

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

**Sustentabilidade ambiental em pequenas empresas:
implementação interativa de produção mais limpa (p+l).
Estudo em uma empresa metal-mecânica do ramo automotivo.**

Marlúcio de Souza Borges

**Campinas
2005**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO.**

**Sustentabilidade ambiental em pequenas empresas:
implementação interativa de produção mais limpa (p+l).
Estudo em uma empresa metal-mecânica do ramo automotivo.**

Marlúcio de Souza Borges

Orientadora: Profa. Dra. Emilia Rutkowski

Dissertação de Mestrado
apresentada à Comissão de pós-
graduação da Faculdade de
Engenharia Civil, Arquitetura e
Urbanismo da Universidade
Estadual de Campinas, como parte
dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Engenharia
Civil, na área de concentração de
Saneamento e Ambiente.

**Campinas
2005**

Atento que esta é a versão definitiva da
dissertação/tese.

Prof. Dr. *[assinatura]*

Matricula 117013 - 10/04/07

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE -
UNICAMP

B644s Borges, Marlúcio de Souza
Sustentabilidade ambiental em pequenas
empresas: implementação interativa de produção
mais limpa (p+l) - estudo em uma empresa metal-
mecânica do ramo automotivo / Marlúcio de Souza
Borges.--Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Emilia Rutkowski.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual
de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil,
Arquitetura e Urbanismo.

1. Desenvolvimento sustentável. 2.
Desenvolvimento econômico - Aspectos
ambientais. 3. Indústrias – Aspectos ambientais -
Metodologia. 4. Poluição – Prevenção e controle.
5. Capital humano. I. Rutkowski, Emilia. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III.
Título.

Título em Inglês: Environmental sustainability in small enterprises:
interactive implementation of cleaner production – study in an automotive
section company.

Palavras-chave em Inglês: Sustainable development, Industries,
Environmental management; Pollution
prevention, Interactive methodology, Cleaner
production implementation program, Human
capital.

Área de concentração: Saneamento e ambiente

Titulação: Mestrado

Banca examinadora: Fernando Cardozo Fernandes Rei, Orlando Fontes
Lima Júnior, Marzely Gorges Farias.

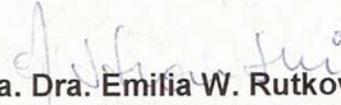
Data da defesa: 30/08/2005

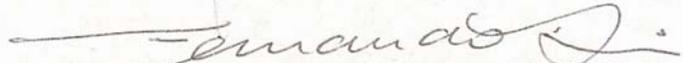
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

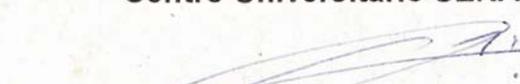
**Sustentabilidade ambiental em pequenas empresas:
implementação interativa de produção mais limpa (p+l).
Estudo em uma empresa metal-mecânica do ramo automotivo.**

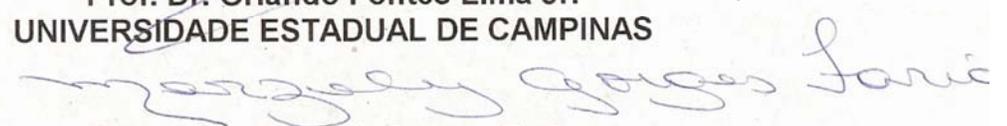
Marlúcio de Souza Borges

**Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída
por:**


Profa. Dra. Emilia W. Rutkowski
Presidente e Orientadora / UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS


Prof. Dr. Fernando Cardozo Fernandes Rei
Centro Universitário SENAC


Prof. Dr. Orlando Fontes Lima Jr.
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS


Profa. Dra. Marzely Gorges Faria
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Campinas, 30 de agosto de 2005

Dedicatória:

A meus pais, Elza e Sebastião de Souza Borges, pela inabalável força com que construíram e reconstruíram suas vidas e pelo modo como fizeram do amor, do trabalho e da fé chamas incessantes a iluminarem o meu caminho.

A meu avô, Celso Paiva (*in memoriam*), pelo seu exemplo de disciplina e de superação.

A minha amiga, Elizabeth Jordão (*in memoriam*), por sua grande história e por seu igual carinho.

A todos, almas iluminadas, dedico este trabalho com amorosa gratidão.

Agradecimentos:

Meus agradecimentos a:

Profa. Emilia Rutkowski pelo crédito e pela orientação construtiva.

Profs. Luis F. Nascimento, Marzely G. Faria e Orlando F. Lima pelo suporte preciso.

Fernando Rei pelo aconselhamento sempre objetivo e constante incentivo.

Luís Tadeu Furlan pela seriedade e dedicação nas empreitadas ambientais.

- ABN AMRO REAL: nas pessoas de Linda Murasawa e Victor H. Kamphorst por sua amizade e por se empenharem para fazer da sustentabilidade um sonho real.
- CIESP Campinas: nas pessoas de Francisco de Oliveira Lima Fo. e Luiz Alberto S. Souza e toda equipe da Casa pelo total respaldo institucional.
- Danival e Mariluce Alves com quem tive o privilégio de expandir a dimensão dos conceitos de caridade, conhecimento e responsabilidade.
- Er de Oliveira pelo apoio nas parcerias ambientais e pela valiosa amizade.
- Graziella Demantova e Verônica Sabatino pelo apoio técnico e pela doce amizade.
- ICAPE: nas pessoas de seu presidente Sr. Ulysses Luna e de Celso Páfaro, Regina Luna, Ricardo Vianna e Janaína Bisteni pela confiança e entusiasmo.
- Luciana e Lucimar Borges pelo amor e amparo incondicionais.
- Mesa Redonda Paulista de P+L: nas pessoas de Tânia Gasi e Elza Bastian pelo apoio ambiental e por me agradecerem com sua edificante amizade.
- Ricardo Freitas, amigo iluminado pela compreensão e dedicação infinitas.
- Sylvia Paschoal pelo conforto espiritual e pela sublime amizade.
- WABCO: nas pessoas de Werner Röhse por ter me ensinado germanica e pacientemente a importância do método e a Reynaldo C. Filho pelo tempo em que me foi um exemplo de como utilizá-lo.

Por último e não menos importante, meu agradecimento a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que a concretização deste trabalho fosse possível.

Na história, temos visto com freqüência, infelizmente, que o possível se torna impossível e podemos pressentir que as mais ricas possibilidades humanas permanecem ainda impossíveis de se realizar. Mas vimos também que o inesperado torna-se possível e se realiza; vimos com freqüência que o improvável se realiza mais que o provável; saibamos, então, esperar o inesperado e trabalhar para o improvável.

Edgar Morin

RESUMO

BORGES, Marlúcio de Souza. **Sustentabilidade ambiental em pequenas empresas: implementação interativa de produção mais limpa (p+l). Estudo em uma empresa metal-mecânica do ramo automotivo.** Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2005. Dissertação.

O ramo automotivo do segmento metal-mecânico é composto majoritariamente por pequenas empresas que estão expostas a uma exigência competitiva global: aprimorar seu padrão de qualidade ambiental. Todavia, ainda se observa, para estas empresas, uma discrepante participação na adoção de instrumentos voluntários de gestão ambiental quando comparadas, por exemplo, a grandes empresas. Dentre estes, a produção mais limpa (p+l) destaca-se como uma estratégia robusta de gestão ambiental corporativa por se estabelecer a partir de uma plataforma integrada e com foco na prevenção. Sob esta perspectiva, o presente trabalho propõe desenvolver e aplicar **uma metodologia interativa para implementação de p+l**; esta metodologia é composta por um programa de implementação de p+l, concebido e construído especialmente para o perfil de uma pequena empresa e por um conjunto de perguntas e respostas que se vinculam estruturalmente às fases e atividades deste programa e permite, desse modo, sua aplicação interativa valorizando o capital humano, o conhecimento e a linguagem neste segmento de empresas.

Palavras Chave: gestão ambiental corporativa, prevenção, metodologia interativa, capital humano, programa de implementação de produção mais limpa.

ABSTRACT

BORGES, Marlúcio de Souza. **Environmental sustainability in small enterprises: interactive implementation of cleaner production. Study in an automotive section company.** Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2005. Dissertation.

The Brazilian metals sector and, mainly its automotive section, is mostly composed by small enterprises which are exposed to a competitive global demand: permanently improve their environmental quality standard. However, for such enterprises, there is still a meaningful discrepancy in participation as far as self-regulatory environmental management instruments adoption is concerned when compared, for instance, to large companies. Amongst these instruments, the cleaner production stands out as a vigorous environmental management approach based on an integrated platform with a preventive focus. Under this point of view, this study proposes to develop and to apply an interactive cleaner production implementation methodology. This methodology is built by a cleaner production implementation program, especially conceived and created for the small enterprises profile and by a set of questions and answers structurally connected to the phases and activities of such program allowing its interactive implementation as well as increasing value for the human capital, the knowledge and the language in small enterprises.

Key-words: environmental management, prevention, interactive methodology, human capital, cleaner production implementation program.

