



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Faculdade de Engenharia
Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente
Mestrado em Engenharia Ambiental



O GERENCIAMENTO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA: PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO E
REDUÇÃO DE RESÍDUOS. O CASO DA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

Elizeu Rosental Netto

Orientador: Elmo Rodrigues da Silva
Co-orientador: Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos

Rio de Janeiro
Agosto de 2002

O GERENCIAMENTO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA: PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO
E REDUÇÃO DE RESÍDUOS. O CASO DA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

Elizeu Rosental Netto

Trabalho final submetido ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Data da defesa: 30 de Agosto de 2002

Aprovada por:

Prof. Elmo Rodrigues da Silva, D.Sc. - Presidente
PEAMB/UERJ

Prof. Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos, D.Sc.
PEAMB/UERJ

Prof. Cláudio Fernando Mahler, D.Sc.
COPPE/UFRRJ

Rio de Janeiro
Agosto de 2002

ROSENTAL NETTO, ELIZEU

O gerenciamento ambiental na indústria: prevenção da poluição e redução de resíduos. O caso da indústria farmacêutica [Rio de Janeiro] 2002.

xix, 173 p. 29,7 cm (FEN/UERJ, Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental – Área de Concentração: Saneamento Ambiental – Controle da Poluição Urbana e Industrial, 2002.)

Dissertação – Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ.

1. Prevenção da Poluição
 2. Redução de Resíduos
 3. Produção mais Limpa
 4. Resíduos Industriais
 5. Indústria Farmacêutica
- I. FEN/UERJ II. Título (série)

Para Gisélia, cúmplice de um mesmo sonho, e para Juliane e Augusto, representantes de uma geração futura.

Pai eu te AMO!!!

Ass: Jujuu!!! 23.03.2002

“Pollution Prevention Makes Good Business Sense”

Mc Bee, 1998

“How does Pollution Prevention Make Sense?

It Pays to Reduce Waste

Reduce your Regulatory Burden

It's your responsibility

It's the Law

It's the Right Thing to Do

It's our Future”

Mc Bee, 1998

AGRADECIMENTOS

Inesquecível o dia em que iniciei esta dissertação. Foi numa manhã ensolarada de sábado que, já com o computador ligado e o arquivo recém aberto ainda em branco, afastei-me por um instante da telinha do computador. Quando retornei, lá estava estampada no alto da primeira página, aquelas que viriam a ser as primeiras letras do meu trabalho, uma mensagem singela nascida do coração da Juliane, a quem sou grato pela energia motivadora de que tanto necessitava naquele momento para vencer o atrito inercial da largada. Minha gratidão a Deus por toda sua benevolência. A meu pai (*in memoriam*) e à minha mãezinha pelo afeto e pela oportunidade de construir minha trajetória. À minha amada Gisélia e aos meus adoráveis filhos Juliane e Augusto pelo carinho, apoio e paciência que sobejaram ao longo de dois anos de estudos e imersões. Ao corpo docente do curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – PEAMB / UERJ, pelas gratificantes aulas interativas e ao meu orientador Elmo Rodrigues da Silva e co-orientador Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos pela devoção em conosco compartilharem suas experiências e percalços nesta espinhosa jornada de uma carreira interdisciplinar. À primeira turma de Mestrado do programa PEAMB (Almir, Andréa, Cynthia, Gusmão, Fátima, José Carlos, Júlio, Lilian, Lima, Luís Fernando, Mônica, Pimenta, Rafael, Sílvio, Vera e Werner) pela sua singularidade e extraordinária riqueza de experiências nas mais diversas áreas e segmentos de aplicação da engenharia sanitária e ambiental. À Merck S/A Indústrias Químicas, na pessoa do Dr. Flávio Alves, por haver-me cedo confiado a responsabilidade por Gestão Ambiental e Projetos Especiais, abrindo-me as portas a um deslumbrante aprendizado em nível corporativo, e especialmente ao Dr. Alberto Ajncyer, pelo beneplácito e incentivo a este auto-desenvolvimento externo, pela revisão do conteúdo e anuência à publicação de um caso prático relacionado ao objeto desta pesquisa. Finalmente dois agradecimentos especiais: ao Dr. Pedro Marcio Braile, ícone da Engenharia Sanitária e Ambiental no Brasil, que há tempos abriu-me os horizontes da dimensão ecológico-ambiental, por seus ensinamentos, e à Dr^a Victoria Valli Braile, pelo incondicional desprendimento em doar-me de seu precioso tempo, de seu brilhantismo intelectual e de sua vivência pessoal ao longo de 40 anos de militância em benefício da Qualidade Ambiental, a quem agradeço pelo estímulo, pela revisão deste trabalho e por suas valiosas e imprescindíveis críticas e contribuições.

RESUMO

Vinte anos atrás, as pessoas achavam que melhorar a qualidade era sinônimo de agregar custos. Dez anos atrás muitos pensavam o mesmo sobre a melhoria das condições de segurança. Hoje, muitos ainda têm a mesma idéia sobre a melhoria do desempenho ambiental. Na realidade, a eco-eficiência é uma forma bem documentada por empresas de porte e segmentos diversos, de agregar valor diretamente à linha de resultados. Porém ainda é incipiente, no Brasil, a tomada de consciência dos efeitos colaterais de práticas gerenciais ultrapassadas, calcadas numa visão equivocada de que é impossível conciliar economia com proteção ambiental. A análise do cenário ambiental brasileiro quanto ao gerenciamento ambiental de resíduos industriais desnuda a urgência por mudanças paradigmáticas do setor empresarial ancoradas no aspecto preventivo da poluição ambiental. Este cenário contrasta com o crescente aparelhamento legal e institucional do país em relação à Prevenção da Poluição (P2) e à Produção mais Limpa (P+L) que oferece ao setor industrial um caminho para gerenciar os impactos do crescimento industrial sobre o meio ambiente, permitindo ao mesmo tempo o crescimento econômico. Importantes obstáculos à adoção de tais políticas recaem sobre a falta de informações e o desconhecimento de técnicas especializadas por parte do empresariado. A contribuição deste projeto de pesquisa, além de pesquisar, organizar e colocar à disposição informações focadas nas boas práticas internacionais industriais de Prevenção da Poluição e Produção mais Limpa, é publicar um exemplo prático bem sucedido na indústria farmoquímica e apresentar uma proposta metodológica para implementação de um programa de prevenção da poluição na indústria farmacêutica.

Palavras-chave: prevenção da poluição, redução de resíduos, produção mais limpa, resíduos industriais, indústria farmacêutica, gestão ambiental, meio ambiente.

ABSTRACT

Twenty years ago, everybody thought that support for quality would cost extra. Ten years ago, most people had the same idea about improvement of safety conditions. Many people view the environment in the same way today. In fact, eco-efficiency is a very well documented way to add value directly to the profit line. Brazilian current status regarding environmental awareness and management practices indicates the need and urgency of a preventive approach, contrasting with the high legislation level and institutional advances in Pollution Prevention and Cleaner Production initiatives. Some obstacles are lack of knowledge and information on it. The purpose of this project is to publish a successful case study in the pharminochemical industry and to provide a practical tool addressing how to implement a pollution prevention program in the pharmaceutical industry.

Key words: pollution prevention, waste reduction, cleaner production, industrial wastes, pharmaceutical industry, environmental protection, environmental management.

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT	ix
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE QUADROS	xiv
LISTA DE TABELAS	xiv
RELAÇÃO DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Colocação do Problema, Questões de Pesquisa e Justificativa	2
1.2 Objetivos.....	5
1.3 Relevância, Antecedentes e Tendências.....	5
1.4 Metodologia.....	20
2. DIRETRIZES INTERNACIONAIS E NACIONAIS – O CONTEXTO E ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS DE PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO (P2) E REDUÇÃO DE RESÍDUOS (R2), E O CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO NA GERAÇÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS (RI's).....	22
2.1 Marcos Históricos e Políticas	22
2.1.1 O Contexto Internacional.....	22
2.1.2 O Contexto Nacional	27
2.2 Aspectos Legais e Institucionais.....	30
2.2.1 A Experiência Internacional	30
2.2.2 A Experiência Nacional.....	32
2.3 Cenário Atual no Brasil	40
2.3.1 Geração e Gerenciamento de Resíduos Industriais	40
2.3.2 Desempenho Ambiental, Auto-Controle e Ação Fiscalizadora.....	48
3. PROGRAMAS DE PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO (P2).....	52
3.1 Base Conceitual	52
3.2 Níveis de Atuação da Prevenção da Poluição	59
3.3 Programas de Prevenção da Poluição – Avaliação.....	63
3.3.1 Prevenção da Poluição no Programa Atuação Responsável.....	64
3.3.2 <i>EPA Federal Facility Pollution Prevention Planning Guide</i>	65
3.3.3 <i>A Practical Guide to Pollution Prevention Planning</i>	67
3.3.4 Manual de Implementação de um Programa de P2	67

3.3.5	Prevenção de Resíduos na Fonte & Economia de Água e Energia	68
3.3.6	<i>Pollution Prevention Assessment Manual</i>	68
4.	CASOS DE SUCESSO	70
5.	PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO E REDUÇÃO DE RESÍDUOS NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA.....	83
5.1	A Indústria Farmacêutica – Perfil e Classificação.....	83
5.2	Descrição dos Processos e Operações	86
5.2.1	Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)	86
5.2.2	Síntese orgânica (síntese química)	87
5.2.3	Extração de produtos naturais.....	88
5.2.4	Fermentação.....	88
5.3	Metodologia para Implementação de um Programa de P2 e R2 na Indústria Farmacêutica.....	96
5.3.1	Comprometimento da direção da empresa	96
5.3.2	Constituição da equipe de P2	97
5.3.3	Elaboração da Política (ou Declaração de Compromissos).....	98
5.3.4	Estabelecimento de prioridades, objetivos e metas	98
5.3.5	Elaboração de cronograma de atividades	99
5.3.6	Disseminação de informações sobre P2 a todos os colaboradores.....	100
5.3.7	Levantamento de dados	100
5.3.8	Escolha dos indicadores de desempenho.....	101
5.3.9	Identificação de oportunidades de P2.....	101
5.3.10	Levantamento de tecnologias alternativas.....	102
5.3.11	Estudo de viabilidade econômica (análise custo/benefício).....	102
5.3.12	Prioritização e seleção das oportunidades de P2 a serem implementadas.....	103
5.3.13	Implementação das medidas de P2 prioritárias	103
5.3.14	Avaliação dos resultados	110
5.3.15	Manutenção do programa	111
5.4	Formulários de Avaliação de Oportunidades P2 e R2 na Ind. Farmacêutica.....	113
5.5	Protocolo de Redução de Resíduos de Laboratórios de P&D e CQ.....	113
6.	CONCLUSÕES	114
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
8.	GLOSSÁRIO.....	124

9.	ANEXOS	133
	ANEXO 1 - Lei Estadual nº 2.011, de 10.07.1992, que dispõe sobre a obrigatoriedade da implementação de Programa de Redução de Resíduos	133
	ANEXO 2 - Prática Gerencial 5 – Prioridade para Redução na Geração.....	135
	ANEXO 3 - Prática Gerencial 6 – Redução Constante da Geração	140
	ANEXO 4 - Declaração Internacional sobre Produção mais Limpa da UNEP.....	146
	ANEXO 5 - Indicadores da Indústria Farmacêutica.....	148
	ANEXO 6 - FORMULÁRIOS DE AVALIAÇÃO	149
A-6.1	Identificação das fontes relevantes de geração de resíduos.....	149
A-6.2	Minimização de Resíduos – Práticas Gerais de Movimentação de Materiais	150
A-6.3	Minimização de Resíduos – Práticas de movimentação de líquidos a granel	151
A-6.4	Minimização de Resíduos – Práticas de movimentação de tambores, containeres e embalagens	152
A-6.5	Sumário de Entrada de Materiais	153
A-6.6	Sumário dos Produtos.....	154
A-6.7	Identificação de oportunidades P2 em manuseio/movimentação de materiais ..	155
A-6.8	Descrição dos processos	156
A-6.9	Sumário dos Fluxos de Resíduos Gerados	161
A-6.10	Descrição do Resíduo	162
A-6.11	Minimização de Resíduos – reuso/reciclagem/recuperação/aproveitamento..	163
A-6.12	Identificação de Oportunidades P2 em Operações e Processos	164
A-6.13	Minimização de Resíduos – Boas Práticas Operacionais.....	165
A-6.14	Identificação de Oportunidades P2 – Boas Práticas Operacionais.....	166
	ANEXO 7 - Protocolo de Redução de Resíduos de Laboratórios de P&D e CQ.....	167
	ANEXO 8 - Tratamento de Esgotos na Bacia da BG – Capacidades instalada X utilizada...	173

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A Gestão dos Resíduos através da Estrela de David.....	6
Figura 2 – Índice de Sustentabilidade Ambiental de 22 dos 142 países avaliados	7
Figura 3 – Evolução das 55 Indústrias de Maior Potencial Poluidor do PDBG.....	9
Figura 4 – Gastos das indústrias com proteção ambiental, no Brasil, em termos percentuais sobre a Receita Operacional Líquida – ROL..	10
Figura 5 – Projeções da CETESB Regional de Campinas sobre a geração de resíduos industriais de 15 mil empresas em 29 municípios..	11
Figura 6 – Desempenho ambiental das indústrias signatárias do Atuação Responsável..	13
Figura 7 – Evolução do número de acidentes ambientais no Estado de São Paulo.....	14
Figura 8 – Desafio das organizações para alcançar a sustentabilidade empresarial.....	17
Figura 9 – Centros de Tecnologias Limpas UNIDO/UNEP no mundo.	31
Figura 10 – A Rede de P+L no Brasil	32
Figura 11 – Volume de resíduos industriais gerados nos principais centros geradores.	41
Figura 12 – Geração anual de resíduos industriais em relação ao PIB nos Estados de RJ e SP, principais centros geradores.....	42
Figura 13 – Geração de resíduos industriais em relação à população dos Estados RJ e SP.....	43
Figura 14 – Volume de resíduos industriais inventariados (em milhares de toneladas) por classe de perigo, nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro.	43
Figura 15 – Ação fiscalizadora no Estado de São Paulo. Multas e advertências aplicadas pela CETESB em 1999.....	49
Figura 16 – Visualização simbólica do conceito de Prevenção de Poluição (P2).....	54
Figura 17 – Visualização simbólica do conceito de Redução de Resíduos (R2)	54
Figura 18 – Hierarquia de opções para a gestão de resíduos.....	59
Figura 19 – Exemplos de mudanças tecnológicas para a Prevenção da Poluição.....	60
Figura 20 – Exemplos típicos de oportunidades de redução na fonte.	61
Figura 21 – Evolução dos custos da Produção mais Limpa e dos custos do controle da poluição (<i>end-of-pipe control</i>) com o tempo.	63
Figura 22 – Merck S/A Indústrias Químicas – Unidade Industrial Maranhão.....	79
Figura 23 – Ilustração da matéria-prima e do produto. Fluxograma simplificado do processo de obtenção de rotina.	81
Figura 24 – Ilustração de medidas implementadas no estudo de caso da Ind. Farmoquímica.	82

Figura 25 – Fluxograma simplificado de produção genericamente aplicável a processos de formulação farmacêutica.....	94
Figura 26 – Exemplo de cronograma de atividades de um programa P2.....	99
Figura 27 – Fluxograma de Implementação de um Programa de Prevenção à Poluição	112
Figura 28 – Indicadores da Indústria Farmacêutica no Brasil.....	148

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Capacidade de incineração nominal instalada, em nível nacional.....	45
Quadro 2 – Volume de resíduos especiais processados, por segmento, anualmente no Brasil, por 15 (quinze) empresas associadas à ABETRE.....	46
Quadro 3 – Comparação entre atitudes de controle de poluição e P+L.	62
Quadro 4 – Casos de sucesso em P+L.....	73
Quadro 5 – Formas farmacêuticas de apresentação de medicamentos, constituintes e usos....	92
Quadro 6 – Possíveis resíduos dos processos farmacêuticos.	95
Quadro 7 – Exemplo de formação de equipe de P2	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Desperdício brasileiro na agroindústria.	15
Tabela 2 – Maiores dificuldades enfrentadas pelas Empresas Brasileiras para implantação de uma Política de Sustentabilidade Empresarial.....	18

LISTA DE ABREVIATURAS

ABCON	Associação Brasileira das Concessionárias de Serviços Públicos de Água e Esgoto
ABETRE	Associação Brasileira de Empresas de Tratamento, Recuperação e Disposição de Resíduos Especiais (entidade que até maio/2002, congregava 15 empresas do setor de tratamento de resíduos industriais perigosos (inflamáveis, tóxicos, patogênicos, reativos ou corrosivos).
ALANAC	Associação de Laboratórios Farmacêuticos Nacionais, criada em 1983, que representa 60 empresas privadas de capital nacional.
APIBS	Associação Brasileira da Indústria de Produtos para a Saúde, criada em 1994, congrega 24 fabricantes de medicamentos isentos de receita médica, conhecidos internacionalmente pela sigla OTC (<i>Over the Counter</i>).
ABIFARMA	Associação Brasileira da Indústria Farmacêutica (entidade substituída em 2001 pela FEBRAFARMA).
ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química e de Produtos Derivados
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIDIS	Associação Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental
AISI	<i>American Iron and Steel Institute</i>
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ASEC	Associação dos Engenheiros da CETESB
BG	Baía de Guanabara
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BPF	Boas Práticas de Fabricação (ver também GMP)
CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (coligado à ONG internacional WBCSD)
CECA	Comissão Estadual de Controle Ambiental (RJ)
CEDAE	Companhia Estadual de Água e Esgoto (RJ)
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CNTL	Centro Nacional de Tecnologias Limpas

CETESB	Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Defesa do Meio Ambiente (São Paulo, Decreto nº 5.993 de 16/04/75).
CIBG	Centro de Informações da Baía de Guanabara
CIESP	Centro das Indústrias do Estado de São Paulo
CMMAD	Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, composta por 21 países e presidida pela ex-primeira ministra da Noruega – Gro Harlem Brundtland – responsável pela elaboração do relatório denominado <i>Our Common Future</i> (Nosso Futuro Comum). Tal relatório, publicado em 1987, difundiu a idéia e apresentou o conceito de “desenvolvimento sustentável” (vide também WCED).
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (conhecida como “Eco-92” ou “Rio-92”, por ter sido realizada no Rio de Janeiro em 1992).
CODIN	Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONCLA	Comissão Nacional de Classificações
CP	<i>Cleaner Production</i> (Produção Mais Limpa)
CPC	<i>Cleaner Production Centre</i> (Centro de Produção Mais Limpa)
CQ	Controle de Qualidade
CTPETRO	Plano Nacional de Ciência e Tecnologia do Setor de Petróleo e Gás Natural
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
D.O.E.R.J.	Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro
DORT	Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
ESI	<i>Environmental Sustainability Indicator</i> (Índice de Sustentabilidade Ambiental)
ESID	<i>Conference on Ecologically Sustainable Industrial Development</i> , organizada pela UNIDO em 1991.
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes

FEBRAFARMA	Federação Brasileira da Indústria Farmacêutica (entidade criada em 2001, que veio substituir a ABIFARMA, e reunir seis entidades representativas do setor: ABIPS, ALANAC, INTERFARMA, PRÓ-GENÉRICOS, SINDUSFARMA E SINFAR).
FEEMA	Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente do Rio de Janeiro
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos (órgão ligado ao MCT)
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
FISP	Faculdades Integradas de São Paulo
FUNDES	Fundo de Desenvolvimento Econômico e Social (RJ)
GMP	<i>Good Manufacturing Practices</i> (Boas Práticas de Fabricação)
GTZ	<i>Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit</i> (Sociedade Alemã de Cooperação Técnica)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INTERFARMA	Associação da Indústria Farmacêutica de Pesquisa, criada em 1990, que representa 25 empresas privadas internacionais instaladas no país.
Invest.	Investimento
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IUCN	<i>The World Conservation Union</i> (ONG internacional, com sede na Suíça)
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MINTER	Ministério do Interior
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MOD	Mão-de-obra direta
MP	Ministério Público
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NCPCs	<i>National Cleaner Production Centres</i> (ver também CNTL)
NTL	Núcleo de Tecnologias Limpas
NYSDEC	<i>New York Department of Environmental Conservation</i>
OG	Óleos e Graxas

OIT	Organização Internacional do Trabalho
OMC	Organização Mundial do Comércio
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
P2	Prevenção da Poluição
P+L	Produção Mais Limpa (<i>Cleaner Production</i>)
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PME's	Pequenas e médias empresas
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (vide também UNEP)
POLI/ PECE	Escola Politécnica da USP / Programa de Educação Continuada
PPRA	Programa de prevenção de Riscos Ambientais
PPS/SP	Partido Popular Socialista, de São Paulo
PR	Prevenção de Resíduos
R2	Redução de Resíduos
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
RI's	Resíduos Industriais
ROL	Receita Operacional Líquida
RSM's	Resíduos Sólidos Municipais
RSS	Resíduos de Serviços de Saúde
SEADE	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – Anuário Estatístico do Estado de São Paulo
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEMADS / RJ	Secretaria Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SEMAMPE	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Projetos Especiais
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SINDUSFARMA	Sindicato da Indústria de Produtos Farmacêuticos do Estado de São Paulo, criado em 1933, que congrega 126 empresas.
SINFAR	Sindicato da Indústria Farmacêutica do Rio de Janeiro, que conta em seu quadro com 71 empresas associadas.

SRF	Secretaria da Receita Federal
SST	Sólidos em suspensão totais
SSST	Secretaria de Saúde e Segurança no Trabalho
SVS	Serviço de Vigilância Sanitária da Secretaria da Saúde (hoje extinta e substituída por ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária)
t/a	toneladas por ano
TC	Termo de Compromisso
TNRCC	Texas Natural Resource Conservation Commission
TRI	Toxic Release Inventory
UFERJ	Unidade Fiscal do Estado do Rio de Janeiro
UNCED	<i>United Nations Conference on Environment and Development</i> (ver também CNUMAD)
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i> (PNUMA em Português)
UNEP TIE	<i>United Nations Environment Programme / Division of Technology Industry and Economics</i>
UNIDO	<i>United Nations Industrial Development Organization</i>
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i> (Agência de Proteção Ambiental Norte Americana)
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development</i>
WCED	<i>World Commission on Environment and Development</i> (vide também CMMAD)
WWF	<i>World Wide Fund for Nature</i>

1.INTRODUÇÃO

Desde muito cedo, a escola da vida nos instila o clássico ensinamento de Ramazzini que relutamos em somente aprender às custas das conseqüências de sua inobservância: **“é melhor prevenir do que remediar”**. Refletir sobre a validade e o alcance deste velho dito popular nos parece aqui oportuno e apropriado, pois traz em si uma noção comparativa entre duas ações, ou mais do que ações, entre duas opções: prevenir ou remediar. Assim, ao comparar opções, o ditado passa a ter sua validade condicionada à validade das alternativas, de modo que quando uma das opções não for factível, a outra passa a ser a única escolha. Parece-nos ser aqui este o caso: a validade e o alcance deste dito popular ficam restritos a eventos e circunstâncias cujas conseqüências são passíveis de remediação. Caso contrário, prevenir é a única alternativa ao dano.

Esta nos parece a hipótese mais provável em matéria de ecologia, cujos delicados equilíbrios ecossistêmicos podem não ser reversíveis a partir de certo limite de deslocamento. Como os limites da biosfera não podem ser determinados experimentalmente, devido ao elevado risco de irreversível comprometimento, com conseqüências imprevisíveis sobre a manutenção da própria vida em nossa casa planetária, a gestão ambiental dos recursos naturais e na indústria passa a ser norteadada não mais pelo “prevenir é melhor do que remediar” mas pelo inteligente princípio da precaução, que, parafraseando o velho dito popular, poderia ser traduzido como: **“prevenir é o único remédio”**.

Esta dissertação desenvolve-se nesta linha, abordando no **Capítulo 1** o problema, a justificativa e os benefícios desta abordagem, sua relevância e as tendências atuais. No **Capítulo 2**, são discutidos o contexto histórico e os aspectos legais e institucionais da Prevenção da Poluição, da Redução de Resíduos e da Produção mais Limpa a nível nacional e internacional, terminando com uma análise do cenário ambiental brasileiro em relação à geração e ao gerenciamento de resíduos industriais. O **Capítulo 3** contempla os pressupostos conceituais e uma avaliação dos principais programas de prevenção à poluição já desenvolvidos. Exemplos de casos bem sucedidos no Brasil, em vários segmentos da indústria, são abordados no **Capítulo 4**. Finalmente uma proposta metodológica de prevenção da poluição e redução de resíduos aplicável à indústria farmacêutica é apresentada no **Capítulo 5**. As conclusões, referências bibliográficas e um glossário de termos são apresentados nos **Capítulos 6, 7 e 8**, respectivamente.

1.1 Colocação do Problema, Questões de Pesquisa e Justificativa

O homem sempre procurou melhorar a qualidade de vida transformando a natureza de modo a conseguir mais alimento, melhores condições de sobrevivência, e uma vida longa. A tecnologia contribuiu para esta transformação e para que o homem pudesse alcançar alguns de seus objetivos. Entretanto, vem ocasionando problemas ambientais de proporções nunca observadas na história da humanidade. Na realidade, em muitos aspectos a tecnologia moderna está custando muito caro para a sociedade, seja em seus aspectos econômicos e sociais, seja de suas implicações para as gerações futuras. Segundo Porto & Mattos (no prelo), o uso indiscriminado de tecnologias que não foram concebidas considerando o homem e meio ambiente tem colocado em risco a saúde das pessoas e a segurança do planeta.

O processo de ecologização e a tomada de consciência da sociedade sobre os efeitos colaterais negativos da “moderna” tecnologia resultou no surgimento de novos dispositivos legais e medidas restritivas de natureza econômica que estão fomentando, no meio industrial, novas atitudes e enfoques em relação ao meio ambiente. Nesse processo de mudança, o foco das atenções volta-se, inicialmente, ao tratamento dos resíduos no fim da linha de produção, depois que o produto está pronto e, conseqüentemente, depois que seus resíduos já foram gerados: é o chamado controle de fim de tubo (do inglês “*end of pipe control*”). Posteriormente e com cada vez mais ênfase e freqüência, evolui-se para o questionamento sobre se não seria econômica e socialmente menos oneroso minimizar a geração de resíduos em toda a cadeia produtiva, desde a extração das matérias-primas até o final do ciclo de vida dos produtos oferecidos ao consumidor final, em sintonia com o conceito “do berço à cova”¹.

Foi a partir dessas constatações realizadas por especialistas em todo o mundo que surgiram os conceitos de desenvolvimento sustentável, tecnologia limpa e produção mais limpa, nos quais se insere a demanda por mudanças paradigmáticas do setor empresarial ancoradas no aspecto preventivo da poluição ambiental e na busca por conciliar eficiência econômica e ecológica (eco-eficiência). No âmbito da prevenção e minimização da geração de resíduos industriais, como elemento chave da eco-eficiência na promoção do Desenvolvimento Sustentável, algumas questões que se colocam hoje são:

¹ Para mais informação sobre este conceito, ver definição de “Análise do Ciclo de Vida” no **Cap.8** – Glossário.

- Será que a tecnologia poderá oferecer soluções para os problemas ambientais que o próprio desenvolvimento tecnológico ajudou a criar? Há diversos indícios e experiências que levam à crença generalizada de que esta questão poderia ser respondida positivamente. Mas para respondê-la de modo mais prático, é necessário intensificar as atividades de avaliação crítica das tecnologias disponíveis e pensar mais em determinar quais seriam (e como implementar) as ferramentas de identificação sistemática de oportunidades de prevenção e redução de impactos ambientais em suas origens, e quais as tecnologias e ferramentas de gerenciamento necessárias para resolver os problemas sócio-ambientais.
- Será possível conciliar desenvolvimento econômico e tecnológico com sustentabilidade ecológico-ambiental? Segundo Neill (1991), “meio ambiente e desenvolvimento podem ser mutuamente destrutivos, mas também podem reforçar-se mutuamente. Para que ocorra esta segunda alternativa, decisões integradas têm que ser tomadas à frente do ciclo de desenvolvimento, quando as metas e os programas da sociedade estão sendo estabelecidos, e não na retaguarda, depois que a sociedade e a economia já incorreram nos custos de um desenvolvimento insustentável” (p. 39).

É reconhecido que o desenvolvimento econômico e a saúde e bem-estar de uma sociedade estão relacionados à gestão apropriada dos recursos naturais e do meio ambiente de uma região ou país. A prevenção da poluição oferece aos governos e setor industrial um caminho para gerenciar os impactos do crescimento industrial sobre o meio ambiente, permitindo ao mesmo tempo o crescimento econômico. Especificamente a prevenção da poluição aborda três aspectos da proteção ambiental *versus* desenvolvimento econômico:

- (1) **Meio Ambiente:** oferece uma melhor opção para o gerenciamento ambiental do que as soluções do tipo “*end-of-pipe*”.
- (2) **Qualidade:** encoraja a avaliação dos processos de produção e qualidade dos produtos.
- (3) **Custos:** melhora a lucratividade da empresa através da redução dos custos de tratamento, economia nos materiais e recursos, e redução dos riscos e passivos.

Em diversos setores industriais, a introdução de práticas de **Prevenção da Poluição**² e a busca por formas de **Produção mais Limpa**³ tem demonstrado que tais filosofias não somente constituem-se uma ferramenta efetiva para um gerenciamento ambiental mais eficiente como também traz uma série de benefícios econômicos, pela adição de valor ao negócio e redução de custos em várias áreas. A prevenção da poluição pode ajudar uma empresa a:

- (1) Atender à legislação de maneira mais fácil.
- (2) Demonstrar um comprometimento proativo com a proteção ambiental.
- (3) Melhorar a lucratividade, através da redução de custos diretos e indiretos.

A redução de custos é resultante de:

- minimização das perdas de matérias-primas, produtos intermediários e produtos acabados;
- redução do desperdício de água e energia;
- intensificação do reuso e da reciclagem;
- elevação dos rendimentos decorrentes da otimização e melhoria contínua dos processos industriais;
- aumento da produtividade e redução do absenteísmo decorrentes da melhor qualidade de vida (saúde e segurança) dos recursos humanos;
- menores custos de investimento e operação em sistemas de tratamento e disposição de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas;
- diminuição dos riscos de: acidentes e doenças, autuações, interdições, custos judiciais, passivos ambientais e obsolescência tecnológica;
- redução dos custos de prêmios de seguros em consequência da minimização dos riscos de acidentes ambientais⁴;
- ampliação das perspectivas de mercado interno e externo;
- acesso facilitado a linhas de financiamento;
- melhoria da imagem da organização junto a consumidores, fornecedores e poder público, e perante a sociedade em geral;
- melhor relacionamento com os órgãos ambientais, a mídia e a comunidade.

² Nacional e internacionalmente, Prevenção da Poluição tem sido designada pela sigla “P2”. A definição de P2 encontra-se no **Item 3.1** – Base Conceitual.

³ Nacionalmente, Produção mais Limpa tem sido designada pela sigla “P+L”, enquanto que no idioma Inglês, utiliza-se a abreviatura “CP” (*Cleaner Production*). A definição de P+L encontra-se no **Item 3.1**.

⁴ Para mais informação, ver Fairbanks (2000).

1.2 Objetivos

Esta dissertação de mestrado foi desenvolvida visando aos seguintes objetivos:

1.2.1 Objetivo geral

- Desenvolver metodologia para implementação de um programa de Prevenção da Poluição e Redução de Resíduos aplicável à indústria farmacêutica e farmoquímica, tendo como foco Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável como estratégias de negócio.

1.2.2 Objetivos específicos

- Reunir exemplos práticos de aplicação de P+L em diversos segmentos industriais e publicar um estudo de caso inédito no país e bem sucedido, vivenciado pelo autor na indústria farmoquímica, visando a estimular iniciativas proativas na implantação de P2 e R2.
- Pesquisar, organizar e colocar à disposição informações focadas nas boas práticas internacionais industriais de P2, R2 e P+L.

1.3 Relevância, Antecedentes e Tendências

As atividades econômicas industriais fornecem à sociedade bens e serviços, e consomem matérias-primas e energia, gerando resíduos e emissões. A diminuição dos resultados adversos aos seres humanos e ao meio ambiente são os objetivos da proteção ambiental. Num esforço por adequar seus processos de produção e a oferta de serviços à demanda da sociedade por um meio ambiente mais saudável, conciliando crescimento econômico com equilíbrio ambiental, diversos autores, como Layrargues (2000), reconhecem que a opção por implantar e manter um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) apresenta-se para as empresas como o elemento-chave responsável pela adequação dos interesses empresariais privados à manutenção da qualidade ambiental coletiva, permitindo um significativo avanço na relação entre empresa e meio ambiente.

Entretanto, retrocedendo-se ao mesmo ano em que a ABNT aprova as primeiras normas da série ISO 14.000, marco histórico da introdução dos Sistemas de Gestão Ambiental no Brasil, Silveira (1996), ao discorrer sobre as linhas principais de gestão global de resíduos, já enfatizava que os avanços mais significativos na gestão de resíduos estão direcionados no sentido de se priorizar o “não gerar” e o “reduzir” a geração. Mas quando compara as

tendências mundiais de gestão com a realidade brasileira, constata uma grande desigualdade, conforme apresentado na **Figura 1**:

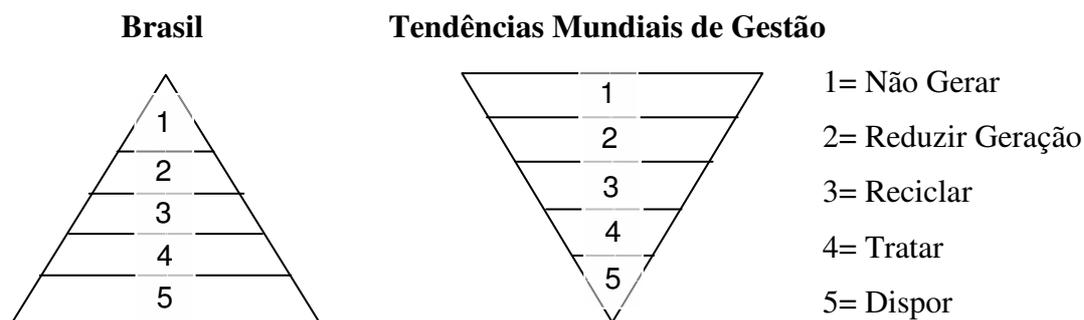


Figura 1 – A Gestão dos Resíduos através da Estrela de David

Fonte: Silveira, 1996.

Ao lado desta desigualdade, observa-se também, na prática, importante dualidade: quanto mais desenvolvidas as sociedades, mais resíduos sólidos por habitante são por ela produzidos. Assim, enquanto na Suíça são produzidos 1,7 kg/dia/habitante, metrópoles como Rio e São Paulo geram em média cerca de 1 kg/dia/habitante, enquanto que as cidades do interior do Brasil produzem menos de 0,5 kg/dia/habitante (Mahler, 2001).

Embora não esteja no escopo deste trabalho a questão dos resíduos sólidos municipais (RSM's), estes dados despertam para algumas questões que demandariam uma investigação aprofundada, tais como: seriam estes dados uma explicação do porquê da tendência mundial caminhar no sentido de reduzir resíduos e o Brasil acomodar-se com estes “bons” índices? Ou não seria arriscada esta acomodação, na medida em que a futura melhoria gradual das condições sócio-econômicas da população brasileira, com a perspectiva da inclusão social, poderia ensejar um crescimento desenfreado no volume de RSM's a longo prazo, a exemplo do caminho já percorrido pelas nações desenvolvidas? Não seria este um fator positivo para mudanças no Brasil, na medida em que adote desde já uma filosofia preventiva, deixando de repetir o mesmo erro vivenciado pelo chamado Primeiro Mundo, com seus atuais indicadores?

A evolução dos indicadores ambientais possibilita hoje refletir quantitativamente estas tendências, desigualdades e dualidades. Com efeito, o Índice de Sustentabilidade Ambiental (ESI, na sigla em inglês) de 142 países, medido por especialistas das universidades de Yale e Columbia, divulgado em Fevereiro de 2002 no Fórum Econômico Mundial, em Nova York, mostra que o Brasil, colocado em 20º lugar no ranking mundial, está à frente de diversos países de elevado índice de desenvolvimento humano e tecnológico tais como Holanda (33º

lugar), Espanha (46º lugar), Estados Unidos (51º lugar), Alemanha (54º lugar) e Itália (86º lugar), nações do chamado primeiro mundo em que os estresses ambientais, a capacidade institucional da sociedade desenvolvida em responder a ameaças ambientais e os elevados passivos ambientais ainda ensejam grande preocupação. Estes resultados estão ilustrados na **Figura 2**, a seguir, onde também são apresentadas as pontuações dos países acima mencionados, em comparação com as nações de elite (países escandinavos) e com as nações de desempenho menos favorável (países do Oriente Médio, cujas economias são totalmente dependentes do petróleo, um recurso natural esgotável e contribuinte para o aquecimento global, ou efeito estufa). Os quesitos que compõem o Índice de Sustentabilidade Ambiental englobam informações ambientais, sociais e institucionais (FIRJAN, 2002).

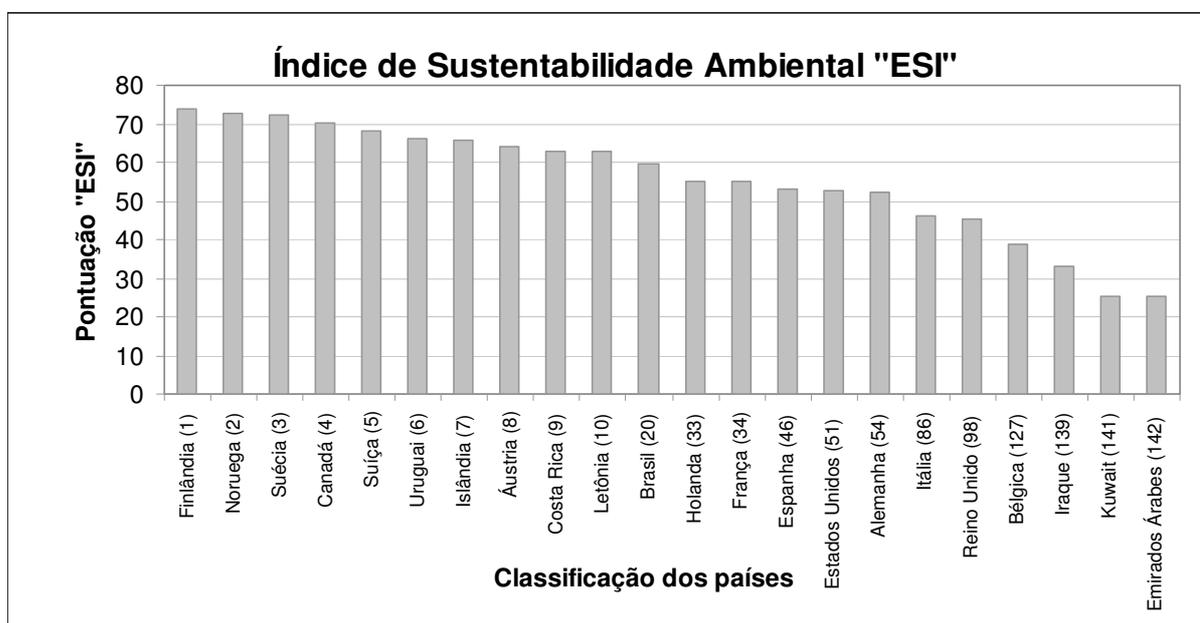


Figura 2 – Índice de Sustentabilidade Ambiental de 22 dos 142 países avaliados

Fonte: Neoambiental, 2002.

A boa classificação do Brasil pode ser atribuída aos avanços alcançados pelo país em setores como saúde e educação, resultado de um processo de investimentos públicos e privados que começou na década de 90. A demarcação de terras indígenas também apresentou significativa repercussão internacional, assim como o maior controle da destruição florestal que vinha sendo praticada na Amazônia, passando a ser monitorada por satélites para identificação dos maiores focos de problemas. Quanto ao comprometimento da classe industrial, aumentou consideravelmente com a evolução da legislação e com o engajamento da sociedade e do poder público em projetos ambientais de grande relevância nos principais centros urbanos e industriais do país, onde se destacam:

- Projeto Tietê: iniciado em 1992, pelo clamor popular e um abaixo-assinado com mais de 1,2 milhão de assinaturas paulistas, onde se estabeleceu um rigoroso controle de lançamento de efluentes industriais de 1.250 empresas da Grande São Paulo na primeira fase e mais 290 na segunda fase, e investimentos da ordem de US\$ 2 bilhões em obras de saneamento básico (fase 1 e 2) e projetos de educação ambiental da população além de tratamento das águas pluviais antes de serem lançadas no rio, visando à redução das cargas difusas, com conclusão prevista para 2010 (fase 3). Os resultados já se fazem sentir: antes de 1992, a assim chamada “língua negra”, nome vulgar da faixa anóxica do rio Tietê, atingia o município de Salto de Itu, a 100 km da Capital, e já no médio Tietê. Hoje, depois de uma década de trabalhos de recuperação do rio, a mancha recuou cerca de 50 km, atingindo o município de Santana de Parnaíba, Assim, fora da região metropolitana de São Paulo, o rio Tietê já começa a recuperar o nível de oxigênio necessário para a existência de vida vegetal e animal (Reis, 2001).

Na primeira etapa do projeto, cumprida em agosto de 1995, verificou-se uma redução da ordem de 75% da carga inorgânica de 1.168 empresas, caindo de 4,7 ton/dia para 1,2 ton/dia e redução da ordem de 60% da carga inorgânica, caindo de 369 ton/dia para 150 ton/dia (Proteção, 1999).

- Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG): cuja relevância e necessidade foi aprovada pela Deliberação CECA nº 2.733 de 25.08.1992, e cujo contrato de financiamento entre o governo estadual e o BID foi assinado em março de 1994, o PDBG, orçado em US\$ 793 milhões, estabeleceu controle sobre 55 indústrias responsáveis por 80% da carga orgânica e tóxica lançada na Baía de Guanabara, além de um amplo projeto de saneamento básico, macrodrenagem e reassentamento. Os expressivos resultados desse controle sobre o lançamento de efluentes industriais na Baía estão ilustrados na **Figura 3**.

Mais lentamente, porém, move-se o saneamento básico: a bacia da Baía de Guanabara continua recebendo cerca de 18 m³/s de esgoto doméstico dos quais, por enquanto, apenas aproximadamente 3 m³/s são tratados pela CEDAE (ver capacidade instalada versus capacidade utilizada no **Anexo 8**), além de um volume da ordem de 600 m³/dia de chorume proveniente do Aterro Metropolitano de Gramacho, o qual recebe apenas 8 das 13 mil toneladas de lixo doméstico que são geradas diariamente por 15 municípios localizados naquela bacia. Cerca de 4 mil toneladas/dia não chegam a ser coletadas, sendo vazadas em terrenos baldios, rios e canais. O restante do lixo (cerca de mil toneladas/dia) é lançado em vazadouros, sem medidas de controle adequadas. (RIO DE JANEIRO, 2001).

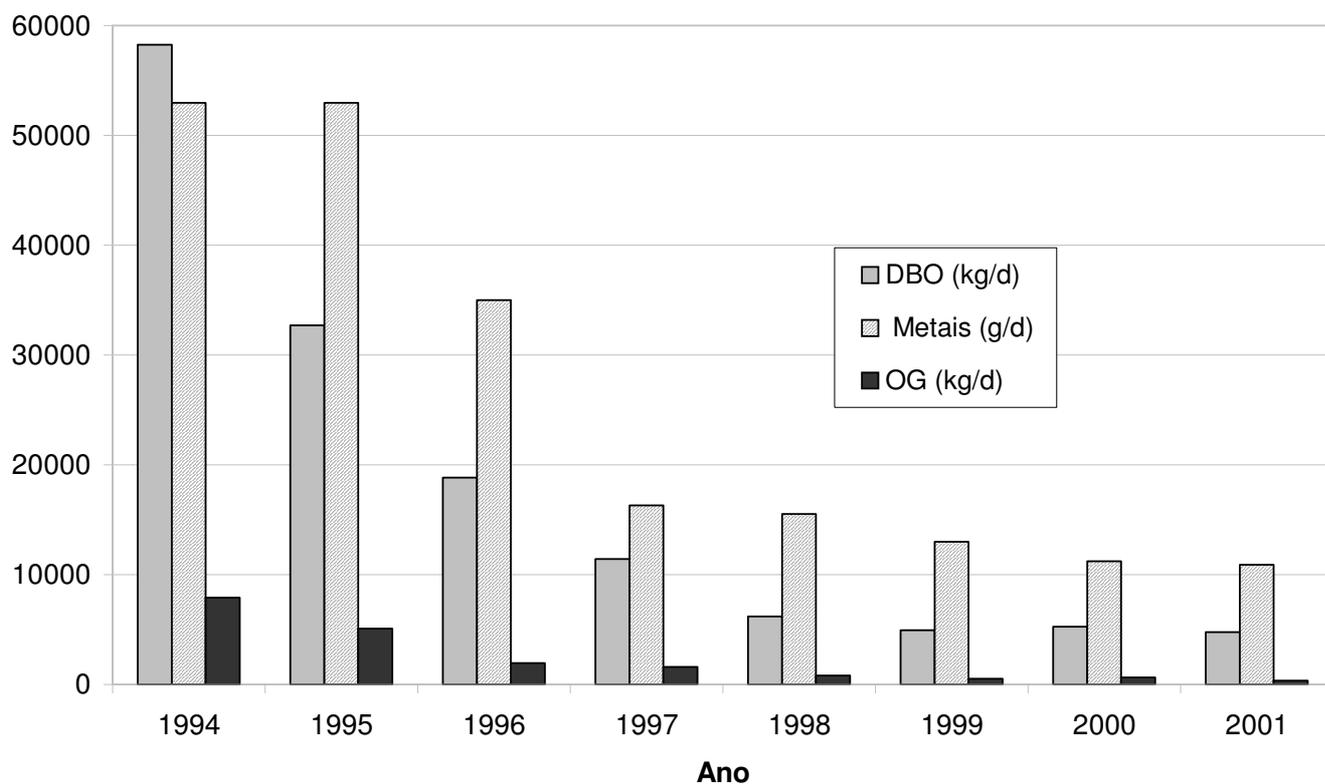


Figura 3 – Evolução das 55 Indústrias de Maior Potencial Poluidor do PDBG

Fonte: RIO DE JANEIRO, 2001

Estes dois exemplos são projetos de grande envergadura que mostram que a melhoria da qualidade ambiental da última década foi fruto mais da iniciativa da sociedade organizada e da pressão do poder público do que da responsabilidade ambiental e social da classe industrial, que, num primeiro momento tende a encarar as questões ambientais como um entrave ao seu processo produtivo. Pesquisa do BNDES mostra que as indústrias no Brasil gastaram em proteção ambiental entre 0,7% e 1,1% de sua Receita Operacional Líquida – ROL – de 1998 a 2000, conforme ilustrado na **Figura 4**, sendo 62% destes gastos motivados por atendimento a requisitos legais (Fronzizi, 2002). Esta prevalência da racionalidade econômica sobre a racionalidade ecológica não é uma peculiaridade do Brasil. A União Européia, onde habita 6,5% da população mundial gerando 25% da riqueza global, dedica não mais do que 2% da riqueza gerada em medidas de proteção ambiental (Ferrão, 1998).

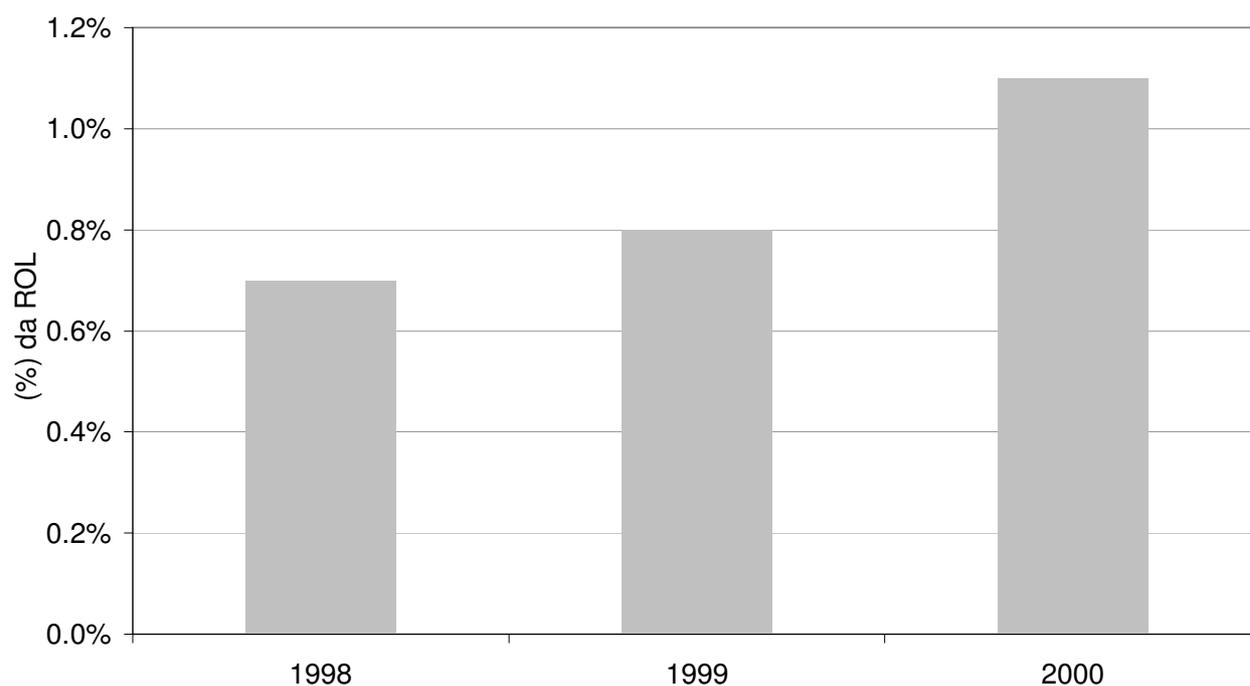


Figura 4 – Gastos das indústrias com proteção ambiental, no Brasil, em termos percentuais sobre a Receita Operacional Líquida – ROL. Fonte: Frondizi (2002).

Estes dados vêm ao encontro da avaliação de Neill (1991) segundo a qual, na relação entre a economia mundial e a ecologia da Terra, o que ainda acontece com excessiva frequência é que o meio ambiente só é introduzido nos meios investidos de poder de decisão depois que surgiu e ganhou vulto algum problema. As opções limitam-se então, usual e tardiamente, a vários investimentos apressados que se concentram em tecnologias do tipo *end-of-pipe* para recuperar as torrenciais emissões de resíduos e encontrar outra alternativa de disposição final.

