

Resíduos industriais



1290004755

TCC/UNICAMP
N145t
IE



UNICAMP

CE-752 Monografia II

**TRATAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS: UM ESTUDO DE
CASO NUMA EMPRESA ALIMENTÍCIA**

Aluna: Andréa Hitomi Fujiki Nakamura

RA: 042022

Orientador: Prof. Ademar Ribeiro Romeiro

Campinas. Instituto de Economia da Unicamp, novembro de 2009.

TCC/UNICAMP
N145t
1290004755/IE

ANDRÉA HITOMI FUJIKI NAKAMURA

**Tratamento de resíduos industriais: um estudo de caso numa
empresa alimentícia – Valinhos/SP**

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação do Instituto de Economia da
Universidade Estadual de Campinas, como
requisito à obtenção do título de Bacharel
em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Ademar Ribeiro Romeiro

CAMPINAS
2009

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – Introdução	4
CAPÍTULO 2 – Contexto histórico e atual	7
2.1. <i>End-of-pipe versus Clean Techonology</i>	7
2.2. Poluição e resíduos industriais	13
CAPÍTULO 3 – Cenário Geral.....	17
3.1. Iniciativas e Tecnologias "Ambientalistas"	17
3.2. Legislação Ambiental	23
3.3. ISO 14000	24
3.4. Classificação dos resíduos industriais.....	24
3.5. Resíduo específico: óleo vegetal.....	28
3.6. Tecnologia: como fazer dela nosso servo, ao invés de nosso mestre?	29
CAPÍTULO 4 – Estudo de caso: Multinacional Alimentícia	30
4.1. Caracterização da empresa	30
4.2. Principal resíduo industrial: óleo vegetal.....	32
4.3. Resíduos de óleo não reciclados.....	34
4.4. Análises das formas de tratamento e disposição final residual	37
CAPÍTULO 5 - Conclusão	38
CAPÍTULO 6 - Referências.....	40

CAPÍTULO 1 – Introdução

O Brasil vem seguindo a trajetória histórica de desenvolvimento econômico, mimetizando padrões de produção e consumo dos países mais avançados e, conseqüentemente, um cenário similar no que tange à poluição e geração de resíduos (Cavedon, 2003). Diariamente, são produzidas imensas quantidades de resíduo, com um descarte que muitas vezes não recebe um acondicionamento adequado, e cuja disposição não se restringe a locais aptos a este fim. O tratamento, quando feito, nem sempre apresenta a eficiência necessária, gerando poluição de águas, solos e ar, pondo em risco a saúde das populações e degradando o meio ambiente (Calberoni, 2003).

Segundo Morandi e Gil (1999), o processo de gestão ambiental implica em um processo contínuo de análise de decisão, organização, controle das atividades de desenvolvimento, bem como avaliação dos resultados para melhorar a formulação de políticas e sua implementação futuramente. Dessa forma, o principal objetivo de um processo de gestão é tratar de maneira integral os sistemas hídricos e demais geradores de resíduos (sólidos, líquidos ou gasosos), buscando seu aproveitamento e recuperação para satisfazer as crescentes demandas da população, assegurando seu uso para as gerações futuras.

O movimento ambiental e muitas das regulamentações ambientais têm sido tradicionalmente vistos como um dispendioso impedimento à produtividade. De acordo com Porter (1999), a visão que prevalece ainda é a de ecologia *versus* economia, isto é, de um lado estão os benefícios sociais que se originam de rigorosos padrões ambientais, e de outro, os custos da indústria com prevenção e limpeza - custos estes que acabam por conduzir a altos preços e baixa competitividade. Assim, emerge a questão das externalidades negativas na produção e o custo-benefício do controle da poluição e da inserção da tecnologia limpa no processo. A dinâmica concorrencial das empresas nas economias capitalistas gera uma necessidade de diferenciação permanente em relação aos seus concorrentes. A busca de tal diferenciação passa pelo processo de inovação, visto que, ao ter domínio de uma nova técnica de produção ou de um novo produto, a empresa passa a auferir vantagens econômicas, sejam lucros extraordinários ou manutenção de sua parcela de mercado.

De forma geral, as inovações podem ser: técnicas ou organizacionais. As primeiras referem-se à introdução de um novo processo, produto, sistema ou equipamento, isto é, consistem na elaboração de novos princípios técnicos. Já as inovações organizacionais, são

relativas a mudanças nas políticas, tarefas, procedimentos e responsabilidades, rotinas de trabalho e gerência.

Concomitantemente a esse processo atual, os efeitos negativos causados pelo progresso são resultados de decisões e ações passadas, sugerindo uma interdependência intertemporal, revelando uma mudança contínua e evidenciando significativas incertezas em relação ao conhecimento dos impactos ambientais resultante do crescimento econômico. O uso intensivo da tecnologia amplifica o impacto ambiental devido ao “efeito escala”, o qual determina que o aumento contínuo da produção exija uma quantidade crescente de recursos naturais e promova um aumento progressivo na emissão de rejeitos. Ademais, a dinâmica de progresso e destruição é alimentada pelo aumento da população e pelo conseqüente aumento da demanda, derivado das necessidades humanas ilimitadas.

O atual modelo de desenvolvimento econômico desenha um novo ambiente, em que o sucesso de uma empresa reside na sua capacidade de responder a exigências em termos de rapidez, qualidade, baixo custo, flexibilidade e satisfação do cliente, através da contínua inovação em seus produtos, serviços e processos, a fim de criar vantagem competitiva sustentável. Sendo assim, esse trabalho foi proposto a fim de explorar uma das estratégias possíveis para obter essa vantagem: o esforço na gestão de resíduos, em direção à tecnologia limpa.

No Capítulo 2, o contexto histórico e atual, sob um ponto de vista ambiental – econômico – tecnológico foi o ponto nevrálgico. Nele, procurou-se analisar o processo histórico de difusão de tecnologias em prol da prevenção da poluição ou produção mais limpa, além de introduzir o tema de gestão ambiental nas empresas. Assim sendo, o capítulo discorre sobre a tecnologia *end-of-pipe*, versus a *clean technology*, ambas empregadas nos processos produtivos e de inovação.

Já no terceiro capítulo, buscou-se aprofundar o foco do primeiro. Isto é, através do estudo do cenário geral (medidas, exemplos e tecnologias tomadas pelas empresas e países diferentes), o objetivo foi criar uma base de comparação ao que viria no quarto capítulo. Assim, o capítulo discorre sobre Legislação Ambiental de diversas nações, ISO 14000, classificação oficial dos resíduos, cenário da gestão do resíduo óleo vegetal; e sobre a tecnologia, em sua essência.

Por fim, no Capítulo 4, o estudo de caso é relatado. O capítulo começa fornecendo uma visão geral da *Empresa Alimentícia* em que a pesquisa foi feita, e é desdobrado em torno

da gestão residual, tanto dos resíduos de óleo recicláveis, quanto dos não recicláveis, os quais tem outra forma de destinação, que difere da convencional reciclagem.

CAPÍTULO 2 - Contexto histórico e atual

2.1. *End-of-pipe versus clean technology*

A difusão de tecnologias ambientais na indústria é uma questão de crescente interesse público e privado, na esfera global. Sendo assim, tem sido primordial gerar informações para formuladores de políticas públicas e empresários sobre a estrutura, a capacitação tecnológica, os determinantes do crescimento de mercado e as estratégias das empresas fornecedoras de tecnologias ambientais. Para tanto, nesse estudo, pretende-se partir de uma análise geral, para posteriormente, verificar a situação da *Empresa Alimentícia* e analisar os pontos divergentes e em comum, e extrair possíveis soluções e métodos de implantação de tecnologias, *vis a vis* a viabilidade econômica.

Face ao processo de globalização e conseqüente aumento da competitividade entre países e regiões, concomitantes ao crescimento acelerado da indústria, puxado por um aumento da demanda e consumo globais, a proteção ao meio ambiente vem se tornando um objeto de crescente preocupação para industriais, governantes e legisladores. Influenciados pela opinião pública e por pressões de grupos ambientalistas, governos de diferentes países e agências internacionais estão revendo suas políticas para o meio ambiente, a fim de convencer a indústria a assumir maiores responsabilidades sobre a poluição industrial.

O “desenvolvimento sustentável” passou a ser uma estratégia perseguida não só pelos políticos das diversas vertentes ideológicas, mas também pelas firmas. Porém, trata-se de um objetivo extremamente complexo, custoso e de longo prazo.

A curva ambiental de Kuznets resume os argumentos da escola de economistas neoclássicos, que acreditam que à medida que a sociedade e a economia evoluem naturalmente, a tolerância à escassez crescente de bens e serviços ambientais (poluição) diminui. Isto é, à medida que a renda per capita se eleva com o crescimento econômico, a degradação ambiental aumenta até um determinado ponto. A partir deste, a qualidade ambiental começa a melhorar.

Segundo Romeiro (2001), “a explicação para este fato estaria em que nos estágios iniciais do processo de desenvolvimento econômico a crescente degradação do meio ambiente é aceita como um efeito colateral ruim deste, mas inevitável. Entretanto, a partir de certo nível de bem estar econômico a população torna-se mais sensível e disposta a pagar pela melhoria

da qualidade do meio ambiente, o que teria induzido a mudanças institucionais e organizacionais necessárias para a correção dessas falhas de mercado”.

Daí, o advento do debate sobre o papel das inovações tecnológicas em benefício de um padrão de produção sustentável. O modelo desenvolvido no livro *Limits of Growth* (Meadows, 1972) procurou demonstrar, pela primeira vez, através de modelos computacionais, que existem limites para o crescimento da produção material e do consumo. Os autores simularam um cenário em que se a economia mundial mantivesse sua expansão linear no molde norte-americano, nos próximos 50 anos provavelmente haveria um colapso mundial no fornecimento de determinados materiais e no nível de poluição.

Já Porter e Van der Linde (1995), apresentam uma visão microeconômica sobre o tema. Os autores discutem como a empresa se torna mais competitiva através de inovações ambientais. A perspectiva é da oportunidade de melhorar os negócios, em que a regulamentação atua como um fator importante neste contexto. Segundo os autores, as inovações no sentido ecológico não devem ser vistas somente como custos. Atualmente, a vantagem competitiva está alicerçada na capacidade inovativa e de melhoria, mostrando-se extremamente dinâmica. Logo, nesse contexto, argumenta-se que investir em padrões ambientais de competitividade pode cobrir e até superar os custos.

Ademais, defendem uma regulação severa, visto que as firmas irão focar seus esforços nas emissões e descartes, necessitando soluções objetivas, como, por exemplo, reinventar processos e produtos.

Assim sendo, as tecnologias ambientais podem ser divididas entre tecnologias de controle de poluição *end-of-pipe* e tecnologias mais limpas. As primeiras não alteram o sistema produtivo como tal, mas introduzem sistemas tecnológicos adicionais que capturam as emissões de poluentes a fim de diminuir o seu impacto negativo sobre o ambiente. As tecnologias mais limpas, por sua vez, não buscam tratar a poluição após a sua emissão, mas evitar ou reduzir tais emissões antecipadamente. Seu foco é sobre as causas de degradação ambiental e não sobre os efeitos. As tecnologias mais limpas são fundadas no princípio de prevenção, ao passo que, as tecnologias *end-of-pipe*, em princípio também consideradas ambientalmente seguras, pautam-se no princípio de reação (Lenzi, 2006).