Sumário

Resumo	vii
Abstract	viii
Lista de figuras	xi
Lista de tabela.....	xiii
Lista de abreviaturas e símbolos	xiv
1 Introdução	1
2 Objetivos	7
2.1 Objetivo geral	7
2.2 Objetivos específicos.....	7
3 Revisão bibliográfica	9
3.1 A sustentabilidade ambiental sob a perspectiva empresarial: visão geral	9
3.2 A metalurgia: breve histórico.....	17
3.3 O segmento produtivo metal-mecânico	20
3.4 Pequena empresa(PE): critério de classificação	23
3.5 A produção mais limpa :contextualização e conceito	26
3.6 A produção mais limpa e as pequenas empresas.....	31
4 Metodologia.....	35
4.1 Definição da estrutura do programa.....	56
4.2 Definição da sistemática de aplicação do programa: listagens.....	62
4.2.1 Escolha do tipo de listagem: verificação descritiva (<i>checklist</i>).....	64
4.2.2 Critérios de elaboração do <i>checklist</i>	69
4.3 Aplicação do programa.....	75
4.3.1 Fase 1: Reconhecimento do estado presente da empresa.....	75
4.3.2 Fase 2: Planejamento e Organização.....	77
4.3.3 Fase 3: Avaliação.....	83
4.3.4 Fase 4: Estudo de viabilidade e priorização.....	102
4.3.5 Fase 5: Implementação e continuidade.....	110
4.4 Seleção da empresa.....	116
4.4.1 A empresa: descrição geral.....	116
4.4.2 Os processos:descrição geral.....	117
5 Resultados.....	119
6 Avaliação e comentários finais.....	137

Sumário

7	Anexos	143
8	Referências bibliográficas.....	155
9	Bibliografia recomendada.....	163
10	Sites visitados e recomendados.....	164

LISTA DE FIGURAS

Título	Página
Figura 3.1 Síntese de princípios da Carta Empresarial para Desenvolvimento Sustentável (ICC).....	11
Figura 3.2 Atuação responsável: princípios diretivos	12
Figura 3.3 Número de empresas certificadas ISO 14001 no Brasil (99-04).....	15
Figura 3.4 Percentual de empresas certificadas ISO 14001 por setor no Brasil (2004).....	16
Figura 3.5 Elementos essenciais da produção mais limpa.....	29
Figura 3.6 As três questões fundamentais da gestão ambiental	33
Figura 4.1 Proposta para implementação de minimização de resíduos (EPA, 1988)..	37
Figura 4.2 Programa de prevenção à poluição segundo FPPG (EPA, 1992).....	40
Figura 4.3 Programa de produção mais limpa: fases (UNEP).....	42
Figura 4.4 Ciclo de desenvolvimento da política de produção mais limpa (UNIDO)....	46
Figura 4.5 Esquema básico para um projeto de produção mais limpa: (UNIDO, 2002).....	47
Figura 4.6 Implementação de programa de prevenção de resíduos na fonte e economia de água e energia: Fundação Vanzolini, USP.....	48
Figura 4.7 Metodologia de programa de prevenção à poluição: CETESB.....	49
Figura 4.8 Rotina para implementação de produção mais limpa segundo UFRGS.....	51
Figura 4.9 Metodologia de implantação de produção mais limpa: CEBDS.....	53
Figura 4.10 Metodologia de implantação de produção mais limpa para micro e pequena empresa: SEBRAE.....	54

LISTA DE FIGURAS (cont.)

Título	Página
Figura 4.11 Estrutura final proposta para implementação de programa de produção mais limpa.....	61
Figura 4.12 O papel do conhecimento em um processo produtivo.....	63
Figura 4.13 O resíduo como produto de valor econômico negativo.....	84
Figura 4.14 Exemplo de um fluxograma qualitativo global: empresa.....	85
Figura 4.15 Exemplo de fluxograma qualitativo intermediário: etapas do processo.....	86
Figura 4.16 Da prevenção ao fim-de-tubo: identificando operações.....	96
Figura 4.17 O que fazer com os resíduos: análise e seleção de oportunidades p+l	98
Figura 4.18 Elementos a serem considerados na geração e seleção de opções p+l	99
Figura 5.1 Equipe p+l ICAPE Valinhos.....	122
Figura 5.2 Texto da Declaração de Intenções ICAPE Valinhos.....	123
Figura 5.3 Ações prioritárias, objetivos e metas p+l ICAPE Valinhos.....	124
Figura 5.4 Cronograma para implementação de programa de p+l ICAPE Valinhos...	125
Figura 5.5 Fluxograma do eixo A322.....	127
Figura 5.6 Acompanhamento do consumo de energia elétrica x peças (total).....	130

LISTA DE TABELAS

Título	Página
Tabela 3.1 Evolução histórica da metalurgia: do cobre ao aço	20
Tabela 3.2 Segmento Metal Mecânico: principais processos e características	22
Tabela 4.1 Questionário <i>checklist</i> para avaliação de projetos industriais:	67
Inglaterra 1976	
Tabela 4.2 Critérios adotados para o <i>checklist</i> : resumo	72
Tabela 4.3 <i>Checklist</i> completo para implementação de programa de p+l	73
Tabela 4.4 Avaliação global de principais produtos.....	87
Tabela 4.5 Avaliação global de resíduos, emissões e efluentes.....	87
Tabela 4.6 Avaliação global de matérias-primas e insumos.....	88
Tabela 4.7 Avaliação global de matérias-primas, insumos, energia e resíduos.....	88
Tabela 4.8 Balanço de Material e Energia em setor de usinagem de empresa metal-mecânica (exemplo).....	93
Tabela 5.1 Avaliação intermediária dos principais produtos.....	128
Tabela 5.2 Avaliação intermediária dos principais resíduos, emissões e efluentes..	128
Tabela 5.3 Avaliação específica do custo de matéria-prima e resíduos: operação serrar (eixo A322).....	129
Tabela 5.4 Balanço de Material e Energia (Fev./05).....	129
Tabela 5.5 Balanço de Material e Energia (Fev.–Jul./05).....	132
Tabela 5.6 Balanço de Material e Energia (Fev.-Jul. /05) (cont.).....	133
Tabela 5.7 Resultados preliminares de implantação de p+l com <i>checklist</i>	135

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CIESP	Centro das Indústrias do Estado de São Paulo
CIMM	Centro de Informação Metal-Mecânica
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
DCBR	DaimlerChrysler do Brasil
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia
ONU	Organização das Nações Unidas
RMAI	Revista Meio Ambiente Industrial
RMC	Região Metropolitana de Campinas
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
ACEL	<i>Australian Center for Environmental Law</i>
BCSD	<i>Business Council for Sustainable Development</i>
CECP	<i>Centre of Excellence in Cleaner Production</i>
CP	<i>Cleaner Production</i>
CCPA	<i>Canadian Chemical Producers Association</i>
EEA	<i>European Environment Agency</i>
EMAS	<i>Eco-Management and Audit Scheme</i>
EMS	<i>Environment Management System</i>
ICC	<i>International Commerce Chamber</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
OECD	<i>Organization for Economic Co-operation and Development</i>
TC	<i>Technical Committee</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
UNIDO	<i>United Nations Industrial Development Organization</i>
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>

1. INTRODUÇÃO:

A queda e ascensão de setores industriais tem sido a tônica do desenvolvimento industrial. A questão para os negócios, governo e o resto da sociedade é se eles poderão superar um passado relutante e fazer escolhas positivas visando a mudanças estruturais para melhorar o desempenho ambiental combinado a investimentos em capital humano e desenvolvimento de tecnologia.

(ROBINS, TRISOGLIO, 1992)¹

A sociedade moderna é extremamente dependente dos metais. Em transportes, estruturas, utensílios domésticos e ferramentas, são usados grandes quantidades de ferro fundido e aço. Em quase todas as aplicações elétricas é utilizado cobre. À nossa volta observa-se uma crescente utilização de alumínio e de outros metais leves, como titânio e zircônio (os chamados metais da idade espacial).

A classificação convencionalmente adotada pelos que estudam as transformações tecnológicas, segundo setores de atividades, cria uma artificial dissociação entre parte da chamada indústria metal-mecânica e a indústria automobilística. É que o setor de autopeças, correntemente analisado em conjunto com a produção de bens de capital tem, na verdade, a sua dinâmica fortemente subordinada às transformações do setor automotriz (CASTRO, 1993).

A estratégia do “carro mundial” forçou uma padronização das peças e componentes, levados a se tornarem perfeitamente intercambiáveis; para tanto, deveriam ser produzidos segundo fortes requerimentos de precisão e equiparação

¹ ROBINS, N.; TRISOGLIO, A. “Restructuring Industry for Sustainable Development” em HOLMBERG, J. “Policies for a small planet”. London, 1992. (Tradução nossa).

internacional de formas, rendimento e custos. Ademais, a estratégia mercadológica de criar demanda interna através de freqüentes inovações de modelos foi também propulsora do desenvolvimento tecnológico das plantas produtoras de autopeças, na busca de qualidade e competitividade, inclusive nos mercados internacionais.

Fato é que as montadoras de automóveis, bem como outras empresas com alto conteúdo tecnológico embutido em seus produtos, tendem a exigir, cada vez mais, alto grau de qualidade de manufatura e ambiental (NASCIMENTO, LEMOS, HIWATASHI, 1997).

O setor metal-mecânico, mesmo apoiando-se em uma classificação de base ampla na qual se incluem todas as empresas de transformação e de prestação de serviços, é onde se verifica de maneira mais evidente a interdependência tecnológica entre as montadoras de veículos e fornecedores de autopeças, assim como a conseqüente propagação das ondas de renovação técnico-organizacional². A participação atual de mais de 50% das montadoras nas vendas de fabricantes de autopeças ratificam essa relação. Concomitantemente, o peso de participação do mercado externo nas vendas do setor de autopeças é mais que o dobro do observado no final da década de oitenta³.

Pode-se inferir então, que a necessidade de atendimento a requisitos e padrões internacionais de qualidade ambiental no processo produtivo, objetivamente explicitado nas exigências das montadoras por certificações ambientais de seus fornecedores, transforma-se em força indutora para inclusão do gerenciamento da variável ambiental no segmento metal-mecânico.

² Notadamente quando temos em conta que, segundo dados de 1987, 58,0% da produção do setor de autopeças era destinado às montadoras de veículos (contra 27,0% para reposição, 11,5% para exportação e um resíduo de 3,5% para outros fabricantes). É certo que havia uma tendência declinante no peso das montadoras, que entre 77 e 87 reduziram em 20% a sua participação nas vendas dos fabricantes de autopeças, enquanto que a produção de peças para exportação crescia em 270% passando de 3,5% para 11,5% (DIEESE, 1988).