Com efeito, alguns autores, a exemplo de Vilhena & Politi (2000), estimam que a maioria dos problemas ambientais que hoje ocorrem no mundo poderia ter sido evitada se a conscientização ecológico-ambiental e conseqüentemente o princípio precautório fizessem parte das preocupações das sociedades desenvolvidas desde a revolução industrial. Infelizmente, grandes desastres ecológicos, impactos ambientais de alcance transnacional ou mesmo global (como o efeito estufa e a depleção da camada de ozônio) e os riscos iminentes à sustentabilidade da própria espécie humana na Terra foram necessários para se repensar os valores e ideologias vigentes e se estabelecerem novas formas de pensamento e ação em todas as

práticas produtivas. Neste sentido, identifica-se em Sanches (1997) a percepção de que as empresas industriais também vivem hoje o próprio conflito da sociedade atual. O conflito de aliar o crescimento à qualidade de vida, de crescer sem destruir, de garantir a sua perenidade.

Tais considerações nos permitem então colocar a seguinte questão: neste cenário de mudança, quais seriam as tendências nacionais no que tange à **Prevenção da Poluição** e particularmente à **Redução de Resíduos**? Se tomarmos no Brasil, 20º colocado no ranking ambiental do ESI, o Estado de São Paulo, sede da maior concentração de indústrias da América do Sul, segundo o CNI (2001), e 1º colocado no ranking nacional em termos de desenvolvimento econômico e industrial, dados publicados pela CETESB de Campinas em seu RELATÓRIO ZERO divulgado em maio de 2000, mostram que 15 mil empresas dos 29 municípios atendidos por aquela regional geraram, em 1999, 1.100.000 toneladas de resíduos.

As previsões feitas no estudo mostram que neste início do século XXI serão geradas 1.400.000 toneladas anuais de resíduos industriais na região, sendo 125 mil de classe I – resíduos perigosos – segundo a classificação da NBR 10004 (ABNT, 1987). Em 2020 serão 2.400.000 toneladas, sendo 196 mil de resíduos perigosos (Finetto, 2000). Estas projeções estão ilustradas na **Figura 5**, a seguir:

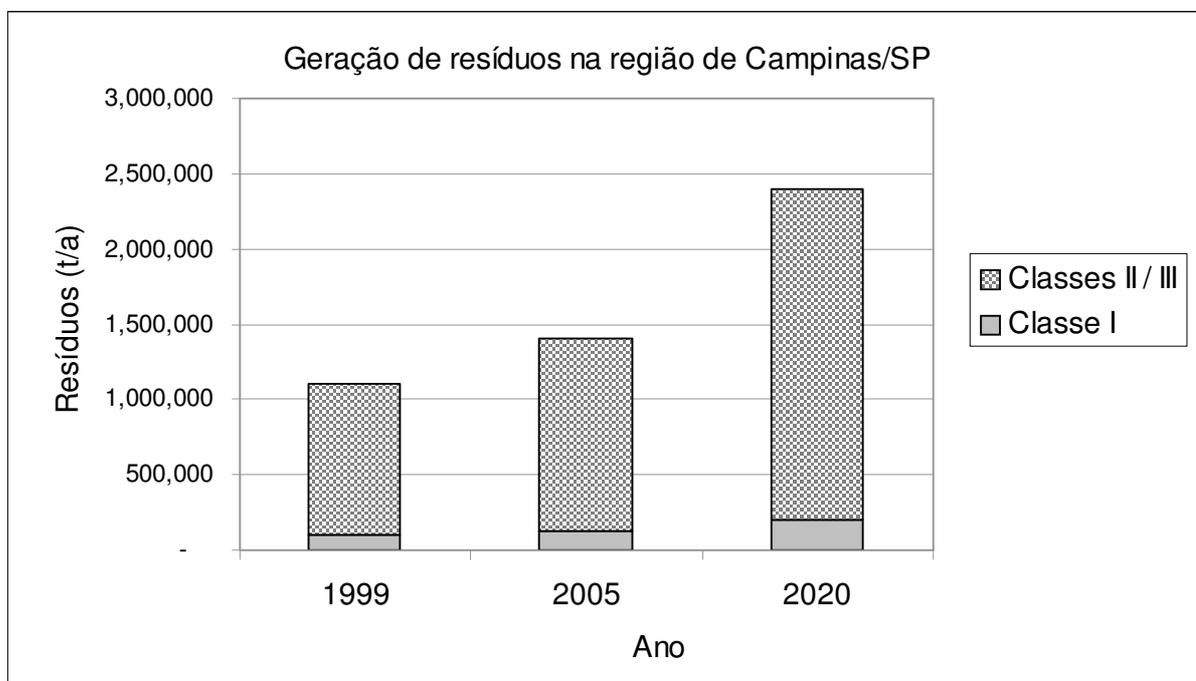


Figura 5 – Projeções da CETESB Regional de Campinas sobre a geração de resíduos industriais de 15 mil empresas em 29 municípios. Fonte: Finetto, 2000.

Como apontado neste gráfico, as tendências numa importante região do Estado que abriga os maiores centros geradores, e também importantes centros de excelência em desenvolvimento científico e tecnológico, apontam para um agravamento do quadro nas próximas duas décadas. Iniciativas isoladas, ainda que louváveis, são insuficientes para reverter as tendências do conjunto das atividades potencialmente poluidoras.

Até mesmo quando se analisa o desempenho do universo das indústrias químicas signatárias do Atuação Responsável (versão brasileira do *Responsible Care*), processo de melhoria contínua da indústria química iniciado no Brasil em março de 1992, portanto há 10 (dez) anos, o qual em seu Código de Proteção Ambiental estabelece, em sua Prática Gerencial 5, “prioridade para redução na geração de resíduos, efluentes e emissões”, observa-se um crescimento de 20% no volume gerado de resíduos perigosos, de 274.082 toneladas em 1999 para 327.861 toneladas em 2000 (ABIQUIM, 2001).

Em que pese o crescimento orgânico de 12% no tamanho da amostra (82 empresas em 1999 para 92 empresas em 2000), ainda assim, verifica-se um crescimento no volume de resíduos gerados para disposição, tanto em termos absolutos, quanto em termos relativos. Estas empresas geraram 11,99 kg de resíduos por tonelada de produto em 1999 e 12,35 kg de resíduos por tonelada de produto em 2000. No mesmo período, este universo de indústrias aumentou em 63% a emissão de CO₂, um dos mais importantes gases contribuintes do efeito estufa, 242% o lançamento de Nitrogênio total em efluentes líquidos e 113% o lançamento de Fósforo total também sob a forma de efluentes líquidos⁵.

Os dados quantitativos utilizados nos cálculos destas variações percentuais estão apresentados na **Figura 6** a seguir.

⁵ Estes índices indicam que a **prevenção de resíduos** constitui-se um desafio relevante, mesmo para as empresas veteranas em processos de excelência em auto-gestão ambiental e de reconhecida reputação e seriedade nacional e internacionalmente, e cujo desempenho ambiental em outros parâmetros, cumpre-se ressaltar, vem apresentando significativos avanços e melhorias.

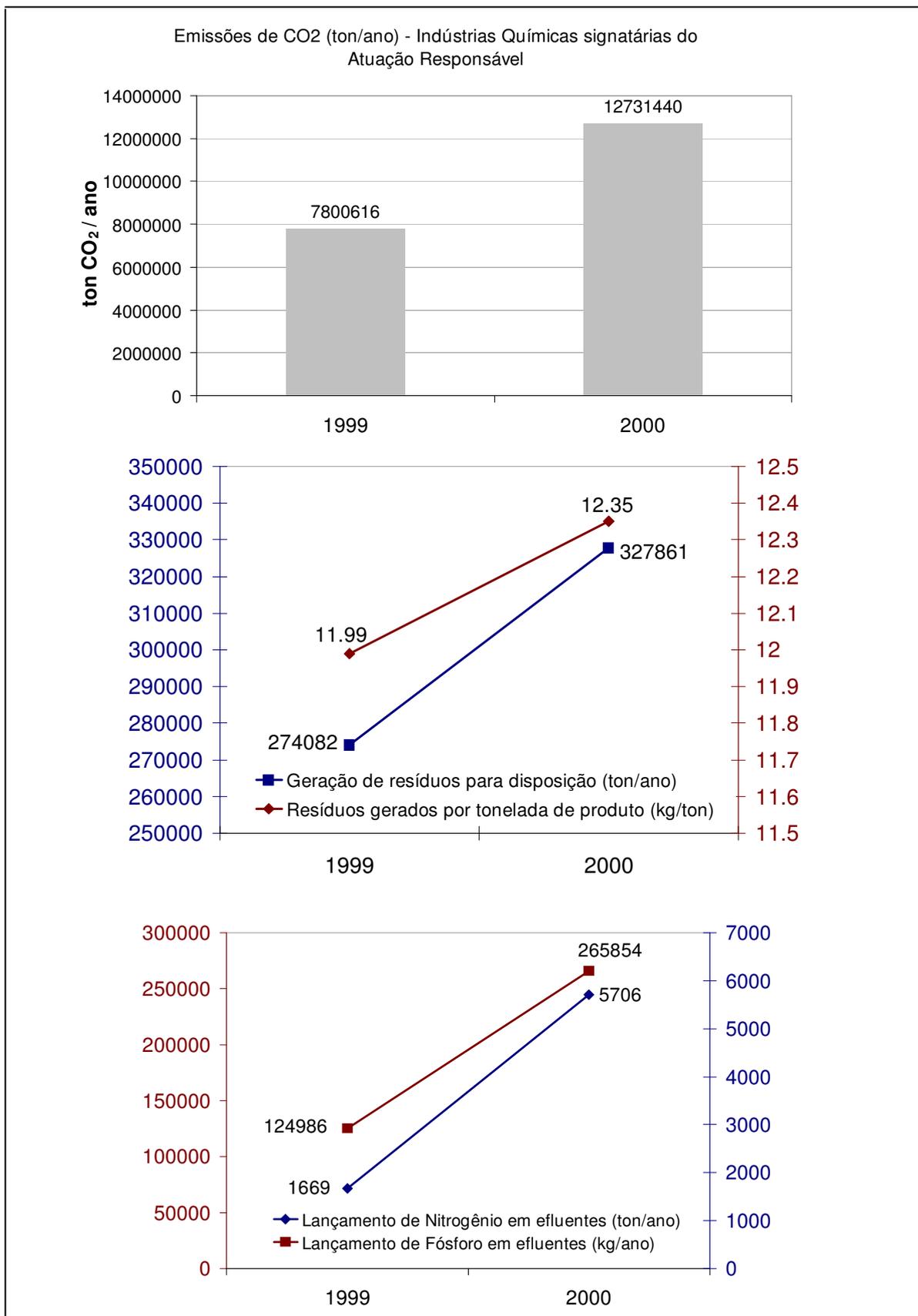


Figura 6 - Desempenho ambiental das indústrias químicas signatárias do Atuação Responsável. Amostra: 82 empresas em 1999 e 92 empresas em 2000. Fonte: ABIQUIM, 2001.

Igual tendência se verifica quando pesquisamos a evolução do número de ocorrências de acidentes ambientais no Estado de São Paulo, onde a CETESB registrou um aumento de quase 44% no período de 1997 a 1999 (SÃO PAULO, 2002a), conforme **Figura 7**, a seguir, que ilustra muito bem a urgência de mudança de foco para o aspecto preventivo no trato das questões ambientais, de modo sistêmico, pelo conjunto majoritário das atividades potencialmente poluidoras. Ações isoladas não asseguram uma melhoria consistente de qualidade ambiental.

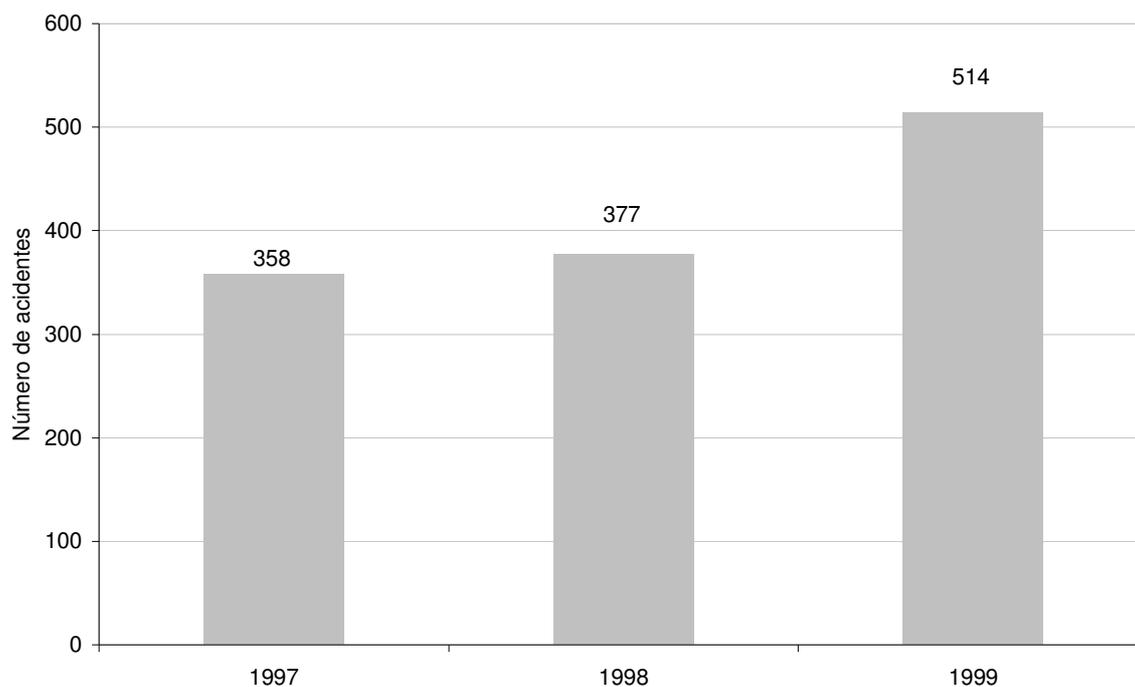


Figura 7 – Evolução do número de acidentes ambientais no Estado de São Paulo, no período de 1997 a 1999. Fonte: SÃO PAULO, 2002a

Somam-se a estes dados, estudos publicados no Estado da Bahia, sede de importante pólo industrial, onde se buscou coletar informações sobre a adoção de tecnologias limpas (Fernandez, Duarte e Sobral, 1998) e sobre a utilização de rotinas limpas em operações industriais (Ávila F^o e Santos, 1998). A análise conclusiva do primeiro grupo de pesquisadores mostrou que a geração de resíduos no final de linha de produção continua aumentando e a composição de tais rejeitos torna-se cada vez mais complicada, aumentando os riscos e exigindo processos de tratamento cada vez mais sofisticados e caros, a fim de que se possa garantir a qualidade do meio ambiente. As constatações de Ávila F^o e Santos apontam na mesma direção: pouco se trabalha na otimização de procedimentos operacionais, a fim de prevenir a poluição, otimizar o processo e o uso de tecnologias limpas para os casos

de projetos novos. Os resultados da pesquisa mostram que operações consideradas simples e rotineiras possuem elevado potencial de melhoria que precisa ser explorado.

São compreensíveis, portanto, as conclusões de Batalha (1999), em seu ensaio sobre Gestão Ambiental na América Latina e Brasil, em que afirma que, “apesar de o modelo ambiental brasileiro possuir uma razoável organização em comparação com estruturas semelhantes da América Latina, as ações de proteção ambiental na América Latina e Brasil só serão realmente eficazes quando se unificar o caminho entre a prática e o discurso” (p.15) (grifo nosso), e atribui a degradação ambiental na América Latina “tanto ao mau uso da riqueza como a prevalência da miséria” (idem, p.24), ou, em outras palavras, ao desperdício e às desigualdades sócio-econômicas e culturais.

Um exemplo emblemático de desperdício no Brasil é o que ocorre no campo, justamente na produção de alimentos, em que deveria, no nosso entender, residir a alavanca nacional de superação da miséria. Segundo Antônio Gomes Soares, pesquisador da Embrapa do Rio de Janeiro, o desperdício no plantio de frutas e verduras atinge 65% do total de 24 bilhões de reais produzidos anualmente no país (Veja, 2001). As perdas por etapa são apresentadas na **Tabela 1** a seguir:

Tabela 1 – Desperdício brasileiro na agroindústria.

ETAPA	PERDA (em R\$)
Plantio e colheita	1,5 bilhão
Manuseio e transporte	7,8 bilhões
Armazenamento e distribuição	4,8 bilhões
Comercialização	1,5 bilhão
TOTAL	15,6 bilhões

Fonte: Veja (2001).

Outro exemplo marcante da cultura do desperdício no Brasil ficou evidenciado com a recente crise energética que impôs à sociedade um racionamento emergencial com metas de economia de energia elétrica na faixa de 15% a 25% de Junho/2001 a Fevereiro/2002, e cujo

aspecto educativo foi de grande relevância pois proporcionou a todos os segmentos da sociedade e à população em geral o aprendizado compulsório de como identificar e implementar oportunidades de redução do consumo, através de medidas simples incorporadas ao cotidiano. Por esta razão didática e também por outras razões ligadas à revisão das prioridades nacionais pelo Governo em projetos de infra-estrutura, os analistas têm feito um balanço positivo da crise energética e do racionamento em particular. Mas do ponto de vista ambiental é uma questão preocupante na medida em que expõe apenas uma ponta de outro iceberg, que é a sustentabilidade dos recursos hídricos, já que a matriz energética brasileira é essencialmente hidrelétrica, ou seja, dos 72 mil MW/ano, mais de 85% da produção energética estão calcados em cima do sistema hídrico (Varella, 2001). Um ano hidrológico particularmente desfavorável nos levou a uma situação de virtual esgotamento dos reservatórios das regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste.

Cabe ressaltar que o desperdício de água nos sistemas públicos de abastecimento no Brasil chega a 45% do volume ofertado à população, o que representa uma perda superior a 2 bilhões de m³ por ano (Novaes, 2000), um número alarmante o suficiente, para torná-la em a crônica da próxima crise anunciada: Relatório da Organização das Nações Unidas (ONU) de 1992 afirma que, em 2020, a carência de água vai afetar 2/3 da população mundial. Esta situação nos faz refletir sobre a atualidade da célebre frase de um estadista que viveu à frente de seu tempo: “Se alguém for capaz de resolver os problemas relacionados com a água, será merecedor de dois prêmios Nobel: um pela CIÊNCIA e outro pela PAZ” (de John F. Kennedy, 1917- 1963).

Destes exemplos, depreende-se que competitividade e proteção ambiental não são mais considerados antagônicos. Hoje já é quase consenso a utilização dos recursos naturais de forma sustentável e isto implica em formas inteligentes de emprego da tecnologia disponível, com melhor aproveitamento dos recursos materiais e energéticos.

A exemplo da conservação dos recursos hídricos, de acordo com a ABCON – Associação Brasileira das Concessionárias de Serviços Públicos de Água e Esgoto, 20% dos investimentos dessas empresas passaram a ser direcionados à melhoria operacional. Exemplo de adequação à nova realidade é da Companhia Águas de Niterói que em dois anos de trabalho e com investimento superior a R\$ 22 milhões (cerca de US\$ 10 milhões), a empresa conseguiu reduzir o desperdício de água de 40% para 26%. Na cidade de Limeira, interior

paulista, a Companhia Águas de Limeira reduziu este índice para 17% além de prolongar a vida dos mananciais por meio da diminuição da captação em 20%. Países como o Japão deram um enorme salto de qualidade no que diz respeito à aplicação de tecnologias para coibir o desperdício de água, logrando em 20 anos uma redução do nível de perdas de 60% para 6% (Saneamento Ambiental, 2002).

Não obstante a estes exemplos, há importantes desafios, dificuldades e até mesmo sérias limitações em muitas das iniciativas rumo à sustentabilidade ambiental e empresarial. Já há razões para suspeitar que a transição para a sustentabilidade precisará envolver mais do que uma gestão eficiente das operações industriais existentes. No longo prazo, alguns produtos, processos e até mesmo indústrias inteiras podem provar serem insustentáveis – mesmo que administradas eficientemente. O desafio enfrentado pelas organizações é compulsório e está esquematizado de maneira simplificada na **Figura 8**, a seguir:

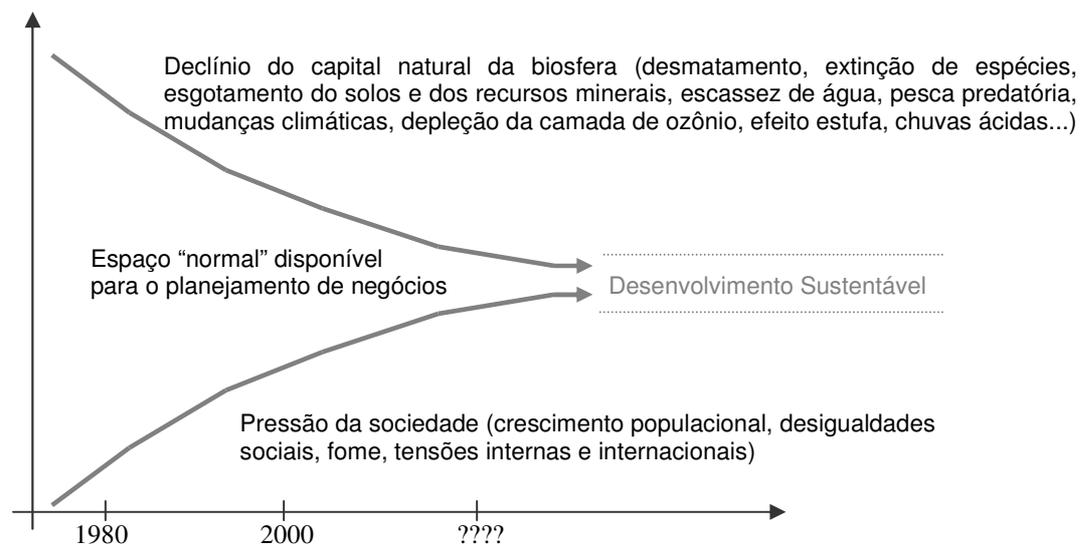


Figura 8 – Desafio das organizações para alcançar a sustentabilidade empresarial

A estes desafios, acrescenta-se o resultado de recente pesquisa publicada durante o Workshop Gerencial sobre Desenvolvimento Sustentável em Maio de 2001 pela empresa de consultoria Arthur D.Little, segundo a qual os obstáculos na implantação de uma Política de Sustentabilidade Empresarial estão divididos em dois tipos de dificuldades: internas e externas. Os dados da pesquisa são apresentados na **Tabela 2**, a seguir

Tabela 2 – Maiores dificuldades enfrentadas pelas Empresas Brasileiras para implantação de uma Política de Sustentabilidade Empresarial.

Dificuldades internas	% empresas
Falta de recursos financeiros	52%
Falta de conscientização	46%
Falta de treinamento	46%
Infra-estrutura inadequada	41%
Legislação pouco clara ou inadequada	38%
Dificuldades externas	% empresas
Dificuldade de acesso a informações sobre tecnologias limpas	52%
Falta de consultores especializados	46%
Desconhecimento de técnicas especializadas	46%
Ausência de técnicas para avaliação de riscos perigos / passivo ambiental	41%
Material relacionado a gestão ambiental apresenta linguagem e conteúdo inadequado para PME's, necessitando adaptação para melhor compreensão	38%

Fonte: Workshop Gerencial sobre o Desenvolvimento Sustentável (2001).

A maior dificuldade externa identificada pela pesquisa, relativa ao acesso a informações sobre tecnologias limpas torna oportuno tecer algumas considerações sobre a importância da existência de condições políticas, técnicas e institucionais para o desenvolvimento e difusão de Tecnologias Ecologicamente Mais Adequadas (TEMA's) no conjunto dos setores industriais do país, defendida por Porto & Mattos (1994) como um dos elementos centrais na formulação das políticas setoriais de desenvolvimento. O conceito de TEMA proposto por Porto & Mattos se diferencia do de Tecnologia Limpa por dois elementos básicos.

Primeiramente, por valorizar o desenvolvimento e difusão deste tipo de tecnologia como um processo não somente técnico e econômico, mas também social e político. Podemos observar que as pressões de diversos segmentos sociais interessados em mudanças tecnológicas voltadas para a preservação da vida humana e proteção do meio ambiente, aliadas a existência de alternativas tecnológicas concretas e viáveis de serem implementadas e de instrumentos legais que proíbam o uso de tecnologias impactantes com efeitos adversos

para a saúde humana e do meio ambiente, contextualizam situações que favorecem o desenvolvimento da TEMA. Em outras palavras, a existência de uma TEMA em um setor econômico específico não é pura casualidade, mas sim o resultado de investimentos e esforços continuados na busca de soluções técnicas adequadas para a superação de certos riscos existentes. Muitas vezes são necessárias tragédias, como mortes, doenças ocupacionais e catástrofes ambientais, articuladas com movimentos políticos reivindicatórios de grupos sociais atingidos e solidários, para que ocorra o surgimento e difusão de uma TEMA. (Porto & Mattos, 1994).

Em segundo lugar, o conceito de TEMA relativiza a idéia que exista uma tecnologia absolutamente sem riscos para a saúde ou ao meio ambiente, como dá a entender a noção de tecnologia limpa. O que podemos eventualmente afirmar é que uma dada tecnologia de produção é claramente menos prejudicial à saúde e ao meio ambiente em relação às outras tecnologias existentes, o que não significa que não existam riscos relevantes dentro de uma dada TEMA. Além disso, uma TEMA de agora não o será no futuro, pois novas e melhores tecnologias, do ponto de vista da saúde e do meio ambiente, poderão ser desenvolvidas. Por outro lado, as incertezas e ignorâncias técnico-científicas existentes num dado momento podem não avaliar adequadamente os riscos de uma determinada tecnologia, e o que foi considerado sem riscos relevantes pode ser radicalmente modificado com a constatação de efeitos antes desconhecidos ou desprezados.

Exemplos de incertezas científicas atualmente em discussão são os efeitos do uso de telefones celulares e de alimentos transgênicos. Em ambos os casos, somente os grupos econômicos de interesse e seus aliados são categóricos em afirmar a inexistência ou irrelevância dos riscos destas tecnologias para os seres humanos, pois cientificamente ainda não é possível afirmar o grau de risco real, dada a complexidade dos problemas envolvidos. No celular, o efeito da exposição prolongada das radiações eletromagnéticas de baixa intensidade sobre o cérebro; nos transgênicos, a implicação dos vegetais geneticamente alterados sobre os ecossistemas e o organismo humano. Além disso, nem sempre podemos eleger uma TEMA dentre as tecnologias produtivas existentes para fabricação de um produto particular. Eventualmente todas as tecnologias viáveis, dos pontos de vista técnico e econômico, possuem riscos para a saúde e o meio ambiente não claramente superiores uns aos outros. Contudo, podem existir situações onde uma tecnologia seja claramente mais adequada,

do ponto de vista ecológico e da saúde dos trabalhadores, sendo esta a TEMA (Porto & Mattos, no prelo).

Face aos desafios, obstáculos e dificuldades identificadas anteriormente, e na medida em que alcance reunir, nesta monografia, informações, análises, fontes de referência especializada, ferramentas práticas de implementação e casos de sucesso em Prevenção à Poluição (P2), Redução de Resíduos (R2), Produção mais Limpa (P+L) e Tecnologia Ecologicamente mais Adequada (TEMA), espera-se haver contribuído para difundir estes preceitos a todos quantos estejam empenhados em implementar programas de redução da geração de resíduos (na fonte) na atividade industrial e laboratorial, tendo a gestão ambiental como estratégia de negócio, isto é, focando a virtual ameaça sob o prisma da concreta oportunidade, em busca, sinérgica e simultaneamente, da sustentabilidade ambiental e empresarial.

1.4 Metodologia

Este projeto foi desenvolvido em cinco fases: (1) identificação e escolha do tema, (2) embasamento técnico e teórico-conceitual, (3) estabelecimento dos objetivos, escopo e abordagem, (4) levantamento e análise crítica de dados, informações e metodologias existentes e (5) o desenvolvimento, elaboração/redação de uma proposta metodológica aplicável à indústria farmacêutica. Cada uma destas fases compreendeu diversas etapas.

A identificação e escolha do tema foram feitas a partir de discussões e entrevistas com profissionais do setor farmacêutico e consultores ambientais sobre as demandas e prioridades neste segmento. Esta fase incluiu a análise das tendências atuais e futuras do gerenciamento ambiental e da legislação ambiental no país e no exterior, e o perfil da indústria farmacêutica no Brasil, bem como seus aspectos econômicos e ambientais.

O embasamento técnico e teórico-conceitual foi adquirido e/ou consolidado nas disciplinas do próprio curso de mestrado, através de aulas teóricas e práticas, exercícios, monografias, visitas técnicas, trabalhos em grupos e estudos individuais. Quanto ao estabelecimento dos objetivos, escopo e abrangência deste trabalho, foi realizado a partir de uma ampla discussão com os mestres designados como orientador e co-orientador, os quais militam na área de concentração escolhida.

O levantamento de dados, informações e metodologias existentes foi construído a partir de pesquisas em organismos nacionais, estrangeiros e internacionais, entidades de classe, ONG's, programas oficiais de governos nos âmbitos federal e estadual, instituições de ensino, consulta a normas e legislações, livros, revistas, monografias, dissertações, jornais, relatórios, publicações eletrônicas na internet, participação em cursos, seminários, fóruns, conferências, workshops, entrevistas e consultas pessoais, formais e informais a instituições, empresas, mestres e consultores independentes.

Quanto à forma de análise dos dados, os programas, métodos, técnicas, diretrizes, políticas, sistemas, modelos e outras ferramentas de gestão direcionadas à prevenção e minimização de resíduos industriais, foram avaliados criticamente, em relação à indústria farmacêutica e farmoquímica quanto aos seguintes aspectos: aplicabilidade, utilidade, objetividade, abrangência, relevância, consistência, praticidade, funcionalidade, eficiência/eficácia (estudos de casos, quando disponíveis), e custo / benefício (estudos de casos, quando disponíveis)

O desenvolvimento, elaboração/redação da proposta metodológica foram realizados com base em: demanda do segmento farmacêutico identificada anteriormente; avaliação das metodologias de prevenção/minimização existentes; medidas implementadas em inúmeros estudos de casos práticos estudados, inclusive na indústria farmoquímica; e, finalmente, com base na própria experiência profissional do autor na área em estudo.

Para a formatação do trabalho final, foram utilizados os seguintes documentos:

- Regulamentação para Elaboração Gráfica de Dissertações de Mestrado e de Monografias de Especialização, da Faculdade de Engenharia do Universidade do Estado do Rio de Janeiro (s/ data). Documento distribuído pelo orientador, via e-mail, em 19.07.2002.
- Modelo e instruções contidas no arquivo intitulado "NORMAS3.doc" distribuído pela coordenação do curso, via correio eletrônico, em 13.09.2002, alterando a regulamentação acima mencionada.
- NBR 6023:2000 – Informação e documentação – Referências – Elaboração.

2. DIRETRIZES INTERNACIONAIS E NACIONAIS – O CONTEXTO E ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS DE PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO (P2) E REDUÇÃO DE RESÍDUOS (R2), E O CENÁRIO ATUAL BRASILEIRO NA GERAÇÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS (RI's)

2.1 Marcos Históricos e Políticas

2.1.1 O Contexto Internacional

O processo de ecologização da sociedade, isto é, a emergência do ambientalismo, ocorreu a partir da década de 50 do Século XX, em variados momentos que propiciaram paulatinamente a percepção da magnitude da crise ambiental, com a conseqüente entrada das idéias ambientalistas em setores cada vez mais amplos na sociedade, o que por sua vez apresentou repercussões em suas respectivas práticas sociais, nas correntes de pensamento da relação sociedade e natureza e, finalmente, na inserção da questão ambiental na arena política (Layrargues, 1996).

A problemática ambiental assumiu tamanha proporção que o ideário ambientalista transcende o lirismo ecológico e o ecologismo dos cientistas da década de 50, o ecologismo “subversivo” das ONG's contra a ordem estabelecida nos anos 60, chegando ao limite de interferir nas instâncias decisórias de governos nacionais na década de 70, com a publicação do memorável Relatório Meadows pelo MIT intitulado *Limits to Growth* (Limites ao Crescimento) em 1972, e com a realização da histórica Conferência de Estocolmo no mesmo ano, na Suécia, que teve a ousadia de colocar em cheque os tradicionais modelos de crescimento econômico e invocando as Nações Unidas a repensá-lo. O resultado desse processo culmina, na década de 80, e mais acentuadamente na década de 90, com a definitiva entrada em cena do ecologismo dos setores ligados ao sistema econômico, como demonstram os seguintes marcos históricos atinentes ao objeto desta pesquisa:

Relatório WCED (1987)

Em 1987, no relatório intitulado “Nosso Futuro Comum”, a CMMAD – Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (do inglês *World Commission on Environment and Development – WCED*) apresentou os imperativos estratégicos – condições *sine qua non* – para o desenvolvimento sustentável, nos quais estão incluídos: “crescimento

suficiente para satisfazer as necessidades e aspirações humanas e uma distribuição mais equitativa dos frutos do crescimento dentro e entre nações; as nossas reservas em declínio de capital ecológico devem ser conservadas e aumentadas, e **o montante de energia e de recursos naturais contido em cada produto deve ser reduzido**"; e, sobretudo, “o ambiente e a economia devem ser integrados em todas as nossas principais instituições detentoras de poder decisório – governo, **indústria** e família” (Brundtland, apud Neill, 1991, p.32-33) (grifos nossos).

Rio-92 (ou Eco-92)

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, realizada no Rio de Janeiro em 1992 (Rio-92), constituiu a plataforma em que pela primeira vez se defendeu a tese de que existe uma “fatura ecológica” (Furtado, 2000) a ser paga pelos países que se beneficiaram da destruição de recursos não-renováveis, ou somente renováveis a elevado custo, que está na base do estilo de vida de suas populações. A degradação ambiental causada pelo desmatamento, pesca predatória, aquecimento global, redução da camada de ozônio, chuvas ácidas, exaustão do solo, poluição do ar e dos rios, disposição inadequada de resíduos perigosos, escassez dos recursos naturais e extinção de espécies, em geral resulta de uma série de ações individuais que, se analisadas em conjunto, podem apresentar conseqüências extremamente danosas.

Por não ser possível conhecer os limites de tolerância do planeta Terra a essas pequenas ações, entende-se prudente assegurar uma determinada margem de segurança, para evitar danos globais irreversíveis. Trata-se da aplicação do **princípio da precaução** conforme estabelecido na Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento, e que tem norteado o estabelecimento de programas, acordos multilaterais e políticas sustentabilistas em nível globalizado.

Agenda 21

A Rio-92 foi a mais importante conferência organizada pela ONU em todos os tempos. Seu principal documento, a Agenda 21, com 170 países signatários, é a proposta mais consistente que existe de como alcançar o desenvolvimento sustentável. É um planejamento do futuro com ações de curto, médio e longo prazos, que estabelece um elo de solidariedade entre nós e as futuras gerações. Trata-se de um roteiro de ações concretas, com metas, recursos e responsabilidades definidas. Dentre os 40 capítulos que constituem este programa

estratégico e universal para alcançarmos o desenvolvimento sustentável no século XXI, numa verdadeira parceria entre governos e sociedade, transcrevemos trechos daqueles que invocam a importância do aspecto preventivo, conforme segue:

“Capítulo 4 – Mudança dos padrões de consumo – Atividades – (a) **Estímulo a uma maior eficiência no uso da energia e dos recursos**; (b) **Redução ao mínimo da geração de resíduos.**” As seções seguintes descrevem como fazê-lo.

“Seção 4.18 – **A redução do volume de energia e dos materiais utilizados por unidade na produção de bens e serviços** pode contribuir simultaneamente para a mitigação da pressão ambiental e o aumento da produtividade e competitividade econômica e industrial. Em decorrência, os Governos, em cooperação com a indústria, devem intensificar os esforços para utilizar a energia e os recursos de modo economicamente eficaz e ambientalmente saudável, como se segue:

- (a) Com o estímulo à difusão das tecnologias ambientalmente saudáveis já existentes
- (b) Com a promoção da pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias ambientalmente saudáveis
- (c) Com o auxílio aos países em desenvolvimento na utilização eficiente dessas tecnologias e no desenvolvimento de tecnologias apropriadas a suas circunstâncias específicas
- (d) Com o estímulo ao uso ambientalmente saudável das fontes de energia novas e renováveis
- (e) Com o estímulo ao uso ambientalmente saudável e renovável dos recursos naturais renováveis

Seção 4.19 – Ao mesmo tempo, a sociedade precisa desenvolver formas eficazes de lidar com o problema da eliminação de um volume cada vez maior de resíduos. Os Governos, juntamente com a indústria, as famílias e o público em geral, devem envidar um esforço conjunto para **reduzir a geração de resíduos e de produtos descartados**, das seguintes maneiras:

- (a) Por meio do estímulo à **reciclagem no nível dos processos industriais e do produto consumido**
- (b) Por meio da **redução do desperdício na embalagem dos produtos**
- (c) Por meio do estímulo à introdução de novos produtos ambientalmente saudáveis”

No Capítulo 20, que trata do manejo ambientalmente saudável dos resíduos perigosos, a Agenda 21 estabelece:

“Seção 20.2, como elementos essenciais do programa, **“a prevenção da geração de resíduos perigosos e a reabilitação dos locais contaminados”**”.

“Seção 20.9, as bases para a ação da **promoção da prevenção e redução ao mínimo dos resíduos perigosos**”, definindo como **“uma das primeiras prioridades do manejo de resíduos perigosos, a sua minimização, como parte de um enfoque mais amplo de mudança dos processos industriais e dos padrões de consumo, por meio de estratégias de prevenção da poluição e de tecnologias limpas”**”.

“Seção 20.10, entre os fatores mais importantes dessas estratégias está a recuperação de resíduos perigosos para convertê-los em matérias úteis. Em consequência, a implementação ou modificação de tecnologias existentes e o desenvolvimento **de novas tecnologias que permitam uma menor produção de resíduos estão atualmente no centro da minimização dos resíduos perigosos**”.

“Seção 20.13, os Governos, de acordo com suas possibilidades e com a ajuda da cooperação multilateral, devem **oferecer incentivos econômicos ou reguladores**, quando apropriado, para estimular a adoção, por parte da indústria, de novas tecnologias limpas, **estimular a indústria a investir em tecnologias de prevenção e/ou reciclagem** de modo a assegurar uma gestão ambientalmente saudável de todos os resíduos perigosos, inclusive dos resíduos recicláveis, **e estimular os investimentos orientados para a minimização dos resíduos**”.

No Capítulo 21, que trata do manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos, a Agenda 21 apóia-se na seguinte hierarquia de objetivos:

- (a) **“Redução ao mínimo dos resíduos**
- (b) Aumento ao máximo da reutilização e reciclagem ambientalmente saudáveis dos resíduos
- (c) Promoção do depósito e tratamento ambientalmente saudáveis dos resíduos
- (d) Ampliação do alcance dos serviços que se ocupam dos resíduos”

“A existência de padrões de produção e consumo não sustentáveis está aumentando a quantidade e variedade dos resíduos persistentes no meio ambiente em um ritmo sem precedente. Essa tendência pode quadruplicar ou quintuplicar as quantidades de resíduos

produzidos até o ano 2025. **Uma abordagem preventiva** do manejo dos resíduos centrada na transformação do estilo de vida e dos padrões de consumo **oferece as maiores possibilidades de inverter o sentido das tendências atuais**”.

Hoje, decorridos 10 anos da aprovação da Agenda 21 em Junho de 1992 por 170 chefes de Estado no Rio de Janeiro, planeja-se agora a Rio+10, como está sendo chamada a próxima reunião planetária organizada pelas Nações Unidas a celebrar-se de 26 de agosto a 4 de setembro de 2002 na Cidade de Joanesburgo, na África do Sul. Segundo técnicos e ambientalistas brasileiros que participaram da elaboração da Agenda 21 brasileira, a Humanidade move-se mais devagar que o previsto inicialmente e as dificuldades crescem, em lugar de diminuir (Neiva *et al*, 2001). José Carlos de Carvalho, então Secretário-Executivo do Ministério do Meio Ambiente, Presidente da Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional, e atualmente titular da pasta no Ministério do Meio Ambiente, não tem ilusões sobre a Agenda 21: “A principal dificuldade de adoção dos itens da Agenda se resume ao modelo econômico baseado no binômio concentração-exclusão, o qual afeta o meio ambiente em dois sentidos: pela via da pobreza, que, em alguns casos só sobrevive com o uso predatório dos recursos naturais, e pelos mais ricos, que adotam padrões de consumo absolutamente insustentáveis” (Neiva *et al*, 2001, p.13).

Esta realidade reforça a necessidade de participação da sociedade nos debates e o engajamento do meio empresarial, na medida em que reconheça que proteção ambiental e responsabilidade social são imperativos estratégicos para a sustentabilidade empresarial e ambiental. A contribuição do meio acadêmico é o espaço que esta monografia pretende ocupar, enfatizando a relevância do aspecto preventivo.

OMC (1995)

A OMC (Organização Mundial do Comércio) criada em 1995 em substituição ao GATT (Acordo Geral de Tarifas e Comércio de 1947, do inglês *General Agreement on Tariffs and Trade*) reconhece em seu acordo constitutivo a importância do conceito de desenvolvimento sustentável na área do comércio internacional, e onde já se discutem duas questões alusivas ao meio ambiente. A primeira delas refere-se à possível adoção da rotulagem ambiental (do inglês *eco-labeling*), que pode constituir-se em uma barreira comercial, pela obrigatoriedade de os países rotularem os produtos, explicitando a sua **origem e o processo produtivo utilizado**. A segunda questão que preocupa os organismos internacionais refere-se à eventual adoção de um conceito ainda mais restritivo chamado de **princípio da precaução**, que impeça o comércio de produtos cujos possíveis efeitos danosos ao ambiente não possam ser desde logo, e inteiramente, mapeados (Billa, Setzer & Monteiro, 2001).

2.1.2 O Contexto Nacional

Normas ISO 14001 (ABNT, 1996)

Embora encarada por alguns autores como barreira comercial não tarifária, a série de normas ISO 14000 é um marco histórico na evolução dos sistemas de gestão ambiental voluntários e é fruto dos caminhos percorridos pela sociedade na busca de soluções capazes de ordenar a produção, de modo a possibilitar uma convivência harmoniosa com o meio ambiente. Basicamente, a série ISO 14000 é um grupo de normas que fornece ferramentas e estabelece um padrão de SGA, abrangendo as seguintes áreas:

- Requisitos do Sistema de Gestão Ambiental;
- Diretrizes para Auditoria Ambiental;
- Avaliação de Desempenho Ambiental;
- Rotulagem Ambiental;
- Aspectos ambientais nas Normas de Produtos;
- Análise do Ciclo de Vida do Produto.

Para a certificação, utiliza-se a Norma NBR ISO 14001 sobre Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) – Especificação e Diretrizes para Uso, a qual é específica para o SGA, além de ser a única norma (da série) passível de certificação independente. Dentre os requisitos aí

estabelecidos, destacamos os que são mais relevantes no âmbito deste projeto de pesquisa, por incluírem explicitamente o compromisso com a abordagem preventiva na política ambiental e no estabelecimento dos objetivos e metas ambientais, conforme transcrevemos a seguir:

“Item 4.2 – Política Ambiental: A alta administração deve definir a política ambiental da organização e assegurar que ela:

- (a) seja apropriada à natureza, escala e impactos ambientais de suas atividades, produtos ou serviços;
- (b) inclua o comprometimento com a melhoria contínua e com a **prevenção da poluição**;
- (c) inclua o comprometimento com o atendimento à legislação e normas ambientais aplicáveis;

Item 4.3.3 – Objetivos e Metas: Os objetivos e metas devem ser compatíveis com a política ambiental, incluindo o comprometimento com a **prevenção da poluição.**”

No Brasil, segundo dados obtidos no 10º Ciclo de Pesquisa sobre Certificados ISO 9000 e ISO 14000, realizado pela ISO - *International Organization for Standardization*, já foram concedidos 330 certificados ISO 14001, representando 1,4% do total de 22897 certificados concedidos no mundo até 31.12.2000 (ISO, 2002).

Atuação Responsável[®]

Atuação Responsável, versão brasileira do *Responsible Care*[®], marca registrada da ABIQUIM, é um programa de autogestão de iniciativa da indústria química brasileira e mundial, destinada a demonstrar seu comprometimento voluntário na melhoria de seu desempenho em saúde, segurança e proteção ambiental. Consiste em um conjunto de 6 Códigos de Práticas Gerenciais (1-Segurança de Processos; 2-Saúde e Segurança do Trabalhador; 3-Proteção Ambiental; 4-Transporte e Distribuição; 5-Diálogo com a Comunidade e Preparação para o Atendimento a Emergências; 6-Gerenciamento de Produtos) compreendendo ao todo 116 práticas gerenciais, das quais 33 estão relacionadas ao meio ambiente, sendo que destas, apenas 15 fazem parte do Código de Proteção Ambiental em si e as outras 18 estão espalhadas pelos demais Códigos (ABIQUIM, 2001).

O Código de Proteção Ambiental, em sua Prática Gerencial 5, estabelece “**prioridade para redução na geração de resíduos, efluentes e emissões**”, apresentando um elenco de 10 (dez) atividades chave apresentadas ao final deste trabalho, no **Anexo 2**.

O mesmo Código de Proteção Ambiental, em sua Prática Gerencial 6, estabelece como objetivo o estabelecimento de **um programa contínuo de redução da geração de resíduos, efluentes e emissões**, e apresenta uma seqüência de atividades descritas no **Anexo 3** desta monografia.

Aspectos financeiros: o BNDES e o Protocolo Verde

Em 1994, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES – torna-se signatário da Carta de Compromisso dos Bancos com o Desenvolvimento Sustentável e, em 1995, torna-se membro e signatário do Protocolo Verde, iniciativa do Poder Executivo Federal, instituída com a finalidade de estabelecer as bases da incorporação da variável ambiental nas análises destinadas à concessão de crédito por parte das instituições financeiras federais, tendo sido baixadas normas e procedimentos internos de apreciação da variável ambiental na análise de projetos. Atualmente, além de condicionar o crédito à regularidade ambiental do mutuário e oferecer recursos para projetos de adequação ambiental, o BNDES apóia especialmente empreendimentos voltados à conservação ambiental com retorno econômico, calcado em diretrizes que orientam a atuação do BNDES no âmbito da sua política para o meio ambiente, dentre as quais se destacam:

- **Privilegiar, primordialmente, operações que promovam utilização de tecnologias mais limpas, eficiência energética, recursos renováveis, redução de rejeitos**, recuperação de recursos ambientais e reciclagem de materiais.
- **Atuar em ações preventivas a danos ambientais**, apoiando e incentivando projetos e programas que incorporem ganhos ambientais.

A partir de Outubro de 2001, o setor ambiental do BNDES passa a situar-se na Área de Planejamento, vinculada diretamente à Presidência do Banco, e denomina-se Gerência Executiva de Meio Ambiente e Recursos Naturais – AP/GEMAM. Na década de 90, 6% dos desembolsos anuais do BNDES foram dirigidos para esta área de negócios, com ênfase em recuperação e conservação ambiental. **Com a mudança de ênfase para aspecto preventivo, os investimentos visando à melhoria dos indicadores de eco-eficiência poderão ter seus prazos de financiamento ampliados significativamente, variando de 5 a 12 anos** (BRASIL, 2002a).

2.2 Aspectos Legais e Institucionais

2.2.1 A Experiência Internacional

Em 1990, o governo norte-americano, através da sua Agência de Proteção Ambiental – EPA, aprovou o Decreto-Lei intitulado *Pollution Prevention Act of 1990*, refletindo a ética ambiental – *The Land Ethic*, de Leopold (1949) e Mori (1994) apud Silva & Schramm (1997) – que emergiu nas últimas décadas, e do qual deriva toda a regulamentação dos estados americanos, referente à **Prevenção da Poluição**.

No ano seguinte, o Senado norte-americano promulga o *Waste Reduction Policy Act of 1991*, estabelecendo uma política nacional de **Redução de Resíduos**.

Na Europa, a motivação mais forte para programas de prevenção da poluição está relacionada com as atividades de Produção Mais Limpa (P+L). Os governos de vários países começaram a reconhecer a necessidade desta abordagem no gerenciamento ambiental, em diversos foros internacionais (Greanpeace, 2002). Este conceito foi adotado pelos Estados-Membros da UNIDO, por ocasião da Conferência sobre Desenvolvimento Industrial Ecologicamente Sustentável – ESID, organizado pela UNIDO em 1991, e endossado no Rio de Janeiro em 1992 pela Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – UNCED, como uma das **ferramentas primárias** para a indústria alcançar melhorias ambientais mantendo-se competitiva e lucrativa. Este posicionamento baseia-se no reconhecimento de que a Produção Mais Limpa representa uma necessidade urgente e imediata até que uma nova geração de tecnologias e processos ambientalmente adequados substitua os atuais sistemas de manufatura, o que levará ainda muitos anos (UNIDO, 1995).

Esta motivação tem influenciado fortemente as tendências na América Latina e Caribe, através de programas, conferências, seminários e iniciativas, como a da CETESB, que foi a primeira instituição da América Latina a assinar a Declaração Internacional de Produção Mais Limpa da UNEP (ver **Anexo 4**), constituindo hoje, em São Paulo, a chamada Mesa Redonda Paulista de P+L, com a participação equânime de instituições representativas do governo (Secretarias de Meio Ambiente do Município e do Estado de São Paulo, ABNT/CB-38), da indústria (FIESP, CIESP e SENAI/SP), de universidades (POLI / PECE e FISP), de ONG's (como por exemplo a GTZ) e outras partes interessadas, com o SENAI/SP abrigando o Centro

de Produção Mais Limpa de São Paulo, ou CPC - *Cleaner Production Centre*⁶. Paralelamente a esta iniciativa, a UNIDO, com metodologia da UNEP TIE, assessoria da AIDIS, e apoio financeiro do BID através de um fundo suíço, escolheu em 1995, o SENAI do Rio Grande do Sul para sediar o CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas, integrando uma rede internacional constituída por mais de 20 (vinte) centros similares (internacionalmente designados por *NCPCs*) e cuja missão é contribuir para o Desenvolvimento Sustentável, com ênfase em P+L (ASEC, 2001)⁷. Ao longo de 1995, oito *NCPCs* foram implantados pela UNIDO em cooperação com a UNEP, nos seguintes continentes/países: África (Tanzânia e Zimbábue), Ásia (China e Índia), América Latina (Brasil e México), Centro e Leste Europeu (República Tcheca e Eslováquia) (UNIDO, 1995). Atualmente, a rede de P+L já alcança 21 (vinte e um) países, conforme ilustrado na **Figura 9**, e, até 26.06.2002, 310 entidades em 45 países já formalizaram compromisso assinando a Declaração Internacional sobre Produção Mais Limpa da UNEP (CNTL, 2002a).



