

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

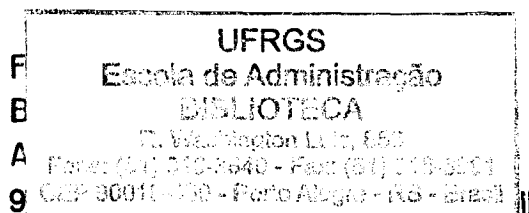
**CAPACIDADE TECNOLÓGICA E GESTÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS: ESTUDO DE
CASOS EM EMPRESAS CALÇADISTAS
DO VALE DO SINOS**

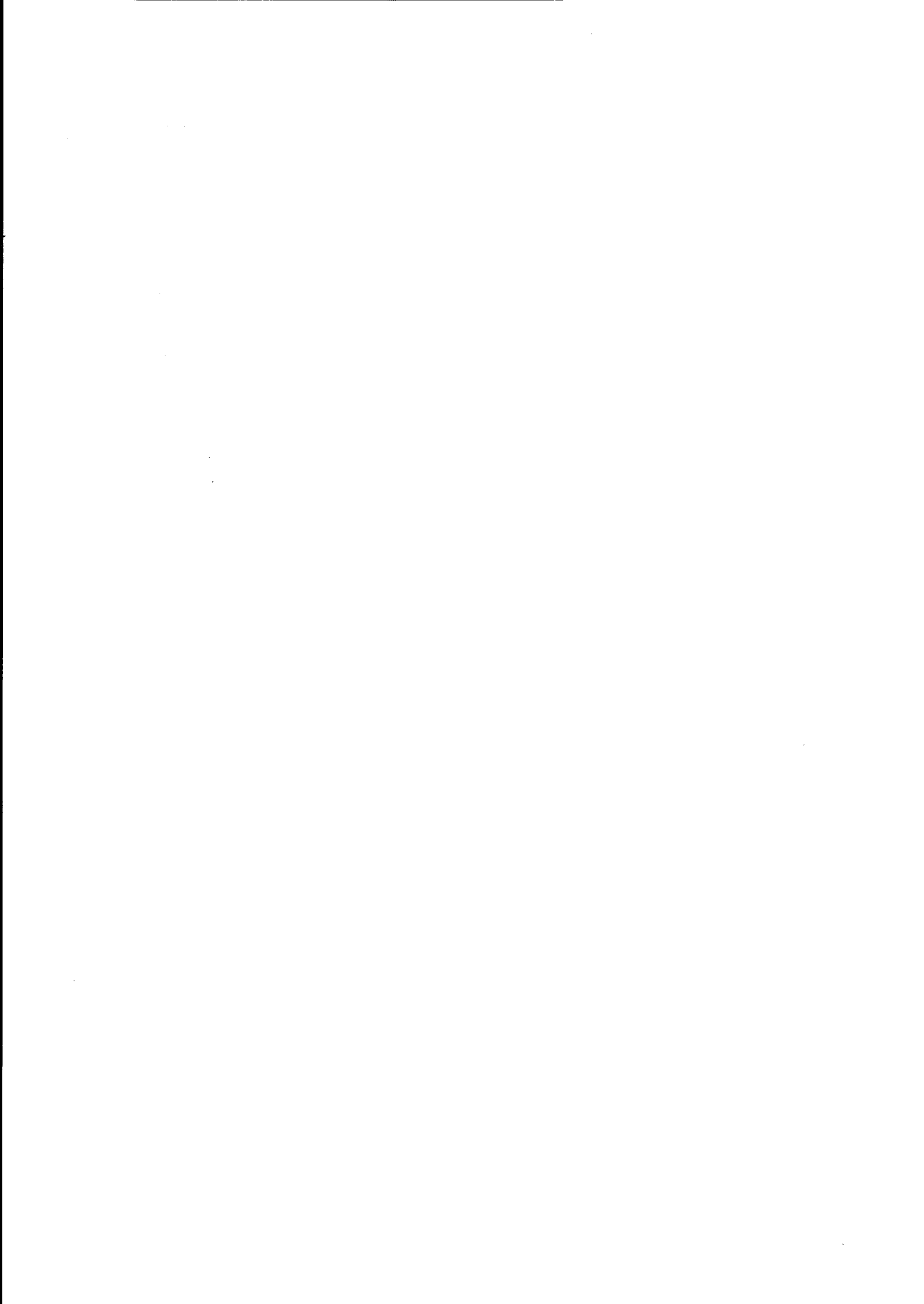
Cláudia Viviane Viegas

Orientadora: Edi Madalena Fracasso

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração (PPGA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração

Porto Alegre, junho de 1997





COMISSÃO EXAMINADORA

Edi Madalena Fracasso

Profª Orientadora

Paulo Antônio Zawislak

Prof. Examinador

Luiz Antônio Slongo

Prof. Examinador

José Wagner Kaehler

Prof. Examinador

AGRADECIMENTOS

Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul – Comissão de Saúde e Meio Ambiente

Associação Brasileira das Indústrias de Calçados (Abicalçados)

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT-RS)

Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL/Senai)

Centro Tecnológico de Polímeros (Cetepo/Senai-RS)

Centro Tecnológico do Couro, Calçados e Afins (CTCCA)

Centro Tecnológico do Calçado/Senai-RS

Centro Tecnológico do Couro/Senai-RS

Escola de Engenharia – Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Faculdade de Direito da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS)

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler (FEPAM-RS)

Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul (Cientec)

Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (IPCT/PUC-RS)

Ministério Público do Rio Grande do Sul – Coordenadoria das Promotorias de Defesa Comunitária

Prof. Aloísio Ely

Prof. Ênio Klein, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos-RS)

Prof. Eugênio Cánepa (Cientec-RS)

Prof. Fausto Girola, Centro Tecnológico do Calçado/Senai-RS

Prof. Renato Noer, Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Promotora Sílvia Capelli, Ministério Público do Rio Grande do Sul

PJS Geologia

Riocell

Tecnólogo Luís José Coelho, Associação Brasileira dos Técnicos em Calçados (ABTC)

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos-RS)

Agradecimentos especiais

Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

Programa de Pós-graduação em Administração (PPGA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Núcleo de Gestão da Inovação Tecnológica (NITEC) do PPPGA/UFRGS

Professores Edí Madalena Fracasso, pela orientação e paciência; Paulo Antônio Zawislak, pelas sugestões de melhoria, durante o projeto; Luiz Antônio Slongo, pelas correções; e José Wagner Kaehler, pelo estímulo.

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado a todos os que, direta ou indiretamente, trabalham pela melhoria da qualidade do meio ambiente, em especial a **Carlos Cardoso Aveline**, ecologista.

RESUMO

O gerenciamento ambiental tem sido visto, especialmente desde o início da atual década, como uma ferramenta de competitividade. Isto tem ocorrido no contexto da globalização dos mercados, onde as regulamentações de comércio influenciam de modo determinante as vantagens competitivas ligadas à diferenciação de produto e à redução de custos.

As empresas que se preocupam com a melhoria de seu nível de competitividade, aumentando continuamente sua capacidade tecnológica – vista como a soma dos conhecimentos e habilidades de seus trabalhadores e gerentes – tendem a adotar gerenciamento ambiental. Isto sugere a existência de vínculos entre capacidade tecnológica e gestão ambiental. Este estudo propõe um modelo de análise de capacidade tecnológica e de gestão de resíduos sólidos para a indústria calçadista.

No Vale do Sinos, maior aglomerado brasileiro de produção de calçados, os altos índices de geração de resíduos sólidos industriais, em consequência dos elevados níveis de perda de matérias-primas no processo produtivo, são um problema econômico e ecológico para as empresas da região. Dois fatores agravam este quadro: a grande variedade de geração de resíduos sólidos e a disposição irregular em áreas ou aterros sem licença. Além disto, ainda não foram concluídos estudos atualizados capazes de apontar exatamente as quantidades, os tipos e o destino dos resíduos gerados pelas fábricas de calçados da região. Estes fatos nos permitem supor que a maioria das empresas do aglomerado não conta com gerenciamento de resíduos sólidos estruturado.

O estudo de dois casos evidenciou que as empresas, apesar de enquadráveis no mesmo nível de capacidade tecnológica, apresentam diferenças de desempenho tecnológico entre si que podem afetar os resultados em termos de gerenciamento de resíduos sólidos industriais. Os resultados da pesquisa sugerem que melhorias promovidas na capacidade tecnológica podem condicionar, mas não necessariamente determinar o bom desempenho em termos de gerenciamento de resíduos sólidos nas empresas. Constatou-se ainda a necessidade de testar o modelo proposto antes de submetê-lo a um maior número de casos, a fim de ratificar ou alterar seus indicadores e atribuir graus de importância aos mesmos.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA INDÚSTRIA	
CALÇADISTA	07
1.1 O Problema dos Resíduos Sólidos	08
1.2 Conceito de Resíduos Sólidos	16
1.3 A Produção de Calçados e a Geração de Resíduos Sólidos	17
1.4 Classificação de Resíduos Sólidos	21
1.4.1 Resíduos Perigosos ou Classe I	22
1.4.2 Resíduos Não-inertes ou Classe II	22
1.4.3 Resíduos Inertes ou Classe III	23
1.5 Alternativas de Solução para o Problema dos Resíduos Sólidos	24
1.5.1 Manipulação	24
1.5.2 Processamento	29
1.5.3 Destinação Final	36
1.6 Tendências	38
2 CAPACIDADE TECNOLÓGICA E GESTÃO DE RESÍDUOS	
SÓLIDOS INDUSTRIAIS	41
2.1 Níveis de Capacidade Tecnológica e Enfoques de Gestão de Resíduos	
Sólidos Industriais	45
2.1.1 Capacidade Tecnológica Básica ou de Produção e Enfoque	
Reativo	46
2.1.2 Capacidade Tecnológica Intermediária ou de Vínculos e Enfoque	
Efetivo	49
2.1.3 Capacidade Tecnológica Avançada ou de Investimento e Enfoque	
Pró-ativo	52
3 OBJETIVOS	56
4 MÉTODO E LIMITES	57
5 CAPACIDADE TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA DE CALÇADOS	59
5.1 Indicadores de Capacidade Tecnológica	59
5.1.1 Produto	60
5.1.2 Etapas do Processo	61
. Modelagem	62
. Corte	63
. Chanfração, Pesponto e Costura	64
. Pré-fabricado	65
. Montagem	65
. Acabamento	65

5.1.3 Aspectos do Processo.....	66
. Mecanização.....	66
. Organização do Trabalho.....	68
. Qualificação dos Trabalhadores	70
. Formalização de Procedimentos	71
5.1.4 Vínculos	72
5.1.5 Investimentos	75
5.2 Classificação da Capacidade Tecnológica.....	76
5.2.1 Capacidade Tecnológica Básica ou de Produção	77
5.2.2 Capacidade Tecnológica Intermediária ou de Vínculos	78
5.2.3 Capacidade Tecnológica Avançada ou de Investimento.....	79
6 ESTUDO DE CASOS.....	85
6.1 Empresa <i>A</i>	85
6.1.1 Capacidade Tecnológica	86
6.1.2 Gestão de Resíduos Sólidos.....	89
6.2 Empresa <i>B</i>	97
6.2.1 Capacidade Tecnológica	98
6.2.2 Gestão de Resíduos Sólidos.....	102
6.3 Análise Comparativa das Empresas <i>A</i> e <i>B</i> em Relação aos Aspectos Estudados	108
7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	113
BIBLIOGRAFIA	

ANEXOS

Anexo I: Questionário

Anexo II: Dispositivos Legais sobre Resíduos Sólidos no Brasil e no Rio Grande do Sul

Anexo III: Métodos para Cálculo de Perda de Matérias-primas no Corte de Peças para Fabricação de Calçados

INTRODUÇÃO

A relação entre tecnologia e meio ambiente está marcada pelo dilema entre crescimento e preservação. No cenário do desenvolvimento industrial, a tecnologia historicamente assumiu o papel de agressor frente à escassez dos recursos naturais. Isto significa que, via de regra, que as soluções adotadas para promover o avanço tecnológico das empresas costumam ser vistas como incompatíveis com as medidas necessárias à preservação ambiental. Porém,

“desenvolvimento e meio ambiente não devem ser aceitos como elementos antagônicos. Ambos são instrumentos de que o homem dispõe para aquilo que ele busca como objetivo final, qual seja, seu bem-estar individual, coletivo e sua felicidade” (Santos e Prandini, 1991, p. 103).

A defesa do crescimento industrial com a preservação da natureza – através da prática do chamado *desenvolvimento sustentável* – assinalou o início de uma tentativa de conciliação entre tecnologia e meio ambiente. Este tipo de desenvolvimento, segundo a carta das Nações Unidas (ONU), divulgada ao final da Conferência de Estocolmo, em 1972, é o que busca o atendimento das necessidades populacionais do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades. Trata-se, porém, de um conceito que dificilmente sai da retórica. Entre as muitas razões desta inércia destaca-se a falta de articulação entre elementos de gestão da tecnologia e de gestão ambiental.

Na década de 80, os esforços para harmonizar crescimento industrial e meio ambiente materializaram-se em leis e normas de controle da poluição, mas ainda aí não estavam presentes elementos específicos para sistematizar procedimentos. Pode-se dizer que esta foi a década do estabelecimento de regulamentações ambientais e da concessão de prazos para adequação das empresas a dispositivos legais e normativos.

A década de 90, marcada pela internacionalização da economia, com a formação dos chamados *blocos econômicos*, traz um enfoque organizacional às relações entre tecnologia e meio ambiente. Cada vez mais essas relações definem-se pela sistematização de elementos de gestão da tecnologia e de gestão ambiental. Nesta abordagem sistêmica, o meio ambiente é considerado uma dimensão do desenvolvimento, a ser internalizada em todos os níveis de decisão (Sachs, 1986).

A busca da competitividade, um dos imperativos do atual cenário econômico,

em nível internacional, não pode mais ser dissociada da incorporação de conceitos de progresso técnico que levem em conta as preocupações com o meio ambiente. Esta constatação, feita direta ou indiretamente, é comum a vários autores que estudam competitividade industrial. Coutinho e Ferraz (1994), por exemplo, citam o meio ambiente como um dos fatores sistêmicos dos quais depende a competitividade em níveis nacional, setorial e empresarial. Porter e Linde (1995) destacam a crescente importância da observação de questões ambientais como fatores regulatórios de competitividade para a conquista e manutenção do mercado por parte das empresas. Portanto,

“são perigosos, nesse sentido, os vieses ambientalistas que primam por uma atitude puramente preservacionista, colocando o desenvolvimento e o progresso como fatores intrinsecamente maus para a humanidade” (Santos e Prandini, 1991, p. 103).

A compreensão de tecnologia enquanto simplesmente desenvolvimento e aporte de *técnicas lógicas* – máquinas, equipamentos, dispositivos e processos de última geração – vem perdendo terreno frente às exigências de dinamização do potencial humano – capacidades, habilidades e conhecimentos – responsável pela gestão dessas técnicas. Da mesma forma, a tradicional noção de meio ambiente, no contexto administrativo, como algo exterior às empresas, vem sendo alterada. O meio ambiente está deixando de ser um objeto apenas explorável e distante para tornar-se um instrumento de competitividade, a partir de sua internalização pelas empresas. Assim, a noção de interação, presente no conceito de meio ambiente que está em textos de diversas leis (Lei federal 6.938/81 e outras) e normas (ABNT, 1989, p. 28), passa à rotina das empresas, à medida que elas assumem questões ambientais como parte de suas rotinas de gerenciamento.

O Sistema Geral de Preferências (SGP), que entrou em vigor em janeiro de 1995, juntamente com as regras da Organização Mundial de Comércio (OMC), ratificadas por mais de cem países, é um dos requisitos de competitividade capaz de afetar o desenvolvimento das empresas. Ao estabelecer a concessão de cotas mais favoráveis, na União Européia, aos países que assumirem o compromisso de aplicar *padrões comunitários* na área de meio ambiente, o SGP praticamente força a assimilação do gerenciamento ambiental pelas empresas exportadoras de todo o mundo. Tal gerenciamento, em última análise, implica planejamento e execução de

atividades visando a harmonizar objetivos econômicos das empresas a determinadas metas de preservação ambiental.

As chamadas *resoluções verdes* da OMC são apenas um sinal das mudanças que estão para vir no que diz respeito às relações entre gestão da tecnologia e gestão ambiental nas empresas, principalmente na rotina das que exportam. Outro fator que atesta a emergência da interação entre esses dois tipos de gestão é a série de normas ISO 14000¹ que, uma vez implantada, total ou mesmo parcialmente, capacita as organizações a incorporarem ou desenvolverem as melhores tecnologias no sentido de prevenir os problemas ambientais, além de permitir o estabelecimento de diretrizes para solucionar os existentes. À medida que os requisitos de preservação ambiental se tornam cada vez mais frequentes nas demandas dos consumidores, a adoção das normas ISO 14000, ou de dispositivos que permitam a implantação de sistemas de gestão ambiental equivalentes aos dessas normas, tende a se configurar como passaporte de comércio em nível mundial.

A gestão ambiental, de certa forma, significa o resgate da responsabilidade subjacente à aplicação de soluções que contenham crescente diferenciação tecnológica, no desafio da preservação ambiental com a manutenção e a abertura de novas possibilidades ao desenvolvimento. Pode-se mesmo afirmar que este tipo de gestão depende da capacidade tecnológica, à medida que esta capacidade é entendida “(...) como um processo contínuo de absorção ou criação de conhecimentos técnicos, determinados, em parte, por fatores externos e, em parte, pelo acúmulo de conhecimentos e habilidades” (Lall, 1992, p. 166).

Assim, a capacidade tecnológica está ancorada também nos conhecimentos e habilidades internos que a empresa pode gerar ou incorporar para atender exigências de competitividade impostas externamente, e a gestão ambiental, figurando, pelo menos em princípio, como uma exigência externa ou fator sistêmico de competitividade, dependerá do desempenho em termos de capacidade tecnológica.

¹ A série ISO 14000 é um conjunto de 18 normas que “(...) descrevem os elementos básicos de um sistema de gerenciamento ambiental eficaz” (Tibor e Feldman, 1996, p. 20). Em linhas gerais, pode ser subdividida em normas de avaliação da organização (Sistema de Gestão Ambiental, Avaliação de Desempenho Ambiental e Auditoria Ambiental) e em normas de avaliação de produtos e processos (Avaliação do Ciclo de Vida, Rotulagem Ambiental e Aspectos Ambientais em Normas e Produtos). O Comitê Técnico 207 (TC 207) da International Organization for Standardization (ISO) vem desenvolvendo a ISO 14000 desde 1993, tendo aprovado cinco normas da série em junho de 1996.

Portanto, a avaliação da capacidade tecnológica pode indicar rumos à gestão ambiental. Isto é especialmente válido para setores exportadores, que são hoje os mais visados em termos de exigências no comércio. É o caso da indústria calçadista brasileira, em especial a do Rio Grande do Sul e, particularmente, a do Vale do Sinos, que se destaca por sua forte participação no comércio exterior do Brasil. Desde que começou a se tornar expressivo na pauta de exportações do Brasil, no final dos anos 60 e início da década de 70, o setor coureiro-calçadista como um todo, incluindo a indústria de calçados, tem participado com uma média anual em torno de 4% das exportações do país, em volume monetário, chegando, em 1995, à cifra de 1.413.692.550 dólares, correspondentes a 137.974.434 pares exportados (ABICALÇADOS, 1996).

Nos últimos anos, porém, este desempenho vem sendo abalado devido a fatores como as políticas governamentais de câmbio e de abertura do mercado às importações, que geraram, respectivamente, defasagem nos ganhos dos exportadores e aumento da concorrência do Brasil com países asiáticos na venda do manufaturado ao exterior. Assim, apesar de, nos primeiros oito meses de 1996 ter havido uma tendência ao aumento monetário das exportações, de janeiro a dezembro de 1995, por exemplo, as vendas externas de calçados brasileiros caíram 8%, em volume monetário, e 19%, em valores físicos, relativamente ao mesmo período de 1994 (ABICALÇADOS, 1996).

Esta crise de competitividade da indústria calçadista coincide com o desafio da gestão ambiental, cuja implementação pode, por sua vez, representar o estabelecimento de estratégias para novos ganhos de competitividade, através de técnicas como racionalização do uso de matérias-primas, reaproveitamento e reciclagem de resíduos. A busca de recuperação das fatias de mercado perdidas, portanto, poderá ser catalisada pela adoção de *resoluções verdes* para que as empresas do setor se mantenham competindo.

No plano da gestão ambiental, o problema básico da indústria calçadista brasileira é o elevado volume de resíduos derivados da atividade produtiva, causado pelo alto índice de perdas de matérias-primas no processo produtivo. Estimativas elaboradas por consultores de empresas do ramo apontam que a defasagem entre *input* – matérias-primas, energia, etc. – e *output* – produtos acabados e resíduos –

está entre 18% e 30% nos processos produtivos do setor. A variação, nessa faixa percentual, deve-se a particularidades de cada empresa no que diz respeito a vários fatores, como escala de produção, métodos de compra e tipos e estágios de matérias-primas empregadas, e modo de utilização das mesmas ao longo do processo produtivo, em função dos tipos de modelagem.

As tentativas de análise global do problema tornam-se difíceis face à inexistência de estatísticas confiáveis sobre o controle das perdas, na maioria das empresas, e frente à ausência de uma estimativa oficial e atualizada, em nível nacional ou regional, sobre o volume de resíduos gerado pelas empresas do setor – estimativa inexistente pelo menos até agosto de 1996, quando foi finalizada a coleta de informações junto às empresas, para a realização deste trabalho.

Outro agravante é a variação da composição dos materiais que formam o calçado, em função das exigências de moda. Segundo Costa (1993), o couro, como matéria-prima da indústria calçadista brasileira, teve sua participação reduzida de 37,4%, no início dos anos 70, para 21,4%, em 1990. Isto indica o ingresso dos chamados *materiais alternativos* na produção de calçados, com o objetivo de redução de custos, especialmente na produção voltada ao mercado interno. O aumento da presença desses materiais, embora possa ser considerado também, em alguns casos, uma exigência de moda, visando à diferenciação do produto, altera substancialmente o perfil da geração de resíduos nas empresas do setor, exigindo tecnologia para classificá-los e dar-lhes o destino tecnicamente adequado. Muitos desses *materiais alternativos* são hoje considerados não-recicláveis devido à inexistência de opções ao mesmo tempo técnica e economicamente viáveis para reciclá-los. Isto implica o aumento das áreas de aterro ou a disposição irregular de resíduos.

O elevado índice de perdas, a dificuldade técnica de reaproveitamento de materiais e a disposição irregular de resíduos, prática ainda comum a muitas empresas de calçados, são problemas tanto de capacidade tecnológica quanto de gestão ambiental. A resolução desses problemas depende cada vez mais do aumento da capacidade tecnológica, o que equivale a considerar que a gestão de resíduos sólidos em empresas calçadistas pode ser avaliada a partir da análise da capacidade tecnológica dessas empresas. Propor um modelo de análise da capacidade tecnológica e dos enfoques de gestão de resíduos sólidos para a indústria calçadista é

o principal objetivo do presente estudo de casos, cuja pesquisa de campo foi realizada de março a agosto de 1996 junto a duas empresas calçadistas de grande porte, localizadas na região do Vale do Sinos (Rio Grande do Sul), considerado o maior pólo brasileiro de exportação de calçados.

O capítulo 1 é dedicado à questão dos resíduos sólidos industriais, em geral, e do setor calçadista, em particular. Apresenta a contextualização do problema, o conceito e a caracterização de resíduos sólidos. Descreve a geração de resíduos sólidos ao longo do processo de produção de calçados e identifica tais resíduos. Apresenta a classificação de resíduos sólidos de acordo com normas técnicas, especificando tal classificação para os resíduos da indústria calçadista. Aponta as alternativas de solução e as tendências para a resolução do problema, descritas na literatura técnica relativa ao tema.

No capítulo 2 são traçadas considerações referentes à capacidade tecnológica e gestão de resíduos sólidos industriais, partindo-se de avaliações sobre os conceitos envolvendo as associações entre tecnologia e meio ambiente. Nesse mesmo capítulo são apresentados os níveis de capacidade tecnológica e enfoques de gestão ambiental, estabelecendo-se associações entre os mesmos.

Os capítulos 3 e 4 contêm, respectivamente, os objetivos e métodos do estudo.

O capítulo 5 é dedicado à capacidade tecnológica da indústria calçadista. Na primeira parte, são propostos indicadores de capacidade tecnológica e, na segunda, estabelecida a classificação da capacidade tecnológica da indústria calçadista, segundo os indicadores propostos.

No capítulo 6 são apresentados os estudos de caso, contendo o perfil geral, as descrições e as análises da capacidade tecnológica e da gestão de resíduos sólidos de cada empresa, separadamente. Ainda neste capítulo, é realizada uma análise comparativa dos aspectos estudados, em ambos os casos.

As conclusões estão no capítulo 7, onde são feitas algumas recomendações com base na experiência obtida ao longo do trabalho de pesquisa bibliográfica e de campo.

1 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA INDÚSTRIA CALÇADISTA

A gestão de resíduos sólidos industriais, que é um aspecto da gestão ambiental, passou a ser estudada como disciplina há pouco mais de duas décadas, pois só a partir de então as leis e regulamentos sobre meio ambiente se tornaram mais rigorosos, específicos e restritivos à ação poluidora, em vários países (Tibor e Feldman, 1996). Na prática, a gestão ambiental, ou *environmental management*, e a gestão de resíduos sólidos, ou *solid wastes management*, significam o planejamento, a adoção e a implementação de medidas visando a incorporar soluções, respectivamente, ante problemas relativos ao meio ambiente e ante a geração de resíduos sólidos, às rotinas de gestão das empresas.

Idealmente, a gestão de resíduos sólidos industriais tem por objetivo a escolha e o uso de matérias-primas e de processos de fabricação que evitem, ao máximo, a geração de resíduos derivados desses processos. Apesar de sua importância estratégica em termos de melhoria da qualidade de produtos, processos, padrões ambientais e inclusive em termos de possibilidade de redução de custos, a gestão de resíduos sólidos industriais é uma preocupação ainda recente para a maioria das empresas. Muitas delas não contam sequer com gerenciamento ambiental amplo e resolvem seus problemas de resíduos de forma inadequada, não internalizando os custos da poluição que causam.

Este capítulo trata do problema dos resíduos sólidos, de modo amplo, e de modo específico, no contexto da indústria calçadista brasileira – particularmente a do Vale do Sinos, no Estado do Rio Grande do Sul, onde é realizado o estudo de casos. Apresenta o conceito de resíduos sólidos e identifica tais resíduos, a partir da descrição da geração dos mesmos ao longo do processo de produção de calçados. Trata ainda da classificação dos resíduos sólidos, de acordo com normas técnicas, especificando tal classificação para o caso da indústria calçadista. Descreve alternativas de solução para resíduos sólidos em geral, e da indústria de calçados, em particular, apresentando tendências de solução.

1.1 O Problema dos Resíduos Sólidos

A atividade das empresas do setor industrial basta para justificar a necessidade de prover respostas ao problema dos resíduos sólidos por elas gerados. À simples atividade, somam-se fatores que reforçam tal preocupação. Entre estes fatores, destacam-se:

- . a intensificação da produção de bens e o conseqüente aumento do volume de resíduos gerados;

- . a diversificação dos tipos de matérias-primas utilizados pelas empresas a fim de atender a demandas de mercados cada vez mais exigentes, sobretudo quanto a aspectos de moda e sofisticação tecnológica. Isto implica a necessidade de adoção de mecanismos que permitam a identificação e classificação de resíduos gerados por essas matérias-primas, na maioria dos casos mais complexos e mais difíceis de tratar ou potencialmente mais perigosos do que as matérias-primas das quais derivaram;

- . a intensificação da urbanização e da concentração industrial, aumentando o risco representado pelos resíduos à saúde e à segurança humanas.

Estes fatores são agravados pela ausência de uma cultura de preservação ambiental em todos os níveis, pois a industrialização, no Brasil,

“(…) foi feita através da instalação de indústrias que nunca se pautaram pela adoção de medidas efetivas que pudessem impedir a degradação ambiental e a própria deterioração do nível de vida e saúde das populações vizinhas das fábricas” (Antunes, 1992, p. 310).

Um rápido exame na legislação ambiental brasileira permite verificar que, na década de 30, quando a industrialização se intensificou, a partir do processo de substituição das importações, os dispositivos legais estabelecidos sobre o meio ambiente tratavam basicamente de regular o uso dos recursos naturais – Código de Águas, Código de Mineração, etc. Os recursos naturais, incluindo o solo, eram considerados pela legislação como provedores de riquezas, mas ainda não como possíveis geradores de resíduos, a partir de atividades de transformação (Claas e Maia, 1994). Aspectos ligados ao controle e à proteção ambiental estavam praticamente ausentes da legislação da época. Isto reflete a postura desenvolvida através do tempo frente à questão e, de certa forma, explica por que “(…) até hoje a

função de proteção ambiental é considerada como sendo concorrencial e até mesmo antagônica à atividade produtiva” (Motta, 1988, p. 280).

A falta de informações sobre resíduos sólidos industriais e a ausência de uma política nacional que consolide a esparsa legislação sobre o assunto é um dos reflexos das deficiências culturais sobre proteção ao meio ambiente predominante nos meios empresarial e governamental do Brasil – desde 1992, tramita no Congresso Nacional o projeto de lei 3.333 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Congresso Nacional, 1992). Esta deficiência é um agravante na busca de soluções ao problema, constatado por vários especialistas.

“Os inventários de resíduos que foram feitos no Brasil começaram em 1988 e até o momento não foram divulgados em nível nacional. Ou seja, nós não temos, em nível nacional, a divulgação de quanto se produz, o que se produz e onde se está produzindo resíduos” (Cláudio, 1993, p.217).

Pode-se afirmar que esta situação não se alterou nos últimos anos. Os instrumentos legais em vigor para determinar ações e atribuir responsabilidades relativas a resíduos sólidos ainda são predominantemente de nível federal – portarias, resoluções e decretos, além de dispositivos da Constituição. A realização dos inventários a que se refere Cláudio (1993) foi determinada através da Resolução número 06 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 15 de junho de 1988 (CONAMA, 1988), que delegou aos órgãos estaduais de controle ambiental a atribuição de notificar as empresas para que estas apresentassem informações sobre a geração, características e destino final de seus resíduos. No entanto, em muitos casos, este trabalho foi dificultado pela falta de estrutura operacional e de recursos humanos para controle e fiscalização por parte dos órgãos estaduais de meio ambiente.

No Rio Grande do Sul, por exemplo, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler (FEPAM), órgão estadual encarregado das questões ambientais, somente em 1995 deu início ao processo de cadastramento das fontes poluidoras dos setores industriais do Estado, através do projeto que visa à despoluição da bacia do Guaíba.

O conhecimento da situação, portanto, é precário quanto a todos os setores. Especialmente quanto aos resíduos perigosos, Vieira (1989) salienta que não existem “conceitos ou listas suficientemente completas de substâncias ou critérios gerais, para esses resíduos, de forma consolidada, na legislação brasileira” (Vieira, 1989, p.

428). A ausência de informações sobre resíduos sólidos industriais é constatada ainda em nível de regiões metropolitanas, onde não está equacionada em termos de quantidade, características e frequência (UFRGS, 1991, p. 38). A falta de um conhecimento mais profundo da realidade leva a uma visão equivocada e parcial do problema.

Assim, os dados existentes sobre a geração de resíduos sólidos no Brasil, sejam de origem doméstica, industrial ou hospitalar, são basicamente estimativos. Bugin (1993) calcula que a produção de resíduos perigosos no país, no final dos anos 80, tenha atingido 1,2 milhão de toneladas por ano. Para Cláudio (1993), este valor está na faixa de 1,1 milhão a 1,4 milhão de toneladas por ano.

Segundo a Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro (CMLU/RJ), a geração de lixo domiciliar, no Brasil, estava na faixa de 500 gramas por habitante por dia, em 1980 (CMLU, apud Lopes, 1991). Já em Brasília, a geração “per capita” de resíduos quase duplicou em uma década, passando de 450 gramas por dia, nos anos 80, para a média de 800 gramas diárias, nos anos 90 (Pereira Neto, 1993). Com informações mais atualizadas, mas restritas à Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPE), técnicos da Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional (Metroplan) apontam que a geração de resíduos urbanos nessa área chega a 3,5 mil toneladas por dia, sendo apenas 1,6 mil toneladas – 45,7% – coletadas por serviços municipais especializados (Orlandi Filho e Giugno, 1994).

Em relação à indústria calçadista, seja em nível nacional, estadual ou regional, as estimativas de geração de resíduos são de difícil elaboração. Em todo o país, o setor conta com aproximadamente quatro mil empresas, a maioria de pequeno e médio portes, gerando cerca de 1 milhão de empregos diretos e indiretos e produzindo em torno de 570 milhões de pares (Reis, 1994). Por apresentarem um nível de competição muito grande entre si e uma tecnologia relativamente estabilizada em termos de produto e processo (Zawislak, 1994), as empresas brasileiras fabricantes de calçados compõem um setor em que as barreiras à entrada de novas firmas não são expressivas, sendo muito comum o constante fechamento de empresas e a abertura de novas, com características as mais diversas no que diz respeito à composição de produtos e, conseqüentemente, à especificação dos resíduos gerados. Além disto, a sujeição aos efeitos da moda – característica marcante no setor, principalmente entre empresas que atuam no mercado interno – dificulta ou impede que as empresas tenham controle sistemático das

especificações dos resíduos gerados na produção. Outro problema, neste sentido, é a elasticidade da demanda – uma característica do setor que também dificulta ou impede qualquer previsão quanto a volume de resíduos gerados. Todos esses fatores fazem com que seja muito difícil, mesmo aos órgãos ambientais governamentais, ter uma estimativa confiável sobre o volume de geração de resíduos das empresas fabricantes de calçados. Técnicos desses órgãos ambientais, por sinal, muitas vezes enfrentam dificuldades de infra-estrutura material e de pessoal para ampliar o número de empresas abrangidas por seus levantamentos, além de, em muitos casos, constatarem que os responsáveis pelo fornecimento de informações, nas empresas, preenchem incorretamente as planilhas sobre geração e destinação de resíduos (FEPAM, 1995).

Ao mesmo tempo em que a produção de resíduos tende a aumentar, especialmente nos locais de maior densidade populacional, as áreas disponíveis para aterro vêm sendo reduzidas, devido à ocupação do espaço urbano basicamente com áreas destinadas a atividades empresariais, à habitação e ao lazer. Neste sentido, é exemplar o que ocorre nos Estados Unidos. De acordo com a agência ambiental norte-americana (US Environmental Protection Agency), a EPA, havia cerca de 20 mil depósitos de lixo no país, em 1978, número que caiu para aproximadamente seis mil, dez anos depois. Este fato leva ao aumento da utilização de aterros irregulares, em banhados e depressões, procedimento que, segundo Orlandi Filho e Giugno (1994), vem perdurando devido ao reduzido número de pesquisas relativas à disposição de resíduos e aos respectivos efeitos ao meio ambiente.

A prática da disposição irregular de resíduos sólidos é comum também entre os fabricantes de calçados brasileiros. No Rio Grande do Sul, onde a indústria do manufaturado tem importância estratégica – tendo apresentado uma participação de 11,85% em valores monetários, na pauta de exportações do Estado, de janeiro a junho de 1996, atrás apenas da indústria do fumo –, a situação não é muito diferente. Especialmente no Vale do Sinos, maior pólo produtor de calçados do país, a prática de disposição de resíduos em áreas clandestinas, sem licença do órgão ambiental do Estado, contrasta com a alta concentração geográfica das empresas e seu *status* crescente como fornecedor internacional. Trata-se de um problema ainda preocupante, embora venha sendo revertido gradativamente, nos últimos cinco anos, com a implantação das chamadas centrais de tratamento – consórcios de empresas que licenciam áreas de armazenamento e aterro para dispor seus resíduos sólidos.

Além do aumento quantitativo da geração de resíduos, acompanhado da redução das áreas de disposição, nos últimos 30 anos, uma nova dificuldade agregou-se ao problema:

“(...) houve uma mudança na composição básica do lixo, principalmente na chamada composição gravimétrica, ou seja, em percentual de plástico, papelão, vidro, metais, material orgânico e outros, como trapo, couro, porcelana, pedra, terra, materiais inertes” (Pereira Neto, 1993, p. 233).

Tem-se, portanto, dois impasses. O primeiro é expresso pelo aumento quantitativo dos resíduos ante a crescente redução de áreas para aterro.

No caso da indústria calçadista brasileira, o aumento da geração de resíduos, dependente da produção, relaciona-se ao desempenho do setor nos mercados interno e externo. Embora, nos últimos anos, as exportações de calçados tenham sofrido quedas, em valores físicos, devido à perda de fatias de mercado para países concorrentes, como a China, por exemplo, há tendência de estabilização desses valores² (ABICALÇADOS, 1996) e expectativa de melhoria de resultados no mercado interno, graças à estabilização da economia, nos últimos 2,5 anos.