Segundo LaGrega et al. (1994) quanto mais as tecnologias e práticas de produção mais limpas tendem para a redução de emissão de resíduos, mais elas estarão ligadas à redução na fonte e à mudanças relevantes nas matrizes dos processos produtivos. Ao passo que, quanto

mais essas mesmas tecnologias e práticas atuem no tratamento dos resíduos do processo produtivo, a mesma tenderá à soluções *end-of-pipe*. Essa afirmação pode ser melhor evidenciada pelo quadro conceitual conhecido como matriz de LaGrega (Fig. 1), que demonstra os diversos tipos de estratégias ambientais que uma organização pode adotar para a prevenção/redução da poluição. Quanto mais a estratégia ambiental estiver focada para o lado direito do quadro, as tecnologias e práticas tenderão a ser *end-of-pipe*, ao passo que, quanto mais a estratégia estiver focada para o lado esquerdo, o processo estará voltado para a redução de resíduos na fonte e prevenção da poluição, colaborando assim, para o alcance de um modelo de produção mais limpa.

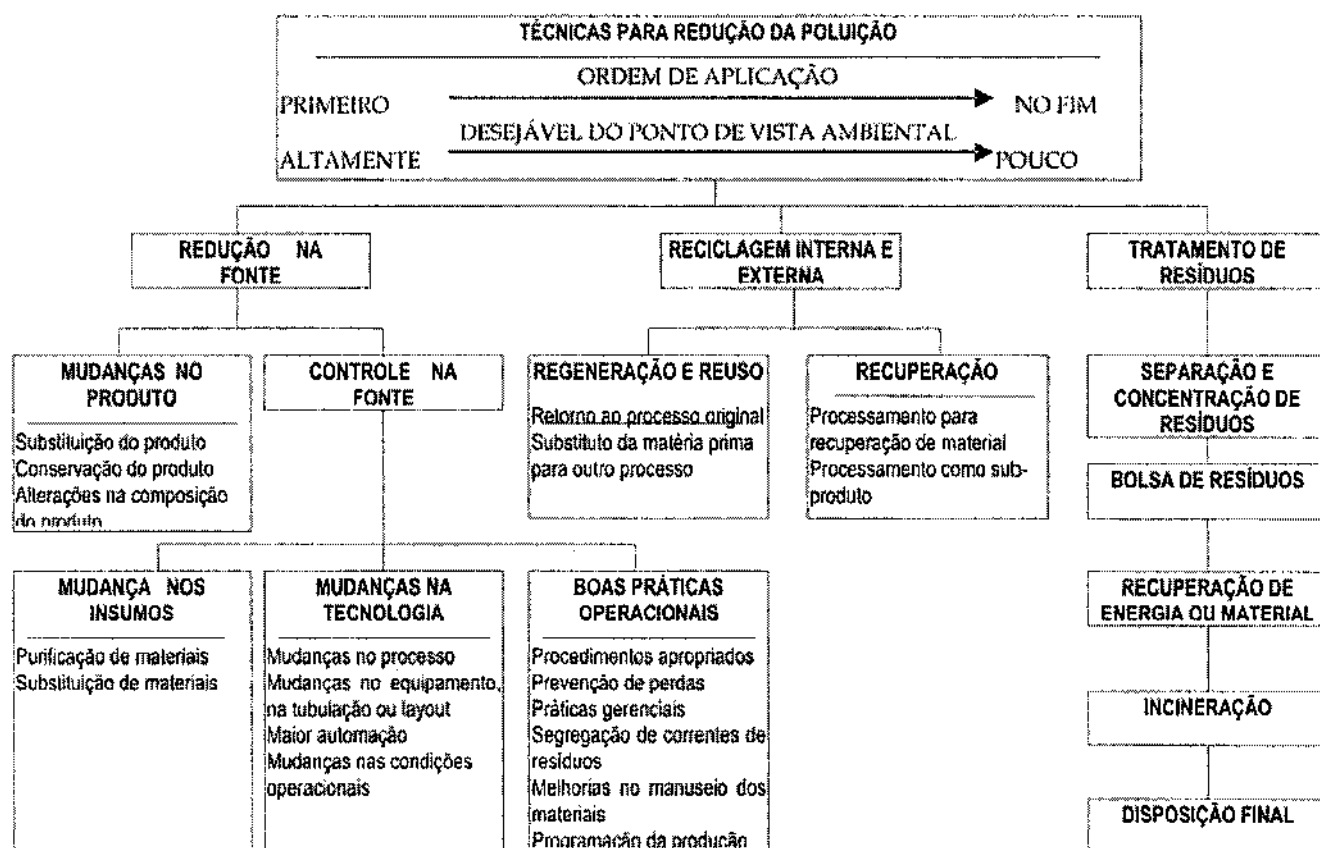


Fig. 1. Técnicas para Redução da Poluição (Fonte: LaGrega et al. (1994))

Para efeito deste trabalho, a geração de tecnologias e práticas de produção mais limpas só se caracteriza se o aspecto da prevenção da poluição e indução da inovação tecnológica for contemplado. Trata-se, portanto da aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia pela não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo. Essa estratégia caracteriza-se pelos seguintes

aspectos: mudança tecnológica com a adoção de tecnologias mais limpas; geração de conhecimento endógeno, aplicação de know-how e indução à inovação; e mudança de atitude na relação entre indústria e meio ambiente (Nascimento et al., 2008).

Conforme Batista (1993), antes que novas e melhores tecnologias ambientais sejam uma constante no mercado, tem-se que passar por um período de mudança do antigo modelo tecnológico “*end-of-pipe*”, mesmo que este ainda seja considerado ambientalmente seguro, para um novo modelo pautado em “tecnologias e produção mais limpas”. Assim, com a implementação de tecnologias e práticas de produção mais limpas, a utilização de soluções *end-of-pipe* são significativamente reduzidas, ou até mesmo eliminadas, dando um passo em direção ao desenvolvimento sustentável.

Seguir padrões ambientais em mercados locais não só é uma antecipação em relação à tendência internacional, como um ganho de competitividade. Como dizem os autores, “*when a competitive edge is attained, especially because a company’s home market is sophisticated and demanding in a way that pressures the company to further innovation, the economic gains can be lasting*” (Rugman, 2002).

Ou ainda, segundo Epelbaum (2004), “de modo geral, o investimento em meio ambiente contribui para aumentar a vantagem competitiva, com resultados tangíveis - eficiência operacional - e intangíveis - valor da marca e reputação. Tal resultado é reflexo de inúmeros fatores, dentre os quais se destacam o processo, o produto, o setor envolvido e os impactos ambientais correspondentes.

Os esforços ambientais tradicionalmente têm sido focados no controle da poluição. Atualmente, as empresas mais avançadas passam a adotar um conceito de prevenção da poluição, levando em consideração substituição de materiais, observando todo o processo produtivo, na tentativa de eliminar a poluição antes de ela ocorrer. No entanto, as empresas e os órgãos reguladores devem buscar mais do que isso, visto que melhorias ambientais e aumento de competitividade são inter-relacionados. As melhorias na eficiência no uso dos recursos devem buscar não só a eliminação da poluição, mas também a redução dos custos econômicos e o aumento do valor agregado ao produto.

Dessa forma, somente após ter sido imposta uma regulamentação ambiental forte, é que a maioria das empresas melhora seus processos ou produtos, no sentido de uma tecnologia limpa. E assim, negligenciar as inovações redutoras de poluição poderá deflagrar em danos ambientais e perdas em termos competitivos.

Nota-se que os setores mais preparados para aceitar o controle ecológico e perceber nele a oportunidade de inovar e obter retorno são os mais competitivos. Já os menos competitivos, menos propensos a inovar, tendem a combater a regulamentação.

No Japão, a idéia de considerar a atividade econômica num contexto ecológico foi desenvolvida em parceria pelo Estado e a indústria privada a partir do final da década de 60, o que fez do país pioneiro nesta área. Várias ações foram tomadas visando levar o Japão a se tornar competitivo, explorando as possibilidades de orientar o desenvolvimento da economia japonesa em atividades que deveriam ser menos dependentes do consumo de materiais e baseadas em informação e conhecimento.

Na Conferência das Nações Unidas ocorrida em 1992 na cidade do Rio de Janeiro (ECO 92), foi colocada a necessidade de se obter respostas práticas para o conceito de Desenvolvimento Sustentável. Nesse contexto, as propostas tradicionais quase sempre ressaltavam a prevenção e redução de resíduos, em contraste com a Ecologia Industrial, vertente da tecnologia limpa, que considerava aceitável e benéfico o aumento da produção de um tipo particular de resíduo, desde que este resíduo possa ser utilizado como matéria prima em outro processo industrial. Abaixo, uma figura que representa o processo ideal, segundo a Ecologia Industrial, em prol da tecnologia limpa:

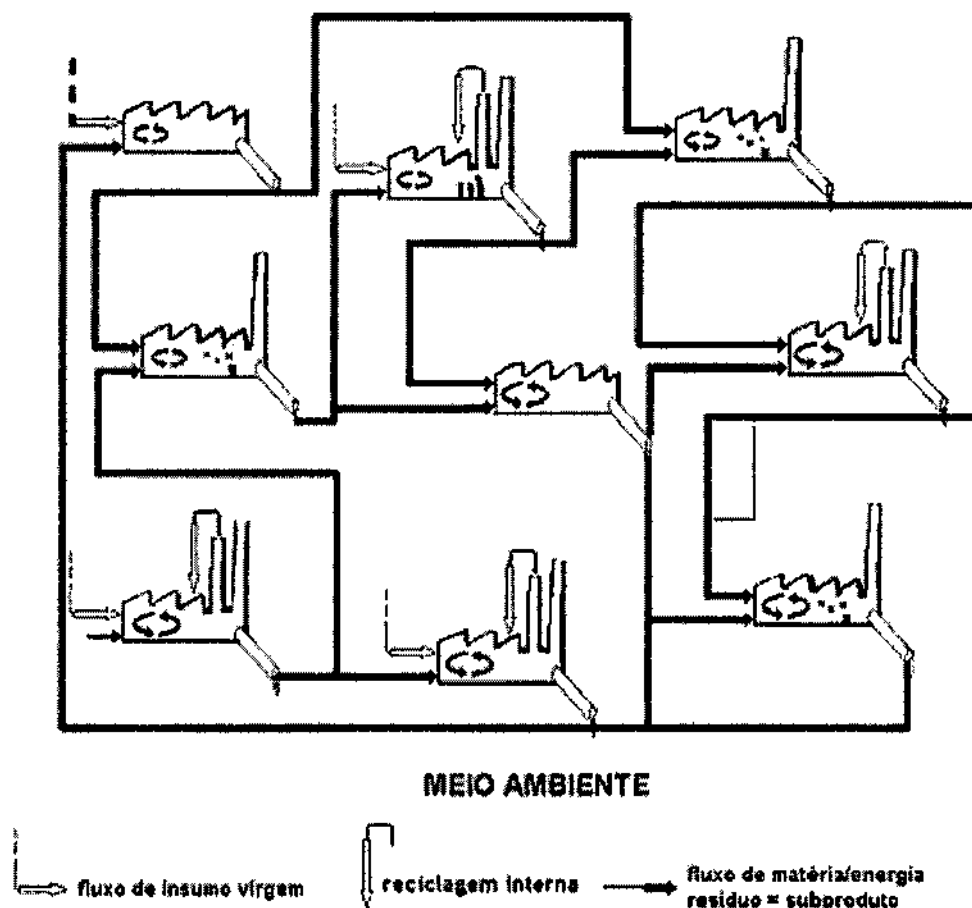


Fig. 2. Representação de uma Eco-rede, mostrando a otimização dos fluxos de materiais/energia devida à formação da rede. Os fluxos de produto não estão representados na figura, mas somente aqueles que caracterizam uma eco-rede.