³ Em 2004, a participação das montadoras nas vendas dos fabricantes de autopeças é de 52%. Contudo, é na participação dos segmentos de exportação (28%) e de reposição (14%), que se verifica a grande inversão de posição quando comparada à situação identificada em 1987 (SINDIPEÇAS, 2004).

A intensidade de crescimento do número de empresas certificadas, ISO 14001, no Brasil é um indicativo que corrobora essa tendência. Este número salta de 100 empresas em 1999, para 1500 em 2004, sendo os setores automotivo e químico, os mais representativos em volume de empresas certificadas (RMAI, 2004)⁴. Todavia, em âmbito nacional, a análise desses dados permite verificar que o percentual de certificação ISO 14001 está majoritariamente concentrado nas empresas de grande porte.

Campinas, como o segundo centro econômico do Estado de São Paulo e o sétimo PIB do país, reproduz essa realidade. Uma análise regional, considerando-se as empresas associadas ao Centro das Indústrias do Estado de São Paulo - CIESP, regional Campinas, constata que a distribuição do número de empresas certificada ISO 14001, por porte e segmento, está concentrada nas grandes empresas pertencentes a segmentos tradicionalmente exportadores ou multinacionais. Nas pequenas empresas (PEs)⁵ a força de adesão do processo de certificação é expressivamente menor. Dentre as 463 empresas associadas, apenas 2% das PEs eram certificadas, face a 8% das médias e 27% das grandes (CIESP, 2004). Constatação preocupante, pois as PEs desempenham um papel importante para as intensas relações intersetoriais na cadeia produtiva do setor metal-mecânico. No quadro de associados do CIESP Campinas, as PEs representavam, em outubro de 2004, mais de 50% do número de associados.

Por outro lado, as previsões de mercado atuais indicam uma expansão do setor. Impulsionada principalmente pela exportação, a indústria automobilística teve um bom desempenho em 2004 e registrou um crescimento de produção de 20,7% em relação a 2003, chegando à marca 2,21 milhões de unidades montadas (ANFAVEA, 2004). Para 2005, embora a previsão seja ainda de crescimento, já há indícios de

⁴ Vale registrar que, consideradas somente as empresas certificadas por organizações credenciadas em Sistemas de Gestão Ambiental pelo Inmetro, esse número é de 1027 empresas 2004. Disponível em: <www.inmetro.gov.br> .

⁵ A abreviatura PE será empregada a partir deste ponto para indicar pequena empresa e, PEs para indicar seu plural.

problemas com matérias-primas, principalmente o aço, que podem comprometer a cadeia de suprimentos (SUPRIMENTOS ..., 2005).

Desse modo, se por um lado esse cenário aponta para um favorecimento às PEs dadas a sua maior eficiência técnica e organizacional frente às mudanças decorrentes de variáveis exógenas (SENGENBERGER et al., 1991 apud MOTTA, 2000), por outro, expõe um descompasso quanto à sua capacidade de adoção dos instrumentos formalizados de gestão ambiental para atender às demandas locais e internacionais de qualidade ambiental no processo produtivo. Hillary (2004) cita que o peso da carência de recursos humanos aumenta à medida que o porte da empresa diminui, sendo esse um dos fatores primordiais na dificuldade de implementação e manutenção de sistemas de gestão ambiental pelas PEs. Ressalta ainda, ser a carência de recursos humanos e não a de recursos financeiros, o fator preponderante que concorre para tal situação.

Assim, mesmo em um segmento como o metal-mecânico, que reúne características conjunturais para demandar a sistematização da gestão ambiental em sua cadeia produtiva, evidencia-se uma dificuldade de internalização da variável ambiental pelas PEs, através dos instrumentos de gestão formalmente estabelecidos. Reconhecer a gestão ambiental como uma de suas mais altas prioridades e como fator determinante para o desenvolvimento sustentável, é o que conclama às empresas, o Cap. 30 da AGENDA 21⁶ dedicado à Indústria e Comércio (BARBIERI, 2003). Nesse capítulo, são estabelecidas duas áreas-programa como prioritárias: a promoção da **produção mais limpa** e a promoção da responsabilidade empresarial. A primeira, objetiva o aumento da eficiência na utilização de recursos preconizando a redução de geração de resíduos por unidade produzida e será a estratégia ambiental motriz deste trabalho. A segunda, objetiva estimular o conceito de vigilância no manejo e utilização

⁶ A Agenda 21, produzida durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) no Rio de Janeiro em 1992 e transformada em Programa 21 pela ONU (Organização das Nações Unidas), é um plano de ação consolidado em diversos relatórios, tratados, protocolos e outros documentos elaborados durante décadas na esfera desta Organização.

dos recursos e aumentar o número de empresários, cujas empresas apóiem e implementem políticas de desenvolvimento sustentável.

Embora inúmeras iniciativas de **produção mais limpa** tenham sido já lançadas e implementadas em todos os tipos de indústria, através de diversos programas, abordagens metodológicas e de ferramentas para desenvolver e implementar a visão de processos, produtos e serviços mais limpos (BAUMHAKEL et al., 1997; FRESNER, 1998; VAN BERKEL, 1996 apud FRESNER, 2004), muitas barreiras têm inibido a difusão da **produção mais limpa** nas pequenas e médias empresas, em particular.

No contexto exposto, o presente trabalho pretende desenvolver e aplicar um instrumento de implementação de programas de **produção mais limpa** para as pequenas empresas do setor metal-mecânico.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

A relativa contribuição dos pequenos e médios empreendimentos ao impacto ambiental total da indústria é desconhecida, mas é certamente considerável dada sua contribuição na produção total. Portanto, deve-se considerar que a contribuição futura destes empreendimentos na melhora da ecoeficiência para a sociedade, tendo em vista seu papel de liderança em inovação e flexibilidade será igualmente substancial.

(JIMÉNEZ-BELTRÁN, 1998)⁷

Propor a implementação interativa de **produção mais limpa** como uma ferramenta de gestão ambiental adequada às PEs do setor metal-mecânico.

2.2 Objetivos específicos:

- contextualizar os principais programas de **produção mais limpa**;
- formatar a estrutura de um programa de **produção mais limpa** para as PEs;
- implantar a interatividade como instrumento de fomento à implementação de **produção mais limpa** em PEs;

⁷ JIMÉNEZ-BELTRÁN, D. "Environmental Management tools for SMEs: A Handbook". Copenhagen: European Environment Agency, 1998. (Tradução nossa).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A sustentabilidade ambiental corporativa: uma visão geral

A indústria pode reforçar seu papel essencial na sociedade engajando-se firmemente na redução massiva de uso de matérias-primas e de geração de resíduos com o mesmo entusiasmo que conseguiu que a produtividade fosse aumentada, a qualidade melhorada e o *just-in-time* estabelecido. (PAULI, G.)⁸

Previamente à realização da Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU), marcada para 1992, o então secretário-geral Maurice Strong, no intuito de estimular o interesse e envolvimento do setor empresarial, solicita a formulação de uma perspectiva global sobre desenvolvimento sustentável sob o ponto de vista dos empresários. Quarenta e oito (48) empresários executivos de empresas de 28 países são convocados por Stephan Schmidheiny⁹ e fundam o BCSD- *Business Council for Sustainable Development*. A proposta do grupo é publicada no início de 1992, como livro-relatório “*Mudando o rumo: uma perspectiva empresarial global sobre desenvolvimento e meio ambiente*”. Conforme registra Almeida, F. (2002), “*Mudando o rumo*” traz a idéia de justiça econômica para as relações entre as empresas e os que estão a seu redor – acionistas, empregados, consumidores, vizinhos de bairro, de cidade, de país. São os *stakeholders*, ou partes interessadas – indivíduos, instituições,

⁸ PAULI, GUNTER. “Steering Business Toward Sustainability”. Tokyo: The United Nations University Press, 1995. (Tradução nossa): o termo “Materials” do texto original foi aqui traduzido como “Matérias-primas e resíduos” para se alinhar com o conceito do texto que se lhe antecede.

⁹ SCHMIDHEINY, STEPHAN: Industrial suíço, ex-presidente do *Business Council for Sustainable Development* (BCSD) e Consultor Principal de Comércio e Indústria junto à Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.

comunidades e outras empresas, que interagem com a empresa numa relação de influência mútua. É a percepção de que tudo afeta a todos de maneira cada vez mais intensa e com menos tempo de absorção – uma redefinição conceitual e pragmática do clássico processo de desenvolvimento consumidor de recursos naturais.

Para promover a mudança de rumo, sugere uma combinação de comando-e - controle (as regulações estatais); auto-regulação, definida como “as iniciativas tomadas pelas companhias ou setores da indústria para regularem a si próprios, através, por exemplo, de padrões, de monitoramento e metas de redução de poluição”; e instrumentos econômicos, pelos quais os governos podem intervir no mercado utilizando-se de mecanismos como imposto sobre poluição, licença de poluição negociáveis e outros. Ao citar a auto-regulação como iniciativa a ser adotada pelo setor empresarial, esse documento já evidenciava uma revisão de posicionamento do setor empresarial no contexto de sustentabilidade. As posteriores recomendações, os tratados internacionais e as declarações de princípios aprovados antes e durante a realização da CNUMAD em 1992, dentre estes a Agenda 21, apontam para a necessidade de uma ampla revisão das ações humanas com vistas a conceber novas teorias e práticas capazes de proporcionar um desenvolvimento com equidade e compatível com a capacidade limitada dos recursos da Terra (BARBIERI, 2003). A Agenda reconhece ainda que muitas empresas e suas entidades estão buscando de *motu próprio* instrumentos de gestão empresarial que incorporem os conceitos de tecnologia ambientalmente saudáveis.