O segundo impasse, que pode ser considerado complicador do primeiro, é a diversificação dos resíduos frente ao desafio de encontrarem-se alternativas de solução que respondam à crescente variação qualitativa. Neste último caso, constata-se que as possíveis respostas estariam associadas, basicamente, à evolução dos processos de fabricação, passando pela alteração dos tipos de matérias-primas utilizadas, por adequações quanto ao uso de máquinas, equipamentos e recursos humanos ou, ainda, pelo incremento de pesquisas voltadas ao reaproveitamento ou reciclagem de materiais que contemplassem, ao mesmo tempo, aspectos técnicos e econômicos.

Na indústria calçadista, o problema da diversificação dos resíduos sólidos verifica-se, de modo acentuado, a partir da década de 80 quando, segundo Reis, as empresas – principalmente as que atuam no mercado interno, para reduzir custos de produção – passaram a introduzir os chamados *materiais alternativos*. Trata-se de

² A indústria calçadista brasileira exportou 137.974.434 pares em 1995, um volume físico 19% inferior ao registrado em 1994 – 171.277.466 pares. De janeiro a agosto de 1996, porém, houve uma recuperação da redução física nas vendas externas do setor. Nesse período, foram exportados 96.178.310 pares, contra 98.014.453, no mesmo período de 1995 – uma queda de apenas 2% (ABICALÇADOS, 1996).

matérias-primas e insumos sintéticos derivados da indústria química e petroquímica e utilizados em substituição ao couro (Reis, 1994). Entre esses materiais, destacam-se, por seu uso mais acentuado, os seguintes: acrilonitrila butadieno estireno (ABS), resinas de acrílico, poliestireno (PS), polipropileno (PP), borracha de estireno butadieno (SBR), borracha nitrílica (NBR), borracha termoplástica (TR), poliuretano (PU) e etil vinil acetato (EVA). No que diz respeito aos resíduos da produção de calçados derivados de alguns desses materiais, o grande problema, conforme será visto no item 1.5, é a dificuldade de obtenção de alternativas de reaproveitamento e/ou reciclagem que satisfaçam, simultaneamente, aspectos técnicos e econômicos, evitando-se a disposição em aterros.

Os problemas ligados aos resíduos sólidos industriais apresentam ainda com outros cinco aspectos que suscitam preocupação. Três deles dizem respeito ao ponto de vista do meio mais comumente afetado, ou seja, o solo. O primeiro é que a maior parte dos resíduos sólidos é depositada em aterros – no Brasil, segundo Bugin (1993), esta proporção é de 95%. O segundo é que o controle da poluição do ar e da água, por si só, gera resíduos sólidos que, em menor ou maior proporção, acabam no solo (Carvalho, 1987). Portanto, é cada vez mais difícil tratar o problema dos resíduos de forma isolada, sem evitar soluções paliativas: “É necessário um conceito de proteção ambiental que evite a transferência de problemas de um a outro setor” (Bonus, 1992, p. 17). O terceiro aspecto preocupante, neste aspecto, é a lenta capacidade de regeneração do solo:

“Tanto a atmosfera, como a água, podem ser purificadas em curto prazo; porém, a contaminação do solo o destrói, e são necessários anos para recuperar os danos ocasionados” (Bonus, 1992, p. 22).

Os outros dois agravantes, com relação aos resíduos sólidos, dizem respeito aos altos custos para reduzir a poluição gerada pelos mesmos e à dificuldade de manipulação desses resíduos frente a outros tipos de resíduos. Lopes (1994) mostra que os custos para a redução da poluição gerada por resíduos sólidos nos Estados Unidos, por exemplo, passaram de 0,5 bilhão de dólares, em 1980, para 1,5 bilhão de dólares, em 1990. Overcash (1991), com base em dados do Departamento de Comércio Norte-americano, assinala que a indústria norte-americana preferiu gastar substancialmente mais em tratamentos de descarga d'água e de emissões atmosféricas do que em tratamento de resíduos perigosos, por considerar esta última

alternativa mais dispendiosa.

No que diz respeito à manipulação, “(...) resíduos gasosos são talvez os mais fáceis de manipular, e resíduos sólidos são, sem dúvida, os mais difíceis” (Conway et al., 1980, p. 279). Esta dificuldade permeia vários aspectos da manipulação de resíduos sólidos e pode ser constatada na necessidade de investir em meios tecnicamente adequados de transporte, reaproveitamento, reciclagem ou formas de destinação final.

A opção por deposição em aterros, uma das mais comuns também entre as empresas fabricantes de calçados, implica custos substanciais às fontes poluidoras, que vão da disponibilidade de área até a contratação de pessoal para manter o sistema em operação.

Um quadro geral da situação de disposição dos resíduos do setor calçadista, na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) – que inclui a Capital do Estado mais 23 municípios, inclusive alguns do Vale do Sinos, em um raio de aproximadamente 100 quilômetros – pode ser obtido a partir da compilação de dados que as empresas obrigatoriamente remetem à Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), que está realizando o levantamento dos tipos e destinos dos resíduos gerados por mais de 800 fontes poluidoras de 18 setores industriais do Rio Grande do Sul. Conforme a Divisão de Resíduos Sólidos Industriais da entidade, até maio de 1995 haviam sido constituídas as seguintes centrais de armazenamento e aterro de resíduos sólidos de empresas do setor coureiro-calçadista na RMPA:

- . central do Sindicato das Indústrias de Calçados de Campo Bom, no município de Campo Bom, com área útil de 58,3 mil m², formada por 32 empresas, a maioria fabricantes de calçados. Esta central, na época, apresentava licença de instalação (LI)³;

- . central de Lomba Grande, localizada em Novo Hamburgo, com área útil de 60 mil m², formada por 63 empresas de vários setores, principalmente do ramo

³ Segundo o Decreto-lei 99.274/90, a instalação de projetos que impliquem impacto ambiental – qualquer efeito positivo ou negativo sobre o meio ambiente – está sujeita a licenciamento pelo órgão ambiental estadual. Este licenciamento passa por três etapas: licença prévia (LP), concedida para aprovação da área escolhida e definição sobre a necessidade ou não de apresentação de Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA); licença de instalação (LI), que autoriza a construção do projeto; e licença de operação (LO), quando é verificada a adequação da obra ao projeto apresentado ao órgão ambiental e concedido aval para a operação.

coureiro-calçadista, sem licença de operação (LO) e com prazo até julho de 1995 para adequar-se à legislação;

. Utresa, em Estância Velha, com área útil de 105 mil m², constituída por 14 empresas, basicamente do setor de couros (curtimento e acabamento), com licença de operação (LO);

. Grisa, em Ivoti, com área útil de 103.062 m², formada por nove empresas do setor coureiro-calçadista, com licença de operação (LO) desde 1992;

. Granvita, em Portão, com área útil de 3,5 mil m², constituída por duas empresas do setor coureiro-calçadista associadas e licença de operação obtida em 1994;

. Funresoli, em São Leopoldo, com área útil de 70 mil m², formada por 33 empresas de vários setores, principalmente de couros, calçados e borracha, e licença de instalação desde 1994;

. Preservar, em Dois Irmãos, constituída por cinco empresas fabricantes de calçados, área total de 180 mil m², licença de operação concedida em 1994 e atualmente recebendo cerca de 300 toneladas por mês de resíduos.

Segundo entrevista realizada para fins desta pesquisa, um consórcio para administrar resíduos de cinco empresas fabricantes de calçados do Rio Grande do Sul, que geram, em 18 meses, aproximadamente 142,9 toneladas de resíduos considerados recicláveis e 6.670 m³ de resíduos classificados como não-recicláveis, incluindo a aquisição de terreno de 18 mil m², técnicas de aterro, galpão de disposição de resíduos recicláveis, estações de tratamento de efluentes derivados de águas residuais e contratação de técnicos de níveis médio e superior, por exemplo, consumiu, de 1991 a 1995, investimentos de R\$ 213 mil, em valores atualizados pela Unidade Fiscal de Referência (Ufir) até 31 de dezembro de 1995. Neste caso, a abertura de uma única vala com para disposição de resíduos, com vida útil de aproximadamente três anos, custa cerca de R\$ 40,5 mil.

Deve-se observar que quanto maior o ritmo de geração de resíduos, maior será a taxa de ocupação das valas e, portanto, menor a vida útil do aterro. Este fato, associado aos altos custos e à cada vez menor disponibilidade de terras, justifica a necessidade da adoção de técnicas que minimizem a geração de resíduos.

1.2 Conceito de Resíduos Sólidos

Há vários conceitos de resíduos sólidos na literatura técnica sobre o assunto. Braile identifica resíduo sólido com lixo e faz algumas restrições ao conceito:

“Resíduo sólido significa qualquer lixo orgânico ou inorgânico, lodo das estações de tratamento de água, dos esgotos ou dos despejos industriais ou qualquer outro material rejeitado, incluindo as substâncias sólidas, líquidas ou gasosas, da mineração ou da agricultura. Não se incluem nesta definição estrume, substâncias absorventes utilizadas para enriquecimento do solo ou sólidos ou materiais dissolvidos nos despejos industriais que são fontes pontuais de poluição...” (Braile, 1983, p. 327).

Mães associa resíduo sólido a dejetos, “um material que o seu produtor ou detentor não pode diretamente nem valorizar nem rejeitar de modo natural” e que “provoca desconforto, doença ou perigo” (Mães, 1975, p. 18). De maneira ampla, o conceito “inclui todos os materiais sólidos descarregados por atividades municipais, industriais e agrícolas” (Glynn et al., 1989, p. 538).

Lindgren, por sua vez, assinala que “um resíduo sólido, de acordo com a definição das regulamentações, não precisa estar em estado físico sólido” (Lindgren, 1990, p. 16). Para ser considerado sólido, portanto, um resíduo pode estar em estado físico semi-sólido, líquido ou mesmo conter elementos em estado gasoso.

No Brasil, o conceito de resíduo sólido está presente em dispositivos legais e em normas emitidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). De acordo com a NBR 10.004, norma da ABNT, resíduos sólidos, incluindo os de atividades industriais, são “resíduos nos estados sólido e semi-sólido que resultam da atividade da comunidade de origem industrial, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição” (ABNT, 1987, p.1,2). Esta definição inclui:

“os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalação de controle da poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível” (ABNT, 1987, p. 1,2).

A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 24, inciso VI, estabelece competências concorrentes entre União, estados e municípios para legislar em matéria de meio ambiente. Considerando-se, como já foi visto, que não existe uma

legislação nacional que configure uma política nacional sobre resíduos sólidos, que o âmbito desta pesquisa é o Vale do Sinos, no Estado do Rio Grande do Sul, onde vigora uma lei específica sobre resíduos sólidos – a Lei estadual 9.921, de 27 de julho de 1993 –, e que tal lei estadual, em seu artigo 3º, faz referência à expressão “sistema de gerenciamento de resíduos sólidos”, também enfocada neste trabalho, adota-se, no presente estudo, o conceito deste dispositivo legal, segundo o qual resíduos sólidos são aqueles provenientes de:

“I – atividades industriais, atividades urbanas (doméstica e de limpeza urbana), comerciais, de serviços de saúde, rurais, de prestação de serviços e de extração de minerais; II – sistemas de tratamento de águas e resíduos líquidos cuja operação gere resíduos líquidos ou pastosos, enquadráveis como resíduos sólidos, a critério do órgão ambiental do Estado (...); III – outros equipamentos e instalações de controle de poluição” (Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, 1993).

Embora as definições incluam como sólidos resíduos em estado semi-sólido, líquido e gasoso, no que diz respeito aos resíduos sólidos da indústria calçadista, que estão caracterizados no item 1.3, a seguir, não são considerados, neste trabalho, aqueles derivados de tratamento de efluentes nas centrais de aterros, nem os resultantes de emissões aéreas ao longo do processo – como os decorrentes do uso de solventes orgânicos e de processos de vulcanização. São igualmente desconsiderados os resíduos de embalagens e o próprio calçado descartado, após o uso. Em resumo, são considerados, nesta pesquisa, os resíduos derivados estritamente do processo produtivo de calçados que se encontrem em estado sólido e que sejam visíveis a olho nu.

1.3 A Produção de Calçados e a Geração de Resíduos Sólidos

O calçado é uma peça do vestuário cujo objetivo principal é a proteção dos pés (Piccinini, 1990). Pode ser classificado segundo quatro aspectos: tipo de usuário, cobertura do pé, modelo e construção⁴.

A fabricação do manufaturado segue, em geral, oito etapas: definição do

⁴ A classificação do calçado foge ao propósito deste trabalho e pode ser encontrada em CTCCA/SEBRAE, 1994.

modelo, modelagem, corte, chanfração, costura/preparação, pré-fabricado, montagem e acabamento. Em cada uma delas, a partir da modelagem, detecta-se a geração de uma série de resíduos sólidos.

Na *definição do modelo*, são escolhidos o tipo de usuário, a finalidade do calçado, o *design* e o tipo de construção. A partir daí são selecionadas as matérias-primas e os componentes a ser empregados na produção. No caso das empresas exportadoras, o modelo geralmente é definido pelo cliente (importador), a partir de uma amostra (CTCCA/SEBRAE, 1994). Esta etapa, por ser basicamente uma fase de concepção, não implica a geração de resíduos em volume expressivo, de modo que os possíveis rejeitos dela derivados – algumas maquetes, pedaços de couro e/ou materiais sintéticos e amostras de solados, por exemplo – podem ser desprezados no contexto global do processo.

A *modelagem* tradicional consiste, primeiramente, na criação do *design* – desenho do modelo em papel comum ou cartolina – e no desenvolvimento de fôrmas – peças de madeira, polipropileno (PP) ou metal que reproduzem o formato-padrão do pé em três dimensões e em diferentes tamanhos, segundo a escala de numeração. A criação do modelo começa com a projeção do desenho do mesmo sobre a fôrma, constituindo-se o chamado *corpo de fôrma*.

Depois, com base nas linhas que formam o modelo, é feito o destaque das peças. A seguir, definem-se detalhes de produção – tipos de costura, pontos de preparação, ajustes para a montagem, etc. As próximas fases são a escala dos modelos – produção de partes do calçado em todos os tamanhos necessários às várias numerações –, os testes de escala e de produção – para conferir a progressão do modelo e verificar seu ajuste à fôrma – e a fabricação de amostras (CTCCA/SEBRAE, 1994).

Na modelagem, mesmo em volume não tão significativo quanto o da produção em lotes, para colocação no mercado, já são gerados vários tipos de resíduos, como aparas de couro curtido ao cromo, tanino ou outro curtente; restos de borracha e materiais sintéticos em geral – no caso de calçados com soldados não comprados prontos e que sejam fabricados em outros materiais que não o couro, como SBR, TR, PU e EVA; plásticos; papel e papelão; latas e restos de metais, provenientes de navalhas, por exemplo; tecidos sintéticos; estopas contaminadas com

produtos químicos; espumas; resíduos de tintas, etc.

Desde o início dos anos 90, a modelagem de calçados, no Brasil, pode ser feita com auxílio de computador, através de programas CAD (Computer Aided Design). Esta tecnologia, entre outras vantagens, permite o melhor uso possível de área no processo de encaixe de peças a serem cortadas, resultando em expressiva diminuição de perdas de matérias-primas em relação ao processo de encaixe manual, o que significa menor geração de resíduos.

O *corte* das peças do calçado é realizado de acordo com as escalas da modelagem. Pode ser manual, com moldes, a partir dos quais se produzem navalhas, ou mecânico, com balancins, que são prensas hidráulicas (CTCCA/SEBRAE, 1994). O corte pode ser feito, também, com o uso de tecnologias avançadas – a raio laser ou jato d'água, sendo, neste caso, associado a processos de modelagem via CAD.

Nesta etapa, os resíduos gerados são aparas de couro curtido e/ou restos de materiais sintéticos utilizados em cabedais e/ou solados, como, por exemplo, o EVA. Navalhas inutilizadas também derivam desta fase do processo.

Na *chanfração*, as peças do calçado são sobrepostas, e os locais onde pode haver acúmulo de materiais são desgastados em ângulo, com máquina de chanfrar, para que haja caimento adequado e calce confortável do produto. Os principais resíduos desta etapa são pós de couro curtido ou de outros *materiais alternativos*.

A *costura* e a *preparação* são etapas contíguas. A costura consiste em unir as peças do cabedal, primeiro com adesivo e depois, com máquina – numa operação chamada *pesponto*. Dobras, picotes e viras também são feitos nesta etapa, da qual as peças saem preparadas para a montagem (CTCCA/SEBRAE, 1994). Costuras de tipo artesanal, quando previstas no modelo, são geralmente realizadas em ateliês – seções separadas da linha de produção convencional mantidas pela própria empresa ou subcontratadas. Restos de linhas e de adesivos, pequenos pedaços de couro e/ou de materiais sintéticos são os resíduos mais comuns nessa etapa.

No *pré-fabricado*, são montados todos os componentes de sustentação básica do calçado – solado, palmilha de montagem, contraforte e couraça (CTCCA/SEBRAE, 1994). Nem todas as empresas contam com esta etapa – algumas preferem comprar componentes prontos.

O solado pode ser confeccionado em couro ou em materiais sintéticos, como

TR, SBR, EVA, PU, etc. De sua produção, derivam resíduos como aparas de couro e restos de materiais sintéticos derivados de corte ou de processos de injeção.

A palmilha de montagem é uma reprodução da planta de fôrma, normalmente à base de celulose, com alma de aço ou arames. O contraforte é o componente que fica entre o forro avesso (traseiro) e o cabedal. Sua função é armar ou enrijecer o traseiro, a fim de tornar o calce seguro e agradável. A couraça arma e enrijece o bico do calçado, e pode ser injetada diretamente no cabedal. Da produção da palmilha, do contraforte e da couraça derivam restos de couro e/ou de *materiais alternativos*, conhecidos como *não-tecidos*, espumas, *nylon*, poliéster, etc.

A *montagem* consiste na união entre o cabedal e os componentes do solado. Os tipos de montagem correspondem aos tipos de construção⁵. Os principais procedimentos desta etapa são: fixação da palmilha na planta de fôrma; reativação e conformação térmica ou química do contraforte; fixação do cabedal à fôrma com prego; montagem do bico; montagem do traseiro; montagem do enfranche – correspondente aos pontos de união entre as partes traseira e dianteira do calçado; montagem do cabedal; choque térmico – para estabilizar a forma do calçado; rebatimento da planta – para homogeneizar a base e retirar possíveis rugas decorrentes da montagem; asperação – mecânica ou química, com solventes e outros produtos; aplicação de adesivo com pincéis, escova ou pistola, tanto na sola quanto no cabedal, seguida de junção do cabedal ao solado; prensagem – para garantir a união perfeita dos materiais (CTCCA/SEBRAE, 1994).

Os principais resíduos sólidos dessa etapa são restos de pregos e tachas, panos, estopas e pincéis sujos com produtos químicos e restos de solventes, tintas e produtos químicos diversos.

As operações de *acabamento*, realizadas para deixar o calçado com boa aparência, são, basicamente: limpeza – para remoção de manchas de adesivos, pontas de linha, etc.; retoques – para corrigir falhas de coloração; e retoques de superfície – pintura, cera, escovação (CTCCA/SEBRAE, 1994). Os resíduos desta etapa são semelhantes aos da montagem, exceto no que diz respeito aos metais.

Os resíduos sólidos gerados na produção de calçados podem ser perigosos,

⁵ A descrição da construção do calçado foge ao propósito deste trabalho e pode ser encontrada em CTCCA/SEBRAE, 1994a.

não-perigosos ou inertes, conforme será descrito a seguir.

1.4 Classificação de Resíduos Sólidos

Assim como a definição pode estar baseada em vários dispositivos técnicos e normativos, a classificação de resíduos sólidos segue diferentes critérios. Na legislação, por exemplo, os resíduos sólidos são classificados de acordo com sua origem. A Lei estadual 9.921/93, em seu artigo 2º, estabelece a seguinte classificação para resíduos sólidos:

- . resíduos derivados de atividades industriais, atividades urbanas (doméstica e de limpeza urbana), comerciais, de serviços de saúde, rurais, de prestação de serviços e de extração de minerais;

- . resíduos derivados de sistemas de tratamento de águas e resíduos líquidos cuja operação gere resíduos semilíquidos ou pastosos, enquadráveis como resíduos sólidos, a critério do órgão ambiental do Estado;

- . resíduos de outros equipamentos e instalações de controle de poluição.

A classificação segundo a periculosidade, e não de acordo com a origem, é o critério mais interessante para qualificar resíduos sólidos, pois é através da indicação da periculosidade que se selecionam procedimentos para manipular, processar e destinar esses resíduos. Este tipo de classificação, presente em normas técnicas, é, portanto, o adotado neste trabalho para classificar resíduos sólidos.

Segundo a NBR 10.703, periculosidade é:

“(...) característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode: a) apresentar riscos à saúde pública, provocando aumento de mortalidade ou incidência de doenças ou contribuindo de forma significativa para isso; b) apresentar riscos ao meio ambiente, quando manuseado ou destinado de forma inadequada” (ABNT, 1989, p. 31).

A norma mais utilizada para classificação de resíduos sólidos, no Brasil, é a NBR 10.004, de 1987. Conforme esta norma, há três tipos de resíduos sólidos: perigosos ou classe I, não-inertes ou classe II e inertes ou classe III.

1.4.1 Resíduos Perigosos ou Classe I

Os resíduos classe I são os que apresentam alguma periculosidade em termos de risco à saúde pública e ao meio ambiente ou um dos seguintes aspectos: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade⁶. Há resíduos perigosos em que duas ou mais dessas características podem estar combinadas, como os hospitalares e os derivados de estações de tratamento de efluentes.

Segundo Schnack, consultor responsável pelo projeto, manutenção e execução de pelo menos duas unidades de armazenamento e aterro de resíduos de fábricas de calçados do Vale do Sinos, podem ser considerados como resíduos perigosos, no setor, as aparas de couro curtido, os restos de tintas e adesivos com solventes à base de hidrocarbonetos aromáticos, bem como as espumas, estopas, panos e pincéis sujos com restos de produtos químicos e os resíduos de varrição (Schnack, 1996). O mesmo autor, em levantamento realizado junto a 66 empresas calçadistas, constatou que, em média, 30% dos resíduos das mesmas são de classe I. Entre as firmas estudadas, o autor destacou as que produzem calçados femininos de exportação e concluiu que 44% dos resíduos sólidos das mesmas são perigosos.

1.4.2 Resíduos Não-inertes ou Classe II

Os resíduos classe II são os que sofrem algum grau de decomposição (através de combustão, biodegradação, solubilidade em água), mas não geram elementos tóxicos neste processo, pelo menos não acima dos níveis prescritos em normas técnicas. São exemplos de resíduos classe II o lixo doméstico, os lodos de estação de tratamento de efluentes de curtumes, os lodos de indústrias de celulose, papel, papelão, plástico, borracha e restos de latas.

Na indústria calçadista, de acordo com Schnack, são classificados como não-inertes os lodos de sistemas de tratamento de águas residuárias derivados de aterros de resíduos das indústrias de calçados – não considerados nesta pesquisa; os resíduos

⁶ As características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade estão definidas em anexos da norma NBR 10.004 (ABNT, 1987).

de papel, papelão, plásticos, metais, retalhos de solas de materiais sintéticos, como EVA, PU, SBR, TR, etc.; e restos de materiais sintéticos como poliestireno (PS) e polipropileno (PP), entre outros (Schnack, 1996).

De acordo com Schnack, 37% dos resíduos sólidos de 66 fabricantes de calçados brasileiros são de classe II. Nas exportadoras de calçados femininos destacadas nesta amostragem, os resíduos não-inertes são 20% do total de resíduos sólidos (Schnack, 1996).

1.4.3 Resíduos Inertes ou Classe III

Os resíduos inertes são quimicamente estáveis e, quando submetidos a teste de solubilidade⁷, não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água⁸. São exemplos deste tipo de resíduos: vidro, areia de fundição e restos de materiais de construção.

Na indústria calçadista, os resíduos não constantes das classificações anteriores, como vidros e espumas não contaminados por produtos químicos, são considerados inertes. Nas 66 empresas estudadas por Schnack, 33% dos resíduos são inertes. Dentre essas, as que produzem calçados femininos para exportação têm 36% dos seus resíduos sólidos classificados como inertes.

O autor observou ainda que a proporção de resíduos perigosos é maior nas empresas que apenas exportam e que essa proporção decresce à medida que a empresa aumenta sua participação no mercado interno, onde o uso de *materiais alternativos* é maior, relativamente à exportação. Já a proporção de resíduos classe II é menor nas empresas que apenas exportam e vai crescendo à medida que as mesmas incrementam sua participação no mercado doméstico (Schnack, 1996).

A classificação de um resíduo sólido pode ser facilitada caso se conheça sua origem e algumas de suas características básicas, como densidade e composição química provável. Porém, somente testes de laboratório, realizados segundo normas técnicas, podem dar um diagnóstico seguro quanto à periculosidade.

⁷ O teste de solubilização de resíduos, com seus respectivos procedimentos, está descrito na norma NBR 10.006 da ABNT (ABNT, 1987a).

⁸ Os padrões de potabilidade da água estão definidos na listagem nº 8 da NBR 10.004 (ABNT, 1987).

A identificação e a classificação constituem o princípio para encontrar alternativas de solução a partir da geração de resíduos. A escolha de uma rota de solução depende bem mais do que de conhecimentos técnicos. Para cada realidade há sempre uma série de fatores a serem avaliados, de modo que as decisões estão, em geral, atreladas a múltiplos critérios.

1.5 Alternativas de Solução para o Problema dos Resíduos Sólidos

Na legislação brasileira e, mais detalhadamente, em normas técnicas emitidas pela ABNT, são descritos termos e procedimentos que indicam formas de lidar com resíduos sólidos. Alguns procedimentos estão também presentes em manuais da literatura especializada – Braile (1983), Schwartz e Besseliervc (1976), Straub (1988), Lindgren (1990), PUC (1991), Mandelli et al. (1991), Overcash (1991), Higgins (1991), Cohen e Allen (1992), etc. Os modos de lidar com resíduos sólidos, porém, nem sempre aparecem com os mesmos termos de referência nos textos da legislação, de normas e de manuais. Alguns deles descrevem um procedimento específico, outros podem indicar mais de uma maneira de lidar com o resíduo.

Em sentido amplo, os termos *manipulação*, *processamento* e *destinação* incluem o conjunto de procedimentos comumente empregados para equacionar problemas ligados a resíduos sólidos, sendo válido para os resíduos da indústria calçadista. Há uma certa hierarquia nesses procedimentos. Alguns são mais, outros menos técnicos, mas todos têm por objetivo acompanhar e controlar o destino dos resíduos desde que eles são gerados.

1.5.1 Manipulação

A *manipulação* consiste em um conjunto de atividades que inclui coleta, separação, acondicionamento, transporte e armazenamento, visando a futuro processamento ou à simples destinação final. A norma NBR 10.703 define a manipulação ou manuseio como o “conjunto de operações que envolvem os resíduos sólidos desde o seu acondicionamento e coleta, no local de produção, até o transporte para disposição final” (ABNT, 1989, p. 28).

A *coleta*, segundo a norma NBR 12.980, que define os termos utilizados na coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos, é o “ato de recolher e transportar resíduos sólidos de qualquer natureza, utilizando veículos e equipamentos apropriados para tal fim” (ABNT, 1993, p. 2)⁹. A *separação* é um procedimento que exige a prévia classificação dos resíduos, segundo critérios da norma NBR 10.004, e visa a evitar mistura dos que pertencem a classes diferentes, a fim de permitir seu aproveitamento ou destinação adequada, evitando danos à saúde humana e ao meio ambiente.

Em empresas produtoras de calçados que já contam com programas visando à melhoria da qualidade de produtos e processo, a coleta e a separação de resíduos são realizadas no interior das fábricas, durante o processo de produção. Nessas fábricas é comum haver, próximos aos postos de trabalho, coletores identificados por legendas e/ou por cores diferentes, para facilitar a separação dos materiais. Em geral, há coletores do mesmo tipo ou cor para resíduos de papel, papelão e plástico; de outro tipo ou cor para metais, e assim por diante, respectivamente, para aparas de couro, panos, estopas e escovas sujos e pó de varrição; para restos de materiais sintéticos; e para restos de alimentos.

O *acondicionamento* é o “ato de embalar os resíduos sólidos para seu transporte” (ABNT, 1993, p. 1) e deve também obedecer a normas, para garantir a segurança do transporte. Além da prévia identificação e classificação, esta operação exige a escolha do melhor meio de acondicionamento – contêiner, tambor, acondicionamento a granel, etc. –, a fim de assegurar que as características de cada resíduo não sejam alteradas durante o transporte.

Na indústria calçadista, os resíduos de papel e papelão são acondicionados em fardos. Metais, vidros, plásticos e espumas e panos não-contaminados, considerados recicláveis, além de papel e papelão, são depositados provisoriamente em áreas das próprias empresas, de onde são levados por recicladores. Os resíduos de solas, saltos e solados de EVA, SBR, TR, PU, PP, PS, além de contrafortes, viras e dublados, são depositados provisoriamente em áreas próximas às fábricas, aguardando transporte. Aparas de couro curtido, restos de tintas e adesivos com

⁹ No caso de resíduos sólidos urbanos, a coleta e os equipamentos destinados à mesma, bem como os sistemas de trabalho de coleta estão definidos e descritos na norma NBR 13.463 (ABNT, 1995).

solventes à base de hidrocarbonetos aromáticos, estopas sujas com produtos químicos e resíduos de pó de varrição são também acondicionados provisoriamente em sacos plásticos ou tambores. Em algumas empresas, é realizada a prensagem antes do acondicionamento, a fim de diminuir o volume dos resíduos.

Experimentos para fins de cálculo de perdas de matérias-primas realizados por Noer (1995) em 13 fábricas de calçados do Vale do Sinos mostraram que a simples prensagem de resíduos de couro e de tecidos reduz em 80% e 75%, respectivamente, os volumes desses materiais, diminuindo a necessidade de áreas de armazenamento ou mesmo de aterro.

O *transporte* é “toda movimentação de resíduos para fora das instalações do gerador ou do sistema localizado em área externa do gerador, que trata, transfere, armazena ou dispõe resíduos” (ABNT, 1994, p. 1). Esta definição, constante da norma NBR 13.221¹⁰, que fixa as diretrizes para o transporte de resíduos, aplica-se aos de classes I, II e III, mas exclui as modalidades de transporte aéreo e hidroviário marítimo internacional¹¹. As principais exigências a serem observadas durante o transporte de resíduos em áreas de que trata esta norma dizem respeito a:

- . evitar o vazamento, através da escolha de meios de acondicionamento e de transporte adequados;
- . obedecer aos critérios de segregação e compatibilidade, evitando a alteração da classificação original de cada tipo de resíduo;
- . proteger os resíduos contra intempéries;
- . documentar a operação de transporte através de um formulário contendo os seguintes itens: razão social do transportador e do destinatário; nome e endereço do condutor; caracterização, classificação e identificação dos resíduos; quantidade em volume (metros cúbicos, m³) ou em massa (toneladas, T ou quilos, Kg); forma de acondicionamento; sistema de transporte utilizado; nome e telefone do responsável pelo resíduo; informações sobre ações a serem adotadas em caso de acidente ou

¹⁰ Procedimentos sobre transporte de resíduos estão referidos também no Decreto federal nº 96.044, de 18 de maio de 1988, que aprova o regulamento para transporte rodoviário de produtos perigosos e dá outras providências e, no Rio Grande do Sul, na Lei estadual 7.877, de 28 de dezembro de 1983.

¹¹No que diz respeito à movimentação internacional de resíduos, envolvendo o Brasil, pode ser consultada a seguinte legislação federal: Resolução nº 08 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 19 de setembro de 1991; Decreto nº 875, de 19 de julho de 1993; Resolução nº 24 do CONAMA, de 7 de dezembro de 1994; Resolução nº 37 do CONAMA, de 30 de dezembro de 1994.

emergência. Além destes requisitos, devem ser observadas, ainda, a habilidade dos condutores da carga e a compatibilidade do equipamento de transporte à carga (PUC, 1991).

A norma NBR 13.221 (ABNT, 1994), que fixa diretrizes para o transporte de resíduos em geral, apresenta, em seu Anexo B, uma codificação para resíduos de classe II. Na indústria calçadista, podem ser incluídos nesta codificação: resíduos sólidos de Sistemas de Tratamento de Águas residuárias contendo substâncias não-tóxicas (A021)¹²; retalhos de solas, saltos, viras, fchetes e outras peças, compostos de materiais sintéticos, como EVA, SBR, TR, PU, PVC, PP, PS, etc., considerados, em geral, como borrachas sintéticas ou plásticos polimerizados (A007 ou A008, dependendo das características predominantes); contrafortes e espumas (A010); latas (A005); papel e papelão (A006). Há alguns resíduos da indústria calçadista que, mesmo constantes dessa listagem, não são considerados classe II, como resíduos de varrição de fábrica (A003), classe I, e vidros (A011), classe III.

Os códigos do Anexo B da NBR 13.221, porém, não costumam ser utilizados para controle do transporte de resíduos do setor calçadista, mas alguns deles são comuns nos registros que as empresas obrigatoriamente realizam para enviar periodicamente ao órgão estadual de controle ambiental, informando sobre as quantidades e tipos de resíduos gerados – os chamados *inventários*. Nesses *inventários*, para a descrição quantitativa, são utilizadas unidades como quilogramas (Kg) ou toneladas (T), para resíduos destinados a armazenamento ou venda, e metros cúbicos (m³) para resíduos destinados a aterro.

O transporte de resíduos da indústria calçadista é feito em caminhões, mas nem sempre são observadas as condições de segurança e não é comum a existência de planos de emergência. Os critérios de separação e acondicionamento, em função da classificação dos resíduos, no entanto, costumam ser respeitados. Em alguns casos, há fichas de controle de movimentação contendo a razão social da empresa geradora dos resíduos, seu endereço, o nome do responsável pelo transporte, a data da operação, a razão social de destino da carga e a descrição qualitativa e quantitativa (peso e/ou volume) dos resíduos.

¹²Este tipo de resíduo não é considerado no presente estudo.

Para o *armazenamento*, definido na norma NBR 10.703 como “estocagem provisória de resíduos sólidos, antes de sua destinação” (ABNT, 1989, p. 7), devem ser observadas as normas NBR 12.235, de novembro de 1988, e NBR 1.264, de dezembro de 1989, relativas às condições para o armazenamento de resíduos sólidos. A primeira diz respeito aos resíduos de classe I, e a segunda, aos resíduos de classes II e III.

No caso de resíduos perigosos, as principais exigências, segundo a NBR 12.235, referem-se:

- . à forma de armazenamento – tipo de recipiente: contêiner, tambor, etc.;
- . à autorização do órgão de controle ambiental competente para armazenamento sobre o solo;
- . à realização de análises das propriedades físicas e químicas de cada tipo de resíduo, antes do armazenamento;
- . à elaboração de um plano de amostragem de cada tipo de resíduo a ser armazenado, sendo que este plano deve conter informações como o local de coleta das amostras e os métodos utilizados para tanto; os parâmetros empregados nas análises, a justificativa de uso dos mesmos, bem como as frequências das análises; as características de cada resíduo e sua compatibilidade com outros resíduos;
- . à execução de uma ficha de registro de movimentação de resíduos, contendo o nome e o endereço da entidade ou empresa armazenadora, a data de ingresso de cada resíduo, o(s) gerador(es), as quantidades de cada resíduo, a data de saída de cada resíduo, as respectivas quantidades de saída, o destino, o nome e a assinatura do responsável pelo controle da movimentação;
- . ao treinamento dos operadores do armazenamento;
- . à elaboração de um plano de emergência (ABNT, 1988).

Não é comum o armazenamento permanente de resíduos classe I da indústria calçadista. Aparas de couro curtido, estopas e panos contaminados com produtos químicos e pó de varrição destinam-se a aterro.

Quanto a resíduos não-inertes e inertes, as principais exigências prévias para o armazenamento, conforme a NBR 1.64, referem-se:

- . à identificação de cada resíduo segundo NBR 10.004;
- . à aprovação do local de armazenamento por órgão de controle ambiental

competente, atendendo à legislação específica, em especial quanto à forma de uso do solo, localização e respeito às características da área – condições de acesso, topografia, recursos hídricos, etc.;

- . à proibição de armazenar resíduos de classe I juntamente com resíduos de classe II e/ou III;

- . ao meio de armazenamento – contêiner, tambor, etc.;

- . à existência de condições de isolamento e de sinalização no local de armazenamento, bem como de medidas de controle da poluição ambiental, treinamento de pessoal e segurança das instalações;

- . à existência de impermeabilização na base do local de armazenamento, bem como de um sistema de retenção de sólidos, de um plano de emergência e de documentação específica para encerramento das atividades (ABNT, 1989a).