Na Conferência de Estocolmo de 1972, ficou definido que o conceito de tecnologia limpa (*clean technology*) deveria alcançar três propósitos distintos, porém complementares: lançar menor poluição ao meio ambiente; gerar menos resíduos; consumir menos recursos naturais, principalmente, os não-renováveis.

O programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) promove ações para a produção mais limpa e segura. Para alcançar os objetivos propostos, o PNUMA estabelece parcerias com indústrias, setores governamentais e organizações não governamentais internacionais (WRI,1997; UNTAD, 2006).

O conceito de Produção Mais Limpa (*cleaner production* ou P+L), desenvolvido pelo PNUMA e pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) representa um modelo de produção calcado numa estratégia ambiental preventiva, aplicada a

processos, produtos e serviços a fim de minimizar os impactos sobre o meio ambiente, para instrumentalizar os conceitos e objetivos do desenvolvimento sustentável, definido como: aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas necessidades” (CMMAD, 1998).

2.2. Poluição e resíduos industriais

A poluição resulta das atividades humanas em geral, entretanto, são as atividades industriais as maiores fontes geradoras de resíduos perigosos e impactos ambientais. À medida que a sociedade evolui tecnologicamente, tais impactos têm sido ampliados em diversidade e intensidade. O esgotamento dos recursos naturais utilizados como fonte de energia e matérias-primas, a poluição do solo, da água, e do ar são os principais problemas ambientais decorrentes da industrialização.

O potencial poluidor de uma atividade industrial ou produto depende principalmente do processo empregado. Os resíduos industriais (sólidos, líquidos ou gasosos) são produzidos a partir de diversos processos, e a quantidade e a toxicidade do resíduo varia de acordo com os processos industriais específicos (Shen, 1995).

O setor industrial é um fator determinante na qualidade ambiental de uma determinada região, principalmente porque alguns processos industriais são muito mais “sujos” do que outros, ou porque geram muito mais emissões, devido a características próprias. Por exemplo, os setores de celulose e papel e de mineração e siderurgia geram muito mais emissões do que o setor de eletro-eletrônicos. No Brasil, estudos apontam os setores de ferro e aço, petróleo e derivados, metal-mecânico, celulose e papel, química e derivados e de alimentos como sendo os mais poluentes (Dasgupta, Lucas e Wheeler, 1998).

A preocupação atual em relação aos resíduos industriais se estende ao longo de todo o ciclo de vida de um produto, desde a extração das matérias-primas, passando pela produção de energia que sustenta o processo, a produção, o transporte, a distribuição, a utilização e a manutenção do produto, até que este, após o término de sua vida útil, transforme-se em resíduo, que precisa ser tratado e/ou disposto de maneira adequada.

Abaixo, uma listagem dos principais problemas ambientais de fontes industriais:

Tabela 2.1 - Problemas Ambientais Seleccionados de Fontes Industriais

- 1) Poluição do ar (urbano)
 - 2) Poluição do ar (regional)
 - 3) Poluidores tóxicos do ar
 - 4) Radiação
 - 5) Depleção do ozônio associado ao CFC e outras substâncias
 - 6) Mudanças climáticas associadas ao dióxido de carbono e outros gases
 - 7) Poluição das águas associada com descargas industriais ou urbanas
 - 8) Poluição de água potável advinda de elementos químicos, contaminantes biológicos e radiação
 - 9) Lama contaminada
 - 10) Poluição do solo em locais com depósitos de resíduos perigosos
 - 11) Poluição do solo em sítios sem depósitos de resíduos perigosos
 - 12) Exaustão de aterros sanitários
 - 13) Contaminação do subsolo
 - 14) Resíduos de mineração e outras atividades extrativas
 - 15) Liberação accidental de substâncias tóxicas
 - 16) Derramamento de petróleo e outras liberações accidentais de materiais poluentes
 - 17) Resíduos de defensivos agrícolas existentes em alimentos
 - 18) Resíduos de defensivos agrícolas no ar e água
 - 19) Novos produtos químicos tóxicos
 - 20) Liberação indesejável de materiais alterados geneticamente
 - 21) Exposição de trabalhadores a produtos químicos
 - 22) Reduções na biodiversidade
 - 23) Deflorestação e Desertificação
-

Fonte: Ausubel, Frosh e Herman, 1989

Antes do estabelecimento de leis ambientais, o ar, a água e o solo eram tratados como propriedades livres, disponíveis para receber resíduos. Isso não causava problemas quando a população era esparsa e os produtos industrializados eram pouco, comparados aos índices atuais (Buchholz, 1998).

A partir do momento em que parte da sociedade começou a apresentar sinais de tolerância à poluição e geração residual, leis ambientais passaram a ser sistematizadas em alguns países industrializados a partir da metade do século XX, com caráter corretivo e voltadas para o controle da emissão de poluentes.

Na maioria dos países, o desenvolvimento de programas de gerenciamento de resíduos seguiu uma tendência similar. Os primeiros esforços no sentido de promover melhorias na qualidade ambiental eram direcionados aos problemas que representavam ameaça direta à saúde pública, como a proteção de mananciais de abastecimento e a redução da poluição atmosférica. Tipicamente, iniciativas focando o correto gerenciamento de resíduos sólidos representavam uma segunda fase na agenda dos países, e eram colocadas em prática quando os problemas mais urgentes já tivessem sido resolvidos. Nos países em desenvolvimento, os programas de proteção ambiental foram estabelecidos com até duas décadas de atraso em relação aos países desenvolvidos. Enquanto países como Estados Unidos, Canadá, Alemanha e Dinamarca tiveram seus programas de gerenciamento de resíduos implementados no final da década de 1970, a maioria dos países em desenvolvimento sequer tinham conhecimento da extensão de seus problemas ambientais até 1990 (Probst e Beierle, 1999).

A fim de atender aos novos padrões, as empresas dos países desenvolvidos, usaram a tecnologia end-of-pipe, a princípio (década de 1970 e 1980). A partir de então, algumas companhias passaram a mudar o foco de suas atenções, até então centrado na tecnologia de fim de tubo, partindo em busca de novas abordagens e de processos mais limpos, que gerassem menos poluição e resíduos, ou que fizessem um uso mais eficiente das matérias-primas e energia (Roy, 2000).

Assim, nos Estados Unidos, em 1975, o termo prevenção à poluição surgiu, devido a um programa de redução de resíduos desenvolvido pela 3M, denominado 3P – “*Pollution Prevention Pays*”. Este programa é mundialmente reconhecido e considerado um dos programas pioneiros no uso de técnicas de redução na fonte ao demonstrar com sucesso, ainda na época em que o foco do gerenciamento de resíduos concentrava-se na diluição e na tecnologia de fim de tubo, que os investimentos em estratégias de redução na fonte são compensados pela redução de custos com o tratamento e disposição de resíduos e pela otimização no uso de matérias-primas (Higgins, 1995; Bishop, 2000).

Inspirada nos resultados positivos do 3P, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US EPA) criou o programa *Pollution Prevention*, conhecido também como P2, com o objetivo de difundir a estratégia de prevenção à poluição por todo o país na forma de política ambiental. A política da US EPA foi firmada em 1990, pelo *Pollution Prevention Act*, decreto que estabeleceu a Política de Prevenção à Poluição nos Estados Unidos, após o Congresso concluir que mesmo quando possível, as possibilidades envolvendo a redução na

fonte não eram executadas porque as leis existentes estavam focadas no tratamento e na disposição final dos resíduos (Thomas, 1995).

Seguindo esta tendência, a Carta de Princípios para o Desenvolvimento Sustentável, instituída pela Câmara Internacional do Comércio (ICC) em 1991, propõe dezesseis princípios de gestão ambiental baseados no conceito de Produção Limpa, dos quais destacam-se a adoção de processos de melhoria, desenvolvimento de produtos e serviços não agressivos e enfoque preventivo (Donaire, 1995).

Os termos prevenção à poluição e produção mais limpa são intercambiáveis. A distinção dos termos é geográfica: o termo prevenção à poluição é usado principalmente nos Estados Unidos e Canadá, ao passo que o termo produção mais limpa é mais freqüente nos países da Europa. Os dois termos referem-se à estratégia de redução contínua da poluição através da redução dos resíduos na fonte – que implica na eliminação do resíduo no processo antes mesmo de sua geração (UNEP, 2003). Os países em desenvolvimento também apresentam tais termos inseridos nos seus processos, no entanto, numa dinâmica tardia, se comparada aos países desenvolvidos.

As respostas mais recentes da indústria surgiram durante a segunda metade da década de 1990, e levam em conta não só a melhoria de eficiência de processo, mas também melhorias no produto. Para tal, empregam-se metodologias como a avaliação de ciclo de vida (ACV) e o design ecológico, também conhecido como *ecodesign* ou *design for the environment* (DfE) (Sánchez, 2001).

CAPÍTULO 3 - Cenário geral

3.1. Iniciativas e Tecnologias "Ambientalistas"

“Como a tecnologia pode contribuir para os serviços das pessoas e do planeta?”. Essa é a primeira pergunta que o relatório para a juventude da UNEP (United Nations Environment Programme) de 2009 apresenta. Na resposta, vem: “O desafio consiste em alavancar a tecnologia a fim de que consigamos, ao menos, manter os padrões de vida no mundo desenvolvido, ao passo que reduzimos nosso impacto sobre o meio ambiente. Isso irá, provavelmente, envolver a aceleração da inovação por meio de investimentos massivos em P&D (Pesquisa e Desenvolvimento). Precisamos de novas instituições, visionários, inventores e engenheiros, e também devemos encorajar os jovens a se envolverem mais com a ciência e a tecnologia. P&D tecnológica e ambientalmente sustentável deve ser vista como um bem público, se quisermos realmente começar a preparar novas tecnologias a serviço do povo e do planeta”.