Figura 9 - Centros de Tecnologias Limpas UNIDO/UNEP no mundo.

Fontes: ASEC, 2001 e CNTL, 2002b.

⁶ Para mais informação sobre a Mesa Redonda Paulista de Produção Mais Limpa, ver o site <http://www.mesaproducaomaislimpa.sp.gov.br>.

⁷ Para mais informação sobre o Centro Nacional de Tecnologias Limpas do SENAI/RS, ver o site <http://www.rs.senai.br/cntl>

2.2.2 A Experiência Nacional

No Brasil, as iniciativas em Produção Mais Limpa, alavancadas em São Paulo com a Mesa Paulista de P+L, e no Rio Grande do Sul, com o SENAI/RS sediando o primeiro Centro Nacional de Tecnologias Limpas da América Latina, vêm ganhando força e notável espaço com a adesão de importantes parceiros, como CNI, BNDES, Banco do Nordeste, CEBDS, SEBRAE e FINEP / MCT. Depois da CETESB/SP e do CNTL-SENAI/RS, o CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (ONG coligada ao WBCSD), é a terceira instituição no país a assinar a Declaração Internacional de Produção Mais Limpa da UNEP, o que ocorreu na solenidade de abertura do III Fórum de Produção Mais Limpa realizado de 26 a 27 de Junho de 2002 no Rio de Janeiro⁸.

Na **figura 10** a seguir são apresentados os núcleos integrantes da rede nacional de P+L, chamados NTL's – Núcleos de Tecnologias Limpas.

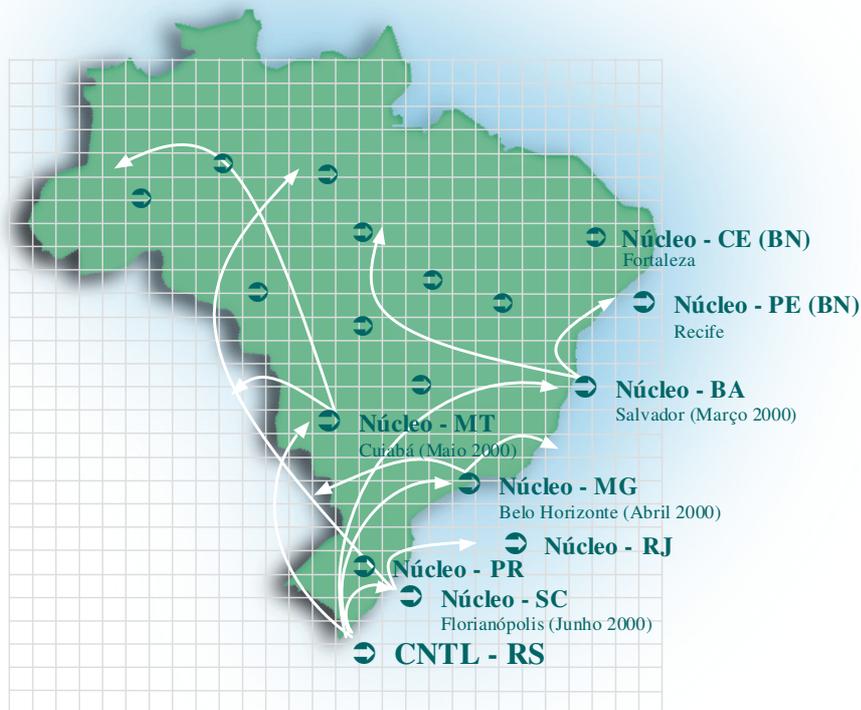


Figura 10 – A Rede de P+L no Brasil. Fonte: ASEC, 2001.

Apesar das sinergias, nota-se uma importante diferença entre a Mesa Paulista e a Rede Nacional de P+L. A primeira é um fórum aberto, de natureza e representação equânime das partes e sem fins lucrativos. A segunda constitui-se uma oportunidade de negócio em que a parceria somente se estabelece através de um contrato comercial da empresa interessada com o CNTL ou NTL.

⁸ Para mais informação sobre o Programa de Produção mais Limpa, consulte <http://www.pmaisl.com.br>.

Verificados os aspectos institucionais que encerram iniciativas de grande porte e crescente aporte de recursos em Prevenção da Poluição (P2) e Redução de Resíduos (R2) sob a égide desta conjunção de esforços em torno da Produção mais Limpa (P+L), que se propõe a colher os frutos ao alcance das mãos, visto que se concentra na implementação das medidas mais simples e baratas, capazes de proporcionar simultaneamente ganho ambiental e retorno quase imediato do capital investido, colocando num segundo plano de prioridade as medidas de maior custo e complexidade, passamos a analisar os aspectos legais de P2 e R2, a nível nacional.

A ênfase no aspecto preventivo e na redução / minimização de resíduos, poluição e impactos ambientais, na fonte geradora, encontra amplo respaldo na legislação ambiental vigente, marcadamente na década de 90, a partir da regulamentação da Política Nacional do Meio Ambiente e, principalmente, no período subsequente à realização da CNUMAD em 1992 no Rio de Janeiro e da subsequente aprovação da Agenda 21. Em 12.02.1998, com a promulgação da Lei nº 9.605/98, conhecida como Lei dos Crimes contra o Meio Ambiente, ou Lei Jobim, regulamentada pelo Decreto nº 3.179, de 21.09.1999, o Brasil fecha o círculo regulatório do controle da poluição, integrando as esferas administrativa, cível e penal, dotando o país de um eficiente e internacionalmente aclamado modelo de prevenção e reparação cível dos danos ambientais.

Segundo Costa Neto *et al* (2000), o Direito Ambiental é, por natureza, essencialmente preventivo, levando a extremos o princípio precautório, cuja definição (cap. 8 – Glossário) determina que deva a tutela jurídica do meio ambiente prevenir a ocorrência de danos ambientais. Daí decorre a **criminalização da ausência de medidas de precaução, punível com a pena da poluição qualificada – reclusão de 1 a 5 anos**, prevista no parágrafo 3º do Artigo 54 da Lei dos Crimes Ambientais, que transcrevemos para maior clareza: **“Incorre nas mesmas penas previstas no parágrafo anterior quem deixar de adotar, quando assim o exigir a autoridade competente, medidas de precaução em caso de risco de dano ambiental grave ou irreversível”**. Conforme Machado (1998), o parágrafo em comentário nada mais é do que a inserção, no direito penal-ambiental, de tal princípio.

Observa-se, portanto, que o princípio da precaução / prevenção é um mecanismo que vem sendo cada vez mais utilizado pelo legislador para tutelar o ambiente. Na presente pesquisa, foram identificados 62 dispositivos legais concernentes ao tema, sendo 51 (cinquenta e um) no âmbito Federal e 11 (onze) no âmbito Estadual do Rio de Janeiro, dentre os quais destacam-se:

No Âmbito Federal

- Lei nº 6.938, de 31.08.1981, regulamentada pelo Decreto 99.274, de 06.06.1990, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, em seu Artigo 10, parágrafo 3º, estabelece que “o órgão estadual de meio ambiente e o IBAMA, este em caráter supletivo, poderão, se necessário e sem prejuízo das penalidades pecuniárias cabíveis, **determinar a redução das atividades geradoras de poluição**, para manter as emissões gasosas, os efluentes líquidos e os resíduos sólidos dentro das condições e limites estipulados no licenciamento concedido”.
- Portaria Minter nº 124 de 20/08/80, que baixa norma no tocante à **prevenção de poluição hídrica** (localização de indústrias deve respeitar uma distância mínima de 200 metros das coleções hídricas ou cursos d'água próximos).
- Lei nº 8.723, de 28.10.1993, modificada pela Lei 10.203, de 22.10.2001, **que dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores** .
- Decreto Legislativo nº 60, de 19.04.1995, **que aprova o Texto da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios** de 1973, de seu Protocolo de 1978, de suas Emendas de 1984 e de seus Anexos Opcionais III, IV e V.
- Decreto nº 2.508, de 04.03.1998, **que promulga a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios**, concluída em Londres, em 02.11.1973, seu Protocolo, concluído em Londres em 17.02.1978, suas Emendas de 1984 e seus Anexos Opcionais III,IV e V.
- Decreto nº 2.742, de 20.08.1998, que promulga o Protocolo ao Tratado da Antártida sobre Proteção do Meio Ambiente, adotado em Madri, em 03.10.1991, e assinado pelo Brasil em 04.10.1991, que estabelece, em seu Artigo 3º, que “o armazenamento, a eliminação e a retirada dos resíduos da área do Tratado da Antártida, **assim como sua reciclagem e sua redução na fonte, serão considerados essenciais** no planejamento e na execução de atividades na área”.
- Decreto nº 87.079, de 02.04.1982, que aprova as Diretrizes para o Programa de Mobilização Energética, que em seu Artigo 2, determina “**aplicar, na indústria, medidas de conservação visando à redução do consumo de derivados de petróleo**”.

- Decreto nº 99.280, de 06.06.1990, que promulga a Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio e do Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destruem a Camada de Ozônio, destinado a promover a cooperação internacional em pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologias alternativas ao controle, **“redução de consumo e redução das emissões de substâncias que destroem a camada de ozônio”**
- Decreto nº 875, de 19.07.1993, que promulga o texto da Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito, cuja Seção B abrange todas as operações que possam levar à recuperação de recursos, reciclagem, reaproveitamento, reutilização direta ou usos alternativos de materiais legalmente definidos ou considerados como resíduos perigosos, dentre os quais o item R7, concernente à **“recuperação de componentes usados na redução de poluição”**.
- Resolução CONAMA nº 09, de 31.08.1993, que determina que todo o óleo lubrificante usado ou contaminado será, obrigatoriamente, recolhido e terá uma destinação adequada, de forma a não afetar negativamente o meio ambiente, e estabelece em parágrafo único, que **“as indústrias existentes terão o prazo de 120 (cento e vinte) dias para apresentar ao Órgão Estadual de Meio Ambiente um plano de adaptação de seu processo industrial, que assegure a redução e tratamento dos resíduos gerados”**.
- Resolução ANEEL nº 90, de 04.05.1999, que aprova o Programa Anual de **Combate ao Desperdício de Energia Elétrica** e Pesquisa e Desenvolvimento da Eletropaulo Metropolitana – Eletricidade de São Paulo S/A.
- Portaria Normativa IBAMA nº 435 de 09.08.1989 que, considerando a necessidade de implantação de medidas que venham a **contribuir para a redução ou eliminação de mercúrio metálico no ambiente**, implanta o registro obrigatório, no IBAMA, de equipamentos destinados ao controle da substância mercúrio metálico em atividades de garimpagem de ouro, em todo o território nacional.
- Portaria SSST 11, de 13.10.1994, publicando a minuta do Projeto de Reformulação da Norma Regulamentadora nº 9 – Riscos Ambientais – com o seguinte título: Programa de Proteção a Riscos Ambientais, cujo artigo 9, sub-item 9.3.2, estabelece que **“a antecipação deve envolver a análise de projetos de novas instalações, métodos e processos de trabalho, ou de modificação dos já existentes, visando identificar os riscos potenciais e introduzir medidas de proteção para sua redução ou eliminação”**.

- Portaria MICT nº 92, de 06.08.1998, que cria Grupo de Trabalho com o objetivo de elaborar proposta de **“Programa Brasileiro de Reciclagem, face às suas contribuições à preservação do meio ambiente, redução de desperdícios, conservação de energia, economia de recursos naturais e geração de empregos”**.
- Portaria MMA nº 256, de 09.07.1999, que aprova o Regimento Interno da Secretaria de Qualidade Ambiental, define seus programas e projetos, um dos quais, o Programa de Proteção e Melhoria da Qualidade Ambiental – PQA – cujos objetivos são apresentados no Artigo 6º, item V, nos seguintes termos: **“O Programa de Proteção e Melhoria da Qualidade Ambiental tem por objetivos definir e propor políticas e normas, promover a articulação interinstitucional, definir estratégias e implementar programas e projetos relativos às ações de caráter preventivo e corretivo voltadas à redução de eventos de risco ao meio ambiente e à gestão de substâncias químicas”**.
- Portaria MMA nº 257, de 09.07.1999, que aprova o Regimento Interno da Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável, cujas competências são apresentadas no Artigo 1º, item V, nos seguintes termos: **“propor políticas, normas e estratégias, e implementar estudos, visando à melhoria entre o setor produtivo e o meio ambiente, relativos ao fomento ao desenvolvimento de tecnologias de proteção e de recuperação do meio ambiente e de redução dos impactos ambientais”**, e mais adiante no Artigo 6º, item II, estabelece como objetivos do Programa de Produção e Meio Ambiente: **“definir e propor políticas, normas e estratégias, e implementar estudos relativos ao desenvolvimento de tecnologias produtivas sustentáveis, à adoção de tecnologias limpas e de alternativas de produção redutoras de desperdícios”**.
- Portaria MCT nº 552, de 08.12.1999, que aprova o Plano Nacional de Ciência e Tecnologia do Setor de Petróleo e Gás Natural (CTPETRO) para o período de 1999–2003, que enfatiza “a preocupação constante de cientistas e estrategistas nos vários continentes quanto à futura substituição dos derivados do petróleo na matriz energética mundial, face às grandes questões do século XXI, dentre as quais se incluem o efeito estufa e **a necessidade de redução de emissões de CO₂ para atmosfera, bem como a própria limitação dos recursos petrolíferos mundiais**”.
- NR-9 Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, que institui o **Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA**, cujo item 9, sub-item 9.3.2 estabelece que **“a antecipação deverá envolver a análise de projetos de novas instalações, métodos ou processos de trabalho, ou de modificação existentes, visando a identificar os riscos potenciais e introduzir medidas de proteção para sua redução ou eliminação”**.

- Resolução CONAMA nº 283, de 12 de julho de 2001, que dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.

Esta resolução fundamenta-se manifestamente “**nos princípios da prevenção, da precaução e do poluidor pagador**”. Inclui os “Medicamentos e imunoterápicos vencidos ou deteriorados” entre os RSS abrangidos pela Resolução e estabelece a obrigatoriedade de implementação de um “Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS – definido como: **documento integrante do processo de licenciamento ambiental, baseado nos princípios da não geração de resíduos e na minimização da geração de resíduos...**”

- Decreto nº 4.085, de 15.01.2002, que promulga a Convenção nº 174 da OIT e a Recomendação nº 181 sobre a **Prevenção de Acidentes Industriais Maiores**.
- Decreto nº 4.136, de 20.02.2002, que dispõe sobre a especificação das **sanções aplicáveis às infrações às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas** sob jurisdição nacional, prevista na Lei nº 9.966, de 28.04.2000.
- Política Nacional de Resíduos Sólidos – Relatório Preliminar. Versão Ø - 08.08.2001. Projeto de Lei que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelece diretrizes e normas para o gerenciamento dos diferentes tipos de resíduos sólidos, acrescenta artigo à Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências.

Este projeto de lei atende, entre outros, ao princípio enunciado no capítulo 2, artigo 6º, alínea XII, “**de limitar a disposição final aos resíduos sólidos cujas características impossibilitem sua reciclagem, reuso e outros métodos de redução ou a sua utilização para a produção de energia**”. No capítulo III, Seção III, que trata do gerenciamento dos resíduos sólidos especiais, estabelece no artigo 48 da subseção II, que “**as unidades geradoras de resíduos industriais devem buscar soluções que possibilitem a prevenção da poluição, a reutilização, a reciclagem e a redução da periculosidade desses resíduos**”.

O Projeto dedica inteiramente o capítulo IV aos “**métodos de redução de resíduos sólidos**”, e, embora não inclua explicitamente a redução na fonte dentre as alternativas, estabelece metas auspiciosas de redução progressiva de resíduos a serem encaminhados para aterros: para 75% em 5 anos, 50% em 8 anos, e reduzindo finalmente para 35% do total atual no prazo de 15 anos (Seção III, artigo 142).

No âmbito Estadual do Rio de Janeiro

- Lei nº 1.898, de 26.11.1991, que dispõe sobre a realização de Auditorias Ambientais, regulamentada pela DZ.56.R-2 – Diretriz para Realização de Auditoria Ambiental – que em seu Artigo 7, item 7.4 (Política Ambiental da Empresa ou Atividade), sub-item 7.4.2, estabelece que seja informado “**se a empresa ou atividade utiliza matérias-primas menos agressivas ao meio ambiente, se emprega a melhor tecnologia limpa disponível para a redução da poluição ambiental e se possui Programa de Conservação de Energia**”. No item 7.5 (Abrangência da Auditoria), sub-item 7.5.11, determina que sejam avaliados: **redução, reuso, reciclagem**, tratamento, transporte e disposição adequada **de resíduos**.
- Lei nº 2.011, de 10.07.1992, **que dispõe sobre a obrigatoriedade da implementação de Programa de Redução de Resíduos**. Esta Lei Estadual foi promulgada pela Assembléia Legislativa quase que imediatamente após a realização da Eco-92, evidenciando tratar-se de um desdobramento daquela Conferência, numa clara demonstração da influência internacional sobre a mudança de filosofia da política ambiental, invocando para o Estado a responsabilidade pela gestão da melhoria de qualidade ambiental, calcada nos preceitos do Desenvolvimento Sustentável e da Eco-eficiência. Como dispõe sobre matéria relevante do ponto de vista do tema central desta monografia, a íntegra deste texto legal é apresentada no **Anexo 1**.
- DZ-949.R-0, Diretriz de Implantação do Programa “Bolsa de Resíduos” de 17.06.1982, aprovada pela CECA em 09.07.1982, “visando a disciplinar não só o manuseio e disposição final dos mesmos, como também identificar formas de reaproveitamento de tudo o que é aproveitável, beneficiando o meio ambiente (pela **diminuição do volume de lixo industrial** nele disposto), e o empresário (pela **redução dos custos de controle de poluição, ou ainda, em certos casos, pela utilização de tais resíduos como matéria-prima**)”.
- Lei nº 3.467, de 14.09.2000, que dispõe sobre as sanções administrativas derivadas de condutas lesivas ao Meio Ambiente no Estado do Rio de Janeiro. Conforme o art. 61º, parágrafo 1º, “**incorre nas mesmas multas, quem deixar de adotar, quando assim o exigir a autoridade competente, medidas de precaução** em caso de risco de dano ambiental grave ou irreversível”.
- Lei nº 3.801, de 03.04.2002, que institui e impõe normas de segurança para operações de petróleo e seus derivados, no âmbito do Estado do Rio de Janeiro. Conforme o art. 3º desta lei, “**a concessão ou renovação de licenças ambientais de instalação e operação** pelo órgão competente do Estado, **fica condicionada à apresentação, pelo requerente, de aplicação de**

medidas preventivas e equipamentos **que visem impedir a contaminação do meio ambiente por derramamentos de petróleo e seus derivados**". Esta Lei é um claro desdobramento da crescente onda de acidentes ambientais que atingiram a Baía de Guanabara e as praias cariocas no passado recente, e mais uma evidência da assimilação do **princípio precautório** pelo Estado.

Neste capítulo, evidenciou-se que o país está dotado de avançados mecanismos jurídico-legais, e de meios políticos e institucionais destinados a garantir a proteção do meio ambiente como bem público, calcados no aspecto preventivo. Não obstante, a legislação ambiental brasileira é fragmentária e proveniente de diversas fontes: não forma um todo integrado. O efeito desta fragmentação, retratado por Machado (2001) e anteriormente por Aguiar (1996), é uma visão pontual do meio ambiente, não o integrando em totalidades que abarquem aspectos políticos, sociais, científicos, naturais e técnicos.

Assim, embora avançada, a legislação ambiental brasileira contrasta com o cenário ambiental brasileiro traçado na próxima seção. Na visão panorâmica de Machado (2001) sobre o processo de formação do arcabouço jurídico-institucional ambiental brasileiro, encontramos uma das possíveis origens deste contraste: a participação desigual dos atores que disputam o controle e o uso de recursos (agentes econômicos, poderes públicos, população local, indivíduos, grupos organizados, movimentos sociais, associações e redes de natureza diversas), devido ao acesso limitado e desigual dos indivíduos aos mecanismos de participação nos processos judiciais, aos quais recorrem os diferentes atores com multiplicidade de concepções, para solucionar ou legitimar suas lutas, o que resulta numa eficácia apenas parcial e simbólica do instrumento legal.

2.3 Cenário Atual no Brasil

2.3.1 Geração e Gerenciamento de Resíduos Industriais

Ao discorrer sobre a relevância da prevenção de resíduos industriais, no **Item 1.3**, já foram apresentados alguns dados quantitativos, a título de exemplos, visando a ilustrar as tendências de “P2” e “R2” em relevantes regiões e segmentos industriais. Neste ponto, a lacuna que convém preencher é avaliar com maior profundidade o atual cenário nacional, abordando algumas questões que atualmente vêm preocupando governo e indústria, tais como: Qual o volume de resíduos industriais produzidos anualmente no Brasil? De quem é a responsabilidade pelo destino final dos mesmos? Qual a destinação final dada aos resíduos industriais? A questão dos resíduos tem ocupado o centro das atenções por conta do debate sobre a proposta de Política Nacional de Resíduos Sólidos em tramitação no Congresso Nacional, sob a responsabilidade do Deputado Emerson Kapaz do PPS/SP, relator da Comissão Especial de Resíduos da Câmara dos Deputados. Isto também ficou evidenciado durante o Seminário Nacional de Resíduos Sólidos, promovido pela FIESP, que ocorreu no final de novembro de 2001, em São Paulo.

Até o presente, inexistiu um inventário nacional de resíduos, apesar da obrigatoriedade estabelecida pela Resolução CONAMA nº 6 de 15.06.1988, de cada Estado implementar um inventário estadual de resíduos. O IBAMA está incumbido de criar um banco de dados nacional. Para isto o MMA, através da assessoria técnica do projeto de redução dos riscos ambientais, já definiu uma metodologia de trabalho, mas a expectativa é de que os dados finais só estejam disponíveis em 2004. Até o momento, somente 8 (oito) estados responderam, Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Pernambuco, Ceará, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Paraná e Minas Gerais. Em São Paulo, principal centro gerador, a CETESB realizou um levantamento em 1993, que foi atualizado em 1997. Por estes dados, a geração de resíduos no estado alcançava 26.619.678 t/a, dos quais 535.615 t (classe I), 25.038.167 t (classe II) e 1.045.895 t (classe III). No Rio de Janeiro, em 1998, a FEEMA acusou a geração de 613.577 t. Desse total, 192.067 t classe I, 146.774 t classe II e 274.736 t classe III (Freitas, 2001) conforme **Figura 11** a seguir:

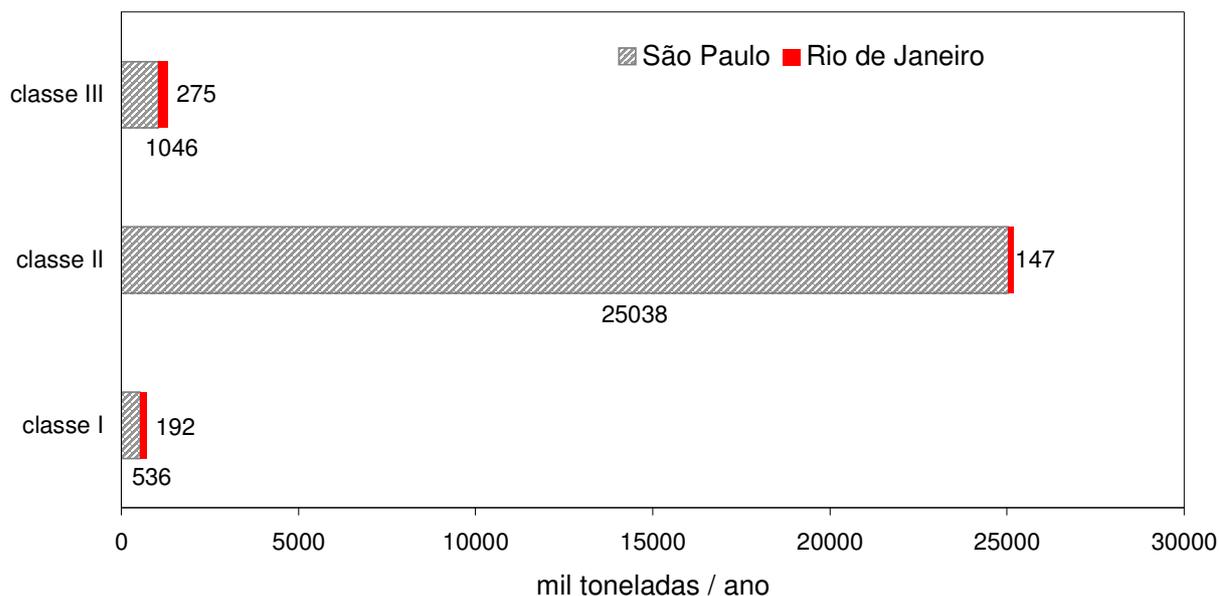


Figura 11 – Volume de resíduos industriais gerados nos principais centros geradores.
 Fonte: Freitas, 2001.

Com base na relação entre as quantidades de resíduos inventariados nos dois Estados, São Paulo estaria gerando aproximadamente 43 vezes mais resíduos do que o Rio de Janeiro. A composição dos resíduos por classe de perigo nos dois estados também diverge enormemente, como mostra mais adiante a **Figura 14**. Embora não esteja no escopo desta pesquisa avaliar a fidedignidade destes dados, impõe-se aqui uma questão oportuna: Tomando-se o PIB como indicador da riqueza da nação e de seus estados, e considerando-se que o PIB de SP – R\$ 324.152 bilhões em 1998 (BRASIL, 2002b) é apenas 3 vezes maior que o PIB do RJ no mesmo ano – R\$ 100.651 bilhões (BRASIL, 2002b), ao dividirmos o volume de resíduo pelo produto interno, obtêm-se anualmente 82 ton/milhão R\$ (em SP) contra 6 ton/milhão R\$ (no RJ), conforme **Figura 12**.

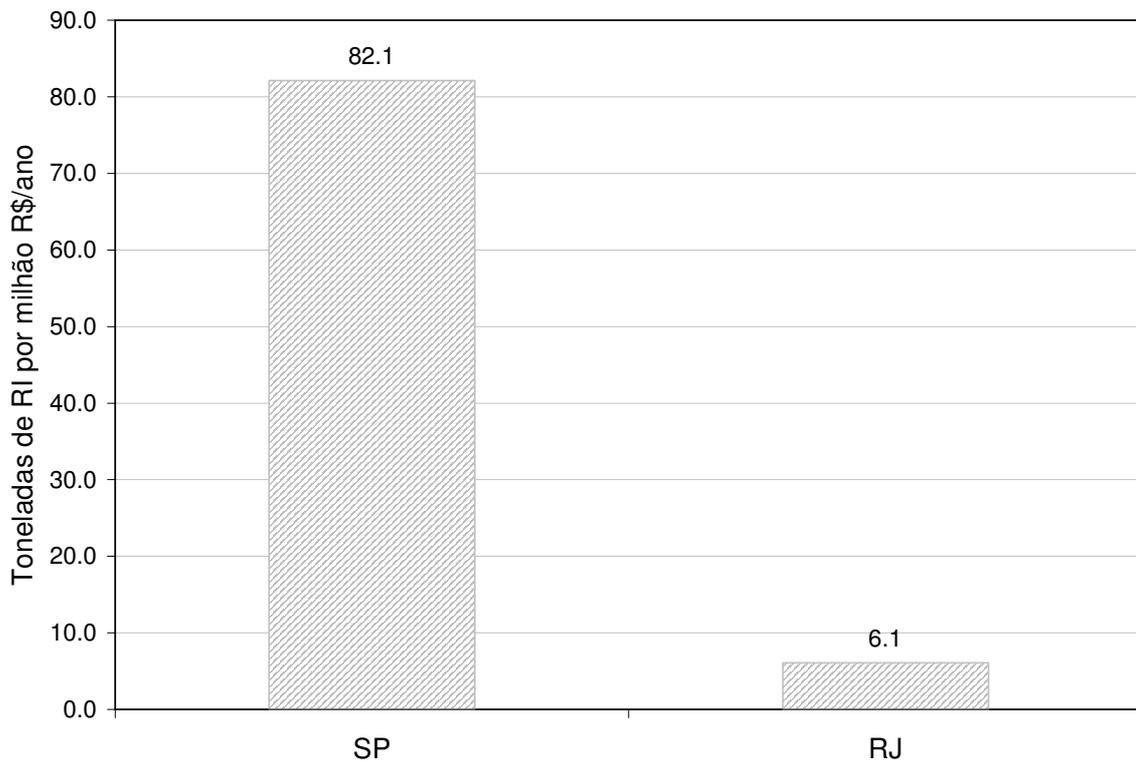


Figura 12 – Geração anual de resíduos industriais em relação ao PIB nos Estados de RJ e SP, principais centros geradores.

É no mínimo curioso que o Estado de São Paulo gere 82 toneladas de resíduo industrial por milhão de reais produzido anualmente enquanto que no Rio de Janeiro este índice seja de apenas 6 toneladas de resíduo industrial por milhão de reais de seu PIB anual. Se os dados apurados pela CETESB e FEEMA forem verdadeiros, fica como proposta de investigação futura a interpretação desta gritante diferença de performance entre centros geradores tão próximos.

Tomando-se por outro prisma a população dos dois Estados em 1998 – RJ: 13,8 milhões (BRASIL, 2002c); SP: 35,1 milhões (SÃO PAULO, 2002b) como referencial para esta análise comparativa, obtém-se 758 kg/ano por habitante em SP contra apenas 44 kg/ano por habitante no RJ, conforme **Figura 13**.

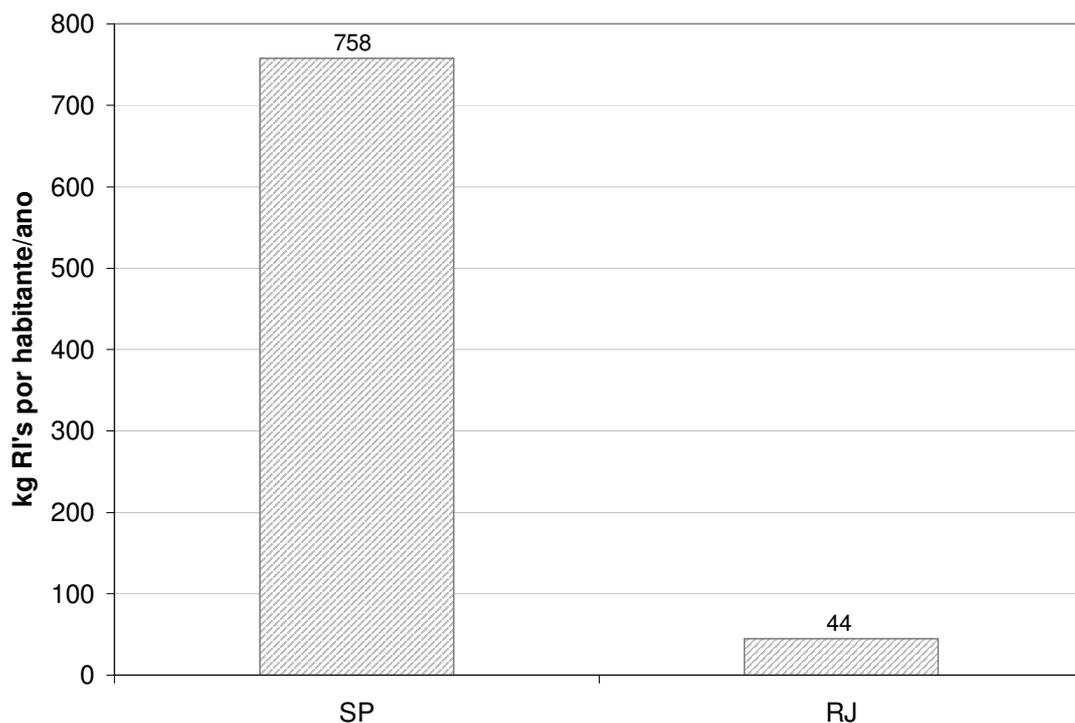


Figura 13 – Geração de resíduos industriais em relação à população dos Estados de RJ e SP.

Importante salientar que aqui estamos falando apenas dos resíduos de origem industrial. Isso nos leva a crer que estes dados necessitam ser revistos, na medida em que os mecanismos de avaliação sejam aperfeiçoados pelos órgãos de controle ambiental, e que haja mais transparência por parte das fontes de informação.

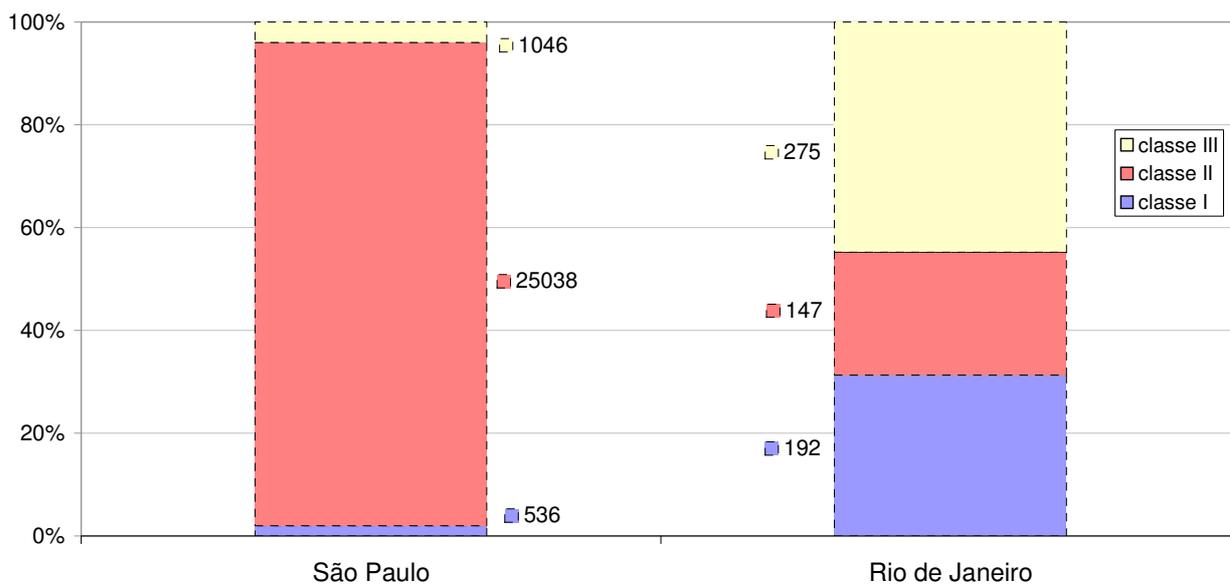


Figura 14 – Volume de resíduos industriais inventariados (em milhares de toneladas) por classe de perigo, nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro.

Reconhecidamente, o gerenciamento de resíduos sólidos industriais é hoje um dos principais problemas vivenciados pelas empresas na área de meio ambiente. Segundo o levantamento realizado pela CETESB – que, embora defasado e contestável, é o mais recente disponível, e por enquanto um dos poucos referenciais de grande peso que se tem sobre os quantitativos desse tipo de resíduos, somente no Estado de São Paulo, como já mencionado, são gerados anualmente 536 mil toneladas de resíduos Classe I, perigosos, e 25 milhões de toneladas de resíduos Classe II, que são menos problemáticos em termos de potencial poluidor. A principal atividade industrial geradora de resíduos perigosos é a química, que gera 177 mil ton/ano, o que corresponde a aproximadamente 33% do total de resíduos classe I gerados no Estado (Alves, 1998).

À luz dos dados publicados, torna-se oportuno aprofundar a análise em busca de uma resposta à terceira questão formulada inicialmente: Para onde estariam indo estes resíduos? Pela legislação, eles teriam que ser dispostos, tratados, ou temporariamente estocados. Porém, os especialistas do setor acreditam que boa parte desses resíduos esteja sendo depositada de forma inadequada, através de um esquema que o jargão denomina de “Boca de Porco”. Por esse esquema, os geradores contratam empresas de conduta duvidosa, a preços normalmente bem abaixo dos praticados no mercado, que encontram um jeito de dar uma destinação para o resíduo. Só não se sabe como nem onde. Esta prática, no entanto, representa um grande perigo para o gerador, porque afinal é sempre responsável pelo resíduo, esteja ele onde estiver, o que significa que o barato pode ficar muito caro.

Ainda segundo os números da CETESB, das 536 mil toneladas de resíduo classe I, 53% são tratados, 31% são estocados e 16% são dispostos no solo. Quanto aos de classe II, 35% vão para o tratamento, 2% são estocados e 63% são dispostos. E aqui as dúvidas e inconsistências começam a ser mais inquietantes: se efetivamente 284 mil ton/ano de resíduos Classe I são tratados, onde isto ocorre? A busca por uma resposta impõe uma reflexão sobre a infra-estrutura disponível oferecida no Estado de São Paulo no segmento de prestação de serviços na área ambiental, versus suas respectivas taxas de ocupação / ociosidade.

Vejamos: a principal forma de tratamento de resíduos classe I no Estado é a incineração. Existem no Estado de São Paulo 4 (quatro) incineradores de grande porte que, juntos, têm uma capacidade próxima a 23 mil ton/ano. Caso tais incineradores operassem a

plena carga, tratariam menos de 10% do total de resíduos que se afirma estarem sendo tratados no Estado. Outra alternativa importante para resíduos Classe I seria o co-processamento em fornos de cimento ou queima em fornos siderúrgicos e de fundição. No entanto, até então somente uma empresa cimenteira em São Paulo – a Cimento Ribeirão – estaria licenciada para efetuar o co-processamento de resíduos, substituindo 15% do seu consumo energético. Portanto, não é uma quantidade tão grande assim. Além disso, a empresa preparadora do *blend* utilizado pela Cimento Ribeirão, a Resicontrol, estaria operando com ociosidade desde o início de operação. Quanto aos aterros, até o final de 1998 havia somente uma instalação no Estado em condições legais de executar a disposição deste tipo de resíduo. Portanto, se efetivamente estas 284 mil ton/ano estão sendo tratadas, isto estaria sendo feito em outros estados, o que é pouco provável, porque dificilmente São Paulo estaria exportando tal quantidade de resíduos, e não haveria capacidade instalada em nível nacional para tal demanda, conforme demonstrado no **Quadro 1** a seguir:

Quadro 1 – Capacidade de incineração nominal instalada, em nível nacional

Localização	Unidade Industrial	Capacidade de incineração nominal instalada (t/a)
Alagoas	CINAL	11.500
Bahia	CETREL	14.400
Rio de Janeiro	TRIBEL	3.200
São Paulo	ELI LILLY	12.000
	BASF	2.700
	TERIS	3.000
	CLARIANT	5.000
TOTAL		51.800

Fonte: Freitas & Alves, 2002.

Com a aprovação da lei dos crimes ambientais, no início de 1998, a qual estabelece pesadas sanções pela disposição inadequada de resíduos, as empresas que prestam serviços sentiram um certo aquecimento do mercado, de até 20% na demanda por serviços logo após a promulgação da lei (Alves, 1998), indício que aponta no sentido de que certas soluções “criativas” estejam sendo gradativamente substituídas por um gerenciamento mais responsável dos resíduos industriais. Uma evolução tímida, se considerarmos que, atualmente, a Câmara de Comércio Brasil-Alemanha estima que a geração anual de resíduos industriais

perigosos no país seja de 2,9 milhões de toneladas, enquanto que os dados publicados pela ABETRE – Associação Brasileira de Empresas de Tratamento, Recuperação e Disposição de Resíduos Especiais – dão conta de que apenas pouco menos de 600 mil toneladas de resíduos especiais são processadas anualmente por suas empresas associadas, conforme **Quadro 2** a seguir, onde estes dados são apresentados por segmento.

Quadro 2 – Volume de resíduos especiais processados, por segmento, anualmente no Brasil, por 15 (quinze) empresas associadas à ABETRE.

Segmento	Quantidade de RI's processados anualmente no Brasil (t/a)
Aterro	423.700
Incineração	24.000
Co-processamento	145.000
Tratamento	1.500
TOTAL	594.200

Fonte: Freitas & Alves, 2002.

Constata-se assim que, até o encerramento desta pesquisa, em julho de 2002, permanece desconhecida a destinação dada a cerca de 80% dos resíduos industriais perigosos que se estima sejam gerados no país. A deficiência na fiscalização é um problema e a velocidade da atuação dos órgãos ambientais é lenta. As consequências deste cenário recaem sobre o meio ambiente, sobre a sociedade, e, quando se identificam as responsabilidades, sobre a imagem das empresas geradoras dos resíduos dispostos inadequadamente. Os custos da remediação, das sanções e os prejuízos pela perda da imagem são extremamente superiores aos custos das boas práticas de gestão ambiental. Segundo uma estimativa da ABETRE (2002), considerada conservadora pois parte da premissa que apenas 50% dos resíduos alocados indevidamente estarão sujeitos à futura fiscalização, a indústria brasileira estaria apresentando um passivo de R\$ 5 bilhões relativo à última década, e crescendo à base de meio bilhão de reais por ano.

Exemplo bem atual relatado por Cavalcanti (2002) e que tem ocupado manchetes na imprensa diária é o Aterro Industrial Mantovani e o Aterro Industrial Cetrin, localizados em áreas contíguas no município de Santo Antônio da Posse, SP, os quais apesar de haverem

funcionado legalmente, isto é, licenciados pela CETESB, no período de 1974 a 1987, receberam de forma incorreta, 150 mil toneladas de resíduos sólidos e semi-sólidos de todos os tipos, a granel ou entamborados, incluindo resíduos industriais gerados no processo de descontaminação de óleos lubrificantes, borras ácidas, óleo solúvel, solventes, soda exausta, lodos de anodização e de galvanoplastias, resíduos químicos, metais pesados, terra diatomácea e produtos fora de especificação (fraldas, cotonetes, fibras sintéticas e resíduos químicos diversos). Sem critérios técnicos rigorosos, quer construtivos quer operacionais, e sem que houvesse a instalação de sistemas eficazes de drenagem, as atividades do aterro foram suspensas pela CETESB em 1987, devido à contaminação do solo e risco de rompimento dos taludes, com o conseqüente extravasamento de líquidos lixiviados do aterro para os corpos d'água constituintes da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba.

Condenados em Ação Civil Pública impetrada em 1988 pelo MP Estadual, ao pagamento de indenização para completa reposição ambiental da área, os proprietários do empreendimento até hoje não deram início ao cumprimento da condenação por alegada inadimplência, motivando a Promotoria de Justiça da Comarca de Jaguariúna a instaurar um Inquérito Civil para averiguar a possibilidade de se firmar Termo de Compromisso com as empresas que supostamente teriam destinado resíduos aos Aterros Mantovani e/ou Cetrin. A questão é hoje discutida no âmbito da Comissão de Defesa do Meio Ambiente, já que a área contaminada, declarada pelo proprietário, é muito maior do que se esperava. Das cerca de 72 empresas que foram notificadas pelo MP da região, apenas 42, segundo o gerente de meio ambiente de uma das empresas por mim ouvidas, assinaram em Setembro/2001 um Termo de Compromisso com o órgão ambiental para as medidas emergenciais de curto prazo correspondente a estudos e intervenções de uma “primeira etapa” visando a identificar a efetiva dimensão do dano ambiental e evitar o risco de alastramento das contaminações.

Nesta “primeira etapa” que inclui um Estudo de Diagnóstico Ambiental, bem como a elaboração do projeto de recuperação da área, serão dispendidos R\$ 2,8 milhões. Segundo a mesma fonte, estima-se que o custo total da remediação do sítio contaminado alcance R\$ 160 milhões (ca. US\$ 70 milhões), sendo a princípio, do(s) contratante(s) do serviço, a total responsabilidade: civil, criminal e administrativa. Para fazer frente a esta demanda, e também para que fatos como este não se tornem rotina, já se propõe inclusive a criação de um fundo com a participação do Estado e das indústrias. Apesar de já perdurar por 15 (quinze) anos contados a partir da interdição do aterro pela CETESB, trata-se de um imbróglgio apenas em

sua fase inicial, já que o Poder Judiciário não pode abrir mão da completa reparação do dano ambiental, mesmo com a celebração do Termo de Compromisso.

Estes exemplos ratificam amplamente a urgência de foco no aspecto preventivo, como já foi dito anteriormente: os avanços mais significativos na gestão de resíduos estão direcionados no sentido de se priorizar o “não gerar” e o “reduzir” a geração, seguindo-se as tendências mundiais de gestão apresentadas anteriormente na **Figura 1**. A rigor, a solução ideal para o problema dos resíduos industriais é não gerá-los ou minimizá-los em suas origens, o que resulta, além dos ganhos ecológicos, em substancial economia pela redução dos desperdícios, otimização de processos, diminuição dos riscos de acidentes, autuações, interdições, custos judiciais, passivos ambientais, e demais benefícios mencionados no **Item 1.1** da Introdução e que serão adiante avaliados com maior profundidade nos estudos de caso de sucesso.

2.3.2 Desempenho Ambiental, Auto-Controle e Ação Fiscalizadora

Num ambiente de responsabilidade ambiental crescente por parte das atividades potencialmente poluidoras, a fiscalização baseada na confrontação (comando e controle) tende a dar lugar à cooperação, em que as empresas assumem o gerenciamento ambiental, sendo delas exigido maior competência e integridade para se mostrarem à comunidade a que pertencem. Para o Estado, aumentaria a responsabilidade na elaboração de normas, diretrizes e *enforcement* de maneira mais eficaz, utilizando o poder judiciário como ferramenta potente e dinâmica e não mais como um simples agente fiscalizador desprovido de filosofias, diretrizes, metas, planos, programas e projetos. O sistema de autocontrole ambiental pelas empresas, a exemplo do PROCON-Ar e do PROCON-Água no Rio de Janeiro (Deliberação CECA n° 935 de 07.08.1986 aprovando a DZ.545 e Deliberação CECA n° 1.995 de 10.10.1990 aprovando a DZ.942, respectivamente) seria o conjunto de ações, procedimentos e realizações que visam a atender aos compromissos declarados pela empresa, e aceitos pelo órgão ambiental, na área de conformidade, confiabilidade e inovação tecnológica ambiental no que se refere ao uso dos recursos naturais. Por outra ótica, o autocontrole ambiental pode ser definido como uma gestão ambiental do desenvolvimento responsável pelo lucro a ser obtido e pelo uso do recurso ambiental disponível, com regras ou não por parte do Estado quanto aos níveis de saturação do mesmo, visando a atender aos interesses da comunidade como um todo (Galvão F°, 1996).

Estas condições propiciariam em tese ao órgão ambiental assumir uma função predominantemente educativa e menos punitiva. As bases desta interação entre governo, empresa e comunidade seria a responsabilidade solidária pela manutenção da qualidade ambiental a que todos aspiramos. Mas será que a nossa sociedade está pronta para este ideal? Vejamos na **Figura 15**, a ação fiscalizadora num dos mais importantes centros geradores:

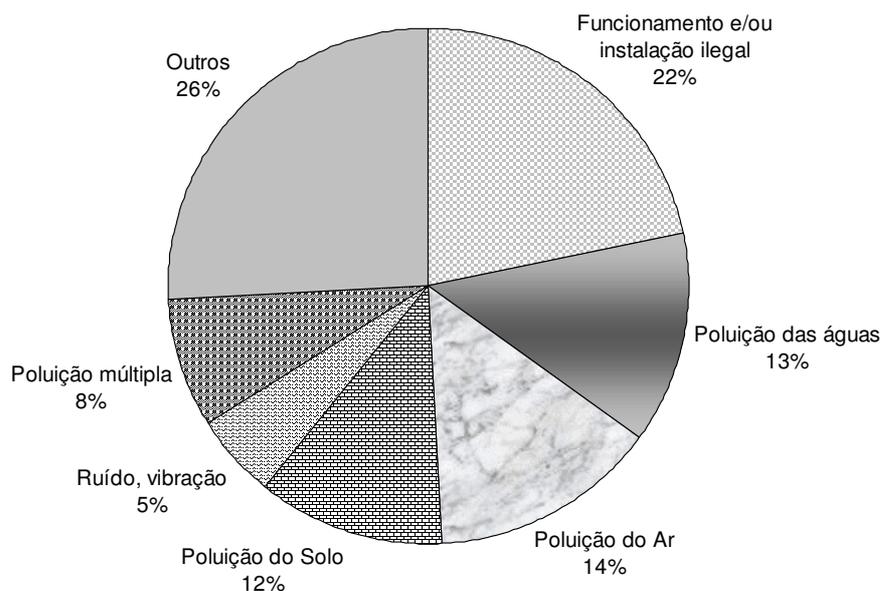


Figura 15 – Ação fiscalizadora no Estado de São Paulo. Multas e advertências aplicadas pela CETESB em 1999 (fonte: SEADE)

O gráfico mostra que mais de 22% dos motivos de multas e notificações no Estado de São Paulo referem-se a inexistência de compromisso ambiental (funcionamento ilegal, instalação ilegal), 26% dos motivos (outros) referem-se a empresas que deixam de apresentar documentação, projeto ou resposta em prazos determinados, situações que tipicamente caracterizam empresas desprovidas de sistemas de gestão ambiental, e 8% das ocorrências referem-se a casos de poluição múltipla (poluição simultânea do ar, água e solo, por exemplo), prenúncio da inexistência de sistemas de segurança e controle, que acabam por elevar o grau de risco dos acidentes ambientais. Estes três reunidos, representam 56% do universo, evidenciando mais uma vez a urgência da mudança de foco para o aspecto preventivo da poluição ambiental, tema deste projeto de pesquisa.