O armazenamento de certos resíduos de classe II da indústria calçadista não é comum. É o caso de grande parte dos restos de materiais sintéticos, que, na maioria dos casos, não são estocados por falta de viabilidade econômica de reaproveitamento e/ou reciclagem.

Nas centrais onde é realizado armazenamento e aterro, há registro de controle de entrada e saída de resíduos, semelhante ao realizado para os casos de transporte. Contudo, nem sempre são cumpridas rigorosamente as exigências das normas de armazenamento. A identificação de cada resíduo a ser armazenado, por exemplo, nem sempre é feita rigorosamente de acordo com a NBR 10.004. Além disto, os locais de armazenamento, mesmo contando com a aprovação do órgão ambiental do Estado, nem sempre apresentam condições de isolamento e sinalização adequados, impermeabilização na base e planos de segurança, de emergência e de treinamento de pessoal, requeridos pela NBR 1.264.

1.5.2 Processamento

A noção de *processamento* inclui uma série de atividades em geral intermediárias quando se lida com resíduos. Diz respeito à *recuperação*; *reaproveitamento* ou *reutilização*; *reciclagem*; *tratamentos* (químicos, físicos e biológicos); *incineração* e *pirólise*. Os modos de conceituar *recuperação*,

reutilização, *reaproveitamento* e *reciclagem* diferem entre os especialistas em resíduos. Para Mães (1975), a *recuperação* significa reinserção do objeto que já serviu dentro de um sistema produção-distribuição-consumo. Um exemplo de recuperação seria o caso de uma embalagem retornável.

A *reutilização* é o procedimento em que um material que já fora anteriormente processado se insere, após um tratamento conveniente, em uma corrente de processo (Ferreira, 1994). Assim, de acordo com Mães (1975), a *reutilização* ou *reaproveitamento* implicam uma conversão, de modo que os resíduos sejam submetidos a uma transformação física, térmica, química ou bioquímica, permitindo tirar um benefício que o uso principal não contempla.

A *reciclagem*, em sentido estrito, significa a repetição de uma operação sobre uma substância com o objetivo de melhorar suas propriedades ou aumentar o rendimento da operação global (Ferreira, 1994). Segundo Mães (1975), a reciclagem dá idéia de seleção e reparo de materiais de um produto visando à nova produção, em qualidade semelhante.

Arnaiz et al. (1990) chamam de *revalorização* a reciclagem, reutilização, regeneração e recuperação de matérias-primas. A abrangência das definições desses termos, portanto, é variável na literatura técnica.

A norma NBR 10.703 exemplifica bem a falta de convergência precisa entre os conceitos de *reutilização*, *reaproveitamento* e *reciclagem* de resíduos sólidos, deixando claro que estas definições, muitas vezes, se confundem. Basta observar o significado que a norma atribui a *reaproveitamento de resíduos*: “técnica de utilização dos resíduos sólidos gerados em um processo, como matéria-prima de um outro processo, sofrendo ou não tratamento prévio (...). O mesmo que reutilização de resíduos e reciclagem de resíduos” (ABNT, 1989, p. 34).

Portanto, mesmo levando-se em conta a amplitude da designação de Arnaiz et al. (1990) e a diferenciação feita por Mães (1975), e a fim de evitar preciosismos, pode-se considerar que os termos *regeneração*, *reutilização*, *reaproveitamento*, *recuperação* e *reciclagem* de resíduos convergem, na prática, para um mesmo significado, definido pela NBR 10.703.

Em muitos casos, para reaproveitar ou reciclar um resíduo sólido, é necessário submetê-lo antes a um *tratamento*, cujo objetivo é reduzir ou eliminar a

periculosidade do mesmo (PUC, 1991). A norma NBR 10.703 define *tratamento* como “processo de transformação de natureza física, química ou biológica a que um resíduo sólido é submetido para possibilitar seu reaproveitamento ou reciclagem ou sua disposição final, sanitariamente adequada” (ABNT, 1989, p. 42). A classificação do resíduo permite indicar o tratamento adequado, sendo, muitas vezes, necessário mais de um tipo de tratamento para o mesmo resíduo.

São bastante comuns os tratamentos químicos – para neutralização ou fixação do resíduo – e biológicos – como a decomposição, que pode ser definida como processo biológico natural realizado através da atividade de microorganismos decompositores (Lopes, 1991), e a compostagem, que implica submeter resíduos à digestão aeróbica (com presença de oxigênio livre) para alterar as propriedades de solos agrícolas. Há também o tratamento por encapsulamento, que consiste na mistura dos resíduos com algum material cimentante, de modo a minimizar a possibilidade de lixiviação¹³, para o meio ambiente, dos poluentes contidos nos resíduos (ABNT, 1989).

O *reaproveitamento*, precedido ou não de *tratamento*, é o tipo de processamento mais utilizados para resíduos sólidos da indústria calçadista. Uma das alternativas de reaproveitamento consiste nos sistemas de oferta e demanda das *bolsas de resíduos*. No Brasil, este sistema é mantido por federações de indústrias, sendo uma atividade sem fins lucrativos. A primeira bolsa de resíduos, no país, surgiu em 1982, no Rio de Janeiro (Martinelli, 1985).

As bolsas funcionam através de informativos periódicos, enviados às empresas pelas federações de indústria, onde são listadas as propostas de venda e compra (tipos e quantidades de resíduos). Os interessados em negociar entram em contato com a federação para saber como localizar a oferta. A federação não faz a intermediação dos negócios, mas apenas oferece as informações necessárias para a realização dos mesmos, diretamente pelas partes interessadas.

A alternativa da *bolsa de resíduos* – operada, no Rio Grande do Sul, pela Federação das Indústrias do Estado (FIERGS) – não é muito utilizada pelas

¹³ Lixiviação é a remoção das partículas solúveis e/ou coloidais (em suspensão) de um solo pela percolação de água, sendo que o percolado ou chorume é o “(...) líquido produzido pela decomposição de matéria orgânica contida nos resíduos sólidos, particularmente quando dispostos em aterros de lixo.

empresas. Na década de 80, a efetividade dos negócios realizados através da bolsa, em relação à oferta/demanda, era de 4%. Trata-se de um percentual bastante inferior ao de outros países na mesma época – 10% a 15%, nos Estados Unidos, e 30% a 40%, nos países europeus. Atualmente, porém, não há controle de efetividade dos negócios realizados através da bolsa, mas apenas intermediação da FIERGS para realização de contratos entre as partes interessadas. Esta falta de controle impede uma avaliação sobre o desempenho do sistema. Além disto, é necessário observar que as informações relativas à bolsa circulam, basicamente, entre as empresas associadas à FIERGS.

Além da *bolsa de resíduos*, há outras formas de reaproveitamento de rejeitos da indústria calçadista. No que diz respeito a aparas de couro curtido, mesmo sendo resíduos perigosos, há possibilidade de reaproveitá-los na fabricação de entressolas, tiras, e mesmo peças de cabedal, no próprio processo de produção, ou ainda de utilizá-las para o treinamento de operários da indústria de calçados (Schmidt, 1985), embora tal prática não seja muito difundida. Este tipo de resíduo também foi testado com sucesso para estabilização de estradas de baixa trafegabilidade, em regiões arenosas, próximas ao mar (Schmidt, 1985).

As possibilidades de reciclagem de aparas de couro curtido ao cromo ou ao tanino, segundo Gutterres (1996)¹⁴, são semelhantes às da serragem derivada do rebaixamento de couros¹⁵. Assim, fibras das aparas, mediante mistura com borracha sintética, por exemplo, podem ser empregadas no desenvolvimento de materiais de isolamento ou preservação do calor (Guterres, 1996). As aparas podem também ser utilizadas como carga de enchimento para fabricação de materiais de solados (Serrano, apud Gutterres, 1996)¹⁶.

O couro recuperado ou regenerado, usado principalmente na fabricação de contrafortes e palmilhas internas, é outro produto derivado das aparas de couro

Apresenta elevado potencial poluidor e tem como características a cor negra e o mau cheiro” (ABNT, 1989, p. 11).

¹⁴ Gutterres (1996) descreve com detalhes as possibilidades de reaproveitamento de resíduos derivados do rebaixamento do couro, que são válidas para as aparas de couro curtido da indústria de calçados.

¹⁵ O rebaixamento é uma operação realizada em curtumes para diminuir a espessura dos couros.

¹⁶ Está em andamento uma pesquisa do Centro Tecnológico do Calçado (SENAI) sobre o reaproveitamento de aparas de couro curtido como carga de enchimento de solados de SBR (estireno butadieno) – um tipo de borracha termoplástica.

curtido e da serragem de rebaixamento. Neste caso, os resíduos de couro são moídos e misturados com látex natural e resinas sintéticas (Gutterres, 1996).

Através de tratamento químico-térmico – hidrólise em meio aquoso, com uso de pressão, temperatura e produtos químicos –, é possível separar cromo e proteína das aparas de couro curtidas ao cromo. Com isto, pode-se obter gelatina, cola, ração animal, etc. Em processos alcalinos, com tratamento semelhante, é possível recuperar sais de cromo (Gutterres, 1996). Um processo semelhante, denominado *destruição termoquímica de resíduos cromados*, é descrito por Compassi (1994).

Vários autores expõem métodos químicos de tratamento de resíduos de couro contendo cromo, a exemplo do descurtimento, hidrólise ou dissolução dos resíduos¹⁷. Gutterres (1996) ressalva, porém, que, no caso do descurtimento, tem havido problemas quanto à viabilidade econômica e ambiental dos processos, pois são produzidas grandes quantidades de banho residual. Já alguns processos enzimáticos para a solubilização dos resíduos contendo cromo têm se mostrado mais efetivos em termos de custos (Gutterres, 1996).

Para resíduos de solas, saltos, solados e outros componentes de calçados, as possibilidades de reciclagem são variadas. Restos de solados de EVA, por exemplo, podem ser reciclados para produção de carga de enchimento utilizada em novas placas para solados. Uma empresa localizada no Vale do Sinos está desde 1994 investindo na produção de blocos para a construção civil a partir de restos de EVA. Esses blocos, próprios para construções onde se exige isolamento acústico, são 50% a 70% mais leves que os de concreto comum. A empresa, que a princípio utilizava 100 toneladas mensais desses resíduos – 25% da geração estimada do material, nas fábricas de calçados da região – em 1996 passou a utilizar 30 toneladas por mês – 16,6% da geração mensal, calculada em 500 toneladas. Uma das causas desta queda, segundo o proprietário, é a resistência do mercado ao uso de materiais reciclados na indústria da construção civil.

Para Abbot, a reciclagem de resíduos de materiais sintéticos do setor calçadista ainda é limitada porque o produto resultante do processamento, em geral, apresenta propriedades inferiores às de materiais virgens destinados à mesma

¹⁷ Estes métodos estão descritos resumidamente em Guterres, 1996.

finalidade. Além disto, o autor argumenta que o custo energético do processamento é, em geral, muito elevado (Abbot, 1993).

Este mesmo argumento é utilizado por técnicos para justificar a atual inviabilidade de regeneração de solados de borracha natural e de SBR. De acordo com um técnico químico do Centro Tecnológico de Polímeros (CETEPO) do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) entrevistado para esta pesquisa, o quilo de SBR regenerado custa de R\$ 0,70 a R\$ 0,80 no mercado, enquanto que o quilo do mesmo material virgem custa R\$ 1,50. Este último material, no entanto, tem propriedades superiores à do reciclado e a ele é possível incorporar produtos que tornam o composto final mais barato, de modo que a vantagem econômica do material reciclado é apenas aparente.

Outra possibilidade de reaproveitamento de borrachas é a moagem. Neste processo, o resíduo moído é utilizado como carga de enchimento, conservando a elasticidade. A vantagem é que outros materiais normalmente empregados como carga – negro de fumo, caulim, sílica, carbonato de cálcio, etc. – não proporcionam a mesma elasticidade da borracha. As desvantagens são o custo e a dificuldade de balancear o processo, para tornar uniformes as características do produto final.

Face às dificuldades técnicas e econômicas de reciclagem de solados de borracha sintética, a indústria da borracha vem desenvolvendo novos produtos. Em 1996, foi anunciado o lançamento, por uma empresa multinacional, de uma borracha termoplástica, à base de copolímeros, considerada 100% reciclável (Revista Tecnicouro, 1996).

Os processos de reciclagem de resíduos da indústria calçadista, embora contem com o suporte de vários estudos técnicos isolados, ainda não estão suficientemente avaliados em termos de custos e benefícios e de efetividade. Não há pesquisas que contemplem, de modo conclusivo, as vantagens e desvantagens de reciclagem de resíduos do setor, nem pesquisas que avaliem os pareceres das chamadas *partes interessadas* – fornecedores, clientes, consumidores finais, etc. – a respeito desses processos. Estas deficiências, de certa forma, dificultam o interesse das empresas quanto à busca de parcerias para a possível reciclagem de resíduos e a difusão de uma mentalidade de valorização de produtos reciclados no mercado.

Quanto à *incineração*, trata-se de uma alternativa de processamento

caracterizada como “processo de tratamento de resíduos sólidos que consiste na sua oxidação a altas temperaturas, em equipamentos apropriados (incineradores)” (ABNT, 1989, p. 25). É um processo utilizado para destruir ou tornar inertes os resíduos sólidos, ou ainda reduzir o volume dos mesmos. Em sua utilização mais freqüente, visa à destruição de resíduos domésticos e hospitalares, embora possa ser empregada, também, para recuperação de materiais e substâncias presentes em um resíduo (PUC, 1991).

A incineração de resíduos, especialmente os de classe I, é feita sob critérios extremamente rígidos, com incineradores cuja construção deve obedecer à NBR 11.175 (ABNT, 1990). Esta norma fixa as condições exigíveis de desempenho do equipamento de incineração para resíduos sólidos perigosos, exceto os patogênicos ou inflamáveis.

Na incineração, são produzidos gases e resíduos não combustíveis – geralmente denominados cinzas – que devem receber tratamento ou disposição final adequada para evitar a poluição ambiental (ABNT, 1989). Entre as desvantagens deste tipo de processamento de resíduos estão os altos custos de investimento e para operação de incineradores. “O custo para implementação de um incinerador pode chegar a 10 milhões de dólares (...), levando-se em consideração o terreno e o laboratório para análise de material a sofrer a combustão” (Lopes, 1991, p. I-22). Além disto, há uma série de condições fundamentais a serem cumpridas para se obter combustão completa com o mínimo de poluição atmosférica decorrente dos gases produzidos, o que exige tecnologias caras e de funcionamento intensivo. Outro fator que encarece este tipo de processamento é a necessidade de, em certos casos, submeter os resíduos à pré-secagem (Lopes, 1991).

A *pirólise*, um processo de carbonização a temperaturas de 450° C a 500°C (PUC, 1991), é uma alternativa à incineração. Em caso de resíduos que contenham metais pesados, apresenta como vantagem comparativa menores possibilidades de que esses metais sejam eliminados com os gases, na queima. Porém, é uma alternativa tão cara quanto a incineração.

No Rio Grande do Sul, não há ainda, em vigor, normas técnicas ou legislação prevendo a incineração e/ou a pirólise de resíduos industriais.

1.5.3 Destinação Final

A destinação final, segundo a norma NBR 10.703, é o uso ou destino que se dá aos resíduos sólidos (ABNT, 1989). Envolve basicamente o aterro, embora o simples descarte de resíduos, sem qualquer técnica, seja muito comum.

Aterro “consiste em depositar no solo o resíduo para o qual não se conseguiu dar uma destinação de forma segura, tanto do ponto de vista sanitário quanto ambiental” (Cláudio, 1993, p. 20). Pode também ser considerado como “disposição de resíduos sólidos em um corpo receptor, geralmente o solo, a longo prazo ou em caráter permanente, onde são adotadas técnicas que objetivam a proteção da saúde pública e do meio ambiente” (ABNT, 1989, p. 17). Os critérios para a elaboração de projetos de aterro estão descritos nas normas NBR 8.418 (ABNT, 1987b) e NBR 8.419 (ABNT, 1987c). A primeira especifica condições mínimas para a apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos industriais perigosos. A segunda refere-se às condições de apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos e de resíduos não-perigosos.

Os aterros, que surgiram na década de 50, na Europa (PUC, 1991), e o simples descarte, são os métodos mais empregados para destinação de resíduos sólidos. Estas práticas são comuns na indústria calçadista gaúcha, onde o simples descarte vem sendo cada vez mais substituído por aterros coletivos, desde o início dos anos 90. Em geral, as fábricas de calçados do Vale do Sinos depositam em aterros os resíduos de classes I e II – exceto restos de papel, papelão, plásticos e metais.

Schnack (1996a), com base em experimentos realizados junto a 42 fabricantes de calçados femininos de exportação dessa região, constatou que a densidade média dos resíduos levados a aterro por essas empresas é de aproximadamente 0,2 toneladas por metro cúbico (T/m^3). Além disto, o autor verificou que 80% dos resíduos de classe II que ficam armazenados para possível reciclagem – exceto restos de papel, papelão, plásticos e metais – são restos de matérias-primas e insumos derivados diretamente da fabricação do calçado (Schnack, 1996a).

Segundo a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), órgão

oficial do Estado do Rio Grande do Sul para questões ambientais, até maio de 1995 havia pelo menos sete consórcios para aterro de resíduos sólidos industriais no Vale do Sinos. A maioria das áreas destinadas a essa finalidade localiza-se distante do perímetro urbano e conta com licença de operação da FEPAM, cumprindo exigências mínimas quanto à localização, extensão de área destinada exclusivamente a aterro, infra-estrutura de coleta de águas residuais, suporte técnico de operação e manutenção e outros itens constantes das normas específicas para projetos de aterro.

As áreas para instalação de aterros devem oferecer risco ambiental mínimo, ser avaliadas pela população vizinha – possibilidade estabelecida através do parágrafo 2º do artigo 11 da Resolução 001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)¹⁸ – e não estarem sujeitas a alterações ecológicas, podendo ser utilizadas por longo tempo. Além disto, essas áreas devem respeitar critérios de zoneamento urbano e exigir o mínimo de obras para o início das operações.

Segundo Cairncross (1992), os custos com aterro de lixo perigoso, nos Estados Unidos, passaram de aproximadamente 80 dólares por tonelada para 255 dólares por tonelada entre o início e o fim da década de 80, sendo que o aumento maior ocorreu por conta dos custos de tratamento, e não em função do aterro propriamente dito. No Brasil, tais custos podem chegar a 300 dólares por tonelada, no caso de resíduos altamente perigosos.

A questão da segurança é também apontada como restritiva ao uso de aterros. Um estudo apresentado em maio de 1990 na Grã-Bretanha, relativo às condições de 100 aterros, revelou os seguintes problemas:

“(...) 62% não dispunham de qualquer dispositivo para impedir a infiltração de água da superfície; 54% não verificavam se havia percolação para o lençol freático da área adjacente; 63% não dispunham de chaminés para controlar a potencial elevação de gases perigosos; e 80% nem procuravam controlar o mau cheiro” (Cairncross, 1992, p. 189).

Dados como estes justificam o parecer de vários técnicos que vêem o descarte no solo como “a última opção a ser dada a um resíduo, uma vez que, com o aterro, o que estamos fazendo é armazenando o resíduo (...) isto é, estamos acumulando um

¹⁸ Este dispositivo (CONAMA, 1986) apresenta definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental, prevendo a participação da comunidade em geral, através de audiências públicas, sempre que necessário, na

problema para as próximas gerações” (Cláudio, 1993, p. 218).

1.6 Tendências

Para amenizar o problema da geração de resíduos sólidos pela indústria calçadista e oferecer respostas às demais questões ambientais do setor, várias discussões estão sendo desenvolvidas, em nível mundial, paralelamente ao estabelecimento de regulamentações que vão além das alternativas de solução já abordadas. Na União Européia, por exemplo, a legislação ambiental mais recente – o Environmental Protection Act (EPA), de 1990 – tem evoluído do estabelecimento de medidas que controlam indústrias ou substâncias específicas para as chamadas *leis transindustriais*, que levam em conta a similaridade de processos, e não um tipo específico de indústria. Os atuais regulamentos estabelecem limites de emissão ou redução gradual do uso de determinadas substâncias, operando através de cronogramas, aos quais as empresas devem se adequar (Abbot, 1993).

No que diz respeito ao lixo de qualquer origem, incluindo resíduos sólidos industriais, regulamentos da EPA que entraram em vigor em 1992 proíbem a destinação em locais não-autorizados pelo poder público e impõem um *dever de cuidado* que se aplica a toda a cadeia produtiva. O *dever de cuidado* ou *due of care* significa que o lixo deve ser identificado e descrito, mantido em segurança, transferido para a pessoa certa (autorizada a transportá-lo, armazená-lo, tratá-lo, dispô-lo, etc.) e que sejam mantidos, pelo menos por dois anos, registros sobre a descrição, quantidades, modo de armazenamento e transferência do lixo.

Entre as demais mudanças nos regulamentos da EPA que afetam a indústria calçadista¹⁹, as principais dizem respeito ao uso de processos de moldagem direta de solas de poliuretano (PU), à fabricação de calçados que utilizem adesivos à base de solventes e às operações de vulcanização²⁰. No caso da moldagem de solas de PU, a

realização de Estudos de Impacto Ambiental (EIA), que poderiam ser realizados para a instalação de obras como aterros, por exemplo.

¹⁹ Embora o presente trabalho não vise à abordagem dos resíduos sólidos da indústria calçadista como os derivados de emissões aéreas, as embalagens e o próprio calçado após o uso, são apresentadas neste item, de forma complementar, as tendências da legislação européia quanto a esses tipos de resíduos.

²⁰ O processo de vulcanização da borracha consiste, basicamente, na união de cadeias de polímeros (EVA, SBR, etc.) com enxofre e vários aditivos (aceleradores, plastificantes, oxidantes, aditivos, etc.),

intenção é estabelecer quotas anuais de uso deste composto químico. Além disto, já existem, no mercado, solados de PU onde é utilizada água, ao invés de cloro-flúor-carbono (CFC), como agente de expansão do PU. A produção desse tipo de solado, embora atualmente mais dispendiosa, gera resíduos menos agressivos ao meio ambiente.

Quanto ao uso de adesivos à base de solventes, pretende-se não apenas impor quotas de uso, mas estabelecer um prazo para que eles sejam substituídos por adesivos à base d'água. Porém, um dos mais fortes argumentos contra o uso de adesivos à base d'água é a necessidade de agilizar a produção. Alguns técnicos sustentam que esse tipo de adesivo demanda maior tempo de secagem relativamente aos adesivos à base de solventes orgânicos.

Já nas operações de vulcanização, as metas dizem respeito ao controle das emissões aéreas. O uso de PVC na produção de solados e componentes também tende a se restringir (Abbot, 1992).

O uso de couro curtido ao cromo também vem sendo questionado como matéria-prima na indústria calçadista. A tendência é a remoção do cromo das aparas, por tratamento termoquímico, ou o uso de couros curtidos com outras substâncias. No caso da remoção do cromo, segundo Overcash (1991), os ganhos de recuperação e de venda do metal ainda são marginais. Já o uso de couros curtidos com outras substâncias, como titânio, por exemplo, vem sendo bastante discutido, embora haja alegações como a de que, por exemplo, outros tipos de curtentes podem afetar negativamente a qualidade do couro. Entre os argumentos favoráveis ao uso desse elemento, em substituição ao cromo, estão a possibilidade de utilização do titânio também como recurtente, no processo de curtimento, a redução do preço da matéria-prima (couro) para o calçadista e a possibilidade de uso das aparas como ração animal (Revista Tecnicouro, 1996).

As embalagens de calçados são também objeto de regulamentação. Segundo Abbot (1993), as autoridades da União Européia pretendem que, em dez anos, 10% delas sejam evitadas por meio de projetos de *design*; que 60% sejam recicladas; que 20% sejam incineradas; e que apenas 10% sejam destinadas a aterros.

resultando em um material termofixo, mais difícil de ser reprocessado do que a borracha não-vulcanizada (CETEPO, 1996).

O produto calçado e seu processo de produção também são alvos de tendências que, embora hoje estejam fora das regulamentações, já ganham espaço em discussões visando ao estabelecimento de normas de gestão ambiental específicas. No que se refere ao produto, está em andamento, na Holanda, um estudo sobre o ciclo de vida do calçado, que pretende determinar todos os impactos ambientais, desde a aquisição da matéria-prima até a disposição do calçado, após o uso do mesmo. A finalidade deste estudo complexo, que considera também aspectos de durabilidade, segurança e conforto do produto, é estabelecer critérios para a concessão de uma espécie de *selo verde* ou *rótulo ecológico* aos fabricantes que se enquadrarem nas exigências a serem propostas.

As formas de lidar com resíduos sólidos, quando agrupadas em seqüência, são normalmente denominadas *gerenciamento* ou *sistema de gerenciamento de resíduos sólidos*. Planos ou projetos básicos de coleta, transporte, tratamento e destinação final são referidos como instrumentos desses sistemas de gerenciamento (Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, 1993).

A maioria das ações relativas ao problema da geração e destinação de resíduos, porém, não deixa subentendida, nem evidente, a existência de planos ou projetos que possam caracterizar gestão ou sistema de gerenciamento. Grande parte dessas ações, principalmente na área industrial, são pontuais, adaptadas ou implantadas a partir da contratação de consultorias especializadas. Visam à solução do problema a partir do fato consumado – a existência dos resíduos –, não envolvendo uma reflexão sobre métodos de minimizar a geração a partir da revisão das tecnologias de produção utilizadas. Em sentido, amplo, a revisão dessas tecnologias implica uma abordagem crítica sobre a capacidade tecnológica. Este conceito, relacionado aos enfoques de gerenciamento de resíduos sólidos industriais, será explorado no próximo capítulo.

2 CAPACIDADE TECNOLÓGICA E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

O enfoque de gestão de resíduos sólidos industriais adotado por uma empresa dependerá dos esforços, habilidades e conhecimentos de que ela dispuser e desenvolver internamente. Dependerá também da tecnologia de produção que adotar e do aproveitamento dos vínculos que mantiver com clientes, fornecedores, prestadores de serviços, consultores, instituições de ensino e pesquisa e demais agentes que possam contribuir para a resolução do problema dos resíduos.

“Não existe uma receita única para a implantação de um sistema de gestão ambiental porque não existem duas empresas exatamente iguais” (Compassi, 1995, s.p.). Esta declaração, que se aplica ao caso do gerenciamento de resíduos sólidos, significa que cada empresa tem respostas específicas a seus problemas com resíduos, mesmo seguindo normas e legislações padronizadas. O modo como cada uma delas opera estabelece os diferenciais de desempenho entre si (Nelson e Winter, 1982; Dosi, 1988). É em função desses diferenciais que as empresas são vistas como agentes que resolvem problemas e capazes de alterar continuamente sua própria estrutura (Mansfield, 1978).

A competência no uso de atributos particulares fará com que cada empresa apresente uma tecnologia *sui generis* para responder ao problema dos resíduos sólidos. Tecnologia, neste caso, é definida em sentido amplo como:

“(...) um conjunto ordenado, organizado e articulado de elementos empregados na produção e comercialização de bens e serviços, constituído não só por conhecimentos científicos, provenientes das diversas ciências, como por conhecimentos empíricos que resultam de observações, experiências e atitudes específicas ou da tradição oral ou escrita” (Figueiredo, 1994, p. 607).

É na concepção total de *tecnologia* em sentido amplo, como “a soma total dos conhecimentos da sociedade” (Mansfield, 1978, p. 119), que se pode contextualizar a noção de capacidade tecnológica como incorporando aprendizagem, habilidades e conhecimentos que estão por trás dos elementos *pesados* da tecnologia – máquinas, equipamentos, dispositivos.

Lall (1992) destaca que o conhecimento tecnológico não é igualmente dividido entre as empresas porque cada uma delas traz implícitos processos de

aprendizagem que variam com as capacidades próprias. Assim, diferentes graus de acúmulo de tecnologia levam as empresas a diferentes resultados em termos de inovação. A inovação, nesse contexto, é entendida como um processo envolvendo um conjunto de procedimentos através dos quais as empresas geram habilidades e conhecimentos, modificando processos e/ou produtos. Abrange, portanto, de acordo com Lall, todos os tipos de esforços de pesquisas e melhorias.

A promoção de mudanças através desses esforços requer um determinado nível de capacidade tecnológica, sendo esta definida como “(...) o resultado de investimentos tomados pela firma em resposta aos estímulos externos e internos, e em interação com outros agentes econômicos, privados e públicos, locais e estrangeiros” (Lall, 1992, p. 169).

A capacidade tecnológica, portanto, está intimamente ligada à gestão da inovação, já que esta última é definida como a administração sistemática do processo de formação de uma crescente capacidade técnica, que resulta no desenvolvimento e na melhoria de produtos, no aperfeiçoamento de processos, no acréscimo de produtividade e na melhoria da qualidade (Bignetti, 1992).

Fransman e King (1984) e, mais recentemente, Coutinho e Ferraz (1994), assinalam que as capacitações produtiva e para a inovação constituem fatores desenvolvidos no plano interno das empresas, a fim de que elas conquistem e mantenham competitividade no mercado. A competitividade, por sua vez, depende de fatores sistêmicos, estabelecidos no plano externo de atuação das empresas, como é o caso das regulamentações ambientais (Coutinho e Ferraz, 1994).

Assim, as vantagens competitivas estão associadas, no plano interno à empresa, a estratégias de diferenciação e custos (Porter, 1989) e, no plano externo, a uma série de fatores sistêmicos, entre os quais destacam-se as regulamentações de comércio. Essas regulamentações tornaram-se importantes especialmente a partir do início da década de 90, com a formação de blocos econômicos no comércio mundial – permitindo novos arranjos no intercâmbio de produtos, serviços e tecnologias entre os respectivos países integrantes – e com as novas diretrizes da Organização Mundial do Comércio (OMC).

Portanto, a competitividade pode ser considerada como “capacidade da empresa de formular estratégias concorrenciais que lhe permitam conservar, de

forma duradoura, uma posição sustentável no mercado” (Coutinho e Ferraz, 1994, p. 18). Isto implica abordar a competitividade a partir da influência dos fatores sistêmicos sobre as estratégias de custo e diferenciação em torno de produtos, processos e/ou serviços. Implica, ainda, considerar a competitividade com base em fatores macroeconômicos, político-institucionais, regulatórios, infra-estruturais, sociais, regionais e internacionais. Neste amplo ramo de fatores, denominado “complexo” ou “sistema de competitividade”, o meio ambiente aparece, explicitamente, na condição de fator regulatório, que deve ser gerido como parte da tecnologia da empresa ou, pelo menos, como parte integrável a esta tecnologia. Assim, pode-se afirmar que o meio ambiente é fator a ser considerado na formulação de estratégias de gestão da inovação tecnológica. Pode-se afirmar, também, com base em Vasconcelos et al. (1994), que cada vez mais será necessário monitorar o ambiente externo à empresa para acompanhar mudanças voltadas à manutenção ou ao incremento da capacidade tecnológica. Tais mudanças,

“(…) além de aprofundar a eficiência dos processos, têm diminuído o tempo entre grandes descontinuidades tecnológicas; reduzido o ciclo de vida de novos produtos e ampliado a diversidade de pequenas diferenciações de produtos. Ao mesmo tempo, essas mudanças, centradas em produtos e processos, têm sido dirigidas à redução de custos ambientais por unidade de produto industrial” (Coutinho e Ferraz, 1994, p. 50).

O controle e a regulação ambiental são vistos como novos desafios de competitividade cujo enfrentamento não será possível sem “internalizar a inovação técnica e a capacitação como atividades empresariais permanentemente estruturadas” (Coutinho e Ferraz, 1994, p. 52).

Observa-se, portanto, a emergência de um novo contexto, no quadro de competição entre as empresas, em que a gestão da inovação, viabilizada através do crescente aumento da capacidade tecnológica, deverá estar ligada à gestão ambiental e, por extensão, à gestão de resíduos sólidos industriais. A relação entre a formação e o desenvolvimento de uma crescente capacidade tecnológica, por parte das empresas, e a gestão de seus aspectos ambientais, incluindo a questão dos resíduos sólidos, é hoje abordada em vários estudos e, mais do que isto, verificada na prática, mesmo através de ações pontuais que visem à resolução de problemas imediatos, de natureza ambiental.

Porter e Linde (1995), em estudos de caso realizados desde 1991 junto a

empresas industriais dos Estados Unidos significativamente afetadas pela regulamentação ambiental, como as dos setores de papel, celulose e tintas, constataram que “os custos de adequação às legislações ambientais podem ser minimizados, senão eliminados, através de inovações que tragam outros benefícios competitivos” (Porter e Linde, 1995, p. 73). Esta constatação levou os pesquisadores a concluir que “novos padrões ambientais adequados podem dar início a um processo de inovações que diminua o custo total de um produto ou aumente o seu valor (Porter e Linde, 1995, p. 73). Isto significa que a capacidade tecnológica, ancorada na capacidade de inovação, pode ser melhorada através do cumprimento de requisitos de desempenho ambiental pelas empresas, o que implica uma inter-relação entre o modo de escolha, adoção e uso das tecnologias e o desempenho calcado na observação padrões ambientais.

Na opinião de Porter e Linde (1995), os dados obtidos em suas pesquisas mostram, ainda, que o debate entre competitividade e meio ambiente tem sido abordado de modo equívoco sempre que se colocam os custos ambientais como um entrave à competitividade, ou seja, sempre que não se considera o papel das inovações para reverter esses custos em benefícios. Estes autores afirmam que as novas tecnologias ou inovações relacionam-se à questão ambiental minimizando o custo da poluição, quando ela ocorre, ou indo “direto às raízes da poluição, aumentando a produtividade dos recursos em primeiro lugar”. Assim, “as inovações para ajuste à regulamentação ambiental podem resultar em economia de tempo e dinheiro” (Porter e Linde, 1995, p. 76).

Donnaire, em raciocínio semelhante, afirma que “meio ambiente e sua proteção estão se tornando oportunidades para abrir mercados e prevenir-se contra restrições futuras quanto ao acesso a mercados internacionais” (Donnaire, 1995, p. 35). Segundo este autor, a integração do controle ambiental às práticas e processos industriais – onde se operacionalizam as inovações – são formas de as empresas responderem ao *novo desafio* da gestão ambiental.

Programas que vêm sendo realizados desde 1992 por técnicos da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO), junto a empresas pertencentes a setores de tecnologia tradicional em países em desenvolvimento, vêm ratificando os benefícios econômicos derivados da

implantação das chamadas *tecnologias mais limpas*. O conceito *tecnologia mais limpa*, na indústria, refere-se ao uso de métodos de processamento, ao longo da cadeia produtiva, que evitem, ao máximo, a geração de resíduos e que, na impossibilidade de evitar a geração dos mesmos, incorporem alternativas para sua reinserção na cadeia de consumo. Este conceito contrapõe-se ao de tecnologia de fim de tubo, que se refere à ação sobre os problemas ambientais apenas no final do processo (UNIDO, 1996).

Os programas da UNIDO envolvendo o uso de *tecnologias mais limpas*, realizados em empresas dos ramos têxtil, de pesca e de beneficiamento de açúcar, por exemplo, permitiram não só a recuperação dos investimentos feitos com alterações de tecnologias de processos, mas, em prazos variáveis – oito meses, um ano, etc. –, possibilitaram a obtenção de lucro pelas empresas, a partir da manutenção e aprimoramento das novas tecnologias (UNIDO, 1996).

Os vínculos entre capacidade tecnológica – que viabiliza a inovação, bem como a gestão da inovação – e gestão ambiental – que inclui a gestão de resíduos sólidos – podem ser analisados detalhadamente, através da caracterização de níveis de capacidade tecnológica em relação a enfoques de gestão ambiental (e de resíduos). Este é o assunto discutido nos subitens do presente capítulo.

2.1 Níveis de Capacidade Tecnológica e Enfoques de Gestão de Resíduos Sólidos Industriais

Lall (1992) identifica três tipos de capacidade tecnológica, de acordo com as funções a que se referem na empresa:

- . capacidade tecnológica básica ou de produção;
- . capacidade tecnológica intermediária ou de vínculos;
- . capacidade tecnológica avançada ou de investimento.

Esta classificação é cumulativa, o que significa que uma empresa pode, através do acúmulo e do desenvolvimento de habilidades e conhecimentos, passar de uma capacidade básica para uma intermediária ou avançada. Segundo Pavitt (1992), o grau de capacidade tecnológica é maior em empresas que geram inovações, relativamente àquelas que apenas utilizam inovações geradas por seus fornecedores.

Revisando-se os enfoques de diversos autores sobre gerenciamento ambiental – relativos a posturas das empresas no que diz respeito a questões de meio ambiente –, é possível identificar três tipos básicos:

- . enfoque *reativo*;
- . enfoque *efetivo*;
- . enfoque *pró-ativo*.