Dai, pode-se iniciar a discussão acerca do tema de tecnologia, exemplos, iniciativas e medidas que foram e são tomados pelo mundo. Atualmente, nota-se que há diversas iniciativas em prol da melhoria da qualidade ambiental. Entre elas, existem métodos de gestão e tecnologias apropriadas para gerenciar esse tema. Essas tentativas de cunho "ambientalista" tem como finalidade eliminar crises de poluição graves (por exemplo, a despoluição de um rio contaminado), ou atacar problemas parcialmente (como o tratamento de poluentes na indústria). Apresenta-se a seguir, primeiramente, algumas das principais iniciativas conhecidas mundialmente, que são consideradas importantes, quase que obrigatórias, na promoção da melhoria da qualidade ambiental. É necessário ressaltar que tais medidas, em alguns casos, não podem ser consideradas tecnologias, e sim, um caminho pelo qual a maioria das empresas, governos e organizações acaba selecionando para melhorar sua gestão de processos e produtos. São elas:

Reciclagem de Materiais - Um dos movimentos mais antigos de aproveitamento de materiais, cujo maior objetivo é a transformação do produto, ou parte dele, em novas matérias-primas a serem utilizadas na fabricação do mesmo produto ou de novos produtos. As vantagens da reciclagem tornam-se notáveis quando os custos de obtenção desta matéria-prima pelos processos tradicionais são maiores. Por outro lado, pode-se considerar que os impactos ambientais advindos desta prática são menores, visto que se evita a extração e pré-

beneficiamento de matérias-primas. A reciclagem é um procedimento antigo, e é facilmente exemplificada pelas atividades agrícolas, em que grande parte das sobras de material podem ser reutilizadas como matéria-prima para outros fins ou incorporadas ao solo como fertilizantes. Em contrapartida, a reciclagem também traz consigo algumas limitações, como a complexidade e custos envolvidos para sua coleta e seleção. Assim sendo, alguns produtos acabam sendo preteridos a outros, quando comparados em relação ao custo-benefício. Ademais, a reciclagem ocorre mais frequentemente no começo do ciclo de vida do produto, o que pode conferir uma não-maximização da eficiência.

Recuperação de Materiais (materiais constantes de um produto) – Essa forma de otimização dos materiais é baseada no fato de que um produto, ou parte dele, ainda pode ser utilizado, mesmo que a vida útil do conjunto originário esteja esgotada. Tal modo de aproveitamento exige um processamento adicional às partes escolhidas, de forma a integrá-las novamente em um produto que será também novo. Se comparada à reciclagem, é mais eficiente do ponto de vista ambiental, pois acaba entrando em uma etapa mais adiantada da cadeia produtiva. Além disso, a recuperação aumenta a vida de um produto ou parte dele, já que, depois de recuperado, este retorna ao mercado na forma de um produto novo. Como exemplo, pode-se citar o caso dos pneus e dos óleos lubrificantes.

Porém, assim como a reciclagem, essa iniciativa também possui limitações, sendo que a maior está no fato de que nem tudo pode ser recuperado, isto é, trata-se de um processo mais indicado para as partes "invisíveis" ou intangíveis do produto. Também difere da reciclagem, no sentido de que a recuperação é restrita, ou seja, pode ocorrer certo número de vezes, enquanto a reciclagem possibilita ciclos indefinidos. Contudo, tal como na reciclagem, a recuperação é sempre avaliada frente os custos de coleta, desmontagem e seleção de materiais.

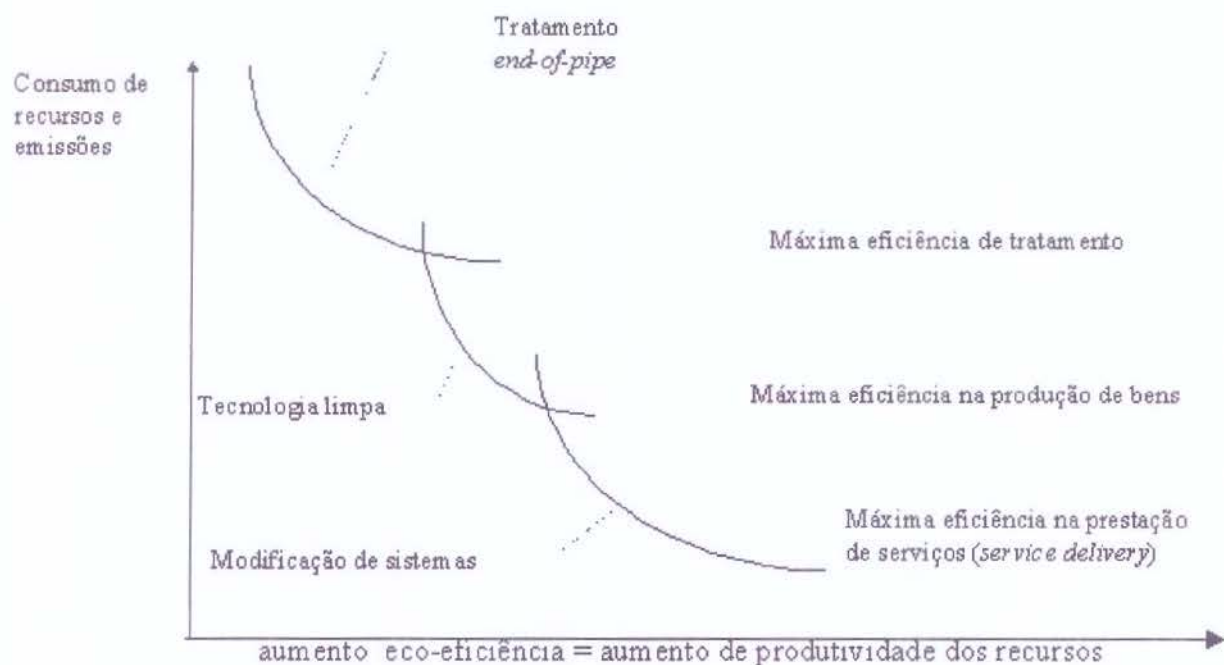
Reutilização de Produtos ou Componentes - Aproveitamento do produto, ou parte dele, a fim de cumprir a mesma função anterior num produto similar ou completamente diferente. Do ponto de vista ambiental, a reutilização pode ser considerada a medida mais eficiente, já que o material entra praticamente no fim da cadeia produtiva, na montagem ou no acabamento do produto. Embora interessante, é bem limitada, porque a parte em análise deve estar em perfeito estado de conservação e pronta para ser usada novamente. Igualmente ao caso da recuperação, a reutilização de partes de produto é mais indicada para o cumprimento de funções "invisíveis" ao consumidor, já que o mesmo procura adquirir um "produto novo".

Ainda que desejável, é difícil pensar a reutilização de produtos ou peças sem uma necessidade mínima de processamento prévio à sua utilização. Neste caso, poder-se-ia estipular que um material é classificado como reutilizado se o mesmo exigir um processamento prévio, cujo custo não ultrapasse 15% do custo final do produto, obtido a partir de um processo de reciclagem ou recuperação.

Partindo dos exemplos supracitados, indubitavelmente, nota-se que o aproveitamento de materiais traz benefícios, sobretudo, com o envolvimento de matérias-primas denominadas não renováveis. No entanto, estas iniciativas apresentam limites à luz do conceito de desenvolvimento sustentável, visto que, no processo de aproveitamento de materiais não é questionado, por exemplo, o impacto final no meio ambiente causado pelo produto, tampouco os efeitos dos poluentes emitidos durante a produção.

No segundo Workshop de Eco-Eficiência, do WBCSD (*World Business Council for Sustainable Development*), em Antwerp (Bélgica), foram definidos sete objetivos para atingir a eco-eficiência, produção mais limpa, ou então a *clean technology*: minimizar a intensidade material de mercadoria e serviços; minimizar a intensidade de energia de materiais e serviços; minimizar a dispersão tóxica; aumentar a reciclabilidade dos materiais; maximizar o uso sustentável de recursos renováveis; estender a durabilidade dos produtos; e aumentar a intensidade dos serviços de produtos e serviços.

Segundo Ayres (1997), há três tipos de tecnologias para reduzir desperdícios e emissões: conservação de energia e materiais, extensão da vida do produto (*re-use, repair, renovation, re-manufacturing, recycling*) e minimização de resíduos – ‘utilização dos resíduos em produto utilizáveis’. Isso é aplicado pela maioria das empresas no mundo, nos dias atuais. Abaixo, os três estágios da eco-eficiência, segundo o autor:



Gráf.1. Três estágios da Eco-eficiência. (Fonte: Ayres (1997))

De acordo com a UNEP, os principais passos para a implementação da tecnologia limpa estão expostos na figura abaixo:

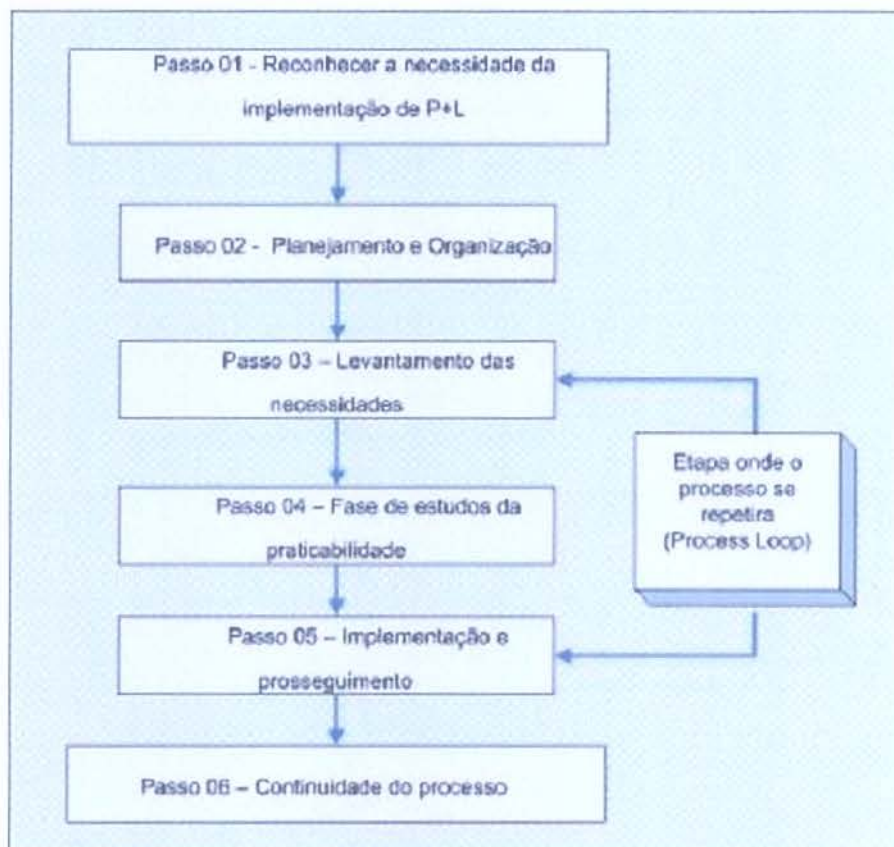


Fig 3. Principais passos para a implementação de P+L (Fonte: UNEP (2009))

Para Maimon (1996), a consciência ecológica apresenta-se de forma mais evidente em países desenvolvidos devido, principalmente, a fatores culturais e econômicos, ao contrário dos países em desenvolvimento. Isso pode ser comprovado pela análise de dados, que mostra o caso do Brasil, em que apenas 15% dos consumidores são considerados “verdes”, enquanto nos Estados Unidos esta porcentagem chega a 37% e na Alemanha a 50%. Isso é diretamente refletido no perfil das empresas e instituições de cada país, assim como na gestão de resíduos e processos.

Além disso, podem ser citados alguns exemplos internacionais sobre como a atividade produtiva, tecnologia e meio ambiente são interligados. Na Austrália, por exemplo, através do programa intitulado *Food for Growth*, pretende-se alavancar as exportações da indústria de alimentos de \$4 bilhões para \$12 bilhões em 2010.