O programa implementado pela 3M, *Pollution Prevention Pays* (3Ps) é um exemplo bem sucedido de iniciativa baseada na introdução de produção mais limpa. Dados de Geffen (1995) *apud* Barbieri (2003), mostram que este Programa, cujo início data de meados da década de 70, já realizou mais de 3.000 projetos de prevenção da poluição, contribuindo para reduzir a emissão de 120 mil toneladas de poluentes atmosféricos, cerca de 4 bilhões de litros de efluentes líquidos e mais de 400 mil toneladas de resíduos sólidos e economizando US\$ 540 milhões em custos operacionais. A expressividade dos resultados do 3Ps e a data em que foi realizado, consagram o programa como um marco inicial das práticas de produção mais limpa.

A Agenda 21 cita ainda dois exemplos, como iniciativas a serem seguidas: a Carta Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, também conhecida como Carta de Rotterdam e o Programa de Atuação Responsável (*Responsible Care*) da indústria química (Cap. 30; item 30.8).

A Carta Empresarial, cujos princípios estão apresentados de modo sintetizado na Fig. 3.1, é uma iniciativa de auto-regulamentação e foi elaborada em 1990, pela ICC - Câmara de Comércio Internacional. Cerca de 2.300 empresas de vários países já aderiram à Carta da ICC, subscrevendo seus termos e adotando seus 16 princípios que se enquadram dentro da postura típica da prevenção da poluição (BARBIERI, 2003). O princípio 10 consolida, de modo específico, esta postura.

Figura 3.1 Síntese de princípios da Carta Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável (ICC)

- 1- Considerar a gestão ambiental como uma prioridade corporativa.
- 2- Gerenciamento Integrado.
- 3- Processo de aperfeiçoamento contínuo.
- 4- Educação dos empregados.
- 5- Avaliação prévia dos impactos antes de implementar qualquer atividade.
- 6- Desenvolver e prover produtos e serviços seguros que não provoquem impactos ambientais indevidos.
- 7- Orientação aos usuários.
- 8- Desenvolver e projetar instalações e operações que usem energia e materiais de modo eficiente e minimizem os impactos ambientais e a geração de resíduos.
- 9- Promover e apoiar pesquisas sobre impactos ambientais de produtos, processos matérias-primas, resíduos, etc.
- 10- Adotar uma abordagem preventiva (grifo nosso).**
- 11- Promover a aplicação desses princípios entre empreiteiros e fornecedores.
- 12- Elaborar planos de emergência onde existam riscos potenciais significativos.
- 13- Contribuir para a transferência de tecnologias ambientalmente saudáveis.
- 14- Contribuir para o esforço comum.
- 15- Manter aberto o diálogo com os empregados e o público em geral.

16- Medir o desempenho ambiental; realizar auditorias ambientais regularmente; atender às normas legais e divulgar informações apropriadas ao conselho de diretores, empregados, acionistas, autoridades e público em geral.

Fonte: BARBIERI, 2003.

O Programa de Atuação Responsável foi criado no Canadá, em meados da década de 80, por empresas do setor químico ligadas à *CCPA - Canadian Chemical Producers Association*. Este programa, já implantado em 46 países, pretende ser um instrumento eficaz para direcionar o gerenciamento ambiental, de saúde e de segurança das instalações, dos processos e dos produtos por parte das indústrias químicas e ao longo da cadeia produtiva.

No Brasil, a ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química, criou, em 1992, o programa Atuação Responsável tomando por base o canadense. Conforme cita Barbieri (2003), este programa baseia-se em 6 grandes pilares, a saber: princípios diretivos; códigos de práticas gerenciais; comissões de lideranças executivas; conselhos comunitários consultivos; avaliação de progresso; e difusão na cadeia produtiva (Fig. 3.2). Vale registrar a alta prioridade dada à incorporação do gerenciamento ambiental na busca da excelência (Princípio § 1) e a diretiva de se buscar continuamente a redução na geração de resíduos, efluentes e emissões para o ambiente (Princípio § 7).

Figura 3.2 Atuação Responsável: Princípios Diretivos

- 1- Assumir o gerenciamento ambiental como expressão de alta prioridade empresarial, através de um processo de melhoria contínua em busca da excelência (grifo nosso).**
- 2- Promover, em todos os níveis hierárquicos, o senso de responsabilidade individual com relação ao meio ambiente, segurança e saúde ocupacional, bem como o senso de prevenção de todas as fontes potenciais de risco

associadas as suas operações, produtos e locais de trabalho.

- 3- Ouvir e responder às preocupações da comunidade sobre seus produtos e as suas operações.
- 4- Colaborar com órgãos governamentais e não-governamentais na elaboração e aperfeiçoamento de legislação adequada à salva-guarda da comunidade, locais de trabalho e meio ambiente.
- 5- Promover a pesquisa e o desenvolvimento de novos processos e produtos ambientalmente compatíveis.
- 6- Avaliar previamente o impacto ambiental de novas atividades, processos e produtos e monitorar os efeitos ambientais de suas operações.
- 7- **Buscar continuamente a redução de resíduos, efluentes e emissões para os ambientes oriundos de suas operações (grifo nosso).**
- 8- Cooperar para a solução dos impactos negativos ao meio ambiente decorrente da disposição de produtos ocorrida no passado.
- 9- Transmitir às autoridades, aos funcionários, aos clientes e à comunidade informações adequadas quanto aos riscos à saúde, à segurança e ao meio ambiente de seus produtos e operações e recomendar medidas de proteção e de emergência.
- 10- Orientar fornecedores, transportadores, distribuidores, consumidores e o público que transportem, usem, armazenem, reciclem e descartem os seus produtos com segurança.
- 11- Exigir que os contratados, trabalhando nas instalações da empresa, obedeçam aos padrões adotados pela contratante em matéria de segurança, saúde ocupacional e meio ambiente.
- 12- Promover os princípios e práticas da *atuação responsável*, compartilhando experiências e oferecendo assistência a outras empresas para produção, manuseio, transporte, uso e disposição de produtos.

Fonte: ABIQUIM, Termos de Adesão ao Programa de Atuação Responsável.

Abordagens mais racionais, objetivas e sistêmicas dos problemas causados pela poluição e pelos impactos das atividades humanas sobre o ambiente (VALLE,

1996) passam a denotar, de modo progressivo, o olhar e a atuação mais efetivos à questão ambiental.

Com intuito de uniformizar as ações que deveriam ser tomadas sob essa nova ótica, a ISO – Organização Internacional para a Normalização¹⁰- estabeleceu em 1993, o TC - *Technical Committee* 207, Comitê Técnico 207, para se dedicar ao desenvolvimento de normas ambientais internacionais uniformes e que viriam a constituir a série ISO 14000. As primeiras normas aprovadas, 14001 e 14004 (Sistema de Gestão Ambiental), foram publicadas internacionalmente em 1996¹¹.

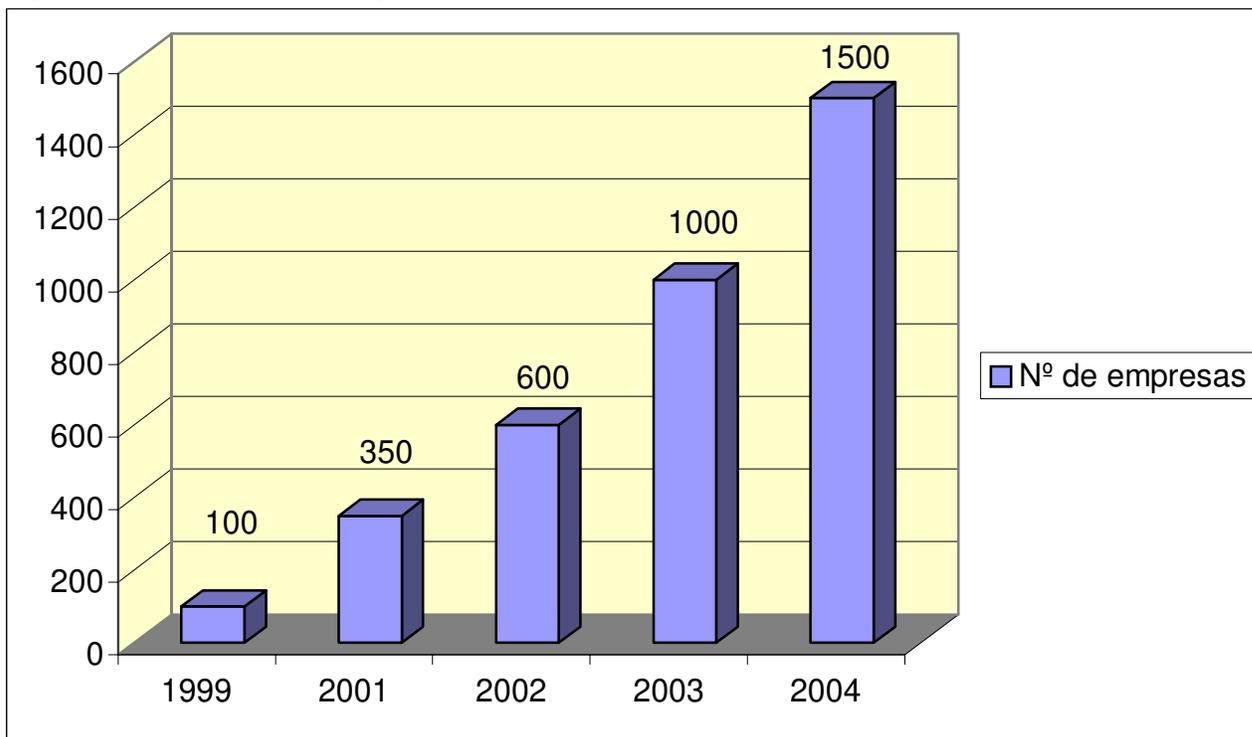
Vale registrar que, tanto a Carta da ICC, como a Declaração do Rio de Janeiro sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente são citadas expressamente na Norma 14004 como exemplos de princípios gerais, que podem ser utilizados para orientar a elaboração de políticas ambientais empresariais.