Esta classificação, da mesma forma que a proposta para capacidade tecnológica, é progressiva. Assim, uma empresa que, em determinado momento, apresentar um enfoque reativo, poderá, através da assimilação de novas tecnologias e da ampliação de seus conceitos e habilidades sobre questões ambientais, passar aos demais enfoques.

A caracterização e o estabelecimento de associações entre os níveis de capacidade tecnológica e os enfoques de gestão ambiental permitem visualizar melhor os vínculos existentes entre a gestão da inovação e a gestão ambiental, incluindo a de resíduos.

2.1.1 Capacidade Tecnológica Básica ou de Produção e Enfoque Reativo

A capacidade tecnológica básica, segundo Lall (1992), está relacionada aos esforços internos da empresa. Envolve funções como controle da qualidade; operação, adaptação ou imitação, melhoria e manutenção de máquinas e equipamentos; pesquisa, modelagem, inovação de processo ou de produto; monitoramento e controle da engenharia industrial. Este nível de capacidade tecnológica corresponde ao de empresas que atuam baseadas em simples rotinas derivadas da própria experiência, sem registros formais das atividades que realizam.

Empresas enquadradas em nível básico de capacidade tecnológica, segundo Pavitt, podem ser encontradas principalmente em setores tradicionais da manufatura (Pavitt, 1984). São as que se preocupam em assegurar o funcionamento de seu processo produtivo através do controle da produção baseado em tempos e métodos, manutenção preventiva, controle da qualidade e *design* de produto de acordo com a programação da produção, a partir de exigências de clientes.

Conforme Pavitt (1984), empresas com capacidade tecnológica básica

apropriam-se bem mais das vantagens imediatas das tecnologias desenvolvidas por seus fornecedores – por exemplo, habilidades de profissionais, *design*, treinamento, modos de ingressar em mercados – do que da base de conhecimento embutida em tais tecnologias. Tendem a orientar seu desenvolvimento tecnológico em função do corte de custos. Assim, suas escolhas tecnológicas são dependentes de níveis salariais, de preços de produtos e de outras externalidades implicadas em custos de produção e comercialização.

Empresas com capacidade tecnológica de produção tendem a apresentar um enfoque *reativo* de gestão ambiental, incluindo a de resíduos sólidos industriais. Este enfoque é típico das que operam com critérios de gestão ambiental extremamente precários, adotando práticas como, por exemplo, o simples descarte e o não-reaproveitamento de resíduos. Em geral, essas empresas não revisam criticamente seus processos produtivos em busca de alternativas que minimizem os desperdícios.

Cánepa (1991), ao abordar a gestão ambiental relativamente aos aspectos econômicos nela implicados, associa esta postura à *economia do cowboy*. Neste contexto, os recursos ambientais são abundantes, e os custos da poluição industrial não são internalizados pelas empresas, mas, ao contrário, são socializados.

Hunt e Auster (1990) denominam de *iniciantes* ou *apagadoras de incêndio* as empresas que adotam este enfoque de gerenciamento ambiental. Segundo eles, trata-se de empresas nas quais não existe ou é fraco o comprometimento das diretorias, gerências e empregados com o meio ambiente. Em alguns casos, não há sequer orçamento para bancar despesas com problemas ambientais, de modo que as empresas tendem a resolver tais problemas à medida que eles aparecem.

O enfoque *reativo* praticamente não encontrou resistências legais contrárias no Brasil até os anos 70, pois “a primeira manifestação legislativa de proteção autônoma do meio ambiente deu-se com a expedição do Decreto-lei 1.413 de 14 de agosto de 1975, que dispunha sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais” (Horta, 1994, p. 22). Por isto, tal enfoque reflete fortemente o espírito da legislação ambiental de meados dessa década, cujos textos estavam voltados principalmente aos aspectos de proteção do meio ambiente simplesmente através do controle da poluição.

Pelo critério *reativo*, as funções de gestão ambiental são adotadas unicamente

com base em sua eficiência econômica, ou seja, pelo cálculo ou por estimativas comparativas entre custos de controle e benefícios obtidos. Dentro deste raciocínio, formou-se a mentalidade de que “a poluição deveria ser abatida enquanto os benefícios do abatimento excedessem seus custos” (Cánepa, 1991, p. 260).

O enfoque *reativo*, conforme Sobral et al., foi particularmente verdadeiro para estudos de gerenciamento de resíduos sólidos (Sobral et al., 1981, p. 97). Porém, não perdurou devido à impossibilidade de uma avaliação exata sobre os benefícios do abatimento da poluição. Certos benefícios ou danos envolvidos na execução dos projetos analisados sob este enfoque, por serem subjetivos, não podem ser associados rigorosamente a valores monetários. Assim, muitos projetos avaliados sob este critério “trouxeram impactos sociais que eram freqüentemente subestimados nas análises econômicas” (Sobral et al., 1981, p. 98).

A constatação de procedimentos contrários ou incompatíveis aos prescritos em normas de gestão ambiental permite identificar outras características típicas do enfoque reativo de gestão de resíduos sólidos, além das descritas anteriormente. Entre essas características, destacam-se: inexistência, na empresa, de profissional ou departamento específico para gestão de resíduos; convicção de que a gestão de resíduos não é uma atividade formal, mas uma simples obrigação legal e/ou tarefa profissional; desconhecimento e/ou desconsideração de normas técnicas sobre identificação e classificação de resíduos sólidos (ABNT), de normas de gestão ambiental (série ISO 14000) e da legislação local sobre resíduos sólidos; não-realização de inventário de geração de resíduos sólidos ou realização de inventário apenas parcial (só quantitativo ou só qualitativo); conhecimento precário das técnicas de gestão de resíduos (coleta, armazenamento, reciclagem, aterro, incineração, pirólise) e uso mitigado de algumas dessas técnicas; inexistência de registros de transporte de resíduos; inexistência de registros de armazenamento de resíduos ou de outro tipo de inventário (registros de aterro, por exemplo); falta de iniciativa para realização de parceria com outras empresas a fim de minimizar ou prevenir a geração de resíduos; falta de iniciativa no sentido de vincular a gestão de resíduos a outros programas de gerenciamento (qualidade, etc.); inexistência de política de gestão de resíduos sólidos, com objetivos e metas definidos; não-realização de auditoria de gestão de resíduos sólidos; não-realização de programas de treinamento/educação aos

trabalhadores para minimizar/resolver problemas com resíduos.

2.1.2 Capacidade Tecnológica Intermediária ou de Vínculos e Enfoque Efetivo

Empresas com capacidade tecnológica intermediária são as que estão interessadas em melhorar seu desempenho de produção. Comportam estrutura de sistematização dos conhecimentos e mantêm relações estreitas com seus fornecedores e clientes. Isto é possível porque apresentam as habilidades necessárias à transferência e recepção de informações, à negociação com fornecedores de matérias-primas, máquinas, equipamentos, componentes e insumos, e à negociação com clientes, subcontratados, consultores e instituições de ensino e pesquisa, entre outros.

Neste nível de capacidade tecnológica, as empresas apresentam um departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP) ou setor equivalente, que lhes assegure maior capacidade de sistematização das rotinas em relação às empresas de capacidade tecnológica básica. Geralmente, empresas de capacidade intermediária adaptam ou imitam tecnologias com base em pesquisa, contratos ou associações do tipo *joint ventures*. A difusão das tecnologias, neste caso, pode se estabelecer em sentido vertical – a empresa em relação a seus fornecedores, clientes e outros agentes – e em sentido horizontal – a empresa em relação a empresas semelhantes, do mesmo ramo.

Melhorias na capacidade de vínculos significam melhor e mais intenso fluxo de informações para a gestão da inovação e, ao mesmo tempo, para a gestão ambiental. Em geral, as empresas que se encontram neste nível de capacidade tecnológica apresentam um enfoque *efetivo* para resolver problemas de gestão ambiental, incluindo a questão dos resíduos sólidos. Elas adotam soluções baseadas em múltiplos critérios e derivadas de uma preocupação institucional, levando em conta sua imagem diante das chamadas *partes interessadas* – clientes, fornecedores, prestadores de serviços, instituições de pesquisa, etc. Consideram, portanto, a avaliação da efetividade dos programas de gerenciamento ambiental (Conway et al., 1980).

O enfoque *efetivo* passou a ser adotado por algumas empresas e instituições, na década de 80, em relação a questões ambientais. Nessa época, a legislação avançou no sentido de se estabelecerem mecanismos integrados para a proteção ambiental, tendo surgido inclusive a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei federal 6.938/81), que determinou a criação de órgãos específicos para o controle da qualidade ambiental, como o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

O conceito de efetividade extrapola o de simples eficácia, subentendido no enfoque *reativo*, porque, através dele, presume-se que as soluções buscadas para o problema dos resíduos apresentem não só bons resultados técnicos com baixos custos, mas resultados que, além disto, contemplem uma espécie de consenso derivado da ponderação dos interesses de vários atores afetados por possíveis impacto ambientais.

“O interesse pela atitude tecnicista de curto prazo como solução ao impasse do crescente lixo gerado pelos agentes econômicos nos leva a crer que não se trata de uma ‘eficiência econômica’, mas sim de uma perda de oportunidades e de energia (alta entropia). Todas as medidas e diretrizes técnicas e burocráticas terão eficácia reduzida enquanto não estiverem atreladas ao consentimento e ao apoio da opinião pública” (Lopes, 1991, pp. I-22, I-23).

Cánepa (1991) assinala que o enfoque de múltiplos critérios para gerenciamento ambiental caracteriza-se por resultar na determinação de objetivos mediada por leis. É com base nelas que os governos de alguns países estabelecem mecanismos de controle, como taxas pelo uso de recursos naturais, licenças para poluir, etc.

Na Lei federal 6.938/81, relativa à Política Nacional do Meio Ambiente, por exemplo, o pressuposto de efetividade está no fato de haver um dispositivo que determina a responsabilidade objetiva do poluidor por danos causados ao meio ambiente. A Lei federal 7.347/85, que disciplina a ação civil pública por danos causados ao meio ambiente, ao patrimônio público e ao consumidor, reforça este pressuposto à medida que atribui ao Ministério Público a função de patrono dos interesses coletivos em matéria ambiental (Horta, 1994). Ao abrir margem à participação jurídica formal da coletividade na preservação do meio ambiente, esta lei configurou os cidadãos como um fator a mais de pressão, agindo para o estabelecimento da gestão ambiental nas empresas.

Através do enfoque *efetivo*, podem ser encontradas alternativas ao problema dos resíduos sólidos nas quais “pontos de vista de diferentes grupos de interesse podem ser levados em conta” (Sobral et al., 1981, p. 98). Na França, por exemplo, onde, segundo Cánepa (1991), os produtores ou detentores de resíduos são impedidos de vertê-los ao meio ambiente sem neutralização prévia, o gerenciamento ambiental contempla este enfoque porque busca integrar e coletivizar soluções.

O uso de múltiplos critérios para solucionar o problema dos resíduos sólidos, segundo Cook Jr. (1990), implica identificar vários objetivos e interesses e, muitas vezes, administrar conflitos. Por este motivo, a empresa que adota o enfoque *efetivo* de gestão ambiental geralmente tem, no mínimo, uma capacidade tecnológica intermediária, que lhe permite atingir seus objetivos através de negociação com as partes interessadas. Isto implica, por exemplo, rever de modo crítico, e com apoio ou envolvimento das partes interessadas, os processos produtivos e as demais práticas que estejam ligadas à geração de resíduos.

Com base na descrição recém-apresentada, a partir de diversos autores, sobre o enfoque *efetivo*, ou de múltiplos critérios de gestão ambiental, e a partir de textos de normas técnicas e de gestão ambiental, pode-se listar ainda outras características que identificam tal enfoque: existência, na empresa, de pelo menos um profissional específico ou departamento para gestão de resíduos sólidos; prática de gestão de resíduos sólidos que exclua simples descarte ou queima; gestão de resíduos sólidos considerada como atividade formal e/ou compromisso com a empresa e com a comunidade; conhecimento mínimo de normas técnicas sobre resíduos (ABNT), de normas de gestão ambiental (série ISO 14000) e da legislação local sobre resíduos sólidos; uso de normas da ABNT, pelo menos parcialmente, para identificação e classificação de resíduos sólidos; realização de inventário quantitativo e/ou qualitativo de resíduos sólidos; conhecimento da maioria das técnicas de gestão de resíduos (coleta, armazenamento, reciclagem, aterro, incineração e pirólise) e uso de algumas delas; realização de registros de armazenamento de resíduos ou de outro tipo de inventário (registros de aterro, por exemplo); uso de técnicas para minimizar a geração de resíduos; busca de algum tipo de colaboração/parceria com outras empresas para minimizar ou prevenir a geração de resíduos; aceitação da influência de clientes na busca de soluções para problemas de resíduos; intenção de vincular a

gestão de resíduos a outros programas de gerenciamento (qualidade, etc.); busca de delineamento de uma política de gestão de resíduos sólidos, com objetivos e metas; esboço de uma auditoria de gestão de resíduos sólidos; realização de programa de treinamento, aos funcionários, sobre gestão de resíduos sólidos; custos com gestão de resíduos parcialmente internalizados pela empresa; diretoria e gerência não totalmente comprometidas com soluções para problemas de resíduos; busca de soluções de médio e/ou longo prazo para resíduos, baseadas em múltiplos critérios, estabelecidos pelas *partes interessadas*; preocupação com a imagem da empresa na adoção de soluções para o problema dos resíduos.

2.1.3 Capacidade Tecnológica Avançada ou de Investimento e Enfoque Pró-ativo

A capacidade tecnológica avançada, de acordo com Lall (1992), inclui a identificação, preparação e obtenção de tecnologia para construção, expansão ou aquisição de máquinas, equipamentos e dispositivos. Trata-se, portanto, de uma capacidade de infra-estrutura no que diz respeito ao desenvolvimento de projetos. A capacidade de investimento é também uma base para os demais tipos de capacidade tecnológica, pois, segundo Lall (1992), a disponibilidade de linhas de financiamento para investimento em tecnologia, os incentivos fiscais e creditícios, e os subsídios à produção e à comercialização afetam a capacidade tecnológica como um todo. As empresas que estão neste nível de capacidade tecnológica têm seu próprio departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (P & D).

Do ponto de vista da gestão ambiental, e de resíduos sólidos, a capacidade tecnológica avançada é a base para a adoção de um enfoque do tipo *pró-ativo*. Empresas que investem em P & D estão melhor preparadas tecnologicamente para combater problemas ambientais. É comum que essas empresas apresentem não apenas soluções menos prejudiciais ao meio ambiente na gestão de seus resíduos, mas que transformem o problema em uma oportunidade de ganho.

A inserção de procedimentos de prevenção e/ou minimização de problemas ambientais em todos os departamentos da empresa, de modo gradual, progressivo e sistemático, até que se consolidem ações espontâneas, ou seja, até que se forme uma

cultura de proteção ao meio ambiente, está na base do enfoque *pró-ativo*. Este enfoque é típico de empresas que procuram se antecipar à existência de problemas ambientais, e até mesmo ao cumprimento de padrões estabelecidos em normas e leis ambientais. Outra característica deste enfoque, que pode ser associada à sua aplicação em empresas com alta capacidade tecnológica, é a busca de correção de problemas ambientais no ponto de origem, com a documentação dos modos de resolução desses problemas – o que, normalmente, demanda uma capacidade tecnológica de investimento na busca de processos produtivos alternativos, incluindo o uso de métodos operacionais, matérias-primas, máquinas e dispositivos que proporcionem melhor desempenho ambiental sem prejudicar o desempenho econômico.

O enfoque *pró-ativo* parte do princípio de que “os custos cumulativos, provenientes da sobrecarga ambiental e de sua poluição, ultrapassam de longe aqueles que são feitos com a sua preservação” (Bonus, 1992, p. 31). Isto significa levar os enfoques *reativo* e *efetivo* a uma perspectiva de longo prazo.

“Esperar pelas normas para depois agir pode sair mais caro que tentar antecipá-las e incorporá-las em novos investimentos. Uma companhia que assume a responsabilidade ambiental com mais sinceridade que suas concorrentes prefere introduzir inovações tecnológicas segundo seu próprio ritmo, em vez de fazê-lo de forma apressada e, assim, dispendiosa” (Cairncross, 1992, p. 190).

O enfoque *pró-ativo* pode ser caracterizado como gestão ambiental no sentido pleno do termo porque, através dele, são estabelecidas as políticas ambientais da empresa, que irão nortear ações técnicas, institucionais e estratégicas, de longo prazo. Este enfoque de gestão ambiental estende-se em três níveis:

- . organizacional, cujos termos de referência mais completos e atuais estão presentes em normas que delineiam os chamados sistemas de gerenciamento ambiental, como a ISO 14001;

- . institucional, através do qual as demandas da legislação específica sobre meio ambiente e as demandas de partes interessadas, como fornecedores, por exemplo, são levadas a toda a empresa;

- . técnico, que, no caso dos resíduos sólidos industriais, pode se basear nas

chamadas rotas de minimização²¹, que estabelecem procedimentos, em seqüência hierárquica, para eliminação, redução do volume e da periculosidade dos resíduos nas fontes de geração.

Além das características já descritas, pode-se relacionar uma série de outros aspectos que identificam o enfoque *pró-ativo* de gestão de resíduos sólidos, a partir de textos de normas técnicas e de gestão ambiental: existência de profissional específico e de departamento para gestão de resíduos sólidos na empresa; prática de gestão de resíduos que exclua simples descarte ou queima e priorize reaproveitamento e reciclagem; visão da gestão de resíduos como uma atividade formal e como um compromisso da empresa consigo mesma e com a comunidade; conhecimento e uso efetivo de normas técnicas de classificação de resíduos (ABNT), de normas de gestão ambiental (série ISO 14000) e da legislação local sobre resíduos; realização de inventários quantitativo e qualitativo de resíduos sólidos; conhecimento das técnicas de gestão de resíduos sólidos (coleta, armazenamento, reciclagem, aterro, incineração e pirólise) e uso das que oferecem condições simultaneamente mais econômicas e ecológicas; existência de registros completos de transporte de resíduos; existência de registros completos de armazenamento e de outros tipos de inventários (aterros, por exemplo); existência de parceria entre a empresa e outras empresas para minimizar ou prevenir a geração de resíduos; interação com clientes na busca de soluções para problemas de resíduos sólidos; gestão de resíduos sólidos vinculada a outros programas de gerenciamento (qualidade, etc.); existência de uma política de gestão de resíduos sólidos, com objetivos e metas definidos; realização de auditoria de gestão de resíduos sólidos; existência de programas formais de treinamento e educação ambiental aos funcionários da empresa, com ênfase na gestão de resíduos; custos com gestão de resíduos totalmente internalizados; busca de soluções de longo prazo para gestão de resíduos, baseadas em métodos para prevenir o problema, via alteração de processos, matérias-primas, etc.

Os enfoques de gestão de resíduos sólidos recém-descritos podem ser considerados válidos e suficientemente detalhados para o caso da indústria calçadista. Já a caracterização da capacidade tecnológica do setor, embora possa ser

²¹As fontes da literatura que descrevem estas rotas estão citadas no item 1.5.

tipificada pela classificação proposta por Lall (1992), apresenta algumas particularidades que requerem maior especificidade – daí a necessidade de se estabelecerem indicadores de capacidade tecnológica para a indústria calçadista, conforme será detalhado a seguir.

3 OBJETIVOS

O principal objetivo do estudo é propor um modelo através do qual possam ser estabelecidas associações entre capacidade tecnológica e gestão de resíduos sólidos na indústria calçadista.

Os objetivos específicos são:

- . definir indicadores de níveis de capacidade tecnológica para a indústria calçadista;
- . realizar estudo de casos em empresas calçadistas, identificando e analisando os níveis de capacidade tecnológica e os enfoques de gestão de resíduos sólidos nas mesmas;
- . realizar inventários qualitativos e quantitativos de resíduos sólidos gerados pelas empresas estudadas, comparando-os aos respectivos desempenhos de produção física;
- . realizar a análise comparativa dos estudos de casos em relação a aspectos considerados relevantes quanto à associação entre níveis de capacidade tecnológica e enfoques de gestão de resíduos.

4 MÉTODO E LIMITES

Para a realização dos objetivos relacionados no item 3, optou-se pelo estudo exploratório de dois casos. A escolha deste método justifica-se em função da inexistência de estudos anteriores que contenham informações atualizadas e sistematizadas capazes de permitir o estabelecimento de um quadro genérico da situação da gestão de resíduos sólidos na indústria calçadista com base no perfil tecnológico das empresas que integram o setor.

Estudos exploratórios partem do pressuposto de que “através do uso de procedimentos relativamente sistemáticos, pode-se desenvolver hipóteses relevantes a um determinado fenômeno” (Tripodi et al., 1981, p. 61). Trata-se, conforme Yin, de estratégias preferidas quando o investigador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco é um fenômeno contemporâneo (Yin, 1989).

Para o estabelecimento dos indicadores de capacidade tecnológica da indústria calçadista, partiu-se de 15 estudos, entre teses, dissertações e relatórios de pesquisa, publicados entre 1976 e 1995. Esses estudos – Cruz (1976), Gomes Neto e Figueiredo (1982), Ruas (1985), Silveira (1986), Moreira (1987), Piccinini (1990, 1991, 1993), Alves Filho (1991), SEBRAE,SCT (1992), Ruas e Antunes (1992), Costa (1993), Zawislak (1994), Reis (1994) e Noer (1995) – foram selecionados para servir de base à estruturação dos indicadores propostos no presente estudo porque abordam, com detalhes e sob diversos aspectos – como produto, processo, organização do trabalho, etc.– as características tecnológicas da indústria calçadista, com suas deficiências, avanços e possibilidades de melhorias.

Uma vez estabelecidos os indicadores, procurou-se enquadrá-los, através de descrições, na classificação proposta por Lall (1992), relativa a níveis de capacidade tecnológica. Foram então estabelecidos três quadros para análise, em que cada um dos níveis de capacidade tecnológica aparece associado a cada um dos enfoques de gestão de resíduos sólidos descritos no capítulo 2.

A partir dos quadros, foi elaborado um questionário, posteriormente respondido, na presença da pesquisadora, por profissionais das áreas de Produção e/ou por responsáveis por questões ambientais das empresas-alvo do estudo. Além da aplicação do questionário, cuja íntegra está no Anexo I deste trabalho, a pesquisa de

campo foi complementada através de entrevistas informais realizadas com técnicos e consultores especializados na execução de pesquisas tecnológicas e na prestação de serviços nas áreas de matérias-primas, componentes, gerenciamento da qualidade, planejamento e controle de produção e cálculo de custos do setor calçadista. Foram ainda visitadas as áreas de aterro e armazenamento de resíduos sólidos pertencentes às empresas-alvo do estudo.

A pesquisa é limitada quanto ao número de empresas abrangidas porque apenas duas das 38 contatadas, direta ou indiretamente, dispuseram-se a prestar informações suficientes à realização das análises propostas. A coleta dos dados foi finalizada em agosto de 1996, estando todos os dados sobre o desempenho da indústria calçadista, presentes no estudo, atualizados até essa data. Já para a realização da coleta de dados voltada à formação do inventário de resíduos sólidos das empresas-alvo, foi convencionado como referência o período de setembro de 1994 a agosto de 1996. A escolha desse período inicial deve-se ao fato de que não havia, nas empresas amostradas, registros sobre a destinação de resíduos anteriores a setembro de 1994. Em função da sazonalidade da produção de calçados, foi necessário estabelecer um comparativo entre semestres correspondentes e, pelo menos, um comparativo entre dois períodos sucessivos de 12 meses cada um, para que o confronto dos dados resultasse em um análise confiável.

5 CAPACIDADE TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA DE CALÇADOS

A capacidade tecnológica da indústria calçadista é dada a partir de seu potencial para criar, absorver e desenvolver inovações. Gomes Neto e Figueiredo (1982) consideram inovação na indústria calçadista qualquer mudança na linha de produtos, em modelos, matérias-primas, processo de produção, planta ou equipamento, embalagem, controle de qualidade e/ou capacidade quantitativa de produção.

No setor coureiro-calçadista, segundo Pavitt (1984), as empresas que mais inovam são as de pequeno e as de grande portes. Nas de pequeno porte, as inovações estão voltadas principalmente ao *design* do produto, pois trata-se de empresas que valorizam sobretudo processos artesanais.

Há reconhecimento, por parte de alguns fabricantes de calçados, de que o nível da capacidade tecnológica produtiva instalado em suas empresas é superior em relação ao estágio das técnicas de produção que efetivamente utilizam. Isto indica um *gap* entre posse e uso de tecnologia.

“A diferença entre a técnica de produção e o desenvolvimento tecnológico pode significar que essas empresas possuem uma tecnologia mais avançada que aquela que utilizam para fabricar o calçado” (Piccinini, 1990, p. 385).

O estabelecimento do nível de capacidade tecnológica de uma empresa fabricante de calçados requer, portanto, uma análise que extrapole o simples diagnóstico das técnicas empregadas na produção. Trata-se de uma tarefa que abrange também a análise de uma série de outros requisitos, como os que caracterizam o desempenho da empresa em relação a fornecedores, clientes, instituições de pesquisa e a toda a rede de atores que integram o complexo produtivo do setor, conforme será descrito nos itens seguintes deste capítulo.

5.1 Indicadores de Capacidade Tecnológica

A análise dos estudos de Cruz (1976), Gomes Neto e Figueiredo (1982), Ruas (1985), Silveira (1986), Moreira (1987), Piccinini (1990, 1991, 1993), Alves Filho (1991), SEBRAE/SCT (1992), Ruas e Antunes (1992), Costa (1993), Zawislak (1994), Reis (1994) e Noer (1995) permite identificar características comuns através

dos quais é possível identificar o nível de inovação – a capacidade tecnológica – das empresas fabricantes de calçados. Estas características, consideradas como *indicadores*, no presente estudo, são: produto; processo – modelagem; corte; chanfração, pesponto e costura; montagem; acabamento; pré-fabricado –; aspectos do processo – mecanização; organização do trabalho; qualificação dos trabalhadores; formalização de procedimentos –; vínculos; investimentos. Os *indicadores* são descritos a seguir, com base nos resultados dos 15 trabalhos referidos.

5.1.1 Produto

Inovações em produto significam novos modelos. De acordo com Gomes Neto e Figueiredo (1982), a introdução de novidades em modelos é, em geral, o tipo mais freqüente de inovação na indústria calçadista e, segundo Moreira (1987), tende a puxar as inovações em processos. A maioria dos fatores que determina a inovação no produto do setor calçadista é de natureza reativa: exigências de clientes (importadores), necessidade de enfrentar a concorrência, deficiências na qualidade de matérias-primas (especialmente couro) e variação nos preços de matérias-primas e insumos.

As fontes de informação para inovação no produto são variáveis. Mas, “de uma maneira generalizada, é possível afirmar que as empresas produtoras de calçados utilizam-se mais das fontes externas de informações para inovarem suas linhas de produtos do que das fontes internas” (Reis, 1994, p. 161). No que diz respeito às fontes internas de inovação, há baixa incidência de laboratório de pesquisa e desenvolvimento tecnológico (Moreira, 1987).

Grande parte das melhorias de produto vem dos fornecedores de componentes (SBRAE, SCT, 1992). Nas grandes empresas, as inovações mais comuns de produto incorporadas na última década foram as de reconversão – mudança do tipo de calçado através da introdução de novos materiais, a fim de baratear o preço – e de modelagem (Reis, 1994).

5.1.2 Etapas do Processo

As inovações no processo de fabricação de calçados implicam a introdução de novas tecnologias em nível de mecanização aliada à aplicação de novas técnicas de organização da mão-de-obra²² (Costa, 1993). As grandes empresas do setor, em geral, são as mais mecanizadas (Alves Filho, 1991). São também as que mais inovam em processo, relativamente às pequenas (Pavitt, 1984). O atual estágio do processo é qualificado por fabricantes exportadores de calçados mais como *tradicional e intermediário* do que como *avançado* (Piccinini, 1990).

“Se compararmos o desenvolvimento técnico da indústria brasileira de calçados em relação ao grau de modernidade constatado nos países desenvolvidos, nós chegaremos à conclusão de que a indústria brasileira de calçados está em um estágio de simples mecanização, mesmo se algumas grandes empresas já possuem equipamentos de comando numérico” (Piccinini, 1990, p. 394).

Na avaliação de alguns autores, porém, a capacidade de inovação em processo é bastante reduzida, pois as mudanças são incrementais e pouco frequentes e, além disto, os equipamentos são de simples operação (Alves Filho, 1991).

Uma das maiores restrições à adoção de mudanças em processos na indústria calçadista brasileira é o baixo custo dos salários dos operários. Segundo Costa (1993), as inovações sempre terão o objetivo de melhorar a eficiência antes de reduzir o peso da mão-de-obra. Piccinini (1990) e Reis (1994), no entanto, consideram que a falta de qualificação dos trabalhadores pode ser um fator de estímulo a essas inovações.

Reis (1994) destaca que as inovações em processo podem ser estimuladas por três fatores: de mercado, de produção e de financiamento. Entre os fatores de mercado, os que mais pesaram, nos anos 80, foram a exigência de diversificação dos produtos e a necessidade de enfrentar a concorrência. Já entre os fatores de produção, pesaram mais a necessidade de ampliação da capacidade produtiva e a falta de mão-de-obra especializada. Quanto aos fatores de financiamento, destacam-se os

²² No presente estudo, a abordagem das inovações relativas a processos estão subdivididas em dois itens – etapas e aspectos – para facilitar a descrição.

incentivos fiscais e as disponibilidades de lucros acumulados e de captação de recursos no mercado financeiro.

As inovações em processo podem ser constatadas nas etapas de produção do calçado: modelagem; corte; chanfração, pesponto e costura; montagem; acabamento; pré-fabricado, conforme será descrito a seguir.

. Modelagem

A modelagem é a etapa da produção de calçados que apresenta o menor nível de mudança (Gomes Neto e Figueiredo, 1982). Nas empresas que exportam, os modelos são determinados por clientes. As inovações em *design* são uma das grandes estratégias da indústria calçadista na luta por maior competitividade. Os modelistas geralmente buscam inovações de estilo em revistas estrangeiras ou em feiras de moda (Alves Filho, 1991). O setor procura agregar valor crescente a seu produto e firmar posição, no exterior, através de produtos de média qualidade, alguns com marca própria (Costa, 1993).

Quanto ao aspecto técnico do modelo, desde 1985 vem sendo discutida a normalização de fôrmas e de outros materiais utilizados na produção (Silveira, 1986), embora persistam significativos níveis de perdas de matérias-primas e não-conformidades de qualidade, que resultam em devoluções. Outra tendência de mudança bastante acentuada é a introdução de *softwares* para cálculo de custos de modelos, com suas variações (Costa, 1993).

A principal inovação recente na modelagem de calçados são os sistemas computadorizados, genericamente denominados “Computer Aided Design” (CAD) (Reis, 1994). Os sistemas CAD são “softwares” desenvolvidos a partir da década de 60 que possibilitam realizar a modelagem através de computador, em sistemas bidimensionais ou tridimensionais. Além de racionalizarem o uso de matéria-prima, possibilitam flexibilizar a produção, tornando mais ágil o desenvolvimento de modelos diferentes.

A partir da digitalização de informações sobre as dimensões e as características dos modelos que se pretende fabricar, o sistema CAD permite visualizar o modelo na tela, em duas ou três dimensões. Permite ainda destacar as

peças do calçado e fazer alterações de escala na tela do computador, para diferenciar a numeração. O uso do CAD na indústria calçadista brasileira é recente – do início dos anos 90 –, não estando muito disseminado, principalmente devido ao custo do investimento.

. Corte

O corte é uma das etapas da produção menos vulnerável a mudanças dentro da indústria calçadista. O uso de equipamentos sofisticados, neste processo, é vantajoso somente em alta escala de produção, o que significa um desempenho acima de 500 pares por dia (Gomes Neto e Figueiredo, 1982).

As mudanças no corte “visam sobretudo a uma queda nos custos, melhorando o aproveitamento da matéria-prima” (Gomes Neto e Figueiredo, 1982, p. 22). Em geral, essas mudanças incluem o uso do computador para controlar o corte do molde, segundo instruções programadas. Entre os tipos de corte com tecnologia recente estão o *water jet* – corte com jato d’água – e o *laser jet* – corte com raio laser (Costa, 1993). Ambos proporcionam maior rapidez ao processo em relação ao corte manual e caracterizam a fabricação por computador, ou Computer Aided Manufacturing (CAM), que é uma seqüência ao CAD.

Embora o corte seja a etapa da fabricação de calçados considerada menos suscetível a inovações, é nele que estão as maiores chances de racionalizar custos, pois o couro é a matéria-prima com maior peso nos custos de produção. Grande parte das empresas apenas estima, mas não calcula as perdas ocorridas no corte, ou seja, não sabe quanto desperdiça monetariamente, nem quanto gera em volume de resíduos. Segundo Noer (1995), é possível estabelecer um sistema de informações, na indústria calçadista, que permita medir a taxa de geração de resíduos derivados de materiais submetidos a corte e estimar o volume de perdas nesta etapa do processo. Coelho (1996) propõe um método diferente, com a mesma finalidade²³.

Alguns fabricantes e técnicos observam que os métodos de cálculo de perdas, para fornecerem resultados fidedignos, deveriam considerar sempre as variações de modelagem que envolvessem, no *design*, maior ou menor consumo de matéria-prima.

Esta crítica parte do princípio de que é temeroso generalizar os resultados dos cálculos de perda ou de volume de geração de resíduos com base em apenas um tipo de modelo, caso a empresa apresente modelagem muito diversificada. No caso dessas empresas, para resultados mais precisos, seria necessário considerar as variáveis de área, massa e volume de matéria-prima consumida para cada tipo de modelo, o que implicaria um processo bastante trabalhoso. Em compensação, em empresas que têm uma modelagem pouco variada ou padronizada – caso das que atuam no mercado exportador –, os métodos de cálculo de perdas poderiam ser aplicados sem maiores preocupações com a generalização dos resultados.

Outra crítica bastante comum dos fabricantes, ao se analisarem levantamentos que mostram elevados percentuais de perda no corte, diz respeito à qualidade da matéria-prima. Muitos alegam que couros de má qualidade, e não a tecnologia de processo, são os grandes responsáveis por essas perdas.

. Chanfração, Pesponto e Costura

Alguns autores consideram a chanfração e o pesponto como operações de pré-costura – etapa intermediária ao corte e à costura, onde se incluem operações como virar corte e chanfrar e fazer pesponto. Nessas etapas intermediárias, têm sido registradas inovações ligadas à introdução de microeletrônica (Revista Tecnicouro, apud Costa, 1993).

A costura, particularmente, é considerada uma das etapas do processo onde é maior o esforço de mecanização, relativamente a outros processos, pois é intensiva em trabalho (Moreira, 1987). É também a fase onde mais aparecem os desequilíbrios da produção (Costa, 1993).

Entre as inovações na costura, destacam-se máquinas com posicionamento automático da agulha e programação para controle do número de pontos e da velocidade da costura (Reis, 1994). Há também sistemas computadorizados – com comando numérico – para distribuição de tarefas e controle do tempo de produção.

²³ Os métodos de Noer (1995) e Coelho (1996) estão no Anexo III.

. Pré-fabricado

Os principais avanços em máquinas para pré-fabricado são os balancins-ponte – para corte – e máquinas eletromecânicas – para conformar e chanfrar. Em componentes, as inovações no pré-fabricado dizem respeito às matérias-primas, derivadas dos chamados materiais alternativos²⁴.

Embora haja no mercado sistemas modernos, interligando as fases do pré-fabricado, a tendência é a eliminação desse processo do interior das empresas calçadistas, por economia de custos. Muitas delas já adquirem solados e componentes prontos, de fornecedores especializados.

. Montagem

A montagem, assim como a costura, é uma das fases da produção de calçados mais receptiva à mecanização (Moreira, 1987). Nesta etapa, os principais avanços são máquinas controladas por microprocessadores que realizam, simultaneamente, mais de uma tarefa do processo (Reis, 1994). Entre essas máquinas, destacam-se as de montar bicos, enfranche²⁵ e calcanheira, além de equipamentos para troca de tachas e pregação, comandados por computador.

. Acabamento

O acabamento não é a etapa mais mecanizada da produção, mas é fortemente suscetível a inovações no que diz respeito ao uso de produtos químicos, devido às exigências da moda (Gomes Neto e Figueiredo, 1982). Entre as tendências recentes de inovação, neste aspecto, está a introdução gradativa de produtos de acabamento à base de solventes orgânicos não-aromáticos, menos tóxicos que os aromáticos, ou de solventes à base d'água, o que implica a melhoria da qualidade ambiental na indústria, em termos de processo. Mesmo assim, “não há nenhum desenvolvimento recente de vulto no que tange a equipamentos para a etapa de acabamento” (Alves

²⁴ Sobre o conceito de materiais alternativos, ver item 1.1.