Esse programa tem como respaldo o *slogan “clean and green”*, e é visto como um instrumento de vantagem competitiva e marketing institucional. Os principais problemas que lá são críticos são provenientes da água (salinização e má qualidade), além do fator gestão agrária conturbada. Como soluções adotadas, pode-se citar parcerias entre empresas (tanto para formular planos de ação de melhorias, como para instaurar tecnologias mais limpas) e ação coercitiva da EPA (*Environmental Protection Authority*) através de estudos de casos, projetos demonstrativos, fornecimento de informações pelo Centro Australiano para a Produção Mais Limpa, empréstimos e prêmios pela inovação tecnológica, patrocínios, e também da busca por uma melhor legislação e estratégias industriais de gestão residuais mais avançadas.

Por outro lado, como barreira a esse processo tem-se regulação falha, falta de informação e *expertise*, incentivos econômicos escassos, ciclos econômicos, decisão sob incerteza restrita, problemas sindicalistas, dificuldades em programar a produção mais limpa, etc. Porém, há motivadores: códigos de prática, *networking* entre indústrias, melhorias contínuas, liderança ambiental, relações com fornecedores, percepção da comunidade, consumidores “verdes” e incentivos de comércio exterior. O país, segundo estudo do EPA, está longe da eficiência em prol da tecnologia limpa. No entanto, o desafio é saber priorizar as ações, de acordo com os limites de recursos financeiros e humanos disponíveis.

Já na Bélgica, em 1983, o Centro de Pesquisa e Informações Sociopolíticas, um centro independente, publicou um trabalho intitulado: “O Ecossistema Belga – Ensaio de Ecologia Industrial” (Erkman, 1997). O estudo foi desenvolvido de forma autônoma por seis

pesquisadores de diferentes áreas (biólogos, químicos e economistas), que procuraram apresentar uma visão de conjunto da economia belga, avaliada a partir do fluxo de materiais e energia em contraposição às tradicionais unidades econômicas abstratas. O grupo estudou as cadeias: aço, chumbo, vidro, plástico, madeira e papel, e produção de alimentos. Como resultado, identificaram uma grande desconexão entre atividades que, se fossem integradas, reduziriam os consumos globais de energia e matéria-prima e a produção de resíduos. O estudo concluiu que o funcionamento do sistema industrial belga produzia três tipos de disfunções: os ciclos de materiais, totalmente abertos, levavam os resíduos, que poderiam ser matéria-prima de outros processos, a serem tratados como lixo, com as dificuldades próprias da disposição (ou seja, tecnologia *end-of-pipe*, ainda com gargalos produtivos); a operação de tal sistema implicava grande desperdício de energia; e a estrutura de circulação de materiais produzia poluição. Além disso, contestava a concepção de que o aumento de resíduos fosse inerente ao aumento da produção e do consumo, atribuindo-o, especialmente, ao funcionamento do sistema. Apesar do alcance do trabalho, na época, a proposta teve pouca receptividade.

O Parque Industrial de Burnside, Dartmouth, Canadá, estabeleceu-se há 25 anos em uma zona de comércio e indústrias leves e é constituído de um número muito grande de pequenas empresas. Coté e Smolenaars (1997) desenvolveram um estudo de caso aplicado ao parque, com o objetivo de transformá-lo em um “ecoparque”. Identificaram dificuldades e propuseram intervenções e elementos a serem desenvolvidos para provocar essa transformação. Entre as dificuldades, havia grande superposição de empresas da mesma área, concorrentes entre si, o que trava o estabelecimento das cadeias de produção integradas, a falta de informação e a resistência das mais antigas à mudança. Constataram que, dentre os resíduos que poderiam ser reaproveitados, sobressaíam as embalagens, de vários tipos, os óleos usados e os materiais provenientes da demolição dos edifícios mais antigos do próprio parque. Propuseram o incentivo à instalação de empresas de reciclagem das embalagens e de recuperação dos óleos, e de uma central de transformação dos materiais de demolição para reuso nas novas construções do próprio parque. Como propulsão e apoio à transformação, propuseram os recursos que têm sido considerados pela ecologia industrial: disseminação de informações técnicas quanto a possibilidades de recuperação, reciclagem e reuso; instrumentos econômicos de incentivo à mudança; e ajuste dos regulamentos, quando necessários.

Nos Estados Unidos, a principal fonte de problema da indústria alimentícia é com o recurso água. Um estudo das Nações Unidas aponta novas tendências entre os consumidores norte-americanos, no que tange aos hábitos alimentares e preferências. Assim, um mercado mais competitivo é exigido, além do fator que se gasta muito com água lá. Como soluções, apresentam: o reuso da água, a melhora da qualidade da água (até para as atividades de limpeza nas fábricas), uma regulação mais forte, a procura em extinguir possíveis vazamentos e pontos de desperdício de água e a instalação de medidores nas plantas.

3.2. Legislação Ambiental

As empresas que investiram em tecnologia e instalações para tratamento e disposição de resíduos industriais aguardam a disseminação da ISO 14000, pois as indústrias que aderirem à norma terão que gerenciar adequadamente seus resíduos, e numa maior atuação fiscalizadora por parte dos órgãos de controle ambiental.

Ao comparar a legislação francesa e brasileira, Groszek (1998) diz que não há grandes diferenças. Tanto a legislação brasileira quanto a européia tem os princípios da responsabilidade, que é do gerador de resíduos. Na França e no Brasil o gerador tem a responsabilidade, por exemplo, de escolher um centro de tratamento que seja adequado, legal e ambientalmente, ficando essa escolha sob a sua responsabilidade, e também de escolher um transportador que seja credenciado. O operador, por sua vez, tem a responsabilidade de cumprir as obrigações legais em geral e aquelas decorrentes da licença que ele possui, em particular.

A legislação francesa estabelece que a empresa deve, em primeiro lugar, evitar a geração de resíduo; e que, se houver geração, deve-se primeiramente tentar o reaproveitamento do resíduo, recuperando a matéria-prima; no caso do tratamento fora da usina, deve-se antes buscar um tratamento que possibilite uma valorização térmica; e, em última instância, deve-se utilizar o aterro.

Já no caso argentino, segundo pesquisa da PNUMA (2009), os principais obstáculos que se encontram para o cumprimento da legislação ambiental são a falta de conhecimento e capacitação em matéria ambiental, os interesses econômicos das firmas, a ineficácia da norma ambiental nas exportações, o baixo nível econômico (que dificulta mais ainda a regulamentação) e pouca consciência a respeito do meio ambiente. Ainda em relação à América Latina, o Chile apresenta como limites ao melhor controle legislativo: o

intervencionismo das autoridades políticas em decisões técnicas, problemas de assimetria de informações e fiscalização dispersa e cara.

Por fim, o México tem como principal desafio em relação à legislação, o acesso à justiça ambiental pela comunidade.

3.3. ISO 14000

Em setembro de 1996, com o intuito de atender às novas exigências da sociedade, no que se refere a um meio ambiente ideal, a série de normas internacionais ISO 14000 foi criada. Desde então, se tornou reconhecida como um fundamento básico para um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Um sistema de gestão de acordo com a essa norma será melhor sucedido, com relação à melhoria do desempenho ambiental, se norteado pelos princípios e objetivos da tecnologia limpa, que consistem em prevenir a geração de resíduos e todos os seus desdobramentos quanto ao processo produtivo, produto, embalagens, descarte, destinação, manejo do lixo industrial, relacionamento com os clientes e a política ambiental da empresa (FURTADO, 2000).

Os elementos básicos de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), de acordo com a norma ISO 14001 (1996), incluem a criação de uma política ambiental, o estabelecimento de objetivos e alvos, a implementação de um programa para alcançar essas metas, a monitoração e medição de sua eficácia, a correção de problemas e análise do sistema para aperfeiçoá-lo e a melhoria do desempenho ambiental geral.

Vale destacar, ainda, que essa norma a cada dia torna-se elemento fundamental para a competitividade das empresas, uma vez que há uma cobrança a nível internacional por atitudes que preservem o meio ambiente e sejam sustentáveis, tanto ambiental, quanto economicamente.

3.4. Classificação dos resíduos industriais

A ampla diversidade das atividades industriais causa, durante ou após o processo produtivo a geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, os quais podem poluir/contaminar o solo, a água e o ar.

Os resíduos sólidos são classificados com base na sua periculosidade e solubilidade. De acordo com a Norma Brasileira — NBR 10.004, os Resíduos Classe I são perigosos ou por

inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade. Já os Resíduos Classe II são não-inertes, podendo ter propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Os Resíduos Classe III são inertes, não representando maiores problemas para a saúde pública ou riscos ao meio ambiente.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) editou, em 17 de março de 2005, a Resolução número 357, a qual dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais, assim como estabelece condições e padrões do lançamento de efluentes, definindo que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após tratamento, e desde que obedeçam aos padrões e exigências dispostos nesta resolução.

A classificação dos resíduos industriais tem passado por grandes variações nos últimos anos. Após a classificação de 1993, surgiu uma nova classificação em 1997, que deflagrou numa brutal redução nos quantitativos nacionais estimados para os resíduos industriais perigosos (RIP). Agora, a modificação faz-se no sentido inverso: de 239 tipos de resíduos perigosos da lista CER - Catálogo Europeu de Resíduos de 1997, passamos para 405 na nova listagem LER (Lista Europeia de Resíduos), em que os RIP são assinalados com *. Nessa lista, a classificação é feita de acordo com determinados setores. Abaixo, a listagem dos setores que envolvem alimentos (é importante notar que há vários sub códigos):

02 RESÍDUOS DA AGRICULTURA, HORTICULTURA, AQUACULTURA, SILVICULTURA, CAÇA E PESCA, E DA PREPARAÇÃO E PROCESSAMENTO DE PRODUTOS ALIMENTARES

02 01 resíduos da agricultura, horticultura, aquacultura, silvicultura, caça e pesca

02 01 01 lamas provenientes da lavagem e limpeza

02 01 02 resíduos de tecidos animais

02 01 03 resíduos de tecidos vegetais

02 01 04 resíduos de plásticos (excluindo embalagens)

02 01 06 fezes, urina e estrume de animais (incluindo palha suja), efluentes recolhidos separadamente e tratados noutro local

02 01 07 resíduos silvícolas

02 01 08* resíduos agroquímicos contendo substâncias perigosas

02 01 09 resíduos agroquímicos não abrangidos em 02 01 08

02 01 10 resíduos metálicos

02 01 99 outros resíduos não anteriormente especificados

02 02 resíduos da preparação e processamento de carne, peixe e outros produtos alimentares de origem animal

02 02 01 lamas provenientes da lavagem e limpeza

02 02 02 resíduos de tecidos animais

02 02 03 materiais impróprios para consumo ou processamento

02 02 04 lamas do tratamento local de efluentes

02 02 99 outros resíduos não anteriormente especificados

02 03 resíduos da preparação e processamento de frutos, legumes, cereais, óleos alimentares, cacau, café, chá e tabaco; resíduos da produção de conservas; resíduos da produção de levedura e extracto de levedura, e da preparação e fermentação de melaços

02 03 01 lamas de lavagem, limpeza, descasque, centrifugação e separação

02 03 02 resíduos de agentes conservantes

02 03 03 resíduos da extracção por solventes

02 03 04 materiais impróprios para consumo ou processamento

02 03 05 lamas do tratamento local de efluentes

02 03 99 outros resíduos não anteriormente especificados

02 04 resíduos do processamento de açúcar

02 04 01 terra proveniente da limpeza e lavagem da beterraba

02 04 02 carbonato de cálcio fora de especificação

02 04 03 lamas do tratamento local de efluentes

02 04 99 outros resíduos não anteriormente especificados

02 05 Resíduos da indústria de lacticínios

02 05 01 Materiais impróprios para consumo ou processamento

02 05 02 Lamas do tratamento local de efluentes

02 05 99 Outros resíduos não anteriormente especificados

02 06 Resíduos da indústria de panificação, pastelaria e confeitaria

02 06 01 Materiais impróprios para consumo ou processamento

02 06 02 Resíduos de agentes conservantes

02 06 03 Lamas do tratamento local de efluentes

02 06 99 Outros resíduos não anteriormente especificados

Para melhor compreensão da questão dos resíduos industriais, deve-se considerar a Proposta ZERI (*Zero Emission Research & Initiatives*) que surgiu na UNU (*United Nations University*), nos anos 60, como resultado da convergência de três correntes de pensamento que dominaram o cenário mundial: desenvolvimentista, social e ecológica. Essa proposta surgiu da consolidação dos ideais de desenvolvimento sustentável e da busca de estratégias apropriadas para promovê-lo (Bello, 2001). A UNU convocou o Comitê Internacional com o propósito de elaborar uma política orientada ao planejamento e implementação de estratégias de desenvolvimento sustentável.