À medida que a ISO 14.000 fornece ferramentas e estabelece um padrão de Sistema de Gestão Ambiental, com vistas à melhoria contínua do processo produtivo em empresas de qualquer porte ou ramo de atividade, a adoção de certificação por uma empresa acaba por se tornar uma etapa indicativa para o mercado do estágio de incorporação da variável ambiental em seus negócios. No Brasil observa-se um acelerado processo de certificação de empresas pela série ISO 14.000. A Fig. 3.3 mostra a evolução no número de empresas certificadas no período de 1999 a 2004, ano em que o País alcançou a marca de 1500 empresas certificadas (RMAI,2004).

¹⁰ *International Organization for Standardization*, organismo mundial constituído em 1947, que tem a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – como um de seus membros fundadores. A ISO é uma organização não governamental e conta com mais de 100 membros, representando cada um seu país de origem (VALLE, 1996).

¹¹ Ainda em 1996, foram publicadas as normas 14010, 14011 e 14012 relativas à auditoria ambiental. Posteriormente foram publicadas normas relacionadas à avaliação do ciclo de vida (14040), rotulagem ambiental (14020) e de Termos e Definições (14050). No Brasil, o CB-38 - Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental – da ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas - tem como missão produzir e disseminar normas brasileiras relacionadas à gestão ambiental, considerando o contexto internacional. O CB-38 acompanha e analisa os trabalhos desenvolvidos pelo ISO/TC 207, no sentido de avaliar impactos das normas nas organizações brasileiras, procurando levar em conta a especificidade da atividade produtiva brasileira. O Comitê é a iniciativa de algumas empresas, associações e representantes de segmentos econômicos e técnicos do País.

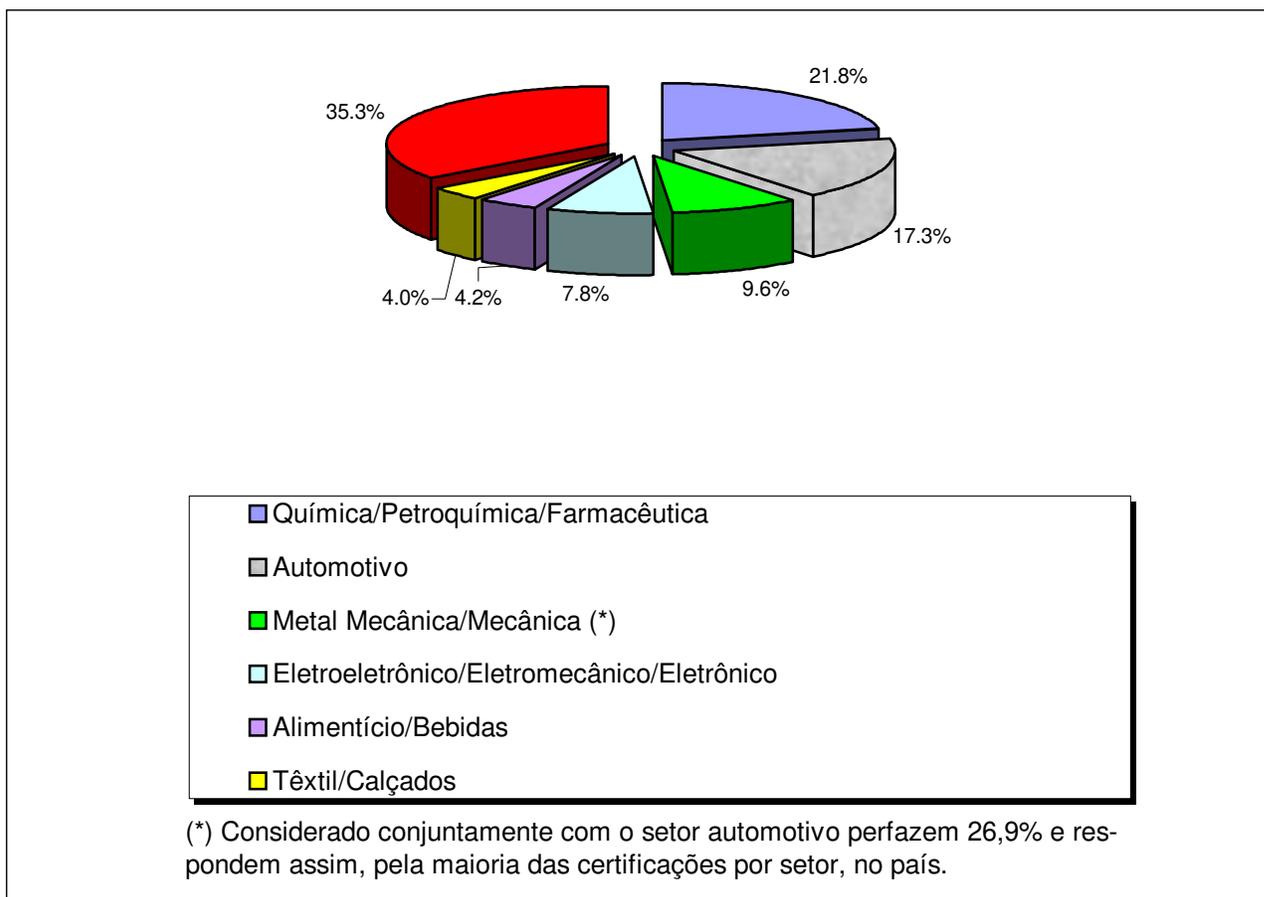
Figura 3.3 Número de empresas certificadas ISO 14.001 no Brasil (1999 – 2004)



Fonte: RMAI

A Figura 3.4, apresenta a distribuição de empresas certificadas por ramo de atividade. A maior concentração nos setores químico, automotivo, metal mecânico (considerados separadamente nesta análise), eletrônico e de papel e celulose, destacadamente, ratificam o comentário de Almeida, Cavalcanti e Mello (2000), segundo o qual, as empresas exportadoras de recursos naturais ou de seus derivados e aquelas que usam energia intensivamente são as mais solicitadas às certificações ambientais.

Figura 3.4 Percentual de empresas certificadas ISO 14.001 por setor



Fonte: RMAI, 2004

De um modo geral, as iniciativas voluntárias de auto-regulação firmam-se como o estágio mais avançado no processo de se sistematizar esforços rumo à sustentabilidade no setor produtivo. Se por um lado, o conceito de excelência ambiental avalia a empresa não somente pelo seu desempenho produtivo e econômico mas também pelo seu desempenho ambiental e seus valores éticos, por outro, uma reconceituação do padrão de competitividade-qualidade no contexto de desenvolvimento sustentável passa a incorporar a gestão ambiental como uma vantagem competitiva e uma exigência de mercado.

Entretanto, tais iniciativas, sejam o Sistema de Gestão Ambiental – EMS (*Environmental Management System*) padrão ISO 14001 (de abrangência internacional) ou Eco-Gerenciamento e Esquema de Auditoria – EMAS (*Eco- Management and Audit Scheme*, aplicado à União Européia), não fornecem à organização, conforme Fresner (2004), ferramentas explícitas para entender e medir seus rejeitos, descargas e emissões, nem para identificar opções para prevenir a geração de resíduos e emissões.

É grande a variedade de resíduos e emissões geradas na fabricação e na prestação de serviços no setor metal-mecânico. Ressalta-se como causa, a significativa diversidade de processos e atividades envolvidas na fabricação de produtos metálicos (CECP, 2002). Não raro, tais operações se confrontam com sérias complicações ambientais e enfrentam o constante desafio de ter que satisfazer às demandas de um grupo muito diverso de partes interessadas (os *stakeholders*). Para entender a magnitude do setor, a importância sócio-econômica deste segmento produtivo assim como o papel da **produção mais limpa** no contexto de sustentabilidade das PEs do setor metal-mecânico faz se pertinente uma abordagem ainda que breve de como a metalurgia se firmou ao longo da evolução humana como atividade essencial a seu desenvolvimento.

3.2. A Metalurgia: breve histórico

“Todos os povos da Idade da Pedra Polida (Neolítico) tiveram um embrião de metalurgia. Mas isso não quer dizer que todos tenham tido, desde essa época, conhecimento das técnicas metalúrgicas” (DUCASSÉ,1962).

Ao se fazer uma distinção entre a era moderna e a era neolítica (Idade da Pedra), os arqueólogos tiveram necessidade de classificar os estágios de desenvolvimento das civilizações em Idade do Cobre, do Bronze e do Ferro. Os povos que melhor dominavam as técnicas de processamento e extração de metais, foram os que se suplantaram e se destacaram dos outros, tanto a nível de melhores condições de vida, como em vitórias nas batalhas, dando assim origem aos grandes impérios. Talvez, o primeiro metal tenha surgido, quando pedras de minério de ferro que circundavam fogueiras para aquecer as cavernas do Período Neolítico, foram reduzidas pelo calor e em contato com a madeira carbonizada. Provavelmente, o homem primitivo usou, para seus artefatos, pedaços de meteoritos recolhidos pelas tribos seminômades dos desertos da Ásia.

As propriedades do **cobre** fundido já eram conhecidas por diversas comunidades neolíticas, do sudeste da Europa e do oeste da Ásia antes de 5000 a.C.. Nessa época, porém, o cobre era simplesmente submetido ao fogo a céu aberto, o que o tornava apenas mais maleável. Entre 4000 e 3000 a.C., com a utilização de fornos fechados, o cobre pôde ser aquecido até o ponto de fusão, derretido, colocado em moldes de argila ou pedra e martelado até assumir qualquer forma desejada.

Descobriu-se, algum tempo depois, que o acréscimo de pequenas porções de estanho ao cobre criava uma liga metálica de propriedades muito superiores às do cobre puro. Surgiu então o **bronze**, utilizado em ferramentas que começaram a suplantam, lentamente, as de pedra e metais não fundidos.