²⁵ O conceito de enfranche está no item 1.3, subitem *Montagem*.

Filho, 1991, p. 102).

5.1.3 Aspectos do Processo

O principais aspectos do processo de fabricação do calçado que podem ser identificados em todas as etapas são: mecanização, organização do trabalho, qualificação dos trabalhadores e formalização de procedimentos. Através da análise desses itens, é possível caracterizar melhor a capacidade tecnológica presente em cada etapa da produção.

. Mecanização

A mecanização do setor de calçados foi intensificada a partir dos anos 60, quando o surto da atividade exportadora permitiu a formação e a consolidação de uma rede interna de fornecedores de máquinas e equipamentos, além de componentes e matérias-primas (Cruz, 1976). A partir de então, o processo de mecanização se intensificou, de modo que, nos anos 80, a aquisição de máquinas e equipamentos para a melhoria de processos foi o tipo de inovação mais comum nas grandes empresas calçadistas brasileiras (Reis, 1994).

Neste setor, predominam equipamentos de fácil manutenção. A idade média das máquinas, que era de cinco anos, em 1977, passou para 10 a 15 anos, em 1993 (Zawislak, 1994) – o que significa que as empresas, de modo geral, deixaram de investir em novas máquinas.

É expressiva a diferença de idade entre as máquinas empregadas nas diversas fases de produção de uma mesma empresa calçadista. Isto é constatado também por Cruz (1976), Alves Filho (1991) e Zawislak (1994). Ruas (1985) observa que os setores de produção dentro de uma mesma empresa de calçados são relativamente autônomos, o que poderia explicar a diferença de idade. Segundo este autor, a mecanização é pontual, ou seja, não há integração mecânica dos processos de trabalho. As inovações incrementais no processo permitem “longa vida útil e economicamente viável dos equipamentos”, de modo que “não há incompatibilidades entre máquinas de diferentes idades” (Alves Filho, 1991, p. 156).

Em médias e grandes empresas, principalmente, a aquisição de máquinas visa a facilitar a produção, não sendo relevante a diferença de idade entre elas, mas o modo como são utilizadas (Piccinini, 1990). Considerando-se, porém, que máquinas mais modernas incorporam inovações capazes de garantir maior produtividade em relação a máquinas mais antigas, a idade das mesmas pode servir como indicador de capacidade tecnológica. Esta constatação pode ser exemplificada com as máquinas que permitem realizar mais de uma operação, racionalizando o processo, como é o caso daquelas utilizadas para asperar e rebater, nos processos de preparação e montagem (Silveira, 1986).

O nível de mecanização necessário para cumprir as cerca de 120 a 130 etapas de fabricação de um calçado é de 70% a 80% (Geib, apud Piccinini, 1990). Mesmo assim, há empresas fortemente automatizadas nas quais persistem numerosas operações manuais, e outras que utilizam máquinas muito aperfeiçoadas, mas não automáticas (Piccinini, 1993). Em geral, o nível de automação no setor, ou seja, o uso de máquinas, equipamentos e dispositivos que incorporam recursos à base de microeletrônica e comando numérico (CN), não é elevado. Mais da metade – 50% a 60% – das máquinas empregadas na produção de calçados não contém dispositivos eletrônicos (Piccinini, 1990). Isto significa que, além da diferença de idade entre máquinas de diferentes setores em uma mesma empresa, há também diferenças de complexidade entre elas.

O baixo grau de automação deve-se à natureza artesanal do processo, à descontinuidade da matéria-prima – couros de baixa qualidade, com falhas provocadas por bernes, carrapatos, marcas de arame farpado, etc. –, à complexidade das operações e aos ritmos irregulares de fabricação (Piccinini, 1990).

Reis (1994) considera três estágios de inovação técnica no setor, que vão do uso de equipamentos já existentes até *softwares* avançados, passando por equipamentos sofisticados. No primeiro estágio estão as máquinas simples, que substituem operações manuais ou que conjugam operações. No segundo, máquinas com recursos pneumáticos, eletroeletrônicos e com comando numérico. No terceiro, equipamentos com programação computadorizada. Mesmo que grande partes das empresas fabricantes de calçados do Brasil não tenha chegado ao terceiro ou mesmo ao segundo estágio, em nível internacional, as tendências apontam o crescente uso da

automação no setor, com a integração de etapas da produção.

. Organização do Trabalho

Considerando que o peso da mão-de-obra é um dos menos expressivos sobre os custos totais da produção de calçados, representando, em média, 20% (Costa, 1993), e que os custos de introdução de inovações na organização do trabalho são significativamente menores em relação aos de adoção de novas tecnologias de produtos e de processos, dificilmente as inovações tecnológicas em máquinas e equipamentos são implantadas em detrimento do trabalho operário. Portanto, a organização do trabalho é um dos fatores mais expressivos em termos de diferencial de desempenho entre as empresas fabricantes de calçados.

“Devido às dificuldades, sobretudo financeiras, de acesso às novas tecnologias, os novos métodos de organização do trabalho têm sido muito privilegiados, nos últimos anos, como uma alternativa de melhoria de processo, notadamente no que diz respeito à participação formal dos trabalhadores” (Zawislak, 1994, p. 308).

A principal deficiência da maior parte das empresas calçadistas brasileiras, de acordo com Coutinho e Ferraz,

“(…) não se encontra nos equipamentos, mas na grande carência de métodos gerenciais modernos, que permitam não somente o aumento da flexibilidade produtiva e atualização de produtos, como também a redução de custos (e preços) via diminuição de desperdícios, aumento da qualidade e eliminação do excesso de estoques” (Coutinho e Ferraz, 1994).

O reduzido nível de incorporação de inovações em práticas de gestão é apontado como fator de perda de competitividade da indústria calçadista brasileira no mercado interno (SEBRAE,SCT 1992). Por dependerem sobretudo de esforços endógenos, as práticas de gestão e organização do trabalho são vistas como componentes de maior potencial estratégico ou áreas de mudança mais efetivas em termos de capacidade tecnológica.

A organização do trabalho no setor calçadista é realizada, basicamente, sob duas formas: a *tradicional*, com a disposição dos operários ao longo de esteiras, e a *alternativa*, que pode ser implantada também de duas maneiras: através de *grupos de trabalho*, e de forma *mista*, com esteiras e grupos de trabalho, simultaneamente.

A forma *tradicional* de produção na indústria calçadista é considerada a que utiliza métodos exclusivamente *tayloristas-fordistas*, nos quais o fluxo de produção é baseado em tempos impostos, com os trabalhadores executando parceladamente as tarefas em torno de esteiras móveis, por onde a matéria-prima e os componentes são transportados.

O *grupo de trabalho* consiste em “um conjunto de pessoas que se reúne para realizar certo trabalho, previamente projetado” (Schmidt apud Piccinini, 1990, p. 329). Nesses grupos, os trabalhadores são colocados frente a frente ou dispostos e forma de *U*, de modo que as tarefas de cada um sejam visíveis às dos demais (Costa, 1993). Esta forma de disposição foi introduzida nas fábricas de calçados brasileiras em 1978.

A organização dos operários em grupos pode variar de acordo com as características do modelo, das máquinas a serem utilizadas e das pessoas que participam do conjunto (Piccinini, 1991), recebendo várias denominações: tecnologia de grupo, células de produção, células de trabalho, grupos de trabalho, grupos de fabricação e minifábricas (Costa, 1993). O conceito de *minifábrica*, no entanto, pode significar tanto tecnologia de grupo quanto tecnologia de organização do processo produtivo em função de linhas de produto (Costa, 1993). Para evitar equívocos, no presente trabalho o conceito de *minifábrica* é considerado estritamente em seu segundo significado, ou seja, significa toda linha de produção completa de um mesmo tipo de modelo, podendo esta comportar vários *grupos de trabalho*.

Entre as vantagens da adoção de *grupos de trabalho*, estão: a possibilidade de redução do ciclo de produção em até meio dia; a redução dos materiais de consumo em circulação, em até um terço; o aumento da produtividade, de 20% a 130%; o aumento da satisfação dos operadores; a redução da necessidade de espaço físico, de 40%, em média; a redução do uso de fôrmas, em 60%; a redução dos custos de manutenção, em 50%; o desenvolvimento de mão-de-obra polivalente²⁶ (Schmidt, apud Costa, 1993). Outros benefícios constatados com a implantação de grupos foram a redução do tempo de passagem dos materiais pela produção – *lead time* – e do tempo de preparação das máquinas e troca de ferramentas – *set up* –.

²⁶O conceito de *polivalência* da mão-de-obra é apresentado no subitem *Qualificação dos trabalhadores*, apresentado a seguir.

A organização *mista* do trabalho é verificada em situações em que os *grupos de trabalho* não estão implantados em todas as etapas do processo nas quais é possível utilizá-los, de modo que estejam presentes, ao mesmo tempo, esteiras e grupos.

Diferentes formas de organização do trabalho trazem resultados diferentes quanto à inovação de produto e motivam diferentemente quanto à adoção de novas tecnologias. As empresas que trabalham sob sistema *tradicional*, quando realizam alguma inovação voltada ao produto, em geral visam mais ao controle de qualidade do que à alteração do modelo. Já as empresas que operam através de *grupos de trabalho*, ao inovarem em produto, visam igualmente ao controle de qualidade e à alteração do modelo (Piccinini, 1990).

Na maioria das fábricas de calçados onde a produção é organizada em grupos de trabalho, são empregadas, paralelamente, técnicas operacionais para aumentar o rendimento do trabalho, como o sistema *Kanban*, o *just-in-time* e o *quick response*²⁷ que, de modo geral, visam à racionalização e à flexibilização da produção, através da colaboração entre fabricantes e seus fornecedores, de modo a reduzir os tempos entre as operações, eliminar estoques intermediários e agilizar as entregas dos produtos.

. Qualificação dos Trabalhadores

O conceito de trabalhador qualificado, na indústria calçadista, é impreciso, varia de uma empresa a outra. Em geral, um trabalhador desta indústria será considerado qualificado quando dominar todas as tarefas inerentes à produção em seu setor ou em setores independentes” (Schmidt, apud Piccinini, 1990).

Para Silveira (1986), qualificação significa maior destreza e nível técnico para a realização de funções específicas na empresa. Já para Zawislak (1994), trabalhador qualificado é aquele que participa de modo individual, técnico e político em seu trabalho, de modo objetivo ou subjetivo.

Piccinini (1993) chama de *verdadeira qualificação* ou *qualificação tácita* a

²⁷Sobre os conceitos relativos a essas técnicas, ver Tauile (1989) e Reis (1994).

aprendizagem informal, obtida na prática, nos postos de trabalho. Este conceito diferencia-se de *polivalência* à medida que esta é entendida como a “capacidade da mão-de-obra de se tornar apta a realizar um largo conjunto de operações de transformação da matéria-prima, acedendo à concepção dos processos envolvidos nessas operações” (Piccinini, 1993). A *polivalência* pode ser entendida também como o acréscimo de novas tarefas a um posto de trabalho, com a exigência de novas qualificações dos operadores. Como estratégia, “oferece à direção um meio de controle do processo mais eficaz que uma supervisão estreita, pois ela reforça o lado consensual e ‘positivo’ da relação empregado-empregador” (Piccinini, 1993, p. 295).

Ruas (1985) assinala que a mecanização pontual da produção de calçados, com a conseqüente especialização dos operários por tarefa, o aumento do controle sobre a produção, o uso de sistemas de informação e as novas técnicas de organização do trabalho contribuíram no sentido de diminuir a exigência de qualificação dos trabalhadores. Porém, como o grau de mecanização, no setor, é variável de empresa a empresa, as exigências de qualificação não podem ser caracterizadas com exatidão (Ruas, 1985). Piccinini (1990) acredita que essas exigências sejam maiores em empresas que trabalham de modo quase artesanal. Porém, a adoção de novas tecnologias, principalmente em médias e grandes empresas, é apontada como fator que leva à necessidade de formação de mão-de-obra especial (Piccinini, 1990). Nas seções de corte e montagem está, em geral, o maior número de operários considerados qualificados – com prática e destreza. Apesar de terem aumentado as chances de qualificação e polivalência, os índices de rotatividade permanecem elevados no setor, prejudicando a continuidade do fluxo de produção.

. Formalização de Procedimentos

O nível de formalização de procedimentos – rotinas de produção – é considerado baixo no setor calçadista, ao mesmo tempo em que as funções gerenciais são fortemente centralizadas. Segundo Moreira (1987), o baixo nível de formalização é indicado pela ausência de registros e documentos e pela falta de complexidade organizacional.

Nas empresas onde existe registro formal de procedimentos, os documentos mais comuns são arquivos de modelos – fichas técnicas; fichas de balanceamento da produção – descrevendo brevemente as atividades de produção e seus meios de execução; e planos e ordens de serviço – onde estão descritas as características dos modelos de cada lote de produção: cor, tamanho, número de pares, etc. São menos frequentes documentos sobre controle da produção, resultados de testes e ensaios técnicos, estatísticas gerais, relatórios de atividades, catálogos de produtos e de perfil da empresa. Os departamentos de Pesquisa e Desenvolvimento (P & D) – onde podem ser incluídos Modelagem, Controle de Qualidade e Planejamento e Controle da Produção (PCP) – são inexistentes ou fracos na maior parte das empresas, especialmente nas de pequeno porte (Zawislak, 1994).

O baixo nível de documentação indica que as operações de gestão – planejamento, controle e coordenação das funções – tendem a ser menos desenvolvidas do que as atividades ligadas diretamente à produção. Nem mesmo as grandes empresas calçadistas apresentam um nível de formalização e de técnicas organizacionais considerado satisfatório.

No caso do Controle de Qualidade, por exemplo, os esforços estão geralmente voltados à inspeção individual, sem a existência de um departamento ou de um profissional específico (Reis, 1994). A falta de informações documentadas sobre o ingresso e o fluxo de matérias-primas, ao longo de todas as etapas, pode dificultar diagnósticos sobre perdas no processo e até impedir uma análise crítica no caso do confronto de dados relativos à geração de resíduos x matérias-primas processadas.

5.1.4 Vínculos

À medida que as empresas calçadistas absorvem mais do que geram inovações de processo, os vínculos que mantêm com empresas do mesmo ramo, fornecedores, clientes, consultores, instituições de ensino, pesquisa e prestação de serviços, e mesmo com empresas concorrentes são elementos fundamentais para o desenvolvimento de sua capacidade tecnológica. A cooperação vertical – entre empresas calçadistas e seus fornecedores de máquinas, equipamentos, matérias-

primas, insumos e serviços – pode ser detectada principalmente no Vale do Sinos.

A infra-estrutura que garante essa cooperação é representada pela presença de entidades específicas – escolas técnicas de ensino médio e superior e instituições de pesquisa e de prestação de serviços de laboratório para realização de ensaios e testes em calçados e componentes. Na interação entre as empresas e as instituições de ensino técnico está uma importante fonte de inovação, que se concretiza através da formação de mão-de-obra (Reis, 1994).

Ruas e Antunes (1992) constatam que os fabricantes de calçados do Vale do Sinos costumam se abastecer mais com fornecedores da própria região do que com fornecedores distantes. Em geral, esses fabricantes consideram satisfatória a qualidade dos bens e serviços fornecidos no interior do pólo calçadista, bem como a qualidade no que diz respeito a prazos de entrega, atendimento e condições de preço. Uma das vantagens apontadas quanto ao fornecimento próximo, segundo Ruas e Antunes (1992), é a possibilidade de os fabricantes de calçados desenvolverem insumos e componentes com seus fornecedores.

A troca de informações, nas relações verticais dentro do pólo calçadista do Vale do Sinos, é mais intensa entre produtores de calçados e fornecedores de insumos, pois “existe aparente interesse desse tipo de fornecedor em procurar os produtores para resolver problemas ou ouvir sugestões quanto a seus produtos” (Ruas e Antunes, 1992, p. 12). Porém, as relações entre os fabricantes de calçados e as entidades prestadoras de serviços técnicos, consultores, bibliotecas especializadas, agentes de exportação de calçados e fabricantes de máquinas do setor são consideradas insatisfatórias.

O fato de grande parte dos provedores da indústria calçadista não ser fornecedor exclusivo ou majoritário dessa indústria pode trazer desvantagens de capacidade tecnológica ligadas à crescente dependência quanto a tipos e preços de matérias-primas e a prazos de entrega (Alves Filho, 1991). Mesmo assim, o papel dos fornecedores nacionais, especialmente aqueles localizados próximo às empresas, é crescente na difusão de inovações. Zawislak (1994) e Reis (1994) consideram a indústria nacional de máquinas do setor como uma das mais influentes em termos de difusão de inovações na indústria calçadista.

Um tipo de vínculo questionado, nos últimos anos, é o existente entre

empresas calçadistas e agentes de exportação. Há reconhecimento geral da importância que os agenciadores cumpriram no processo de abertura do mercado externo para o setor calçadista, nos anos 70. Porém, a perda de competitividade externa pelo setor tem levado ao questionamento dessa relação.

“O risco é de que a própria ‘divisão do trabalho’ estabelecida entre empresas e agentes exportadores tenha se tornado limitante para o próprio desenvolvimento e autonomia do setor, uma vez que praticamente todas as iniciativas da negociação, incluindo ‘design’, condições de preço e prazos de entrega, ficam por conta dos agentes exportadores” (SEBRAE, SCT 1992, p. 57).

O objeto de crítica é a natureza dos vínculos entre as empresas e os agentes de exportação, e não o vínculo em si. Os agentes têm sido vistos mais como fiscais da qualidade do produto e menos como elementos realmente preocupados com a necessária diversificação de mercados para que o setor calçadista melhore e mantenha sua posição no exterior (Reis, 1994).

No que diz respeito aos vínculos entre as empresas de calçados e os subcontratados, o relacionamento “tem visando apenas à redução de custos diretos, sem grandes preocupações com qualidade” (Coutinho e Ferraz, 1994, p. 324). As relações de subcontratação para a produção de partes de calçados – serviços de ateliês – normalmente não têm em vista a cooperação, sendo motivadas pelas possibilidades de fazer frente a obrigações tributárias e encargos sociais (Coutinho e Ferraz, 1994). Trata-se de uma alternativa para eliminar gargalos na etapa da costura e reduzir custos com mão-de-obra, pois o pagamento dos serviços de ateliê é feito por peça, sem vínculo empregatício (Reis, 1994).

O recurso à subcontratação, nas empresas calçadistas do Vale do Sinos, vem aumentando ano a ano desde 1991 e tem um papel estrutural no sistema produtivo do setor (Ruas e Antunes, 1992). Isto significa que a subcontratação deixa cada vez mais de ser um recurso excepcional, ao qual as empresas recorrem em épocas de aumento de demanda, para incorporar-se como prática usual. Neste tipo de vínculo, geralmente qualificado como *parceria* pelas empresas contratantes, é comum não ser dispensado apoio tecnológico, planejamento ou treinamento para a parte contratada.

A relações horizontais – entre empresas calçadistas, inclusive entre as que concorrem em um mesmo mercado – é uma importante fonte externa de inovação de

produto para as grandes empresas (Reis, 1994). É comum a troca indireta de tecnologia entre empresas concorrentes. Isto ocorre quando, por exemplo, uma delas adquire o produto da outra e o *desmonta* para descobrir particularidades sobre materiais ou sobre o processo de fabricação.

Os fabricantes calçadistas costumam cooperar, também, para a compra de matéria-prima no exterior; para a formação de consórcios visando à aquisição de máquinas; na realização de pesquisas tecnológicas; na formação de recursos humanos. Porém, a troca de informações e as visitas entre diretores de empresas calçadistas é predominantemente casual (Ruas e Antunes, 1992). Um tipo de cooperação recente entre as empresas calçadistas tem sido verificado no gerenciamento de resíduos sólidos. Muitas delas têm-se associado, nos últimos cinco anos, para a constituição de centrais de resíduos, dividindo custos de disposição e, em alguns casos, de armazenamento.

5.1.5 Investimentos

Uma das melhorias da indústria calçadista brasileira, em termos de investimentos, foi o aumento do percentual de gastos com Pesquisa e Desenvolvimento (P & D). A proporção média desse tipo de gasto, em relação ao faturamento das empresas do setor, passou de 0,69%, entre 1987 e 1989, em 1987, para 1,69%, em 1992 (Coutinho e Ferraz, 1994).

A capacidade de investimento do setor em tecnologia é restrita em função de várias externalidades, entre as quais o desempenho no mercado, a instabilidade econômica, as restrições à automação e ao fato de que a maior parte das inovações utilizadas provém de fornecedores (Alves Filho, 1991).

Grande parte dos investimentos feitos pelas empresas exportadoras do setor deve-se a políticas de incentivo estabelecidas pelo governo. Essas políticas praticamente sustentaram o aumento vertiginoso das vendas externas de calçados nos anos 60, principalmente em 1965, quando o setor calçadista foi beneficiado com isenções fiscais e com a simplificação de trâmites burocráticos para exportar.

Em 1969/1970, foram criados estímulos fiscais – crédito-prêmio do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e do Imposto sobre Circulação e Mercadorias

(ICM) para manufaturados exportáveis. Além disto, o governo promoveu a criação de *tradings* – companhias de financiamento ao comércio exterior – e efetuou minidesvalorizações cambiais. Em função dessas medidas, grandes empresas do setor puderam investir em tecnologia de processos, na década de 80.

No entanto, os subsídios creditícios foram reduzidos em 1979 e, em 1983, foram eliminados os subsídios fiscais em resposta à política protecionista norte-americana, que ameaçou com retaliações as compras de calçados brasileiros, caso o governo dos Estados Unidos não mantivesse sua reserva de mercado no setor de Informática.

Em geral, os investimentos das empresas calçadistas são voltados à substituição de equipamentos. O licenciamento de produtos e marcas estrangeiras, comum nas grandes empresas, depende da capacidade acumulada de produção (Alves Filho, 1991).

5.2 Classificação da Capacidade Tecnológica

O perfil tecnológico da indústria calçadista brasileira, recém descrito com base em seu potencial de inovação em vários aspectos – produtos, processos, organização do trabalho, realização de vínculos e realização de investimentos – pode ser delineado a partir dos níveis de capacidade tecnológica descritos no capítulo 2, com base em Lall (1992). Isto significa considerar, dentro do mesmo setor, a existência de capacidades tecnológicas diferenciadas – básica, intermediária e avançada – a partir de indicadores que apontem um estágio menos ou mais avançado do potencial de inovação apresentado no item 5.1 e subitens.

É importante destacar que a classificação adotada neste trabalho para capacidade tecnológica – básica ou de produção; intermediária ou de vínculos; avançada ou de investimento – visa a comparar apenas fábricas de calçados entre si, não envolvendo comparação deste setor com outros, de padrão tecnológico mais ou menos avançado.

5.2.1 Capacidade Tecnológica Básica ou de Produção

Em relação aos dos indicadores apresentados no item 5.1 e subitens, pode-se caracterizar como de capacidade tecnológica básica, no setor calçadista, uma empresa que apresente o seguinte perfil:

- . **Produto:** inovações puxadas por clientes e/ou por fornecedores e dependentes basicamente de custos.

- . **Etapas do Processo:**

- . *Modelagem:* modelos determinados por clientes, no caso de empresas que exportam, ou imitados, no caso de empresas que atuam no mercado interno; modelagem realizada por processos tradicionais, sem uso do computador (CAD).

- . *Corte:* uso de balancins simples (mecânicos); não-realização de estimativa ou cálculo de perdas de matérias-primas.

- . *Chanfração, Pesponto e Costura:* Uso de máquinas simples, sem integração de operações.

- . *Pré-fabricado:* Uso de balancins, de máquinas de conformar e de chanfrar com processos mecânicos.

- . *Montagem:* Uso de máquinas simples, sem integração de operações.

- . *Acabamento:* Uso de processos predominantemente manuais e de produtos químicos convencionais (à base de compostos orgânicos).

- . **Aspectos do Processo:**

- . *Mecanização:* uso de máquinas simples, com idade média de mais de 10 anos; fraca ou inexistente integração mecânica entre as etapas do processo.

- . *Organização do Trabalho:* funções gerenciais centralizadas; falta de flexibilidade na produção; falta de preocupação com perdas; predomínio do uso de esteiras; Modelagem, Controle da Qualidade (CQ) e Planejamento e Controle da Produção (PCP) fracos, inexistentes ou não dependentes de aspectos operacionais da produção (“empurrados”); Controle da Qualidade realizado no fim do processo.

- . *Qualificação dos Trabalhadores:* predomínio de trabalhadores não qualificados e com baixo nível de instrução; trabalhadores, em geral, realizam uma só tarefa (especializados); alta rotatividade da mão-de-obra.

- . *Formalização de Procedimentos:* rotinas de produção não documentadas.

. **Vínculos:** vínculos apenas necessários com fornecedores e clientes, entidades de pesquisa e de serviços e empresas do mesmo ramo; forte dependência de agentes de exportação e/ou de fornecedores; subcontratação visa apenas à redução de custos e a agilizar a produção.

. **Investimentos:** investimentos apenas para manter a produção, mas não em pesquisa (de moda, materiais, etc.).

5.2.2 Capacidade Tecnológica Intermediária ou de Vínculos

De acordo com os indicadores estabelecidos em 5.1 e subitens, uma empresa com capacidade tecnológica intermediária, no setor calçadista, apresenta o seguinte perfil:

. **Produto:** inovações não dependentes apenas de custos, mas, em alguns casos, desenvolvidas juntamente com fornecedores e/ou clientes.

. **Etapas do Processo:**

. *Modelagem:* modelos determinados por clientes, no caso de empresas que exportam, ou imitados, no caso de empresas que atuam no mercado interno; normalização de fôrmas; modelagem realizada com auxílio do computador (CAD).

. *Corte:* uso de balancins com dispositivos eletrônicos; realização de estimativa ou cálculo de perdas de matérias-primas e uso de técnicas para reduzir essas perdas.

. *Chanfração, Pesponto e Costura:* Uso de máquinas com dispositivos de comando numérico.

. *Pré-fabricado:* Uso de balancins-ponte e de máquinas eletromecânicas para conformar e chanfrar peças de solados e outros componentes.

. *Montagem:* Uso de máquinas com microprocessadores e que realizam mais de uma operação.

. *Acabamento:* Uso de produtos à base de solventes não-aromáticos ou à base d'água; desenvolvimento de produtos de acabamento com fornecedores.

. **Aspectos do Processo:**

. *Mecanização:* uso de máquinas com dispositivos eletrônicos e com idade média entre seis e 10 anos; relativa integração mecânica entre as etapas do processo.

. *Organização do Trabalho:* funções gerenciais descentralizadas; uso de técnicas para flexibilizar a produção (sistemas *Kanban*, *just-in-time*, etc.); busca de redução de perdas e de maior produtividade; predomínio dos *grupos de trabalho*; Modelagem, Controle da Qualidade (CQ) e Planejamento e Controle da Produção (PCP) relativamente dependentes de aspectos operacionais da produção; Controle da Qualidade realizado ao longo do processo, por uma pessoa ou equipe.

. *Qualificação dos Trabalhadores:* predomínio de trabalhadores semiqualeificados/qualificados, com nível de instrução médio e podendo cumprir mais de uma tarefa; trabalhadores, rotatividade da mão-de-obra em nível decrescente.

. *Formalização de Procedimentos:* realização de documentação das rotinas de produção, mas sem detalhamento e nem sempre em todas as etapas do processo.

. **Vínculos:** vínculos com fornecedores, clientes, entidades de pesquisa e de serviços, consultores, etc. possibilitam o desenvolvimento de inovações, através de parcerias; vínculos com outras empresas de calçados para resolver problemas comuns ou para realização de consórcios; cooperação e conflito nos vínculos; subcontratação visa à redução de custos, a agilizar a produção e ao estabelecimento de parcerias.

. **Investimentos:** investimentos em substituição de máquinas/equipamentos; uso de incentivos e/ou benefícios fiscais e financiamentos concedidos pelo governo.

5.2.3 Capacidade Tecnológica Avançada ou de Investimento

O seguinte perfil, delineado a partir dos indicadores descritos no item 5.1 e subitens, refere-se ao de uma empresa produtora de calçados com capacidade tecnológica avançada.

. **Produto:** inovações não dependentes apenas de custos, mas, em alguns casos, desenvolvidas juntamente com fornecedores e/ou clientes e baseadas em pesquisas de moda.

. **Etapas do Processo:**

. *Modelagem:* modelos determinados por clientes, no caso de empresas que exportam, ou imitados, no caso de empresas que atuam no mercado interno; normalização de fôrmas; modelagem realizada com auxílio do computador (CAD);

uso de *softwares* para cálculo de custos.

- . *Corte*: uso de máquinas de corte a *laser* ou jato d'água; realização de cálculo de perdas de matérias-primas e uso de técnicas para reduzir essas perdas.

- . *Chanfrção, Pesponto e Costura*: Uso de máquinas com dispositivos de comando numérico e com integração de operações.

- . *Pré-fabricado*: Uso de sistemas modernos, interligando, através de máquinas, as operações seqüenciais do pré-fabricado.

- . *Montagem*: Uso de máquinas com microprocessadores e que realizam mais de uma operação.

- . *Acabamento*: Uso de produtos com solventes à base d'água; pesquisa constante, junto com fornecedores, para o desenvolvimento de novos produtos de acabamento.

. **Aspectos do Processo:**

- . *Mecanização*: uso de máquinas com *softwares* avançados e idade média de até cinco anos; expressiva integração mecânica entre as etapas do processo.

- . *Organização do Trabalho*: funções gerenciais descentralizadas; uso de técnicas para flexibilizar a produção (sistemas *Kanban*, *just-in-time*, etc.), incluindo programas avançados para redução de perdas e de maior produtividade – os chamados *Programas de Qualidade Total*; predomínio dos *grupos de trabalho*; Modelagem, Controle da Qualidade (CQ) e Planejamento e Controle da Produção (PCP) totalmente dependentes de aspectos operacionais da produção; Controle da Qualidade realizado em todas as etapas do processo e por todos os envolvidos na produção, inclusive por pessoal administrativo.

- . *Qualificação dos Trabalhadores*: predomínio de trabalhadores qualificados, com nível de instrução médio, cada um realizando várias tarefas; trabalhadores, baixos índices de rotatividade da mão-de-obra.

- . *Formalização de Procedimentos*: realização de documentação das rotinas de produção, de modo detalhado e em todas as etapas do processo.

- . **Vínculos**: vínculos com fornecedores, clientes, entidades de pesquisa e de serviços, consultores, etc. possibilitam o desenvolvimento de inovações, através de parcerias; vínculos com outras empresas de calçados para resolver problemas comuns ou para realização de consórcios; cooperação e conflito nos vínculos;

subcontratação visa à redução de custos, a agilizar a produção e ao estabelecimento de parcerias, com a transferência de tecnologia ao(s) subcontratado(s); ênfase aos vínculos para formação de mão-de-obra qualificada e ao desenvolvimento tecnológico.

. **Investimentos:** investimentos voltados predominantemente a inovações em processos, com capital próprio, financiamento ou através de *joint ventures*.

A identificação e a caracterização dos indicadores que expressam os níveis de capacidade tecnológica, expostos nos subitens 5.1.1, 5.1.2 e 5.1.3, juntamente com a apresentação dos enfoques de gestão de resíduos sólidos, nos subitens 2.1.1, 2.1.2 e 2.1.3, permitem formar quadros de análise da capacidade tecnológica associada a enfoques de gestão de resíduos para a indústria calçadista:

Quadro 1: Capacidade Tecnológica Básica e Enfoque Reativo de Gestão de Resíduos Sólidos

Indicador	Capacidade Tecnológica Básica	Enfoque Reativo
Produto	<ul style="list-style-type: none"> * inovações puxadas por clientes e/ou fornecedores e dependentes basicamente de custos 	<ul style="list-style-type: none"> * inexistência de profissional ou departamento específico para gestão de resíduos sólidos industriais * prática de simples descarte ou queima de resíduos * desconhecimento ou desconsideração de normas técnicas sobre identificação e classificação de resíduos sólidos (ABNT), de normas de gestão ambiental (BS 7750, ISO 14000) e da legislação local sobre gestão de resíduos sólidos
Étapas do Processo		
Modelagem	<ul style="list-style-type: none"> * modelos determinados por clientes (exportação) ou imitados (mercado interno) * modelagem por processo tradicional, sem uso de computador (CAD) 	<ul style="list-style-type: none"> * gestão de resíduos não é considerada atividade formal, mas simples obrigação legal e/ou tarefa profissional * não realização de inventário de geração de resíduos sólidos ou inventário parcial (só quantitativo ou só qualitativo)
Corte	<ul style="list-style-type: none"> * uso de balancins simples (mecânicos) * uso de máquinas simples, sem integração de operações * não há estimativa ou cálculo de perda de matérias-primas 	<ul style="list-style-type: none"> * conhecimento precário das técnicas de gestão de resíduos (coleta, armazenamento, reutilização, reciclagem, aterro, incineração, pirólise) e uso mitigado de algumas dessas técnicas
Chanfração, Pesponto, Costura	<ul style="list-style-type: none"> * uso de máquinas simples, sem integração de operações de conformar e de chanfrar com processos mecânicos 	<ul style="list-style-type: none"> * inexistência de registros de transporte de resíduos * inexistência de registros de armazenamento de resíduos ou de outro tipo de inventário (registros de aterro, por exemplo)
Pré-fabricado Montagem Acabamento	<ul style="list-style-type: none"> * uso de balancins, de máquinas de conformar e de chanfrar com processos mecânicos * uso de máquinas simples * uso de produtos químicos convencionais (à base de compostos orgânicos) e de processos predominantemente manuais 	<ul style="list-style-type: none"> * não utilização de técnicas p/ minimizar a geração de resíduos * falta de iniciativa para a realização de parceria com outras empresas a fim de minimizar ou prevenir a geração de resíduos
Aspectos do Processo		
Mecanização	<ul style="list-style-type: none"> * uso de máquinas simples * idade média das máquinas: mais de 10 anos * integração mecânica entre as etapas do processo é fraca ou inexistente 	<ul style="list-style-type: none"> * clientes não influenciam na busca de soluções aos resíduos * não há intenção clara de vincular a gestão de resíduos a outros programas de gerenciamento (qualidade, etc.)
Organização do Trabalho	<ul style="list-style-type: none"> * funções gerenciais centralizadas * falta de flexibilidade na produção * falta de preocupação com redução de perdas * predomínio do uso de esteiras * Modelagem, Controle da Qualidade e PCP inexistentes ou não dependentes de aspectos operacionais da produção ("empurrados") * Controle da Qualidade realizado no fim do processo 	<ul style="list-style-type: none"> * inexistência de política de gestão de resíduos sólidos, com objetivos e metas definidos * não realização de auditoria de gestão de resíduos
Qualificação dos Trabalhadores	<ul style="list-style-type: none"> * predomínio e trabalhadores não qualificados e com baixo nível de instrução * trabalhadores realizam uma só tarefa (especializados) * alta rotatividade da mão-de-obra 	<ul style="list-style-type: none"> * não realização de programas de treinamento/educação aos trabalhadores para minimizar/ resolver problemas com resíduos
Formalização de Procedimentos	<ul style="list-style-type: none"> * rotinas de produção não documentadas 	
Realização de Vínculos	<ul style="list-style-type: none"> * vínculos apenas necessários c/ fornecedores, clientes, entidades de pesquisa e de serviços e empresas do mesmo ramo * forte dependência de agentes de exportação e/ou fornecedores * subcontratação visa a reduzir custos e agilizar a produção * investimentos apenas para manter a produção 	<ul style="list-style-type: none"> * custos com gestão de resíduos não internalizados * diretoria e gerência não comprometidas com a busca de soluções ao problema
Realização de Investimentos	<ul style="list-style-type: none"> * não há investimento em pesquisa (de moda, materiais, etc.) 	