No Rio de Janeiro, o Estado vem estimulando a cooperação e parceria do governo com o setor privado, pela introdução de um programa voluntário de fomento ao desenvolvimento industrial sustentável no Estado do Rio de Janeiro intitulado **RIO ECOPÓLO**. As bases deste novo conceito foram apresentadas pelo atual Presidente da FEEMA, Paulo de Souza Coutinho, no 1º Fórum Meio Ambiente e Indústria realizado no Rio de Janeiro. Segundo Coutinho (2002), o programa consiste num esforço pioneiro do Rio de Janeiro, que 10 anos após a realização da Rio 92, busca instrumentos econômicos de incentivo e mecanismos de aplicação prática dos princípios do Desenvolvimento Sustentável, resgatando o legado histórico do Estado, sede da reunião planetária onde se aprovou a Agenda 21. O programa **RIO ECOPÓLO**, institucionalizado pelo Decreto 31.339, de 04.06.2002, objetiva:

• Promover o desenvolvimento sustentável;	• Revitalizar pólos e distritos industriais;
• Fortalecer a gestão ambiental;	• Apoiar as comunidades vizinhas.
• Incrementar a parceria entre o Governo e o setor privado;	

Dentre as principais características do RIO ECOPÓLO, destacam-se pontos de convergência com os programas de P2 e R2:

• Programa voluntário;	• Sinergia para redução de resíduos;
• Acesso através de associações de empresas;	• Partilha de infra-estrutura e gestão.
• Desenvolvimento através de modelo próprio;	

As etapas básicas de implementação do programa RIO ECOPÓLO são:

• Adesão a compromissos básicos (assinatura de um TC);	• Implementação das ações;
• Elaboração do Plano de Gestão;	• Obtenção do “Selo de Sustentabilidade”.

Analisando-se os 7 (sete) compromissos básicos indispensáveis à adesão ao programa RIO ECOPÓLO, são identificados pontos de convergência com os preceitos ora estudados:

• Participar do projeto do ECOPÓLO;	• Praticar a P+L;
• Buscar a excelência ambiental;	• Contribuir c/ conservação ambiental;
• Desenvolver um SGA (Sistema de Gestão Ambiental);	• Trabalhar com a comunidade
• Buscar melhorias contínuas ambientais, sociais e econômicas;	

Ainda segundo Coutinho (2002), o Governo do Rio de Janeiro, pretende, através do Projeto RIO ECOPÓLO estimular a modernização do parque industrial no Estado, oferecendo, através do FUNDES, cujo órgão executor é o CODIN, linhas de financiamento destinadas a apoiar preferencialmente investimentos em:

- **Produção Mais Limpa (P+L);**
- **Transformação de resíduos e despejos em geral em matérias-primas;**
- **Projetos para a reutilização de água no processo produtivo;**
- **Reciclagem de resíduos em geral.**

Estes incentivos traduzem e materializam, se bem que num estágio muito embrionário, o reconhecimento do governo e indústria da importância econômica, ambiental e social de se priorizarem os esforços conjuntos, isto é, a parceria e a cooperação entre as agências ambientais, o setor industrial, e as comunidades em busca de soluções ambientais que privilegiem o aspecto preventivo, tornando-se obsoleto o tradicional sistema de fiscalização baseada no comando/controlado, como se depreende das palavras de Coutinho: “O programa RIO ECOPÓLO traduz-se em espírito de união para melhorar a qualidade de vida no Estado”.

Há inúmeros exemplos bem sucedidos de ECOPÓLOS em países como Alemanha, Itália, Reino Unido, Estados Unidos, Suécia, etc. No Estado do Rio de Janeiro, até a conclusão deste projeto de pesquisa, havia apenas um programa implementado, no Distrito Industrial de Santa Cruz, e outro em fase de implementação, em Paracambi (Coutinho, 2002).

Como se trata de um modelo muito recente, qualquer avaliação pode ser precipitada, embora as bases desta interação entre governo, empresa e comunidade seja a responsabilidade solidária e compartilhada em prol da manutenção da qualidade ambiental a que todos aspiramos. Todavia ainda carecemos de evidências convincentes de que nossa sociedade esteja pronta para este ideal, haja vista o cenário ambiental brasileiro ora traçado no tocante à cultura do desperdício, ao imediatismo e insuficiente responsabilidade no gerenciamento de resíduos industriais, e finalmente à urgência de aproximação entre o discurso e a prática na ênfase aos aspectos de **Prevenção à Poluição**, cujos programas passamos a abordar com mais profundidade nos capítulos que se seguem.

3. PROGRAMAS DE PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO

3.1 Base Conceitual

O avanço recente e acelerado de estudos, pesquisas, iniciativas, estratégias, mecanismos e sistemas adotados e perseguidos por diversos segmentos da sociedade em prol da melhoria da Qualidade Ambiental em todas as suas dimensões ensejou o surgimento de farta terminologia própria e de expressões emergentes, muitas das quais ainda carentes de normatização conceitual. O critério adotado neste trabalho foi o de empregar esta terminologia fundamentada em pressupostos conceituais consagrados em publicações de organismos internacionais (UNIDO, UNEP ou PNUMA, WBCSD) e de agências ambientais de referência e reconhecimento nacional e internacional (tais como USEPA, NYSDEC e CETESB), e também em normas técnicas da ABNT e na legislação ambiental brasileira e internacional.

Nos últimos anos, foi desenvolvido e vem tomando forma e vulto um novo conceito e estratégia de proteção ambiental focado na eliminação ou modificação de atividades que possam resultar em impactos adversos sobre o meio ambiente. Esse conceito, conhecido no idioma Inglês como *Pollution Prevention*, designado nesta dissertação como **Prevenção da Poluição**, mas traduzido por muitos autores (equivocadamente no nosso entender) como **Prevenção à Poluição**, vem ganhando apoio internacional de governos e indústrias como meio para alcançar metas e padrões, e reduzir os recursos dispendidos com a remediação e saneamento ambiental.

Diferentes definições de **Prevenção da Poluição** foram desenvolvidas por diversos autores e organizações, nos últimos anos. Prevenção da poluição freqüentemente refere-se à **redução na fonte**, incluindo práticas que maximizam a redução ou eliminam a geração da poluição. **Prevenção da Poluição** é uma extensão do conceito de **redução de resíduo**. Enquanto a prevenção da poluição inclui a redução de resíduo, ela amplia o conceito para incluir a minimização da geração e lançamento de quaisquer materiais e resíduos tóxicos para todos os meios – ar, água e solo. Desta maneira a **prevenção da poluição** visa a eliminar ou reduzir o lançamento de resíduos no solo, água e ar no lugar de simplesmente transferir ou distribuir os poluentes entre esses meios (**abordagem multi-meio**). E na visão mais contemporânea e holística da eficiência econômica e ecológica (**eco-eficiência**), o termo

resíduo passa a englobar a energia entrópica, as dissipações, perdas de calor e outros fatores de ineficiência termodinâmica do sistema de manufatura.

A seguir apresentamos os conceitos básicos de maior relevância para este projeto de pesquisa. Uma lista mais abrangente de definições é apresentada ao final da monografia, no capítulo 8, Glossário.

Prevenção da Poluição

Designada internacionalmente por “P2”, ou redução na fonte, refere-se a qualquer prática, processo, técnica ou tecnologia que vise à redução ou eliminação em volume, concentração e/ou toxicidade dos resíduos (incluindo emissões fugitivas) na fonte geradora. Inclui modificações nos equipamentos, reformulação ou replanejamento de produtos, substituição de matéria-prima e melhorias nos gerenciamentos administrativos e técnicos da entidade/ empresa, resultando em aumento de eficiência no uso dos insumos (matérias-primas, energia, água, etc.). As práticas de reciclagem fora do processo, tratamento e disposição dos resíduos gerados não são consideradas atividades de Prevenção à Poluição, uma vez que não implicam na redução da quantidade de resíduos e/ou poluentes na fonte geradora, mas atuam de forma corretiva sobre os efeitos e as conseqüências oriundas do resíduo gerado (USEPA, 1990).

O Ministério do Meio Ambiente do Canadá define prevenção da poluição como qualquer ação que reduza ou elimine a geração de poluentes ou resíduos na fonte, através de atividades que promovam, encorajem ou requeiram mudanças no padrão básico de comportamento de indivíduos e gerentes industriais, comerciais e institucionais.

A **Prevenção da Poluição (P2)** é uma extensão do conceito de **Redução de Resíduos (R2)** ou **Minimização de Resíduos**. Há aqui uma distinção conceitual relevante: a **Prevenção da Poluição** inclui e amplia o conceito de **Redução de Resíduos**, abrangendo a minimização da geração e do lançamento de quaisquer materiais e resíduos perigosos para todos os meios – ar, água e solo. Assim, como já foi dito, a Prevenção da Poluição visa a eliminar ou reduzir o lançamento de resíduos no solo, água e ar, em lugar de simplesmente transferir ou distribuir os poluentes entre esses meios. Esta constitui-se a base da chamada “abordagem multi-meio”.

Outra distinção fundamental entre os conceitos de P2 e R2 está ligada às práticas de reciclagem fora do processo, reaproveitamento e reuso, as quais estão abrangidas no conceito de Redução de Resíduos, embora não sejam consideradas atividades de Prevenção à Poluição.

Uma visualização simbólica destas distinções entre os conceitos de Prevenção da Poluição e Redução de Resíduos ou Minimização de Resíduos é apresentada nas **Figuras 16 e 17** a seguir:

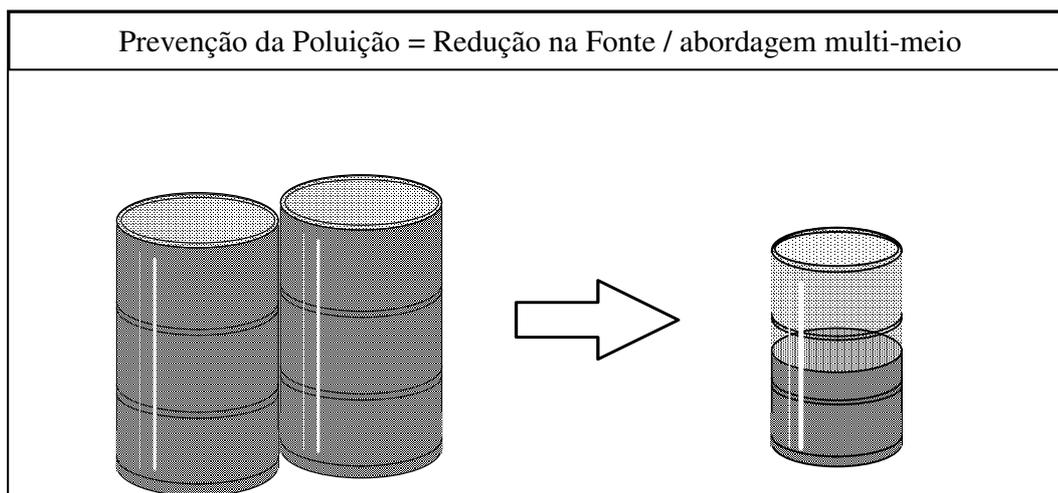


Figura 16 – Visualização simbólica do conceito de Prevenção de Poluição (P2)
Fonte: Braile, 2002.

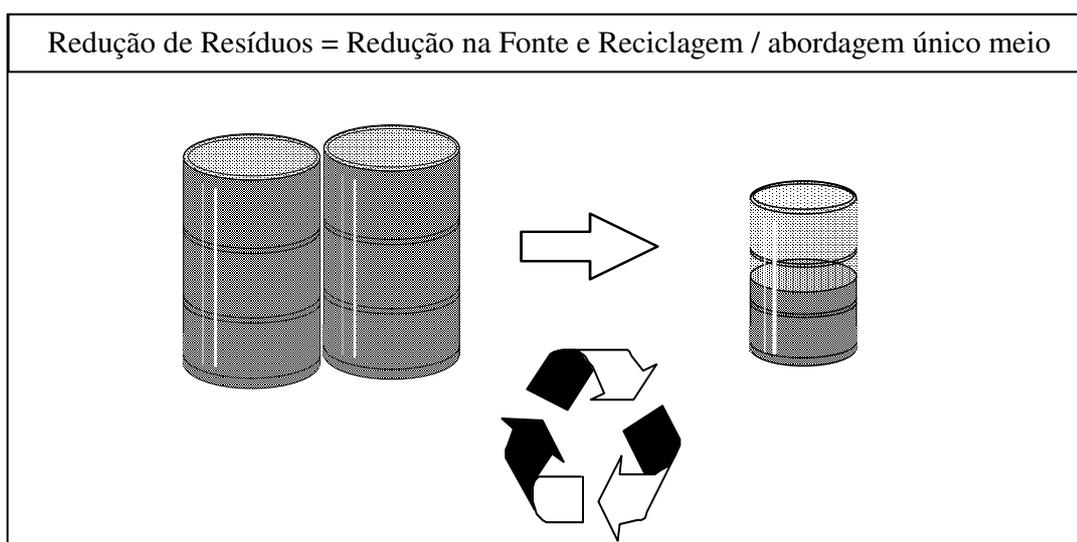


Figura 17 – Visualização simbólica do conceito de Redução de Resíduos (R2)
Fonte: Braile, 2002.

Redução de Resíduos (R2)

Significa a redução, a um nível viável, de qualquer resíduo sólido ou perigoso que seja gerado ou subsequentemente tratado, estocado ou disposto. As técnicas de **Redução de Resíduos** focam em atividades de redução na fonte ou reciclagem que reduzem o volume ou toxicidade do resíduo, ou ainda sua reutilização, diminuindo o volume total e/ou o grau de poluição dos resíduos (RIO DE JANEIRO, 1992).

Muitos termos similares à prevenção da poluição estão atualmente em uso. Em 1989 o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA (do inglês *United Nations Environment Programme – UNEP*), criou o termo Produção mais Limpa (P+L). Outros termos em uso incluem: tecnologia limpa, produção limpa, prevenção de resíduos, química verde, minimização de resíduos, eco-eficiência, etc. Não existe consenso universal sobre o que esses termos significam, mas podemos dizer que os preceitos da **P+L** coadunam-se com os princípios da **P2**, tendo sido introduzidos como uma solução transitória rumo ao desenvolvimento sustentável, face ao reconhecimento de que há muito que pode ser feito enquanto não for introduzida, nos sistemas de manufatura, uma nova geração de tecnologias e processos ambientalmente mais adequados, o que levará ainda muitos anos (UNIDO, 1995).

A seguir reunimos alguns dos conceitos considerados de maior relevância para este projeto de pesquisa. Outros conceitos complementares são apresentados no cap.8 – Glossário.

Resíduos

Toda matéria e substância no estado sólido, líquido ou gasoso, poluente ou potencialmente poluente, subprodutos não aproveitados de origem industrial, e rejeitos que são descartados sob forma de efluentes líquidos, emissão de resíduos gasosos ou resíduos sólidos e semi-sólidos que, necessariamente, devem ser tratados, estocados ou depositados adequadamente (RIO DE JANEIRO, 1992).

Minimização de Resíduos

Inclui qualquer prática ambientalmente segura de redução na fonte, reuso, reciclagem e recuperação de materiais e/ou do conteúdo energético dos resíduos, visando a reduzir a quantidade ou volume dos resíduos a serem tratados e adequadamente dispostos (CETESB, 1998).

Reuso

É qualquer prática ou técnica que permite a reutilização do resíduo, sem que o mesmo seja submetido a um tratamento que altere as suas características físico-químicas (CETESB, 1998).

Reciclagem

É qualquer técnica ou tecnologia que permite o reaproveitamento de um resíduo, após o mesmo ter sido submetido a um tratamento que altere as suas características físico-químicas.

A reciclagem pode ser classificada como:

- Reciclagem dentro do processo: permite o reaproveitamento de um resíduo como insumo no processo que causou a sua geração. Exemplo: reaproveitamento de água tratada no processamento industrial.
- Reciclagem fora do processo: permite o reaproveitamento do resíduo como insumo em um processo diferente daquele que causou a sua geração. Exemplo: reaproveitamento de cacos de vidro, de diferentes origens, na produção de novas embalagens de vidro (CETESB, 1998).

Produção Mais Limpa (P+L)

É a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a eco-eficiência e reduzir os riscos ao homem e ao meio ambiente. Produção mais limpa requer mudanças de atitude, garantia de gerenciamento ambiental responsável, criação de políticas nacionais direcionadas e avaliação de alternativas tecnológicas (Conferência das Américas, 1998). P+L aplica-se a:

- processos produtivos: conservação de matérias-primas e energia, eliminação de matérias-primas tóxicas e redução da quantidade e toxicidade dos resíduos e emissões;
- produtos: redução dos impactos negativos ao longo do ciclo de vida de um produto, desde a extração de matérias-primas até a sua disposição final;
- serviços: incorporação das preocupações ambientais no planejamento e entrega dos serviços.

Prevenção de Resíduos (PR)

Representa a atitude ou a operação industrial baseada em medidas que evitam a geração de resíduos no sistema global de produção, segundo o conceito do-berço-à-cova, em cujo contexto o termo resíduo é usado para caracterizar todo e qualquer tipo de materiais - líquidos, sólidos ou gasosos - que não representem o produto-fim do sistema de manufatura industrial. Assim, os resíduos poderão:

- estar ou não previstos no processo de manufatura industrial;
- ser ou não gerados ou despejados durante o processo ou
- ser ou não utilizados como parte do *produto-fim* da empresa .

Por isso, o termo *resíduo* engloba a energia entrópica, as dissipações, perdas de calor e outros fatores de ineficiência termodinâmica do sistema de manufatura (EP-USP, 1998).

No modelo de **PR** preconizado por EP-USP (1998), o qual se contrapõe ao controle e tratamento de poluição na fábrica (*end of pipe*), os novos padrões industriais serão representados por:

- melhoria da eficiência do processo, através da diminuição dos custos com água e energia, dos custos de matérias primas, de redução das pressões extrativas sobre as fontes naturais renováveis e dos custos para tratamento de efluentes;
- redução do consumo (e conseqüente custo) de matérias-primas, através do uso de materiais simples e renováveis, de menor consumo material e energético, com reaproveitamento de materiais reciclados;
- redução de resíduos gerados, ao invés do tratamento e contenção para conformidade aos limites das regulamentações ambientais locais;
- redução do potencial de poluição de determinado processo ou produto;
- melhoria das condições de trabalho nas fábricas, em conformidade com as exigências legais e medidas *pró-ativas* (antecipadas), envolvendo **(a)** aspectos de segurança e saúde no trabalho e **(b)** prevenção de riscos em cada unidade, operação ou no do processo produtivo, como um todo;

- redução dos custos de tratamento de resíduos, através de modificações no processo e no fechamento de ciclos (*loopings*) nas operações industriais.

Princípio precautório (ou Princípio da Precaução)

É o 15º princípio da Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento mediante o qual “as nações, de acordo com as suas capacidades, devem aplicar de forma ampla, medidas de precaução a fim de proteger o ambiente. Onde existam ameaças de riscos graves ou irreversíveis não será utilizada a falta de certeza científica total como razão para o adiamento de medidas eficazes em termos de custos para prevenir a degradação ambiental” (Ferrão, 1998, p.15).

Eco-eficiência

O *World Business Council for Sustainable Development* – WBCSD⁹ – reivindica a criação do conceito de eco-eficiência, em 1992, e patrocinou a elaboração de um guia para medição do desempenho da organização, no qual eco-eficiência representa a “entrega de bens e serviços em bases preço-competitivas, de maneira a satisfazer as necessidades humanas, trazer a qualidade de vida e, ao mesmo tempo, reduzir, progressivamente, os impactos ecológicos e a intensidade de uso de recursos, através do ciclo-de-vida, pelo menos no nível estimado da capacidade de sustentação (*carrying*) da Terra” (Furtado, 2002, p.2).

Segundo o Guia do WBCSD, a ecoeficiência resulta da equação Valor de produto ou serviço (numerador), dividido pela Influência ambiental (denominador), traduzindo a proposta de fazer ou produzir mais, com menos uso de recursos ambientais a partir de processos economicamente mais eficientes (WBCSD, 2000).

⁹ Organização não governamental – sediada em Genebra – e formada pela aliança (*coalition*) internacional de empresas de vários países, em grande parte corporações transnacionais.

3.2 Níveis de Atuação da Prevenção da Poluição

De acordo com as boas práticas internacionais de gestão ambiental, a hierarquia em ordem descendente de preferência como opção recomendável de gestão de resíduos é a seguinte:

- (1) Redução na fonte
- (2) Reciclagem no processo
- (3) Reciclagem na área da empresa
- (4) Reciclagem fora da empresa
- (5) Tratamento dos resíduos de modo a torná-los menos perigosos
- (6) Disposição final segura
- (7) Lançamento direto no meio ambiente

Assim a prevenção da poluição (ou redução na fonte) representa a primeira etapa na hierarquia de opções para a gestão de resíduos, conforme esquematizado na **Figura 18** a seguir:

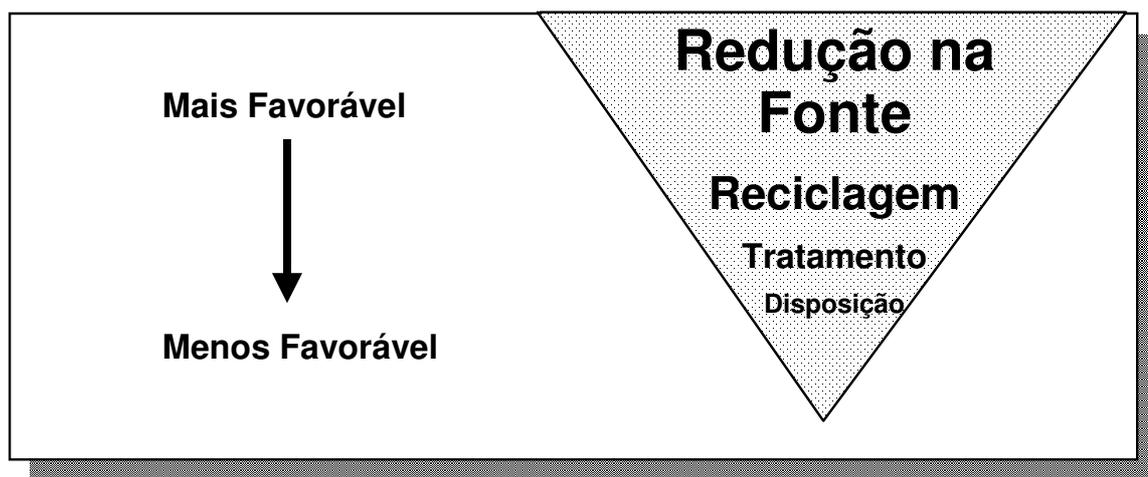


Figura 18 – Hierarquia de opções para a gestão de resíduos.

Fonte: Braile, 2002.

A prevenção da poluição inclui: (1) modificações nos equipamentos, reformulação ou replanejamento de produtos; (2) substituição de matéria-prima ou materiais auxiliares, e (3) melhorias nos gerenciamentos administrativos e técnicos da entidade/empresa, resultando em aumento de eficiência no uso dos insumos (matérias-primas, energia, água, etc.). A **Figura 19** ilustra diversos exemplos de mudanças tecnológicas nas quais se empenham os programas de prevenção de poluição.

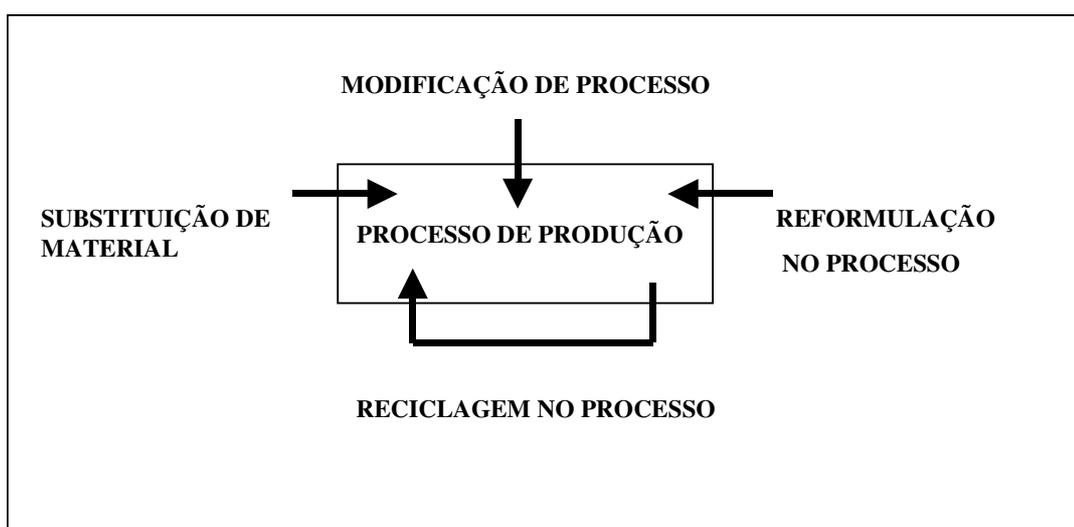


Figura 19 – Exemplos de mudanças tecnológicas para a Prevenção da Poluição
Fonte: Braile, 2002.

É importante salientar que **as práticas de reciclagem fora do processo, tratamento e disposição dos resíduos gerados não são consideradas atividades de Prevenção à Poluição**, uma vez que não implicam na redução da quantidade de resíduos e/ou poluentes na fonte geradora, mas atuam de forma corretiva sobre os efeitos e as conseqüências oriundas do resíduo gerado (USEPA, 1990).

Na **Figura 20** a seguir, são apresentados diversos exemplos típicos de oportunidades de redução de resíduos na fonte geradora:

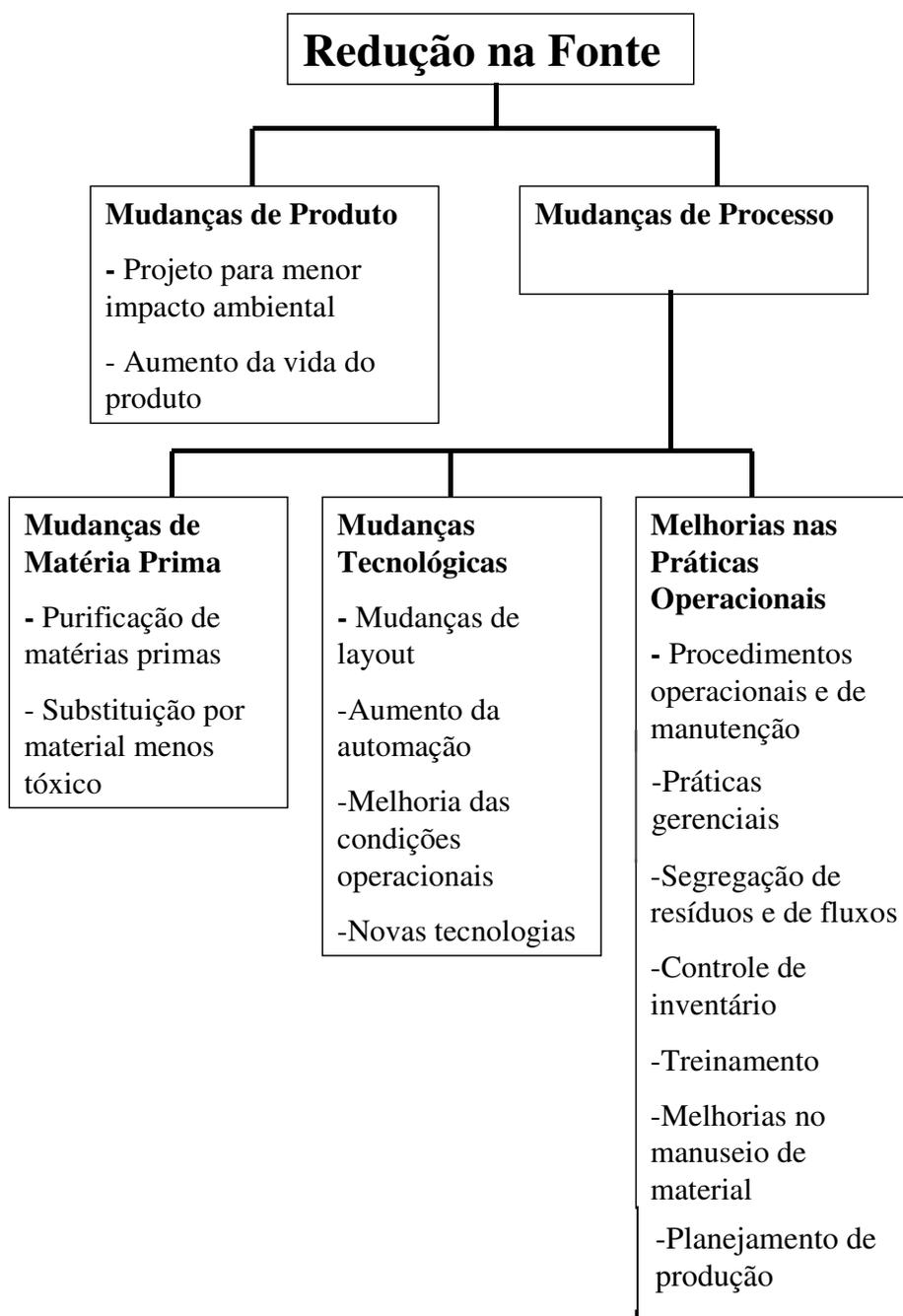


Figura 20: Exemplos típicos de oportunidades de redução na fonte.

Fonte: USEPA, 1992b.

A seguir apresenta-se um quadro comparativo onde são confrontadas as atitudes de controle de poluição VERSUS Produção Mais Limpa.

Quadro 3 – Comparação entre atitudes de controle de poluição e P+L.

Comparação entre atitudes de controle da poluição e produção mais limpa	
O enfoque do controle de poluição	O enfoque da produção mais limpa
Poluentes são controlados por filtros e métodos de tratamento do lixo.	Poluentes são evitados na origem, através de medidas integradas
O controle de poluição é avaliado depois do desenvolvimento de processos e produtos e quando os problemas aparecem.	A prevenção da poluição é parte integrante do desenvolvimento de produtos e processos.
Controles de poluição e avanços ambientais são sempre considerados fatores de custo pelas empresas	Poluição e rejeitos são considerados recursos potenciais e podem ser transformados em produtos úteis e sub-produtos desde que não tóxicos
Desafios para avanços ambientais devem ser administrados por peritos ambientais tais como especialistas em rejeitos	Desafios para avanços ambientais deveriam ser de responsabilidade geral na empresa, inclusive de trabalhadores, designers e engenheiros de produto e de processo
Avanços ambientais serão obtidos com técnicas e tecnologia	Avanços ambientais incluem abordagens técnicas e não técnicas
Medidas de avanços ambientais deveriam obedecer aos padrões definidos pelas autoridades	Medidas de desenvolvimento ambiental deveriam ser um processo de trabalho contínuo visando a padrões elevados
Qualidade é definida como 'atender as necessidades dos usuários'	Qualidade total significa a produção de bens que atendam às necessidades dos usuários e que tenham impactos mínimos sobre a saúde e o ambiente

Fonte: adaptado de *Husingh Environmental Consultants Inc.* 1994

Rabobank (1998) estudou o comportamento dos custos da Produção mais Limpa em função do tempo e concluiu que tendem a decrescer com o tempo, enquanto que o custo do controle da poluição (*end-of-pipe*), embora pareça atrativo no curto prazo, tende comparativamente a crescer muito em períodos de tempo mais prolongados. (**Figura 21**).

A validade destes estudos pode ser verificada experimentalmente nos casos de sucesso apresentados mais adiante, ratificando amplamente os benefícios de uma abordagem ambiental preventiva, como já discutido em profundidade nos capítulos anteriores.

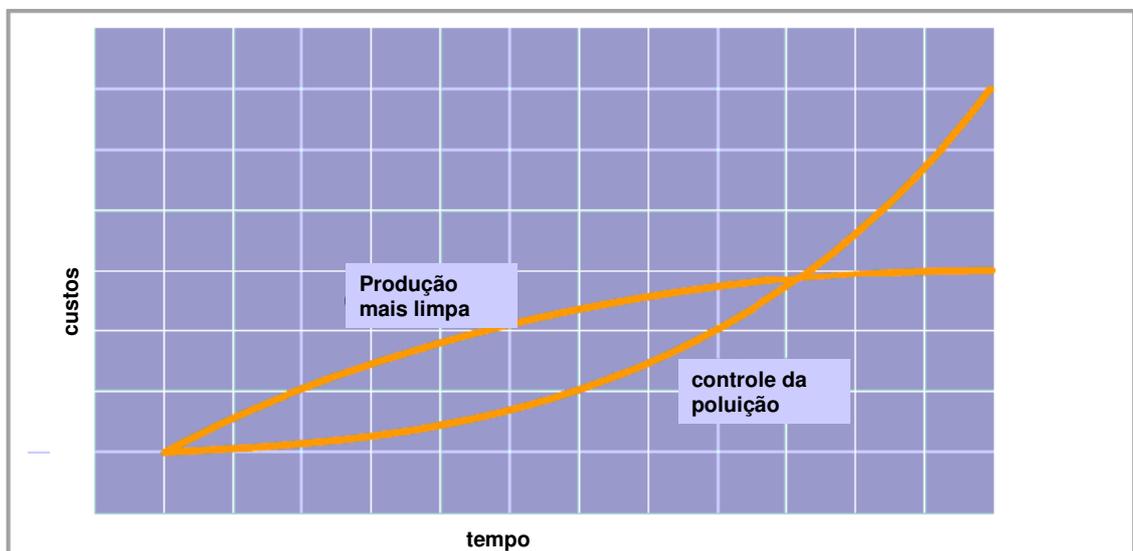


Figura 21 - Evolução dos custos da Produção Mais Limpa e dos custos do controle da poluição (*end-of-pipe control*) com o tempo. Fonte: Rabobank, 1998.

3.3 Programas de Prevenção da Poluição – Avaliação

Como subsídios à elaboração de uma proposta metodológica para a indústria farmacêutica, foram pesquisados e avaliados relevantes programas de prevenção da poluição, desenvolvidos por entidades e organismos de reconhecida reputação nacional e internacional, tais como USEPA, TNRCC, CETESB, EP-USP e ABIQUIM, entre outros, sendo esta última a quem se pode creditar, no Brasil, o pioneirismo nesta área, pois vem aplicando e promovendo desde 1991 o Programa Atuação Responsável[®], uma iniciativa voluntária da indústria química que possui características únicas, sem similar em qualquer outro setor industrial, e por cujo conteúdo iniciamos também nossa avaliação.

3.3.1 Prevenção da Poluição no Programa Atuação Responsável

O Programa Atuação Responsável, versão brasileira do *Responsible Care*[®], marca registrada da ABIQUIM, é um programa de autogestão de iniciativa da indústria química brasileira e mundial, destinada a demonstrar seu comprometimento voluntário na melhoria de seu desempenho em saúde, segurança e proteção ambiental. É baseado em Princípios Diretivos e utiliza Códigos de Práticas Gerenciais para sua aplicação. Sua execução é direcionada por Comissões de Lideranças Empresariais, constituídas no âmbito da ABIQUIM e instaladas nas principais áreas de concentração de empresas químicas no Brasil, ouvidos os Conselhos Comunitários Consultivos, estes formados por lideranças locais. A implantação do programa nas empresas é acompanhada com o uso de indicadores de desempenho e de avaliações periódicas. É igualmente parte do programa a difusão de seus conceitos para as cadeias produtivas, que incluem os prestadores de serviço que atendem à indústria química.

O Programa consiste em um conjunto de 6 Códigos de Práticas Gerenciais (1-Segurança de Processos; 2-Saúde e Segurança do Trabalhador; 3-Proteção Ambiental; 4-Transporte e Distribuição; 5-Diálogo com a Comunidade e Preparação para o Atendimento a Emergências; 6-Gerenciamento de Produtos) compreendendo ao todo 116 práticas gerenciais, das quais 33 estão relacionadas ao meio ambiente, sendo que destas, apenas 15 fazem parte do Código de Proteção Ambiental em si e as outras 18 estão espalhadas pelos demais Códigos (ABIQUIM, 2001).

A aplicação dos preceitos da Prevenção da Poluição são encontradas em 2 (duas) Práticas Gerenciais integrantes do Código de Proteção Ambiental publicado pela ABIQUIM (1995):

- Prática Gerencial 5 – Prioridade para Redução na Geração¹⁰
- Prática Gerencial 6 – Redução Constante da Geração¹¹

A Prática Gerencial 5 prevê o estabelecimento de prioridades e objetivos para a redução na geração de resíduos, efluentes e emissões, e a preparação do respectivo planejamento que deverá ser comunicado à direção da empresa. No estabelecimento dessas prioridades e objetivos, deverão ser avaliados potenciais impactos ao meio ambiente e as preocupações da comunidade. O entendimento dessas preocupações exige um diálogo constante com funcionários e representantes da comunidade.

A Prática Gerencial 6 tem como principal objetivo o estabelecimento de um programa contínuo de redução da geração de resíduos, efluentes e emissões. A seqüência recomendada nessa tarefa de redução está assim estabelecida: 1º) Redução na fonte (incluindo reciclagem em circuito fechado); 2º) Reciclagem / Reuso / Regeneração; 3º) Tratamento.

Evidenciam-se, portanto, duas características-chave do modelo gerencial de Prevenção da Poluição no âmbito do Programa Atuação Responsável: a abordagem holística “multi-meio” e a participação da comunidade no processo, através do painel público consultivo, que se constitui uma singularidade dentre todos os programas estudados.

3.3.2 *EPA Federal Facility Pollution Prevention Planning Guide* (USEPA, 1994)

Este documento foi elaborado pela agência federal norte-americana de proteção ambiental, durante a gestão do Presidente Bill Clinton, como demonstração pública de seu compromisso em demonstrar, no serviço público federal, um exemplo, para a nação americana, de conformidade com as práticas (tornadas então obrigatórias) de P2, a partir do reconhecimento publicamente assumido de que: 1º) o Governo Federal é o maior consumidor norte-americano de matérias-primas, energia, água e produtos; 2º) os custos de materiais e do gerenciamento dos resíduos perigosos gerados, os custos de controlar as descargas no ar e na

¹⁰ Para mais informação, ver a íntegra da Prática Gerencial 5 no Anexo 2.

¹¹ Para mais informação, ver a íntegra da Prática Gerencial 6 no Anexo 3.

água, e os custos da remediação requerida pela disposição inadequada dos resíduos, são crescentes, representando mais ônus para cada cidadão americano.

Para conseguir a Redução na Fonte, o guia preconiza as seguintes atividades-chave:

- Aumento da eficiência dos processos: realizando-se a mesma tarefa com menos energia ou materiais, desenvolvendo-se novos sistemas ou modificando-se os existentes.
- Substituição de materiais: trocando-se produtos químicos perigosos por alternativas de menor toxicidade.
- Controle de inventário: prevenindo-se a expiração da validade e a deterioração de produtos, através do aperfeiçoamento da gestão de estoques.
- Manutenção preventiva: checando-se rotineiramente e reparando-se vazamentos de modo a manter os equipamentos em boas condições de trabalho, e aumentando sua vida útil.
- Melhorar *housekeeping*: manter a unidade limpa e organizada, de modo a reduzir as probabilidades de respingos e vazamentos de produtos químicos.

O plano de Prevenção da Poluição desenvolve-se em 7 (sete) passos:

- Estabelecer metas de P2 de 50% de redução do lançamento de produtos químicos para tratamento e disposição no período de Novembro de 1994 até Dezembro de 1999;
- Obter o comprometimento gerencial;
- Montar uma equipe de P2;
- Desenvolver um cronograma;
- Realizar um levantamento das oportunidades de P2;
- Desenvolver e aplicar critérios de priorização das atividades / oportunidades;
- Realizar uma revisão gerencial;

Bem elaborado, este guia inspirou-se no *Facility Pollution Prevention Guide* (USEPA, 1992a) que é encontrado como precursor e fonte de referência e citação freqüente em outros guias de prevenção da poluição que a ele sucederam.

3.3.3 A Practical Guide to Pollution Prevention Planning (USEPA, 1992b)

Este guia foi resultado de um esforço independente de dois engenheiros americanos, em cooperação com a agência norte-americana de proteção ambiental – EPA, e com o Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Cincinnati, como suplemento de uma Conferência realizada em Outubro de 1992, em Chicago, Illinois, intitulada *Pollution Prevention for the Iron and Steel Industry*. O guia, apesar de haver sido submetido a uma revisão do EPA, e por um comitê formado por empresas-membros do Instituto do Ferro e Aço (AISI), não reflete necessariamente a visão e as políticas do EPA, muito embora seja muito consistente com a legislação americana relativa à prevenção da poluição e à redução de resíduos, então recentemente promulgadas naquele país. Embora direcionado para a indústria de ferro e aço, o guia é rico em conceituações e idéias gerais e específicas dos autores para o planejamento de programas de P2 na indústria.

O guia dedica um capítulo à análise econômica de projetos de prevenção da poluição, mostrando que, devido às peculiaridades dos benefícios a ela associados, freqüentemente esta análise não se enquadra facilmente nos tradicionais estudos de viabilidade econômica, além do que os custos ambientais indiretos e os passivos ambientais quase sempre estão ocultos na contabilidade convencional. Para superar estas dificuldades, preconiza a aplicação dos mecanismos de contabilidade de custos chamado TCA (*Total Cost Assessment*) desenvolvido pelo EPA, e discorre sobre as características mais importantes desta metodologia: levantamento de custo expandido, horizonte de tempo maior, indicadores financeiros de longo prazo e alocação direta de custos aos processos e produtos. Inclui um apêndice com materiais de referência e planilhas que em muito auxiliam na implementação do programa.

3.3.4 Manual de Implementação de um Programa de P2 (CETESB, 2000)

É um material de apoio fundamentado no *Facility Pollution Prevention Guide* (USEPA, 1992a), desenvolvido pela CETESB para auxiliar qualquer organização interessada em implantar um programa de prevenção da poluição, por meio de uma metodologia que inclui: comprometimento da empresa, definição de equipe, disseminação de informações, levantamento de dados, definição de indicadores de desempenho e identificação de

oportunidades de Prevenção da Poluição, dentre outras etapas. A metodologia é apresentada de forma clara e simples, e com citação de exemplos.

3.3.5 Prevenção de Resíduos na Fonte & Economia de Água e Energia (EP-USP, 1998)

As idéias, texto e procedimentos apresentados neste manual resultaram, simultaneamente, de uma tradução, combinação e adaptação de manuais já publicados pelo EPA e pelo UNEP-UNIDO, e inclusão das tabelas e quadros de referência de manuais da OMS. Foi elaborado como parte das atividades do Programa de Produção Limpa no Departamento de Engenharia de Produção & Fundação Vanzolini, da Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Possui um alto nível de detalhamento e complexidade no diagnóstico e na preparação da base de dados (avaliação do chão de fábrica, elaboração do fluxograma de processo e do balanço material e energético), porém separa em capítulos distintos a abordagem dos projetos de prevenção segundo dois níveis de complexidade: opções simples e óbvias, que demandam menos esforços e dispêndios, e opções complexas, que requerem maior elaboração e investimentos.

Embora, pelo título, pareça bastante focado nos recursos água e energia, o manual contempla uma visão bem contemporânea e holística da eficiência econômica e ecológica (eco-eficiência), onde o termo **resíduo** passa a englobar a energia entrópica, as dissipações, perdas de calor e outros fatores de ineficiência termodinâmica do sistema de manufatura. Sempre que aplicáveis, as barreiras e obstáculos mais comumente encontrados na prática são discutidas ao longo do manual.

3.3.6 *Pollution Prevention Assessment Manual* (Mc Bee, 1998)

É um guia desenvolvido e adotado institucionalmente pelo Estado do Texas para auxiliar os geradores de grande porte e os responsáveis pela elaboração dos relatórios de inventários de emissões de resíduos tóxicos (conhecidos por *TRI – Toxic Release Inventory*, obrigatórios naquele país) na elaboração dos planos de redução na fonte e minimização de resíduos, previstos na legislação federal americana anteriormente mencionada no **Item 2.2.1** (*Waste Reduction Policy Act of 1991*). É um manual que reúne farta argumentação destinada à sensibilização dos geradores de resíduos quanto aos benefícios da abordagem preventiva, citando a cada argumento um caso de sucesso a ele associado.

O manual explora, por exemplo, um interessante aspecto da legislação americana que é o incentivo à adoção de medidas de redução na fonte, através de um mecanismo de relaxamento das exigências em função do volume de resíduos dos geradores. Há basicamente 3 (três) enquadramentos: “*LQGs: Large-Quantity Generators*”; “*SQCs: Small-Quantity Generators*” e os “*CESGQs: Conditionally Exempt Small-Quantity Generators*”. Estes, além de estarem dispensados de apresentar o relatório de inventário de emissões de resíduos tóxicos (ou *Toxic Release Inventory - TRI*), desfrutam de mais liberdade quanto a permissão de adotarem políticas de estoque de prazo mais longo, e de menor rigor em programas de prevenção da poluição, reduzindo-se a carga regulatória, frequência de inspeções, relatórios e custos.

4. CASOS DE SUCESSO

Com exceção da indústria farmacêutica/farmoquímica, que não encontra precedentes na experiência nacional (brasileira) da UNEP, os casos de sucesso apresentados neste capítulo foram extraídos exclusivamente da experiência brasileira em aplicação prática dos preceitos da prevenção da poluição e redução de resíduos no âmbito do Programa Mundial de Produção Mais Limpa da UNEP, instituído no Brasil através do CNTL do Rio Grande do Sul e de seus 8 (oito) núcleos NTL's já implantados em diversas capitais até a conclusão deste projeto de pesquisa¹². Foi considerada dispensável a autorização das empresas citadas nesta dissertação, tendo em vista que estes dados foram extraídos de material disponibilizado institucionalmente para o público em plenário, por ocasião do III Fórum Nacional de Produção Mais Limpa realizado de 26 a 27 de Junho de 2002, no Rio de Janeiro.

Neste capítulo, o propósito é exemplificar, com dados obtidos por metodologia reconhecida internacionalmente, desenvolvida pela UNEP-TIE, exceção feita à indústria farmoquímica, os benefícios econômicos e ambientais decorrentes da abordagem preventiva no trato das questões ambientais. Não se pretende, neste trabalho, analisar as medidas adotadas pelas empresas, todavia citamos a fonte das informações a quem os detalhes possa interessar.

A miscelânea de setores industriais contida no conjunto de casos de sucesso selecionados tem por objetivo mostrar a amplitude do espectro de aplicação dos princípios da prevenção da poluição e da redução de resíduos nos mais diversos segmentos e ramos de atividade, quais sejam: alimentação, metalurgia, químico, mineração, curtume, hotelaria, construção civil, mecânico, têxtil, elétrico, celulose/papel e farmoquímico. Assim preconizamos, por extensão, utilizar no país estas ferramentas na indústria farmacêutica, no capítulo 5.

O sucesso dos programas de PP / P+L tem sido evidenciado independentemente do segmento industrial, como também independentemente do porte da indústria e do nível de aprimoramento de seu sistema de gestão. Destaca-se o exemplo de sucesso da KLABIN-RS, unidade de grande porte acumulando 6 anos de experiência desde a certificação pela ISO 14001 em 1996, que vem colhendo expressivos resultados de medidas em P+L implementadas posteriormente.

¹² Para mais informação sobre estas iniciativas, ver as seções 2.2.1 e 2.2.2.

Da experiência divulgada por Evandro Silva Santos, da Klabin Celulose Riocell do Rio Grande do Sul, por ocasião do III Fórum de Produção mais Limpa no Rio de Janeiro, em 27 de junho de 2002 (Santos, 2002), destacam-se:

a) Projeto redução de resíduos

Razões identificadas pela empresa para a implantação da modificação:

- Existência de perda de fibras que poderiam ser vendidas e redução de lodo primário gerado na estação de tratamento de efluentes.
- Grande potencial de resultado econômico e substancial redução de impacto ambiental gerado pela redução de envio de DQO à estação de tratamento de efluentes

Investimento realizado na máquina recuperadora de fibras.....US\$ 33.000

Benefícios econômicos e ambientais:

- Recuperação de Fibras = 3t/dia → Ganho anual..... US\$ 390.000
- Redução da DQO do Efluente = 120t/mês → Ganho anual..... US\$ 120.000
- Ganho total (anualmente).....US\$ 510.000

b) Projeto redução do consumo de água

Situação inicial (antes do projeto):

- Consumo médio de água de resfriamento..... 11.280 m³/h
- Consumo médio de água de processo..... 1.931 m³/h
- Geração de efluentes hídricos..... 1.700 m³/h

Medidas implementadas e benefícios alcançados ou potenciais:

- Substituição da água de lavagem dos chuveiros das prensas desaguadoras de lodo da ETE por efluente tratado. Investimento... R\$ 6.000
Redução da vazão de água e efluente.....90 m³/h
- Interligação da linha de água branca para diluição da rosca do CBII, aproveitando a mesma quando ocorre sobra de água, evitando transbordo para a ETE. Investimento.....R\$ 14.000
Redução da vazão de água e efluente..... 18 m³/h
- Utilização do controle automático de nível do reservatório de água tratada, reduzindo as perdas de água na ETE, de 12% para 9%.
Redução da vazão..... 50 m³/h
- Identificação dos trocadores de calor que utilizam água de processo para resfriamento. Esta água será utilizada novamente no processo ou será substituída por água de resfriamento (em andamento).
Potencial redução de vazão..... 74 m³/h

Outros exemplos experimentalmente bem sucedidos de P+L estão condensados a seguir, no **Quadro 4**, que foi elaborado a partir de dados disponibilizados aos participantes do III Fórum de P+L realizado no Rio de Janeiro (CNTL, 2002a).

Nesta amostragem de 22 (vinte) empresas em cujo universo foram implementadas 88 (oitenta e oito) medidas de P+L, isto é, uma média de 4 (quatro) medidas por empresa, o benefício econômico da estratégia ambiental preventiva foi de aproximadamente R\$ 5 para cada R\$ 1 investido, em média. Se a este universo adicionamos o caso Klabin Celulose Riocell supra-mencionado (adotando-se uma taxa de câmbio conservadora de US\$1 = R\$2), a relação de custo/benefício do novo universo de 23 (vinte e três) empresas, perfazendo 93 medidas de P+L implementadas, vai a R\$ 6 para cada R\$ 1 investido, em média, além de expressivos benefícios ambientais.

Cumpramos ressaltar que a grande maioria destes estudos de casos são muito recentes, e, portanto os resultados refletem as melhorias obtidas nesta fase inicial de implementação do programa. Deste universo, mais de 80% das empresas já estabeleceram suas metas de P+L para o futuro, muitas das quais em andamento quando da conclusão desta pesquisa, no mês de julho de 2002.

Quadro 4 – Casos de sucesso em P+L. Fonte dos dados primários: CNTL, 2002a.