A exploração de jazidas de **ferro** começou a ser feita com regularidade em torno de 1500 a.C., provavelmente no Oriente Médio, de onde o metal teria sido importado por assírios e egípcios. A primeira referência escrita sobre o metal consta de uma mensagem dirigida por um imperador hitita ao faraó Ramsés II, no século XIII a.C. Do primeiro milênio da era cristã em diante, o ferro difundiu-se por toda a bacia do Mediterrâneo. O primeiro artigo de ferro manufaturado, que data de 1350 a.C., era uma lâmina de punhal encontrada no túmulo do Faraó-Tutankhamon. Este punhal foi encontrado no local de maior importância e destaque do túmulo. O baixo teor de

carbono encontrado no ferro conferia-lhe uma grande resistência à corrosão, e por isso foram encontrados pregos, praticamente intactos, usados em navios Vikings que estavam enterrados há mais de 1000 anos.

Por volta de 400 a.C., os gregos desenvolveram um tratamento térmico denominado revenido, que consistia em aquecer o metal a uma temperatura conveniente tornando-o menos frágil. Com a sua aplicação melhorou a produção de pontas de lanças, chisels e espadas. Deste modo, o ferro tornou-se cada vez mais importante na vida do Homem e na sua Cultura.

“Entre os outros aperfeiçoamentos estavam o acréscimo de um fundente, como a pedra calcária, à mistura de minério e carvão, para absorver as impurezas do minério, a invenção das tenazes e marretas para trabalhar os tarugos de metal e a têmpera dos objetos de metal pelo seu aquecimento até à temperatura adequada com o esfriamento subsequente pelo mergulho na água”.(DE CAMP,1961)

Foi na Índia, que se deu início a produção de **aço**. Chamaram-lhe Aço Wootz (processo de carbonização conhecido pelos Egípcios antigos) e era obtido a partir da esponja de ferro produzida em um alto forno (séc. XIV). Como a temperatura atingida não permitia a fusão do ferro, esta esponja era trabalhada com um martelo para expelir os resíduos; em seguida, era colocada entre placas de madeira num cadinho o qual era isolado do ar, posto num forno e coberto de carvão vegetal, dando-se assim a absorção de carbono. Após algumas horas de aquecimento do cadinho o metal era forjado até adquirir a forma de barras. Atualmente, o aço é componente fundamental no setor metal –mecânico, notadamente para o setor automotivo. Para o objeto-exemplo do setor metal-mecânico que será utilizado no desenvolvimento da metodologia deste estudo, o aço será a matéria-prima base na confecção dos produtos fornecidos ao setor automobilístico.

A Tabela 3.1 apresenta de forma sintetizada a evolução da metalurgia sob o viés dos processos de transformação e utilização dos metais, do cobre ao aço, conforme a cronologia de sua descoberta.

Tabela 3.1 Evolução histórica da metalurgia: do cobre a aço

Metal / liga	Descobrimento	Processo de transformação/energia	Produto
Ferro (Fe)	Período Neolítico.	Pedras de minério reduzidas casualmente pelo calor das fogueiras.	Minério de ferro.
Cobre (Cu)	5000 a.C.	Submetido intencionalmente ao fogo a céu aberto.	Cobre maleável.
	4000 – 3000 a.C.	Fusão do cobre em fornos fechados, modelagem em argila e posterior martelagem.	Cobre moldável.
Bronze(Sn +Cu)	3000 - 1500 a.C.	Fusão do cobre com acréscimo de estanho.	Liga metálica superior ao Cu .
Ferro (Fe)	1500 a.C.	Exploração regular de jazidas de ferro	Fe trabalhável: artefatos.
	400 a.C.	Tratamento térmico (revenido).	Fe menos frágil: pontas de lanças.
Aço (Fe + C)	Séc. XIV	Esponja de ferro e carvão vegetal, aquecidos em alto forno e posterior forjamento.	Barras de aço Wootz.

Fonte: Adaptado de *Metal & História*, Infomet, 1998

3.3. O segmento produtivo metal-mecânico: descrição geral

“Os metais são os materiais mais empregados na construção mecânica” (CHIAVERINI, 1987).

Para o escopo desse trabalho, o segmento metal-mecânico será identificado por empresas metalúrgicas que fabricam produtos e/ou prestam serviços de montagem e manutenção industrial. Vários são os processos e as atividades que compõem esse segmento. A fundição, passando pela conformação mecânica, usinagem, tratamentos térmicos, tratamentos superficiais e soldagem são alguns dos processos representativos do setor. Contudo, cada um dos processos ainda é composto por diversas categorias de sub-processos, diferenciados entre si por características próprias de operação. Todas as etapas do processo de fabricação – operações de usinagem, limpeza das peças, tratamento de superfície e pintura, por exemplo, têm potencial de produzir resíduos, inclusive aqueles classificados como perigosos (CECP, 2002).

Descrever a gama de processos e operações do segmento metal-mecânico resultaria num material extenso, e ainda assim, sem a adequação ideal ao propósito deste trabalho. A Tabela 3.2 apresenta uma síntese dos principais processos (e sub-processos/operações, quando houver), que tipicamente compõem o setor metal-mecânico com sucinta descrição de cada um, além da indicação dos principais materiais/insumos utilizados na operação e os principais tipos de resíduos gerados. Pretende-se desse modo, facilitar a assimilação dos aspectos mais importantes do segmento no que se refere à utilização de materiais e insumos próprios a cada operação e seus respectivos resíduos e emissões gerados.

Tabela 3.2 Segmento metal-mecânico: principais processos e características

<p>Processos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Subprocessos (atividades) 	<p>Descrição</p>	<p>Principais materiais e insumos (matéria prima, exclusive)</p>	<p>Principais tipos de resíduos, emissões e efluentes.</p>
<p>Conformação Mecânica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • forjamento; • laminação; • trefilação; • extrusão; • conformação de chapas: (embutimento, estiramento, corte, dobramento). 	<p>Refere-se a processos que alteram a geometria do material através de deformação plástica, mantendo-se volume e massa. A conformação pode ser a frio, a morno e a quente, em função da temperatura e material utilizado. A classificação adotada levou em consideração o tipo de esforço deformatório, variação relativa da espessura da peça, o regime de operação e o propósito da deformação.</p>	<p>Óleo, rolos laminadores, energia elétrica;</p>	<p>Óleo usado, rolos laminadores para reafiar.</p>
<p>Usinagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • torneamento; • fresamento; • brochamento; • aplainamento; • furação; • retificação; 	<p>Neste processo, certa quantidade de material é removido com o auxílio de uma ferramenta de corte produzindo uma peça com formas e dimensões desejadas. A geração de resíduos (cavacos e óleo, principalmente) é observada no processo.</p>	<p>Óleos, solventes, fluídos de corte, solventes desengraxantes, água, energia.</p>	<p>resíduos ácidos e alcalinos; resíduos tóxicos de metal pesado(poeira e lodo); resíduos de solvente;</p>
<p>Tratamento térmico</p>	<p>Envolve operações de aquecimento e resfriamento em peças metálicas para alterar suas propriedades mecânicas, sua estrutura metálica e seu estado de <i>stress</i> residual.</p>	<p>Óleos refrigerantes, sais de cianeto, emulsões, energia elétrica</p>	<p>Resíduos alcalinos e ácidos, resíduos de cianeto, resíduo tóxico de metal pesado.</p>

Tratamento superficial e pintura	Os tratamentos de superfície abrangem a alteração da superfície através de transformação química ou aplicação de revestimentos, inclusive eliminação de camadas não desejadas.	Tintas, revestimentos, solventes de limpeza, soluções alcalinas de limpeza, verniz.	Resíduos alcalinos e ácidos, resíduos de tinta, resíduos de solvente, resíduos tóxicos.
Fundição	Processo que consiste em vaziar (despejar) metal líquido em um molde com a geometria desejada para a peça final. Podem ser classificados pelo tipo de molde e modelo e/ou pela força aplicada para preencher o molde com o metal líquido. A areia é o material de moldagem mais comum.	Pós metálicos ou cerâmicos, ligantes orgânicos, resinas termoplásticas, energia.	Areias contaminadas, emissões, escórias e espumas químicas
Soldagem	Operação que visa a união de duas ou mais peças, assegurando a continuidade das propriedades físicas e químicas.	Metais, energia.	Borras, escórias, fluxos impurificados.

Fonte: Adaptado de: CIMM (2005), CECP(2002), *An Industry Overview of Metal Manufacturing*, EPA (1996)

3.4. Pequena empresa: critério de classificação

Embora a maioria das iniciativas ambientais têm acontecido entre as grandes corporações multinacionais, a maioria da indústria é de pequena escala, freqüentemente com falta de recursos administrativos, tecnológicos e financeiros para agir. Talvez o grande obstáculo não seja a escala em si mas uma deficiência em se perceber a escala das mudanças necessárias para direcionar a indústria à sustentabilidade. (HOLMBERG, J., 1992)

Existem diversos métodos para a definição de PEs. Diferem-se entre si em função dos critérios adotados. Embora não seja o objetivo deste trabalho a discussão

desses critérios, faz-se pertinente descrever os princípios considerados para o delineamento de perfil das PEs e sua inserção no contexto ambiental estabelecido.

Os Estados Unidos foram o primeiro país a definir a pequena empresa, conforme Fillion (1996) apud Motta (2000). A primeira definição oficial e legal foi dada pelo *Selective Service Act*, de 1948, estabelecendo que, para uma entidade ser considerada como PE, deveria atender aos seguintes critérios:

- posição não dominante no comércio ou indústria da qual faz parte;
- número de seus empregados não superior a 500;
- possuída e operada independentemente.

