oportunidades identificadas promoveu a minimização dos resíduos, aumento na eficiência do consumo de matéria-prima e melhoria nas atividades produtivas, traduzindo-se em ganhos ambientais e econômicos.

PALAVRAS-CHAVE: Prevenção da poluição, produção mais limpa, gestão ambiental, indicadores ambientais, indústria de calçados.

ABSTRACT

The present work shows the diagnostic elaborated for the solid waste generation in a shoe industry in the year of 2007, besides the opportunities for minimization of solid waste. This work followed the methodology of the National Center for Clean Technologies (CNTL). Leather wastes that are classified as a Class I waste, according to NBR 10007, presented the biggest absolute and relative quantity per pair of shoe followed by synthetic linings, toe caps, insole's foam, sponges, finishing cream, solvent adhesives and thermoplastic adhesives, besides cleaning cloths. The implementation of some of the identified opportunities promoted waste reduction, an increase of raw material consumption efficiency and also improvement of production operations which yielded environmental and economical profits.

KEYWORDS: Pollution prevention, cleaner production, environmental management, environmental indicators, shoe industry.

Denise Maria Lenz

Engenheira química, doutora em Ciências pela Université Paris VII e em Ciência dos materiais UFRGS/RS, professora adjunta do curso de Química e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Energia, Ambiente e Materiais da ULBRA/RS
E-mail: denise.lenz@pq.cnpq.br

Alex Rafael Acker

Bacharel em Química, mestre em Engenharia pela Universidade Luterana do Brasil ULBRA/RS, químico da Acker Assessoria Ambiental

Universidade Luterana do Brasil

Programa de Pós-graduação em Engenharia: Energia, Ambiente e Materiais (PPGEAM)
Av. Farroupilha, 8001 - Prédio 14 - Sala 215
Canoas - RS - CEP 92.425-900
Fone: 3477-9285 Fax: 3477-1313

INTRODUÇÃO

A sociedade vem a cada dia buscando uma maior qualidade de vida. As necessidades de satisfação e bem estar fazem com que a produção industrial tenda a crescer. No entanto, com a competitividade industrial, muitas vezes, abre-se uma lacuna no quesito sustentabilidade. A falta de planejamento, de estruturação da atividade industrial, agrícola ou de quaisquer outras áreas pode impactar negativamente no meio ambiente. Esse impacto altera a qualidade de vida da população, através do desconforto causado por ruídos, contaminação do ar, do solo e das águas, além da depredação das matas e a exploração indiscriminada de recursos minerais (FURTADO e FURTADO, 1998).

A Organização das Nações Unidas, através da UNIDO/UNEP (United Nations Industrial Development Organization / United Nations Environment Program), vem desenvolvendo, desde a década de 90, técnicas e filosofias de produtividade com redução de impactos ambientais, as chamadas "Técnicas de Produção Mais Limpa" ou, abreviadamente, PML ou ainda P+L. Essas técnicas prevêm a garantia de produtividade, buscando a realização do menor impacto ambiental possível, através de uma metodologia de coleta e avaliação de dados operacionais, implantação de melhorias e monitoramento contínuo dos resultados, envolvendo principalmente a mudança de filosofia da empresa, tornando a mudança permanente e eficaz. A proposta da P+L é de substituir a filosofia de tratamento "end of pipe" (fim de tubo) e introduzir a filosofia da prevenção, redução ou eliminação da fonte geradora de resíduos, além da melhoria contínua de processos, produtos e serviços. Assim, a reciclagem não pode ser considerada como P+L, pois está relacionada diretamente às tecnologias de fim de tubo.

Uma atividade industrial muito presente no estado do Rio Grande do Sul é a produção de couro e calçados, sendo considerada como a atividade mais impactante, ou seja, com a maior geração de resíduos totais e per capita das atividades industriais desta unidade federativa (FEPAM, 2002). As empresas de calçados têm se adaptado a realidades de

mercado diferentes, onde a variação da política cambial nacional possui capacidade de manter aberta ou fechar indústrias de todos os portes. Outro problema enfrentado por estas empresas são as variáveis ambientais que, além de elemento legal e ético, têm seu fundo financeiro atrelado à continuidade da atividade industrial dessas empresas. Conforme Andres (2001), as atividades industriais têm visões diversas sobre o tema ambiental, mas tem, como motivador principal para mudanças em sua conduta ambiental, a ação de agentes fiscalizadores externos. Porém, é possível destacar empresas que se beneficiam direta ou indiretamente a partir de suas ações ambientais, tornando-se mais competitivas, idôneas ambientalmente e até com uma postura de marketing voltado aos produtos e serviços menos lesivos ao meio ambiente.

O presente trabalho realizou um diagnóstico dos resíduos sólidos de uma indústria de calçados situada em Sapiranga (RS) visando a implantação de oportunidades de PmaisL, através da metodologia sugerida pelo Conselho Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) do SENAI/RS, sede da UNIDO/UNEP no Brasil. Em sua sede matriz, para a produção de 704.043 pares de calçados no ano de 2006, a empresa gerou um total aproximado de 485 m³ de resíduos constituídos principalmente de couro, tecidos, papel e papelão não recicláveis, além de solados de SBR (copolímero estireno butadieno) ou PU (poliuretana), esponjas de PU ou látex, não havendo um programa de controle da geração destes resíduos. Fazia-se necessário, portanto, um estudo mais aprofundado de modo a obter uma análise confiável da geração de resíduos, além da implantação de medidas que reduzissem esta geração.