Empresa	Local	Medidas P+L	Invest.		Benefício Econômico	Benefício Ambiental
			(R\$)	(R\$)	Decorrente de	
Cerâmica Porto Rico Ltda	Cabo de Santo Agostinho PE	<ul style="list-style-type: none"> • Compra de 01 britador para triturar as matérias-primas antes da moagem • Substituição de um motor 150CV por um de 100CV no moinho de matérias-primas • Instalação de sistema primário de captação de pó, segregação e acondicionamento • Segregação e comercialização de resíduos sólidos • Reaproveitamento de resíduos de esmaltes que sobram do processo produtivo • Substituição de bolas de silex por porcelana (alta alumina) nos moinhos de esmalte 	120.000	450.000 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição do tempo de paradas para manutenção • Redução do consumo de rolamentos • Maior produtividade na moagem • Economia de energia elétrica de 30% neste equipamento com o mesmo rendimento • Reaproveitamento de 90% do pó na etapa de moagem, segregado do pó contaminado com graxa e óleo • Ganho com a venda de resíduos • Ganho energético e ambiental na produção do material reciclado • Economia de 14% na matéria-prima • Redução do tempo de moagem em 40% • Menos horas-extras • Redução no custo de estocagem 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da emissão de poluentes em 80% • Redução de 14% no consumo de matérias-primas por unidade de produto
Sancla Empreendimentos Incorporações e Construção Ltda	Belo Horizonte MG	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de equipamento de projeção de gesso corrido na parede e teto • Paginação de alvenaria • Eliminação de rasgo na alvenaria para passagem das tubulações • Uso de energia solar e gás para aquecimento dos chuveiros da obra • Modificação das instalações sanitárias 	24.890	37.470 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> • Redução no consumo de gesso • Redução do consumo de massa • Aumento de produtividade (redução do gasto com MOD) • Redução do consumo de energia elétrica da ordem de 400 kWh/mês • Zerada a perda de tijolos • Redução do consumo de água em 173,7 m³ 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do consumo recursos ambientais (água e energia) • Redução do consumo de matéria-prima • Não geração de 26.378 kg de resíduos

Empresa	Local	Medidas P+L	Invest.	Benefício Econômico		Benefício Ambiental
			(R\$)	(R\$)	Decorrente de	
Project Empreendimentos Ltda	Belo Horizonte MG	<ul style="list-style-type: none"> • Pintura com rolo <i>versus</i> Pintura com projetor de tinta • Emassamento convencional <i>versus</i> Emassamento com projetor de massa 	13.400	19.499 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do custo de MOD. • Aumento de produtividade superior a 700% • Redução média de 25% no consumo de tinta • Menor desperdício de massa (pó de massa do lixamento) 	<ul style="list-style-type: none"> - Controle de vazamentos na unidade produtiva - Redução do consumo de tinta por área pintada
Formtap Ind. e Com. Ltda	Betim MG	<ul style="list-style-type: none"> • Racionalização do uso de energia elétrica na prensa de moldagem • Racionalização do uso de energia elétrica nas estufas • Racionalização do consumo de energia elétrica e água nas torres de refrigeração 	850	22.014 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do consumo de energia elétrica de 315.274 Kwh/ano. • Redução do consumo de água de 347 m³/ano 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução do consumo de recursos ambientais (energia e água)
Construtora Andrade Gutierrez	Belo Horizonte MG	<ul style="list-style-type: none"> • Controle das perdas de cimento via descarga do caminhão (orifício do silo) • Controle da perda de cimento na rosca sem fim • Lavagem interna do cilindro dos caminhões Betoneira 	4.983	17.459 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> • Redução das perdas de cimento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução em 30% de material particulado de cimento lançado na atmosfera • Melhores condições de trabalho e saúde para os funcionários
Arco Engenharia Ltda	Belo Horizonte MG	<ul style="list-style-type: none"> • Modificação tecnológica na “cura” do concreto • Substituição da forma da estrutura (madeira por metálica) • Redução do consumo de água nos sanitários. 	257	3.184 por obra(*)	<ul style="list-style-type: none"> • Redução em 77% do consumo de água na cura do concreto, o que corresponde a uma redução de 30% de água em todo o processo de construção da estrutura do edifício. • Redução de custos associados ao tratamento de efluentes. • Redução do uso de madeira 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução do consumo de água em 30% por obra. - Menor geração de resíduos de madeira
Fênix Borrachas	Contagem MG	<ul style="list-style-type: none"> • Controle de perdas de óleo plastificante e de serragem • Instalação de filtro de manga • Aproveitamento de rebarbas • Implantação de sistema auto-lubrificante 	0 (sic!)	9.542 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do consumo de óleo plastificante • Redução do consumo de água • Redução dos desperdícios (rebarbas) 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor consumo de água e materiais. - Redução do material particulado lançado no ar. - Menor geração de resíduos sólidos

Empresa	Local	Medidas P+L	Invest.		Benefício Econômico		Benefício Ambiental
			(R\$)	(R\$)	Decorrente de		
Newmec Indústria Mecânica Ltda	Belo Horizonte MG	<ul style="list-style-type: none"> • Replanejamento de corte de chapas. • Mudança do processo tecnológico de construção da viga • Otimização no uso da matéria-prima 	0	70.832 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> • Redução na compra de matéria-prima. • Redução de uma etapa no processo. • Ganho com reutilização de peças refugadas. • Aumento do número de peças produzidas 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor demanda de matéria-prima por peça - Diminuição da geração de resíduos. 	
Colortêxtil Participações Ltda	Belo Horizonte MG	<ul style="list-style-type: none"> • Controle de vazamentos • Regularização do consumo de água na lavadora de tecidos. • Adaptação da tecnologia de lavagem dos equipamentos de tingimento • Reutilização dos efluentes na etapa de mercerização. 	15.825	103.989 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do consumo de água em 10.568 m³/ano • Redução do consumo de lenha em 78 m³/ano • Maior regularidade do processo • Redução do consumo de soda cáustica e de ácido para neutralização dos efluentes • Redução de 60% das perdas com cortes de tecido 	<ul style="list-style-type: none"> - Melhoria das condições de segurança no trabalho. - Redução dos riscos de acidentes ambientais - Redução do consumo de água e redução da geração de efluentes - Redução de resíduos de retalhos de tecido 	
Cachoeira Velonorte S/A	Cachoeira da Prata MG	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação da válvula moduladora da vazão de vapor na lavadora de tecidos. • Aplicação das cinzas da caldeira a lenha em plantações. • Reuso de parte dos efluentes da mercerização no processo. • Utilização de máquina apropriada para evitar a geração de tiras e aparas de tecido. 	15.114	674.030 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de 46% no consumo de água • Redução de 45% no consumo de lenha • Redução de 15% no consumo de soda cáustica • Redução dos custos de tratamento dos efluentes líquidos • Eliminação de riscos de multas e punições 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor consumo de água - Adequação de qualidade dos efluentes - Adequação da disposição final do resíduo 	
Águas Minerais Santa Cruz Ltda	Água Santa RJ	<ul style="list-style-type: none"> • Melhor aproveitamento da água mineral extraída da fonte. • Melhor gerenciamento da demanda energética. • Instalação de uma central de produtos para limpeza das máquinas e embalagens. • Implantação de teste hidráulico p/melhor avaliação do garrafão. 	88.973	296.247 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> • Reuso de 4.207 m³ de água mineral • Redução de energia elétrica em 2.829 kWh/a • Reaproveitamento das águas de enxágue para preparação de novas soluções. • Redução de 20,26 t de resíduo de garrafas cheios com água mineral rejeitados na inspeção final. • Redução da ociosidade operacional 	<ul style="list-style-type: none"> -Redução de uso de recursos ambientais (água extraída das fontes, energia). -Redução da geração de efluentes. 	

Empresa	Local	Medidas P+L	Invest.		Benefício Econômico		Benefício Ambiental
			(R\$)	(R\$)	Decorrente de		
Rionil Compostos Vinílicos Ltda	Duque de Caxias RJ	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação de um sistema de filtros de manga fechado. • Revisão dos procedimentos de amostragem, reduzindo a quantidade de material coletado. • Melhoria do sistema de fixação dos bigbags de 1300kg à moega receptora. • Melhor acoplamento dos bigbags de 500kg de antichoque à abertura dos silos • Instalação de coletor de resíduo na saída dos ciclones. • Instalação de grupo gerador p/ alimentação de 3 extrusoras 	188.700	207.434 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> • Redução no consumo de matéria-prima pela redução de 50% do material de amostras coletadas para análise e rastreabilidade. • Redução no consumo de energia elétrica no horário de ponta, em 526.062 kWh. 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução 40% da conc. de mat. particulado melhorando higiene/saúde trab. - Redução de 80% da geração de resíduos de varrição de resina e antichoque - Redução de 584kg/a na geração de resíduos de composto granulado. - Redução de resíduos na parada de máquinas por falta de energia elétrica. 	
Hotel Simon Ltda	Itatiaia RJ	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminação de vazamentos e otimização do processo de lavagem de roupas • Substituição de bicos queimadores da caldeira • Manutenção corretiva lavadora • Implantação de coleta seletiva 	2.455	9.760	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do consumo de água na lavanderia • Redução de 30% no consumo de energia. • Redução de despesas com disposição de resíduos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de consumo de recursos ambientais (água e energia). - Diminuição da emissão de fuligem e particulado. - Redução de resíduos e de impactos ambientais 	
Irmãos Porto e Cia Ltda	Paty do Alferes RJ	<ul style="list-style-type: none"> • Adoção de sacos plásticos de vários tamanhos para embalagem dos frangos • Preparação do tempero de forma padronizada • Redução no uso do gerador. • Treinamento do pessoal quanto às boas práticas sanitárias • Otimização do uso da caldeira c/uso de lenha tamanho padrão • Medidores de água por setor 	22.118	211.430	<ul style="list-style-type: none"> • Redução na quantidade de aparas de sacos plásticos • Redução na quantidade de resto de tempero preparado que é descartado. • Racionalização no uso dos recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução na geração de resíduos - Menor emissão atmosférica (pela redução do uso do gerador a diesel) - Uso racional dos recursos naturais. 	

Empresa	Local	Medidas P+L	Invest.	Benefício Econômico		Benefício Ambiental
			(R\$)	(R\$)	Decorrente de	
Marinho Andrade Ind. e Com. Ltda – TEIU	Vitória da Conquista BA	<ul style="list-style-type: none"> • Redução no reprocesso de aparas do sabão marmorizado • Eliminação de vazamentos na recepção da m.prima/produção • Otimização da produção vapor • Racionalização do consumo de energia • Aproveitamento de água poço. 	44.000	52.440 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do consumo de matéria-prima • Redução de 17% e 18% respectivamente nas medidas de racionalização de energia • Redução da MOD em operação • Reutilização da água em circuito fechado 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução em 30% + 50% na geração de resíduos sólidos - Redução de recursos ambientais (mat.prima, energia e água) - Eliminação de 100% do efluente líquido
Cerâmica do Nordeste	Feira de Santana BA	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminação ou substituição do óleo queimado • Reduzir rebarbas das telhas • Reduzir perda de bloco no processo de fabricação • Uso de combustível alternativo p/ queima das telhas • Redução uso óleo lubrificante 	2.800	12.996 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de 100% da queima do óleo • Redução do consumo de água, matéria-prima e energia elétrica • Redução do tempo de queima, do uso de energia elétrica e de lenha • Redução do consumo de óleo e de gasto com efluente 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de recursos ambientais (mat.-prima, água, energia e lenha) - Redução do efluente gerado e de emissões
COMOLIMPA Indústria Química Ltda	Vitória da Conquista BA	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de perdas de água na lavagem externa das garrafas • Otimização da operação da máquina de sopro na produção de vasilhames • Melhorias na operação de rotulagem de vasilhames 	17.780	30.443 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> • Economia de 186.543 L/ano de água • Economia de três produtos em 4.449 L/ano • Economia de até 9.400 kg/ano de polietileno • Aumento de produtividade • Redução de gastos com afastamentos, tratamentos e internações por DORT. 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução do uso de água e de recursos ambientais associados às mat.primas - Eliminação de 190.849 L/a de efluentes - Melhoria das condições de saúde no trabalho
Metal Móveis Indústria e Comércio Ltda	Lauro de Freitas BA	<ul style="list-style-type: none"> • Melhoria sistema suspensão • Melhoria processo construtivo • Otimização dos custos c/ mola • Melhoria na qualidade do corte final economizando tecido • Otimização do uso do cascão de espuma 	0	151.520 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzido consumo de madeira em 270 m³/a • Redução de 86.400 parafusos/ano • Redução de 172.800 arruelas/ano • Redução de 86.400 porcas/ano • Redução de 50.400 metros de zíper / ano • Redução de 864 m/ano de tecido • Redução de 2 t/ano de manta de sisal em 185.000 kWh/ano 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de 3.535 m/ano do resíduo de mola - Redução de 3.338 kg/a de resíduo de percinta - Uso racional dos recursos ambientais (água, energia e madeira)
Curtume A.P Müller S/A	Portão RS	<ul style="list-style-type: none"> • Troca sistema de coleta de pó • Melhoria sistema de lavagens • Reciclo da água do processo 	3000	41.000 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> • Economia de produtos químicos na ETE • Redução de 3.500 m³/a de água aduzida • Economia do consumo de energia elétrica 	<ul style="list-style-type: none"> - Menos 75% de efluentes - Uso racional dos recursos (água, energia, materiais)

Empresa	Local	Medidas P+L	Invest.	Benefício Econômico		Benefício Ambiental
			(R\$)	(R\$)	Decorrente de	
CEMAR S/A Componentes Elétricos	BA	<ul style="list-style-type: none"> Utilização correta do equipamento de pintura Modificação no procedimento de limpeza das gancheiras Reutilização dos retalhos de papelão 	0	119.764 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> Redução do consumo de matéria-prima Economia de produtos químicos na ETE Redução de produtos químicos de limpeza Redução no custo de disposição de resíduos 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução em 80% do resíduo de tinta - Redução em 50% na geração de logo na ETE - Redução dos resíduos de papelão gerados
Metalúrgica Criciúma Ltda	Criciúma SC	<ul style="list-style-type: none"> Otimizar o corte de barras para o pino de cruzeta Reutilizar a água na etapa de entalhar o pino Trocar embalagem de madeira Identificar e intervir em causas do alto consumo de energia 	16.608	110.784 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> Redução de 9 t/ano de resíduos (tarugos), i.e. melhor aproveitamento de matéria-prima Reaproveitamento de 100% da água na máq. de entalhe, o equivalente a 6.777.600 L/ano Redução de 20% das embalagens representando uma economia de 9.340 kg de madeira Redução em 36.000 kWh/ano de energia 	<ul style="list-style-type: none"> -Uso racional dos recursos naturais (água, energia, mat.-primas e madeira) -Menos resíduos de tarugos (9 t/a) e 18% menos borra de zincagem
Cooperativa Juriti Ltda	Massaranduba SC	<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da máquina de pré-limpeza Correção do fluxo do arroz no tanque de lavação Adequação da termometria na estufa 	2.685	62.821 ao ano	<ul style="list-style-type: none"> Redução das perdas de grãos de arroz em 436,5 toneladas por safra Redução do consumo de água 	<ul style="list-style-type: none"> -Uso racional dos recursos ambientais (água e grãos) - Redução da poluição hídrica - Redução dos resíduos sólidos
VALORES MÉDIOS			26.565	123.394		
RELAÇÃO CUSTO / BENEFÍCIO			1	5		

Obs.: as cifras sofreram arredondamento dos centavos.

(*) assumimos uma obra por ano para fins de uniformização na totalização dos cálculos.

Fonte dos dados primários utilizados na elaboração deste quadro: CNTL, 2002a.

Finalizamos este capítulo com a publicação de uma iniciativa da **indústria farmoquímica**, em uma das unidades industriais da empresa onde o autor construiu sua experiência profissional. A fábrica, ilustrada na **Figura 22**, localiza-se em São Luís do Maranhão. As **Figuras 23 e 24**, nas páginas seguintes, auxiliam a compreender este caso inédito no país.

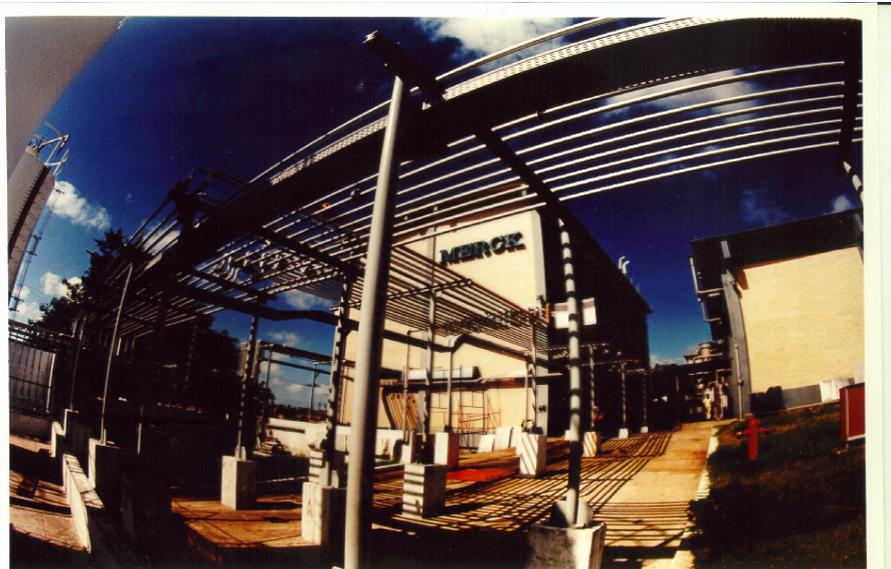


Figura 22 – Merck S/A Indústrias Químicas – Unidade Industrial Maranhão

Dados básicos sobre o empreendimento:

Início das atividades: 1968
Número de funcionários: 120
Principais produtos: Rutina, ramnose, quercetina
Mercado: Internacional
Localização: São Luís – MA

Medidas implementadas:

- Simplificação do processo de fabricação de rutina, um bioflavonóide, com eliminação de uma etapa.
- Transformação de resíduos do processo de fabricação de rutina em matéria-prima para produtos derivados de maior valor agregado: ramnose e quercetina.
- Utilização dos resíduos constituídos por bagaço vegetal esgotado como composto orgânico recondicionante de solos cultivados.
- Utilização da fuligem dos multiciclones como insumo energético alternativo.

Benefícios econômicos e ambientais

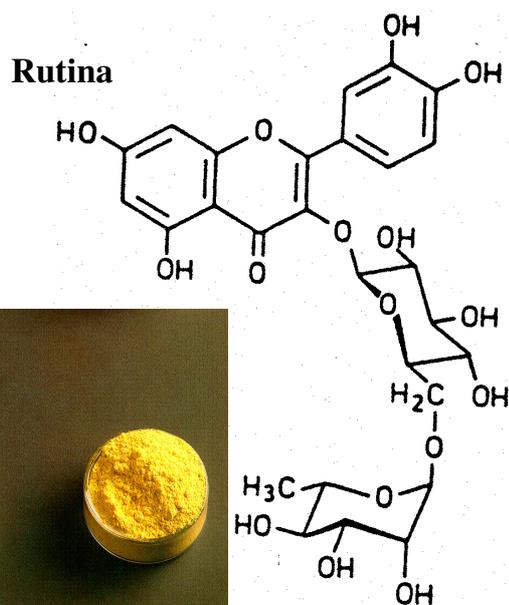
- Redução do consumo de energia elétrica
- Redução da demanda de vapor e, portanto, de combustível na caldeira
- Redução do consumo de água por unidade produzida
- Redução da demanda de água de refrigeração e de salmoura
- Aumento da produtividade (redução dos custos de MOD)
- Menor demanda de matéria-prima por unidade produzida (elevação dos rendimentos)
- Disponibilização de espaço e instalações (prédio, equipamentos e utilidades) permitindo a introdução de novos produtos a custo menor, utilizando resíduo como matéria-prima.
- Melhoria das condições de segurança e saúde no trabalho.
- Redução da geração de resíduos sólidos e dos custos associados ao seu tratamento, transporte e disposição.
- Redução das emissões atmosféricas.

INVESTIMENTO APROXIMADO: R\$ 400 mil.

BENEFÍCIO ECONÔMICO APROXIMADO: R\$ 2 milhões ao ano.



Dimorphandra
sp
(Fava d'Anta)



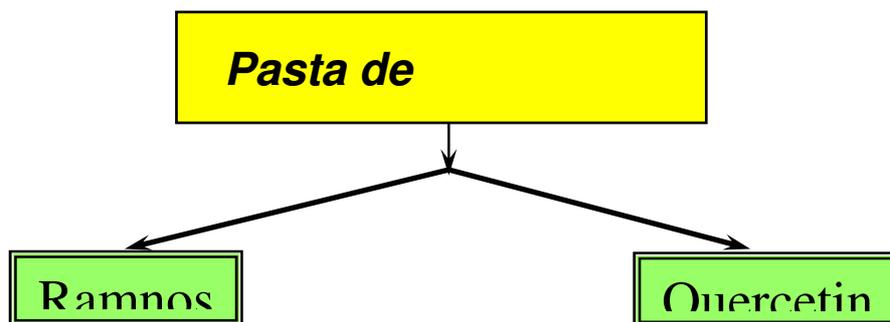
Fluxograma do Processo

Figura 23 – O Caso da Indústria Farmacêutica. Ilustração da matéria-prima e do produto. Fluxograma simplificado do processo de obtenção de rutina, onde:

BF: Bioflavonóides

A.M.: Águas-mães

(1) Conversão do resíduo em matéria-prima



(2) Resíduo como fertilizante

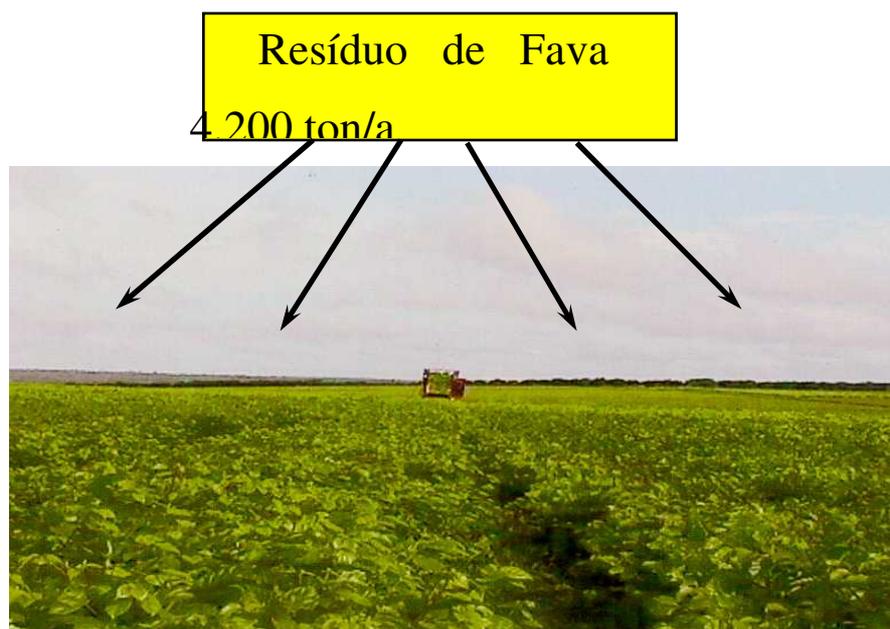


Figura 24 – Ilustração de medidas implementadas no estudo de caso da Indústria Farmoquímica.

5. PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO E REDUÇÃO DE RESÍDUOS NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

5.1 A Indústria Farmacêutica – Perfil e Classificação

A missão primária da indústria farmacêutica é produzir substâncias de valor terapêutico para humanos e animais. Segundo dados da FEBRAFARMA, que nasceu da reunião de seis entidades representativas do setor, congregando 250 empresas de capital nacional e estrangeiro em operação no Brasil, esta atividade emprega 49.600 pessoas no país, com faturamento anual de US\$ 7,48 bilhões, ano-base 2000, produzindo anualmente 1,47 bilhões de unidades (ABIFARMA, 2002). Em 1998, o Brasil chegou a ocupar a 7ª posição no ranking mundial do setor, então responsável por um faturamento da ordem de US\$ 300 bilhões anuais (Petti, 1998). Em março de 2002, o Brasil encontrava-se na 10ª posição (SCRIP, 2002).

Seus produtos dividem-se em 4 (quatro) categorias, com base no sistema americano SIC - *Standard Industrial Classification* (USOMB, 1987):

- Produtos químicos e botânicos medicinais (SIC 2833)
- Preparações farmacêuticas (SIC 2834)
- Substâncias para diagnóstico in vitro e in vivo (SIC 2835)
- Produtos biológicos (SIC 2836)

No Brasil, a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) é padronizada, aprovada e divulgada pela Comissão Nacional de Classificações – CONCLA, sob a coordenação da SRF e orientação técnica do IBGE, e segue padrões internacionais definidos no âmbito da ONU. Por este instrumento, a classificação é feita em cinco níveis hierárquicos: 1º → Seção, 2º → Divisão, 3º → Grupo, 4º → Classe, 5º → Subclasse CNAE-Fiscal.

Enquadramento da indústria farmacêutica, segundo esta hierarquia (BRASIL, 2002d):

Seção D – Indústrias de Transformação

Divisão 24 – Fabricação de Produtos Químicos

Grupo 245 – Fabricação de Produtos Farmacêuticos

Classe 2451-1: Fabricação de Produtos Farmoquímicos

Classe 2452-0: Fabricação de Medicamentos para Uso Humano

Subclasse 2452-0/01: Fabricação de Medicamentos Alopáticos para Uso Humano

Subclasse 2452-0/02: Fabricação de Medicamentos Homeopáticos p/ Uso Humano

Classe 2453-8: Fabricação de Medicamentos para Uso Veterinário

Classe 2454-6: Fabricação de Materiais para Usos Médicos, Hospitalares e Odontológicos.

No Rio de Janeiro, a classificação da tipologia das atividades por potencial poluidor é feita segundo o Manual MN-050 da FEEMA (1989). A metodologia adotada prevê quatro níveis de potencial poluidor – PP:

- A – alto potencial poluidor;
- M – médio potencial poluidor;
- B – baixo potencial poluidor;
- D – potencial poluidor desprezível

São considerados, para definição do potencial poluidor, os seguintes parâmetros de ar e água:

Ar

- PS – partículas em suspensão
- SO₂ – dióxido de enxofre
- NO_x – óxidos de nitrogênio
- HC – hidrocarbonetos
- Odor

Água

- DBO – demanda bioquímica de oxigênio
- STOX – substâncias tóxicas (metais pesados, praguicidas, etc.)
- OG – óleos e graxas
- MS – materiais em suspensão

A classificação define, para cada tipologia, a nível de sub-grupo, o seu potencial poluidor teórico em relação ao ar (PPAR), e à água (PPAG) e ainda o potencial geral (PPG), relativo exclusivamente, a estes elementos.

A codificação adotada consiste de seis dígitos, onde os 1º e 2º dígitos indicam o gênero, os 3º e 4º dígitos indicam o grupo, e os 5º e 6º dígitos indicam o sub-grupo. Quanto ao gênero da atividade, a codificação de dois dígitos adotada pela FEEMA foi baseada na do IBGE. Assim, **os produtos farmacêuticos e veterinários, doseados ou não, enquadram-se no gênero 21**, compreendendo os seguintes grupos, sub-grupos e classificações (FEEMA, 1989):

21.10 – FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMACÊUTICOS E VETERINÁRIOS

21.11 – Fabricação de produtos farmacêuticos e veterinários, não doseados.

21.11.99 – Fabricação de produtos farmacêuticos e veterinários (aminoácidos, enzimas, fermentos lácticos ou bacterianos, antibióticos, extratos de glândulas e de outros órgãos, extratos, hormônios naturais ou reproduzidos por síntese, sulfas, vitaminas, soros e vacinas).

PPG¹³ – A

PPAG¹⁴ – A (DBO, STOX)

PPAR¹⁵ – M (odor, HC)

21.12 – Fabricação de produtos farmacêuticos e veterinários, doseados.

21.12.99 – Fabricação de produtos farmacêuticos e veterinários doseados, para aparelhos circulatório, digestivo, geniturinário e respiratório; para dermatologia, oftalmologia, psiquiatria, neurologia, reumatologia, etc.; para o metabolismo, doenças infecciosas e parasitárias).

PPG – B

PPAG – B

PPAR – B

21.13 – Fabricação de produtos homeopáticos.

21.13.99 – Fabricação de produtos homeopáticos.

PPG – B

PPAG – B

PPAR – D

No nível federal, o Governo, através da Lei 10.165, de 27.12.2000, enquadrou a Fabricação de Produtos Farmacêuticos e Veterinários na categoria de Indústria Química – Código 15 – com índice PP/GU¹⁶ alto, para fins de cobrança da Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental (TCFA) instituída pela mesma lei, evidenciando a prevalência do critério arrecadatário sobre os critérios técnicos de classificação, e nivelando o potencial poluidor da produção de medicamentos à indústria petroquímica, por exemplo. Assim é que, por ausência de

¹³ PPG: potencial poluidor geral

¹⁴ PPAR: potencial poluidor em relação ao ar

¹⁵ PPAG: potencial poluidor em relação à água

¹⁶ PP/GU: potencial de poluição e grau de utilização de recursos naturais

uniformidade de critérios, a mesma atividade possa simultaneamente classificar-se com potencial de poluição alto (no âmbito federal) e baixo ou desprezível (no âmbito estadual).

5.2 Descrição dos Processos e Operações

A indústria farmacêutica, no sentido amplo da atividade, conforme grupo 245 da CNAE e gênero 21 da FEEMA, utiliza uma vasta gama de processos e tecnologias complexos, em produções geralmente por batelada. Devido a tal diversidade, não se encontram pacotes de diretrizes gerais de minimização de resíduos passíveis de aplicação ao segmento como um todo. Além das atividades de pesquisa e desenvolvimento, a produção farmacêutica compreende quatro áreas / segmentos metodológicos:

- pesquisa e desenvolvimento
- síntese orgânica
- extração de produtos naturais
- fermentação
- formulação

Uma breve abordagem sobre os processos, matérias-primas e possíveis resíduos gerados em cada uma dessas áreas é apresentada a seguir.

5.2.1 Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

P&D na indústria farmacêutica inclui a pesquisa química, pesquisa fitoquímica, pesquisa agrônômica, pesquisa microbiológica, pesquisa farmacológica e pesquisa clínica. O desenvolvimento de uma nova droga pode requerer a cooperação de esforços em múltiplos campos e disciplinas, tais como: medicina, química orgânica, química analítica, agronomia, fitoquímica, fitofarmácia, botânica, microbiologia, bioquímica, fisiologia, farmacologia, toxicologia, patologia, engenharia química, eletrônica e física. Conseqüentemente, há uma ampla gama de possíveis resíduos de laboratório gerados nas atividades de pesquisa e desenvolvimento farmacêutico, desde solventes, sais e compostos orgânicos, até corrosivos, oxidantes, resíduos biológicos e radionuclídeos (Zanowiak, 1982).

O Centro de Pesquisas *Battelle Seattle* desenvolveu em 1996 um guia para professores chamado *Laboratory Waste Minimization and Pollution Prevention*, aplicado a laboratórios de ensino (Battelle, 1996). A partir deste guia, desenvolvemos um Protocolo de P2 e R2,

apresentado no **Item 5.5 e Anexo 7** como parte do programa proposto , que pode ser empregado não somente em laboratórios de P&D mas também em laboratórios de CQ.

5.2.2 Síntese orgânica (síntese química)

Muitas drogas atualmente são produzidas sinteticamente. Numa planta industrial típica, um ou mais reatores são utilizados numa série de reações químicas, seguidas de etapas de separação e purificação para obter o produto final desejado. Numerosos tipos de reações químicas, processos de recuperação, e de substâncias químicas são empregadas na obtenção de uma grande série de produtos farmoquímicos, cada qual em conformidade com suas rígidas especificações.

Numa indústria farmoquímica, reatores e equipamentos auxiliares são dispostos separadamente em processos unitários dedicados à obtenção de produtos em larga escala, alguns fabricados em campanhas que podem durar algumas semanas ou meses, em função da demanda comercial. Durante a campanha de produção, operadores e/ou sistemas de controle automáticos dosam os reagentes necessários e monitoram os parâmetros de controle em processo (vazões, pH, temperatura, tempo), de acordo com protocolos e com o Guia de Boas Práticas de Fabricação para Indústrias Farmoquímicas, instituído pela Portaria SVS nº 15, de 04.04.1995. Importante observar que o agendamento das campanhas é cuidadosamente planejado em função dos compromissos de fornecimento, da disponibilidade das matérias-primas e da disponibilidade dos equipamentos. Neste planejamento, como veremos posteriormente, residem importantes oportunidades de redução de resíduos na fonte, quando a prevenção da poluição é incluída entre os parâmetros que condicionam o planejamento da produção.

As substâncias utilizadas em sínteses químicas são muito diversificadas e incluem reagentes orgânicos, inorgânicos, catalisadores, e solventes que são purificados, via de regra por destilação, e reciclados dentro do processo para reuso como meio reacional. As fontes pontuais e as causas de geração de resíduos e emissões nas operações de uma planta farmoquímica são muitas e complexas. Virtualmente cada etapa de uma síntese orgânica gera uma água-mãe que contém reagentes não convertidos, produtos secundários da reação, e resíduo do produto remanescente no solvente utilizado como meio reacional. Ácidos, bases, e íons metálicos também podem ser gerados. Os solventes usados são geralmente recuperados por destilação, possibilitando perdas por evaporação e a geração de resíduos como caudas da destilação. Efluentes líquidos podem ser resultantes de solventes miscíveis, filtrados, concentrados, limpeza de equipamentos, torres de lavagem de gases, derramamentos e vazamentos. Dependendo da composição, carga orgânica, sólidos em suspensão, pH e

toxicidade dos efluentes líquidos, pode ser necessário um tratamento físico-químico e/ou biológico antes do lançamento na rede coletora ou no corpo receptor.

5.2.3 Extração de produtos naturais

Consiste na produção de produtos farmoquímicos a partir de matérias-primas naturais, tais como raízes, folhas, frutos e glândulas de animais. Tais substâncias geralmente apresentam propriedades específicas e singulares, como por exemplo, a insulina, a morfina, os alcalóides e os bioflavonóides. Outra característica dos produtos naturais é que a quantidade de produto final é muito pequena em relação às quantidades de matéria-prima processadas. Durante cada etapa do processo, o volume de material em processo pode diminuir enormemente a ponto de a purificação final ocorrer em escala que pode chegar a um milésimo do volume inicial. Devido a estas reduções de volume, tem-se o fato de o conceito convencional de lote e a utilização de processos contínuos serem tipicamente incompatíveis com tais processos, aplicando-se, todavia, as mesmas normas de Boas Práticas de Fabricação citadas anteriormente, nos termos da Portaria SVS nº 15, de 04.04.1995.

A extração, o isolamento do princípio ativo e a fase de purificação compreendem operações de moagem, extração sólido-líquido, filtração, concentração, precipitação, eventual emprego de agentes precipitantes, quelantes, partição líquido-líquido, sendo comum o emprego de solventes tais como cetonas, álcoois, hidrocarbonetos clorados, não clorados e água. Álcalis e ácidos são também comumente empregados em ajustes e controles de pH. Os resíduos da extração de produtos naturais incluem, por exemplo, a matéria-prima vegetal esgotada, solventes hidrossolúveis, vapores de solventes, borras de filtros e efluentes líquidos.

5.2.4 Fermentação

Esteróides, vitamina B₁₂ e antibióticos são típicos exemplos de produtos farmoquímicos produzidos por processos fermentativos, os quais consistem em duas etapas principais: (1) inóculo e preparação da semente e (2) fermentação, seguida do isolamento e purificação do produto. A preparação do inóculo começa no laboratório com uma população cuidadosamente preservada de uma determinada cepa microbiana. Poucas células desta cultura são maturadas até uma densa suspensão, numa série de tubos de ensaio, agar inclinado e erlenmeyers. Para a propagação posterior, as células são transferidas para um tanque de semente que opera como uma dorna de fermentação, com capacidade que varia entre 1 e 20% do volume em escala plena, e é destinado e ajustado para o máximo de crescimento celular.

Para iniciar a fermentação, um caldo nutriente esterilizado é adicionado ao tanque de semeadura, através de linhas e válvulas previamente esterilizadas. Uma vez adicionado este nutriente, a fermentação se inicia. Durante a fermentação, o meio reacional geralmente é agitado e aerado com ar estéril através de um borbulhador/difusor. Diversos parâmetros dentre os quais o teor de oxigênio dissolvido, o pH e a temperatura são criteriosamente monitorados ao longo do ciclo fermentativo, findo o qual, filtra-se para remover os sólidos residuais resultantes do processo de fermentação. O filtrado é então processado para isolar o produto desejado, utilizando-se operações como extração com solvente, precipitação, troca iônica ou adsorção cromatográfica (Bailey & Ollis, 1977).

Na extração com solvente, faz-se uma partição líquido-líquido do filtrado aquoso com o solvente orgânico apropriado, em geral cloreto de metileno ou acetato de butila. O produto recuperado na fase orgânica é posteriormente re-extraído novamente, precipitado ou cristalizado. Às vezes o produto é precipitado diretamente no meio reacional. Outras vezes, resinas de troca iônica são utilizadas para remover produtos do meio reacional, para sofrer etapas adicionais de purificação antes do isolamento final.

Os processos fermentativos geram grandes quantidades de resíduos, tais como o meio reacional aquoso e os resíduos sólidos constituídos por restos mortais de células. O meio aquoso contém elevada carga orgânica decorrente de matérias-primas não consumidas, caldo de cereais, ração de peixe e melaço. As operações de filtração resultam em grande quantidade de sólidos constituídos por resíduos de células, agente auxiliar de filtração e algum produto residual. Após a recuperação do produto, o filtrado é descarregado como efluente, para o qual também contribuem as criteriosas operações de lavagem e descontaminação das instalações (tanques, linhas, válvulas, difusores de ar, filtros, etc).

Formulação

Formulação farmacêutica é a preparação de produtos apresentados em doses, tais como comprimidos, cápsulas, líquidos, injetáveis, cremes e pomadas. No **Quadro 5**, apresenta-se uma lista completa das diversas formas de apresentação farmacêuticas. Os comprimidos representam 90% das medicações administradas por via oral (Zanowiak, 1982), e são produzidos em três formas: por compressão tradicional, revestidos e laqueados. A forma de apresentação do comprimido depende das características desejadas de liberação do princípio

ativo, que pode ser lenta, rápida ou continuada. Os comprimidos são produzidos misturando-se os princípios ativos com excipientes, como por exemplo, amido ou açúcar, e com aglutinantes apropriados. A mistura é comprimida por um dos três métodos a seguir: granulação úmida, compressão direta, ou por rolos de compactação. Na granulação úmida, o ingrediente ativo pulverizado é misturado com o excipiente e molhado com uma solução aglutinante. Grânulos grossos são formados, submetidos à secagem, e misturados com agentes lubrificantes como por exemplo estearato de magnésio. A mistura formada é finalmente comprimida.

A compressão direta utiliza uma máquina de compressão em que um dosador mede a quantidade de material e um punção comprime a mistura. Comprimidos com multi-camadas são produzidos usando-se máquinas de compressão com diversos funis de alimentação. O comprimido sofre compressões parciais a cada vez que uma camada é adicionada, sendo feita a compressão total após a adição da última camada.

A compactação por rolos é um processo usado para drogas sujeitas à decomposição quando submetidas ao processo de granulação úmida, ou para formulações que não podem ser comprimidas diretamente. O processo requer máquinas de compressão muito robustas, que permitam obter comprimidos relativamente grandes, de 20 a 30 gramas, que são em seguida triturados e peneirados a uma determinada granulometria, e finalmente re-comprimidos à forma de apresentação final.

Depois dos comprimidos, as cápsulas de gelatina – na forma dura ou mole – são a forma de apresentação mais amplamente utilizada dentre os sólidos orais. As cápsulas duras consistem em duas secções obtidas por meio de pinos mergulhados numa solução de gelatina mantida a uma dada temperatura. Quando removidos, um filme de gelatina fica depositado sobre os pinos. A temperatura da gelatina afeta a viscosidade e, portanto, a espessura da parede da cápsula. Após secagem, acabamento e enchimento, é feita a junção das partes.

Ao contrário das cápsulas de gelatina dura, as cápsulas moles são preparadas colocando-se dois filmes contínuos de gelatina entre duas placas rotativas, que se aproximam até a selagem para formar as duas metades da cápsula. Nesse processo, a droga, geralmente em solução não aquosa ou em forma de uma massa mole, é injetada dentro da cápsula.

O terceiro tipo de formulação farmacêutica são as formas líquidas preparadas para uso oral ou injetável. As formas orais (xaropes, elixir, suspensões e tinturas) são geralmente preparadas misturando-se os solutos com o solvente apropriado num reator inox ou vitrificado. Soluções são filtradas e transferidas para tanques de estocagem para inspeção e controle antes do envase na embalagem final. Suspensões e emulsões são em geral preparadas utilizando-se moinhos coloidais e tanques equipados com misturadores.

As formulações líquidas para uso tópico ou oral requerem preservação por meio de aditivos anti-fúngicos e anti-bacterianos, mas não precisam ser esterilizadas. As formulações para uso oftálmico (colírios) devem ser esterilizadas e, portanto, são preparadas de maneira similar aos produtos injetáveis.

Os injetáveis são conhecidos como formulação parenteral, podendo ser administrados por via intramuscular, intravenosa ou subcutânea. São preparados sob a forma de solução, ou em forma sólida a ser dissolvida imediatamente antes da aplicação; sob a forma de suspensões, ou em forma sólida insolúvel, a ser suspensa antes da injeção; e sob a forma de emulsões. O veículo injetável geralmente é água, mas pode ser não aquoso. A esterilização da forma parenteral é prontamente realizada após enchimento e selagem da ampola, numa autoclave a vapor. Produtos termicamente instáveis são filtrados por membranas esterilizantes e envasados em ampolas esterilizadas, que são seladas em condições assépticas.

Crems e pomadas, o quinto tipo de formulação, apresentam-se sob a forma de semi-sólidos preparados para uso tópico. Pomadas geralmente se obtêm pela fusão de uma base, via de regra um hidrocarboneto derivado de petróleo (uma parafina própria para tal uso). Esta base é misturada com a droga, e a mistura resfriada é passada num moinho coloidal ou de rolo. Os cremes são emulsões “óleo em água” ou “água em óleo”, e além de conterem uma base parafínica, são preparados de maneira similar às pomadas.

Resíduos, efluentes e emissões

Os resíduos e efluentes gerados nos diversos processos de formulação farmacêutica são resultantes da limpeza e esterilização de equipamentos, derramamentos de produtos, produtos rejeitados, e dos processos propriamente ditos. Nas operações de mistura ou compressão, há geração de pós, que são em parte retidos e incorporados ou não ao produto. A fonte primária de efluentes é a água de lavagem dos equipamentos e linhas, que pode conter sais inorgânicos,

açúcares, uma grande diversidade de componentes das fórmulas, e se caracteriza, tipicamente, por apresentar baixa DBO, DQO, SST, e pH quase neutro. As emissões atmosféricas podem resultar do uso de solventes no processo de formulação (USEPA, 1991).

No **Quadro 5** a seguir, são apresentadas as principais formas farmacêuticas de apresentação de medicamentos, seus constituintes e usos principais. A **Figura 25** ilustra um fluxograma geral aplicável à indústria farmacêutica dedicada a processos de formulação. No **Quadro 6**, estão listados os resíduos típicos que podem ocorrer na indústria farmacêutica.

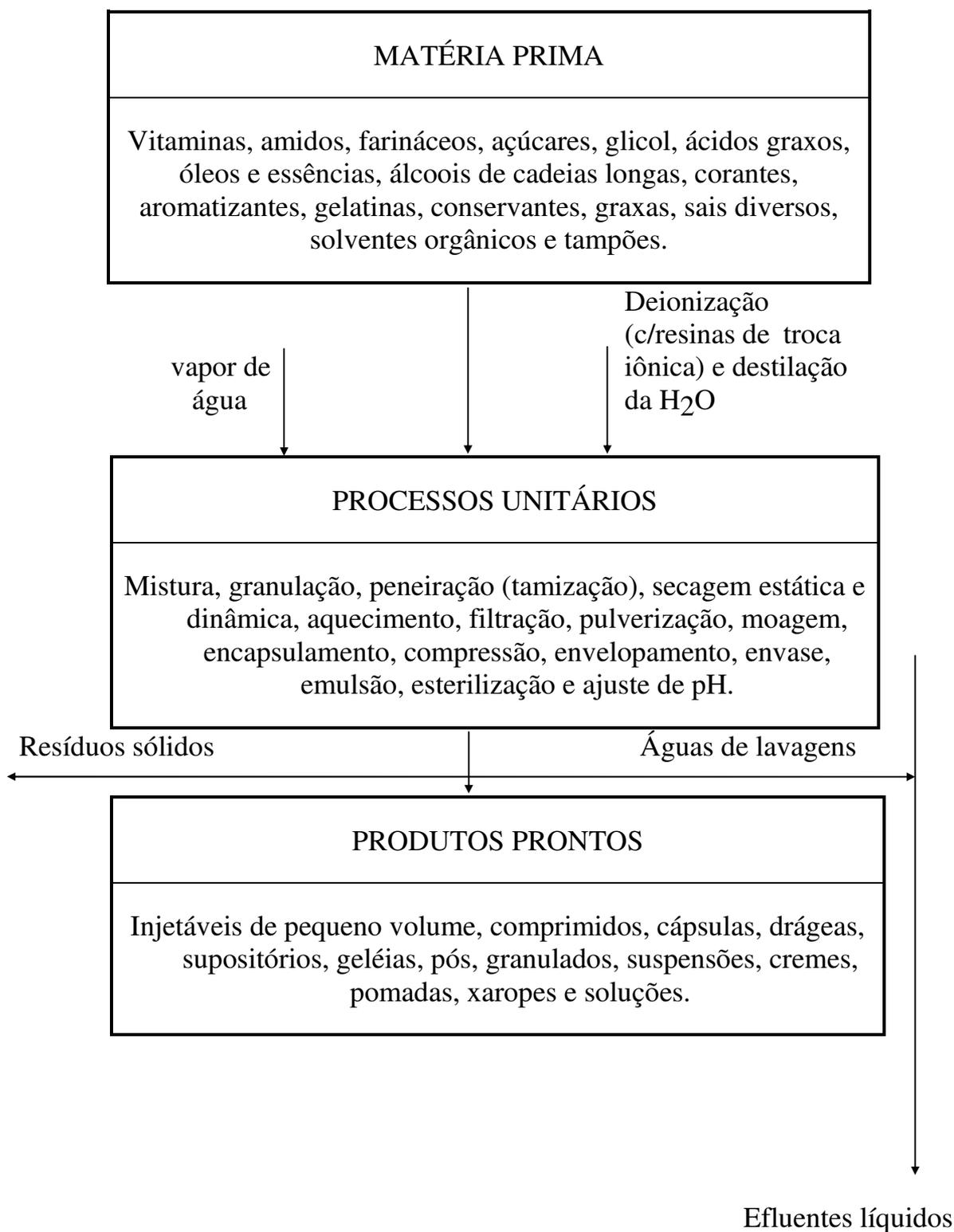
Quadro 5 – Formas farmacêuticas de apresentação de medicamentos, constituintes e usos.

Forma farmacêutica	Constituintes/propriedades	Usos
Soluções líquidas		
Soluções	Água, substâncias químicas	Interno ou externo, aditivos de formulação
Xaropes	Adoçante, solvente, princípio ativo	Flavorizante, medicinal
Elixires	Solução hidroalcoólica adoçada, pode ser medicamentosa	Flavorizante, medicinal
Essências	Álcool, água, substâncias voláteis	Flavorizante, medicinal
Tinturas	Produtos naturais, extraídos com solvente apropriado	Externo ou interno
Colódios	Piroxilina em éter, princípio ativo(óleo de rícino,cânfora)	Externo p/calos e joanetes
Linimentos	Soluções aquosas ou oleosas, suspensões	Externo, com fricção
Mucilagens	Soluções poliméricas coloidais	Adjuvante de formulação
Solução parenteral	Estévil, livre de pirogênio, isotônica, pH do sangue, suspensão aquosa ou oleosa	Injeção intravenosa, intramuscular, subcutânea
Solução oftálmica	Estévil, isotônico, pH da lágrima, espessante	Tratamento oftalmológico
Solução nasal	Aquoso, isotônico, pH do fluido nasal, spray ou gotas	Tratamento via nasal
Otológico	Glicerina	Tratamento do ouvido
Enxaguatórios bucais e produtos para gargarejo	Aquosa, antisséptica	Controle bacteriano de curto prazo, refrescante
Inalantes	Administrado com auxílio de dispositivos mecânicos	Tratamento da traquéia e brônquios
Enemas e duchas	Solução ou suspensão aquosa, pode ser medicamentosa	Irrigação de cavidades
Suspensões / Dispersões Líquidas		
Emulsões, loções	Óleo em água (o/w), ou água em óleo (w/o)	Oral, externo ou injeção
Gel, geléia	Dispersões coloidais viscosas	Externo ou interno (oral)
Dispersões, soluções gasosas	Dispensação por atomizadores, nebulizadores, inaladores	Externo ou interno
Dispersões semi-sólidas e plásticas		
Pomadas	Hidrocarbonetos oleosos, bases absortivas hidrofílicas, emulsificantes, glicóis, princípio ativo	Externo

Forma farmacêutica	Constituintes/propriedades	Usos
Pastas e ceratos	Pomadas com ceras ou sólidos altamente dispersos	Externo
Supositórios	Óleo de teobroma, gelatina glicerinada, ou polietileno-glicol mais o princípio ativo	Inserção na cavidade anal
Sólidos		
Granel	Pó a ser dissolvido ou misturado com água	Externo ou interno
Pó efervescente	À base de ingredientes que liberam CO ₂	Oral
Talco	Contém também absorventes	Tratamento de pele
Pós liofilizados	Produtos instáveis, que são reconstituídos antes do uso	Diversos, inclusive injetável e oral
Cápsulas	Pequenas doses de pós inseridos em cápsula de gelatina	Interno
Pastilhas	Composição com glicero-gelatina	Dissolução lenta na boca
Grânulos	Tamanho de partícula maior que os pós	Oral
Comprimidos	Grande variedade de formas e formulações	Oral
Pílulas de implantação	Ação prolongada	Implantação subcutânea
Comprimidos revestidos	Revestimento protetor; liberação prolongada	Oral

Fonte: Zanowiak, 1982.

Figura 25 – Fluxograma simplificado de produção genericamente aplicável a processos de formulação farmacêutica. Matéria-prima, processos unitários e produtos prontos na área farmacêutica.



Quadro 6 – Possíveis resíduos dos processos farmacêuticos.