Os critérios geralmente utilizados para classificação são quantitativos, qualitativos ou uma combinação de ambos (MOTTA, 2000). Os quantitativos, normalmente mais utilizados por serem de fácil acesso, são de ordem econômica e/ou contábil e determinam o porte da empresa através de indicadores como: número de funcionários, valor de faturamento, valor de mobilização de ativos, capital social, patrimônio líquido, lucro, etc.

O qualitativo, embora permita uma identificação mais real do porte da empresa é de mais complexa obtenção. Os indicadores analisados são de cunho gerencial e social e consideram: organização e administração, especialização dos cargos-chaves, dificuldade na obtenção financeira, condições de participação e domínio de mercado em termos de concorrência, produtos comercializados, aquisição de insumos e matérias-primas, nível tecnológico, independência de grupos e empresas.

A associação de ambos os critérios, qualitativo e quantitativo, parece permitir uma melhor classificação já que leva em conta os aspectos econômicos, características sociais e políticas da empresa assim como o ambiente em que atua. Todavia, o critério mais utilizado é o quantitativo devido a várias vantagens:

- permite a rápida determinação do porte da empresa;
- é fácil de ser coletado;
- permite o emprego de medidas de tendência de tempo;

- possibilita análises comparativas;
- é de uso corrente nos setores institucionais públicos e privados.

Conforme assinala ainda Motta (2000), a relação dos indicadores adotados para a classificação varia entre instituições governamentais e privadas. Para este trabalho, o indicador adotado será somente o número de funcionários da planta. Considerado o recorte das empresas associadas ao CIESP Campinas, o critério seguirá aquele adotado por FIESP/CIESP:

- micro empresa: 0 a 9 funcionários;
- pequena empresa: 10 a 99 funcionários;
- média empresa: 100 a 499 funcionários;
- grande empresa: 500 a mais funcionários.

Vale destacar o critério adotado por outras instituições cujos trabalhos foram também considerados neste estudo. Embora possam diferir no valor absoluto do indicador adotado como critério, as características essenciais à análise da PE, no contexto da implementação de produção mais limpa, notadamente a limitação de recursos humanos e financeiros, estão presentes em todas as classificações.

O Sebrae - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, adota um conceito amplo e diversificado para micro e pequena empresa em função da região, estado ou município em ela se encontra localizada, de seu porte econômico-financeiro, do ramo de negócio e da forma jurídica. Porém, para efeitos estatísticos, o Sebrae utiliza o critério de número de funcionários combinado com o setor em que a empresa atua (SEBRAE – NACIONAL, 1998 apud MOTTA, 2000). Desse modo, tem-se:

- Microempresas – na indústria com até 19 empregados e no comércio/serviços com até 09 empregados.
- Pequena empresa – na indústria de 20 a 99 empregados e no comércio/serviços de 10 até 49 empregados.
- Média empresa – na indústria de 100 a 499 empregados e no comércio/serviço de 50 a 99 empregados.
- Grande empresa – na indústria acima de 499 empregados e no comércio/serviços mais de 99 empregados.

O Estado de São Paulo utiliza o faturamento anual como indicador de classificação e adota a unidade UFESP (Unidade Fiscal do Estado de São Paulo), enquanto o BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social classifica o porte das empresas por sua receita anual bruta. O IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, também adota o número de pessoas ocupadas no setor.

Tamanha diversidade de critérios utilizados pelas instituições, principalmente pelas que regulamentam, tributam e financiam as PEs, acaba por se constituir em uma complicação adicional ao pequeno empreendedor.

Dessa forma, o critério quantitativo será adotado neste trabalho para delinear as PEs, não só por ser o critério majoritariamente assumido pelos autores e instituições, mas também, por representar facilidade de obtenção de dados estatísticos e de comparação com outros estudos semelhantes, preservando as características comuns a esse porte de empresas.

3.5. A produção mais limpa (p+l): contextualização e conceito

Una onza de prevención equivale a una libra de cura.

(BENJAMIN FRANKLIN)¹²

Na era pré-industrial os humanos eram parte do ecossistema natural; os animais eram caçados para alimentação ou vestimenta. Os dejetos eram reciclados por processo de deterioração natural. Itens minerais ou metálicos – desde blocos de

¹² Provérbio de Benjamin Franklin cuja abordagem que privilegia a ação preventiva em detrimento à corretiva tem sobrevivido nos últimos duzentos anos; aqui transcrito de “Prevención de la Contaminación en la Pequeña Y Mediana Indústria”. Santiago: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria e Ciencias Del Ambiente (CEPIS), 1995.

construção a armas, ferramentas ou moedas – eram usados e reusados por séculos ou mesmo por milênios.

A Revolução Industrial do Sec. XVIII mudou radicalmente essa situação. Nos tempos pré-industriais a única consequência realmente insustentável da atividade econômica humana era a perda irreversível de coberturas de florestas e de solo fértil em algumas regiões.

Desde a Revolução Industrial e a exploração em larga-escala de combustíveis fósseis, a lista de consequências ambientais insustentáveis cresceu muito:

- o aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera;
- a destruição da camada de ozônio na estratosfera;
- a acidificação do solo e de águas superficiais;
- o aumento de metais tóxicos em sedimentos e no solo;
- o aumento de resíduos radioativos;
- a acumulação de produtos químicos não-biodegradáveis no ambiente;
- a contaminação e exaustão de águas subterrâneas;
- a devastação de florestas tropicais, pântanos, biodiversidade. (AYRES, SIMONIS, 1994).

A própria noção de desenvolvimento sustentável que vem sendo utilizada como portadora de um novo projeto para a sociedade (BECKER, D., 2002) tem como uma de suas premissas fundamentais o reconhecimento da insustentabilidade. Esta noção surge da compreensão da finitude dos recursos naturais e das injustiças sociais, provocadas pelo modelo de desenvolvimento vigente na maioria dos países. Assim, se um olhar sobre os dois últimos séculos identifica a industrialização como um processo insustentável nos moldes como se implementou (AYRES e SIMONIS, 1994), uma análise das duas últimas décadas demonstra uma clara evolução na atitude geral de governos e da indústria no que diz respeito à proteção do meio ambiente (UNEP, 2001).

Priorizar a promoção da **produção mais limpa** para negócios e para a indústria constituiu-se uma diretriz estabelecida pela Agenda 21, no âmbito de atuação das Nações Unidas. Incentivar tecnologias e processos que utilizem os recursos naturais mais eficientemente e que produzam menos resíduos requer mecanismos que facilitem e encorajem a inovação, a competitividade e as iniciativas voluntárias que, por sua vez, gerariam opções mais eficientes e efetivas, conforme registra o documento *The Global Partnership for Environment and Development* (UN, 1993)¹³. Enfatiza ainda a necessidade de reduzir ou eliminar o uso ineficiente de recursos naturais, cujos resíduos provocam vários impactos sociais e ambientais negativos.

Por outro lado, estima-se que 70% de todos os resíduos e emissões dos processos industriais podem ser prevenidos na fonte pelo uso de procedimentos tecnicamente sadios e economicamente rentáveis (BAAS et al., 1992 apud NASCIMENTO, LEMOS, MELLO, 2002). A **produção mais limpa** apresenta-se como uma abordagem preventiva ao gerenciamento ambiental. Não se trata de uma definição científica ou legal a ser dissecada, analisada ou sujeita a disputas teóricas (tradução nossa), conforme registra a UNEP, 2001, é um termo amplo que se inter-relaciona conceitualmente com outros, tais como ecoeficiência, minimização de resíduos, prevenção à poluição, produtividade verde, ecologia industrial e metabolismo industrial.

UNEP e UNIDO, duas agências da ONU e principais estimuladoras da **produção mais limpa** a definem como “a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada a processos, produtos e serviços de modo a aumentar a eficiência e reduzir danos aos seres humanos e ao meio ambiente. A **produção mais limpa** pode ser aplicada a processos utilizados em quaisquer indústrias, aos produtos e aos serviços”.

Para *processos produtivos*, a **produção mais limpa** resulta da:

- conservação de matérias-primas, água e energia e/ ou;

¹³ Documento publicado pelas Nações Unidas após a Conferência para Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) no Rio de Janeiro em 1992 e que foi concebido e produzido como um guia pós-Rio: “*A Guide to Agenda 21 – Post Rio Edition*”.

- eliminação de materiais tóxicos e perigosos e/ou;
- redução na fonte da quantidade e toxicidade de todas as emissões e resíduos;

Para *produtos*, a **produção mais limpa** objetiva:

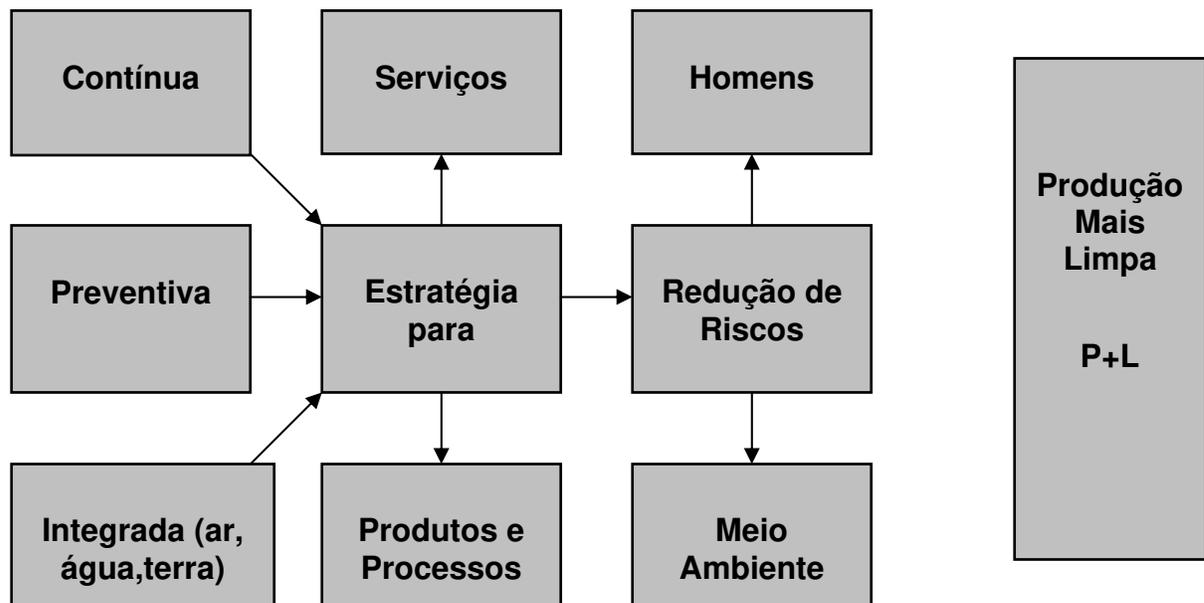
- reduzir os impactos ambientais, de saúde e segurança dos produtos ao longo de seus completos ciclos de vida, desde a extração da matéria prima, passando pela manufatura e uso até a disposição final do produto.