METODOLOGIA

O presente trabalho realizou um estudo de campo que teve como base as diretrizes estabelecidas pelo Guia de implementação de programas de Produção mais Limpa do CNTL (2003), realizando adaptações conforme a realidade da empresa. Esta metodologia é composta de várias etapas as quais visam facilitar o processo de coleta e organização dos dados

necessários para o desenvolvimento do diagnóstico operacional com vistas à implantação das oportunidades de PmaisL. Estas etapas são constituídas basicamente das seguintes atividades executadas sequencialmente:

1. sensibilização dos funcionários e da alta diretoria da empresa com formação de um ECOTIME cujo objetivo é auxiliar na condução do programa de P+L. Neste sentido, cursos de capacitação de funcionários foram ministrados para promover o entendimento do conceito de P+L e da metodologia a ser empregada.

2. elaboração de diagnóstico ambiental prévio através da elaboração de fluxograma qualitativo do processo produtivo, o qual, neste trabalho, teve como foco principal as matérias-primas efetivas como as entradas do processo produtivo, desconsiderando insumos como água e energia elétrica, e os resíduos sólidos como saídas, desconsiderando efluentes líquidos e gasosos.

3. estabelecimento de indicadores ambientais seguido da elaboração de diagnóstico quantitativo das matérias-primas e dos resíduos do processo produtivo. Os indicadores ambientais são ferramentas de relevância indiscutível, pois ajudam a compreender a situação atual (onde se está), qual o caminho a ser seguido (como chegar) e qual a distância a ser percorrida para atingir a meta estabelecida (onde se deseja chegar).

4. identificação das causas da geração dos resíduos sólidos e das oportunidades de P+L técnica e economicamente viáveis de serem implantadas.

Todo Programa de P+L ao ser implantado deve prever um plano de monitoramento e continuidade tendo em vista que o conceito de P+L prevê melhorias contínuas do processo produtivo. Esta atividade, no entanto, não é apresentada no presente trabalho.

A indústria, objeto deste estudo, é do ramo calçadista, maior gerador de empregos do Estado do Rio Grande do Sul (ABICALÇADOS, 2007). O processo produtivo da indústria de calçados inicia-se ao adicionar-se o material pré-fabricado (cabedais de couro ou sintéticos, os forros e enchimentos, os solados e as palmilhas) à linha de produção

propriamente dita, conforme o Centro Tecnológico de Couro, Sapatos e afins (1994). A Figura 1 mostra um fluxograma simplificado do processo produtivo de uma indústria de calçados.

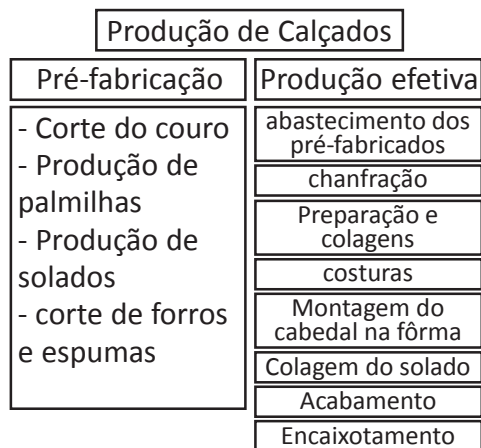


Figura 1 - Fluxograma simplificado da produção de calçados

A indústria em estudo possui uma produção mensal de cerca de 50.000 pares de calçado produzidos em três fábricas:

- Fábrica 1 - Fábrica de botas

- Fábrica 2 - Fábrica de sandálias
- Fábrica 3 - Fábrica de sapatos

Conforme Gil (2002), para esta produção mensal, a amplitude da amostra deve ser de 8.333 pares de sapatos para uma margem de erro de aproximadamente 1%. Assim, o período de levantamento da geração de resíduos sólidos compreendeu 10 dias de produção, ocorrendo, neste período, a produção da quantidade desejada para amostragem dos pares de calçados em cada fábrica. Durante a execução deste levantamento, o ECOTIME foi mobilizado de modo a orientar os funcionários do processo produtivo a segregar os resíduos sólidos gerados, acondicionando-os em recipientes adequados dispostos em locais estratégicos do setor produtivo. Posteriormente, todas as matérias-primas e os resíduos sólidos foram devidamente pesados em balança previamente calibrada.

Após o diagnóstico, a geração de cada resíduo foi avaliada através de análise comparativa dos indicadores ambientais estabelecidos pelo ECOTIME. Também, os resíduos foram classificados conforme a norma NBR ABNT 10004 de 2004.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diagnóstico dos resíduos sólidos da produção de calçados

Após estudo do processo produtivo e identificação dos resíduos sólidos gerados em cada etapa do processo produtivo do calçado, conforme Figura 2, o ECOTIME definiu então os seguintes indicadores ambientais:

- Quantidade de resíduos absoluta, a qual demonstra o desempenho após um determinado período de tempo. É um indicador comparativo medido em kg,
- Quantidade de resíduos relativa à produção medida em kg/par de calçado e
- Eficiência de consumo de matérias-primas. É uma medida percentual que compara o resíduo gerado com a quantidade de determinado material abastecido. O cálculo de eficiência foi estabelecido pelo ECOTIME como a relação entre a diferença da massa de matéria-prima abastecida e da massa de resíduos gerados e descartados, divididos pela massa da matéria-prima.