Descrição do resíduo	Origem	Constituição
Águas-mães de processo	Síntese orgânica, operações de separação sólido-líquido	Meio reacional (solvente + solutos)
Caldo de fermentação	Processos fermentativos	Água contaminada
Matérias-primas naturais, esgotadas	Processos extrativos	Folhas, frutos, raízes, tecidos
Soluções aquosas esgotadas	Processos de extração líquido-líquido com solventes	Água contaminada
Embalagem vazia de matérias-primas	Pesagem e alimentação de matérias-primas ao processo	Sacos, tambores, barricas, garrafas
Águas de torres de lavagem de gases	Operações que geram emissões de pós ou vapores	Água contaminada
Compostos orgânicos voláteis	Tanques de estocagem, tambores	Solventes
Produtos e materiais vencidos ou fora de especificação. Devoluções	Operações fabris, gestão de estoques	Produtos diversos
Derramamentos	Operações fabris e laboratórios	Substâncias diversas
Efluentes líquidos	Limpeza de equipamentos, instalações e pisos. Descarte de extrações líquido-líquido, caudas de destilação.	Água contaminada
Solventes usados	Extração por solvente, procedimentos de lavagem de cristais e tortas	Solventes contaminados
Materiais de produção usados	Operações fabris	Filtros, tubos, auxiliares de filtração
Reagentes químicos	Atividades de P&D	Substâncias químicas diversas
Produtos de combustão	Caldeiras a vapor ou óleo térmico	Óxidos de carbono, nitrogênio e enxofre. Material particulado

5.3 Metodologia para Implementação de um Programa de P2 e R2 na Indústria Farmacêutica

O comprometimento da direção da empresa é decisivo para o sucesso do Programa de Prevenção da Poluição. É também essencial que todas as pessoas que não estejam diretamente envolvidas no planejamento e execução do programa sejam sistematicamente informadas do seu andamento, para que possam assimilar todas as mudanças resultantes dessa implantação. As etapas recomendadas para o desenvolvimento do Programa de P2 são as seguintes:

- Comprometimento da direção da empresa
- Constituição da equipe de P2
- Elaboração da Declaração de Compromissos
- Estabelecimento de prioridades, objetivos e metas
- Elaboração de cronograma de atividades
- Disseminação de informações sobre P2 a todos os colaboradores
- Levantamento de dados
- Escolha dos indicadores de desempenho
- Identificação de oportunidades de P2
- Levantamento de tecnologias alternativas
- Estudo de viabilidade econômica (análise custo/benefício)
- Prioritização e seleção das oportunidades de P2 a serem implementadas
- Implementação das medidas de P2 prioritárias
- Avaliação dos resultados
- Manutenção do programa

5.3.1 Comprometimento da direção da empresa

Para implantar um programa de Prevenção da Poluição, a empresa deve ter como premissa básica o comprometimento da direção com os princípios preconizados por este programa, a ser alcançado através de várias ações, tais como:

- Otimização do uso e recuperação dos recursos: água, energia e matérias-primas, etc;
- Substituição de matérias-primas e mudanças nos processos produtivos;
- Adoção de tecnologias limpas e desenvolvimento de novos produtos;

- Melhoria da operação e manutenção dos equipamentos;
- Implantação de um programa de conscientização e informação a todos os funcionários;

Este comprometimento contribui de forma significativa para o envolvimento do corpo funcional, gerando o entusiasmo necessário para o desenvolvimento do programa, devendo ser estabelecido através da anuência formal da direção da empresa por meio de uma Declaração de Compromisso, ou de uma Política Ambiental ancorada nos preceitos de P2.

A Declaração de Compromisso tem por objetivo apresentar formalmente a aceitação e o comprometimento, por parte da direção da empresa, na implementação de medidas de P2 em seus processos / atividades. Deve conter os objetivos e as prioridades gerais do programa, e ser divulgada a todos os funcionários e, se aplicável, a outras partes interessadas (clientes e fornecedores, por exemplo).

5.3.2 Constituição da equipe de P2

A implementação do programa de P2 será melhor conduzida se realizada por uma equipe constituída por pessoas de diferentes setores da empresa. Este é um requisito importante para promover o intercâmbio de experiências e a integração dos funcionários, condição fundamental para o planejamento e implantação das medidas de P2. O número de participantes da equipe depende do tamanho e da estrutura da empresa. Eventuais deficiências técnicas da equipe poderão ser supridas por pessoal externo.

Para melhor andamento dos trabalhos, é requerida a nomeação de um líder, que será responsável pela coordenação, e que seja familiarizado com todos os aspectos operacionais da indústria e possua fácil acesso a todos os níveis hierárquicos da organização.

Como incentivo às participações voluntárias de todos os funcionários da empresa, sugere-se que as contribuições recebidas sejam divulgadas em um boletim interno ou de alguma outra forma que se julgue mais adequada, nomeando seus autores. Pode-se avaliar a pertinência de se vincular as contribuições em P2 ao Programa de Sugestões de Melhorias, se já houver, com critérios de premiação previamente estabelecidos pela empresa.

O **Quadro 7** mostra um exemplo de uma equipe de P2, que deverá ser adaptada à realidade da empresa que adotar este programa.

Quadro 7 – Exemplo de formação de equipe de P2

Membros da equipe para implantação do Programa de P2		
Membro da Equipe	Cargo na Empresa	Responsabilidade no Programa P2
Nome 1	Gerente Geral ou Farmacêutico Responsável	- Supervisão do programa - Representação da empresa - Decisão final
Nomes 2 e 3	Líder e Encarregado	- Operação diária - Comunicação com os funcionários - Controle de custos
Nomes 4 e 5	Químico e Analista de Laboratório	- Realização de testes, controles e monitoramento - Coleta de amostras e análises
Nomes 6 e 7	Operadores	- Coleta de informações e inclusão no programa quando necessário
Nomes 8 e 9	Consultores	- Auxílio no planejamento da proposta de P2
Nomes 10 e 11	Fornecedores	- Prestação de informações técnicas

5.3.3 Elaboração da Política (ou Declaração de Compromissos)

A primeira tarefa da equipe de P2 é o estabelecimento de uma Política Ambiental (ou Declaração de Compromissos) baseada nos princípios da P2, a ser aprovada formalmente pela Direção e amplamente divulgada a todos os funcionários. A equipe também será responsável por desenvolver, acompanhar e implantar as medidas de P2, cabendo a ela ainda a avaliação e manutenção do programa, de acordo com as necessidades e potencialidades da empresa.

5.3.4 Estabelecimento de prioridades, objetivos e metas

A partir das informações levantadas nos registros da empresa, a equipe de P2 deve definir as ações prioritárias e, dentro das condições da empresa, estabelecer tanto objetivos como metas quantificáveis e exeqüíveis dentro de um prazo determinado.

Os objetivos e metas estabelecidos nesta etapa devem ser compatíveis com os objetivos gerais contemplados na Declaração de Compromissos, bem como devem estar aliados a um sistema de gestão ambiental, procurando harmonizar o programa de P2 com outros programas ambientais já existentes na empresa, ou mesmo com aqueles que visem a melhorias das condições de trabalho,

segurança, saúde e produção, na organização. Um exemplo de estabelecimento de objetivos e metas é apresentado a seguir:

A empresa (nome da empresa) tem como objetivos:

- Otimizar o uso de água em seus processos
- Racionalizar o consumo de energia na produção, administração e laboratórios

Estabelece como metas:

- A redução de 30% no consumo de água no prazo de 2 anos
- A redução de 10% no consumo de energia elétrica no prazo de 1 ano

Caso não estejam disponíveis dados suficientemente precisos para a execução desta etapa, as metas deverão ser reavaliadas e redefinidas após um levantamento mais detalhado dos dados, o qual será efetuado no decorrer do programa, com auxílio dos formulários de avaliação apresentados adiante no **Item 5.4** e **Anexo 6**.

5.3.5 Elaboração de cronograma de atividades

A equipe de P2 deverá elaborar um cronograma para a execução do programa, contemplando todas as etapas a serem desenvolvidas durante o transcorrer do programa, bem como estabelecer prazos e responsáveis pela execução de cada uma delas, conforme exemplo dado na **Figura 26**:

Figura 26 - Exemplo de cronograma de atividades

ETAPAS	ATIVIDADES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	Estabelecimento do programa												
2	Disseminação de informações P2												
3	Levantamento de dados												
4	Definição indicadores desempenho												
5	Identificação oportunidades P2												
6	Levantamento de tecnologias												
7	Avaliação econômica												
8	Seleção de medidas de P2												
9	Implementação das medidas P2												
10	Avaliação dos resultados												

Fonte: Cetesb, 2000.

Se houver necessidade, o cronograma deverá ser atualizado, ajustando-se os prazos e/ou substituindo-se os responsáveis, ao longo do desenvolvimento das etapas previstas.

5.3.6 Disseminação de informações sobre P2 a todos os colaboradores

À equipe de P2 compete desenvolver um plano de treinamento e de comunicação facilmente adaptável ao sistema existente, para que todos possam acompanhar o desenvolvimento do programa na empresa. A disseminação de informações sobre prevenção à poluição visa a assegurar que o programa se torne assunto do dia a dia, bem como aumentar a conscientização e a participação de todos os funcionários. Para isso, a equipe pode-se valer de uma série de recursos, tais como: cartazes, circulares, memorandos, reuniões setoriais, realização de eventos com a participação de palestrantes externos, apresentação de vídeos sobre experiências bem sucedidas, treinamentos, programa de premiações de funcionários, etc. Além disso, convém que a equipe de P2 avalie a pertinência de criar um sistema de informação voltado à comunidade local, caso identifique potenciais resultados importantes sobre a melhoria de condição ambiental da vizinhança.

5.3.7 Levantamento de dados

O levantamento de dados deve reunir o máximo possível de informações que auxiliem na caracterização do processo industrial. Estas informações devem abranger desde a matéria-prima e demais insumos (energia elétrica, produtos auxiliares, água, etc.), até o total de resíduo gerado, devendo as mesmas constarem do fluxograma de produção da indústria. Este deve ser apresentado de modo que as informações possam estar disponibilizadas por linha de processo. O fluxograma deve conter ainda outras informações de grande valia, tais como: parâmetros de operação (temperatura, taxas de consumo, vazão, etc.), de entradas e de saídas (produtos, subprodutos, resíduos, etc), pontos conhecidos de perda de água ou outras substâncias por evaporação, escoamento, vazamento, má operação, etc.

O levantamento de informações relativas ao gerenciamento dos resíduos gerados na empresa será fundamental na fase de identificação e seleção de oportunidades. Por meio destes dados, será possível avaliar os custos reais envolvidos no tratamento e disposição dos resíduos gerados e verificar o retorno financeiro de um investimento em P2.

Os formulários apresentados na seção 5.4 foram elaborados com o objetivo de orientar no planejamento e organização deste levantamento de dados, especificamente na indústria farmacêutica.

5.3.8 Escolha dos indicadores de desempenho

Após o levantamento de dados, devem ser definidos indicadores de desempenho, que sejam quantificáveis e medidos antes e após a implantação das medidas de P2, permitindo assim uma avaliação comparativa entre a situação da empresa antes e após a implementação do programa, bem como uma análise dos ganhos obtidos em termos econômicos e ambientais. A escolha dos indicadores dependerá do tipo e das características dos projetos a serem desenvolvidos. Como exemplo, podem ser utilizados os seguintes indicadores:

- quantidade de resíduos por unidade de produção;
- consumo de água por unidade de produção;
- consumo de energia por unidade de produção;
- número de acidentes de trabalho e faltas decorrentes dos mesmos;
- número de licenças médicas por doenças ocupacionais;
- valor dos materiais e produtos tornados impróprios para uso (estoques obsoletos convertidos em resíduos industriais para disposição);
- quantidade de resíduos recicláveis e reciclados de forma adequada;
- custos relativos ao tratamento e disposição dos resíduos gerados;
- quantidade e volume de resíduos coletados e descartados de forma ambientalmente segura;
- número de funcionários treinados e capacitados para a prática de P2, dentre outros.

5.3.9 Identificação de oportunidades de P2

Deve ser efetuada uma avaliação detalhada dos processos produtivos da empresa, com ênfase nos pontos que contribuem para a geração de resíduos, incluindo-se vazamentos, derramamentos, operação inadequada, falta de manutenção nos equipamentos, perdas e desperdícios. As demais áreas da indústria, tais como: recebimento e armazenamento de matérias-primas, armazenamento e expedição de produtos, também deverão ser visitadas e avaliadas.

É necessário também avaliar os aspectos relativos ao tipo, toxicidade e quantidade dos resíduos gerados, a quantidade e toxicidade das matérias-primas utilizadas, o custo envolvido no tratamento de efluentes líquidos e disposição dos resíduos gerados, a legislação vigente e o risco à saúde ocupacional dos trabalhadores. O resultado desta avaliação permitirá a identificação das melhores opções para redução ou eliminação dos resíduos gerados.

Na identificação das oportunidades, é fundamental que se realizem entrevistas com operadores dos processos produtivos, encarregados, técnicos, farmacêuticos, químicos e engenheiros pois estes profissionais poderão fornecer maiores detalhes sobre as peculiaridades dos processos, que

somente são observadas por aqueles que estão em contato diário com os procedimentos operacionais.

5.3.10 Levantamento de tecnologias alternativas

O levantamento das tecnologias hoje disponíveis no mercado pode apontar opções viáveis para a implementação de ações de P2. No entanto, alguns aspectos devem ser considerados pela equipe de P2, quando realizar um levantamento de tecnologias, que dentre outros se destacam:

- identificar as tecnologias que melhor se apliquem às necessidades do interessado;
- conhecer a legislação em vigor, para avaliar possíveis conseqüências relativas à alteração e/ou substituição de equipamentos;
- caracterizar e avaliar os efluentes gerados, a fim de propor a sua segregação dentro dos processos.

5.3.11 Estudo de viabilidade econômica (análise custo/benefício)

Muitas das medidas de prevenção à poluição custam pouco para serem implementadas e, uma vez introduzidas as de baixo custo, a empresa deve considerar mudanças tecnológicas de processos, as quais exigem pesquisa, testes, despesas de instalação inicial e investimento de capital.

Qualquer medida de P2 que ofereça uma redução de custo direto ou indireto relacionada à geração, manuseio e tratamento de resíduos ou de custos operacionais e que não envolva custos de investimentos iniciais, pode ser considerada economicamente viável. As opções de melhores práticas operacionais, através da implementação de programa de manutenção preventiva e de controle de vazamentos e derramamentos, controle de estoque, substituição de insumos por alternativos menos tóxicos devem ser, entre outras opções simples, as medidas de baixo custo a serem implementadas inicialmente.

Para medidas de prevenção à poluição que envolvem custos de investimento em capital e de instalação iniciais, o uso de índices de lucratividade deve ser adotado como, por exemplo, o cálculo do período de retorno do capital investido (*payback period* e *ROI: Return on Investment*) ou o valor presente líquido (*NPV: Net Present Value*) ou outros índices utilizados na matemática financeira, com a consideração da economia de custo relacionada à redução da geração de resíduos.

O estabelecimento de um Sistema de Alocação de Custos onde cada setor/unidade de produção seja debitado pelo custo da geração e gerenciamento do resíduo que gera e pela sua respectiva parcela de custos indiretos da empresa é muito importante, pois oferece dados para a avaliação econômica do investimento em prevenção à poluição assim como para a conscientização dos funcionários sobre os custos associados à geração de resíduos e desempenho ambiental do setor/unidade de produção.

Os investimentos em prevenção à poluição podem afetar os custos relacionados ao atendimento da legislação ambiental, imagem da empresa, saúde e segurança do trabalhador, prêmios pagos a seguradoras, custos indiretos e outros relacionados ao gerenciamento da empresa como um todo, trazendo benefícios indiretos de difícil mensuração a curto prazo, mas significativos à empresa como um todo a médio e longo prazos.

5.3.12 Prioritização e seleção das oportunidades de P2 a serem implementadas

Ao selecionar as medidas a serem implantadas, a equipe de P2 deve considerar os benefícios imediatos decorrentes da implantação e o seu significado para a empresa. A avaliação destes benefícios e significados poderá ser realizada por meio de questionamentos, como por exemplo:

- haverá ganho ambiental significativo, por exemplo, através da redução da geração de resíduos, da redução da toxicidade dos poluentes, da substituição de matéria-prima ou material auxiliar tóxico por outro não tóxico, da eliminação de vazamentos, derramamentos, etc ?
- haverá melhoria da qualidade do produto, na eficiência do processo ou na saúde do trabalhador ?
- haverá maior facilidade em atender aos requisitos legais ?
- haverá melhor relacionamento com as agências de controle ambiental ou com a comunidade ?
- haverá retorno financeiro a curto, médio ou longo prazo ?

As medidas de P2 devem ser avaliadas e adotadas de acordo com a sua viabilidade técnica e econômica. Aquelas que não forem nem técnica nem economicamente viáveis devem ser adiadas. As demais, selecionadas a critério da empresa, deverão ser priorizadas e implementadas, providenciando-se, quando necessário, fundos de capital específicos para a execução do programa.

5.3.13 Implementação das medidas de P2 prioritárias

Após a seleção das oportunidades de P2 através do levantamento das tecnologias disponíveis e da análise da viabilidade econômica, deve-se iniciar a implementação das medidas, de acordo com as metas e objetivos estabelecidos no programa e segundo um cronograma que leve em conta os

projetos a serem executados. Na aplicação das medidas de P2, muitas técnicas podem ser utilizadas, dentre elas destacam-se as seguintes:

a) Alteração no layout

Trata-se de alteração no esquema de disposição física dos equipamentos utilizados em um processo produtivo com vistas a economizar recursos, minimizar a possibilidade de acidentes e/ou eliminar pontos de geração de poluentes.

b) Controle de estoque

Consiste na definição de estratégias de política e gestão de suprimentos e estoque, além de algumas medidas que deverão ser tomadas para a estocagem de produtos químicos e farmacêuticos, matérias-primas, produtos intermediários e produto acabado. Considerar neste item:

- Gestão de suprimentos e estoque: a definição das estratégias deve basear-se em planejamento de vendas, *lead-time* de fornecimento, logística, planejamento da produção, custo do material, prazo de validade e condições de armazenamento. Na indústria farmacêutica dedicada à formulação, a qualidade deste gerenciamento é determinante sobre a redução das elevadas perdas sob a forma de estoques obsoletos de matérias-primas, materiais secundários, materiais de embalagem, materiais gráficos e produtos prontos. Dezenas de toneladas de todos estes materiais são convertidos cotidianamente em resíduos na indústria farmacêutica, os quais, além de constituírem um prejuízo elevado, requerem controles, segregação, descaracterização e destruição onerosos.
- Identificação, segregação dos produtos perigosos e armazenamento adequado, verificando a sua incompatibilidade;
- Controle do uso (consumo na produção) e validade dos produtos;
- Condições de segurança durante a estocagem e manipulação;
- Registro de perdas (evaporação, vazamentos, acidentes, etc) e suas causas;
- Elaboração de um plano de ação no caso de acidentes, vazamentos, contaminação, etc.
- Condições adequadas das unidades ou instalações de armazenamento (por ex.: instalação de diques de contenção em locais onde haja grande quantidade de produtos químicos perigosos estocados; para conter pequenos derramamentos ou vazamentos, deve-se utilizar canaletas que encaminhem as descargas acidentais para a estação de tratamento de efluentes).

c) Manutenção preventiva

Consiste no estabelecimento de um programa de manutenção periódica nas áreas produtivas e de armazenamento, com o intuito de se antecipar aos problemas, de modo a evitar incidentes que

venham a ocasionar, por exemplo: a interrupção na produção, perda de material, contaminação devido a vazamento, etc.

d) Melhoria nas práticas operacionais

Consiste na padronização dos parâmetros operacionais (temperatura, vazão, volume, tempo, etc) e dos procedimentos para execução de uma tarefa, aliados a uma sistemática que garanta a efetividade na execução das operações industriais.

e) Mudança de processo / tecnologia

É a substituição de um processo / tecnologia por outra menos poluidora, ou seja, adoção de tecnologia limpa ou ecologicamente mais adequada (TEMA). Implica em investimentos no desenvolvimento de melhorias tecnológicas, simplificação de processos, conversão de resíduos em matérias-primas, substituição de solventes. Estas mudanças requerem suporte de especialistas, testes em escala de laboratório e piloto, estando ainda sujeitas, especialmente na indústria farmacêutica e farmoquímica, à validação da mudança ou do novo processo, mediante critérios de aceitação da mudança previamente estabelecidos nas normas GMP¹⁷, inclusive estudos de estabilidade. Na indústria farmoquímica, é importante que seus clientes (indústrias farmacêuticas que utilizam produtos farmoquímicos como insumo) sejam comunicados sobre mudanças relevantes para que também avaliem os impactos potenciais das mudanças sobre seus processos e produtos.

f) Reuso

É qualquer prática ou técnica que permita a reutilização de um resíduo, sem que este seja submetido a um tratamento prévio. As rígidas especificações e normas de garantia da qualidade envolvidas na produção de medicamentos, e a observância aos requisitos das normas de GMP limitam a aplicação dessa prática no setor farmacêutico.

g) Reformulação ou replanejamento dos produtos

Refere-se à reformulação das características do produto final, visando a obtenção de um produto menos tóxico ou menos danoso ao meio ambiente durante o seu uso, descarte ou disposição final. Na indústria farmacêutica, a reformulação do produto medicinal é muito difícil devido à bateria de testes requerida para garantir que o produto da reformulação tenha o mesmo efeito terapêutico, estabilidade e perfil de pureza da formulação original. Além disso, um tempo considerável é

¹⁷ GMP: *Good Manufacturing Practices* – Boas Práticas de Fabricação – Normas instituídas na legislação federal brasileira mediante a Resolução ANVISA/RDC nº 134, de 13.07.2001, que determina a todos os estabelecimentos fabricantes de medicamentos, o cumprimento das diretrizes estabelecidas no Regulamento Técnico das Boas Práticas de Fabricação de Medicamentos – BPF, cuja definição encontra-se no cap.8 - Glossário.

necessário para se obter a aprovação do registro da nova formulação junto ao órgão competente do Ministério da Saúde - ANVISA. Outras preocupações adicionais recaem sobre o efeito da nova formulação sobre as propriedades estéticas e organolépticas do novo produto, pois mudanças de características tais como sabor, cor e forma de apresentação podem resultar em rejeição do produto pelo consumidor.

Devido a estas dificuldades encontradas na fase de produção, os preceitos de P2 aplicáveis à formulação devem ser introduzidos na fase de projeto, pesquisa e desenvolvimento. Uma cuidadosa avaliação de todos os materiais que podem ser utilizados na formulação, com vistas à redução da toxicidade e do impacto de seus resíduos sobre o meio ambiente deve ser parte integrante das atividades de P&D.

h) Reciclagem interna ao processo

Qualquer técnica ou tecnologia que permite a reutilização de um resíduo, como matéria-prima ou insumo em um processo industrial, após o mesmo ter sido submetido a um tratamento que esteja incorporado ao processo. Na indústria farmoquímica, o exemplo mais freqüente é a reciclagem de solventes após destilação ou retificação em colunas de fracionamento. Outro exemplo de aplicação deste tipo de oportunidade de P2 na indústria farmoquímica é apresentada ao final do capítulo 4 – Casos de Sucesso. A implementação deste tipo de mudança implica maior custo e complexidade pois depende de prévia experimentação protocolada e de validação documentada.

i) Substituição de matéria-prima / materiais auxiliares e secundários

Esta técnica visa a substituir uma substância tóxica utilizada como matéria-prima em um processo industrial, por outra menos tóxica e que produza os mesmos efeitos desejados no produto final, sem prejuízo da sua qualidade. Exemplo típico desta alternativa de P2 encontrado na indústria farmacêutica é a substituição do solvente clorado - cloreto de metileno - classicamente utilizado em processos de revestimento de comprimidos, por tecnologias de revestimento base aquosa. Outro exemplo, no setor farmacêutico, consiste em modificar ou substituir embalagens de PVC por materiais ambientalmente mais adequados, sujeitando-se tais mudanças à validação e estudos de estabilidade mencionados no **item (e)**. Substituições de materiais e insumos relacionados à formulação propriamente dita estão consideradas no **item (g)** acima.

j) Substituição ou alteração nos equipamentos / melhorias operacionais do processo

Consiste em substituir um equipamento por outro menos poluidor, mais eficiente, mais econômico, ou ainda, realizar alguma alteração nesse equipamento que possa vir a conferir as melhorias desejadas. É importante que a empresa se atualize continuamente sobre as

oportunidades de melhorias em P2 e R2 que podem ser conseguidas através dos avanços e progressos em tecnologia farmacêutica publicados em revistas especializadas, congressos, conferências e feiras de exposição de equipamentos.

Modernização dos equipamentos, modificações nas instalações e melhorias operacionais podem refletir-se em melhor rendimento do processo. Na maioria dos casos, rendimentos mais altos equivalem a menores índices de perdas e desperdícios. Dentre as causas de formação de produtos secundários na indústria farmoquímica (especialmente em extrações, sínteses orgânicas e fermentações) citam-se: taxa de alimentação inadequada, homogeneização deficiente e descontrole de temperatura. Controlando-se melhor os parâmetros de processo, a eficiência do reator melhora, reduzindo-se a formação de produtos secundários. A automatização em transporte e transferência de materiais pode reduzir as perdas por derramamentos e as adições em excesso. O adequado dimensionamento dos sistemas de agitação favorece o contato íntimo dos reagentes, previne reações localizadas indesejáveis, além de evitar sedimentações e incrustações que reduzem a eficiência do reator e aumentam a geração de resíduos.

Outra possível modificação de processo, na indústria farmacêutica e farmoquímica, consiste em alterar ou redimensionar os sistemas de transferência de modo a minimizar as perdas físicas de materiais. Exemplos: o recurso da pressurização para promover transferências pode ser substituído por bombeamento, eliminando o risco de perdas associadas a vasos e linhas sob pressão. Outra oportunidade de R2 consiste em redimensionar tanques, reatores e linhas, e configurá-los em layout mais adequado, melhorando-se desta forma as drenagens. As tubulações devem ser curtas e com poucas curvas. Quanto menor o curso das tubulações de processo, e quanto menor o número de curvas, menor a quantidade de líquido retido e, portanto, menor o volume de água necessário para a descontaminação das linhas. Isto é especialmente importante para produtos viscosos como xaropes, cremes e pomadas. Existem dispositivos mecânicos móveis que são utilizados no interior das linhas de enchimento. São corpos de materiais construtivos inertes ao fluido de processo, com dimensões tais que, ao mover-se na direção do fluxo, permitem expulsar quantitativamente líquidos viscosos ou pastosos, propiciando menores perdas, maiores rendimentos de processo e grande economia de água de lavagem. Esta medida oferece duplo benefício: de um lado reduz o custo direto do produto em função do aumento de rendimento; de outro lado, possibilita poupar água nas lavagens, reduzindo diretamente a carga poluidora na fonte, minimizando custos associados à demanda de água e ao tratamento de efluentes hídricos, posteriormente.

I) Planejamento da produção

Um bom planejamento de produção deve assegurar que matérias-primas sejam utilizadas antes de ter seu prazo de validade vencido, e que as operações de reciclagem em processo (solventes, águas-mães, segundos e terceiros cristais) ocorram eficientemente em sua plenitude.

Em alguns tipos de indústrias, como por exemplo corantes, ou produtos farmoquímicos com diferentes graus de enriquecimento ou pureza¹⁸, ou substâncias de diferentes concentrações de mercado, a estratégia de redução dos volumes de lavagem passa pelo planejamento de produção, mediante o qual iniciam-se as campanhas de produção indo-se do mais diluído para o mais concentrado, ou do mais puro para as qualidades de menor pureza, ou ainda das cores mais tênues para as cores mais intensas. Em todos estes planejamentos, a estratégia é propiciar as condições tecnicamente adequadas para reduzir a frequência das lavagens, e conseqüentemente a demanda de água de lavagem, desde que respeitados os critérios de GMP concernentes à validação de limpeza.

m) Racionalização do uso de água nas operações da indústria

Por tratar-se de recurso a cada dia mais escasso e valioso, os esforços por sua utilização racional são de grande benefício ecológico e econômico, não somente na indústria farmacêutica, mas em todos os segmentos industriais, visto tratar-se de um solvente universal. O controle da água na indústria começa pelo "combate ao desperdício". Além das diversas oportunidades de P2 e R2 já discutidas anteriormente em outros tópicos, algumas medidas simples e básicas podem auxiliar a reduzir o desperdício de água, tais como:

- colocar hidrômetros, em todos os setores, com ficha de consumo;
- substituir equipamentos convencionais para lavagem de pisos e equipamentos por equipamentos de alta pressão, com menor vazão de água, porém mais eficientes.
- usar visores luminosos indicando válvulas abertas;
- pesquisar sobre perdas de água nas canalizações subterrâneas e aéreas;
- providenciar totalização automática do tempo de processo e dos insumos gastos (água, vapor, produtos químicos, etc.) pois a automação é fundamental para a redução de vazões e cargas poluidoras.

¹⁸ Uma oportunidade de P2 pode resultar de renegociação com o(s) cliente(s) sobre a viabilidade técnica de adotarem uma especificação intermediária tal que, sem prejuízo da utilização farmoquímica do material, implique em menos etapas de purificação/enriquecimento, quase sempre associadas a perdas e impactos ambientais.

A seguir são apresentados exemplos concretos de oportunidades de redução dos volumes em operações de lavagem/limpeza¹⁹ e em sistemas de resfriamento:

- Antes de se utilizar água nessas operações de lavagem, convém avaliar a pertinência de se fazer uma limpeza prévia a seco, por meios mecânicos tais como varrição ou através de sistemas de aspiradores a vácuo. Esta modalidade de pré-limpeza permite reduzir significativamente o volume de água necessário para completar o serviço, como também diminui a carga de poluição, pois a carga pesada é retirada na limpeza a seco.
- Via de regra a solubilidade aumenta com a temperatura. Deve-se portanto avaliar a aplicabilidade de lavagem a quente. A elevação da temperatura pode também ser útil para reduzir a viscosidade e a densidade de líquidos que desta forma escoam com mais facilidade, podendo ainda reduzir perdas de matérias-primas e produtos, e elevar rendimentos. Aumenta-se assim a eficiência da lavagem, minimizando significativamente o consumo de água.
- Lavagem/limpeza química. Substâncias pouco solúveis em água ou com tendência a incrustações podem ter a solubilidade aumentada através de reações ácido-base ou formação de complexos solúveis, ou ainda surfactantes, que desta forma permitem a remoção de sujidades com volumes drasticamente menores. Neste caso os contaminantes são mais concentrados no efluente.
- Lavagem com água sob pressão. Bicos de água sob pressão de ar comprimido aumentam bastante a eficiência das lavagens, proporcionando uma redução importante no volume de água de lavagem, implicando porém em aumento da carga/concentração do poluente no efluente. Exemplo são as máquinas portáteis de limpeza com jato de alta pressão.
- Válvula de controle no próprio bico de água: permite aos operadores responsáveis pela lavagem, utilizar a água estritamente necessária, pois ao deixar de lado a mangueira e o bico, a passagem de água é interrompida independentemente da vontade do operador. O bico deve ser protegido contra quebras por queda.
- Água de resfriamento em circuito fechado: apesar de ser bastante difundido o emprego de torres de refrigeração para fechamento do circuito das águas de resfriamento que servem aos

¹⁹ Na indústria farmacêutica, o imperativo das Normas GMP implica que a implementação de quaisquer alterações nos processos de lavagem/limpeza esteja sujeita à prévia aprovação, com base em critérios de aceitação da mudança estabelecidos em protocolos de validação.

trocadores de calor industriais, é muito freqüente encontrar bombas de transferência e bombas de vácuo refrigeradas à água em circuitos abertos, onde mesmo tratando-se de vazões muito menores, as operações, por serem contínuas ou em longos períodos de funcionamento ininterrupto, resultam em grandes desperdícios de água. Isto ocorre com freqüência em laboratórios de pesquisa, desenvolvimento e de controle de qualidade.

- Reuso do efluente: o reuso de efluentes industriais tratados representa um mercado potencial para a água recuperada. A água recuperada é ideal para uso industrial não potável, tais como: para resfriamento, para caldeiras, lavagem de pisos e rega de jardins.

n) Segregação de resíduos

Esta técnica visa à separação dos diferentes fluxos de resíduos gerados no processo produtivo, de modo a evitar que resíduos tóxicos contaminem aqueles não tóxicos, reduzindo o volume de resíduos tóxicos e, conseqüentemente, reduzindo os custos associados ao seu tratamento e disposição.

o) Treinamento

Consiste no estabelecimento de um programa permanente de capacitação profissional e reciclagem que inclua cursos técnicos e de desenvolvimento pessoal para os funcionários, objetivando melhorias no desempenho de suas tarefas, com consciência ambiental, responsabilidade e segurança. É muito importante que cada funcionário reconheça e saiba como prevenir o(s) potencial(is) impacto(s) ambiental(is) de sua atividade, e as implicações positivas de sua atitude preventiva sobre a saúde, o meio ambiente interno e externo, os resultados econômicos e a imagem da organização.

5.3.14 Avaliação dos resultados

Esta etapa tem como objetivo verificar os benefícios e ganhos, do ponto de vista ambiental e econômico, advindos da implantação do programa de P2, assim como avaliar os problemas e barreiras encontrados durante a sua implementação. Recomenda-se que a avaliação do programa de P2 seja realizada periodicamente, a fim de solucionar possíveis problemas e evitar o surgimento das mesmas falhas.

A avaliação dos resultados é realizada a partir da comparação dos indicadores de desempenho adotados no **Item 5.3.8**, que foram medidos antes e após a implantação das medidas de P2 e R2. De posse destes dados, será possível quantificar os ganhos decorrentes da implementação do programa de P2, como por exemplo:

- redução dos problemas ambientais;
- economia advinda da redução do consumo de água e/ou energia;
- redução dos custos relativos ao tratamento e disposição de resíduos;
- rendimentos obtidos em projetos de reciclagem;
- redução da demanda de matérias-primas e, conseqüentemente, dos custos de produção;
- aumento da produtividade, dentre outros.

Além dos ganhos quantificáveis, existem outros benefícios indiretos que deverão ser avaliados e registrados pela equipe de P2, tais como: a melhoria do relacionamento com a vizinhança local e com o órgão ambiental, o aumento da conscientização ambiental dos funcionários, etc.

5.3.15 Manutenção do programa

A chave para a manutenção de um programa de P2, que permitirá a sua sustentabilidade dentro da empresa, é a conscientização e a participação dos funcionários, em todos os níveis, incluindo a direção da empresa. O aprimoramento contínuo permitirá que a empresa se mantenha sempre atualizada com as inovações tecnológicas e as alterações da legislação ambiental, além de promover a melhoria da eficiência nos seus processos produtivos e assegurar o envolvimento de todo o corpo funcional e das partes interessadas no programa de P2.

De acordo com a **Figura 27**, ao concluir um projeto com sucesso, o programa deverá ser reiniciado através do estabelecimento de novos objetivos e metas. Esta fase implicará na identificação de novas oportunidades de P2 e R2, e também na melhoria dos projetos em andamento.

Na eventualidade do programa não alcançar os resultados esperados, a equipe de P2 deverá reavaliar todas as etapas que fazem parte do programa, identificar as causas do insucesso, propor medidas corretivas e reiniciar o programa.

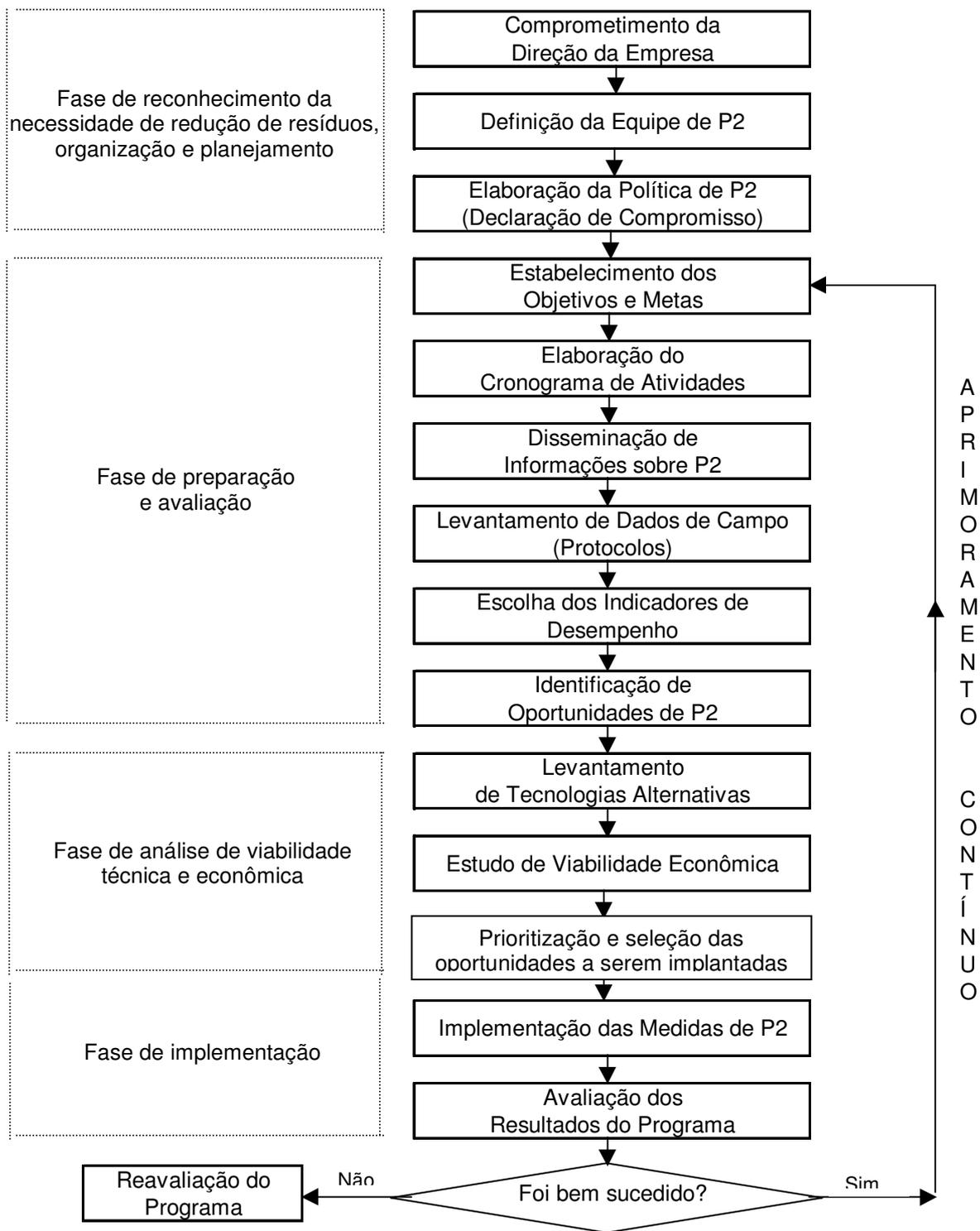


Figura 27 – Fluxograma de Implementação de um Programa de Prevenção à Poluição

5.4 Formulários de Avaliação de Oportunidades P2 e R2 na Ind. Farmacêutica

Estes formulários inspirados nas metodologias estudadas no **Item 3.3** têm por fim auxiliar a indústria farmacêutica interessada em implantar um programa de P2, na avaliação sistemática dos processos e operações geradoras de resíduos, e na identificação das oportunidades de R2. Cada formulário contempla itens e quesitos do conjunto de atributos do programa de P2 apresentado no **Item 5.3**, sob a forma de questões objetivas diretamente relacionadas a processos, operações e procedimentos característicos da indústria farmacêutica, já descritos anteriormente, cujo potencial impacto ao meio ambiente seja passível de redução.

Não foi objeto e escopo deste trabalho a validação desta ferramenta prática, nem torná-la exaustiva. Sua utilização prática ensejará os ajustes, aperfeiçoamentos e adaptações à unidade industrial em estudo. Estes questionários compreendem apenas a fase de avaliação e identificação das oportunidades. O programa completo deve incluir aspectos de planejamento e organizacionais, o levantamento e consolidação de dados e informações antecedentes, balanços materiais, estudos de viabilidade técnica e econômica, dispositivos legais aplicáveis, estudo de alternativas e das melhores práticas internacionais (benchmark), priorização e implementação das medidas de prevenção e redução (USEPA, 1991).

Todos os formulários encontram-se no **Anexo 6**, numerados de A-6.1 a A-6.14

5.5 Protocolo de Redução de Resíduos de Laboratórios de P&D e CQ

Esta proposta apresentada no **Anexo 7** foi inspirada em *Guide for Teachers* (Battelle,1996) para laboratórios de ensino, e desenvolvida a partir da experiência profissional do autor no gerenciamento de laboratórios de pesquisa química, fitoquímica, desenvolvimento analítico e controle de qualidade. Visa a auxiliar na minimização de resíduos e prevenção da poluição potencialmente gerada em laboratórios de pesquisa e desenvolvimento, e controle de qualidade. O checklist não é exaustivo, antes um ponto de partida para os esforços nesta direção, a ser aperfeiçoado ao longo de sua aplicação. Nas colunas “S”, “N” e “N/A”, assinalar se o quesito é atendido (sim ou não), ou não aplicável.

6. CONCLUSÕES

O ritmo lento da Humanidade em relação à proposta de um novo estilo de desenvolvimento traduzido pelo desenvolvimento sustentável e expresso na Agenda 21, e, em particular, o cenário ambiental brasileiro aqui apresentado, quanto à prevenção da poluição e redução de resíduos, condições *sine qua non* para o atingimento daquele objetivo, evidenciam que, apesar de importantes, as questões ambientais ainda estão na fase do discurso público das lideranças políticas e econômicas, mas fora dos critérios que estabelecem a pauta de prioridades para a tomada de decisões, salvo honrosas e destacadas exceções, que, no entanto, são insuficientes para refletir um resultado conjunto mais expressivo.

Este quadro tende a se modificar na medida em que se reconhece que os critérios de sustentabilidade ambiental convergem com os critérios de sustentabilidade empresarial e competitividade, e o empresariado passe a encarar a componente ambiental não mais como um entrave ao processo produtivo, mas sob a ótica da concreta oportunidade de agregar valor ao negócio, ao optar por processos de gestão eco-eficientes, adotando estratégias preventivas, tecnologias e procedimentos de produção ecologicamente mais adequados e minimizando ou eliminando na fonte a geração de resíduos e de passivos potenciais.

Fazemos novamente referência à citação de McBee (1998), em epígrafe, que traduz muito bem a essência desta convergência de critérios:

“Prevenção da poluição é bom negócio, e uma questão de bom senso. Como?”

- *A redução de resíduos se paga.*
- *Reduz sua carga regulatória.*
- *É sua responsabilidade.*
- *É a lei.*
- *É a coisa certa a fazer.*
- *É o nosso futuro”*²⁰

São expressivos os exemplos bem sucedidos de implementação de uma gestão empresarial ancorada em estratégias ambientais preventivas e é inegável que numerosos preceitos

²⁰ Tradução livre, do autor.

ambientais – antes circunscritos ao vocabulário acadêmico – ganharam definições no âmbito da legislação e na linguagem de mercado.

Em verdade, embora protestem os autores amantes do lirismo ecológico, que defendem o ambientalismo pautado nos preceitos utópicos da ecologia profunda, a questão ambiental tornou-se uma importante variável de mercado e uma poderosa dimensão da globalização. Como escreveu Viola (1996) “a dimensão ecológico-ambiental constitui o mais poderoso dos processos de globalização, com repercussões extraordinárias sobre a atividade científica e sobre os conceitos básicos que utilizamos para conhecer a realidade social”. De fato, temos sido protagonistas da realidade incontestável de que, na prática, nada menos que o esforço de toda comunidade internacional tem sido necessário para, através de acordos multi-laterais, conseguir-se a reorientação da sociedade em direção a uma melhoria sustentável da qualidade de vida de nosso planeta. A Convenção de Viena e o Protocolo de Montreal – Acordo Internacional para a Proteção da Camada de Ozônio – é definitivamente o melhor exemplo de sucesso na construção de regimes internacionais setoriais para a proteção do ambiente global.

Verificamos que, ao incluir a variável ambiental em suas estratégias de sustentabilidade empresarial, o setor industrial brasileiro mobiliza-se com notável capacidade de resposta às demandas ambientais, a exemplo das 55 indústrias integrantes do PDBG, no Rio de Janeiro, das 1540 indústrias que participam do Projeto Tietê no Estado de São Paulo, das 150 indústrias químicas signatárias do Atuação Responsável, de 330 empresas certificadas pela ISO 14001 até dez/2000 e de algumas dezenas de empresas que já iniciaram a colher os frutos ao alcance das mãos em suas iniciativas de Produção mais Limpa. Contudo, mesmo este conjunto de empresas, apesar dos significativos avanços obtidos em seu desempenho ambiental, ainda podem apresentar profícuas oportunidades de melhorias quando avaliadas sob as perspectivas de P2 e R2, programas que, conforme amplamente demonstrado, reúnem um potencial de redução de custos e desperdícios ainda muito pouco explorado.

A indústria farmacêutica, atividade classificada pela FEEMA no nível de baixo potencial poluidor quando dedicada à fabricação de produtos doseados (FEEMA, 1989), mas enquadrada pelo IBAMA no índice alto de potencial poluidor e grau de utilização dos recursos naturais (BRASIL, 2000), foi eleita para o estudo de caso por sua importância econômica e social no município do Rio de Janeiro, onde possui um parque industrial consolidado, especialmente no bairro de Jacarepaguá, zona Oeste da Cidade, intensamente

povoado nos últimos 20 anos, que se afirmou como pólo industrial farmacêutico, onde entranharam-se áreas de uso industrial, comercial e residencial, tornando-se imperativa uma interação harmoniosa, e onde o autor construiu sua experiência profissional, testemunhando na prática o expressivo potencial de retorno dos investimentos realizados em prol da melhoria da qualidade ambiental, sobretudo nas iniciativas de P2 e R2.

Outro aspecto relevante é a conjuntura econômica pela qual atravessa o setor farmacêutico no país, onde os indicadores são negativos desde 1997, com retração das vendas brutas, de US\$ 10,35 bilhões em 1997 para US\$ 7,48 bilhões em 2000. As vendas em número de unidades também apresentaram crescimento negativo de 1,82 bilhões em 1996 para 1,47 bilhões em 2000 (ABIFARMA, 2002). Embora os dados de 2001 e 2002 ainda não estejam disponíveis no site da ABIFARMA, tivemos acesso, mediante consulta formal à FEBRAFARMA, aos indicadores mais recentes, apontando que a tendência de queda do faturamento do setor continua, tendo alcançado US\$ 5,84 bilhões no balanço acumulado de 12 meses até maio de 2002²¹. Configura-se, portanto, um cenário que demanda fortemente a implementação de medidas que possibilitem aumentar a eficiência, reduzindo-se custos e desperdícios, e assegurando-se a sustentabilidade dos negócios, com que muito podem contribuir as oportunidades de P2, R2 e P+L, conforme amplamente demonstrado.

A metodologia proposta para implementação de um programa de prevenção da poluição e redução de resíduos na indústria farmacêutica utiliza a estrutura básica comum aos programas gerais de P2 já consagrados (USEPA, 1992a e CETESB, 2000), acrescidos de recomendações aplicáveis aos processos e operações da indústria farmacêutica/farмоquímica, além de formulários de avaliação que possam auxiliar a sistematizar o levantamento de dados e a identificação de oportunidades de P2 e R2 no setor. Foram também incluídas sugestões e recomendações baseadas na experiência do autor na indústria farmoquímica, em laboratórios de pesquisa química, fitoquímica e desenvolvimento analítico, sem o propósito de exaurir o assunto, mas disponibilizar, a todos quantos estejam empenhados em implantar tais programas, voluntariamente ou não, um ponto de partida sob a forma de ferramenta prática e simples, ainda sujeita à validação, mas solidamente fundamentada nas melhores práticas internacionais de P2 e R2.

²¹ Para mais detalhes, ver anexo 5 (indicadores da indústria farmacêutica).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABETRE. Associação Brasileira de Empresas de Tratamento, Recuperação e Disposição de Resíduos Especiais. Sala de Imprensa: Mercado de resíduo industrial deve movimentar R\$ 1 bilhão. São Paulo, 17.abr.2002. Disponível em <www.abetre.com.br>. Acesso em 04.07.2002

ABIFARMA. Associação Brasileira da Indústria Farmacêutica (substituída pela recém-criada FEBRAFARMA). **Mercado:** Indicadores da Indústria. Disponível em: www.abifarma.com.br. Acesso em 06.07.2002.

ABIQUIM. Associação Brasileira da Indústria Química. **Manual de Implantação do Atuação Responsável**, São Paulo: Associação Brasileira da Indústria Química e de Produtos Derivados – ABIQUIM, 1ª edição, 1992.

ABIQUIM. Associação Brasileira da Indústria Química. **Relatório de Atuação Responsável**, São Paulo: Associação Brasileira da Indústria Química – ABIQUIM, 2001, p.14. ISSN 1676-1782.

ABIQUIM. Associação Brasileira da Indústria Química. **Código de Proteção Ambiental. Guia de Implantação**. Série: Atuação Responsável, São Paulo: Associação Brasileira da Indústria Química – ABIQUIM, 1ª edição, 1995. 107p. ISBN 85-07-00044-4.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004:1987. **Resíduos Sólidos. Classificação**. Set. 1987.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14001:1996. **Sistemas de Gestão Ambiental – Especificação e diretrizes para uso**. Out. 1996.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14040:2001. **Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura**. Nov. 2001.

AGUIAR, R. A. R. **Direito do Meio Ambiente e Participação Popular**. Brasília: IBAMA, 2ª ed., 1996.

ALVES, F. O que está sendo feito com os resíduos industriais? **Revista Saneamento Ambiental**, nº 54, Nov-Dez. 1998, p.16-24.

ASEC. Associação do Engenheiros da CETESB. 2º Encontro Técnico Anual: Produção Mais Limpa e Prevenção à Poluição nas Universidades e Centros de Pesquisa. São Paulo. 2001.

ÁVILA Fº e SANTOS. **Rotinas Limpas nas Operações da Indústria**. Escola Politécnica, Departamento de Hidráulica e Saneamento, UFBA, 1998. Monografia disponível em <<http://www.teclim.ufba.br/curso/monografias/rotinas/index.htm>>. Acesso em 04.05.2002.

BATALHA, B.H.L. Gestão Ambiental na América Latina e Brasil. **Revista Gerenciamento Ambiental**, Ano 2, nº 8, 1999, p.15-24.