Três programas foram postulados: 1) eco-reestruturação – redirecionamento da civilização industrial com ênfase na tecnologia; 2) sustentabilidade ecológica – utilização da capacidade do sistema de tolerar e recuperar-se das intervenções humanas e 3) governabilidade ambiental – utilização de normas e processos institucionais pelos quais o Estado e a sociedade civil gerenciam o desenvolvimento de maneira sustentável.

Sendo assim, o objetivo maior era aumentar a capacidade interna de gerenciamento nos países subdesenvolvidos, como forma de auxiliar a definição de suas próprias estratégias e planos para o desenvolvimento sustentável.

A proposta ZERI se aplica tanto a uma empresa, quanto à totalidade das empresas e com as devidas adaptações, aplica-se também ao setor público. No que se refere ao sistema produtivo, o ZERI promove uma metodologia de mudança empresarial em cinco passos:

Passo 1 – Produtividade total da matéria-prima – linha de ação que consiste em obter que toda matéria-prima esteja contida no produto final, ampliando o seu ciclo de vida.

Passo 2 – Ciclo de Vida de Materiais – planejar e reestruturar a produção industrial de forma cíclica, de forma que toda a matéria-prima seja transformada em bens úteis, ou reintegrada aos ecossistemas sem danificá-los.

Passo 3 – Agrupamentos empresariais – conglomerados empresariais para planejar novas estruturas, no sentido de processar todas as emissões e rejeitos de matéria-prima, reciclar os bens usados, diminuindo os impactos ambientais, devido à produtividade total.

Passo 4 – Descobertas científicas e inovações tecnológicas – fomentar a pesquisa de forma a desenvolver tecnologias que maximizem a utilização dos recursos naturais sem danificar o ambiente, ou como reintegrar os resíduos aos ecossistemas, reconstituindo-os das perdas sofridas com as retiradas.

Passo 5 – Políticas Públicas – os quatro passos anteriores são pressupostos da economia de mercado, mas estes não têm força suficiente para induzir o setor produtivo a preocupar-se com as questões ambientais, daí a importância do suporte do poder público.

3.5. Resíduo Específico: óleo vegetal

Especificamente, no caso dos óleos vegetais (foco do Estudo de Caso em questão), resíduos da produção de margarina, temos alguns exemplos de como funciona a recuperação dessa matéria por algumas indústrias. Um artigo da BDK cita que algumas companhias produtoras de margarina dos Estados Unidos recuperam o óleo resultante dos produtos embalados imprópriamente por meio da junção à margarina e reciclando-a, num processo chamado “*rework*”.

Já na Austrália, foi criado um fundo de assistência à iniciativa governamental de reciclagem de óleo. Esse fundo levantou 34.5 milhões de dólares para fomentar estratégias que aumentassem a sustentabilidade e reuso de óleo. Uma das destinações do dinheiro do fundo era para a incorporação, no caso do resíduo do óleo vegetal, à produção de um lubrificante de fibra têxtil.

No caso do Brasil, a região Sul apresenta alternativas interessantes em relação ao destino do resíduo de óleo vegetal. Através de uma parceria público-privada em Santa Catarina (Chapecó), foi montada uma usina de reciclagem em que são produzidos sabão em pedra e biodiesel, a partir do resíduo de óleo como matéria prima. Abaixo, imagens da Usina de biodiesel e da Fábrica de sabão, respectivamente:



Fotos 1 e 2: Usina de biodiesel e Fábrica de sabão

Em Belo Horizonte (MG), além de ser tratado e destinado à produção do biodiesel, o resíduo do óleo vegetal é encaminhado para a produção de ração animal.

Em se tratando da outra filial (localizada no Canadá) da *Empresa Alimentícia* em estudo, temos, da revista Time de março de 2005: *"Manufacturing 84 million kg. of margarine and other vegetable-oil products every year; the 170 employees of Unilever Canada's Rexdale, Ontario, plant haven't hesitated to submit their ideas for saving energy under the plant's Watt Watchers Energy Team program. Since 2001 the plant has turned 120 ideas into energy-efficiency projects, saving about \$3 million in energy costs and eliminating about 23,000 tonnes of greenhouse gases. Two of the more innovative projects include using waste oil and margarine as fuel for boilers and a water treatment process that reduces water consumption and reclaims heat"*.

Assim sendo, além da sistemática dos 3R's e da compostagem orgânica, a planta do Canadá apresenta uma inovação no que tange o uso do resíduo de óleo da margarina (utilização do resíduo do óleo vegetal como combustível para *boilers*).

3.6. Tecnologia: Como fazer dela nosso servo, ao invés de nosso mestre?

A resposta que a revista da UNEP fornece é: "Não há o que substitua a inteligência humana e sua transformação em poder. O desafio consiste em balancear senso comum e inovação. Isso envolve aceitação geral pela ciência, indústria, e consumidores do princípio da Precaução. Esse princípio – mais conhecido popularmente por "melhor prevenir do que remediar" - fornece uma ação preventiva a ser tomada onde há grande evidência que algo possa causar um dano irreversível para alguém ou para o meio ambiente, mesmo que não haja nenhuma prova absoluta disso. O Princípio tem sido criticado por impedir o progresso, mas, se aplicado propriamente, pode impulsionar tecnologias seguras, ao passo que minimiza tipos de danos que tem sido levados com imprudência, por exemplo, a questão da camada de Ozônio e do clima.

CAPÍTULO 4 - Estudo de Caso: Multinacional alimentícia

4.1. Caracterização da empresa

O quarto capítulo abrangerá o estudo de caso de uma empresa de bens de consumo de grande porte, multinacional e líder mundial na produção de margarina, sendo a vice-líder no ramo aqui no Brasil. A planta localiza-se em Valinhos/SP, cidade com população de aproximadamente 105.282 habitantes, contida na Região Metropolitana de Campinas. A fábrica em questão foi construída em 1970, e atualmente emprega 1510 funcionários, além de ser considerado elemento propulsor da economia desta cidade paulista.

A Empresa Alimentícia em estudo faz parte de um grande conglomerado, cujas matrizes localizam-se em Londres (*UK*) e Rotterdam (*Netherlands*). Abaixo, o histórico de produção de resíduos de todas as plantas da companhia estudada, em kilogramas/toneladas:

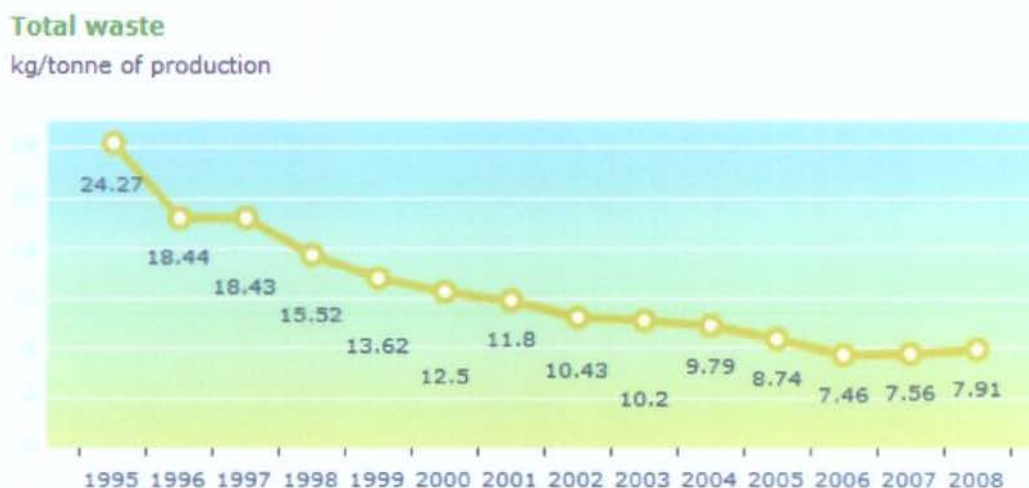


Fig.4. Geração residual total da companhia – dados globais. Fonte: site da Empresa

Durante o processo produtivo, há geração de passivos ambientais. Na fabricação da margarina na planta de Valinhos, 93% dos resíduos resultantes são reciclados, enquanto os 7% restantes possuem destinações diferenciadas, devido ao caráter residual de cada um destes.

Dentre esses 7%, destacam-se: resíduos de varrição da fábrica, resíduos do processo de branqueamento de óleo vegetal, resíduos sólidos gerados fora do processo industrial, resíduos sanitários, resíduos de construção civil (terra), EPI's (equipamentos de proteção individual – calçados, capacetes, óculos, uniformes), sucata eletrônica, resíduos de construção civil (gesso), resíduos de limpeza de dutos de ar condicionado e resíduos de plástico laminado.

O procedimento de gerenciamento de resíduos se dá por meio do Analista de Meio Ambiente, responsável por estabelecer uma sistemática para o gerenciamento residual, bem como a sua manutenção, juntamente com os coordenadores da fábrica. O gerenciamento de resíduos gerados nas áreas em suas atividades deve seguir algumas recomendações que determinam cuidados aplicáveis para cada tipo de resíduo, desde a geração, estocagem, transporte interno, movimentações, transferência e destinação final. Caso alguma atividade ou operação nova gerar algum resíduo diferente, a área de meio ambiente deve ser comunicada para que, em conjunto com as áreas, possa definir uma forma de gerenciamento apropriado.

É de responsabilidade do setor gerador o acompanhamento das movimentações internas do resíduo, quando houver realocação dos mesmos. Esta responsabilidade estende-se desde a solicitação de transporte e outros recursos que se façam necessários. Durante o manuseio dos resíduos devem ser tomadas precauções para evitar derramamentos e o contato do produto com o ambiente externo. Deverão ser seguidos procedimentos de segurança, assim como os EPI's aplicáveis para cada operação.

Quanto à disposição dos resíduos, cabe ao Setor de Segurança e Meio Ambiente a busca de alternativas para a destinação desses, através de contato com fornecedores e obtenção de licenças junto aos órgãos ambientais. O processo de retirada de resíduo estocado na Fábrica para a destinação final deve ser acompanhado por um representante da área e/ou pelo setor de Segurança e Meio Ambiente, o qual sempre que necessário, estará acompanhando a destinação dos resíduos. Ademais, tal setor deverá manter registros que comprovem a destinação final de resíduos. Vale ressaltar que para saída de resíduos de papelão, papel, plásticos, metais e madeira, é dispensado o acompanhamento para o exterior da planta.