Recebimento Matérias-Primas	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais: linhas, couros, tecidos, sintéticos, linhas, panos, estopas, produtos químicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Resíduos: embalagens plásticas, de papelão, metálicas, paletes, estrados, fitas e cordões de embalagens
Pré-fabricado	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais: couro, couro sintético, espumas, tecidos, borrachas para solado • Insumos: navalhas, cepos de balancin, embalagens plásticas, atilhos, energia 	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos: cortes dos cabedais, forrações, reforços, solados, todos embalados • Resíduos: aparas das matérias primas, sucata das navalhas, sucatas plásticas dos cepos de balancin
Abastecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais: pré-fabricados, couraças, contrafortes 	<ul style="list-style-type: none"> • Resíduos: embalagens plásticas, atilhos
Chanfração	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais: cabedais de couro, forros sintéticos, couraças e contrafortes • Insumos: energia elétrica, navalhas e óleos lubrificantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos: cabedais chanfrados aderidos com a couraça e contraforte • Resíduos: aparas de couro, e de outros materiais chanfrados, navalhas com defeito, embalagem de óleo
Preparação	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais: cabedais chanfrados, forros, fitas adevivas, espumas • Insumos: energia elétrica, pincel, adesivo, esponja, estopas 	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos: cabedais aderidos no forro e reforços • Resíduos: pincéis, embalagens de adesivo, esponja, estopas
Costura	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais: cabedais aderidos no forro e reforços • Insumos: energia elétrica, navalhas, linhas, agulhas e óleo lubrificante 	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos: cabedais costurados • Resíduos: aparas de couro e de outros materiais refilados, navalhas, embalagem de óleo, agulhas, linhas, fitas
Montagem	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais: cabedais costurados, palmilha de montagem • Insumos: energia elétrica, adesivo termofusível, fôrma 	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos: cabedal montado na forma com a palmilha • Resíduos: restos de adesivo termofusível
Asperação	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais: cabedal montado na forma com a palmilha • Insumos: energia elétrica, lixas 	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos: cabedal asperado • Resíduos: lixas, poeira de couro, de sintético e de papelão
Colagem do solado	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais: cabedal montado na forma com a palmilha, já asperado, solado • Insumos: energia elétrica, adesivo base água, esponja, tecido, pote para aplicação, papelão de proteção 	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos: cabedal unido ao solado e desenformado • Resíduos: esponjas e panos sujos de cola, adesivo perdido, papelão, pote
Pregar salto e colar	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais: cabedal unido ao solado e desenformado, palmilha • Insumos: energia elétrica, pregos e parafusos 	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos: sapato semi-acabado • Resíduos: metais e sintéticos
Acabamento	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais: sapato semi-acabado, caixa de papelão, papel de seda • Insumos: tintas, antiks, escovas, esponjas e tecidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos: sapato pronto • Resíduos: tecidos e esponjas contaminados, embalagens de papel, potes de tintas e restos de tintas

Figura 2 - Fluxograma qualitativo intermediário das Entradas: matéria-prima e insumos e Saídas: produtos e resíduos.

A Tabela 1 apresenta os resíduos (fábrica 1), fábrica de sandálias (fábrica 2) e levantamento de dados (10 dias). gerados nos setores de corte, costura e fábrica de sapatos fechados (fábrica 3) durante o período estabelecido para o montagem das três fábricas: fábrica de botas

Tabela 1 - Quantidade absoluta de resíduos de todos os setores das fábricas 1, 2 e 3 gerados no período de 10 dias.

Tipo do resíduo	Indicador absoluto: Quantidade de Resíduos (kg)			
	Fábrica 1	Fábrica 2	Fábrica 3	Total do resíduo
Couro	568,0	581,8	359,7	1509,5
Forro Sintético	208,4	51,9	80,6	340,9
Panos de limpeza	34,8	20,9	40,2	95,9
Couraça	46,3	0,0	39,2	85,5
Espuma palmilha	27,7	8,5	39,7	75,9
Adesivo (Base Solvente)	48,4	11,5	3,5	63,4
Reforço simples	22,1	4,0	29,5	55,6
Avesso	29,3	0,1	25,4	54,8
Palmilhas internas	30,0	3,9	7,5	41,4
Malha reforço	22,3	-	0,2	22,5
Armação	16,8	1,8	0,2	18,8
Adesivo (Base água)	3,8	11,0	1,7	16,5
Poeira de lixa	6,2	0,5	9,3	16,0
Adesivo Hot Melt	4,5	-	11,3	15,8
Creme de acabamento	5,0	0,4	5,0	10,4
Fitas adesivas	0,3	5,6	1,4	7,3
Enchimento	5,3	-	-	5,3
Esponjas	1,5	1,0	1,8	4,3
Linhas	0,8	0,3	0,0	1,1
Parafusos	0,8	-	0,0	0,8
Solventes de limpeza	0,8	-	-	0,8
Elástico	0,3	0,0	0,0	0,3
Zíper	0,3	0,0	0,0	0,3
Pregos	0,2	-	0,0	0,2
TOTAIS	1.083,9	703,2	656,2	2.443,3

É visível, através da Tabela 1, que o couro é o material de maior geração de resíduos em quantidade absoluta seguido do forro sintético, dos panos de limpeza e das couraças. O ranking dos resíduos mais gerados nas três fábricas encontra-se na

Figura 3 em quantidades absolutas. De acordo com esta graduação, os resíduos com maior porcentagem de geração são: aparas de couro, aparas de forro sintético, panos de limpeza contaminados, aparas de couraça, espumas de palmilhas, sobras de adesivos à

base de solvente orgânico, sobras de reforços simples, sobras de palmilhas internas, sobras de reforços simples e sobras de adesivos à base de água.

Fábrica 1	Fábrica 2	Fábrica 3	Geral
•Couro (52,4%)	•Couro (82,7%)	•Couro (54,8%)	•Couro (61,8%)
•Forro sintético (19,2%)	•Forro sintético (7,4%)	•Forro sintético (12,3%)	•Forro sintético (14,0%)
•Adesivo B. Solvente (4,5%)	•Panos de Limpeza (3,0%)	•Panos de Limpeza (6,1%)	•Panos de Limpeza (3,9%)
•Couraças (4,3%)	•Adesivo B. Solvente (1,6%)	•Espuma Palmilha (6,0%)	•Couraças (3,5%)
•Panos de Limpeza (3,2%)	•Adesivo B. Água (1,6%)	•Couraças (6,0%)	•Espuma Palmilha (3,1%)
•Palmilhas internas (2,8%)	•Espuma Palmilha (1,2%)	•Reforço simples (4,5%)	•Adesivo B. Solvente (2,6%)
			•Reforço simples (0,9%)

Figura 3 - Porcentagem em peso dos seis resíduos mais gerados por fábrica e no geral da empresa.