Quadro 2: Capacidade Tecnológica Intermediária e Enfoque Efetivo de Gestão de Resíduos Sólidos

Indicador	Capacidade Tecnológica Intermediária	Enfoque Efetivo
Produto	* inovações não dependentes apenas de custos e, em alguns casos, desenvolvidas c/ clientes / fornecedores	
Etapas do Processo		
Modelagem	* modelos determinados por clientes (exportação) e/ou desenvolvidos com cliente/fornecedores (mercado interno) * normalização de fôrmas e uso de CAD	* existência de, pelo menos, um profissional específico ou departamento para gestão de resíduos sólidos
Corte	* uso de balancins com dispositivos eletrônicos * estimativa de perdas e uso de técnicas para reduzi-las	* prática de gestão de resíduos que exclua simples descarte ou queima
Chanfração, Pesponto, Costura	* uso de máquinas com comando numérico	* gestão de resíduos é considerada atividade formal e/ou compromisso com a empresa e com a comunidade
Pré-fabricado	* uso de balancins-ponte e de máquinas eletromecânicas para conformar e chanfrar peças de solados/ componentes	* conhecimento mínimo (já ouviu falar ou conhece pouco) de normas técnicas sobre resíduos (ABNT), normas de gestão ambiental (BS 7750 e ISO 14000) e da legislação local sobre gestão de resíduos sólidos
Montagem	* uso de máquinas com microprocessadores e que realizam mais de uma função	
Acabamento	* uso de produtos à base de solventes não-aromáticos ou à base d'água * desenvolvimento de produtos de acabamento com fornecedores	
Aspectos do Processo		
Mecanização	* uso de máquinas c/ dispositivos eletrônicos * idade média das máquinas: seis a 10 anos * relativa integração mecânica entre as etapas do processo	* uso de normas da ABNT, pelo menos parcialmente, para identificação e classificação de resíduos sólidos
Organização do Trabalho	* funções gerenciais descentralizadas * uso de técnicas para flexibilizar a produção * busca de redução de perdas e maior produtividade * predomínio de grupos de trabalho * Modelagem, Controle da Qualidade e PCP relativamente dependentes de aspectos operacionais da produção	* realização de inventário quantitativo e/ou qualitativo de geração de resíduos sólidos * conhecimento da maioria das técnicas de gestão de resíduos (coleta, armazenamento, reutilização, reciclagem, aterro, incineração e pirólise) e uso de algumas delas
Qualificação dos Trabalhadores	* Controle da Qualidade realizado ao longo do processo, por uma pessoa ou equipe * predomínio de trabalhadores semiquilificados ou qualificados, c/ nível de instrução médio e podendo cumprir mais de uma tarefa	* uso de técnica(s) para minimizar a geração de resíduos
Formalização de Procedimentos	* rotatividade da mão-de-obra em nível decrescente * documentação das rotinas de produção, mas	* busca de algum tipo de colaboração /parceira com outras empresas para minimizar ou prevenir a geração de resíduos
Realização de Vínculos	* vínculos com fornecedores, clientes, entidades de pesquisa/serviços, consultores, etc. possibilitam parceria para desenvolvimento de inovações * vínculos com outras empresas de calçados para resolver problemas comuns, via consórcios ou acordos * cooperação e conflito nos vínculos * subcontratação visa reduzir custos, agilizar a produção e estabelecer parcerias	* busca de soluções de médio e/ ou longo prazos para resíduos, baseadas em múltiplos critérios, estabelecidos pelas partes interessadas * preocupação com a imagem institucional da empresa na adoção de soluções para o problema dos resíduos
Realização de Investimentos	* investimentos em substituição de máquinas * uso de incentivos e/ou de benefícios fiscais e financiamentos concedidos pelo governo	

Quadro 3: Capacidade Tecnológica Avançada e Enfoque Pró-ativo de Gestão de Resíduos Sólidos

Indicador	Capacidade Tecnológica Avançada	Enfoque Pró-ativo
Produto	* inovações não dependentes apenas de custos e baseadas em pesquisas de moda	* existência de profissional específico e departamento para gestão de resíduos sólidos
Etapas do Processo		* prática de gestão de resíduos que exclua simples descarte ou queima e priorize reaproveitamento e reciclagem
Modelagem	* modelos determinados por clientes (exportação) e/ou desenvolvidos c/ clientes/ fornec. (merc. interno) * uso de CAD/CAM, softwares p/ cálculo de custos	* gestão de resíduos é considerada atividade formal e comprometida com a própria empresa e com a comunidade
Corte	* uso de máquinas c/ corte a laser ou jato d'água cálculo de perdas e uso de técnicas para reduzi-las	* conhecimento e uso efetivo de normas técnicas de classificação de resíduos (ABNT), de normas de gestão ambiental (BS 7750, ISO 14000) e da legislação local sobre resíduos
Chanfração, Pespointo, Costura	* uso de máquinas de costura c/ comando numérico e com operações integradas	* realização de inventário quantitativo e qualitativo sobre a geração de resíduos sólidos
Pré-fabricado	* uso de sistemas modernos, interligando as operações do pré-fabricado	* conhecimento das técnicas de gestão de resíduos (coleta, armazenamento, reutilização, reciclagem, aterro, incineração e pirólise) e uso das que ofereçam as condições simultaneamente mais econômicas e ecológicas
Montagem	* uso de máquinas com microprocessadores e que realizam mais de uma operação	* existência de registros completos de transporte de resíduos
Acabamento	* uso de produtos c/ solventes à base d'água * pesquisa constante, junto c/ fornecedores, p/ desenvolver novos produtos de acabamento	* existência de registros completos de armazenamento e de outros tipos de inventário (aterro, por exemplo)
Aspectos do Processo		* uso intensivo de técnicas avançadas para minimizar a geração de resíduos
Mecanização	* uso de máquinas c/ softwares avançados * idade média das máquinas: até 5 anos * expressiva integração mecânica entre as etapas	* existência de parceria entre a empresa e outras empresas para minimizar ou prevenir a geração de resíduos
Organização do Trabalho	* funções gerenciais descentralizadas * programas avançados p/ aumentar produtividade e reduzir perdas: Qualidade Total, JIT, Kanban, etc. * predominam grupos de trabalho * Modelagem, Controle da Qualidade e PCP totalmente dependentes de aspectos operacionais da produção * Controle da Qualidade realizado em todas as etapas do processo, por todos os envolvidos na produção	* interação significativa com os clientes na busca de soluções para problemas de resíduos sólidos * gestão de resíduos sólidos já vinculada a outros programas de gerenciamento (Qualidade Total, etc.)
Qualificação dos Trabalhadores	* predomínio de trabalhadores qualificados, com nível de instrução médio, que realizam várias tarefas * baixos índices de rotatividade da mão-de-obra	* existência de uma política de gestão de resíduos sólidos, com objetivos e metas definidos
Formalização de Procedimentos	* documentação detalhada das rotinas de produção e em todas as etapas do processo	* realização de auditoria de gestão de resíduos sólidos * existência de programas formais de treinamento e de educação ambiental aos funcionários, com ênfase em resíduos
Realização de Vínculos	* vínculos com fornecedores, clientes, entidades de pesquisa/serviços, consultores, etc. possibilitam desenvolvimento de inovações, em parceria * vínculos com empresas de caçados para resolver problemas comuns/ consórcios * subcontratação visa reduzir custos, agilizar a produção e transferir tecnologia aos subcontratados * ênfase aos vínculos para formação de mão-de-obra especializada e desenvolvimento tecnológico	* custos com gestão de resíduos totalmente internalizados * busca de soluções de longo prazo para gestão de resíduos, baseadas em métodos de prevenir o problema, via alteração de processos, matérias-primas, etc.
Realização de Investimentos	* investimentos voltados predominantemente a inovações em processos, com capital próprio, financiamento ou através de "joint ventures"	* preocupação com a formação de uma cultura de preservação ambiental aliada a programas de qualidade

6 ESTUDO DE CASOS

Nos 24 meses tomados como referência para as análises, as empresas-alvo do estudo – *A* e *B* – foram responsáveis por cerca de 3,70% do volume físico²⁸ das exportações brasileiras de calçados e por 3,78%, em valores monetários²⁹, das vendas externas do manufaturado efetuadas no período. Nas análises a seguir, são considerados, além do perfil, a capacidade tecnológica e a gestão de resíduos sólidos em cada empresa – as duas últimas com base nos quadros 1, 2 e 3.

6.1 Empresa *A*

A empresa *A* tem um organograma com a seguinte estrutura: um diretor-presidente, três diretores de área – Industrial, Comercial e Administrativa –, um gerente de produção, quatro supervisores de Divisão Industrial – um para cada unidade –, mestres, contramestres e operadores. Possui uma matriz e três filiais, sendo que a matriz contém duas fábricas completas, também chamadas *minifábricas*.

A conta com aproximadamente 920 funcionários trabalhando diretamente na produção e subcontrata outros 270. Sua média de produção é de 130 mil pares por mês, totalmente destinados à exportação, sendo mais de 50% correspondentes a modelos sociais, fechados, tipo mocassim, para o público feminino. O restante, também constituído por modelos predominantemente fechados, destina-se ao público masculino.

No período tomado como referência para o estudo – setembro de 1994 a agosto de 1996 –, a empresa *A* produziu e exportou 3.300.784 pares, o que significa 1,16% das exportações físicas de calçados brasileiros no período – 283.440.719 pares. O faturamento estimado da empresa, na mesma época, foi de 34.724.247,68

²⁸ Este percentual foi calculado com base no número de pares exportado pelo Brasil, de setembro de 1994 a agosto de 1996, informado mensalmente pela Associação Brasileira das Indústrias de Calçados (ABICALÇADOS, 1996), e a partir dos totais de pares de exportação informados pelas empresas.

²⁹ As empresas *A* e *B* não revelaram os respectivos faturamentos mensais, que foram estimados com base no preço médio do par exportado pelo Brasil no período considerado – 10,52 dólares, segundo cálculos realizados a partir de dados da ABICALÇADOS. O preço médio do par foi multiplicado pelas exportações de cada empresa, em valores físicos, nos 24 meses analisados, obtendo-se os valores monetários correspondentes, que foram comparados ao valor monetário das exportações brasileiras de calçados, de setembro de 1994 a agosto de 1996, calculado a partir de dados da ABICALÇADOS.

dólares³⁰, o que representa 1,19% das exportações brasileiras de calçados no período, que foram de 2.924.434.282 dólares, segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Calçados (ABICALÇADOS, 1996).

6.1.1 Capacidade Tecnológica

A capacidade tecnológica da empresa *A*, identificada através do conjunto de respostas ao questionário, de entrevistas com responsáveis diretos pela produção e de visitas a duas unidades industriais da empresa, está descrita e analisada a seguir, sendo estruturada com base nos indicadores dos quadros 1,2 e 3.

. **Produto:** A empresa *A* produz sob encomenda para exportação, tendo os modelos determinados por clientes.

. **Etapas do Processo:**

. *Modelagem:* O *design* dos modelos é determinado por clientes. Não é utilizado CAD. As máquinas desta etapa têm idade de oito anos, em média.

. *Corte:* São utilizadas máquinas com comando numérico. A idade média é de 12 anos.

. *Chanfração, Pesponto e Costura:* As máquinas têm, em média, 12 anos.

. *Pré-fabricado:* Máquinas simples, com idade de oito anos.

. *Montagem:* As máquinas desta etapa têm, em média, 12 anos de idade.

. *Acabamento:* As máquinas têm idade média de 12 anos.

. **Aspectos do Processo:**

. *Mecanização:* Não há automação completa no processo produtivo, mas são utilizadas máquinas com dispositivos controlados por computador (comando numérico). A idade média das máquinas, em geral, é de 11,5 anos.

. *Organização do Trabalho:* Os departamentos de Modelagem, Controle da Qualidade (CQ) e Planejamento e Controle da Produção (PCP) são autônomos em relação às demais etapas do processo, mas interligados entre si por *software*. O Controle da Qualidade é realizado por todos os funcionários envolvidos diretamente na produção, durante o processo, mas existe ainda a figura do revisor de fim de linha,

³⁰ Este faturamento foi estimado com base na média do preço do par de calçados exportado pelo Brasil de setembro de 1994 a agosto de 1996, que foi de 10,52 dólares. Ver nota 29.

que verifica a adequação do produto aos padrões requeridos pelos clientes.

A forma de organização do trabalho é *mista*. Há *esteiras*, na Montagem e no Acabamento, e *grupos de trabalho*, no Corte e na Costura. A Montagem e o Acabamento são integrados na mesma linha de produção.

A formação dos *grupos de trabalho* deverá ser estendida à Montagem para reduzir o número de empregados e as perdas. Os *grupos* foram implantados pela primeira vez em julho de 1994, na Costura e, em consequência desta mudança, após 18 meses a empresa excedeu sua meta de racionalização de mão-de-obra nesta seção, que era de 10%, obtendo um rendimento de produção 15% superior ao registrado com a forma anterior de organização do trabalho.

. *Qualificação dos Trabalhadores:* Apenas 0,4% dos trabalhadores empregados diretamente na produção tem qualificação técnica obtida através de cursos profissionalizantes. O grau de escolaridade da maioria é baixo: 35% têm 1º Grau incompleto; 34%, 1º Grau completo; 18%, 2º Grau incompleto; 8,4%, 2º Grau completo. Há poucos analfabetos (0,2%) e semi-alfabetizados (0,4%).

Há também poucos especializados, pois a maioria exerce mais de uma função, e é possível que todos sejam deslocados para atuar em outro setor. O coordenador do Programa de Qualidade observou, porém, que a especialização traz maior produtividade. Segundo ele, a capacidade de executar várias tarefas e de exercer várias funções é importante nos *grupos de trabalho*, mas pode elevar os custos de produção, pois um operário que acumula muitas funções recebe salário acima da média, sendo, muitas vezes, deslocado ao setor de treinamento de pessoal.

O nível de rotatividade da mão-de-obra se mantém em aproximadamente 2,5% do total de empregados, sendo considerado normal pelo gerente de Qualidade da empresa, embora tenha crescido em 0,4 ponto percentual, de agosto de 1994 a agosto de 1995.

. *Formalização de Procedimentos:* Existe formalização das rotinas de produção, através de documentos, há cerca de 15 anos, mas esses registros são feitos pelo pessoal do setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP), sem participação dos operários de chão-de-fábrica. Em agosto de 1995, porém, através do Programa de Qualidade, teve início a documentação das rotinas de produção pelos trabalhadores envolvidos diretamente na produção.

. *Vínculos:* Os agentes com quem a empresa *A* mantém relações e as respectivas finalidades das mesmas podem ser visualizados no quadro a seguir.

Quadro 4: Vínculos da Empresa A

Parcerias Com	Fornecedores de insumos químicos	Fornecedores de máq/equipam	Fornecedores de matérias-primas	Fornecedores de componentes	Fabricantes de calçados	Institutos de ens/pesq	Agentes de export	Consultores	Subcontratados
Finalidade									
Melhorar negociações mútuas			X	X			X		
Desenvolver prod/ processos		X					X	X	
Comprar máq/equipamentos									
Realizar programas de QT									
Formar mão-de-obra	X					X		X	
Agilizar a produção									
Reduzir perdas	X	X			X	X			
Testar produtos	X	X	X	X	X	X	X		
Outra (especificar)	X (*)							X (**)	

Finalidade dos vínculos: (*) empréstimos de máquinas e matérias-primas
(**) realização de Controle da Qualidade

. *Investimentos:* Não são realizados investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento de novos produtos e processos. A empresa pretende comprar novas máquinas, mas, segundo o coordenador do Programa de Qualidade, serão máquinas simples, apenas para manter a rotina de produção, sem acrescentar diferenciais tecnológico em relação às utilizadas atualmente.

Pode-se concluir que a capacidade tecnológica da empresa ainda é básica ou de produção, embora haja esforços de melhoria que podem ser detectados através dos seguintes itens:

. Recente introdução da documentação de rotinas envolvendo os trabalhadores da produção.

. Intenção de estender os grupos de trabalho à Montagem.

. Capacidade expressiva de realização de vínculos com outros agentes, especialmente com fornecedores de máquinas e equipamentos, com agentes de exportação e consultores, em relação aos quais foi informada a existência de cooperação para introdução de inovações em produtos e processos – com os demais agentes, os vínculos não configuram expressamente a intenção de desenvolvimento de inovações.

- . Existência de funcionários, em sua maioria, com capacidade para operar em várias etapas do processo.

Observou-se, por parte de gerentes ligados à produção, uma confusão entre introdução de inovações e realização de controle da qualidade, pois ao responderem sobre a forma de realização do controle da qualidade, informaram que “fornecedores e clientes também participam do processo, trazendo novidades da Europa, como máquinas”.

As características que mais evidenciam a capacidade tecnológica de base são:

- . Baixo nível de qualificação de pessoal, tanto em termos de escolaridade quanto em formação técnica.
- . Predomínio de máquinas com tecnologias tradicionais e idade superior a 10 anos.
- . Inexistência de integração do processo produtivo por meio de automação.
- . Falta de investimentos em pesquisa para realização de inovações.

6.1.2 Gestão de Resíduos Sólidos

As características e o enfoque de gestão de resíduos sólidos da empresa *A* foram identificados através de respostas ao questionário, de entrevistas com responsáveis pela produção de calçados e pela destinação dos resíduos, e por meio de visitas a unidades de produção e de armazenamento/aterro de resíduos da própria empresa. Os resultados, apresentados de acordo com os enfoques de gestão de resíduos listados nos quadros 1,2 e 3, estão descritos e analisados a seguir.

. *Existência de profissional específico para gestão de resíduos:* A empresa *A* não conta com um profissional atuando exclusivamente na empresa, em tempo integral, para administrar problemas de resíduos sólidos industriais, nem com departamento específico. Existe apenas um consultor, que assessora profissionais de uma central de resíduos onde a empresa *A* armazena e mantém aterro, junto com outras cinco empresas de calçados.

. *Prática de simples descarte e/ou queima:* Até 1992, a empresa *A* realizava simples descarte dos resíduos sólidos. Desde esse ano, quando foi implantada a central de resíduos, em consórcio com outras empresas locais, a empresa vem

destinando seus resíduos sólidos para armazenamento (os considerados recicláveis) e para aterro (os considerados não-recicláveis). A preocupação e a tomada de atitude diante de problemas de resíduos decorreram de exigências legais da administração do município (Prefeitura) onde a empresa está localizada.

Enfoque da gestão de resíduos pela empresa: Os gerentes ligados diretamente à produção informaram que a gestão de resíduos é vista pela empresa como uma obrigação legal, uma atividade formal e um compromisso com a própria empresa e com a comunidade. Segundo eles, são levados em conta, além da relação custo-benefício, aspectos jurídicos e sociais, incluindo a observação à legislação ambiental e o respeito às opiniões de clientes e de fornecedores.

A referência à expressão “obrigação legal” mostra que a empresa assume um enfoque efetivo de gestão ambiental. A resposta “atividade formal” revela que a empresa busca organizar e tornar efetiva a atividade – o que é verificado, por exemplo, através da implantação de instruções aos trabalhadores no sentido de separarem os resíduos e através da existência de registros quantitativos e qualitativos de resíduos levados à armazenagem e aterro. Já a referência a “compromisso da empresa consigo mesma e com a comunidade” não pode ser comprovada, pois as rotinas de gestão de resíduos não estão totalmente documentadas, e os problemas derivados da geração de resíduos não são discutidos com outros agentes ou com a comunidade, mas, basicamente, com consultor especializado.

Conhecimento e uso das normas técnicas sobre identificação e classificação de resíduos sólidos, das normas gestão ambiental e da legislação sobre resíduos sólidos: Os responsáveis pela gestão da produção conhecem pouco sobre normas da ABNT para classificação de resíduos e sobre a Lei estadual 9.921/93, relativa a resíduos sólidos. Revelaram não conhecer normas de gestão ambiental, como BS 7750 e ISO 14000. Gerentes da empresa informaram que são utilizadas normas da ABNT para classificar seus resíduos sólidos, mas, na prática, isto não ocorre criteriosamente, pois não são realizados testes/ensaios de identificação/classificação antes da destinação. Apesar de a empresa não utilizar normas da ABNT, os critérios estabelecidos pelo consultor responsável pelo armazenamento e pelo aterro são baseados, pelo menos genericamente, nessas normas.

Conhecimento e uso de técnicas de gestão de resíduos sólidos: Os gerentes

ligados à produção e ao Controle de Qualidade revelaram conhecer e utilizar as seguintes técnicas: coleta, identificação, separação, transporte, armazenamento e aterro; afirmaram apenas conhecer: incineração; informaram não conhecer e não utilizar: reutilização, reciclagem e pirólise.

Observou-se que, embora os gerentes entrevistados tenham afirmado não conhecer e não praticar a reutilização, a empresa mantém um setor de treinamento de mão-de-obra onde são utilizados restos de matérias-primas do corte.

Especificamente no interior da empresa – nas unidades de produção –, a gestão de resíduos sólidos vem sendo realizada desde janeiro de 1996, quando a gerência de produção começou a instruir os funcionários a separar os resíduos em recipientes diferenciados, colocados em vários pontos das linhas de produção, para facilitar procedimentos posteriores – armazenamento, reciclagem, aterro, etc. Desde então, os resíduos de papel, papelão, plásticos e borrachas devem ser separados em latas brancas, sendo posteriormente vendidos ou levados para armazenamento; os resíduos de metais, como navalhas, peças defeituosas de metal, etc., devem ser colocados em recipientes vermelhos, sendo também destinados à venda; os resíduos de couro curtido, pó de varrição, restos de adesivos e estopas e esponjas sujas com adesivos e produtos químicos, que vão para aterro, devem ser depositados em recipientes azuis; e restos de alimentos, aproveitados em compostagem ou alimentação de animais, devem ir para latas amarelas.

A orientação é que cada funcionário separe os resíduos segundo este critério, mas, em visitação a uma unidade de produção, observou-se que esta determinação não é observada com rigor ou ainda não foi devidamente assimilada pelos empregados, pois foram vistos, por exemplo, restos de couro depositados junto com restos de alimentos. O critério de separação foi dado por consultoria, e não segue rigidamente normas da ABNT sobre identificação e classificação de resíduos, já que não são realizados testes e ensaios com os resíduos.

O transporte é feito em caminhões comuns, com os resíduos acondicionados em sacos plásticos ou soltos. Os registros de caracterização e quantidades são efetuados quando as cargas chegam à central de resíduos; contêm a data de ingresso dos resíduos na central, a assinatura do motorista que faz a entrega, as quantidades totais, em kg, dos resíduos a serem armazenados, e os volumes, em m³, dos resíduos

a serem levados para aterro. Na unidade de armazenamento, os resíduos a serem estocados são prensados.

A central tem licença de operação dada pelo órgão ambiental do Estado e segue normas da ABNT para construção e funcionamento de unidades de armazenamento e aterro, contando, inclusive, com duas estações de tratamento de efluentes. Não há registros de saída de resíduos da unidade de armazenamento – pelo menos não com o mesmo detalhamento dos registros de entrada.

O excesso de oferta de resíduos, segundo o administrador da central, vem provocando queda de preços e diminuindo a receita de manutenção da unidade de armazenamento. O papel, por exemplo, que era vendido a R\$ 0,19/kg, hoje é comercializado a R\$ 0,06/kg, e os restos de solados de borracha sintética (TR), antes vendidos a R\$ 0,20/kg, são comercializados, atualmente, por R\$ 0,12/kg;

Registros de armazenamento e/ou aterro (inventários): Há registros de armazenamento e aterro de resíduos desde setembro de 1994, realizados por consultores e funcionários da empresa contratados para cuidar do armazenamento e do aterro. Porém, não é realizado um inventário de matérias-primas para cada etapa do processo produtivo. Matérias-primas *pesadas*, como solas e palmilhas, ingressam diretamente na produção, sem passar pelo almoxarifado, pois a empresa utiliza sistema *just in time* (JIT). Assim, o controle da entrada de matérias-primas é difuso, ficando, em parte, a cargo dos responsáveis pelo almoxarifado e, em parte, a critério dos responsáveis pelo gerenciamento do JIT.

O inventário dos resíduos sólidos industriais gerados em todas as unidades da empresa, incluindo matriz, filiais 1, 2 e 3, foi originalmente informado segundo as quantidades totais levadas a armazenamento e/ ou vendidas a recicladores (metais, papel, papelão, plástico, vidros, borracha e outros materiais sintéticos) em toneladas, e os volumes, em m³, levados a aterro (aparas de couro curtido, pó de varrição, panos e estopas sujos e materiais sintéticos considerados não-recicláveis). Para possibilitar um comparativo adequado, os valores em m³ foram convertidos para toneladas considerando-se a densidade de 0,2T/m³, apontada por Schnack (1996a) como sendo a densidade média de resíduos sólidos de armazenamento e aterro de empresas com o mesmo perfil de produção de A e B.

Desta forma, o quadro relativo à produção física X inventário de resíduos permite comparar as quantidades produzidas, em pares, com a geração de resíduos diretamente relacionados à produção de calçados, em toneladas, apontando, inclusive, a estimativa de perda por par, em massa (g/par). Segundo estimativa de um consultor, os resíduos levados a aterro pelas empresas *A* e *B* compõem-se por 30% de couros (aparas) e cerca de 70% de materiais sintéticos utilizados diretamente na produção do calçado, considerados não-reaproveitáveis, como restos de materiais sintéticos – dublados, contrafortes, etc. Já os resíduos vendidos e/ou levados a armazenamento são formados por 80% de materiais sintéticos derivados diretamente da produção do calçado, considerados como de possível colocação no mercado, a partir de reciclagem.

O período inicial de referência é setembro de 1994, quando tiveram início os registros. A tabela 1 mostra os dados agrupados em períodos de seis meses, até agosto de 1996, e em períodos de 12 meses, comparativamente à produção física.

Período	Produção (nº pares)	Variação (% pares)	RSI Aterro (T)	Variação (%)	RSI Armaz (T)	Variação (%)	RSI – perda total (g/par)	Variação (%)
Set 94/ fev 95 (A)	787.558	B/A =	100,20	B/A =	5,15	B/A =	133,77	B/A =
Set 95/fev 96 (B)	746.924	-5,16	112,40	12,18	8,05	56,31	161,26	20,55
Mar 95/ ago 95 (C)	868.509	D/C =	102,60	D/C =	5,29	D/C =	124,22	D/C =
Mar 96/ ago 96 (D)	897.793	13,37	85,20	-16,96	8,57	62,00	104,44	-15,92
Set 94/ ago 95 (E)	1.656.067	F/E =	202,80	F/E =	10,44	F/E =	128,76	F/E =
Set 95/ ago 96 (F)	1.644.717	-0,69	197,60	-2,56	16,62	59,20	130,25	1,16

Tabela 1: Produção Física de Calçados e Inventário dos Resíduos da Empresa *A*

Com base nas informações da tabela 1, é possível observar que:

. A geração de resíduos levados a aterro pela empresa *A* apresentou variação positiva em períodos de seis meses consecutivos, de setembro de 1994 a fevereiro de

1995 até setembro de 1995 a fevereiro de 1996. Porém, foi verificada queda expressiva no período de março a agosto de 1996 em relação ao período imediatamente anterior, mesmo com a produção física de pares aumentando.

. A geração de resíduos armazenados aumentou semestre a semestre.

. No comparativo de setembro de 1995 a fevereiro de 1996 com setembro de 1994 a fevereiro de 1995, a produção física de pares caiu, enquanto que a geração de resíduos, tanto para aterro quanto para armazenamento, aumentou. Esse fenômeno poderia ser atribuído à variação da modelagem, que é muito grande.

Segundo o responsável pelo Controle de Custos da empresa, modelos fechados e *trabalhados* (ricos em detalhes manuais), como botinas, além de consumirem mais matéria-prima, gerando mais resíduos em relação a modelos abertos ou semifechados, têm tempo de passagem maior pela produção, de modo que, em um mesmo período, são produzidos menos modelos fechados e *trabalhados* do que abertos ou semifechados. Tal hipótese, no entanto, não foi confirmada nem refutada pelo gerente de Cálculo de Custos da empresa, já que os registros sobre modelos produzidos nesses períodos de comparação não estavam disponíveis de modo organizado. Ele empresa revelou que a variedade desses modelos – que correspondem a cerca de 50% da produção física – é muito grande a ponto de permitir a identificação exata sobre o que entrou em produção nesses períodos. O gerente alegou, também, que um controle em nível de entrada de matérias-primas, para efeito de comparação com a geração de resíduos, também foi dificultado porque os registros de compra e consumo de materiais estão dispersos, já que existem vários compradores, inclusive para um mesmo tipo de matéria-prima.

. É expressivo que, no comparativo março a agosto de 1996 com março a agosto de 1995, a produção física tenha aumentado 13,37%, a geração de resíduos para aterro tenha caído 16,96% e a geração de resíduos para armazenamento tenha aumentado 62%. Segundo o consultor responsável pela central de resíduos da empresa, isto pode indicar que resíduos antes levados a aterro, por impossibilidade prática de reciclagem, passaram a ser armazenados – o que, de fato, ocorreu com um determinado tipo de SBR (material sintético para solados).

. As perdas estimadas em massa de resíduos por par (g/par), no comparativo de 12 meses – setembro de 1995 a agosto de 1996 em relação a setembro de 1994 a

agosto de 1995 aumentaram apenas 1,16%.

Uso de técnica(s) para minimizar a geração de resíduos: Como técnica para minimizar a geração de resíduos sólidos, a empresa realiza programas de instrução aos trabalhadores para que eles racionalizem matérias-primas e separem os resíduos conforme a destinação convencionada. São também realizadas estimativas de perda de matérias-primas. Estas perdas, projetadas para dois tipos de modelos, que representam cerca de 50% da produção, variam de 2% a 15%, conforme o tipo de matéria-prima.

Para o couro de cabedal, por exemplo, a perda é de 14%; para contrafortes, de 15%; para tecidos, espumas, linhas, solas sintéticas e tacões de borracha, de 10% para cada um destes materiais; para fitas de reforço, de 7,70%, e para viras de borracha, de 2%.

Fora da empresa, na central de resíduos, é feita a compactação de materiais recicláveis, antes do armazenamento, para minimizar os volumes.

Parcerias para minimizar ou prevenir a geração de resíduos sólidos: A empresa informou que não mantém parcerias com outras empresas de calçados para discussão de formas de prevenir e/ou minimizar o problema dos resíduos sólidos. A parceria que existe visa apenas a resolver coletivamente o problema, à medida que o mesmo surge, através de armazenamento e aterro.

Os clientes não têm qualquer influência nas decisões da empresa quanto à busca de soluções para o problema dos resíduos sólidos. Apesar disto, a empresa acredita que está mais vigilante quanto ao problema dos resíduos, e que seu “primeiro passo” foi a realização de um levantamento quantitativo e qualitativo (inventário), seguido do programa de separação. Futuramente, pretende avaliar mais precisamente, e não por estimativa, apenas, as quantidades de resíduos de cada fábrica.

Existência de uma política de gestão de resíduos sólidos: A empresa A não tem uma política de gestão de resíduos sólidos industriais, com objetivos e metas definidos. Segundo o coordenador do Programa de Qualidade, neste sentido há apenas instrução aos empregados e tentativa de conscientizá-los, já que eles não são considerados suficientemente capacitados para participar de um programa de gestão ambiental. Ele ressaltou que poucas pessoas participam, efetivamente, do programa

de separação de resíduos.

Realização de auditoria de gestão de resíduos sólidos: A empresa A não realiza auditoria ambiental e/ou de resíduos sólidos.

Realização de programa formal de educação ambiental: A empresa A não realiza um programa formal de educação e/ou treinamento para a área ambiental que inclua o problema dos resíduos.

Preocupação com a formação de uma cultura ambiental aliada a programas de qualidade: Ao programa de qualidade desenvolvido pela empresa, que visa à certificação pelas normas ISO 9000, deverão ser incorporados aspectos de gestão de resíduos.

As respostas ao questionário e as observações efetuadas *in loco* permitem concluir que ainda predomina o enfoque reativo de gestão de resíduos na empresa A, devido às seguintes características:

- . Falta um profissional ou departamento específico para gestão de resíduos.
- . Grande parte das soluções adotadas para resolver o problema é motivada por exigências legais.
- . Não há conhecimento profundo de normas técnicas sobre resíduos (ABNT) e da legislação estadual sobre o assunto, e há desconhecimento das normas de gestão ambiental (BS 7750 e ISO 14000).
- . Os gerentes da empresa informaram não conhecer nem utilizar a técnica de reutilização, quando, na verdade, esta técnica é empregada no treinamento de mão-de-obra com restos de couro.
- . Os registros relativos a resíduos não são rigorosamente controlados nem analisados em relação à produção de pares, e referem-se apenas a armazenamento e aterro; além disto, não é documentada, rigorosamente, a saída dos resíduos da unidade de armazenamento.
- . Apesar de ter informado que a empresa tem vínculos com fornecedores de produtos químicos, máquinas, outros fabricantes de calçados e entidades de pesquisa, visando à redução de perdas, um dos gerentes revelou que não são discutidos problemas relacionados a resíduos com clientes ou com outros agentes – exceto com empresas do mesmo ramo, para realização de aterro; isto pode indicar que as parcerias estão mais centradas na busca da redução de custos monetários – em um

enfoque exclusivamente econômico – do que na busca da redução de custos ambientais, já que esta incluiria não só o máximo esforço em minimizar a geração de resíduos, mas soluções que oportunizassem um impacto ambiental menor que o derivado do simples armazenamento ou do aterro, inclusive com possibilidade de ganhos por reciclagem ou reaproveitamento.

. Não há um programa formal de treinamento ou educação ambiental aos funcionários.

Os seguintes aspectos, no entanto, mostram que a empresa está evoluindo rumo a enfoques mais avançados de gestão de resíduos:

. Envolvimento dos trabalhadores na separação dos resíduos desde janeiro de 1996.

. Utilização de técnicas da própria empresa – estimativa de perda de matérias-primas para controlar a geração de resíduos.

. Intenção de integrar a gestão de resíduos sólidos ao Programa de Qualidade.

6.2 Empresa B

A empresa B não informou seu organograma. É constituída por cinco unidades de produção – três completas, localizadas na matriz, e as demais incompletas, cada uma em uma filial. Além de três fábricas completas, ou *minifábricas*, a matriz abriga uma unidade de pré-fabricado.

A empresa B mantém 1.195 funcionários na matriz. Em uma das filiais, com 276 funcionários, tem seções de Costura, Montagem e Acabamento, sem a unidade de Corte. Em outra, com 414 empregados, abriga apenas Corte e Costura, sem Montagem e Acabamento. No total, são 1.885 funcionários.

A média de produção da empresa B, no ano de 1995, foi de aproximadamente 230 mil pares por mês – 99% destinados à exportação, predominando modelos sociais, fechados e abertos, para o público feminino. No período tomado como referência para o estudo – setembro de 1994 a agosto de 1996 –, a empresa B produziu 7.273.004 pares e exportou 7.200.274 pares, o que representa 2,54% das vendas físicas externas do manufaturado, no período – 283.440.719 pares. Nos mesmos 24 meses, a empresa apresentou um faturamento de exportações estimado

em 75.746.882,48 dólares³¹, o que representa 2,59% das vendas externas físicas de calçados no período, que foram de 2.924.434.282 dólares, segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Calçados (ABICALÇADOS, 1996).

6.2.1 Capacidade Tecnológica

As características relativas à capacidade tecnológica da empresa *B*, identificadas através do questionário e de entrevistas com responsáveis diretos pela produção, estão descritas a seguir, a partir da estrutura apresentada nos quadros 1, 2 e 3.

. **Produto:** A empresa *B* produz sob encomenda para exportação, tendo os modelos determinados por clientes. De acordo com o gerente de Produção, hoje a empresa consegue negociar com agentes de exportação visando à aceitação de modelos mais simples, com menos trabalho manual embutido e, portanto, com custos e desperdício menor de mão-de-obra. “Quanto mais mão-de-obra aplicada ao calçado, maior a geração de resíduos”, explicou.

. **Etapas do Processo:**

. *Modelagem:* O *design* dos modelos é determinado por clientes. A empresa utiliza CAD para corte de materiais sintéticos e tecidos, mas não para couros. As máquinas desta etapa têm idade de cinco anos, em média.

. *Corte:* São utilizadas máquinas com comando numérico. A idade média é de quatro anos. Em fevereiro de 1996, a empresa *B* implantou um sistema rigoroso de cálculo de consumo de matérias-primas, que envolve o uso de máquinas computadorizadas para corte e treinamento de pessoal. O gerente de Produção estima que as perdas, desde então, caíram em torno de 6%. Segundo ele, o desperdício médio de couro é de 15% a 28%, e dos demais materiais sintéticos para solados, de cerca de 3%, em área.

. *Chanfração, Pesponto e Costura:* As máquinas têm, em média, oito anos e são dotadas de dispositivos eletrônicos.

. *Pré-fabricado:* O sistema de pré-fabricado é simples, mas há máquinas

³¹ O método de cálculo desta estimativa é apresentado na nota 29.

dotadas de comando numérico.

. *Montagem:* As máquinas desta etapa têm dispositivos de microeletrônica. A idade média é de dois anos.

. *Acabamento:* As máquinas têm idade média de oito anos. A empresa *B* utiliza, nesta etapa, produtos desenvolvidos e testados em seu próprio laboratório.

. **Aspectos do Processo:**

. *Mecanização:* Não há automação completa no processo produtivo, mas são utilizadas máquinas com dispositivos controlados por computador (comando numérico). A idade média das máquinas, em geral, é de 5,4 anos.

. *Organização do Trabalho:* A empresa *B* mantém departamentos de Modelagem, Controle de Qualidade (CQ) e Planejamento e Controle da Produção (PCP) autônomos em relação às demais etapas do processo, mas interdependentes e centralizados. O Controle da Qualidade de produtos e processos é realizado apenas por funcionários do departamento específico e no fim do processo.