Abaixo, a quantidade de resíduos reciclada na fábrica, mensalmente, em toneladas:

Tabela 4.1: Resíduos destinados à reciclagem (dados até Novembro de 2009).

RESÍDUOS PARA RECICLAGEM (ton)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	YTD
Plásticos	19,11	16,19	13,79	14,18	11,44	21,34	16,68	16,09	19,73	20,07	23,61	192,24
Papel / Papelão	73,32	56,12	46,91	41,92	44,92	53,56	47,44	29,40	41,67	69,00	51,89	556,15
Melais	4,07	3,74	10,95	5,28	5,80	5,88	1,54	3,94	4,14	4,33	2,84	52,51
Tambores	2,96	2,44	1,48	0,70	1,04	1,10	0,30	0,56	0,88	0,40	0,96	12,80
Madeira	49,55	35,99	24,79	36,43	36,49	41,66	28,92	41,51	37,90	46,25	33,10	412,59
Bombonas Plásticas	1,05	0,69	0,51	0,42	0,80	1,17	0,52	0,73	0,72	0,48	0,74	7,80
Óleo Ácido + Tocopherol	322,00	287,00	238,52	283,00	418,00	433,00	359,00	360,00	427,00	404,00	336,00	3867,52
Resíduo de Óleo Lubrificante	0,85	0,00	0,85	0,00	0,88	0,00	0,85	0,85	0,00	0,85	0,00	5,13
Resíduo de Farinha	4,12	2,64	5,72	1,18	2,80	2,74	1,94	4,18	4,06	1,82	5,52	36,72
Bolo Catalítico (Reprocessa)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00
Terra Branqueante sem Níquel (BioLand)	32,97	34,31	35,60	42,53	43,05	63,26	55,37	50,91	53,48	49,64	52,07	513,19
Lactofil; Cream Doriana e Cuisine (TransOliva)	294,90	330,92	281,22	220,86	224,20	357,98	166,10	194,94	184,90	294,58	294,34	2844,94
Lâmpadas fluorescentes	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,13	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,44
Plásticos Laminados	0,20	0,10	0,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
Resíduos químicos coprocessados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,34

Fonte: Dados da empresa (Novembro de 2009)

Conforme dito, de todo montante residual, 7% não são reciclados, sendo enviados para aterro industrial controlado (neste caso, o chamado Estre – localizado em Paulínia). São para esses resíduos que a empresa busca alternativas continuamente. Dessa minoria que vai para o Estre, todos são classificados como não-perigosos/não-inertes, e são armazenados em caçambas ou coletores apropriados.

4.2. Principal resíduo da indústria em estudo: óleo vegetal

No caso do principal resíduo da indústria, que é derivado do óleo vegetal, matéria prima na produção das margarinas, temos que as etapas pelas quais um óleo é processado durante o seu refino dependem da finalidade e das características esperadas do produto final. Por exemplo, na fabricação das margarinas, utiliza-se uma mistura de diferentes óleos, sendo a proporção destes componentes dependente da finalidade da margarina (margarina de mesa, de cozinha ou para fins industriais).

A *Empresa Alimentícia* refina todos os óleos que são utilizados na composição dos produtos. A refinaria da empresa é dividida em áreas para a realização das etapas de degomagem, neutralização, secagem, branqueamento, filtração e desodorização do óleo. Após a secagem, adiciona-se terra branqueante ao reator para uma etapa de branqueamento do óleo. É desse processo que surge o resíduo terra branqueante, com ou sem níquel.

Cada um dos tipos de óleos processados pode passar por diferentes etapas de tratamento, resultando em 14 possibilidades de óleo refinado. Após o refino, esses óleos são armazenados em tanques até serem utilizados para a preparação dos produtos. Os fluxogramas a seguir ilustram alguns dos processos de refino que são empregados:

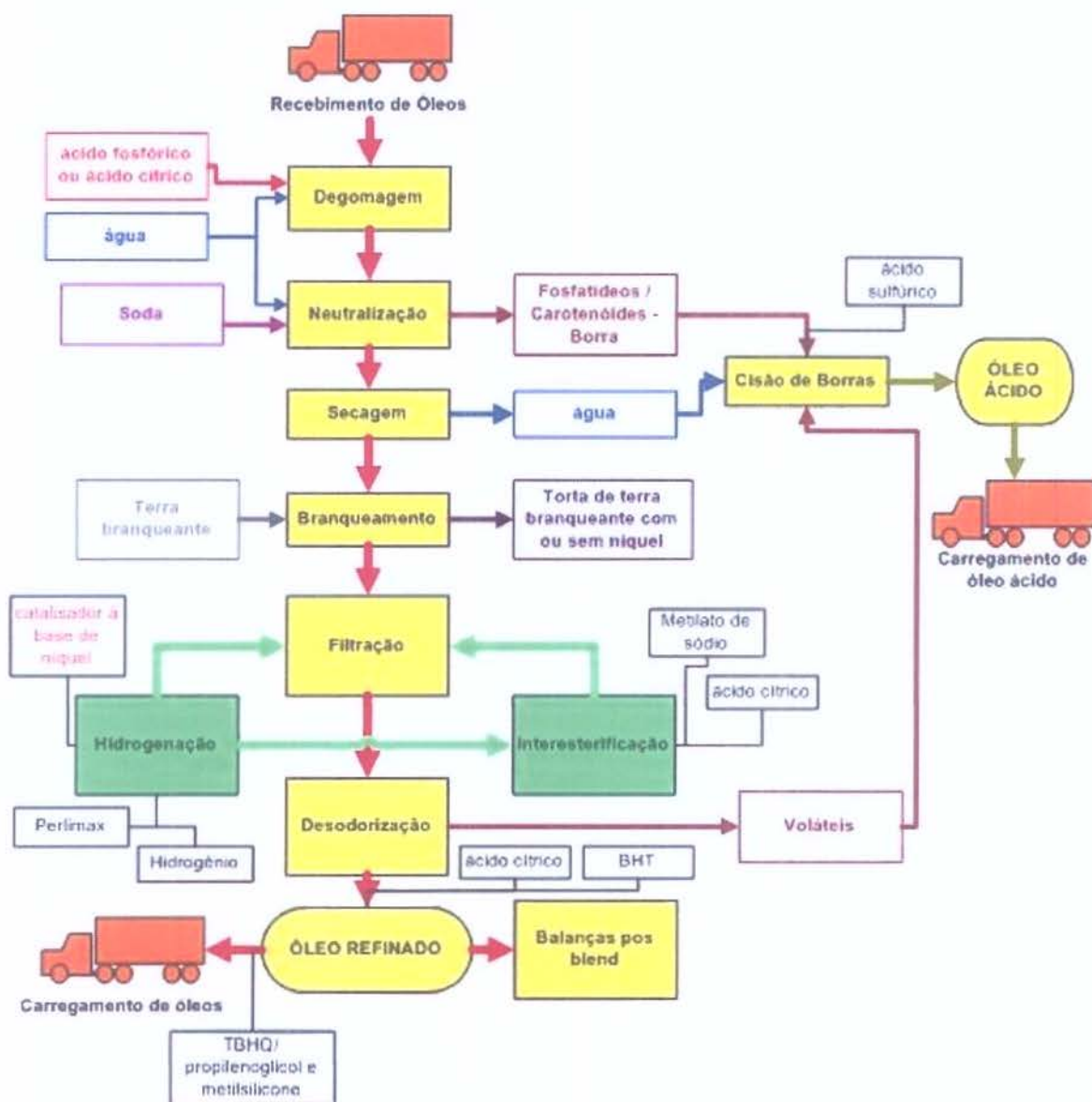


Fig 5. Processo de refino de óleo (Fonte: Dados da empresa (Setembro de 2009))

A refinaria da *Empresa Alimentícia* também apresenta a área de Cisão, que é responsável pelo tratamento da borra gerada na neutralização do óleo. Essa borra é tratada utilizando ácido sulfúrico e soda cáustica a fim de obter um subproduto, o óleo ácido. Além desse subproduto são gerados: a borra da cisão, a água separada do óleo ácido por decantação e um condensado ácido, proveniente da lavagem dos vapores de ácido sulfúrico. O

condensado ácido gerado na Desodorização também é uma forma de óleo ácido e é comercializado juntamente com o subproduto da Cisão.

Os efluentes líquidos gerados no refino dos óleos são direcionados para uma área de pré-tratamento, denominada *Fat Trap*. Nesse tratamento, através de um processo de decantação, obtém-se um efluente com menor carga orgânica, sendo o óleo separado enviado para a área de Cisão.

4.3. Resíduos de óleo não reciclados

O processo de refino de óleo vegetal gera resíduos em cada uma de suas etapas. Um estudo dos registros da *Empresa Alimentícia* e uma avaliação visual da planta possibilitaram a identificação dos resíduos gerados no processo de refino de óleo vegetal, a classificação destes, o armazenamento e o tratamento/disposição final. Essas informações encontram-se na tabela abaixo:

Tabela 4.2: Identificação dos resíduos gerados no processo de refino de óleos vegetais

Resíduo	Etapa geradora	Classificação (NBR10004)	Armazenamento	Tratamento e disposição final
Terra branqueante	Branqueamento/Deniquelamento	Classe IIA	Caçamba (17m ³)	Compostagem e processo de recuperação externo
Torta Catalítica	Hidrogenação	Classe IIA	Caçamba (5m ³) e Tambor (170kg)	Compostagem e tratamento interno
Borra da Cisão	Cisão	Classe IIA	Caçamba (17m ³)	Processo de recuperação externo
Efluente Líquido	Fat Trap	*	-	ETE

* o efluente líquido se enquadra no artigo 18 do Decreto 8468/76, que prevê um pré-tratamento para ser lançado no corpo receptor.

Fonte: dados da Empresa (Setembro de 2009).

Em relação ao acondicionamento residual, temos que as caçambas e os tambores estão localizados abaixo dos equipamentos nos quais são gerados os resíduos, e a borra da cisão é direcionada ao tanque de armazenamento através de tubulações. Todos esses recipientes estão identificados e localizados em áreas devidamente cobertas. Somente para os efluentes líquidos não há uma forma de armazenamento, visto que estes seguem um processo de tratamento contínuo.

Já no que tange a disposição dos resíduos no final do processo, a *Empresa* atua da seguinte forma: a terra branqueante enviada para compostagem é utilizada para fabricação de fertilizantes, enquanto a terra branqueante do deniquelamento e da interesterificação é enviada para aterro controlado, pois seu teor de níquel (0,3 %) excede o limite para a fabricação de fertilizantes.

A torta catalítica é vendida para uma empresa que recupera o níquel presente no resíduo através de um processo eletrometalúrgico. Esta recuperação é viável devido ao alto teor de níquel desse resíduo (10,7 %), diferentemente do que ocorre para a terra branqueante com níquel, que apresenta um baixo teor deste material e não é adequada para esse tratamento.

A borra da cisão é reaproveitada em um processo de fabricação de aditivos e lubrificantes. O efluente líquido é enviado para a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) da planta. O efluente tratado é lançado no corpo receptor e o lodo gerado é enviado para a mesma empresa que realiza a compostagem da terra branqueante.