No entanto, a quantidade relativa de resíduos em quantidades totais na empresa, isto é, somando-se as fábricas 1, 2 e 3 em termos de produção e de geração de resíduos são apresentados na Tabela 2. Observa-se que os cinco maiores resíduos gerados por 100 pares de calçado são: aparas de couro, forro sintético, panos de limpeza, aparas de couraça e espumas de palmilha, de modo similar ao indicado pelo indicador absoluto anterior. O somatório dessas quantidades representa mais de 86% dos resíduos gerados nas linhas de produção.

O indicador relativo é mais relevante, visto que, no momento em que a produção aumenta, a tendência da geração de resíduos é aumentar em termos absolutos. Porém, com o estabelecimento de controles mais específicos sobre a produção e a geração de resíduos, a tendência é que a proporção

de resíduos por unidade produzida seja menor. Em outros termos, se num ano fosse produzido a quantidade de 500.000 pares de calçados com a geração de 500 toneladas de resíduos, haveria uma proporção de 1 kg de

resíduo por par de calçado. Em contrapartida, se a produção aumentar para 750.000 pares anuais e a geração de resíduos for de 700 toneladas ao ano, a proporção ficaria menor que 1 kg por par de calçado.

Tabela 2 - Quantidade relativa de resíduos geral da produção da empresa

Tipo do resíduo	Produção total de 29.076 pares	
	Resíduo (kg)	Indicador Relativo (kg/100 pares)
Couro	1509,5	5,192
Forro Sintético	340,9	1,172
Panos de limpeza	95,9	0,330
Couraça	85,5	0,294
Espuma palmilha	75,9	0,261
Adesivo (Base Solvente)	63,4	0,218
Reforço simples	55,6	0,191
Avesso	54,8	0,188
Palmilhas internas	41,4	0,142
Malha reforço	22,5	0,077
Armação	18,8	0,065
Adesivo (Base água)	16,5	0,057
Poeira de lixa	16,0	0,055
Adesivo Hot Melt	15,8	0,054
Creme acabamento	10,4	0,036
Fitas adesivas	7,3	0,025
Enchimento	5,3	0,018
Esponjas	4,3	0,015
Linhas	1,1	0,004
Parafusos	0,8	0,003
Solventes de limpeza	0,8	0,003
Elástico	0,3	0,001
Zipper	0,3	0,001
Pregos	0,2	0,001
TOTAIS	2.443,3	8,403

Outro indicador relativo definido pelo ECOTIME foi a eficiência de consumo de matérias-primas. A eficiência no consumo de matérias-primas tem relação direta com o tipo de material utilizado e a qualificação da mão-de-obra aplicada no processo. É uma medição percentual que compara o resíduo gerado com a quantidade de um determinado material abastecido.

Conforme a Tabela 3, na classificação geral, as menores eficiências de consumo de matéria-prima estão nos insumos como solventes, panos de limpeza e esponjas de aplicação de produtos químicos. As matérias-primas propriamente ditas, tais como couro, forros, reforços, espumas estão em nível intermediário de eficiência. Couro, forros sintéticos e couraças, apesar de serem os produtos com maior quantidade absoluta de resíduos, não são os materiais que apresentam as maiores perdas no processo. Os materiais auxiliares como pregos, linhas, fitas adesivas e parafusos são os que têm maior aproveitamento, acima de 90% do que é abastecido é utilizado no calçado.

Tabela 3 - Apresentação do indicador absoluto comparado ao indicador relativo de eficiência no consumo de matérias-primas.

Resíduos	Abastecimento (kg)				Indicador absoluto: Resíduo Total (kg)	Indicador relativo: eficiência de matéria-prima (%)
	Fábrica 1	Fábrica 2	Fábrica 3	Total (kg)		
Solventes de limpeza	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	0,0
Panos de limpeza	34,8	24,3	40,2	99,3	95,9	3,4
Esponjas	4,5	1,6	2,8	8,9	4,3	51,7
Creme acab.	8,8	5,8	12,0	26,6	10,4	60,9
Couraça	143,7	0,0	92,2	235,9	85,5	63,8
Adesivo Hot Melt	12,1	0,0	32,9	45,0	15,8	64,9
Couro	2.369,3	850,1	1.196,4	4.415,8	1.509,5	65,8
Forro Sintético	606,7	144,6	255,5	1.006,8	340,9	66,1
Palmilhas internas	101,8	14,4	26,5	142,7	41,4	71,0
Enchimento	20,1	0,0	0,0	20,1	5,3	73,6
Reforço simples	67,3	19,2	141,4	227,9	55,6	75,6
Espuma palmilha	84,2	113,0	129,1	326,3	75,9	76,7
Avesso	147,5	17,2	90,8	255,5	54,8	78,6
Adesivo (B. Solv)	90,4	86,3	119,2	295,9	63,4	78,6
Malha reforço	109,6	0,0	3,0	112,6	22,5	80,0
Armação	116,1	5,1	1,5	122,7	18,8	84,7
Fitas adesivas	24,5	30,1	32,5	87,1	7,3	91,6
Adesivo (B. água)	89,2	81,3	91,0	261,5	16,5	93,7
Parafusos	2,0	15,1	19,4	36,5	0,8	97,8
Elástico	16,2	0,0	1,5	17,7	0,3	98,3
Linhas	27,7	23,4	28,7	79,8	1,1	98,6
Zipper	42,0	0,0	0,0	42,0	0,3	99,3
Pregos	2,0	43,9	42,5	88,4	0,2	99,8
Poeira de lixa	-	-	-	-	16,0	-
TOTAIS	4.121,3	1.475,4	2.359,1	7.955,8	2.443,3	69,3