BATTELLE. *Battelle Seattle Research Center. Laboratory Waste Minimization and Pollution Prevention. A Guide for Teachers. Appendix A. Waste Minimization Checklist.* Mar. 1996. Disponível em: <<http://www.seattle.battelle.org/services/e&s/P2LabMan/index2.htm>>. Acesso em 13.01.2001.

BAILEY, J.E.; OLLIS, D.F. *Biochemical engineering fundamentals.* Mc Graw-Hill, New York. 1977.

BILLA, P.; SETZER, J. e MONTEIRO, A.L.C. **Revista Gerenciamento Ambiental**, ano 3, nº17, ed. BJ Moura, São Paulo, Dez. 2001, p.41-42.

BRAILE, V.V. **Publicação eletrônica** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida de <vbraile@globocom.com> por <elizeu@merck.com.br> em 23.05.2002.

BRASIL. O BNDES e o Meio Ambiente. Política e Diretrizes. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/empresa/ambiente/ambiente.asp>>. Acesso em 27. Maio. 2002a.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Diretoria de Pesquisas, Departamento de Contas Nacionais, **Contas Regionais do Brasil 1996-1999.** Disponível em <www.ibge.net/home/estatistica/economia/contasregionais/tabela2.shtm>. Acesso em 27 Maio. 2002b.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Indicadores Conjunturais. Contagem da População.** Disponível em <www.ibge.net/home/estatistica/populacao/contagem/rjcont96.shtm>. Acesso em 27.05.2002c.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado, 1988. Art. 225.

BRASIL. Classificação Nacional de Atividades Econômicas-Fiscal – CNAE-Fiscal. Comissão Nacional de Classificações – CONCLA. **Guia do Contribuinte.** Disponível em: <http://www.receita.fazenda.gov.br/GuiaContribuinte/CNAE_Fiscal.htm>. Acesso em 07.07.2002d.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria SVS nº 15, de 04.04.1995, determinando a todos estabelecimentos produtores de farmoquímicos, o cumprimento das diretrizes estabelecidas pelo “Guia de Boas Práticas de Fabricação para Indústrias Farmoquímicas”.

BRASIL. Lei 10.165, de 27.12.2000, Artigo 3º, acrescentando o anexo VIII à Lei 6.938.

CAVALCANTI, J.E.W.A. Aterros Industriais – A lição dos casos Mantovani e Cetrin. **Revista Química Industrial**, nº 81, abr.-maio.2002, p.26-28. São Paulo.

CETESB. Prevenção à Poluição. **Conceitos e Definições.** Desenvolvido pela CETESB, 1998. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/Ambiente/prevencao_poluicao/conceitos.htm>. Acesso em 25.05.2002.

CETESB. Prevenção à Poluição. Downloads. **Manuais Ambientais.** Manual de Implementação de um Programa de Prevenção à Poluição, arquivo editado em 07.11.2000. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/Ambiente/prevencao_poluicao/downloads.htm>. Acesso em 25.05.2002.

CHEHEBE, J.R.B. Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998. 104p.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Revista Indústria Brasileira**, ano 1 – nº 8, Jul. 2001.

CNTL. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. III Fórum Nacional de Tecnologias Limpas. Org.SENAI-RS/UNIDO/UNEP. Rio de Janeiro, Brasil. 26-27. Jun. 2002a.

CNTL. Centro Nacional de Tecnologias Limpas / SENAI. Sistema FIERGS. Disponível em: <http://www.rs.senai.br/cntl/sobrecntl/como_implantar.htm>. Consulta. Estudo de Casos 98/99. Riocell S/A. Acesso em 20. Jul. 2002b.

CONFERÊNCIA DAS AMÉRICAS PARA PRODUÇÃO MAIS LIMPA. CETESB, USEPA, UNEP e outras - São Paulo, Brasil, agosto/1998 - Mesa Redonda das Américas de P+L, Carta de São Paulo, 1998.

COSTA NETO, N.D.C.; BELLO F^o, N.B.; COSTA, F.D.C.; **Crimes e Infrações Administrativas Ambientais** – Comentários à Lei nº 9.605/98 de acordo com o Decreto nº 3.179, de 21.09.1999. Brasília. Ed. Brasília Jurídica, 2000, p.276.

COUTINHO, P.S.; Palestra: RIO ECOPÓLO. 1^o Fórum Meio Ambiente e Indústria: Novos Enfoques Jurídicos e Econômicos. Rio de Janeiro, 13-14. jun. 2002.

EC. *European Commission. Directorate-General JRC, Joint Research Centre. Institute for Prospective Technological Studies. Integrated Pollution Prevention and Control – IPPC. Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Large Organic Chemical Industry. Final Draft dated Oct. 2001. Seville. Espanha.*

EP-USP. Departamento de Engenharia de Produção & Fundação Vanzolini. **Prevenção de Resíduos na Fonte & Economia de Água e Energia – Manual de Avaliação na Fábrica.** São Paulo, Novembro de 1998, 231 p.

FAIRBANKS, M. **Revista Química e Derivados**, São Paulo, Ano XXXV, nº 381, abr. 2000.

FEEMA. Comissão Permanente de Normalização Técnica. **Manual de Classificação de Atividades Poluidoras.** MN/050-R.0. Rio de Janeiro. 325 pp. 01 set. 1989. p. 7, 8, 163, 164.

FERNANDEZ, DUARTE e SOBRAL. **Metodologia para Implementação de Sistema de Gerenciamento Ambiental com ênfase na utilização de tecnologias limpas.** Escola Politécnica, Departamento de Hidráulica e Saneamento, UFBA, 1998. Monografia disponível em <http://www.teclim.ufba.br/curso/monografias/metodologia/index.htm>. Acesso em 04.05.2002.

FERRÃO, P.C. A Questão da Sustentabilidade. In: **Introdução à Gestão Ambiental e Avaliação do Ciclo de Vida de Produtos.** Ed. IST Press, Lisboa, Portugal. p.15. 1998.

FINETTO, M. Balanço Ambiental. Gazeta Mercantil Interior de São Paulo, Caderno 1. 2000. Disponível em <<http://200.246.213.33/regionais/ip/balancoambiental/caderno1/pagina7.htm>>. Acesso em 15.02.2002.

FIRJAN. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. **Súmula Ambiental**, ano VI, nº 61, editado pela Gerência de Meio Ambiente do Sistema FIRJAN. Rio de Janeiro, fev. 2002.

FREITAS, E. Não se sabe qual é o tamanho do problema. **Revista Saneamento Ambiental**, ano XII, nº 82, nov. 2001, p.16-21.

FREITAS, E.; ALVES, F. **Revista Química Industrial**, nº 81, abr.-maio.2002, p.22. São Paulo.

FRONDIZI, I.M.R.L.; Palestra: Aspectos Econômicos do Passivo Ambiental. 1º Fórum Meio Ambiente e Indústria: Novos Enfoques Jurídicos e Econômicos. Rio de Janeiro, 14.06.2002.

FURTADO, C. **O Capitalismo Global**. 4ª ed., ed. Paz e Terra, 2000, p.65. São Paulo.

FURTADO, J.S. **Indicadores de sustentabilidade e eco-eficiência** (texto em progresso). Publicação eletrônica [mensagem pessoal]. Mensagem recebida de <jsfurtado@terra.com.br> por <elizeu@merck.com.br> em 02.04.2002

GALVÃO Fº, J.B. Autocontrole Ambiental. **Revista de Saneamento Ambiental**, ano VI, Jul.-Ago. 1996, nº 40, p.46-51.

GOULET, D. Desenvolvimento autêntico: fazendo-o sustentável. In: **Meio ambiente, desenvolvimento e políticas públicas**. Clóvis Cavalcanti (Org.). São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1997.

GREANPEACE. Disponível em <<http://www.greanpeace.com.br>>. Acesso em 29.06.2002.

ISO. *International Standardization for Organization*. ISO 14000. *The ISO Survey of ISO 9000 and ISO 14000 certificates – Tenth cycle, 2000*. 10º Ciclo de pesquisa ISO 9000 e ISO 14000. Disponível em: <<http://www.iso.ch/iso/en/iso9000-14000/pdf/survey10thcycle.pdf>>. Acesso em 02.07.2002.

LAYRARGUES, P.P. **A Cortina de Fumaça: o discurso empresarial verde e a ideologia da poluição**. Rio de Janeiro, EICOS/UFRJ. 1996. p.113. (tese de mestrado em Psicossociologia de Comunidades e Ecologia Social).

LAYRARGUES, P.P. **Sistemas de Gerenciamento Ambiental, tecnologia limpa e consumidor verde: a delicada relação empresa-meio ambiente no ecocapitalismo**. São Paulo, Revista de Administração de Empresas, v.40, n.2, p. 75-83, abr./jun. 2000.

MACHADO, C.J.S. Um quadro sinóptico do processo de formação do arcabouço jurídico-institucional ambiental brasileiro. In: **Revista Internacional de Estudos Políticos**, vol.3, nº 1. Jan.-abr. 2001.

MACHADO, P.A.L. Da Poluição e de Outros Crimes Ambientais na Lei 9.605/98. Conferência proferida no 1º Fórum Goiano de Direito Ambiental. Goiânia, Ministério Público do Estado de Goiás, 22 Set. 1998.

MAHLER, C. Lixo: o que fazer com ele? **Revista do CREA**, Rio de Janeiro, nº 33, p.10-13, Jan-Fev. 2001.

McBEE, B.R. *Pollution Prevention Assessment Manual. A Guide for Large Quantity Generators and TRI Reporters in Preparing a Source Reduction and Waste Minimization Plan*. Ed. Texas Resource Conservation Commission, Austin, TX, USA. Jul. 1998.

NEILL, J.M. *Beyond Interdependence - The Meshing of the World's Economy and Earth's Ecology – A relação entre a economia mundial e a ecologia da Terra*. Oxford University Press, NY, 1991.

NEIVA, A.; MOREIRA, M.; COZETTI, N.; MEIRELES, S.; NORONHA, S. e MINEIRO, P. **Revista de Ecologia e Desenvolvimento**, ano 11, nº 93, Junho 2001, ed. Terceiro Milênio, Rio de Janeiro, p.10-29.

NEOAMBIENTAL. Coordenação de Liliane Giannini. Base de dados desenvolvida por Soluziona Serviços Internet do grupo espanhol Union Fenosa. Disponível em: <<http://www.neo.com.br>>. Acesso em 24 abr. 2002.

NOVAES, W. Entraves à Sustentabilidade, cap.3, p.61, In: **Agenda 21 Brasileira, Bases para Discussão**. MMA/PNUD, Brasília, 2000.

PETTI, C.H. Agência Estado. São Paulo. Últimas Notícias. 13.05.1998. Disponível em <http://www11.agemado.com.br/redacao/integras98/mai/13/27.htm>.

PORTO, M.F.S.; MATTOS, U.A.O. Estratégias de Prevenção, Gerenciamento de Riscos e Mudança Tecnológica. In: **Patologia do Trabalho**, René Mendes (org). São Paulo. Atheneu. 2ª ed., revisada e ampliada. (no prelo).

PROTEÇÃO, Revista. Edição 92. Ano XII. Editora MPF Publicações Ltda. Novo Hamburgo-RS. Ago. 1999, p.34.

PORTO, M.F.S.; MATTOS, U.A.O. Tecnologia Ecologicamente Mais Adequada – TEMA: como uma estratégia preventiva a ser perseguida. Belo Horizonte: ed. Especial, 1994.

RABOBANK *International*, 1998. UNEP. *Global Environment Outlook. GEO-2000. Chapter One. Global Perspectives. Responses. Business and Industry*. Disponível em: <<http://www.unep.org/geo2000/english/0029.htm>>. Acesso em 13.07.2002.

REIS, R.L.G. A difícil volta aos bons tempos. **Revista Saneamento Ambiental**, nº 77, p.40-46, Jun. 2001.

RIBEIRO, M.A. **Ecologizar: pensando o ambiente humano**, Ed.Rona, Belo Horizonte, 2000, p.103.

RIO DE JANEIRO (Estado). CIBG – Centro de Informações da Baía de Guanabara. Panorama da Baía. Controle industrial na bacia da Baía de Guanabara. Rio de Janeiro, 19.09.2001. Disponível em <<http://www.cibg.rj.gov.br>>. Acesso em 07.06.2002.

RIO DE JANEIRO (Estado) Lei nº 2.011, de 10 de Julho de 1992. Dispõe sobre a obrigatoriedade da implementação de Programa de Redução de Resíduos²².

²² A íntegra deste texto legal encontra-se no Anexo 1.

ROSE, R. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e o Reflorestamento. Disponível em <<http://www.nossomeio.com.br/preservacao.htm>>. Acesso em 05.07.2002.

SANCHES, C.S. Evolução das Práticas Ambientais em Empresas Industriais: Um Modelo Genérico, IV Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 1997.

SANEAMENTO AMBIENTAL, Revista. Ano XIII, nº 84, Fev. 2002, p.8

SANTOS, E.S.; Palestra: Estudo de caso PmaisL no setor de celulose e papel. In: III Fórum Nacional de Tecnologias Limpas. Orgs: CNTL, Centro Nacional de Tecnologias Limpas, SENAI-RS/UNIDO/UNEP. Rio de Janeiro, Brasil. 27. Jun. 2002.

SÃO PAULO (Estado). Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE. **Anuário Estatístico do Estado de São Paulo. Meio Ambiente.** Tab.10. Acidentes ambientais ocorridos: 1994-1999. Disponível em <www.seade.gov.br>. Acesso em 27 Maio. 2002a.

SÃO PAULO (Estado). Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE. **Anuário Estatístico do Estado de São Paulo. Demografia.** Tab.1. População: 1998. Disponível em <<http://www.seade.gov.br>>. Acesso em 28 Maio. 2002b.

SCRIP. *World Pharmaceutical News*, nº 2750, p.21. *PJB Publications Ltd.* 29.05.2002. Também disponível em <www.pjbpubs.com/scrip> no espaço do assinante.

SILVA, E.R. & SCHRAMM, F.R.; A questão ecológica: entre a ciência e a ideologia/utopia de uma época. **Cad. Saúde Públ.**, Rio de Janeiro, 13(3):355-382, jul-set. 1997.

SILVEIRA, G.R. **Revista Saneamento Ambiental**, Ano VI, nº 40, p.30-35, Ago. 1996.

SOFFIATI, A. **Teses sobre o ecologismo.** *Leopoldianum*, 12(34):45-51. 1985.

UNIDO. *United Nations Industrial Development Organization. UNIDO Programme on Cleaner Industrial Production.* ID/WG.544/l. Out.1995. Viena, Áustria. p.9-10.

USEPA. *United States Environmental Protection Agency.* Decreto-Lei. *Pollution Prevention Act of 1990.*

USEPA. *United States Environmental Protection Agency.* **Guides to Pollution Prevention.** Washington, Out. 1991. 74p. EPA/625/7-91/017.

USEPA. *United States Environmental Protection Agency.* **Facility Pollution Prevention Guide.** Ohio, 1992a. 143p. EPA/600/R-92/088.

USEPA. *United States Environmental Protection Agency.* **A Practical Guide to Pollution Prevention Planning.** AIPP – American Institute for Pollution Prevention. Chicago, Illinois. EPA/742/B-92/100. 14-15. Out. 1992b.

USEPA. *United States Environmental Protection Agency.* **Federal Facility Pollution Prevention Planning Guide.** Office of Enforcement and Compliance Assurance. Washington, DC 20460. EPA 300-B-94-012. Nov. 1994.

USEPA. *United States Environmental Protection Agency. Federal Facility Pollution Prevention Project Analysis: A Primer for Applying Life Cycle and Total Cost Assessment Concepts.* Office of Enforcement and Compliance Assurance. Planning, Prevention and Compliance Division. Federal Facilities Enforcement Office. Washington, DC 20460. Jun. 1995.

USOMB. *United States Government Office of Management and Budget. Standard industrial classification manual.* 1987.

VALT, R.B.G.; KASKANTZIS, G. Análise do ciclo de vida de garrafas PET. In: **Revista Saneamento Ambiental.** Ano XIII, nº 87, Maio-Jun. 2002. p.32.

VARELLA, M. Entrevista de José Carlos Gomes Carvalho. **Revista Indústria Brasileira.** CNI. Ano 2, nº 13, Dez. 2001.

VEJA, Revista. Edição 1692, ano 34, nº 11, Ed. Abril. São Paulo. 21.03.2001, p.32

VILHENA, A.; POLITI, E. Reduzindo, Reutilizando, Reciclando: A Indústria Ecoeficiente. CEMPRE , SENAI. São Paulo. 2000, p.5-8)

VIOLA, E. A multidimensionalidade da globalização, as novas forças sociais transnacionais e seu impacto na política ambiental do Brasil, 1989-1995. In: FERREIRA & VIOLA (orgs.). **Incertezas da Sustentabilidade na Globalização.** Campinas: Editora da UNICAMP, 1996, p.15-65. ISBN 85-268-0387-5.

WBCSD - *World Business Council for Sustainable Development. Measuring eco-efficiency. A guide to reporting company performance.* 37 pp. 2000.

WORKSHOP GERENCIAL SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Pesquisa publicada pela empresa de consultoria Arthur D.Little. Maio 2001.

ZANOWIAK, P. *Pharmaceuticals.* In: **Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology,** vol.17, 3ª ed. 1982.

8. GLOSSÁRIO

Acidentes ambientais

São ocorrências que geram conseqüências danosas ao meio ambiente e/ou à saúde humana, a partir de eventos não controlados, naturais ou decorrentes de atividades do homem (CETESB).

Acidente maior

Designa todo evento inesperado, como uma emissão, um incêndio ou uma explosão de grande magnitude, no curso de uma atividade dentro de uma instalação exposta a riscos de acidentes maiores, envolvendo uma ou mais substâncias perigosas e que exponha os trabalhadores, a população ou o meio ambiente a perigo de conseqüências imediatas ou de médio e longo prazos (Decreto nº 4.085, de 15.01.2002, que promulga a Convenção nº 174 da OIT e a Recomendação nº 181 sobre a Prevenção de Acidentes Industriais Maiores).

Análise do Ciclo-de-Vida – ACV (*Life Cycle Assessment*) (do “berço à cova”)

É uma técnica de gestão empregada para avaliar aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto mediante: (1) a compilação de um inventário de entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto (balanço de massa e energia); (2) a avaliação dos impactos ambientais potenciais associados a essas entradas e saídas; (3) a interpretação dos resultados das fases de análise de inventário e de avaliação de impactos em relação aos objetivos dos estudos. A ACV estuda os aspectos ambientais e os impactos potenciais ao longo da vida de um produto (isto é, do “berço ao túmulo”), desde a aquisição da matéria-prima, passando por produção, uso e disposição. As categorias gerais de impactos ambientais que necessitam ser consideradas incluem o uso de recursos, a saúde humana e as conseqüências ecológicas (ABNT, 2001).

A ACV estuda a complexa interação entre o produto e o meio ambiente. Compreende as etapas que vão desde a retirada da natureza das matérias-primas elementares que entram no sistema produtivo, incluindo as operações industriais e de consumo, até a disposição final do produto quando se encerra sua vida útil. Com os dados obtidos pela ACV é possível determinar a quantidade de recursos necessários, o consumo de energia e os resíduos gerados no processo como um todo (Chehebe, 1998) (Valt & Kaskantzis, 2002).

Ambiente

Bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1998).

Atuação Responsável (do inglês *Responsible Care*)

É uma marca registrada da ABIQUIM, que corresponde a uma iniciativa da indústria química brasileira e mundial, destinada a demonstrar seu comprometimento voluntário na melhoria de seu desempenho em saúde, segurança e proteção ambiental. O programa é constituído de 6 (seis) códigos de práticas gerenciais: Segurança de Processo, Proteção Ambiental (originalmente chamado de **Prevenção de Poluição**), Saúde e Segurança do Trabalhador, Transporte e Distribuição, Preparação e Atendimento a Emergências e Gerenciamento do Produto (ABIQUIM, 1992).

Boas Práticas de Fabricação – BPF (*Good Manufacturing Practices – GMP*)

É a parte da Garantia da Qualidade que assegura que os produtos farmacêuticos são consistentemente produzidos e controlados, com padrões de qualidade apropriados para o uso pretendido e requerido pelo registro depositado no Ministério da Saúde. O cumprimento das BPF está dirigido primeiramente para a diminuição dos riscos inerentes a qualquer produção farmacêutica, os quais não podem ser detectados através da realização de ensaios nos produtos acabados. Os riscos são constituídos essencialmente por contaminação-cruzada, contaminação por partículas e troca ou mistura de produto. As BPF determinam, por exemplo, que etapas críticas dos processos de fabricação e quaisquer modificações significativas devem ser sistematicamente validadas (Resolução ANVISA - RDC nº 134, de 13.07.2001).

Desenvolvimento Sustentável

- É o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades”. (CMMAD, p. 89, 1987, apud Goulet, p. 72, 1997.).
- Exploração equilibrada dos recursos naturais, nos limites da satisfação das necessidades e do bem-estar da presente geração, assim como de sua conservação no interesse das gerações futuras (legislação brasileira, apud Furtado, 2002).

- Gestão pela qual a taxa de colheita, extração ou uso não exceda a taxa de renovação dos recursos por determinado período de tempo estabelecido (Furtado, 2002).
- Processo evolutivo de aperfeiçoamento da economia, do ambiente e da sociedade, para o benefício das gerações presentes e futuras (*Interag. Working Group Sustainable. Development. Indicators*, apud Furtado, 2002).
- Progresso da qualidade da vida humana, enquanto vivendo dentro da capacidade de sustentação dos ecossistemas (UNEP, WWF, IUCN, apud Furtado, 2002).

Eco-eficiência

O *World Business Council for Sustainable Development* – WBCSD²³ – reivindica a criação do conceito de eco-eficiência, em 1992, e patrocinou a elaboração de um guia para medição do desempenho da organização, no qual eco-eficiência representa a “entrega de bens e serviços em bases preço-competitivas, de maneira a satisfazer as necessidades humanas, trazer a qualidade de vida e, ao mesmo tempo, reduzir, progressivamente, os impactos ecológicos e a intensidade de uso de recursos, através do ciclo-de-vida, pelo menos no nível estimado da capacidade de sustentação (*carrying*) da Terra”. (Furtado, 2002)

Segundo esse guia, a ecoeficiência resulta da equação Valor de produto ou serviço (numerador), dividido pela Influência ambiental (denominador), traduzindo a proposta de fazer ou produzir mais, com menos uso de recursos ambientais a partir de processos economicamente mais eficientes (WBCSD, 2000).

Ecologia profunda (*deep ecology*):

Proposta do filósofo norueguês Arne Naess, em 1973, como uma resposta à visão dominante sobre o uso dos recursos naturais. Baseia-se na idéia central de que a natureza, cuja evolução é eterna, possui valor em si mesma, independentemente da utilidade econômica que tem para o ser humano que vive nela. Expressa a percepção de que o homem é parte inseparável, física, psicológica e espiritualmente, do ambiente em que vive (Naess, 1973 apud Silva & Schramm, 1997).

Projeto revolucionário que se aproxima da racionalidade ecológica, através da negação absoluta do projeto civilizatório atual, colocando a biosfera antes e acima do ser humano.

²³ Organização não governamental – sediada em Genebra – e formada pela coligação (coalition) internacional de empresas de vários países, em grande parte corporações transnacionais.

Trata-se de compartilhar a centralidade entre todos os seres vivos, tal qual o neo-humanismo ecológico postula, onde o ser humano não seria mais o senhor e possuidor dos outros seres vivos, e sim seu tutor (Layrargues, 1996). Mais do que sustar o uso da energia nuclear, corrigir as áreas desmatadas, ou purificar cursos d'água, trata-se, na ecologia profunda, de substituir os valores da sociedade industrializada de consumo por outros que sejam adequados à ética ecológica. “Como a natureza jamais alcançará a maioria, a tutela do homem deverá permanecer até que a humanidade alcance, ela sim, a maioria, e passe a conviver harmonicamente com os distintos ecossistemas” (Soffiati, 1985; p.51).

Ecologia superficial (*shallow environmentalism*):

Projeto reformista que se aproxima da racionalidade econômica, onde a ecologia está voltada mais para um controle eficiente do meio ambiente, visando a organizar o sistema, defendendo a natureza enquanto isto implique em resguardar a sobrevivência humana (Layrargues, 1996).

Ecopólo

Qualquer associação de empresas que assumem compromissos com o Desenvolvimento Sustentável, combinando ganhos ambientais, econômicos e sociais, maximizados pela sinergia entre elas (Coutinho, 2002).

Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

Do inglês, *Clean Development Mechanism – CDM*, foi proposto na Conferência de Kyoto em 1997, por iniciativa da delegação brasileira presente à Conferência. Este mecanismo prevê que, através de projetos de redução ou fixação de carbono, sejam emitidos certificados de redução de emissão que serão transformados em bônus ou títulos negociáveis. Prevê-se que estes bônus possam ser negociados entre as empresas localizadas em países com altos níveis de emissão de CO₂ e empresas de países com baixos níveis de emissão. Assim, empresas localizadas na Europa, EUA e Japão poderão adquirir bônus de redução de emissão, resultantes de projetos que comprovadamente fixem carbono, localizados no Brasil (Rose, 2002).

Minimização de Resíduos

Inclui qualquer prática ambientalmente segura de redução na fonte, reuso, reciclagem e recuperação de materiais e/ou do conteúdo energético dos resíduos, visando a reduzir a quantidade ou volume dos resíduos a serem tratados e adequadamente dispostos (CETESB, 1998).

Multi-meio

Termo derivado do inglês “*multi-media*” que compreende a abordagem simultânea dos meios: água, ar e solo (USEPA, 1990).

Poluidor-pagador

Princípio pelo qual quem polui deve pagar pelo custo que gerou com a sua poluição. Aplicado para imputar custos, atribui ao poluidor a responsabilidade pelas despesas, para que o ambiente permaneça em condições adequadas. O princípio poluidor-pagador postula que o responsável original pelo prejuízo ambiental deve arcar com a compensação por tal dano. Tanto os fabricantes de um produto como seus usuários podem originar danos, e esse princípio de distribuição de custos aplica-se a tais atores (Ribeiro, 2000).

Mediante o princípio poluidor-pagador, estatuído no 16º Princípio da Declaração do Rio de Janeiro firmada em 1992, “as autoridades nacionais devem esforçar-se para promover a internalização dos custos de proteção do meio ambiente e o uso dos instrumentos econômicos, levando-se em conta o conceito de que o poluidor deve, em princípio, assumir o custo da poluição, tendo em vista o interesse público, sem desvirtuar o comércio e os investimentos internacionais”.

Prevenção à Poluição (P2) ou Redução na Fonte

Refere-se a qualquer prática, processo, técnica ou tecnologia que vise à redução ou eliminação em volume, concentração e/ou toxicidade dos resíduos na fonte geradora. Inclui modificações nos equipamentos, reformulação ou replanejamento de produtos, substituição de matéria-prima e melhorias nos gerenciamentos administrativos e técnicos da entidade/empresa, resultando em aumento de eficiência no uso dos insumos (matérias-primas, energia, água, etc.). As práticas de reciclagem fora do processo, tratamento e disposição dos resíduos gerados não são consideradas atividades de Prevenção à Poluição, uma vez que não implicam na redução da quantidade de resíduos e/ou poluentes na fonte geradora, mas atuam de forma corretiva sobre os efeitos e as conseqüências oriundas do resíduo gerado (USEPA, 1990).

Princípio precautório (ou Princípio da Precaução)

É o 15º princípio da Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento (Ferrão, 1998a) mediante o qual “as nações, de acordo com as suas capacidades, devem aplicar de forma ampla, medidas de precaução a fim de proteger o ambiente. Onde existam ameaças de riscos

graves ou irreversíveis não será utilizada a falta de certeza científica total como razão para o adiamento de medidas eficazes em termos de custos para prevenir a degradação ambiental”.

Produção Mais Limpa (P+L)

É a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a eco-eficiência e reduzir os riscos ao homem e ao meio ambiente. Produção mais limpa requer mudanças de atitude, garantia de gerenciamento ambiental responsável, criação de políticas nacionais direcionadas e avaliação de alternativas tecnológicas (Conferência das Américas para Produção mais Limpa, 1998). P+L aplica-se a:

- processos produtivos: conservação de matérias-primas e energia, eliminação de matérias-primas tóxicas e redução da quantidade e toxicidade dos resíduos e emissões;
- produtos: redução dos impactos negativos ao longo do ciclo de vida de um produto, desde a extração de matérias-primas até a sua disposição final;
- serviços: incorporação das preocupações ambientais no planejamento e entrega dos serviços.

A implantação de um Programa de Produção mais Limpa em um processo produtivo obedece à sequência de etapas a seguir (CNTL, 2002b):

- Pré-avaliação
- Estabelecimento de um contrato entre o CNTL e a empresa
- Capacitação e sensibilização dos profissionais da empresa
- Elaboração de um balanço ambiental, econômico e tecnológico do processo produtivo
- Avaliação do balanço elaborado e identificação de oportunidades de P+L
- Priorização das oportunidades identificadas na avaliação
- Elaboração do estudo de viabilidade econômica das prioridades
- Estabelecimento de um Plano de Monitoramento para a fase de implantação
- Implantação das oportunidades de P+L priorizadas
- Definição dos indicadores do processo produtivo
- Documentação dos casos de P+L

Produção Limpa

Mais severa e ambientalmente restritiva do que a Produção Mais Limpa, a expressão *Produção Limpa* foi proposta pela organização ambientalista não-governamental Greenpeace, para representar o sistema de produção industrial que levasse em conta:

- a auto-sustentabilidade de fontes renováveis de matérias-primas;

- a redução do consumo de água e energia;
- a prevenção da geração de resíduos tóxicos e perigosos na fonte de produção;
- a reutilização e reaproveitamento de materiais por reciclagem de maneira atóxica e energeticamente-eficiente (consumo energético eficiente e eficaz);
- a geração de produtos de vida útil longa, seguros e atóxicos, para o homem e o ambiente, cujos resíduos (inclusive as embalagens), tenham reaproveitamento atóxico e energeticamente-eficiente; e
- a reciclagem (na planta industrial ou fora dela) de maneira atóxica e energeticamente-eficiente, como substitutivo para as opções de manejo ambiental representadas por incineração e despejos em aterros.

Diversos princípios e critérios passaram a fazer parte do conceito de Produção Limpa e a serem promovidos, em várias partes do mundo, especialmente nos países europeus. Atenção especial vem sendo dada aos *princípios da precaução, prevenção, integração, controle democrático, direito de acesso a informações sobre riscos e impactos de produtos e processos e responsabilidade pós-consumo estendida ao produtor.*

Produto farmoquímico

É toda e qualquer substância com ação farmoquímica, utilizada como princípio ativo de produtos farmacêuticos de uso humano ou veterinário (BRASIL, 1995).

Química Verde

Do inglês “*Green Chemistry*”, é a utilização de um conjunto de 12 (doze) princípios visando a reduzir ou eliminar o emprego ou a geração de substâncias perigosas no projeto, produção e aplicação de produtos químicos (EC, 2001):

- É melhor prevenir resíduo que tratá-lo ou descontaminá-lo após gerado.
- Métodos sintéticos devem ser concebidos de modo a maximizar a incorporação, no produto final, de todos os materiais empregados no processo.
- Sempre que factível, metodologias sintéticas devem ser concebidas de modo a utilizar e gerar substâncias de baixa ou nenhuma toxicidade à saúde e ao ambiente.
- Produtos químicos devem ser concebidos de modo a preservar a eficácia de sua função, reduzindo-se a toxicidade.
- O emprego de substâncias auxiliares (por exemplo: solventes, auxiliares de filtração) devem ser tornados, sempre que possível, dispensáveis ou inócuos pós-uso.

- A demanda de energia deve ser reconhecida por seu impacto ambiental e econômico e, portanto, minimizada. Métodos sintéticos devem ser conduzidos à temperatura ambiente e à pressão atmosférica.
- A matéria-prima deve ser de fonte preferencialmente renovável, não esgotável, sempre que tecnicamente e economicamente factível.
- Derivação em sínteses (uso de derivativos: grupos bloqueadores, de proteção/desproteção, modificação intermediária ou processos físico-químicos) devem ser evitados, sempre que possível.
- Reagentes catalíticos (tão seletivos quanto possível) são superiores a reagentes não catalíticos.
- Produtos químicos devem ser concebidos de modo a que, após função/uso, não persistam no ambiente, e degradem-se em produtos inócuos.
- Metodologias analíticas devem ser desenvolvidas de modo a possibilitar o controle e monitoração em processo, em tempo real, prevenindo-se a possível formação de substâncias perigosas.
- A escolha de substâncias e de sua forma de utilização em processos químicos deve levar em conta a minimização do potencial de acidentes químicos tais como: vazamentos, explosões e incêndios.

Reciclagem

É qualquer técnica ou tecnologia que permite o reaproveitamento de um resíduo, após o mesmo ter sido submetido a um tratamento que altere as suas características físico-químicas.

A reciclagem pode ser classificada como:

- Reciclagem dentro do processo: permite o reaproveitamento de um resíduo como insumo no processo que causou a sua geração. Exemplo: reaproveitamento de água tratada no processamento industrial.
- Reciclagem fora do processo: permite o reaproveitamento do resíduo como insumo em um processo diferente daquele que causou a sua geração. Exemplo: reaproveitamento de cacos de vidro, de diferentes origens, na produção de novas embalagens de vidro (CETESB, 1998).

Redução de Resíduos

Inclui a redução na fonte geradora ou através de sua reutilização, diminuindo o volume total e/ou o grau de poluição dos resíduos (Lei Estadual nº 2.011, de 10.07.1992, que dispõe sobre a obrigatoriedade da implementação de Programa de Redução de Resíduos).

Resíduos Sólidos

Resíduos nos estados sólidos e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nessa definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados

líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (NBR 10.004).

Resíduos

Toda matéria e substância no estado sólido, líquido ou gasoso, poluente ou potencialmente poluente, subprodutos não aproveitados de origem industrial, e rejeitos que são descartados sob forma de efluentes líquidos, emissão de resíduos gasosos ou resíduos sólidos e semi-sólidos que, necessariamente, devem ser tratados, estocados ou depositados adequadamente (RIO DE JANEIRO, 1992).

Reuso

É qualquer prática ou técnica que permite a reutilização do resíduo, sem que o mesmo seja submetido a um tratamento que altere as suas características físico-químicas (CETESB, 1998).

Saneamento

É o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeito prejudicial ao seu bem estar físico, mental ou social. Dentro desse enfoque, podemos alinhar as três funções básicas no campo da engenharia sanitária, que são: abastecimento e distribuição de água; eliminação de águas servidas – esgotos; coleta e destinação final de resíduos sólidos – lixo (OMS).

Sistema de Gestão Ambiental – SGA

É definido como o conjunto de procedimentos que irão ajudar a empresa a entender, controlar e diminuir os impactos ambientais de suas atividades, produtos e/ou serviços. Está baseado no cumprimento da legislação vigente e na melhoria contínua do desempenho ambiental da empresa, isto é, não basta estar dentro da lei, mas deve haver também uma clara decisão de melhorar cada vez mais o seu desempenho com relação ao meio ambiente (Vilhena e Politi, 2000).

Tecnologias limpas

É a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos e produtos para reduzir riscos aos seres humanos e ao meio ambiente (PNUMA).

9. ANEXOS

ANEXO 1

Lei Estadual nº 2.011, de 10.07.1992, que dispõe sobre a obrigatoriedade da implementação de Programa de Redução de Resíduos

Art. 1º - Estabelece a obrigatoriedade da implantação do Programa de Redução de Resíduos.

Art. 2º - Para os fins previstos nesta Lei entendem-se por:

RESÍDUOS - Toda matéria e substância no estado sólido, líquido ou gasoso, poluente ou potencialmente poluente, subprodutos não aproveitados de origem industrial, e rejeitos que são descartados sob forma de efluentes líquidos, emissão de resíduos gasosos ou resíduos sólidos e semi-sólidos que, necessariamente, devem ser tratados, estocados ou depositados adequadamente.

REDUÇÃO DE RESÍDUOS - inclui a redução na fonte geradora ou através de sua reutilização, diminuindo o volume total e/ou o grau de poluição dos resíduos.

Art. 3º - A Comissão Estadual de Controle Ambiental - CECA, da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Projetos Especiais - SEMAMPE, determinará às atividades e instalações geradoras de resíduos, a implementação de programa de redução, de acordo com Plano de Ação específico.

§ 1º - Competirá à Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente - FEEMA elaborar Planos de Ação, a serem aprovados pela CECA, definindo metas e prazos, que poderão ser estabelecidos observadas as seguintes alternativas:

I - por tipologia industrial;

II - por processo industrial;

III - por poluente específico;

IV - por região geográfica;

V - por outras atividades ou instalações geradoras de resíduos.

§ 2º - Os Planos de Ação estabelecidos deverão incluir, obrigatoriamente, as seguintes tipologias industriais:

I - refinarias de petróleo;

II - unidades e complexos químicos e petroquímicos;

III - unidade e complexos siderúrgicos e metalúrgicos.

§ 3º - As indústrias químicas e metalúrgicas de pequeno porte e baixo potencial poluidor, de acordo com critérios definidos pela FEEMA, poderão ser dispensados da exigência a que se refere o § 2º deste artigo.

Art. 4º - Os programas a serem implementados pelas atividades industriais deverão abranger diversas alternativas, tais como :

I - a adoção de tecnologia de produção limpa ou menos poluente;

II - a substituição de matéria-prima;

III - a alteração das características do produto final e sua embalagem;

IV - a reciclagem de materiais nas etapas de produção;

V - o reaproveitamento de resíduos na própria indústria ou em outras;

VI - a melhoria de qualidade ou a substituição dos combustíveis e o aumento da eficiência energética;

VII - a implantação de sistemas de circuito fechado;

§ 1º - A FEEMA poderá formular exigências e recomendações específicas relacionadas ao escopo e objetivos dos programas de redução de resíduos.

§ 2º - As metas anuais dos programas a que se refere este artigo não serão inferiores a 10% (dez por cento) do volume de cada um dos materiais relacionados, até que se alcance o percentual mínimo de 50% (cinquenta por cento) de redução em relação ao período em que for iniciada a sua implementação.

Art. 5º - Toda e qualquer atividade geradoras de resíduos deverá apresentar à FEEMA um relatório preliminar apresentando seus esforços na redução de seus resíduos que deverá conter informações que permitam avaliar as reduções já obtidas e as possibilidades futuras, bem como subsidiar os planos de ação a serem elaboradas.

Parágrafo Único - Caberá à FEEMA, com base em dados cadastrais já existente, encaminhar o modelo padronizado do relatório preliminar, às atividades geradoras de resíduos, que terão um prazo de 90 (noventa) dias para devolvê-lo.

Art. 6º - Os Planos de Ação, os Programas e Relatórios relacionados à redução de resíduos a que se refere esta Lei serão acessíveis ao público.

Parágrafo Único - A notícia do encaminhamento aos órgãos governamentais dos documentos a que se refere este artigo será objeto de publicação, no primeiro caderno de um jornal de grande circulação, sob título de "Programa de Redução de Resíduos".

Art. 7º - A CECA regulamentará a participação dos segmentos, diretamente envolvidos nas diversas etapas de elaboração dos Planos de Ação, a publicação e a consulta de que trata o artigo 6º desta Lei, bem como definirá o modelo de relatório referido no artigo 5º.

Art. 8º - As atividades ou instalações que não cumprirem as determinações previstas nesta Lei receberão multas que poderão variar do 10 (dez) a 1000 (mil) UFERJs.

Art. 9º - Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Rio de Janeiro, 10 de julho de 1992.

LEONEL BRIZOLA

Publicado D.O.E.R.J 13/07/92

ANEXO 2

Prática Gerencial 5 – Prioridade para Redução na Geração

Extraída do Código de Proteção Ambiental – Guia de Implantação do Programa Atuação Responsável da ABIQUIM – 1ª Edição, 1995, esta prática consiste no estabelecimento de prioridades, metas e planos para a redução da geração de resíduos, efluentes e emissões, levando em consideração tanto as preocupações da comunidade como o potencial de impacto ao meio ambiente.

Esta Prática Gerencial prevê o estabelecimento de prioridades e objetivos para a redução na geração de resíduos, efluentes e emissões e a preparação do respectivo planejamento que deverá ser comunicado à direção da empresa. No estabelecimento dessas prioridades e objetivos, deverão ser avaliados potenciais impactos ao meio ambiente e as preocupações da comunidade. O entendimento dessas preocupações exige um diálogo constante com funcionários e representantes da comunidade.

Atividades sugeridas para a Prioridade para Redução na Geração.

5.1 Identifique os processos que apresentem maiores potenciais para redução.

- Selecione um número de processos e operações a serem avaliados.
- Além do inventário de resíduos, colete e avalie informações sobre:
 - Procedimentos operacionais.
 - Condições atuais de tratamento e disposição final de efluentes, emissões e resíduos.
 - Atendimento aos padrões legais.
 - Dados sobre os custos relacionados às perdas do processo, tratamento e disposição final dos efluentes, emissões, resíduos e os custos associados às alternativas para redução da geração, se disponíveis.
 - Dados sobre o impacto destes aspectos ambientais (efluentes, emissões e resíduos) selecionados sobre o meio ambiente e a comunidade.
 - Alteração prevista nos processos de produção e comercialização dos produtos existentes ou novos produtos.

5.2 Priorize os processos que apresentem potenciais de redução de acordo com os seguintes critérios:

- Atendimento aos padrões legais.
- Política e Programa de Proteção Ambiental da empresa.
- Impactos sobre o meio ambiente e sobre a comunidade.
- Relação custo-benefício entre perdas/tratamento/disposição e modificações para redução.
- Evolução tecnológica dos processos de fabricação dos produtos.
- Tempo para implantação.

5.3 Prepare uma listagem completa das diferentes alternativas pesquisadas e avaliadas para adoção como redução da geração.

- Considere alternativas como redução na fonte, reciclagem, reutilização e tratamento.
- Utilize todos os recursos disponíveis necessários, desde pessoal especializado em pesquisas, desenvolvimento de processos, engenharia, manufatura, consultores externos, operadores de processo, fornecedores de equipamentos, até literaturas técnicas e entidades associativas como a ABIQUIM.

5.4 Integre as avaliações de impacto.

- Considere os potenciais impactos físicos, químicos ou biológicos sobre as pessoas, à fauna e à flora. Incorpore nesta avaliação o que está previsto na Prática Gerencial 3 (impactos “reais”).
- Considere a integração das preocupações dos funcionários e as da comunidade (percepção).

5.5 Avalie as alternativas consideradas.

- Avalie preliminarmente as alternativas antes que uma avaliação mais profunda ocorra, de forma a eliminar aquelas com evidentes limitações ou que não atendam aos critérios estabelecidos.

- Elimine premissas impossíveis na avaliação das alternativas. Por exemplo, reduzir a zero as gerações ou as emissões não são alternativas realistas.
- Elimine também alternativas com alto custo de implantação e com baixo de potencial de redução.
- Relacione os diversos projetos para cada emissão potencial, avalie os obstáculos e determine se será um projeto de longo prazo e se haverá grande intervalo de tempo antes que ocorra um retorno efetivo sobre o investimento. Um primeiro passo seria perguntar se algo pode ser feito imediatamente de forma a minimizar a geração dos resíduos, efluentes e emissões.

5.6 Faça uma avaliação técnica das alternativas.

- Analise as alternativas para redução da geração de resíduos, efluentes e emissões, segundo a relação abaixo:
 - Existe tecnologia disponível para implantar a opção considerada?
 - De que forma a geração do efluente, emissão ou resíduo pode ser afetada?
 - Haverá benefícios ou impactos secundários?
 - Quais as implicações legais resultantes das atividades consideradas?
 - Como a produção será impactada?
 - Como antecipar que os equipamentos e o processo empregados terão desempenho adequado?
 - Quais provisões serão necessárias para dar suporte à produção durante as paradas para manutenção?
 - Existem preocupações quanto à saúde e segurança?
 - Existe espaço disponível para a instalação do equipamento?
 - Existem utilidades de processo disponíveis?
 - Existe risco de que esta alternativa gere novos impactos? Em caso positivo, como eles serão gerenciados?
 - Quantidade de emissões, efluentes e resíduos?
 - Toxicidade dos produtos ou novos resíduos ou efluentes?

5.7 Faça uma classificação das alternativas segundo técnicas analíticas preestabelecidas. Alguns fatores a serem considerados:

- Utilização de novas tecnologias ou modificação de processos.
- Redução percentual dos aspectos ambientais.
- Necessidade de novas habilidades.
- Necessidade de aumento de pessoal.
- Segurança.
- Grau de risco e de indenização a curto e longo prazos.
- Necessidade de licenciamento legal.
- Efeito na qualidade do produto.
- Potencial de interrupção da produção se houver variação brusca no processo de recuperação.

5.8 Avalie economicamente as alternativas segundo abordagens específicas de custos de cada empresa. Critérios comumente considerados incluem: retorno sobre o investimento, valor presente líquido, período de pagamento, custos de implantação.

5.9 Elabore lista de projetos.

- Proponha projetos de melhoria a serem implementados descrevendo claramente:
 - os objetivos qualitativos e quantitativos.
 - os recursos necessários e responsabilidades.
 - cronogramas de implantação, considerando-se prazos para obtenção de recursos, entrega de equipamentos, montagens ou modificação, comissionamento, treinamento e partida de forma a estabelecer um cronograma realista.
- Consulte outras áreas da empresa (marketing, venda, suprimentos, pesquisa e desenvolvimento, etc) e os Subcomitês do **Atuação Responsável** que possam ser afetados pelos projetos propostos.

5.10 Prepare documento final com as recomendações do Subcomitê.

- Avalie o impacto resultante da implantação das recomendações em toda empresa.
- Inclua considerações sobre a redução dos riscos de futuras ações e a melhoria na percepção da opinião pública.
- Indique claramente como a implantação das recomendações beneficiará a empresa para que ela atinja os objetivos de proteção ambiental e quais são as necessidades básicas para a sua implantação.
- Incorpore as necessidades orçamentárias para a implementação dos projetos dentro do orçamento anual da empresa.
- Encaminhe o documento final das avaliações do grupo ao CATRE ou à área de decisão da empresa, incluindo o processo de análise, avaliações técnica e econômica, o processo para seleção das alternativas e as recomendações finais.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O segredo para a definição das atividades de redução da geração passa necessariamente pelo planejamento e estabelecimento claro dos objetivos a serem atingidos. Este deve ser um processo de priorização constante, revisto periodicamente de forma a assegurar o esperado progresso na prevenção da poluição através da implantação dos projetos adequados.

É fundamental que se faça o alinhamento adequado dos projetos de Proteção Ambiental com os ligados aos outros Códigos do **Atuação Responsável**.

ANEXO 3

Prática Gerencial 6 – Redução Constante da Geração

Extraída do Código de Proteção Ambiental – Guia de Implantação do Programa Atuação Responsável da ABIQUIM – 1ª Edição, 1995, esta prática consiste na redução constante de resíduos, efluentes e emissões, dando preferência, em primeiro lugar, às reduções na fonte, em segundo lugar, à reciclagem e reutilização e, em terceiro lugar, ao tratamento. Estas técnicas podem ser utilizadas separadamente ou combinadas entre si.

O objetivo principal desta Prática Gerencial é o estabelecimento de um programa contínuo de redução da geração de resíduos, efluentes e emissões. A sequência recomendada nessa tarefa de redução está assim estabelecida:

- Redução na fonte (incluindo reciclagem em circuito fechado).
- Reciclagem / Reuso / Regeneração.
- Tratamento.

Atividades sugeridas para a Redução Constante da Geração.

6.1 Implante seu plano de redução de acordo com as prioridades estabelecidas na Prática Gerencial 5.

6.2 Otimize as atividades rotineiras.

- Considere prioritárias as atividades que visam à redução da geração na fonte, que podem ser atingidas pelas seguintes práticas:
 - **Melhoria no “housekeeping”** (ordem e limpeza) ou a adoção de boas práticas operacionais é a mais elementar de todas as práticas dirigidas para a prevenção da geração. Existem situações em que a atenção dedicada a pequenas fontes pode resultar em enormes reduções. Algumas técnicas a serem consideradas incluem:

▸ Controle do inventário: Compre somente o necessário, identifique todos os recipientes de estocagem com data e prazo de validade, implementando sistema adequado para movimentação de materiais de forma a não exceder sua vida útil.

▸ Segregação das correntes de resíduos: Separe os diferentes tipos de resíduos de forma a aumentar as oportunidades para a sua reciclagem e reuso, e também para reduzir o volume de resíduos enviados para disposição final.

▸ Melhorias no manuseio de materiais: Modifique os procedimentos existentes para o manuseio e estocagem de materiais, de forma que sejam atingidos os seguintes objetivos:

- Aumento da conscientização dos funcionários sobre os riscos existentes nos materiais e produtos que estão sendo manuseados;
- Minimização de possíveis acidentes, derramamentos ou vazamentos;
- Redução de incidentes que possam danificar materiais, o que resulta na geração de produtos fora de especificação e até mesmo não-utilizáveis.

▸ Melhorias na programação: Desenvolva cronogramas de produção sem folgas desnecessárias e que reflitam precisão. Especialmente aqueles processos que operam por bateladas poderão ser beneficiados se for adotada uma sequência compatível para as mesmas. Como consequência, serão reduzidas as frequências de limpezas no processo e, portanto, reduzido o material de limpeza utilizado. Ainda será possível a reciclagem das matérias-primas removidas durante a operação de limpeza.

▸ Prevenção de derramamentos e vazamentos: Modifique os procedimentos existentes visando a reduzir a quantidade de resíduos e as emissões resultantes da limpeza de derramamentos e vazamentos. Inspeção e repare os equipamentos que possam produzir tais incidentes. Contenha eventuais derramamentos e vazamentos instalando bandejas e guardas para a contenção de respingos. Evite a contaminação da corrente de águas pluviais, de forma a evitar a necessidade de tratamento posterior.

▸ **Manutenção Preventiva:** Inspecione e repare os equipamentos de forma a reduzir a geração de resíduos (produtos fora de especificação) e as emissões causadas por falhas nesses equipamentos, melhorando a eficiência do processo.

A melhoria do “housekeeping” está baseada em bom senso e frequentemente aparece como a ação preliminar mais efetiva na redução da geração na fonte.