Recentemente, no entanto, foi implantado um sistema de avaliação da qualidade dos produtos que envolve equipes variáveis, de cinco pessoas, pertencentes aos diversos setores da empresa. Esses grupos se reúnem três vezes por semana para analisar a qualidade de cinco modelos extraídos aleatoriamente da produção. Os resultados da avaliação são levados aos supervisores de linha, com sugestões de melhorias.

A forma predominante de organização do trabalho é através de *esteiras*. Há *grupos de trabalho* apenas no Corte. Esta forma de organização do trabalho foi adotada em novembro de 1995 com o objetivo de redução de estoques intermediários e do tempo de produção. Segundo o gerente de Produção, os espaços intermediários entre as operações foram diminuídos, de modo a intensificar o trabalho e obter ganhos de escala. A empresa considera vantajoso estender o uso de grupos somente para produção de pequenos lotes, destinados ao mercado interno, o que raramente ocorre, já que produz 99% para exportação.

. *Qualificação dos Trabalhadores:* Apenas 0,83% dos empregados de chão-de-fábrica tem qualificação técnica obtida via cursos profissionalizantes. O grau de escolaridade é baixo: a maioria é semi-analfabeta (34,22%) ou tem 1º Grau incompleto (29,00%). Têm 1º Grau completo, 18,92%; 2º Grau incompleto, 14,47%;

2º Grau completo, 1,67%. A proporção de analfabetos é de 0,89%.

Os trabalhadores do corte são especializados, pois só exercem a função de cortador. Os de outras seções podem ou não ser especializados, dependendo do modo como são contratados – os que fazem serviços gerais, por exemplo, podem atuar em várias etapas do processo, não sendo especializados.

O nível de rotatividade da mão-de-obra é muito variável, podendo oscilar entre 1,66% e 6,59% ao mês. De março a agosto de 1995, a rotatividade aumentou, em média, 4,13%. Porém, de agosto de 1994 a agosto de 1995, este índice diminuiu em 0,18 ponto percentual. As variações não uniformes deste indicador podem significar o predomínio da instabilidade quanto à permanência do pessoal no trabalho.

Formalização de Procedimentos: As rotinas de produção são formalizadas, através de documentos do setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP), sem participação dos trabalhadores diretamente envolvidos na produção.

O gerente de produção da empresa *B* informou que “praticamente todas as etapas do processo produtivo estão automatizadas” e que “a integração entre máquinas e equipamentos é satisfatória”. Na prática, porém, foi verificado o predomínio do trabalho manual, em esteiras, embora com máquinas modernas, o que significa que a automação referida pela empresa existe predominantemente de modo pontual, em algumas fases do processo, e não totalmente de modo integrado.

Vínculos: Embora um dos gerentes da empresa *B* tenha informado que não são mantidos vínculos com os diversos agentes apresentados no quadro 5, afirmou, posteriormente, que, em 1996, a empresa passou a trocar informações sobre sistemas de produção com outras empresas, visando à implantação de melhorias em sistemas de produção. Os agentes com quem a empresa *B* mantém relações, segundo seus gerentes, e as respectivas finalidades desses vínculos, podem ser visualizados no quadro a seguir.

Quadro 5: Vínculos da Empresa B

Parcerias Com	Fornecedores de insumos químicos	Fornecedores de máq/equipam	Fornecedores de matérias-primas	Fornecedores de componentes	Fabricantes de calçados	Institutos de ens/pesq	Agentes de export	Consultores	Subcontratados
Finalidade									
Melhorar negociações mútuas									
Desenvolver prod/ processos									
Comprar máq/equipamentos		X							
Realizar programas de QT									
Formar mão-de-obra									
Agilizar a produção									
Reduzir perdas							X		
Testar produtos									
Outra (especificar)					X (*)				

Finalidade dos vínculos: (*) melhoria de sistemas de produção e gerenciamento de resíduos sólidos

. *Investimentos:* Gerentes da empresa B informaram que são realizados investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento de novos processos, no interior da própria empresa, para agilizar a produção e reduzir o contingente de mão-de-obra ocupada, mas não revelaram o montante ou a proporção desses investimentos sobre seu faturamento, nem detalhou em que processos investe. Citou apenas que mantém um laboratório próprio onde são desenvolvidos acabamentos e adesivos e realizados alguns testes em componentes do calçado.

Através destas informações, pode-se concluir que a capacidade tecnológica da empresa B ainda é básica ou de produção, embora haja esforços de melhoria que podem ser detectados através dos seguintes itens:

. Predomínio de máquinas novas no processo, com recursos avançados, que permitem a integração de algumas rotinas e a realização de mais de uma tarefa com a mesma máquina.

. Extensão do controle da qualidade de produtos a equipes de vários setores.

. Redução das perdas de matérias-primas a partir de controle rigoroso do consumo das mesmas e do treinamento de pessoal envolvido diretamente na produção.

. Troca de informações com fabricantes de calçados para melhorias no processo.

. Relativa capacidade de negociação com agentes de exportação para

simplificar modelos, reduzindo perdas de materiais e custos de produção.

- . Realização de investimentos em pesquisa aplicada, através do laboratório próprio, para melhoria de produtos e racionalização do uso da mão-de-obra.

As características que mais evidenciam a capacidade tecnológica de base da empresa *B* são:

- . Baixo nível de qualificação de pessoal, tanto em termos de escolaridade quanto em formação técnica.

- . Índices de rotatividade de mão-de-obra com variações expressivas.

- . Realização do controle da qualidade apenas no fim do processo, envolvendo apenas funcionários do departamento específico.

- . Inexistência de vínculos com outros agentes, exceto com outros fabricantes de calçados, para realização de melhorias.

- . Predomínio da organização do trabalho em esteiras.

- . Formalização de procedimentos sem a participação dos trabalhadores envolvidos diretamente na produção.

6.2.2 Gestão de Resíduos Sólidos

As características e o enfoque de gestão de resíduos sólidos da empresa *B* foram identificados através de respostas ao questionário, de entrevistas com responsáveis pela produção de calçados e pela destinação dos resíduos e de visitas a unidades de produção e de armazenamento/aterro de resíduos. Os resultados, apresentados de acordo com os enfoques de gestão de resíduos listados nos quadros 1,2 e 3, estão descritos e analisados a seguir.

- . *Existência de profissional específico para gestão de resíduos:* A empresa *B* não conta com um profissional atuando exclusivamente na empresa, em tempo integral, para administrar problemas de resíduos sólidos industriais, nem departamento específico. Existe apenas um consultor, que presta assessoria à empresa, quando necessário.

- . *Prática de simples descarte e/ou queima:* Antes de 1992, a empresa *B* realizava o simples descarte dos resíduos. A partir desse ano, as exigências legais, da administração do município onde a empresa se localiza, levaram-na a adotar uma

solução em conjunto com outras empresas. Hoje, a empresa *B* destina seus resíduos para armazenamento (os considerados recicláveis) e para aterro (os considerados não-recicláveis), em uma central de resíduos.

. *Enfoque da gestão de resíduos pela empresa:* Os gerentes ligados diretamente à produção informaram que a gestão de resíduos é vista pela empresa como simples tarefa profissional, sendo enfatizado o treinamento dos empregados que fazem a coleta. Segundo eles, a empresa considera, além da relação custo-benefício, aspectos jurídicos e sociais, incluindo a observação à legislação ambiental e o respeito às opiniões de clientes e de fornecedores.

. *Conhecimento e uso das normas técnicas sobre identificação e classificação de resíduos sólidos, das normas de gestão ambiental e de legislação sobre resíduos sólidos:* Os gerentes da empresa *B* não informaram sobre seu conhecimento relativo às normas da ABNT para classificação de resíduos, sobre a Lei estadual 9.921/93, relativa a resíduos sólidos, e sobre normas de gestão ambiental, como BS 7750 e ISO 14000. Alegaram que estas informações cabem à consultoria para assuntos de resíduos, não sendo inerente às funções gerenciais que desempenham.

. *Conhecimento e uso de técnicas de gestão de resíduos sólidos:* De acordo com os gerentes ligados à produção, a gestão de resíduos sólidos, no interior da empresa, vem sendo realizada desde julho de 1994 pelos empregados, que fazem a separação – os do Corte fazem a segregação na origem –, e por cinco zeladores, que realizam a coleta. Porém, não é atividade formal. O critério de separação, semelhante ao da empresa *A*, foi determinado por consultoria, para facilitar a disposição em aterro, e não segue rigidamente normas da ABNT sobre identificação e classificação de resíduos, já que não são realizados testes e ensaios com os mesmos.

Esses gerentes declararam que conhecem e utilizam as seguintes técnicas de gestão de resíduos: coleta, identificação, separação, transporte, armazenamento, reutilização e aterro. Revelaram que não conhecem e não utilizam: reciclagem, incineração e pirólise. No que diz respeito à reciclagem, um dos gerentes observou que “cabe à central de resíduos saber o que é e o que não é reciclável”.

Empregados contratados, segundo seus gerentes, identificam e classificam, para efeito de destinação final, os resíduos sólidos da empresa *B*. Há um

levantamento qualitativo e quantitativo, desde setembro de 1994. Nestes registros, os resíduos são identificados segundo a destinação: para armazenamento/venda – papel, papelão, plásticos, borrachas, metais, vidros – e para aterro – *sucata*, incluindo aparas de couro curtido, materiais sintéticos considerados não-recicláveis, estopas, esponjas, panos e restos de tecidos contendo substâncias químicas, restos de adesivos, etc.

O transporte é feito em caminhões comuns, com os resíduos acondicionados em sacos plásticos ou soltos. Os registros de caracterização e quantidades são efetuados quando as cargas chegam à central de resíduos; contêm a data de ingresso dos resíduos na central, a assinatura do motorista que faz a entrega, as quantidades totais, em kg, dos resíduos a serem armazenados, e os volumes, em m³, dos resíduos a serem levados para aterro. Na unidade de armazenamento, os resíduos a serem estocados são prensados.

A central tem licença de operação dada pelo órgão ambiental do Estado e segue normas da ABNT para construção e funcionamento de unidades de armazenamento e aterro, contando, inclusive, com duas estações de tratamento de efluentes.

. *Registros de armazenamento e/ou aterro (inventários)*: Não há registros de saída de resíduos da unidade de armazenamento da empresa B – pelo menos não com o mesmo detalhamento dos registros de entrada.

O inventário dos resíduos sólidos industriais gerados em todas as unidades produtivas da empresa foi informado segundo as quantidades totais levadas a armazenamento e/ ou vendidas a recicladores (metais, papel, papelão, plástico, vidros, borracha e outros materiais sintéticos) em toneladas, e os volumes, em m³, levados a aterro (aparas de couro curtido, pó de varrição, panos e estopas sujos e materiais sintéticos considerados não-recicláveis). Para padronizar as medidas, os valores em m³ foram convertidos para toneladas. O fator de conversão de tonelada para m³ é 0,2, pois, segundo Schnack (1996), 0,2 T/m³ é o valor da densidade média de resíduos sólidos de armazenamento e aterro de empresas com o mesmo perfil de produção de B.

É importante observar ainda que, segundo Schnack (1996a), os resíduos levados a aterro pelas empresas A e B compõem-se por 30% de couros (aparas) e

cerca de 70% de materiais sintéticos utilizados diretamente na produção do calçado, considerados não-reaproveitáveis, como restos de materiais sintéticos – dublados, contrafortes, etc. Já os resíduos vendidos e/ou levados a armazenamento são formados por 80% de materiais sintéticos derivados diretamente da produção do calçado, considerados como de possível colocação no mercado, a partir de reciclagem. O inventário dos resíduos sólidos industriais gerados pela empresa B, de setembro de 1994 a fevereiro de 1996, os respectivos volumes de produção, e as perdas por par (g/par) são apresentados na tabela 2:

Período	Produção (n° pares)	Variação (% pares)	RSI Aterro (T)	Variação (%)	RSI Armaz (T)	Variação (%)	Ger RSI Total (g/par)	Variação (%)
set 94/ fev 95 (A)	1.362.666	B/A =	117,40	B/A =	12,76	B/A =	95,52	B/A =
set 95/fev 96 (B)	1.317.911	-3,28	59,40	-49,40	11,8	-7,52	54,02	-43,45
mar 95/ ago 95 (C)	1.412.099	D/C =	114,00	D/C =	14,31	D/C =	90,86	D/C =
mar 96/ ago 96 (D)	1.723.474	20,05	90,20	-20,88	32,33	125,93	71,09	-21,76
set 94/ ago 95 (E)	2.774.765	F/E =	231,40	F/E =	27,07	F/E =	92,50	F/E =
set 95/ ago 96 (F)	4.498.239	70,00	109,60	-35,35	44,13	63,02	49,73	-53,76

Tabela 2 : Produção Física de Calçados e Inventário dos Resíduos da Empresa B

Com base na tabela 2, é possível concluir que:

. A soma dos resíduos da empresa B levados a aterro com os resíduos levados a armazenamento diminuiu em todos os períodos semestrais correspondentes analisados.

. Mesmo nos períodos em que a produção física aumentou – março a agosto de 1996 em relação a março a agosto de 1995, e setembro de 1995 a agosto de 1996 em relação a setembro de 1994 a agosto de 1995 –, a geração de resíduos para aterro diminuiu.

. A geração de resíduos para armazenamento diminuiu apenas no comparativo de setembro de 1995 a fevereiro de 1996 com setembro de 1994 a

fevereiro de 1995. Nos demais comparativos de períodos correspondentes, houve aumento expressivo da massa de resíduos armazenados pela empresa.

. A queda da geração de resíduos para aterro, acompanhada do aumento da geração de resíduos para armazenamento, nos comparativos semestral – de março a agosto de 1996 com março a agosto de 1995 – e de 12 meses – de setembro de 1995 a agosto de 1996 com setembro de 1994 a agosto de 1995 – pode indicar que a empresa passou a armazenar resíduos que antes eram levados a aterro – hipótese confirmada pelo consultor responsável pela central de resíduos da empresa.

. As perdas totais de massa por par caíram de modo expressivo nos comparativos semestrais e no comparativo de 12 meses, mesmo quando a produção física aumentou – o que pode indicar que a empresa obteve êxito na aplicação de técnicas visando à redução da geração de resíduos.

. *Uso de técnica(s) para minimizar a geração de resíduos:* Como técnicas para minimizar a geração de resíduos sólidos, a empresa utiliza o CAD, na produção; realiza treinamento de pessoal, principalmente no corte, e faz um rigoroso controle de qualidade das matérias-primas. Há um setor exclusivo para o controle da entrada de matérias-primas em todas as etapas da produção, exceto na modelagem.

. *Parcerias para minimizar ou prevenir a geração de resíduos sólidos:* Os gerentes da empresa B informaram que recorrem a outros fabricantes de calçados, a fornecedores e a um centro de pesquisa aplicada para buscar soluções para seus problemas de resíduos. Com outros fabricantes, mantêm parceria para armazenamento e aterro dos resíduos. Com fornecedores, discutem questões de qualidade – especificações corretas de matérias-primas, para evitar a geração de resíduos. Com o centro tecnológico, realizam testes para obter as especificações desejadas.

Os clientes, de acordo com o gerente de produção da empresa B, não têm qualquer influência nas decisões da empresa quanto à busca de soluções para o problema dos resíduos sólidos. Um dos respondentes da empresa revelou que “os clientes querem saber das especificações corretas dos produtos, não dos restos da produção”.

. *Existência de uma política de gestão de resíduos sólidos:* Os gerentes revelaram que a empresa B não tem uma política de gestão de resíduos sólidos

industriais, com objetivos e metas definidos.

. *Realização de auditoria de gestão de resíduos sólidos:* Segundo os gerentes, a empresa não realiza auditoria de gestão de resíduos sólidos.

. *Realização de programas formais de educação ambiental:* A empresa B ainda não realiza um programa formal de educação e/ou treinamento para a área ambiental que inclua o problema dos resíduos, nem auditoria ambiental e/ou de resíduos. Contudo, é intenção de seus gerentes a realização de um trabalho sobre desperdícios, envolvendo os setores de custos e cronometragem. A idéia é gravar em vídeo a produção de cada setor, em um determinado período e, a partir deste material, analisar como são gerados os desperdícios e como é separado o lixo, propondo melhorias nesta área, através de treinamento. Além disto, conforme um dos técnicos ligados à gerência de produção, “o jornal informativo interno já ajuda na conscientização dos empregados quanto à separação dos resíduos”.

. *Preocupação com a formação de uma cultura ambiental aliada a programas de qualidade:* Os gerentes da empresa B revelaram que seu Programa de Qualidade não é documentado, nem vinculado diretamente ao problema dos resíduos sólidos.

As respostas ao questionário e as observações efetuadas diretamente na empresa B permitem concluir que ainda predomina o enfoque reativo de gestão de resíduos devido às seguintes características:

. Inexistência de um profissional ou departamento específico para gestão de resíduos.

. Grande parte das soluções adotadas para resolver o problema é motivada por exigências legais.

. A gestão de resíduos não é considerada atividade formal na empresa, tanto que os registros quantitativos (inventários), o conhecimento de normas técnicas, normas de gestão ambiental e legislação sobre resíduos, bem como a distinção entre o que é e o que não é reciclável, são considerados atribuições de uma empresa especialmente contratada para esta finalidade.

. Os registros relativos a resíduos não são rigorosamente controlados nem analisados em relação à produção de pares, e referem-se apenas a armazenamento e aterro; além disto, não há controle rigoroso da saída dos resíduos da unidade de

armazenamento.

. Não há uma política formal de gestão de resíduos, com objetivos e metas definidos, nem realização de auditoria nesta área, tampouco um programa de educação ambiental aos funcionários.

. A gestão de resíduos não está vinculada ao Programa de Qualidade da empresa.

Os seguintes aspectos ou fatos, no entanto, mostram que a empresa está evoluindo rumo a enfoques mais avançados de gestão de resíduos:

. Houve queda de geração de resíduos levados a aterro no período analisado (comparativos semestrais e mensais), mesmo quando a produção física de pares aumentou.

. São utilizadas técnicas avançadas – CAD – e simples – treinamento de funcionários do corte, controle de qualidade da matéria-prima – para minimizar a geração de resíduos.

. Há troca idéias com outros fabricantes de calçados, fornecedores e centros de pesquisa para buscar soluções ao problema dos resíduos.

. Há intenção de realizar programa de controle de desperdícios e de educação ambiental.

6.3 Análise Comparativa das Empresas A e B em Relação aos Aspectos Estudados

As empresas A e B, tipificadas, através de análises anteriores, como empresas de capacidade tecnológica básica que apresentam elementos de transição para uma capacidade intermediária, e como empresas que adotam, na prática, um enfoque predominantemente *reativo* de gestão de resíduos sólidos, apresentam uma série de diferenças quando se considera o estabelecimento das relações entre o uso das tecnologias de produção e o modo de gestão dos resíduos sólidos. Tais diferenças, apontadas a partir do confronto entre os indicadores estabelecidos para a análise e a realidade de cada uma, decorrem do fato de que, mesmo podendo ser enquadradas em um mesmo tipo de capacidade tecnológica e em um mesmo enfoque de gestão de resíduos, por apresentarem desempenhos tecnológico e de gerenciamento de resíduos

muito semelhantes, nem sempre compartilham das mesmas opções no que diz respeito ao uso de técnicas, conhecimentos, habilidades e experiências. Observa-se que, em geral, o potencial tecnológico de ambas está no mesmo padrão, mas as escolhas em termos de uso de técnicas e tecnologias e de procedimentos organizacionais, dentro desse padrão, estabelecem diferenças de resultados que se refletem em dados concretos, como a redução das perdas de matérias-primas por par – mais expressiva em *B* do que em *A*.

Partindo-se do pressuposto de que o enfoque de gestão ambiental, em geral, e de resíduos sólidos, em particular, é decorrência do desempenho em termos de capacidade tecnológica, torna-se necessário, antes mesmo de estabelecer relações entre o uso das tecnologias de produção e o modo de gestão dos resíduos, esmiuçar os diferenciais de capacidade tecnológica observados em cada caso. As descrições e análises anteriores deixam claro que a empresa *A* enfatiza mais que *B* a participação dos funcionários no processo produtivo e a realização de vínculos com outros agentes da cadeia produtiva. São exemplos disto a participação de todos os funcionários no controle da qualidade, o início de um processo de documentação de rotinas de produção com a participação dos empregados, a predominância dos grupos na organização do trabalho e a formação de parcerias com vários agentes, para várias finalidades – testar produtos, agilizar a produção, formar mão-de-obra, reduzir perdas, desenvolver produtos e processos, melhorar negociações mútuas, etc. Esses atributos são considerados menos importantes na empresa *B*, onde nem todos os empregados participam do controle da qualidade no processo, as rotinas de produção são tarefa apenas do setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP), os grupos de trabalho existem somente no corte e, praticamente, não são mantidos vínculos de parceria com outros agentes. Além disto, em relação a *B*, *A* tem maior proporção de trabalhadores com escolaridade em nível 1º e 2º Grau e tem menor percentual de analfabetos – 0,20%, contra 0,89%, de *B* – e de semi-alfabetizados – 0,40% frente a 34,22%, de *B*.

Em compensação, os responsáveis pela produção, em *B*, enfatizam mais que os gerentes de *A* os aspectos *pesados* da tecnologia, principalmente a renovação das máquinas e equipamentos – que têm idade média de 5,4 anos, contra 11,5 anos, em *A* –; a formação estritamente técnica – que atinge 0,83% da sua mão-de-obra de *B*,

contra 0,40% dos trabalhadores de *A* –; a incorporação, às máquinas, de recursos de automação que possibilitam a integração de algumas etapas do processo; e os investimentos em pesquisa visando a incrementar essa integração e, ao mesmo tempo, a reduzir o contingente de mão-de-obra ocupado e a melhorar a qualidade dos produtos e processos.

Portanto, no que diz respeito à capacidade tecnológica, as respostas aos indicadores estabelecidos mostram que as estratégias dos gerentes de *A* estão voltadas mais à busca da produtividade através da integração do pessoal empregado – o que é notado principalmente pela ênfase dada aos grupos de trabalho e pelo incremento da participação desse pessoal no processo, através da formalização de procedimentos, dentro do programa de qualidade – do que à obtenção de vantagens por meio da mecanização e da intensificação do trabalho em esteiras. Em *B*, ao contrário, as respostas dos gerentes aos indicadores mostram interesse quanto à busca de sistemas de produção com crescente eficiência baseada no enxugamento do uso da mão-de-obra e em técnicas de redução dos estoques intermediários e do tempo de passagem dos produtos – o chamado *lead time* –, sendo estes, declaradamente, os objetivos principais das inovações realizadas no período analisado e da realização de vínculos com outras empresas.

Considerando-se esses diferenciais entre *A* e *B*, quanto ao uso de tecnologias de produção, é possível compreender por que, mesmo com seus gerentes adotando soluções idênticas para resolver seus problemas com resíduos sólidos industriais – basicamente, armazenamento e aterro –, as duas empresas apresentam diferenças significativas em termos de organização das funções de gestão dos resíduos, dentro de suas unidades industriais, e de desempenho quanto às variações percentuais em termos de quantidades de rejeitos industriais gerados, comparativamente às respectivas produções, em idênticos períodos de análise.

Estas diferenças ficam claras, por exemplo, quando se verifica a geração de resíduos por par nos períodos de seis meses e no período de 12 meses considerados no estudo. Enquanto que em *B* a geração de resíduos por par caiu sistematicamente nos períodos considerados – no comparativo de 12 meses, segundo a tabela 2, essa queda foi de 53,76% –, em *A* o mesmo indicador apresentou variação positiva de 20,55%, em um dos períodos semestrais analisados – setembro de 1995 a fevereiro

de 1996 comparado a setembro de 1994 a fevereiro de 1995. Além disto, a geração de resíduos por par em *A*, no período de 12 meses considerado no estudo, também foi positiva, de 1,16%, segundo a tabela 1.

No que diz respeito à postura quanto à gestão de resíduos sólidos, embora ambas as empresas atribuam a si mesmas a adoção de um enfoque *efetivo*, segundo o qual a gestão de resíduos é um compromisso com a própria empresa e a comunidade – *partes interessadas* –, em *A* essa gestão é considerada uma atividade formal e, em *B*, uma simples tarefa profissional. Trata-se de respostas coerentes com os diferenciais de capacidade tecnológica de cada empresa, com os gerentes de *A* enfatizando a participação e a formalização de rotinas, e os de *B*, os aspectos estritamente operacionais da produção. As diferenças quanto aos modos de gestão de resíduos entre *A* e *B* também ficam claras – e coadunadas a seus diferenciais de capacidade tecnológica – quando se comparam as técnicas para minimizar a geração de resíduos adotadas pelas gerências de cada empresa. Enquanto os responsáveis pela produção, em *A*, não utilizam CAD e não mostram preocupação quanto a investimento em máquinas com maiores recursos tecnológicos, os encarregados da produção, em *B*, além do uso do CAD, recentemente introduziram um programa rigoroso de redução de desperdícios, através do uso de equipamentos com recursos eletrônicos, e do treinamento dos cortadores.

No que diz respeito à organização da entrada de matérias-primas na produção, cabe observar que, em *A*, não há um controle centralizado do ingresso de materiais, enquanto que em *B*, esta centralização está ausente apenas quanto às matérias-primas utilizadas na Modelagem.

É importante observar que a falta de rigor nesses registros dificulta e, muitas vezes, até impede o acesso a dados que poderiam ser utilizados para estabelecer comparativos entre as quantidades totais de materiais que entram em produção – em massa, área ou volume – e a geração de resíduos. O modo como é organizado o sistema de compras de matérias-primas – muitas vezes sem haver a centralização de informações sobre as quantidades e tipos de materiais adquiridos – e a existência ou não de controles de entradas e saídas de materiais, em cada etapa do processo, também são variáveis que podem facilitar ou dificultar o acesso a dados imprescindíveis para se estabelecer informações sobre desperdícios e,

conseqüentemente, sobre níveis de geração de resíduos. Na empresa *A*, por exemplo, a dificuldade de compilar dados sobre as compras de matérias-primas – por haver vários compradores – e sobre a modelagem colocada em produção, em um período retroativo a dois anos, impediu que se investigasse por que, em determinado comparativo semestral de períodos correspondentes, a produção física caiu ao mesmo tempo em que a geração de resíduos aumentou. Esta dificuldade alerta quanto à necessidade de adequar os sistemas de informações sobre matérias-primas às necessidades de controle de desperdícios.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A indústria calçadista brasileira de exportação, como setor de tecnologia estabilizada, vem sustentando seus ganhos de produtividade basicamente através de estratégias que visam à redução de custos e à diferenciação, o que pode ser demonstrado através dos ganhos de escala na produção (que resultam diminuição de custos) e da segmentação de mercados (que implicam diferenciação). Através dessas duas estratégias, especialmente por meio da segunda, o setor tem conseguido agregar valor ao produto, aumentando o preço médio do par exportado, mesmo em situações em que os volumes físicos exportados diminuem.

Os métodos para obter reduções de custos e produtos diferenciados, porém, nem sempre estão vinculados aos aspectos sistêmicos de competitividade que incluem a variável meio ambiente. Isto significa que nem sempre a queda de custos e/ou a diferenciação partem do pressuposto de um benefício ambiental ou resultam em um ganho ambiental, mas, ao contrário, são, normalmente, estratégias estabelecidas e cumpridas à revelia do problema ambiental – no caso, o problema da geração de resíduos. Esta falta de vínculo entre o uso de estratégias de competitividade e a preservação ambiental é marcante na cultura empresarial do setor e é especialmente importante para que se possa compreender por que a busca de soluções para problemas de resíduos sólidos, no setor de calçados, ainda está em um estágio no qual as empresas dependem basicamente de apoio de consultores especializados. Grande parte dos recursos humanos dessas empresas – diretores, gerentes e técnicos, além de operários envolvidos diretamente na produção – não tem conhecimento ou tem conhecimento apenas superficial de normas técnicas e gerenciais e da legislação específica sobre o assunto. Esta realidade foi constatada nas empresas *A* e *B*.

Os esforços empreendidos em nível interno às empresas para a minimização da geração de resíduos geralmente são relacionados ao objetivo primordial de redução de custos, mas nem sempre a redução de custos implica menores perdas físicas – a compra de matérias-primas baratas, de baixa qualidade, por exemplo, pode implicar menores custos sem necessariamente trazer redução de perdas – ao contrário, pode inclusive aumentar o desperdício físico. Da mesma forma, a

recorrência a soluções como armazenamento e aterro, as mais comuns, nem sempre pode significar menores custos, sobretudo com a valorização crescente da terra e com a necessidade de bancar infra-estrutura para instalar e manter unidades de aterro e armazenamento. Neste sentido, observa-se que os diretores e gerentes dessas empresas têm pouco interesse ou estão pouco empenhados em viabilizar soluções que levem ao reaproveitamento ou à reciclagem e em realizar ou financiar estudos que considerem, ao mesmo tempo, as viabilidades econômica e ambiental de alternativas ao aterro e ao armazenamento. Mesmo assim, nos casos estudados, verificou-se aumento gradativo do volume de resíduos levados a armazenamento em detrimento da quantidade destinada a aterro, o que pode significar disposição ou perspectiva real das empresas no sentido de aumentar as quantidades negociadas com recicladores.

Porém, os sistemas de informações disponíveis no mercado para negociação de resíduos, visando à sua reutilização ou reciclagem, não apresentam a efetividade necessária ao escoamento de grandes volumes de rejeitos, ao mesmo tempo em que as empresas não procuram organizar, de modo centralizado e facilmente acessível, os dados sobre materiais que ingressam em cada etapa da produção – quantidades e especificações técnicas –, o que inviabiliza a estruturação de sistemas de informações que possam mostrar seu desempenho, em termos de desperdício. Isto foi constatado especialmente na empresa *A*, onde o gerenciamento de compras de matérias-primas, por ser extremamente descentralizado, impede o acesso rápido a dados essenciais à estruturação de um sistema de informações para cálculo de perdas.

No que diz respeito às relações entre o uso das tecnologias de produção e o modo de gestão de resíduos sólidos, o estudo dos casos das empresas *A* e *B* permite concluir que as opções técnicas e tecnológicas, mesmo dentro de um mesmo espectro de capacidade tecnológica, implicam diferenças de resultados não exatamente quanto ao enfoque de gestão dos resíduos, mas quanto à geração de perdas. Foi constatado que, de fato, o modo e a ênfase com que os gerentes e técnicos de cada empresa lidam com suas habilidades e conhecimentos, e o modo e a ênfase com que estabelecem vínculos para desenvolver ou absorver tecnologias, implicam diferenças de desempenho entre as respectivas empresas. Considerando-se que *A* e *B* apresentam o mesmo perfil, em termos de mercado de atuação, e que, segundo os

indicadores estabelecidos, estão em um mesmo nível de capacidade tecnológica – de produção ou básica, tendendo à intermediária –, as opções que seus gerentes adotam, quanto ao uso das técnicas e tecnologias – aproveitamento das máquinas, organização do trabalho, finalidade da realização de vínculos, etc. –, são determinantes para explicar as diferenças expressivas registradas nos comparativos entre produção física e perdas de matéria-prima por par.

Observou-se que os gerentes de *A* exploram mais os aspectos da capacidade tecnológica ligados, internamente, à organização e à valorização do potencial formal dos recursos humanos e, externamente, à realização de vínculos. São exemplos disto, em nível interno, o gerenciamento das rotinas de produção com a participação dos trabalhadores, a intenção de incrementar a utilização dos grupos de trabalho e o baixo índice de analfabetos e semi-alfabetizados empregados e, em nível externo, as ligações com agentes de vários segmentos para absorver e/ou desenvolver inovações. Em contrapartida, os aspectos *pesados* da capacidade tecnológica, ligados à formação estritamente técnica da mão-de-obra e, especialmente, ao uso de máquinas e equipamentos, são pouco evidenciados em *A*, onde o percentual de funcionários com curso técnico é inferior à *B* e onde as máquinas têm idade média superior a 10 anos, não há uso de CAD e a integração dos processos, por dispositivos automatizados, é muito fraca.

No caso de *B*, verificou-se que, ao contrário de *A*, os aspectos da capacidade tecnológica vinculados, internamente, ao potencial formal dos recursos humanos, e externamente, à efetivação de vínculos, são menos enfatizados frente aos aspectos tecnológicos dependentes da organização do trabalho e do uso de máquinas e equipamentos modernos e integrados para garantir ganhos de produtividade. Isto fica evidente à medida que *B* apresenta um percentual expressivo de semi-alfabetizados ao mesmo tempo em que um índice de qualificação técnica de seus empregados superior ao de *A*. Fica claro, também, através das informações de que os gerentes de *B* apostam mais em pesquisa interna para desenvolver acabamentos e melhorar processos do que no estabelecimento de vínculos para inovações e de que adotam um sistema de produção com máquinas relativamente novas – inclusive no Corte –, que agregam tecnologias capazes de permitir “uma boa” integração entre as etapas produtivas. Os avanços na automação, simultaneamente à intensificação do trabalho

nas esteiras, assegura ganhos de escala à empresa *B*.

Essas diferenças entre *A* e *B*, quanto às opções e ênfases no uso de tecnologias, poderiam explicar porque *B* – com maiores vantagens em termos de *capacidade tecnológica pesada*, ligada ao desempenho de um processo de produção mais intensivo –, obteve melhor desempenho do que *A* em termos de redução de geração de resíduos por par, no período analisado. Poderia explicar também por que os gerentes de *A* – empresa enquadrada, como *B*, em um enfoque *reativo* de gestão de resíduos, mas tendo o uso dos recursos humanos mais valorizados em suas opções tecnológicas, relativamente a *B* – declaram ser a gestão de resíduos “um compromisso com a empresa e com a comunidade”, enquanto que os gerentes de *B* afirmam considerar este tipo de gestão de forma mais técnica, como “simples tarefa profissional”.

O estudo de casos mostrou também que, por detrás de qualquer conclusão possível no que diz respeito ao confronto dos dados relativos à produção física X geração de resíduos, estão fatores que, por insuficiência de dados disponíveis, não puderam ser elucidados com precisão, como o tipo de modelagem, que poderia influenciar os resultados quantitativos. A insuficiência de dados que possibilitassem maior precisão ou justificativa aos resultados é, por si só, um indicador de que os sistemas de informação presentes nas empresas deveriam ser melhor estruturados, a ponto de permitir avaliações mais adequadas quanto ao controle de perdas e, conseqüentemente, na área de gestão de resíduos. Esta constatação, de certa forma, corrobora o argumento de Noer (1995) quanto à necessidade de se estabelecer, nas empresas fabricantes de calçados, sistemas de informações para cálculo e avaliação de perdas de matérias-primas.

Deve-se ressaltar que foram atingidos com sucesso os objetivos propostos no estudo – definir indicadores de níveis de capacidade tecnológica para a indústria calçadista; realizar estudo de casos em empresas calçadistas, identificando e analisando os níveis de capacidade tecnológica e os enfoques de gestão de resíduos sólidos nas mesmas; realizar inventários qualitativos e quantitativos de resíduos sólidos gerados pelas empresas estudadas, comparando-os aos respectivos desempenhos de produção física; realizar a análise comparativa dos estudos de casos em relação a aspectos considerados relevantes quanto à associação entre níveis de

capacidade tecnológica e enfoques de gestão de resíduos.

No que diz respeito especificamente aos indicadores propostos para análise de capacidade tecnológica do setor – considerada a contribuição-chave deste estudo – , sugere-se que sejam submetidos à análise de uma gama variada de profissionais ligados à cadeia produtiva do calçado e ao desenvolvimento tecnológico do setor, a fim de que possam ser ponderados quantitativamente, estabelecendo-se a importância proporcional de cada um na avaliação da capacidade tecnológica das empresas de calçados. Esta avaliação crítica dos indicadores propostos seria especialmente relevante antes da aplicação dos mesmos a um maior número de empresas.

Em resumo, o estudo de dois casos evidenciou que as empresas, apesar de enquadráveis no mesmo nível de capacidade tecnológica, apresentam diferenças de desempenho, entre si, que podem afetar os resultados em termos de gerenciamento de resíduos sólidos industriais. Os resultados sugerem que as melhorias promovidas na capacidade tecnológica podem condicionar, mas não necessariamente determinar o bom gerenciamento de resíduos sólidos nas empresas. Vale destacar ainda a necessidade de revisar as estratégias de competitividade da indústria calçadista, a fim de que nas mesmas sejam contempladas variáveis ambientais que garantam, ao mesmo tempo em que a conquista e manutenção de mercados, o funcionamento das empresas dentro de padrões compatíveis com os do chamado *desenvolvimento sustentável*.