Nas três fábricas, o resíduo de menor aproveitamento foi oriundo dos panos de limpeza. O couro é o segundo maior desperdício na fábrica 2, enquanto que, nas fábricas 1 e 3, este material se apresenta em posições intermediárias. Pode-se observar que materiais de apoio como solventes, panos e esponjas apresentam percentual de descarte maior do que a matéria-prima, pois, como sua função é de aplicar algum componente ao calçado, após sua saturação, o mesmo é rejeitado. Apesar das pequenas

quantidades absolutas desses materiais, eles são impregnados com produtos químicos e podem gerar contaminações de outros subprodutos, aumentando a quantidade de resíduos classe I, perigosos. A maior quantidade de resíduo classe I, perigoso, é de aparas de couro, seguido de panos contaminados, sobras de produtos químicos (cremes e adesivos) e seus sistemas de aplicação no calçado. Já os resíduos de classe IIA são liderados, em termos de quantidade, pelos forros sintéticos e outros componentes.

Geração das oportunidades de PmaisL

As ações de PmaisL priorizaram os resíduos que apresentaram as maiores quantidades absolutas, as maiores quantidades relativas e as menores eficiências no consumo de matérias-primas, além dos resíduos perigosos, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Resíduos sólidos da indústria calçadista que foram priorizados nas ações de PmaisL.

Resíduos Sólidos	Justificativa para priorização	Classificação (ABNT NBR 10.004)
Couro	<ul style="list-style-type: none"> • Grande geração absoluta • Grande geração relativa 	Classe I
Forro Sintético	<ul style="list-style-type: none"> • Grande geração absoluta • Grande geração relativa 	Classe IIA
Panos de limpeza	<ul style="list-style-type: none"> • Grande geração relativa • Baixa eficiência no consumo 	Classe I
Esponjas	<ul style="list-style-type: none"> • Grande geração relativa • Baixa eficiência no consumo 	Classe I
Creme de acabamento	<ul style="list-style-type: none"> • Grande geração relativa 	Classe I
Couraças	<ul style="list-style-type: none"> • Grande geração relativa • Baixa eficiência no consumo 	Classe IIA
Espuma de palmilha	<ul style="list-style-type: none"> • Grande geração relativa 	Classe IIA
Adesivo base solvente	<ul style="list-style-type: none"> • Grande geração relativa 	Classe I
Outros componentes gerados no corte	<ul style="list-style-type: none"> • Grande geração absoluta • Grande geração relativa • Baixa eficiência no consumo 	Classe IIA
Adesivo termoplástico	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa eficiência no consumo 	Classe IIA

O couro é o resíduo gerado em maior quantidade absoluta e em maior quantidade relativa. Além disso, o resíduo de couro pertence à classe I e é a matéria-prima de maior valor agregado no calçado e de pequena uniformidade em termos de qualidade. Os defeitos encontrados na pele fazem a qualificação da mesma. Estes defeitos reduzem a área útil do couro o que contribuiu para a geração do resíduo. Como medida

direta, a opção para PmaisL no couro é a aquisição de um produto de qualificação melhor o qual irá gerar menor quantidade de resíduo devido ao melhor aproveitamento das peles compradas. Outra oportunidade de PmaisL para o couro está relacionada com seu corte. Este processo envolve a destreza e profissionalismo do cortador. A sua acuidade visual é extremamente importante para que possa distinguir diferenças de cores e

defeitos, além de garantir um excelente posicionamento da navalha na pele. Por ser um processo manual envolvendo navalhas e balancim, o ponto de visão do operador interfere diretamente na operação do corte.

Além disso, a espessura das navalhas e as opções de posicionamento das mesmas na pele (encaixe) também interferem na geração de resíduos. Sugere-se, portanto, a substituição do processo manual por um

processo automatizado que utiliza pequenas facas ou laser sob uma mesa especial de corte. Esta mudança beneficia o meio ambiente, pois economiza matérias-primas. Na Figura 4, encontra-se exemplo de modelagem do corte feita por computador e manualmente no balancim tipo ponte.

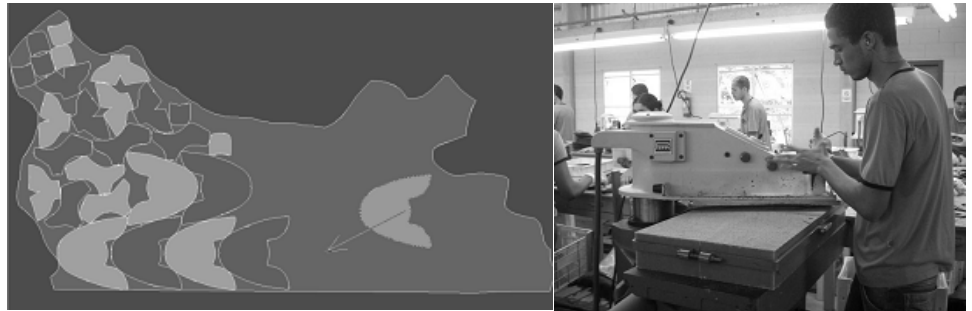


Figura 4 - Modelos de posicionamento de navalhas na pele (Fonte: empresa estudada)
a) automatizado por computador
b) manual no balancim ponte