- **Substituição de materiais:** A preparação de uma revisão dos materiais e produtos utilizados no processo, sob a ótica de prevenção da geração, pode resultar na identificação dos principais geradores de resíduos, efluentes ou emissões. Quando isto ocorre, é possível identificar um material substituto que apresente menor potencial de impacto ambiental, embora reconheça-se que essa substituição seja aplicável dentro de condições bastante específicas. A escolha de materiais e produtos alternativos pode aumentar as oportunidades para reciclagem.

- **Modificação de equipamentos:** A avaliação dos equipamentos utilizados no processo, buscando alternativas que vão desde a análise da forma de utilização até sua modificação ou substituição, representa outra alternativa que deve ser verificada. Algumas ações são possíveis:
 - Maximize a utilização dos equipamentos de processo, de forma a reduzir a geração de poluentes e a frequência das operações de limpeza.
 - Reloque equipamentos de processo e altere a configuração da tubulação, se isto contribuir para evitar a ocorrência de possíveis contaminações originadas de outras fontes.
 - Utilize sistemas bem definidos e projetados (bombas e tubulações) para a transferência de materiais líquidos, de forma a reduzir a chance de vazamentos, especialmente de produtos críticos.
 - Automatize o monitoramento do processo, de forma a minimizar a chance de erros que possam resultar em produtos fora de especificação.

- Modifique os pontos de operação; a maioria dos equipamentos tem seus pontos operacionais otimizados onde possam operar mais eficientemente. Menor quantidade de produto fora de especificação será gerada se forem otimizados os pontos de operação para parâmetros como temperatura, pressão, formulações e concentrações para banhos químicos.
- Selecione equipamentos de fácil limpeza.
- Modifique equipamentos para reduzir a perda de materiais e reduzir o consumo de energia.
- Modifique os equipamentos para reduzir o nível de emissões.
- **Modificação de processo:** Reavalie todo o processo de fabricação na busca de oportunidades para a redução da geração na fonte. O sucesso dessa avaliação está intrinsecamente ligado à natureza do processo; como por exemplo:
 - Mudança do processo de batelada para processo contínuo pode reduzir perdas.
 - Limpeza dos equipamentos com pequenas quantidades da solução limpadora. Se o agente limpador for água, utilize jatos ou “sprays”. A pequena quantidade do resíduo concentrado do resíduo concentrada deve ser reciclada como matéria-prima sempre que possível. Avalie ainda a possibilidade de modificação da metodologia ou da frequência para a limpeza dos equipamentos.
 - Reformulação dos produtos, por exemplo: prepare o produto em forma de pastilhas, ao invés de escamas ou pó, de forma a reduzir o nível de emissões de particulados.
- **Mudança de processo:** Altere a concepção básica para a definição de um processo, incluindo nas considerações básicas do projeto seus custos e o conceito de prevenção de poluição, especialmente nos estudos para a redefinição de processos. Os custos envolvidos com tratamento dos poluentes gerados faz com que a redução na fonte ou a reciclagem possam ser consideradas como bons investimentos na maioria dos casos.

6.3 Promova a reciclagem como alternativa para os resíduos gerados. Algumas empresas utilizam serviços externos para a reciclagem de seus resíduos e promovem a recompra do material reciclado, cujo custo poderá ser inferior ao do material virgem.

- Recicle os excessos, materiais fora de especificação e amostras que foram extraídas dos testes e ensaios para o controle da qualidade.
- Reutilize os materiais inertes resultantes da limpeza de equipamentos utilizados no manuseio de sólidos.
- Segregue e reutilize as emissões de pó coletadas do processo produtivo.
- Destile os resíduos de solventes e regenere os catalisadores, sempre que possível.
- Participe ativamente das bolsas de resíduos, aumentando a probabilidade de que seus subprodutos sejam utilizados por outras empresas como matéria-prima.

6.4 Assegure a manutenção da prioridade para o programa de prevenção da geração.

- Na eventualidade de mudanças nas prioridades da empresa, o programa de prevenção da geração deve ser ajustado segundo as normas e orientações.
- Assegure que, na eventualidade de mudança das pessoas envolvidas no programa, seja ministrado treinamento e realinhamento das responsabilidades com os novos participantes. Se possível, esta tarefa deve ser executada antes que as modificações estejam consumadas.
- Assegure a existência de recursos disponíveis e suficientes para atendimento do cronograma e resultados programados, incluindo informações dos fornecedores dos equipamentos, consultores, contratados e de empresas de engenharia.

- Promova o envolvimento dos funcionários da empresa, sem limitá-lo aos engenheiros, manufatura e manutenção; inclua secretárias, pessoal da limpeza, controladoria, compras, etc. Possíveis programas motivacionais para os funcionários devem prever:
 - Programas de comunicação.
 - Programas de treinamento.
 - Promoção de disputas e premiações.
 - Programas de sugestões.
 - Programas para gerenciamento da qualidade.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Quando os objetivos de proteção ambiental não são atingidos por serem muito ambiciosos podem causar perda do entusiasmo existente no início do programa.

Um recuo estratégico será indispensável em situações como esta, de forma a adequar os objetivos à realidade possível de ser atingida.

Em contrapartida, se os objetivos estabelecidos para a proteção ambiental forem atingidos, este pode ser um momento ideal para o estabelecimento de objetivos mais desafiadores.

ANEXO 4

Declaração Internacional sobre Produção mais Limpa da UNEP

Reconhecemos que a obtenção do desenvolvimento sustentável é uma responsabilidade coletiva. A ação destinada a proteger o meio ambiente global deve incluir a adoção de práticas de produção e consumo sustentáveis.

Consideramos que a Produção mais Limpa e outras estratégias preventivas, tais como a Eco-eficiência, a Atividade “Verde” e Prevenção da Poluição são opções preferenciais. Requerem o desenvolvimento, o apoio e implementação de medidas específicas.

Entendemos a Produção mais Limpa como a aplicação contínua de estratégias preventivas integradas em relação a processos, produtos e serviços, em busca de benefícios econômicos, sociais, de saúde, segurança e ambientais.

Para estes fins, comprometemo-nos a:

LIDERANÇA

utilizando nossa influência:

- para promover a adoção de práticas sustentáveis de produção e consumo através de nosso relacionamento com as partes interessadas.

CONSCIENTIZAÇÃO, EDUCAÇÃO E CAPACITAÇÃO

construindo competências mediante:

- desenvolvimento e condução de programas de sensibilização, educação e treinamento dentro da nossa organização;
- estímulo à implantação de conceitos e princípios em programas educativos de qualquer nível;

INTEGRAÇÃO

incentivando a incorporação de estratégias preventivas:

- em todos os níveis de nossa empresa;
- nos sistemas de gestão ambiental;
- mediante o uso de ferramentas como avaliação de desempenho ambiental, contabilidade e impacto ambientais, nos ciclos de vida e verificação de Produção mais Limpa.

PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

criando soluções inovadoras:

- promovendo o deslocamento da prioridade de fim-de-tubo para estratégias preventivas em nossas políticas de desenvolvimento e atividades de pesquisa;
- apoiando o desenvolvimento de produtos e serviços ambientalmente eficientes e que correspondam às necessidades do consumidor.

COMUNICAÇÃO

compartilhando nossas experiências:

- incentivando o diálogo sobre a implantação de estratégias preventivas e informando as partes interessadas externas sobre os seus benefícios.

IMPLEMENTAÇÃO

atuar para adotar Produção mais Limpa:

- fixando objetivos ambiciosos e informando periodicamente os progressos alcançados através de sistemas de gestão estabelecidos;
- fomentando o financiamento e investimento novo e adicional de alternativas tecnológicas preventivas e promovendo a cooperação e a transferência de tecnologias ambientalmente corretas entre os países;
- cooperando com a UNEP e outros parceiros e partes interessadas no apoio a esta declaração e na revisão do sucesso de sua implementação.

ANEXO 5 – Indicadores da Indústria Farmacêutica

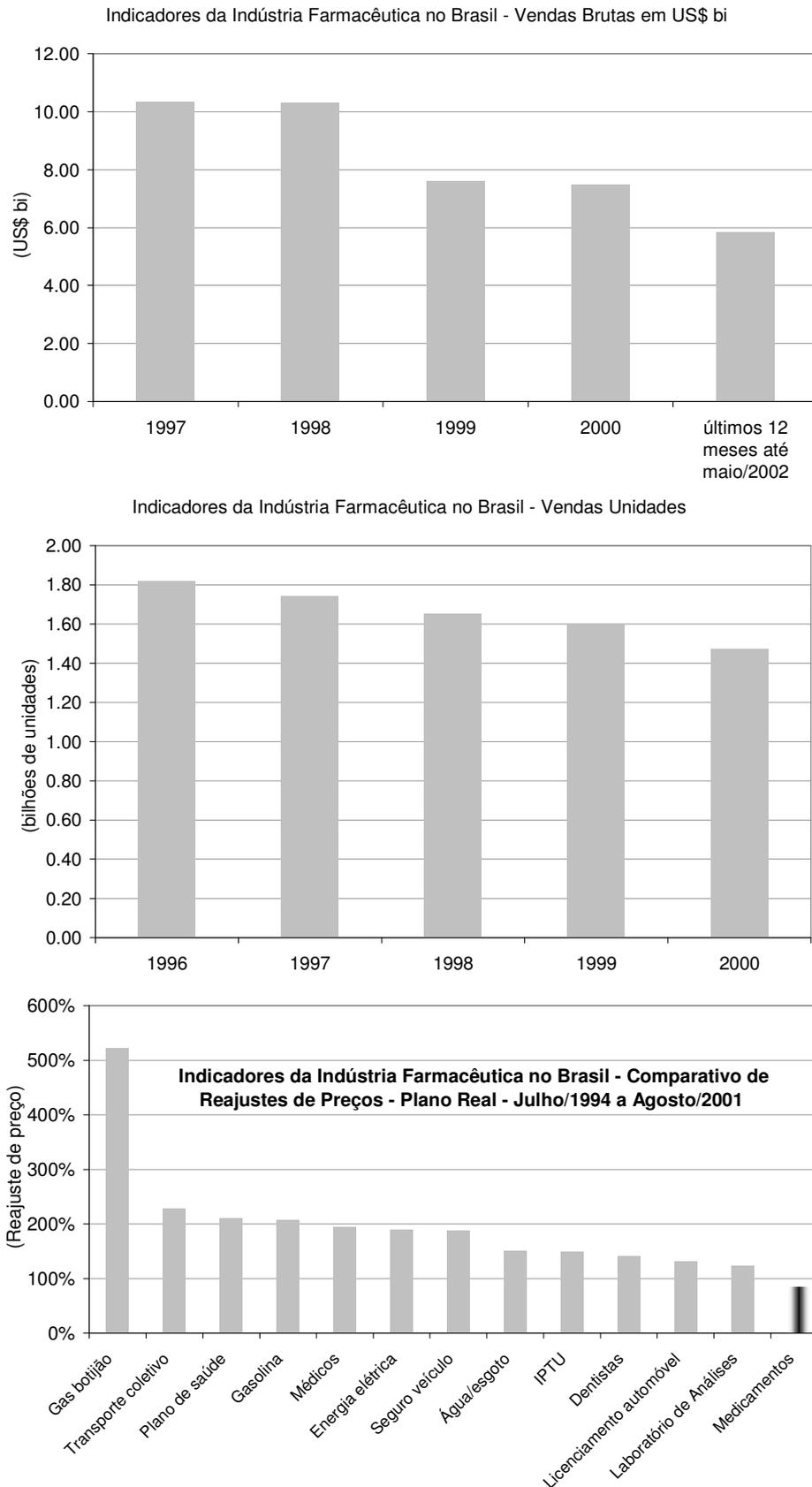


Figura 28 – Indicadores da Indústria Farmacêutica no Brasil. Fonte: ABIFARMA, 2002.

ANEXO 6

Formulários de Avaliação do Programa de P2 e R2 na Indústria Farmacêutica

A-6.1 Identificação das fontes relevantes de geração de resíduos

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa de P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de	
FORMULÁRIO 1	FONTES GERADORAS DE RESÍDUOS		
Fonte: Manipulação/Movimentação de Materiais	Relevância na Unidade Industrial		
	Baixa	Média	Alta
Materiais fora de especificação			
Matérias-primas obsoletas			
Produtos prontos obsoletos			
Derramamentos e vazamentos (líquidos)			
Derramamentos de sólidos			
Limpeza de recipientes/containeres vazios			
Disposição de tambores (metal)			
Disposição de barricas (papel, plástico, papelão)			
Drenagem de tanques e tubulações			
Resíduos de Laboratório			
Perdas por evaporação			
Outros			
Fonte: Operações de Processo			
Limpeza de tanques			
Limpeza de containeres			
Limpeza de misturadores			
Limpeza de equipamentos de processo			

A-6.2 Minimização de Resíduos – Práticas Gerais de Movimentação de Materiais

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de
FORMULÁRIO 2a	FONTES GERADORAS DE RESÍDUOS	
A) Procedimentos gerais de manipulação/movimentação de materiais		SIM
As matérias primas são analisadas pelo CQ antes do aceite aos fornecedores?		NÃO
Descreva as medidas de precaução existentes para prevenir a utilização de materiais que possam resultar em produtos fora de especificação		
Matérias-primas obsoletas são devolvidas ao fornecedor?		
O estoque é utilizado na ordem FIFO (first-in first-out)?		
O estoque é informatizado?		
O sistema de controle de estoque/inventário contém ferramentas eficazes de controle da prevenção da geração de estoques obsoletos?		
Que dados informações o sistema contempla?		
Existe um programa de treinamento do pessoal sobre movimentação, manipulação, prevenção de derramamentos, técnicas de estocagem e procedimentos de como lidar com resíduos?		
O programa inclui informações sobre a manipulação segura dos diversos tipos de tambores, barricas, containeres e outras formas de embalagens recebidas?		
Qual a frequência do treinamento e por quem é ministrado?		
Há geração de pós na área de estocagem durante a manipulação de materiais?		
Em caso afirmativo, há no local um sistema dedicado de coleta e recuperação de pós?		
São empregadas técnicas ou métodos para suprimir a geração de pós ou para capturá-lo e reciclá-los?		
Explique:		

A-6.3 Minimização de Resíduos – Práticas de movimentação de líquidos a granel

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de
FORMULÁRIO 2b	FONTES GERADORAS DE RESÍDUOS	
B) Manipulação / movimentação de líquidos a granel		SIM
Quais são as medidas de precaução existentes para prevenir derramamentos e evitar a contaminação do solo durante a transferência e enchimento dos tanques de estocagem e dos tanques de mistura?		NÃO
Alarmes e desarmes automáticos		
Totalizadores de fluxo com desarme automático		
Contenção secundária		
Outros		
Descrever o sistema		
As emissões atmosféricas provenientes dos tanques de estocagem são controladas por meio de:		
Vents conservativos		
Colchão de nitrogênio		
Absorvedores/Condensadores		
Adsorventes		
Outro sistema de controle de perdas de vapor		
Descrever o sistema		
São feitas inspeções de rotina para monitoração de ocorrências de vazamentos nos tanques. Em caso afirmativo, descreva o procedimento e a frequência para tanques enterrados e não-enterrados.		
Como é feita a transferência destes líquidos para o ponto de uso: em pequenos tambores ou por meio de tubulações?		
Que medidas são tomadas para prevenir o derrame de líquidos nestas operações de transferência		
As tubulações são limpas regularmente? Explique como é feita a limpeza das tubulações e o que é feito com os resíduos / efluentes gerados nestas limpezas.		
Quando ocorre derramamento de líquidos na fábrica, que procedimentos de limpeza e descontaminação são adotados (por via seca? ou por via úmida?). Explique o que é feito com os resíduos/efluentes gerados nestas operações.		

A-6.4 Minimização de Resíduos – Práticas de movimentação de tambores, containeres e embalagens

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de
FORMULÁRIO 2c	FONTES GERADORAS DE RESÍDUOS	
C) Tambores, barricas, containeres e outras embalagens	SIM	NÃO
Os tambores, containeres, barricas e embalagens são inspecionados quanto a avarias no ato do recebimento?		
Os funcionários são treinados quanto ao manuseio seguro dos diversos tipos de tambores, barricas, containeres e outras embalagens recebidas?		
São treinados adequadamente sobre o manuseio de produtos derramados?		
Os materiais em estoque são protegidos contra avarias contaminação, exposição à chuva, sol e fontes de calor?		
Descrever os procedimentos adotados para materiais avariados:		
O layout da fábrica provoca trânsito intenso na área de estocagem ? (NOTA: trânsito intenso de pessoas aumenta o potencial de contaminação dos materiais por pó ou poeira, além de promover a dispersão pela fábrica de eventuais materiais derramados)		
É possível reduzir o trânsito pela área de estocagem?		
Foram tomadas as providências a seguir, visando a reduzir a geração de sacos e embalagens vazias, minimizar a geração de pós no manuseio e de líquidos nas lavagens de tambores?		
Aquisição de materiais em containeres pré-pesados para evitar a operação de pesagem?		
Uso de tambores reusáveis ou recicláveis ao invés de sacos?		
Uso de containeres maiores ou sistemas retornáveis ao fornecedor para limpeza?		
Dispositivos e sistemas dedicados na área de carregamento de modo a segregar resíduos perigosos de não-perigosos?		
Transformação de resíduos de lavagem e limpeza em produto (reciclagem)?		
Descrever os resultados das tentativas já realizadas		
Todos os sacos vazios, embalagens e containeres com restos de materiais perigosos são segregados dos demais contendo resíduos não-perigosos?		
Descrever os procedimentos atualmente utilizados na disposição destes resíduos		

A-6.5 Sumário de Entrada de Materiais

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de	
FORMULÁRIO 3	ENTRADAS DE MATERIAIS - RESUMO		
Item / Atributo	Descrição		
	Linha nº....	Linha nº....	Linha nº....
Nome/identificação do material			
Fornecedor			
Constituinte perigoso			
Consumo anual			
Preço de aquisição (R\$/kg ou R\$/un)			
Custo total anual			
Existe um diagrama de fluxo do material? ()Sim ()Não			
Modo de transporte (duto, carro tanque, carreta, caminhão, etc)			
Tipo e tamanho do container de embarque			
Modo de estocagem (ao ar livre, em galpão, enterrado, não-enterrado, etc.)			
Modo de transferência/transporte interno (bomba, empilhadeira, transporte pneumático, esteira transportadora, etc.)			
Modo de controle			
Gerenciamento/disposição do container vazio			
Prazo de validade			
O fornecedor aceitaria devolução do material vencido?			
O fornecedor aceitaria devolução do container?			
O fornecedor aceitaria rever o data de validade?			
Existe algum material alternativo aceitável? Em caso afirmativo, qual(is)?			
Existe(m) alternativa(s) de fonte(s) de suprimento(s) do material?			

A-6.6 Sumário dos Produtos

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de	
FORMULÁRIO 4	SUMÁRIO DE PRODUTOS		
Item / Atributo	Descrição		
	Linha nº....	Linha nº....	Linha nº....
Nome/identificação do material			
Constituinte perigoso			
Produção anual			
Venda anual (R\$)			
Modo de embarque			
Tipo e tamanho do container de embarque			
Modo de estocagem na própria unidade			
Embalagem retornável?			
Prazo de validade			
O reprocessamento é possível?			
O cliente aceitaria um abrandamento da especificação?			
O cliente aceitaria receber o produto em containeres de maior capacidade?			

A-6.7 Identificação de oportunidades de P2 em manuseio e movimentação de materiais

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de
FORMULÁRIO 5	IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES P2 (Manuseio/Movimentação de Materiais)	
Formato da reunião (por ex.: brainstorming, outras técnicas de grupo)		
Coordenador da reunião (nome/função)		
Participantes da reunião (nome/função)		
Sugestões apresentadas para minimização de resíduos	Atualmente é feito? Sim / Não	Justificativa/Observação sobre a sugestão
A) Procedimentos gerais de Manuseio/Movimentação		
Análise / inspeção pelo Controle de Qualidade		
Retorno de material obsoleto para o fornecedor		
Minimização dos estoques		
Informatização do estoque/inventário		
Treinamento formal		
B) Manuseio e movimentação de líquidos a granel		
Alarme e corte automático		
Totalizadores de vazão com bloqueio		
Contenção secundária		
Controle de emissão atmosférica		
Monitoramento de vazamentos		
Reuso de materiais derramados		"contra GMP"
Métodos de limpeza que permitam reciclagem posterior		
C) Tambores, containeres e embalagens		
Inspeção da matéria-prima		
Manuseio/estocagem adequados		
Containeres pré-pesados		
Tambores reusáveis		
Despacho a granel		
Segregação de resíduos		
Reprocessamento dos resíduos de lavagem/limpeza		

A-6.8 Descrição dos processos

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de
FORMULÁRIO 6a	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	
1. GERAL		
1.1 - Limpeza aquosa		
Tipo de Agente de Limpeza	Procedimento de limpeza (auto-limpeza, lavagem manual)	Componente ativo (ou perigoso)
Surfactante alcalino	.....	.....
Produto de limpeza alcalino	.....	.....
Produto de limpeza ácido	.....	.....
Sanitizante ácido	.....	.....
Outros		
O que é feito com as soluções de limpeza pós uso?		S N
Biodegradável; lançado diretamente na rede de esgotos		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Tratado na própria unidade e lançado na rede de esgotos		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Transportado para fora da unidade industrial		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Outros		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Caso afirmativo, descrever a destinação		
Listar a linhas de resíduos geradas / alimentadas por águas de lavagens		
1.2 - Limpeza com solvente		
Tipo de solvente usado	Procedimento de limpeza	Componente ativo (ou perigoso)
.....
.....
.....
.....
O que é feito com as soluções de limpeza pós uso?		S N
Biodegradável; lançado diretamente na rede de esgotos		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Tratado na própria unidade e lançado na rede de esgotos		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Transportado para fora da unidade industrial		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Outros		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Caso afirmativo, descrever a destinação		
Listar a linhas de resíduos geradas / alimentadas pelos solventes de lavagem		

Descrição dos Processos (continuação)

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de
FORMULÁRIO 6b	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	
1. GERAL (continuação)		
1.3 - Desinfetante / Esterilizante		
Tipo de Desinfetante Usado	Procedimento de desinfecção (spray, esfregando, etc.)	Componente ativo (ou perigoso)
.....
.....
.....
.....
O que é feito com os desinfetantes pós uso?		S N
Biodegradável; lançado diretamente na rede de esgotos		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Tratado na própria unidade e lançado na rede de esgotos		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Transportado para fora da unidade industrial		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Outros		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Caso afirmativo, descrever a destinação		
Usa-se óxido de etileno para esterilização?		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Que tipo de equipamento de controle de poluição é usado?		
Qual é a porcentagem (%) do óxido de etileno capturado?		
Qual é a porcentagem (%) do CFC capturado?		
Listar as linhas de resíduos geradas / alimentadas por operações de desinfecção / esterilização:		
1.4 - Vents (respiros)		
Quais produtos químicos, no estado líquido, são armazenados na unidade, em grandes volumes?		
São utilizados tanques com respiro?		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Os reatores liberam vapores?		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Quais produtos químicos são liberados sob a forma de vapor, através dos respiros dos reatores?		
Que tipo de equipamento de controle de poluição é usado?		
Quanto por cento dos gases liberados nos respiros são capturados?		
Listar as linhas de resíduos/emissões geradas / alimentadas por respiros (<i>vents</i>):		

Descrição dos Processos (continuação)

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de
FORMULÁRIO 6c	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	
<p>1. GERAL (continuação)</p> <p>1.5 - Resíduos para disposição</p> <p>Listar os itens para disposição usados na produção</p> <p>1.6 - Materiais fora de especificação</p> <p>Listar as matérias-primas e materiais secundários que têm sido encaminhados para destruição em decorrência de estarem com prazo de validade vencido ou fora de especificação.</p> <p>Listar os produtos que têm sido encaminhados para destruição em decorrência de estarem com prazo de validade vencido ou fora de especificação.</p>		
<p>2. FERMENTAÇÃO</p> <p>2.1 - Dados da dorna de fermentação</p> <p>Descrição</p> <p>Número de identificação</p> <p>Tipo de meio de cultura usado</p> <p>Tamanho do fosso de contenção</p> <p>Frequência de esgotamento e limpeza do fosso de contenção</p> <p>Os fluidos retidos no fosso de contenção vão para a ETE? Sim <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Que tipo de equipamento de controle de poluição é usado?</p> <p>Com que frequência a dorna de fermentação é inspecionada quanto a:</p> <p>Vazamento do fluido térmico</p> <p>Vazamento do fluido do selo mecânico do agitador</p> <p>Integridade das conexões de processo</p> <p>Integridade das barreiras estéreis</p> <p>Qual a duração do ciclo de fermentação?</p>		
<p>2.2 - Informação de processo</p> <p>Como é removida, da dorna de fermentação, a cultura de microrganismos?</p>		

Descrição dos Processos (continuação)

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de															
FORMULÁRIO 6d	DESCRIÇÃO DO PROCESSO																
2. FERMENTAÇÃO (continuação) 2.2 - Informação de processo (continuação) Para onde vai este resíduo? Como são removidas as células? O meio de cultura usado é esterilizado? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em caso afirmativo, como: O meio de cultura, os restos celulares e os gases são perigosos? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Em caso afirmativo, listar os componentes perigosos: Como são tratadas as cargas de fermentação contaminadas? Qual o rendimento da fermentação? Listar os fluxos de resíduos que são gerados na fermentação																	
3. SÍNTESE ORGÂNICA, EXTRAÇÃO DE PRODUTOS NATURAIS, FORMULAÇÃO 3.1 - Processos baseados em uso de solventes <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Solvente</th> <th style="width: 33%;">Operação</th> <th style="width: 33%;">Consumo Anual</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td></tr> <tr><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td></tr> <tr><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td></tr> <tr><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td></tr> </tbody> </table> Como são gerenciados os solventes usados? Listar os fluxos de resíduos gerados nos processos à base de solventes			Solvente	Operação	Consumo Anual
Solvente	Operação	Consumo Anual															
.....															
.....															
.....															
.....															

Descrição dos Processos (continuação)

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de																																																												
FORMULÁRIO 6e	DESCRIÇÃO DO PROCESSO																																																													
<p>3. SÍNTESE ORGÂNICA, EXTRAÇÃO DE PRODUTOS NATURAIS, FORMULAÇÃO (continuação)</p> <p>3.2 - Processos aquosos</p> <p>Que tipo de água é usada na fábrica?</p> <table style="margin-left: 200px;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">S</td> <td style="text-align: center;">N</td> </tr> <tr> <td>Água para injetáveis?</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Água destilada?</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Água de abastecimento municipal?</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Água deionizada ou purificada por osmose reversa?</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Que soluções aquosas de processo são geradas ou usadas?</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Solução aquosa</th> <th style="width: 30%;">Tipo de água</th> <th style="width: 30%;">Operação</th> <th style="width: 10%;">Consumo Anual</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td></tr> <tr><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td></tr> <tr><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td></tr> <tr><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td></tr> <tr><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td></tr> </tbody> </table> <p>Como são gerenciadas as soluções aquosas pós-uso?</p> <table style="margin-left: 200px;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">S</td> <td style="text-align: center;">N</td> </tr> <tr> <td>Biodegradável; lançado na rede de esgotos</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Reciclado em processo, na própria unidade</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Reciclado externamente, por terceiros</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Tratado na própria unidade</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Tratado externamente por terceiros</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Outros</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Caso afirmativo, descrever a destinação</p> <p>Listar os fluxos de resíduos gerados nos processos aquosos</p> <p>.....</p> <p>.....</p>				S	N	Água para injetáveis?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Água destilada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Água de abastecimento municipal?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Água deionizada ou purificada por osmose reversa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Solução aquosa	Tipo de água	Operação	Consumo Anual		S	N	Biodegradável; lançado na rede de esgotos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reciclado em processo, na própria unidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reciclado externamente, por terceiros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tratado na própria unidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tratado externamente por terceiros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Outros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	S	N																																																												
Água para injetáveis?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
Água destilada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
Água de abastecimento municipal?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
Água deionizada ou purificada por osmose reversa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
Solução aquosa	Tipo de água	Operação	Consumo Anual																																																											
.....																																																											
.....																																																											
.....																																																											
.....																																																											
.....																																																											
	S	N																																																												
Biodegradável; lançado na rede de esgotos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
Reciclado em processo, na própria unidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
Reciclado externamente, por terceiros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
Tratado na própria unidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
Tratado externamente por terceiros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
Outros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																												
<p>4. PESQUISA E DESENVOLVIMENTO</p> <p>Listar os itens para disposição, gerados em processos de P&D</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Listar outros resíduos de P&D:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Processo</th> <th style="width: 30%;">Tipo de resíduo</th> <th style="width: 40%;">Método atual de gerenciamento do resíduo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td></tr> <tr><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td></tr> <tr><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td></tr> </tbody> </table>			Processo	Tipo de resíduo	Método atual de gerenciamento do resíduo																																																
Processo	Tipo de resíduo	Método atual de gerenciamento do resíduo																																																												
.....																																																												
.....																																																												
.....																																																												

A-6.9 Sumário dos Fluxos de Resíduos Gerados

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de	
FORMULÁRIO 7a	SUMÁRIO DOS FLUXOS DE RESÍDUOS GERADOS		
Item / Atributo	Descrição		
	Fluxo nº....	Fluxo nº....	Fluxo nº....
Nome/identificação do Resíduo			
Fonte pontual / Origem			
Geração anual (unidades / ano)			
Nome do(s) constituinte(s) perigoso(s)			
Geração anual do(s) constituintes(s) preocupantes			
Custo anual de tratamento / disposição			
Custo unitário (R\$/)			
Gerenciamento adotado (por exemplo: aterro sanitário, aterro industrial, reciclagem interna ao processo, incineração, insumo energético alternativo em co-processamento, destilação, secagem)			
Critérios de priorização <u>Peso (P)</u> : atribuir pesos numa escala de 0 (não importante) a 10 (altamente importante). <u>Pontuação (N)</u> : atribuir NOTAS numa escala de 0 (baixa prioridade) a 10 (prioridade alta)	Peso (P)	Pontuação (N) P x N	Pontuação (N) P x N
Conformidade legal			
Custo do tratamento / disposição			
Potencial passivo ambiental			
Quantidade de resíduo gerado			
Toxicidade do resíduos			
Potencial de risco do resíduo			
Potencial de Redução / Minimização			
Potencial solução de gargalos de produção			
Potencial recuperação de produtos secundários			
SOMA DOS PONTOS DE CADA FLUXO DE RESÍDUO		$\Sigma (P \times N) =$	$\Sigma (P \times N) =$
ORDEM DE PRIORIDADE (inversamente proporcional à soma dos pontos de cada fluxo de resíduo). Assim, a maior SOMA ==>1; a menor SOMA ==>3.			

A-6.10 Descrição do Resíduo

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de
FORMULÁRIO 7b	DESCRIÇÃO DO RESÍDUO	
1. Nome/ID do fluxo de resíduo:		Fluxo n°
Operação/processo unitário:		
2. Características do resíduo (se necessário, anexar folhas adicionais com dados de composição)		
<input type="checkbox"/> gás	<input type="checkbox"/> líquido	<input type="checkbox"/> sólido <input type="checkbox"/> mistura de fases
Densidade (g/ml)	Poder calorífico (BTU/kg)	
Viscosidade/consistência	pH	
Ponto de Fulgor	(%) Água	
3. O resíduo sai do processo (na origem) sob a forma de:		
<input type="checkbox"/> emissão atmosférica	<input type="checkbox"/> efluente líquido	<input type="checkbox"/> resíduo sólido <input type="checkbox"/> resíduo perigoso
<input type="checkbox"/> Outro		
4. Regime de geração do resíduo é:		
<input type="checkbox"/> contínuo		
<input type="checkbox"/> descontínuo		
Descarga disparada mediante:	<input type="checkbox"/> análise química	.....
	<input type="checkbox"/> (descrever)	.....
Tipo:	<input type="checkbox"/> periódica (intervalo de)
	<input type="checkbox"/> irregular)	.....
	<input type="checkbox"/> não-recorrente	.....
5. Quantidade gerada		
Anualmente	.....	ton/ano
Máxima	.....	ton/ano
Média	.....	ton/ano
Frequência	.....	lotes/ano
Tamanho do lote/carga	(médio)	(faixa de variação)
6. Origem(ns) / fonte(s) do resíduo		
NOTA: Preencha este formulário identificando a origem do resíduo. Se o resíduo for uma mistura de fluxos de resíduos, preencha uma folha para cada um dos resíduos separadamente.		
O resíduo é misturado com outros resíduos?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
A segregação do resíduo é possível?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
Caso afirmativo, o que se pode segregar do resíduo?	.....
Caso negativo, por que não?	.....
Fonte material desse resíduo:	.....
.....		

A-6.11 Minimização de Resíduos – reuso/reciclagem/recuperação/aproveitamento

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de	
FORMULÁRIO 8	MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS Reuso e Reciclagem		
A) SEGREGAÇÃO	SIM	NÃO	N/A
A segregação dos resíduos reduz a quantidade de materiais estranhos no resíduo, aumentando as perspectivas de reuso ou recuperação?			
Os diferentes resíduos de solventes gerados na limpeza de equipamentos são segregados?			
Os resíduos aquosos gerados na limpeza de equipamentos são segregados dos resíduos de solventes?			
As soluções alcalinas usadas são segregadas das águas de lavagem e/ou rinsagem?			
Caso negativo, explicar/justificar:			
B) RECUPERAÇÃO NA PRÓPRIA UNIDADE INDUSTRIAL	SIM	NÃO	N/A
A recuperação de solventes por destilação na própria fábrica é viável economicamente, mesmo p/ volumes pequenas como, por ex., 30 L/dia?			
Já foi testada a destilação do solvente usado na própria unidade?			
Caso afirmativo, a destilação ainda é realizada?			
Caso negativo, explicar/justificar:			
C) REUSO / APROVEITAMENTO	SIM	NÃO	N/A
São utilizados muito solventes diferentes para limpeza?			
Caso sejam gerados volumes muito pequenos de solventes residuais, que não se justifique a destilação/recuperação na própria unidade, poder-se-ia tentar padronizar um solvente para a limpeza dos equipamentos?			
O solvente de limpeza usado é aproveitado?			
Houve tentativas de se utilizar o solvente usado para rinsagem em reprocessamentos ou outras formulações?			
Houve tentativas de se transformar resíduos diversos em produtos vendáveis?			
Derramamentos são coletados e reprocessados?			
Descrever os resultados das tentativas já realizadas			
Os resíduos de solventes são segregados de outros resíduos?			
Já foi considerada a hipótese de aproveitamento dos resíduos por terceiros, através dos programas de Bolsas de Resíduos?			
Em caso afirmativo, descrever os resultados:			

A-6.12 Identificação de Oportunidades P2 em Operações e Processos

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de
FORMULÁRIO 9	IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES P2 (Operações de Processo)	
Formato da reunião (por ex.: brainstorming, outras técnicas de grupo)		
Coordenador da reunião (nome/função)		
Participantes da reunião (nome/função)		
Sugestões apresentadas para minimização de resíduos	Atualmente é feito? Sim / Não	Justificativa/Observação sobre a sugestão
A) Técnicas de substituição / reformulação		
Substituição do solvente		
Reformulação do produto		
Substituição de matéria-prima ou materiais secundários		
B) Limpeza		
Recuperação por vapor		
Esfregões com cabo longo para tanques		
Lavadores sob pressão		
Reuso de soluções de limpeza		
Bicos de spray nas mangueiras		
Esfregão e rodos		
Reuso da água de rinsagem		
Equipamento dedicado		
Limpeza com parte do lote		"contra GMP"
Segregação de resíduos para reuso / reprocessamento		

A-6.13 Minimização de Resíduos – Boas Práticas Operacionais

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de	
FORMULÁRIO 10	MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS (Boas Práticas Operacionais)		
A) TÉCNICAS DE REPLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO	SIM	NÃO	N/A
O planejamento da produção é concebido/alterado/variado de modo a contribuir com a redução de resíduos na fonte? Ex.: aumentando-se a campanha - número de lotes fabricados - de um determinado produto (acumulando-se ordens de produção) de modo a diminuir a frequência/rigor de limpeza das instalações.			
O planejamento de produção leva em conta a sequência de formulações a serem produzidas naquela linha, de modo a diminuir a frequência/rigor de limpeza das instalações entre os lotes?			
Caso afirmativo, descrever os resultados:			
B) PREVENÇÃO DE PRODUTOS FORA DE ESPECIFICAÇÃO	SIM	NÃO	N/A
São realizados testes de laboratório e piloto, antes de se aumentar a escala de produção?			
Os procedimentos de controle e garantia da qualidade são realizados regularmente?			
C) REUSO / APROVEITAMENTO	SIM	NÃO	N/A
São realizados regularmente balanços de massa na fábrica?			
Os balanços de massa são realizados para cada um dos materiais relevantes, separadamente (por exemplo: solventes)			
São mantidos registros/relatórios/inventários de cada um dos resíduos por fonte pontual e respectiva disposição final? Isto pode ajudar muito a identificar com precisão os fluxos de resíduos mais importantes, e focar os esforços no seu aproveitamento)			
Os operadores têm a disposição (e utilizam) manuais e procedimentos operacionais detalhados, ou instruções de trabalho?			
As funções/tarefas de todos os operadores estão claramente bem definidas?			
Os operadores recebem treinamento regular?			
Existem programas de incentivo aos operadores, associados à minimização de resíduos?			
A fábrica possui um programa de redução de resíduos implementado?			
Caso afirmativo, foi designada uma pessoa para supervisionar o sucesso do programa?			
Caso afirmativo, discutir os objetivos do programa e principais resultados			
Foi realizada uma avaliação/diagnóstico de P2 e R2 na fábrica anteriormente?			
Caso afirmativo, discutir:			

A-6.14 Identificação de Oportunidades P2 – Boas Práticas Operacionais

Empresa: Unidade Industrial: Data:	Programa P2 e R2 Projeto número	Preparado por Conferido por Página de
FORMULÁRIO 11	IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES P2 (Operações de Processo)	
Formato da reunião (por ex.: brainstorming, outras técnicas de grupo)		
Coordenador da reunião (nome/função)		
Participantes da reunião (nome/função)		
Sugestões apresentadas para minimização de resíduos	Atualmente é feito? Sim / Não	Justificativa/Observação sobre a sugestão
A) Técnicas de replanejamento da produção		
Aumentar o tamanho da campanha ou do lote		
Adotar uma sequência de formulações orientada por P2 e R2		
Evitar limpeza desnecessária		
Privilegiar ao máximo o uso dedicado de equipamentos e linhas		
B) Prevenção de produtos fora de especificação		
Testar previamente a formulação em escala de laboratório e piloto		
Manter sistemas regulares de Controle e Garantia de Qualidade		
C) Boas Práticas Operacionais		
Elaborar os balanços materiais		
Manter registros das fontes pontuais de resíduos e disposição		
Manter inventário de resíduos e materiais		
Manter, no local de uso, manuais de operação, procedimentos operacionais e instruções de trabalho para os operadores		
Oferecer treinamento regular aos operadores		
Reforçar a supervisão		
Oferecer incentivos aos funcionários, associados a P2 e R2		
Melhorar a higiene e sanitização da fábrica		
Estabelecer uma política de minimização de resíduos		
Fixar metas de redução de resíduos na fonte		
Fixar metas de reciclagem		
Conduzir inspeções, avaliações e auditorias de P2 e R2 regularmente (1 vez por ano)		

ANEXO 7

Protocolo de Redução de Resíduos de Laboratórios de P&D e CQ

ITENS / QUESITOS	S	N	N/A	OBSERVAÇÃO
1. Compra de Produtos Químicos e Reagentes				
Desenvolva uma estratégia de compra de produtos químicos, reagentes e outros materiais perigosos.				
Dê preferência por comprar produtos químicos em embalagens de tamanho menor e em menores quantidades.				
Padronize a aquisição de produtos químicos em todos os laboratórios do departamento ou setor.				
Designe uma pessoa como responsável pela compra e monitoração/controla de estoques de produtos químicos e reagentes.				
Vincule as requisições de compra ao sistema de inventário, de modo que os excedentes em estoque sejam consumidos antes de comprar mais.				
Identifique se há fornecedores que aceitem devolução de produtos químicos lacrados e encalhados no estoque, ou que assistam de alguma forma nos esforços de minimização de resíduos.				
2. Gestão de Estoques e Inventários de Produtos Químicos e Reagentes				
2.1 Implantando Controle de Inventário				
Organize um inventário abrangendo todos os laboratórios da empresa, visando inicialmente a identificar os locais onde produtos químicos e reagentes são guardados.				
Escolha um local centralizado para o armazenamento de produtos químicos e outro local para armazenamento de resíduos, ambos equipados com dispositivos de contenção de derramamentos e vazamentos acidentais.				
2.1 Implantando Controle de Inventário (continuação)				
Organize e sistematize a estocagem dos reagentes e resíduos de acordo com critérios de compatibilidade e riscos				
Adote um procedimento de rotulagem padrão para reagentes e resíduos, dando preferência a rótulos coloridos (ou tarjas) que sejam resistentes.				
Designe uma pessoa que ficará responsável por rotulagem e controle de inventário.				

ITENS / QUESITOS	S	N	N/A	OBSERVAÇÃO
Utilize códigos numéricos, códigos de barras ou algum outro sistema que possibilite a informatização dos controles.				
Adote a política de estoque <i>FIFO</i> (“ <i>first-in / first-out</i> ”)				
Se for possível, retorne ao fornecedor materiais fora de validade ou procure soluções integradas de reciclagem (através de programas de Bolsas de Resíduos).				
Realize auditorias regulares do estoque, a fim de identificar os reagentes que não estão sendo utilizados.				
Elabore e distribua regularmente aos departamentos usuários de reagentes, uma listagem dos estoques disponíveis, localização e contato.				
2.2 Prevenindo derramamentos e vazamentos				
Mantenha bem tampadas as embalagens de reagentes e resíduos.				
Instale sistema de proteção e contenção de vazamentos e derramamentos, tais como bermas e fossos, ou simplesmente bandejas de contenção em plástico ou fibra.				
Fixar bem as prateleiras e armários às paredes e ao piso.				
Inspeccione regularmente os estoques quanto a sinais de vazamento, práticas inseguras de estocagem, ou quaisquer outros problemas.				
Mantenha um registro de ocorrências de vazamentos e derramamentos, identifique as causas e como podem ser evitadas no futuro.				
Implemente as ações corretivas e preventivas necessárias, identificadas no quesito anterior.				
3. Experimentação em P&D				
3.1 Adotando os princípios da “Química Verde”				
Conscientizar os pesquisadores e técnicos de que é melhor prevenir resíduo que tratá-lo ou descontaminá-lo após gerado.				
A matéria-prima deve ser de fonte preferencialmente renovável, não esgotável, sempre que tecnicamente e economicamente factível.				
O emprego de substâncias auxiliares (por exemplo: solventes, auxiliares de filtração) devem ser tornados, sempre que possível, dispensáveis ou inócuos pós-uso.				

ITENS / QUESITOS	S	N	N/A	OBSERVAÇÃO
Enfatize a importância da conservação dos recursos materiais, especialmente água e energia. Métodos de síntese devem ser desenvolvidos a temperaturas próximas da ambiente e à pressão atmosférica. Águas de refrigeração: em circuito fechado.				
Métodos sintéticos devem ser concebidos de modo a maximizar a incorporação, no produto final, de todos os materiais empregados no processo.				
Sempre que factível, metodologias sintéticas devem ser concebidas de modo a utilizar e gerar substâncias de baixa ou nenhuma toxicidade à saúde e ao ambiente.				
Produtos químicos devem ser concebidos de modo a preservar a eficácia de sua função, reduzindo-se a toxicidade.				
Novos produtos (em desenvolvimento) devem ser concebidos de modo a que, após função/uso, não persistam no ambiente, e degradem-se em produtos inócuos.				
Reações catalizadas e reagentes tão seletivos quanto possível são pré-requisitos de preferência às rotas de síntese não catalizadas e não específicas.				
Derivação em sínteses (uso de derivativos: grupos bloqueadores, de proteção/desproteção, modificação intermediária ou processos físico-químicos) devem ser evitados, sempre que possível.				
A escolha de substâncias e de sua forma de utilização em processos químicos deve levar em conta a minimização do potencial de acidentes químicos tais como: vazamentos, explosões e incêndios.				
3.2 Reduza a escala dos experimentos e marchas de ensaios				
Planeje experiências em pequena escala e com menor demanda possível dos respectivos recursos materiais.				
Procure migrar para as técnicas micro-escala				
3.3 Pesquise alternativas para as técnicas por via úmida				
Avalie a viabilidade técnico-econômica de alternativas à extração tradicional por solvente, como por exemplo a micro-extração em fase sólida ou a extração por fluido supercrítico.				
4. Análises laboratoriais. Desenvolvimento de Métodos Analíticos				
Racionalize ou, sempre que possível, evite o uso de solventes e outros materiais perigosos. Por exemplo: substitua tetracloreto de carbono e benzeno por ciclohexano				

ITENS / QUESITOS	S	N	N/A	OBSERVAÇÃO
Para rinsagem inicial, utilize solventes usados/recuperados. Somente na rinsagem final use solvente novo.				
Ao meio reacional, adicione somente o estritamente necessário.				
Metodologias analíticas de CP ²⁴ devem ser desenvolvidas de modo a possibilitar o controle e monitoração em processo, em tempo real, prevenindo-se a possível formação de substâncias perigosas.				
Sempre que for viável, opte por técnicas de microanálise e semi-microanálise, spot-tests, cromatografia em camada delgada, etc				
Utilize de preferência técnicas instrumentais ao invés das análises por via úmida. Por exemplo: cromatografia gasosa, cromatografia líquida, espectrometria, infra-vermelho, absorção atômica, ressonância magnética nuclear, difração de raio-X, ICP-MS ²⁵ .				
5. Responsabilize pesquisadores, técnicos e analistas pelos resíduos que gerarem				
Ao final de cada experiência ou análise, inclua uma etapa de inativação de substâncias perigosas, reserva para reciclagem posterior, ou destruição/descarte de maneira ambientalmente compatível.				
Reserve solventes sujos/residuais e metais tóxicos, raros ou preciosos, em frascos próprios para posterior reciclagem.				
Neutralizar ácidos e bases. Autoclavar resíduos biológicos.				
Na descontaminação e limpeza de vidrarias, evite banhos de limpeza tóxicos e perigosos (como mistura sulfocrômica, água régia e potassa alcoólica). Prefira detergentes técnicos próprios para uso laboratorial, biodegradáveis.				
Desafie aos pesquisadores, técnicos e analistas no sentido de desenvolverem alternativas e técnicas de minimização de resíduos.				
Assegure-se de que os ralos e pias do laboratório estão conectados à rede coletora dos efluentes industriais e à ETE.				
6. Reuso e Reciclagem				
6.1 Crie uma rede de intercâmbio em busca de soluções integradas				
Desenvolva um sistema de intercâmbio interno (inter-laboratorial, inter-departamental, entre laboratório e produção, e entre filiais).				
Participe de programas externos de bolsas de resíduos entre empresas.				

²⁴ CP: controle em processo

²⁵ ICP-MS: *Inductively Coupled Plasma* acoplado a *Mass Spectrometry*

ITENS / QUESITOS	S	N	N/A	OBSERVAÇÃO
6.2 Reciclagem de solventes e de metais				
Solventes sujos: remova impurezas grosseiras por filtração e, se possível, re-use o solvente após filtrado.				
De preferência, destile ou retifique o solvente na própria unidade.				
Se for mais viável, utilize um serviço prestado por terceiros que se dediquem à purificação e reciclagem de solventes.				
Identifique empresas interessadas em sucatas de metais, em suas diversas formas de apresentação (elementar, sais, organometálicos)				
7. Segregação de resíduos				
Mantenha resíduos perigosos separados dos não-perigosos				
Mantenha resíduos orgânicos separados de resíduos inorgânicos				
Organize separadamente os diferentes grupos de solvente (por exemplo solventes halogenados VERSUS não-halogenados)				
Utilize critérios de incompatibilidade no armazenamento, segregando inflamáveis, oxidantes, corrosivos (ácidos e álcalis).				
Reagentes sujeitos a risco severo de incêndio e explosão (metais pirofóricos, peróxidos, oxidantes e redutores fortes) devem ser guardados em depósitos especialmente projetados para tal fim.				
8. Estratégias gerenciais				
Constitua uma equipe de minimização de resíduos e desperdícios, com representantes de todos os laboratórios e das lideranças.				
Elabore uma Declaração de Compromisso com Minimização de Resíduos, alinhada com o programa corporativo da empresa.				
Promova a realização de auditorias regulares de resíduos e desperdícios em todos os laboratórios / departamentos				
Crie um programa de sugestão específico para apresentação de idéias de prevenção à poluição e redução de resíduos.				
Ministre ciclos de palestras de sensibilização/conscientização para todos os funcionários dos laboratórios e dos escritórios de documentação técnica a eles vinculados.				
Estabeleça metas específicas de redução (por exemplo: reduzir em 30% a quantidade de resíduos gerados anualmente)				

ITENS / QUESITOS	S	N	N/A	OBSERVAÇÃO
9. Implemente outras oportunidades de P2 e minimização de resíduos e desperdícios				
Faça manutenção de rotina nos equipamentos, linhas de utilidades, válvulas e instrumentos. Evite derramamentos e acidentes.				
Feche os circuitos de água de refrigeração de bombas de vácuo.				
Limpe periodicamente ou troque os filtros dos aparelhos de ar condicionado para reduzir o consumo energético e melhorar sua eficiência.				
Substitua as lâmpadas ineficientes por luminárias fluorescentes				
Separe do lixo comum as pilhas e baterias contendo metais pesados. Devolva ao fornecedor.				
Separe cartuchos de impressoras vazios para uma destinação ambientalmente correta (reciclagem / reuso).				
Envie as lâmpadas queimadas contendo mercúrio para descontaminação e reciclagem por terceiros licenciados pelo órgão ambiental para tal atividade.				
Implemente um programa de coleta seletiva de recicláveis.				

ANEXO 8

Tratamento de Esgotos na Bacia da Baía de Guanabara – Capacidade Instalada X Capacidade Utilizada

Estação de Tratamento	Capacidade Instalada (m ³ /s – Julho/2002)	Capacidade Utilizada (m ³ /s - Julho/2002)
Penha	1,5	1
Ilha do Governador	0,6	0,6
Alegria	5	1
Sarapuí	1,5 (*)	0,25
Pavuna	1,5 (*)	0,25
TOTAL	10,1	3,1

(*) a previsão para o futuro é expandir a capacidade instalada para 3m³/s (cada uma).

Fonte: todos os dados desta tabela foram obtidos informalmente, com um profissional participante de equipe técnica de uma das empresas integrantes do PDBG, que por motivos éticos prefere não ser identificado.