BIBLIOGRAFIA

- ABBOT, Stephen G. **The Impact of the Environmental Legislation on Shoemaking**. World Footwear, vol. 6, number 6: Massachussets, november/december, 1992.
-
- . **Towards Environment Friendly Shoemaking**. World Footwear, vol. 7, number 3: Massachussets, may/ june, 1993.
- ALVES FILHO, Alceu Gomes. **Estratégia Tecnológica, Desempenho e Mudança: Estudo de Caso em Empresas da Indústria de Calçados**. Universidade de São Paulo: São Paulo, 1991. Tese de Doutorado.
- ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental como Direito Econômico – Análise Crítica**. Revista de Informação Legislativa, nº 115p. 301-324: Brasília, julho/setembro de 1992.
- ARNAIZ, J.A., DIEGO, L. e ECHEVARIA, E. **Un Nuevo Concepto de La Gestion de Residuos**. Revista Ingenieria Quimica, junho de 1990.
- ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Lei estadual nº 9.921**. Dispõe sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos nos Termos do Artigo 247, parágrafo 3º da Constituição Estadual, e Dá Outras Providências. Porto Alegre, 27 de julho de 1993.
-
- . **Lei estadual nº 7877**. Dispõe sobre o Transporte de Cargas Perigosas. Porto Alegre, 28 de dezembro de 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CALÇADOS. **Desempenho das Exportações Brasileiras – 1994 a agosto de 1996**. Abicalçados (mimeo): Novo Hamburgo, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**. Define e Classifica Resíduos Sólidos conforme sua Periculosidade. ABNT: Rio de Janeiro, 1987.
-
- . **NBR 10.006**.
Fixa Condições Exigíveis para Diferenciar Resíduos das Classes II e III. Normatiza Procedimentos para a Execução do Ensaio de Solubilização. ABNT: Rio de Janeiro, 1987a.
-
- . **NBR 8418**.
Especifica Condições Mínimas Exigíveis para Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Industriais Perigosos. ABNT: Rio de Janeiro, 1987b.
-
- . **NBR 8419**.
Especifica Condições de Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos urbanos e Não Perigosos. ABNT: Rio de Janeiro, 1987c.
-
- . **NBR 12.235**.
Fixa as Condições Exigíveis para o Armazenamento de Resíduos Sólidos Classe I. ABNT: Rio de Janeiro, 1988.
-
- . **NBR 10.703**.
Define os Termos Empregados em Estudos, Projetos, Pesquisas e Trabalhos em Geral Relacionados à Análise, ao Controle e à Prevenção da Degradação do Solo. ABNT: Rio de Janeiro, 1989.

- . **NBR 1.264.**
Fixa as Condições Exigíveis para Obtenção das Condições Mínimas Necessárias ao Armazenamento dos Resíduos das Classes I e II. ABNT: Rio de Janeiro, 1989a.
- . **NBR 12.980.**
Define os Termos Utilizados na Coleta, Varrição e Acondicionamento de Resíduos Sólidos Urbanos. ABNT: Rio de Janeiro, 1993.
- . **NBR 13.221.**
Fixa as Condições Exigíveis para o Armazenamento de Resíduos Sólidos Classe I. ABNT: Rio de Janeiro, 1994.
- . **NBR 13.463.**
Descreve a Coleta dos Resíduos Urbanos e Equipamentos Destinados à Mesma. ABNT: Rio de Janeiro, 1995.
- . **NBR 11.175.**
Fixa as Condições Exigíveis para Desempenho do Equipamento para Incineração de Resíduos Sólidos Perigosos, Exceto os Patogênicos ou Inflamáveis. ABNT: Rio de Janeiro, 1990.
- BIGNETTI, Luís Paulo. **A Gestão da Tecnologia nas Empresas do Pólo Petroquímico do Rio Grande do Sul.** Programa de Pós-graduação em Administração (PPGA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado: Porto Alegre, 1992.
- BONUS, Holger et al.(org.). **Conceitos Básicos da Política Ambiental**, in: **Ecologia e Economia.** Centro de Estudos Konrad-Adenauer-Stiftung: São Paulo, 1992.
- BRAILE, Pedro M. **Dicionário de Poluição Industrial e Ambiental.** Sesi/DN, Coordenação Técnica de Higiene, Segurança Industrial e Controle da Poluição: Rio de Janeiro, 1983.
- BUGIN, Alexandre. **Aterro de Resíduos Sólidos Industriais. Projeto, Operação e Monitoramento.** In: **II Jornada Técnica e Mostra de Equipamentos, Produtos Químicos e Serviço para Tratamento de Resíduos Sólidos Industriais.** Centro Tecnológico do Couro Senai: Estância Velha, outubro de 1993.
- CAIRNCROSS, Frances. **Meio Ambiente, Custos e Benefícios.** Nobel: São Paulo, 1992.
- CÁNEPA, Eugênio M. **A Problemática Ambiental e a Função do Estado numa Economia Mista Moderna.** Ensaio FEE, 11(2), p. 251-279. Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 1991.
- CARVALHO, Paulo Gonzaga M. de. **Meio Ambiente e Políticas Públicas: a Feema diante da Poluição Industrial.** In: **Ecologia e Política no Brasil.** IUPERJ/ Espaço e Tempo: Rio de Janeiro, 1987.
- CENTRO TECNOLÓGICO DE POLÍMEROS. **Entrevista sobre Reciclagem de Materiais Sintéticos para Fabricação de Solados.** Cetepo: São Leopoldo, maio de 1996.
- CENTRO TECNOLÓGICO DO COURO, CALÇADOS E AFINS e SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **A Fabricação do Calçado.** Série Couro, Calçados e Afins, vol. 3. CTCCA/SEBRAE: Novo Hamburgo, 1994.

- _____. **Modelos e Construção de Calçados**. Série Couro, Calçados e Afins, vol 2. CTCCA/ SEBRAE: Novo Hamburgo, 1994a.
- CLAAS, Isabel Cristina e MAIA, Roberto Augusto. **Manual Básico de Resíduos Industriais de Curtume**. Centro Tecnológico do Couro Senai. Ed.Senai/FIERGS/ CNPq: Estância Velha, 1994.
- CLÁUDIO, Jair Rosa. Resíduos Sólidos Industriais. In: **Anais do III Simpósio Nacional de Gerenciamento Ambiental na Indústria**. Signus/Revista Saneamento Ambiental: São Paulo, 1993.
- COELHO, Luís José. **Método para Cálculo de Perda de Matérias-primas no Processo de Corte da Indústria Calçadista**. Entrevista: Novo Hamburgo, 1996.
- COHEN, Yoram e ALLEN, David. **An Integrated Approach to Process Waste Minimization Research**. Journal of Hazardous Materials, number 29, p. 237-253. Elsevier Science Publishers B.V.: Amsterdam, 1992.
- COMPASSI, Marlon K. **Serragem de Rebaixadeiras: Livre-se deste Problema!** Revista Setor Couro, p. 35-37, outubro de 1994.
- _____. **Gestão da Qualidade Ambiental no Setor de Couro, Calçado e de Componentes**. Revista Tecnicouro, vol. 17, nº 2: Novo Hamburgo: abril de 1995.
- CONGRESSO NACIONAL. **Lei federal nº 6.938**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus Fins e Mecanismos de Formulação e Aplicação e Dá Outras Providências. Brasília, 31 de agosto de 1981.
- _____. **Projeto de lei nº 3.333**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e Dá Outras Providências: Brasília, 11 de novembro de 1992.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 001**. Dispõe sobre as Definições, as Responsabilidades, os Critérios Básicos e as Diretrizes Gerais para Uso e Implementação da Avaliação de Impacto Ambiental. CONAMA: Brasília, 23 de janeiro de 1986.
- _____. **Resolução nº 06**. Dispõe sobre o Controle de Licenciamento de Atividades Industriais Geradoras de Resíduos. CONAMA: Brasília, 15 de junho de 1988.
- _____. **Resolução nº 08**. Dispõe sobre a Entrada no País de Materiais Residuais. CONAMA: Brasília, 19 de setembro de 1991.
- _____. **Resolução nº 24**. Dispõe sobre a Importação e Exportação de Rejeitos Radiativos. CONAMA: Brasília, 7 de dezembro de 1994.
- _____. **Resolução nº 37**. Dispõe sobre a Classificação e Procedimentos de Importação de Resíduos. CONAMA: Brasília, 30 de dezembro de 1994.
- CONWAY, Richard A., ROSS, Richard D. e VAN NOSTRAND, Reinhold. **Environmental Engineering Series**. Litton Educational Publishing Inc.: New York, 1980.
- COOK Jr., Freeman C. The Consultant's Role in Hazardous Waste Management. In: **Managing Industrial Hazardous Waste. A Practical Handbook**. Lewis Publishers: Michigan, 4th edition, 1990.

- COSTA, Achyles Barcelos da. **Modernização e Competitividade da Indústria de Calçados Brasileira**: Rio de Janeiro, 1993.
- COUTINHO, Luciano e FERRAZ, João Carlos. **Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira**. Ed. Unicamp: São Paulo, 1994.
- CRUZ, Hélio Nogueira da. **Alternativas e Difusão Tecnológicas: O Caso do Setor de Calçados do Brasil**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo: São Paulo, 1976.
- DOSI, Giovanni. **The Nature of the Innovative Process**, in: Technical Change and Economic Theory. Pinter: London, 1988.
- DONNAIRE, Denis. **Gestão Ambiental na Empresa**. Editora Atlas: São Paulo, 1995.
- FIGUEIREDO, Paulo César N. de. A Acumulação de Capacidade Tecnológica nas Empresas Brasileiras: Subsídios para o seu Gerenciamento. **Anais do XVIII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica**, p. 599-615: São Paulo, outubro de 1994.
- FRANSMAN, M. e KING, K. **Technological Capability in the Third World**. Macmillan Press: London, 1984.
- FUNDAÇÃO DE PLANEJAMENTO REGIONAL E METROPOLITANO. **A Situação Ambiental na Região Metropolitana de Porto Alegre**. Metroplan: Porto Alegre, setembro de 1991.
- GIROLA, Fausto. **Entrevista sobre Métodos de Cálculo de Perdas de Matérias-primas no Processo de Corte da Indústria Calçadista**. Novo Hamburgo, 1996.
- GLYNN, Henry J. et al. **Environmental Science and Engineering**. Prentice Hall: New Jersey, 1989.
- GOMES NETO, João e FIGUEIREDO, Kleber F. **As Mudanças Tecnológicas Promovidas pelas Empresas Brasileiras Produtoras de Calçados e o Desempenho nas Atividades de Exportação**. Relatório de Pesquisa nº 38. Universidade Federal do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 1982.
- GUTTERRES, Mariliz. **Alternativas para Destinação do Resíduo do Rebaixamento do Couro Wet Blue**, in: Revista do Couro, maio de 1996, p. 49-54: Estância Velha, maio de 1996.
- HIGGINS, Thomas. **Hazardous Waste Minimization Handbook**. Lewis Publishers: Michigan, 4th edition, 1991.
- HORTA, Raul Machado. **O Meio Ambiente na Legislação Ordinária e no Direito Constitucional Brasileiro**. Revista de Informação Legislativa, nº 122, p. 21-31: Brasília, maio/julho de 1994.
- HUNT, Christopher B. e AUSTER, Ellen R. **Proactive Environmental Management: Avoiding the Toxic Trap**. Sloan Management Review, vol.31, number 2, Winter, 1990.
- LALL, Sanjaya. **Technological Capabilities and Industrialization**. World Development, vol 20, nº 2: Oxford, 1992.
- LINDGREN, Gary F. **Managing Industrial Hazardous Waste. A Practical Handbook**. Lewis Publishers: Michigan, 4th edition, 1990.
- LOPES, José Ricardo de Moraes. A Questão dos Resíduos Sólidos no Rio de Janeiro. In: **XVI Simpósio Nacional de Pesquisa de Administração em Ciência e Tecnologia (anais)**, p. I 17 a I 32: Rio de Janeiro, 28 a 30 de

outubro de 1991.

LOPES, Rodolpho. **Protegendo as Pessoas e o Meio Ambiente – Uma Visão de Negócios**. Centro Brasileiro da Qualidade, Segurança e Produtividade (mimeo): São Paulo, 1994.

MÃES, Michel. **Les Residus Industriels. Traitement, Valorisation, Législation** (tome 1). Enterprise Moderne d'Édition Technique et Documentation: Paris, 1975.

MANDELLI, Suzana Maria de Conto; LIMA, Luiz Mário Queiroz e OJIMA, Mário K. **Tratamento de Resíduos Sólidos. Compêndio de**

Publicações.

Universidade de Caxias do Sul, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia: Caxias do Sul, 1991.

MANSFIELD, Edwin. **Microeconomia: Teoria e Aplicações**. Campus: Rio de Janeiro, 1978.

MARTINELLI, Sônia. A Bolsa de Resíduos. **Anais do I Encontro sobre Resíduos Sólidos Industriais**, p. 27-32. Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, setembro de 1985.

MOREIRA, Edson Marques. **O Nível de Inovação Tecnológica da Indústria de Calçados de Couro do Vale do Sinos: Determinantes e Tendências a Inovar**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 1987.

MOTTA, Paulo César Delayti. **Administração Ambiental no Rio Grande do Sul: do Discurso à Prática**. In: **Anais do XII Simpósio Nacional de Pesquisa em Administração de Ciência e Tecnologia**. PACTO-IA/USP: São Paulo, outubro de 1988.

NELSON, Richard R. e WINTER, Sidney G. **An Evolutionary Theory of Economic Change**. Belknap Press: Cambridge, Massachusetts, 1982.

NOER, Renato. **Realização de Melhorias na Indústria Mineral e Calçadista com Apoio de Sistemas de Informações a partir das Exigências da Legislação Ambiental**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Administração (PPGA): Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Ufrgs), Porto Alegre, 1995.

ORLANDI FILHO, Vitorio e GIUGNO, Nanci Begnini (org.). **Programa Técnico para o Gerenciamento da Região Metropolitana de Porto Alegre. Sinopse dos Trabalhos Desenvolvidos**. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional (Metroplan): Porto Alegre: 1994.

OVERCASH, Michael. **Techniques for Industrial Pollution Prevention. A Compendium for Hazardous and Non Hazardous Waste Minimization**. Lewis Publishers Inc: Michigan, 1991.

PAVITT, Keith. **Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory**. Science, Policy Research Unit, University of Sussex: Brighton, United Kingdom, 1984.

_____. **Some Foundations of a Theory of the Large Innovating Firm**, in: Dosi et al., 1992.

PEREIRA NETO, João Tinoco. **Minimização e Aproveitamento de Resíduos Sólidos**. In: **Anais do III Simpósio Nacional de Gerenciamento**

- Ambiental na Indústria.** Signus/ Revista Saneamento Ambiental: São Paulo, 1993.
- PICCININI, Valmíria. **L'Industrie de la Chaussure Brésilienne Face aux Mutations Internationales. Stratégies et Politique du Personnel des Entreprises de la Region de "Vale do Sinos"**. Thèse de Doctorat. Univeristé de Grenoble: 1990.
- _____. **Novas Formas de Organização do Trabalho na Indústria Calçadista.** In: **XVI Simpósio Nacional de Pesquisa de Administração em Ciência & Tecnologia** (anais), p. 158-165: Rio de Janeiro, 28 a 30 de outubro de 1991.
- _____. **Tecnologia, Processo de Trabalho e Qualificação Profissional.** In: **XVII Encontro Nacional dos Programas de Pós-graduação em Administração** (anais), p. 292-307: Salvador, 27 a 29 de setembro de 1993.
- PODER EXECUTIVO FEDERAL. **Decreto federal nº 96.044.** Aprova o Regulamento para Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e Dá Outras Providências. Brasília, 18 de maio de 1988.
- _____. **Decreto federal nº 875.** Promulga o Texto da Convenção de Basiléia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e Seu Depósito. Brasília, 19 de julho de 1993.
- _____. **Decreto-lei nº 99.274.** Regulamenta a Lei federal nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981, que Cria a Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 6 de junho de 1990.
- PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL. (org.) **Curso de Tratamento de Resíduos Sólidos Industriais I** (mimeo):
Porto Alegre, 1991.
- PORTER, Michael. **Vantagem Competitiva: Criando e Sustentando um Desempenho Superior.** Editora Campus: Rio de Janeiro, 1989.
- PORTER, Michael e LINDE, Claas Van der. **Ser Verde Também é Ser Competitivo.** Revista Exame: São Paulo, setembro de 1995.
- REIS, Carlos Nelson dos. **A Indústria Brasileira de Calçados: Inserção Internacional e Dinâmica Interna nos Anos 80.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo: São Paulo, 1994.
- REVISTA TECNICOURO. **Suplemento Especial sobre Reaproveitamento e Reciclagem de Materiais da Indústria Calçadista**, vol. 17, nº 4: Novo Hamburgo: julho de 1996.
- RUAS, Roberto de Lima. **Efeitos da Modernização sobre o Processo de Trabalho – Condições Objetivas de Controle na Indústria de Calçados.** Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 1985.
- RUAS, Roberto de Lima e ANTUNES, Elaine Di Diego. **O Conceito de Cluster e as Relações Interfirmas no Complexo Calçadista do Rio Grande do Sul.** Relatório de Pesquisa. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 1992 (mimeo).
- SACHS, Ignacy. **Ecodesenvolvimento. Crescer sem Destruir.** Vértice: São Paulo, 1986.

SANTOS, Álvaro Rodrigues dos e PRANDINI, Luiz Fernando. A Empresa Privada Paulista e a Questão Ambiental. Proposta de uma Atitude Empresarial Pró-ativa no Setor. In: **XVI Simpósio Nacional de Pesquisa de Administração em Ciência e Tecnologia** (anais), p. 101 a 105: Rio de Janeiro, 28 a 30 de outubro de 1991.

SCHMIDT, Marcus. In: **I Encontro sobre Resíduos Sólidos Industriais** (anais). Fundação de Ciência e Tecnologia: Porto Alegre, setembro de 1995.

SCHNACK, Pedro. **Distribuição Percentual dos Resíduos Sólidos de Empresas Calçadistas segundo a Classe dos Resíduos**. Palestra. Federação dos Estabelecimentos de Ensino Superior do Vale do Sinos (Feevale): Novo Hamburgo, 1996.

Densidade Aproximada dos Resíduos Sólidos de Indústrias Calçadistas de Exportação Calculada a Partir de Experimentos. Entrevista: Lajeado, 1996a.

SCHWARTZ, Max e BESSELIEVRC, Edmund P. **The Treatment of Industrial Wastes**. Mc Graw-Hill Book Company, 2nd edition: New York, 1976.

SEBRAE, SCT. **Tecnologia e Competitividade. Análise e Perspectiva da Indústria Calçadista do Rio Grande do Sul**. Serviço

de

Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Rio Grande do Sul/ Secretaria de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 1992.

SILVEIRA, Carlos E.F.(org.) **Subsídios para uma Política Tecnológica para a Indústria de Calçados de Couro de Franca**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de Franca: São Paulo, 1986.

SOBRAL, Maria M., HIPEL, Keith W. Farquar, GRAHAME, J. **A Multi-criteria Model for Solid Waste Management**. Journal of Environmental Management vol. 12, p 97-110. Academic Press Inc. : London, 1981.

STRAUB, Conrad P. **Practical Handbook of Environmental Control**. CRC Press, Columbia Heights: Columbia, 1988.

TAUILE, José Ricardo. **Novos Padrões Tecnológicos, Competitividade Industrial e Bem-estar Social; Perspectivas Brasileiras**. Texto para Discussão nº 183. Instituto de Economia industrial. Universidade Federal do Rio de Janeiro : Rio de Janeiro, 1989.

TIBOR, Tom e FELDMAN, Ira. **ISO 14000 – Um Guia para as Novas Normas de Gestão Ambiental**. Editora Futura: São Paulo, 1996.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Seminário de Integração Ambiental Novo Século** (anais): Porto Alegre, 20 a 24 de maio de 1991.

UNIDO. **O Uso de Tecnologias Limpas em Empresas do Terceiro Mundo**. Palestra Realizada por Técnicos da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial na Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 1996.

VASCONCELLOS, Eduardo; BERMAN, Evan e WERTHER, William. **Estratégia Tecnológica no Brasil, no Japão e EUA: Um Estudo Comparado**. XVIII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, p. 235-245: São Paulo, outubro de 1994.

VIEIRA, Roberto dos Santos. **Poderes da União em Matéria de Resíduos Perigosos**. Boletim de Direito Administrativo: São Paulo, outubro de 1989.

ZAWISLAK, Paulo A. **L'Activité de Conception – Les Trajectoires Bresiliennes de L'Industrie Aeronautique et de L'Industrie de La Chaussure**. Thèse de Doctorat: Paris, 1994.

ANEXOS

ANEXO I
QUESTIONÁRIO

1 PERFIL DA EMPRESA

1.1 Organograma

1.2 Número de unidades

1.3 “Layout” das unidades de produção

1.4 Número de funcionários

1.5 Produção em volume físico, em número de pares, por mercado de destino

Período	Prod merc ext	Prod merc int
set 94/ fev 95		
mar 95/ ago 95		
set 95 / fev 96		
mar 96/ ago 96		

1.6 Tipo de calçado produzido

	Aberto	Fechado	Esportivo	Social	Outros (informar)
Masculino					
Feminino					
Infantil					

2 CAPACIDADE TECNOLÓGICA

2.1 Informe o nível de dependência dos departamentos de Modelagem, Controle da Qualidade (CQ) e Planejamento e Controle da Produção (PCP) em relação aos aspectos operacionais da produção.

Departamento	Não dependente	Relativamente dependente	Totalmente dependente
Modelagem			
CQ			
PCP			

2.2 Informe por quem e como é realizado o controle da qualidade de produtos e processos.

Quem realiza o CQ	Ao longo do processo	No fim do processo

2.3 Informe a idade média, em número de anos, da maioria das máquinas e

equipamentos utilizados nas seguintes etapas da produção:

- . Modelagem:
- . Corte:
- . Chafração/Pespointo/Costura:
- . Montagem:
- . Acabamento:

2.4 Informe se a empresa promoveu melhorias em produtos e processos, entre setembro de 1994 e agosto de 1996 e, em caso afirmativo, quais foram as melhorias.

Melhorias	Sim	Não	Quais?
Em produtos/Modelagem			
No CQ			
No PCP			
No relac. c/ fornecedores			
No relac. c/ clientes			
No relac. c/ entid. de pesq.			
No relac. c/ fabric. calçados			
Outros tipos de melhoria			

2.5 Qual a forma predominante de organização dos trabalhadores diretamente envolvidos na produção?

- () os empregados são dispostos ao longo de esteiras
- () os empregados são dispostos de forma mista, parte em esteiras, parte em grupos de trabalho

2.6 No caso de a organização do trabalho ser mista, informe suas características quanto à localização das esteiras e dos grupos de trabalho.

Localização	No Corte	No Pesp/Chanfr/Costura	Na Montagem	No Acabamento
Das Esteiras				
Dos Grupos				

2.7 Informe quando foi adotada a atual forma de organização do trabalho, explicando os objetivos da mesma e o grau de cumprimento desses objetivos.

.....
.....

2.8 Informe o percentual dos trabalhadores envolvidos diretamente na produção que têm a escolaridade/qualificação idicada a seguir:

- . Técnico (Senai):%
- . II Grau Completo:%
- . II Grau Incompleto:%
- . I Grau Completo:%
- . I Grau Incompleto:%
- . Semi-alfabetizados:%
- . Analfabetos:%

2.9 Informe a funcionalidade/ especialização dos trabalhadores envolvidos diretamente na produção.

Cada funcionário	Do Corte	Do Pesp/Chanf/Cost	Da Montagem	Do Acabamento
Cumpre uma só função				
Cumpre mais de uma função				
Opera em uma só seção				
Opera em mais de uma seção				

2.10 Informe a rotatividade média dso trabalhadores envolvidos diretamente na produção no período de setembro de 1994 a agosto de 1996.

.....

2.11 Informe se a empresa mantém registros de suas rotinas de produção e, em caso afirmativo, em relação a quais etapas da produção são feitos esses registros e desde quando.

.....
.....

2.12 Informe quais etapas do processo de produção estão automatizadas e, destas, entre quais existe algum tipo de integração através de máquinas e/ou equipamentos.

.....
.....

2.13 Informe quais são os agentes com quem a empresa mantém parcerias e qual a finalidade das mesmas.

Parcerias com	Fornecedores de insumos químicos	Fornecedores de máq/equipam	Fornecedores de matérias-primas	Fornecedores de componentes	Fabricantes de calçados	Institutos de ens/pesq	Agentes de export	Consultores	Subcontratados
Finalidade									
Melhorar negociações mútuas									
Desenvolver prod/ processos									
Comprar máq/equipamentos									
Realizar programas de QT									
Formar mão-de-obra									
Agilizar a produção									
Reduzir perdas									
Testar produtos									
Outra (especificar)									

2.14 Informe se a empresa obteve algum tipo de melhoria em função das parcerias citadas anteriormente. Em caso afirmativo, quais foram as melhorias obtidas e desde quando.

.....

2.15 Informe se a empresa investe em Pesquisa e Desenvolvimento (P & D) de novos processos e produtos e, em caso afirmativo, qual a finalidade desse investimento e qual o respectivo percentual em relação ao faturamento.

() investe% em P & D para obter novos produtos e/ou melhorar produtos existentes

() investe% em P & D para implantar novos processos ou melhorar os processos existentes

() investe% em P & D para outras finalidades (explicar)

.....

() não investe em P & D

2.17 Se a empresa investe em P & D, informe se essas atividades são desenvolvidas

no interior ou fora da empresa e quais as características das mesmas.

.....
.....

3 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

3.1 A empresa tem departamento específico para a área de Meio Ambiente ou para gestão de resíduos sólidos industriais?

- sim
- não, mas tem profissional especializado nesta área, em seu quadro
- não, mas tem consultor
- não tem departamento nem profissional da área

3.2 Informe o(s) motivo(s) que levaram a empresa a se preocupar com o problema dos resíduos sólidos industriais.

.....
.....

3.3 Informe qual o destino dado pela empresa a seus resíduos sólidos industriais:

- simples descarte
- venda
- queima
- incineração
- reaproveitamento
- reciclagem própria
- reciclagem por terceiros
- outro destino (explicar)

3.4 Informe quem realiza a gestão de resíduos sólidos industriais no interior da empresa, desde quando e sob quais condições é realizada.

.....
.....

3.5 A empresa classifica seus resíduos sólidos industriais?

- sim, apenas quantitativamente
- sim, apenas qualitativamente
- sim, quantitativa e qualitativamente
- não

3.6 Em caso afirmativo à questão anterior, informe desde quando é realizada a classificação dos resíduos.

.....

3.7 Se a empresa classifica seus resíduos sólidos industriais, informe o instrumento que utiliza para esta tarefa:

- normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)
- normas internacionais
- normas convencionadas pela própria empresa
- outro instrumento

Detalhar a resposta:

3.8 Caso haja um responsável pela gestão de resíduos sólidos industriais na empresa, informe como ele enfoca sua atividade:

- é simples tarefa profissional
- é compromisso com a empresa e com a comunidade
- é obrigação legal
- é atividade formal
- é atividade informal
- é um conjunto de tarefas isolado da administração da empresa

3.9 Caso haja um responsável pela gestão de resíduos sólidos na empresa, informe como ele procede ao adotar medidas para solucionar o problema dos resíduos:

- considera apenas a relação custo-benefício e os efeitos imediatos e visíveis das medidas;
- considera, além da relação custo-benefício, aspectos jurídicos e sociais, incluindo

a observação à legislação ambiental e o respeito às opiniões de clientes e fornecedores;

() opta pelo uso de soluções através das quais o problema possa ser não apenas minimizado, mas evitado, antecipando-se às exigências de normas e leis ambientais

Justificar a resposta:

.....

.....

3.10 Caso haja um responsável pela gestão de resíduos sólidos industriais na empresa, assinale o nível de informação do mesmo em relação aos documentos citados a seguir:

Documento	Já ouviu falar	Conhece pouco	Conhece bem	Usa efetivamente
Normas da ABNT p/ classificar resíduos sólidos				
Norma BS 7750				
Normas ISO 14000				
Legislação est. sobre resíduos sólidos (Lei 9921/93)				

3.11 Entre as técnicas citadas a seguir, informe as que a empresa conhece e as que efetivamente utiliza:

Técnica	Conhece	Utiliza
Coleta		
Identificação		
Separação		
Transporte		
Armazenamento		
Reutilização		
Reciclagem		
Aterro		
Incineração		
Pirólise		
Outra (s) (detalhar)		

3.12 Se a empresa realiza coleta e armazenamento de resíduos sólidos industriais, informe em que condições são cumpridas essas atividades:

() próximo à área de geração, sem separação

() próximo à área de geração, com separação segundo normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

() próximo à área de geração, com separação segundo outros critérios (explicar)

.....

3.13 Se a empresa realiza transporte de resíduos sólidos industriais, informe com que periodicidade é feito o mesmo:

3.14 Informe os tipos e respectivos destinos – aterro, reciclagem, armazenamento, etc – dos resíduos sólidos industriais gerados pela empresa, de setembro de 1994 a agosto de 1996.

Tipo de resíduo	Destino

3.15 Informe as quantidades de resíduos sólidos industriais gerados pela empresa, em massa ou volume, por destino, nos períodos listados a seguir:

Período	Quantidade p/ Aterro	Quantidade p/ Armazenamento	Quantidade p/ Reciclagem	Quantidade p/ Reaproveitamento	Quantidade p/ Incineração/pirólise
set 94/fev 95					
set 95/fev 96					
mar 95/ago 95					
mar 96/ago 96					

3.16 Se a empresa utiliza recursos ou técnicas para minimizar o volume e/ou a variedade de seus resíduos sólidos industriais, informe quais são estes instrumentos e com que resultados são empregados.

3.17 Se a empresa realiza inventário das matérias-primas que utiliza, informe com que frequência é realizado o inventário, em cada etapa do processo:

Etapa\ Frequência	Diária	Mensal	Semanal	Outra (especificar)
Modelagem				
Corte				
Chanfr/Pesp/Costura				
Montagem				
Acabamento				

3.18 Se a empresa recorre a fornecedores ou a empresas do mesmo setor para o desenvolvimento de soluções ao problema dos resíduos sólidos industriais, informe a que tipo de agente recorre, quais as soluções buscadas e as efetivamente atingidas.

.....

.....

.....

3.19 Se a empresa mantém propósito claro de redução da geração de resíduos sólidos industriais, explique como o demonstra.

.....

3.20 Qual a intensidade da influência dos clientes da empresa nas soluções que adota para resolver o problema de seus resíduos sólidos industriais?

- pequena
- média
- grande
- nenhuma influência

3.21 Informe se a empresa se mantém vigilante quanto à identificação e à busca de melhorias (inovações) para resolver problemas relativos a seus resíduos sólidos industriais e, em caso afirmativo, como procede para atingir esta finalidade.

.....

.....

.....

3.22 Informe se a empresa tem uma política de gestão de resíduos sólidos industriais, com objetivos e metas definidos e, em caso afirmativo, explique como essa política é estruturada e operada.

.....

.....

.....

3.23 Informe se a empresa realiza treinamento ou programa de educação ambiental e, em caso afirmativo, a quem é destinado, como é estruturado e realizado.

.....

.....

3.24 Informe se a empresa promove auditorias para verificar as condições em que é realizada a gestão de seus resíduos sólidos industriais e, em caso afirmativo, quem realiza as auditorias, com que periodicidade e resultados.

.....

.....

3.25 A empresa mantém algum programa de Qualidade Total (QT) ou está adotando ou já adotou normas da série ISO 9000?

sim, e pretende utilizar elementos desse programa/normas para a gestão de seus resíduos sólidos industriais;

sim, mas não vincula o programa ou a aplicação das normas ISO 9000 à gestão de resíduos sólidos industriais;

não.

ANEXO II
DISPOSITIVOS LEGAIS SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS NO
BRASIL E NO RIO GRANDE DO SUL

LEIS RELATIVAS A RESÍDUOS SÓLIDOS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

1 Lei 9.486 de 26/1/1991

Dispõe sobre depósitos de lixo orgânico e inorgânico nos municípios do Rio Grande do Sul e dá outras providências.

2 Lei 9.493 de 7/1/1992

Considera, no Estado do Rio Grande do Sul, a coleta seletiva e a reciclagem de lixo como atividades ecológicas, de relevância social e de interesse público.

3 Lei 9.718 de 27/9/1992

Altera a Lei 9.486 de 26/1/1991.

4 Lei 9.921 de 27/7/1993

Dispõe sobre a gestão de resíduos sólidos nos termos do artigo 247, parágrafo 3, da Constituição estadual, e dá outras providências. (Esta lei revoga as citadas anteriormente e é apresentada em anexo, na íntegra.)

5 Lei 10.099 de 7/2/1994

Dispõe sobre os resíduos sólidos provenientes de serviços de saúde e dá outras providências.

ANEXO III
**MÉTODOS PARA CÁLCULO DE PERDAS DE MATÉRIAS-
PRIMAS NO CORTE DE PEÇAS PARA FABRICAÇÃO DE
CALÇADOS**

MÉTODO PROPOSTO POR NOER (1995)

Este método baseia-se no estabelecimento de um sistema de informações que parte da determinação dos seguintes dados:

- . peso da matéria-prima cortada (em kg) e área de superfície respectiva (em m^2);
- . peso de um tonel de $0,2 m^3$ (200 ml) cheio de resíduos soltos;
- . volume, em m^3 , de um fardo prensado de resíduos;
- . quantidade de matéria-prima cortada, em $m^2/mês$, por tipo de material.

De posse desses dados, são feitas as seguintes conversões:

- . peso de uma peça (kg) / área da peça (m^2) (“n” vezes)
(o resultado desta divisão fornece o Fator de Conversão de Unidades “ kg/m^2 ”);

- . peso dos resíduos de cada peça (kg) x 100 / peso das peças (kg) (“n” vezes)

(o resultado desta fórmula fornece a Taxa de Geração de Resíduos);

- . peso do conteúdo de um tonel com resíduos soltos (kg) / $0,2 m^3$ (kg/m^3)

(o resultado desta divisão fornece o peso específico aparente);

- . volume final do fardo prensado (m^3) / volume dos resíduos soltos (m^3)

(o resultado desta divisão representa a taxa de compactação mecânica).

O cálculo do volume de resíduos gerados por mês é obtido com a equação:

quantidade de matéria-prima processada (kg) x Taxa de Geração de Resíduos / peso específico aparente do resíduo solto (kg/m^3).

Com este método, conhecendo-se o volume de resíduos gerados por mês e o

peso aparente dos resíduos, pode-se obter o peso correspondente, em kg. Multiplicando-se este valor, em kg, pelo preço do kg da matéria-prima correspondente, obtém-se o valor monetário da perda mensal.

MÉTODO PROPOSTO POR COELHO (1996)

Este método é empregado, basicamente, para couros e outros materiais de cabedal. Considerando uma seqüência de numeração do mesmo modelo, com cerca de 12 pares, parte dos seguintes procedimentos:

- . determinar a área total (em m²) e o peso (em kg) de uma peça de couro ou de material sintético;
- . se for couro, extrair uma amostra da peça para realização de teste de teor de compostos voláteis*;
- . após o corte das partes do cabedal, a partir da peça, pesar, juntas, todas as partes cortadas (kg) e medi-las com auxílio de computador (CAD);
- . marcar as partes cortadas e pesadas, para posterior identificação;
- . antes da união das partes cortadas com os respectivos solados, retirá-las das fôrmas de montagem e abrir as respectivas costuras e colagens;
- . pesar, novamente, todas as partes cortadas;
- . se for couro, realizar teste de teor de compostos voláteis com as amostra das partes cortadas.

Cálculos:

- . a perda de área (geração de resíduos), em m², pode ser calculada deduzindo-se a área total da peça da soma das áreas das partes cortadas;
- . a perda de peso, em kg, pode ser calculada deduzindo-se o peso da peça da soma dos pesos das partes cortadas. Neste cálculo, porém, devem ser considerados os percentuais relativos ao teor de compostos voláteis na peça inteira e nas partes cortadas. Assim, para obter-se o peso real da peça, é necessário deduzir, do valor

* Segundo o técnico Fausto Girola, do Centro Tecnológico do Calçado (Senai), o teor de compostos voláteis representa a quantidade de água presente no couro à temperatura de 120°C e pode ser determinado pela norma NBR 11029, de dezembro de 1988. Este teor varia de 15% a 20% da massa do couro, mas não é uniforme ao longo de toda a extensão da matéria-prima. A não-uniformidade impede que o teor de voláteis seja considerado criteriosamente para efeito da dedução de perda de massa no processo descrito por Coelho.

apontado na balança, o percentual correspondente a este peso dado através do teste de teor de compostos voláteis. Da mesma forma, para obter-se o peso real das partes cortadas e processadas, é necessário deduzir, do peso de cada uma, o percentual correspondente dado através do teste de teor de compostos voláteis.

Com este método, conhecendo-se as quantidades de perdas em área (m^2) e em peso (kg), bem como o preço da matéria-prima (em m^2 ou kg), pode-se calcular o valor monetário correspondente às perdas.