Os forros sintéticos e os tecidos são recebidos na empresa em rolos com 1,5 metros de largura e 30 metros de comprimento. Para seu corte, são divididos em peças de 4 metros de comprimento e empilhados em camadas, com número par delas. A paridade das camadas é importante para que se cortem as peças para os dois pés do calçado de uma única vez, economizando tempo. Os rolos de materiais têm sua largura não paralela e nem linear, com aproximados 1,5m. Já os balancins ponte, onde os rolos cortados, têm largura de uso de 1,4m. Estes dois fatores contribuem para a geração de resíduos. Assim, a oportunidade de PmaisL sugerida para os forros sintéticos e tecidos é comprar os rolos de materiais com 1,4m de largura e suas bordas paralelas. Também, verificou-se que o operador do balancim ponte não estava treinado para regulação do seu equipamento, desperdiçando quantidades significativas de materiais (15%) devido ao corte imperfeito. O treinamento pode reduzir as perdas de materiais defeituosos e economizar matérias-primas a um custo bastante baixo.

A limpeza das áreas, equipamentos,

ferramentas e operações do calçado é prática corriqueira na indústria calçadista. Os operadores utilizam grande quantidade de panos para limpar suas mesas, máquinas e o próprio calçado. Não há controle na liberação de panos de limpeza por parte do almoxarifado. O descarte dos panos aumenta a quantidade de resíduos gerada, principalmente pela contaminação de materiais não perigosos pelos perigosos. Existem, no mercado, empresas que fornecem panos de limpeza retornáveis, isto é, não descartáveis. Essas empresas fornecem uma quantidade determinada de panos de limpeza para o cliente, que distribui os mesmos nas suas atividades de acordo com suas necessidades. Porém, após o uso, estes não são descartados, mas devolvidos ao fornecedor que os lava e devolve para novo uso. A economia recorrente é na redução dos resíduos, bem como a redução referente a não contaminação de outros materiais pelos panos sujos. Além disso, não há aquisição dos panos, apenas o aluguel dos mesmos. Isto reduz em 100% o descarte de panos no meio ambiente.

As esponjas são também insumos

importantes na indústria de calçados. Com elas são aplicados adesivos à base de água e produtos de acabamento, como cremes e xampus. Na empresa estudada verificou-se que as esponjas eram usadas de forma inadequada e incompleta. Os cubos de esponjas utilizados para aplicação de cremes tinham dimensões aproximadas de 15 cm de altura por 15 cm de largura e 20 cm de profundidade. Além do tamanho, eram usadas em apenas um dos 4 vértices e em apenas uma das 6 faces. Sugere-se que as esponjas sejam compradas diretamente em cubos 5 cm de altura por 7 cm de largura e 6 cm de profundidade. O tamanho menor não interfere na aplicação dos produtos químicos e reduz em 94% o tamanho das peças e, com isso, diminui a geração de resíduos de espumas contaminadas. Além do tamanho, outra fonte de perdas era o uso de apenas um dos 8 vértices da esponja na aplicação de cremes. O uso sugerido, para evitar a saturação da esponja muito rapidamente é usar 4 vértices em pontos opostos. A Figura 5 mostra modelo de esponja usada de forma inadequada e o sugerido.

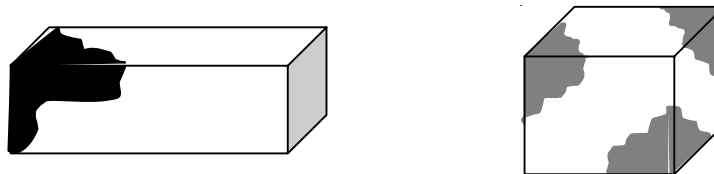


Figura 5 - Modelo de esponja usada na indústria de calçado
a) de forma inadequada (antes da PmaisL)
b) forma adequada (depois da PmaisL).

O creme de acabamento tem a função de fechar os poros do couro e promover brilho no mesmo, após um polimento adequado. Os cremes são aplicados por esponjas, conforme visto anteriormente. As perdas de creme estão relacionadas à secagem e cura do mesmo. Para aplicação do creme, além da esponja, utilizam-se frascos plásticos de boca larga, com altura de 7,5cm e 10 cm de diâmetro. Essa área de contato com o ar, durante as trocas de turno, faz com que o produto seque e seja necessário remover a camada superficial do mesmo. Além disso, há muitas perdas nas esponjas que são mal utilizadas. Sugere-se que os frascos plásticos utilizados na aplicação do creme sejam trocados por dois outros tipos de frascos. O primeiro frasco, com tampa, armazenaria uma quantidade maior de creme e o segundo, um frasco baixo com no máximo 1cm de altura, seria usado para umedecer a esponja no creme. Quando as atividades encerram, a quantidade do frasco menor pode ser guardada no frasco

maior, ou ainda, o operador, com a prática, consegue verificar sua necessidade de creme e controlar o consumo para que no final do expediente não ocorram sobras. Assim há a redução imediata no consumo, bem como a redução de resíduo classe I (perigoso) gerado e que pode contaminar outros materiais, se operado de forma inadequada.

As couraças, peças utilizadas para reforçar e moldar o bico do calçado, são compradas em chapas quadradas de 1,4 m de largura com aproximados 1,0 mm de espessura. As chapas devem ser cortadas nos balancins ponte no formato desejado e posteriormente ter suas bordas chanfradas para possibilitar a costura do cabedal nas outras peças. As operações de corte e a chanfração originam os resíduos de couraça. Como o resíduo da couraça é reciclável, à base de polietileno, é oportuno adquirir o produto pronto do fornecedor, mesmo que o custo seja um pouco maior. Com isso, economiza-se na mão-de-obra para compras, almoxarifado, corte e chanfração, além de

reduzir a quantidade de resíduo gerado. Além disso, as aparas do material das couraças são revendidas ao próprio fabricante, acarretando despesa com frete de retorno.