Abaixo, algumas imagens da planta, mais especificamente, do processo de refino de óleo vegetal:



Foto 3: Reator de Branqueamento.



Foto 4: Filtro prensa manual.



Foto 5: Visão frontal e interna de caçamba com terra com níquel.

4.4. Análises das formas de tratamento e disposição final residual

A compostagem trata-se de um processo de transformação de materiais em orgânicos em um material rico em húmus e nutrientes minerais e que apresenta características físicas, químicas e biológicas superiores, do ponto de vista da agricultura, àqueles encontrados na matéria prima. Assim sendo, ao destinar os resíduos para compostagem, o gerador encerra, em princípio, sua responsabilidade sobre os mesmos.

Pelas supracitadas vantagens e por não ter sido encontrada nenhuma forma de tratamento mais adequada, considerou-se ainda viável manter essa forma de disposição final para a terra branqueante gerada na etapa de branqueamento do óleo.

Em contrapartida, um aterro industrial é uma forma de disposição especialmente projetada para garantir um confinamento seguro dos resíduos sólidos industriais que podem causar danos relacionados à poluição ambiental e à proteção da comunidade. No entanto, do ponto de vista ambiental e econômico, é mais interessante o reaproveitamento do resíduo, para evitar que este contribua para a saturação dos aterros e também, para reduzir os custos à planta (o custo médio de destinação ao aterro é de R\$ 85.000,00 ao ano).

Ademais, vem-se estudando o desenvolvimento de uma olaria para destinação da terra branqueante com níquel. Tal projeto teve início no começo de 2009, e sua implantação, caso prove viabilidade ambiental e econômica, será dada em meados do primeiro semestre de 2010. Testes para blocos de fechamento com argila e a terra resultante do processo estão em andamento, e há uma possibilidade de estabelecer uma parceria com as olarias da região.

A borra da cisão é reaproveitada para fabricação de aditivos e lubrificantes. Como esse resíduo apresenta um baixo valor agregado, devido ao fato de ser um resíduo gerado do tratamento de outros resíduos, há dificuldades quanto a alternativas para seu reaproveitamento e por isso, optou-se por manter a forma atual de tratamento desse resíduo.

Em relação ao efluente líquido, devido às suas características após o *Fat Trap*, que impedem o lançamento direto no corpo receptor, e à existência de uma ETE, que realiza o tratamento de todo o efluente do site e atende os parâmetros exigidos pela legislação, a forma atual de tratamento é considerada a mais viável para a *Empresa Alimentícia*.

CAPÍTULO 5 - Conclusão

Da análise e comparação com os casos de gestão residual presentes no trabalho, o Estudo de Caso da *Empresa Alimentícia* nos permite inferir que, a partir de seus procedimentos tomados, o caso de Valinhos pode ser considerado em linha com o que ocorre em outras empresas ou regiões.

As soluções apresentadas pela planta encontram-se num patamar parecido ao de outras indústrias, como por exemplo, na destinação dos resíduos para a fabricação de lubrificantes, aditivos ou para a compostagem. O tratamento dos efluentes também remete ao que ocorre na planta do Canadá, já que, conforme visto no Capítulo 3 há reuso e redução do dispêndio de água.

No entanto, é importante notar que há um elemento que difere o caso brasileiro do caso canadense. Aqui, não se implantou o uso do resíduo do óleo vegetal como combustível, como ocorreu em Ontário. Segundo a analista de Meio Ambiente da planta de Valinhos, tal alternativa não é utilizada aqui, somente por motivos de custos operacionais. Já foi cogitada essa medida, no entanto, foi refutada, após uma análise do custo-benefício que tal alternativa traria à planta e ao processo em si.

A política de gestão ambiental da *Empresa Alimentícia* está bem consolidada, pois todos os resíduos são destinados a fornecedores ambientalmente qualificados, buscam-se constantemente soluções para reaproveitamento de resíduos e projetos focados na minimização da geração de resíduos já são desenvolvidos.

Contudo, isso não significa que a empresa pratica a *clean technology* por inteiro. A maior parte de seus processos conta com a tecnologia *end-of-pipe*, ou seja, procura tratar a questão dos resíduos no final do processo produtivo. Entretanto, esse é o caso tanto da empresa em estudo, quanto da empresa no Canadá, e dos demais exemplos supracitados. Há um esforço em direção da melhor gestão e reaproveitamento dos resíduos, mas que não é refletido no processo produtivo.

Assim, conclui-se também que a *clean technology*, apesar de ter se expandido recentemente e de modo rápido pelos modos produtivos de muitas empresas, não conseguiu atingir de forma contundente a indústria alimentícia, especificamente, a que usa óleo vegetal como matéria prima. Há perspectivas de mudanças desse cenário, no entanto, mais em longo prazo.

Ainda há bastantes medidas e mudanças a serem implementadas, mas o mundo corporativo tem se conscientizado rapidamente da importância de sua participação na preservação do meio ambiente, não só para a preservação do planeta, mas como também para garantir sua própria lucratividade e longevidade. Uma tendência que pode ser notada é o constante investimento das empresas em Pesquisa e Desenvolvimento, a fim de garantir que a inovação esteja sempre presente e que aperfeiçoe seus processos e produtos.

A diferenciação dos concorrentes, o aumento da lucratividade e o ganho de espaço no mercado tem se dado cada vez mais via investimentos e inovações que acabam passando pela questão da sustentabilidade. Há diversas outras motivações que podem levar as empresas a seguirem esse caminho: cumprir uma legislação ambiental, atender às novas demandas de um mercado consumidor cada vez mais exigente, construir junto ao público uma imagem de empresa consciente ou ainda a sobrevivência a médio e longo prazo. A sustentabilidade atingiu a maioria das empresas, porém não da forma ideal. Isto é, falta muito para chegar na *clean technology*, da forma em que é pregada. Pode-se dizer que a tecnologia de *end-of-pipe* está muito bem consolidada, e que a partir de agora, é que esforços em direção à produção mais limpa começarão a ser pensados.

CAPÍTULO 6 - Referências Bibliográficas

AUSTRALIAN GOVERNMENT – Department of the Environment, Water, Heritage, and the Arts. <http://www.oilrecycling.gov.au>

AYRES, R. U. *Toward Zero Emissions: is there a feasible path? - introduction to ZERI phase II. Tokyo: UNU/IAS, 1997.*

BATISTA, J. M. *et al.* Programa Nacional para o uso eficiente da água (versão Preliminar). Laboratório Nacional de Engenharia: Lisboa, 1993.

BDK do Brasil. <http://www.bdk.com.br>

BELLO, C. V., 2001. Uma proposta de sistema de gerenciamento empresarial voltado ao desenvolvimento sustentável: a visão integrada, quadro de referência e seus condicionantes e requisitos. Florianópolis: UFSC, Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina).

BISHOP, P.L., 2000. *Pollution Prevention: Fundamentals and Practice*. 1st ed.

BUCHHOLZ, R.A., 1998. *Principles of Environmental Management: The Greening of Business*. 2nd ed. New Jersey: Prentice – Hall.

CALBERONI, Sebatai. Os bilhões perdidos no lixo. 4^o ed. Humanista Editora.FELCH/ USP

2003.

CAVEDON, Fernanda de Salles et al. Função ambiental da Propriedade urbana e área de preservação permanente: a proteção das águas no ambiente urbano. In: Anais do 7^o Congresso Internacional de Direito Ambiental. São Paulo: Imprensa Oficial, 2003.

CETRIC – Central de Tratamento e Disposição de Resíduos Industriais e Comerciais. <http://www.cetric.com.br>

CMMAD - COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso Futuro em comum. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

COTÉ, R. P., SMOLENAARS, T. *Supporting pillars for industrial ecosystems*, [s.l.], *J. Cleaner Prod.*, v. 5, n. 1/2, p. 67-74, 1997.

DAGSPUTA, S., LUCAS, R.E.B., WHEELER, D., 1998. *Small Plants, Pollution and Poverty: New evidence from Brazil and Mexico*. World Bank Policy Research Department Working Paper, November.

DONAIRE, D., 1995. *Gestão Ambiental na Empresa*. São Paulo: Atlas.

EPA. Mackenzie, R., Hamilton, S., 2009. *Strategies for promoting cleaner production in the food industry*.

EPELBAUM, M., 2004. A influência da gestão ambiental na competitividade e no sucesso empresarial. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

ERKMAN, S. *Industrial ecology: an historical view*, [s.l.], *J.Cleaner Prod.*, v.5, n. 1/2, p. 1-10, 1997.

FURTADO, J.S., 2000. ISO – 14.001 e produção limpa: importantes porém distintas em seus propósitos e métodos.

HIGGINS, T.E., 1995. *Pollution Prevent Handbook*. Boca Raton: Lewis Publishers.

LaGrega, M.D., Buckingham, P.L., Evans, J.C., 1994. *The Environmental Resources Management Group. Hazardous Waste Management*. Singapore: McGraw-Hill.

LENZI, C. L., 2006. *Sociologia ambiental: risco e sustentabilidade na modernidade*. São Paulo: Edusc.

LER, 2009. Lista Europeia de Resíduos - http://www.terrafertil.pt/pdf/Lista_Europeia_Residuos.pdf

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

MEADOWS, D.H., MEADOWS, D.L., RANDRES, J., BEHRENS, W.W., 1972. *The Limits to Growth*. England: Universe Books

MORANDI, S., GIL, I. C. *Tecnologia e meio ambiente*. São Paulo: Copidart Editora, 1999.

NASCIMENTO, L.F, Lemos, A.D.C., Mello, M.C.A., 2008. *Gestão Socioambiental Estratégica*. Porto Alegre: Bookman.

ONESTONE – www.onestone.de/enviropress.html

PORTER, M. E. *Competição: on competition: estratégias competitivas essenciais*. Rio de Janeiro Campus 1999.

- RECÓLEO – Coleta e Reciclagem de Óleo Vegetal. <http://www.recoleo.com.br>
- ROMEIRO, Ademar R., 2001. Economia ou Economia Política da Sustentabilidade? Campinas, SP: UNICAMP. IE, Textos para Discussão n.:102.
- ROY, R., 2000. *Sustainable Product – Service Systems*. Futures, v. 32, p. 289-299.
- RUGMAN, A.M., 2002. *International Business – Critical perspectives on business and management*. Routledge.
- SANCHÉZ, L.E., 2001. Desengenharia – O Passivo Ambiental na Desativação de Empreendimentos Industriais. São Paulo: EdUSP.
- SHEN, T.T., 1995. *Industrial Pollution Prevention*. Berlim: Springer – Verlag
- THOMAS, S.T., 1995. *Facility Manager's Guide to Pollution Prevention and Waste Minimization*. 1st ed. Washington: BNA Books.
- TIME, 2005. http://www.torontowestcaer.com/members_activities_files
- TUNZA, 2009. UNEP (United Nations Environment Programme – www.unep.org – Technology and the environment. Vol 5, n.3.
- UNCTAD – UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2009. *A Manual for Preparers and Users for Eco-efficiency Indicators*. Disponível em: <<http://www.unctad.org>>.
- UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME, 2003. *Cleaner Production Key Elements*. Disponível em: http://www.uneptie.org/pc/cp/understanding_cp/cp_policies.htm.
- WRI – WORLD RESOURCES INSTITUTE. *La empresa sostenible en America Latina*. Washington, DC: WRI, 1997.