Os adesivos termoplásticos são utilizados nas máquinas de apontar para que o bico do calçado fique aderido à palmilha de forma adequada e uniforme. A injeção do adesivo é feita pelo bico injetor. Verificou-se que o bico injetor utilizado não possuía vincos suficientes para distribuir completamente o adesivo fundido no couro e na palmilha. Com isso, era injetada uma quantidade maior de adesivo que formava rebarbas de cola reticulada que é descartada. Essas sobras de adesivos representavam cerca de 1,5 kg para cada rolo de 4 kg abastecido, isto é, entre 33% e 37% de desperdício direto. Criou-se um novo bico injetor, conforme a Figura 6, em bronze, que tem vincos maiores e orifícios menores. Necessita, portanto, menos adesivo fundido para efetuar a colagem, reduzindo as perdas para 12%.

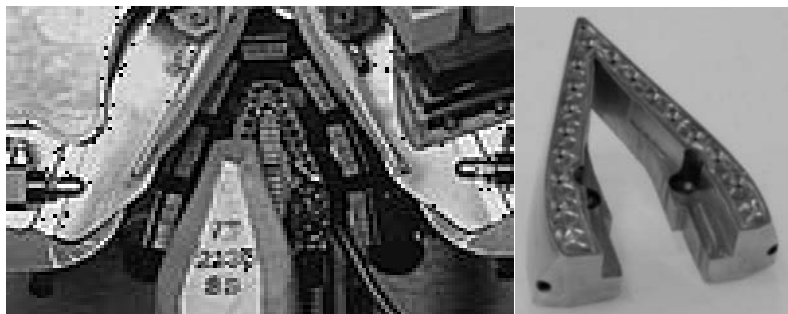


Figura 6 - Bico injetor e um sapato com o bico já apontado. No detalhe, à direita, o novo bico injetor desenvolvido (Fonte: ECOTIME)

Com relação aos outros resíduos dos componentes do calçado gerados na operação de corte, como a espuma de palmilha, sugere-se o treinamento dos operadores como medida de PmaisL. Na empresa estudada, o supervisor do setor tem conhecimento pleno das atividades e equipamentos utilizados, bem como tem condições de repassar ao operador, sendo necessário apenas o acompanhamento do funcionário na execução da tarefa. Como o treinamento ocorre com o pessoal já existente no local (supervisor), não há custos de mão-de-obra.

Encontra-se também em desenvolvimento um novo adesivo (à base de

água) que possa substituir o adesivo à base solvente.

Análise dos Ganhos Ambientais e Econômicos das Oportunidades

Algumas das oportunidades de P+L foram selecionadas para implantação, outras, devido ao tempo de retorno financeiro muito alto, foram descartadas momentaneamente pela empresa. Cabe, no entanto, salientar que as oportunidades de P+L que ainda não foram implantadas na empresa de estudo podem ser implantadas em outras indústrias do ramo, dependendo do perfil e produtividade da mesma.

A aquisição de couros de melhor qualidade é tecnicamente viável, pois podem ser encontrados no mercado. Sabe-se que os couros de melhor classificação apresentam menos defeitos e, assim, deverão gerar menos resíduos. No entanto, a cada aumento do índice de qualidade do couro, o custo do material aumenta em torno de 25%. Testes devem ser ainda realizados para garantir que o couro de melhor qualidade diminua os custos com a geração de resíduos de modo a compensar seu custo mais elevado sem repassá-lo ao consumidor. Com relação à utilização de equipamento automatizado para o corte do couro, pode-se afirmar que a redução da interferência humana no

processo gera, comprovadamente, uniformidade no processo, reduzindo a geração de resíduos pelo melhor encaixe das peças no couro e pela redução de margens de corte necessários com o uso de navalhas, apresentando uma eficiência de aproveitamento do couro 15% maior. Outra vantagem é que a máquina automática corta o couro 30% mais rápido que o ser humano. Após análise do investimento para compra de 21 máquinas automáticas, necessárias para manter o nível de produtividade atual, e dos ganhos com a venda dos equipamentos atualmente usados na seção de corte, além da redução nos custos de mão-de-obra, consumo de couro e custos na destinação de resíduos, obteve-se um tempo de retorno do investimento inicial em torno de 15 anos, dependendo da taxa cambial, uma vez que a máquina é importada.

A alteração na aquisição da matéria-prima de forros e tecidos deixará de gerar em torno de 20% do resíduo atualmente gerado, pois não há necessidade de cortar as rebarbas desta matéria-prima. No entanto, o custo da compra do material aumentaria 3%, valor este que superaria o somatório dos custos com a redução de mão-de-obra para preparação de chapas de tecidos e de disposição dos resíduos. Porém, o treinamento do operador para o corte dos tecidos e forros foi uma prática simples através da qual detectou-se que 15% do material já cortado e pronto para a produção era descartado, havendo, portanto, ganhos ambientais imediatos sem custos para a empresa. Através da detecção desta falha de procedimento operacional, obtiveram-se ganhos em torno de R\$1.000,00 mensais.

A redução no tamanho e maior uso da esponjas foi uma oportunidade implantada imediatamente, pois verificou-se que não há alteração na qualidade do processo de aplicação de adesivos e cremes. Com a mudança, houve redução do consumo de esponjas e redução na geração deste tipo de resíduo em torno de 90% que também deixou de contaminar outros resíduos que entravam em contato com as esponjas sujas, tornando-os também resíduos de classe I. Somando-se ainda a eliminação dos custos de transporte e disposição deste resíduo, houve uma economia anual de R\$9.000,00.

A oportunidade de aquisição de

panos de limpeza através de empresa que também promove a limpeza dos mesmos, após seu uso, gera uma redução dos custos de transporte e disposição dos mesmos. Entretanto, o custo de aquisição destes panos é 100% maior. Assim, há ganhos ambientais, considerando que a empresa lave os panos com utilização de processo ecológico, porém não há ganhos econômicos que justifiquem ainda a implantação desta proposta.

A oportunidade relacionada à compra de couraças prontas também foi implantada devido aos benefícios econômicos e ambientais. O custo para a produção de 96.000 pares de couraça por mês era de R\$54.000,00, considerando os custos com matéria-prima, mão-de-obra, energia elétrica e tratamento do resíduo. O fornecedor externo vende a R\$48.000,00 por mês utilizando um processo com menor geração de resíduos. Assim, houve economia anual de R\$72.000,00.

A alteração do bico injetor de adesivo termoplástico da máquina de apontar, bem como a troca de um adesivo de menor viscosidade trouxe uma redução de 33% de resíduo de adesivo termoplástico. Além da economia direta pela aquisição de um adesivo de custo menor e mais adequado ao processo de R\$4000,00 mensais, há também redução nos custos referentes à geração de resíduos e sua disposição no valor de R\$2500,00 mensais. O tempo de retorno do investimento para o desenvolvimento do bico injetor foi de 1,3 dias.

Através de uma análise crítica das propostas de P+L implantadas, pode-se comprovar que as indústrias ainda almejam, como principal meta, obter ganhos econômicos em curto prazo na implantação de medidas viáveis tecnicamente que reduzam o consumo de matérias-primas e a geração de resíduos.

CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou um diagnóstico dos resíduos sólidos de uma indústria calçadista, além da geração de oportunidades de P+L e a caracterização dos benefícios ambientais e econômicos que estas oportunidades podem trazer. Pode-se concluir que:

1. O diagnóstico, realizado de forma

amostral neste estudo de caso, revelou que o resíduo de couro, além de ser a maior quantidade absoluta e relativa de resíduos, é também o resíduo perigoso de maior geração. Porém, o couro não é o material com menor eficiência no consumo. Os insumos são os materiais percentualmente mais descartados, constituindo-se de panos de limpeza e esponjas, além de produtos químicos.

2. Após análise dos resultados do diagnóstico, algumas oportunidades de PmaisL foram geradas, as quais priorizaram os resíduos que apresentaram as maiores quantidades absolutas, as maiores quantidades relativas e as menores eficiências no consumo de matérias-primas, além dos resíduos perigosos. As oportunidades englobaram a substituição de matérias-primas e equipamentos de processo, além da alteração nos procedimentos de produção.

3. A alternativa para redução dos resíduos de couro propôs a substituição de matéria-prima para uma de melhor qualidade, além da utilização de equipamento de corte automático. No entanto, no momento esta alternativa não se mostrou viável economicamente para a empresa.

4. A substituição da matéria-prima de forros e tecidos também não se mostrou viável no momento. Entretanto, a constatação de uma falha no procedimento operacional reduziu em 15% os resíduos desta matéria-prima acarretando ganhos de R\$12.000 anuais.

5. A execução de medida relativamente simples como a redução do tamanho das esponjas e maior uso das mesmas na aplicação dos cremes de acabamento gerou uma economia anual de R\$9.000,00, além de reduzir a geração deste resíduo em 90%.

6. A modificação da matéria-prima das couraças reduziu a praticamente 100% os resíduos, acarretando em uma economia de R\$72.000,00 anuais.

7. O desenvolvimento de um novo bico injetor de adesivo termoplástico para as máquinas de apontar e a substituição do adesivo por outro mais adequado ao processo trouxe uma economia de R\$78.000,00 anuais e uma diminuição em

33% da geração deste resíduo.

8. A PmaisL mostrou-se, portanto, como uma boa ferramenta de auxílio na gestão empresarial de resíduos industriais, gerando ganhos financeiros e com grande cunho ambiental na indústria calçadista, foco deste estudo de caso. A implantação das oportunidades de PmaisL identificadas justificam-se através de pequenos investimentos visando o conhecimento do processo, formação de equipes de análise, criação de uma filosofia de melhoria contínua e, quando necessário e viável, substituição de materiais, processos e equipamentos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Sindicato das Indústrias Calçadistas da cidade de Sapiranga/RS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABICALÇADOS, Associação Brasileira da Indústria de Calçados, Pólos Produtivos, 2007, disponível no site: www.abicalçados.com.br.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Classificação dos Resíduos Sólidos. NBR 10004, 2004.

ANDRES, Luiz Fernando. **A Gestão Ambiental em indústrias do vale do Taquari: vantagens com o uso das técnicas de Produção Mais Limpa**. 83f. Dissertação de Mestrado em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CNTL, CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS, Implementação de Programas de Produção mais Limpa, SENAI-RS/UNIDO/INEP, Porto Alegre / RS, 42 p., 2003, disponível no site [www.senairs.org.br /cntl](http://www.senairs.org.br/cntl).

CENTRO TECNOLÓGICO DO COURO, CALÇADOS E AFINS e SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **A fabricação do calçado**. Novo Hamburgo, CTCCA; Sebrae, Série Couro Calçados e Afins, v. 3, 43 p., 1994.

FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental. **Inventário Nacional de Resíduos Sólidos**. Porto Alegre/RS. FEPAM, 100p., 2002.

FURTADO, J. S.; FURTADO, M. C. **Produção Limpa**. 2 Ed., 1998. In: CONTADOR, J.C. **Gestões de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**, São Paulo: E. Edgar Blücher, cap.23, p. 317-329, 1998.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**, 4ª. Edição Atlas, São Paulo, 2002.