Para *serviços*, a **produção mais limpa** implica em:

- incorporar as preocupações ambientais no projeto e na entrega dos serviços¹⁴.

A Figura 3.5 mostra um esquema dos elementos essenciais da **produção mais limpa**.

Figura 3.5 Elementos essenciais da produção mais limpa (p+l)



Fonte: UNIDO/UNEP, 1995a, p.5 apud NASCIMENTO, 2000

Ainda segundo a interpretação da UNEP, **produção mais limpa** se refere a uma mentalidade sobre como bens e serviços podem ser produzidos com um mínimo

¹⁴ Texto original disponível em: www.uneptie.org/pc/cp/understanding_cp/home.htm : *Cleaner Production – Key Elements* (Tradução nossa).

de impacto ambiental, considerados os limites tecnológicos e econômicos. É, portanto, conforme assinalam Nascimento, Lemos e Mello (2002), fundamentada em mudança de atitude e aplicação do conhecimento e não só melhoria tecnológica, fatores que, quando reunidos, representam um diferencial desta estratégia, em relação a outras técnicas ligadas ao processo produtivo.

No Brasil, a Mesa Redonda Paulista de Produção mais Limpa, um fórum de participação aberta, criado em julho de 2002 por iniciativa do Governo do Estado de São Paulo através da Secretaria de Meio Ambiente e CETESB–Companhia de Tecnologia em Saneamento Ambiental, adota a diretriz conceitual da UNEP para definir a **produção mais limpa**, reforçando-a, conforme assinala Gasi (2002), como uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos e serviços, no sentido de aumentar a ecoeficiência e evitar ou reduzir os danos ao homem e ao ambiente. Estabelece ainda, como missão: “contribuir para o aumento da satisfação de todas as partes interessadas da sociedade, através do uso das estratégias e meios proporcionados pela **produção mais limpa** melhorando as relações entre desenvolvimento econômico, saúde pública e ambiental”. Operacionalmente, a “Mesa” é estruturada em Grupos de Trabalho-(GT)-voluntários que têm, atualmente, sua atuação direcionada aos seguintes setores:

- ciência e tecnologia;
- comunicação;
- educação ambiental, ética e cidadania;
- políticas públicas;
- processo produtivo (ações regionais no estado) e financiamento.

O CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável – apresenta, igualmente, um conceito de **produção mais limpa** alinhado a UNEP: “É a aplicação contínua de uma estratégia ambiental de prevenção da poluição na empresa, focando os produtos e processos, para otimizar o emprego de matérias-primas, de modo a não gerar ou a minimizar a geração de resíduos, reduzindo os riscos ambientais para os seres vivos e trazendo benefícios econômicos para a empresa”. A

divulgação e implementação do conceito são feitas por uma rede de **produção mais limpa**, concebida através da criação de núcleos, em diversos estados, que atuam de forma interligada, na prestação de serviços especializados em produção mais limpa às empresas e pessoas interessadas (CEBDS, 2004)¹⁵.

De um modo geral, a implementação dos programas de **produção mais limpa**, no Brasil, referencia-se no modelo proposto pela ONU por meio de suas agências de fomento apresentando-se como uma série de etapas seqüenciais, cada qual com suas atividades respectivas e com abordagem que vai desde o planejamento e organização para a implementação até a implementação propriamente dita do programa, seguida de sua monitoração e controle.

Todavia, conforme registraram Gunningham e Sinclair (1997) o reconhecimento das diferenças substanciais que existem entre as diferentes tipologias de empresas (porte) e os diferentes setores produtivos, propicia uma análise mais detalhada e uma priorização informal das barreiras e indutores à adoção da **produção mais limpa**. Nesse sentido, analisar a adoção de **produção mais limpa** por PEs sob a ótica dos principais motivadores e principais barreiras mostra-se como exercício imprescindível na busca de alternativas que possam atender a esta demanda conjuntural.

3.6 A produção mais limpa e as pequenas empresas

¹⁵ Em: Guia da Produção Mais Limpa – Faça Você Mesmo (Rede de Produção Mais Limpa). Disponível em: < www.cebds.org.br>

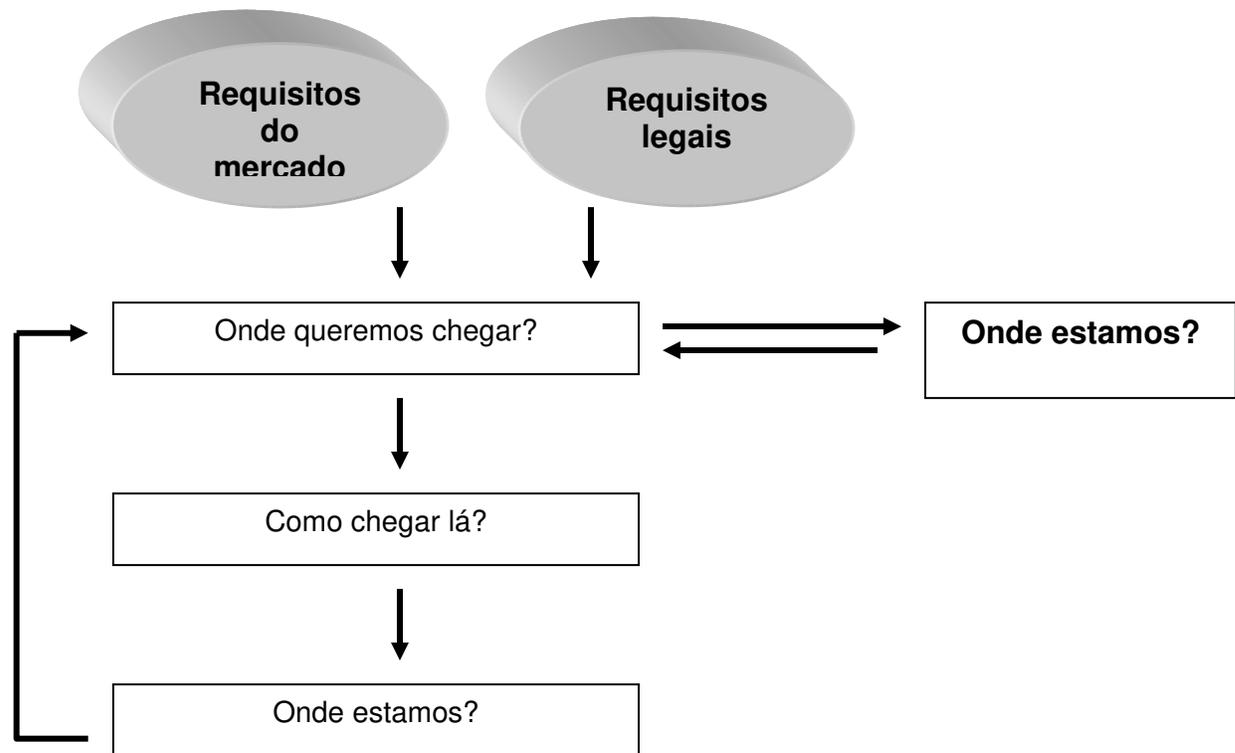
Um dos elementos-chave para diminuição da pobreza no mundo em desenvolvimento e a difusão de seu talento empreendedor é o estímulo ao crescimento das pequenas e médias empresas, isso porque tal estímulo encoraja a igualdade de oportunidades no desenvolvimento econômico, já que grande parte dos empregos nos países em desenvolvimento encontra-se nessas empresas. Além do mais, as empresas de menor porte são flexíveis, reagem rapidamente às demandas e necessidades, e demonstram talento para a inovação. (SCHMIDHEINY, 1992).

Com base nos estudos apresentados durante a sétima Mesa Redonda Européia de Produção mais Limpa realizada em Lund (Suécia), 2001, Fresner (2004) registra que o conceito de **produção mais limpa** não é familiar principalmente às pequenas e médias empresas. Acrescenta ainda que, quando o conceito é conhecido seus benefícios não são comunicados ou estimados. Parece ser consenso, todavia, que as principais barreiras para a ação ambiental nas pequenas e médias empresas é a falta de recursos: financeiros e humanos (PIMENOVA, 2004). Hillary (1997) apud Hillary (2004) menciona que a carência de recursos humanos assim como o perfil multifuncional da equipe tornam-se crescentemente mais importantes, à medida que o tamanho da empresa diminui, não somente na implementação, mas também na manutenção de sistemas de gestão ambiental. É notório o fato de que, na maioria das PEs, muitas das atividades cruciais são executadas pelo dono e gerente (FRESNER, 2004), tornando o envolvimento da gerência um fator essencial para quaisquer abordagens metodológicas que visem a efetivar a assimilação e adoção da **produção mais limpa**, como uma melhoria no desempenho ambiental das PEs.

Por outro lado, Almeida (2000), afirma que as PEs contam com mais flexibilidade para a introdução de tecnologias limpas. Apresenta ainda, a metodologia de internalização da gestão ambiental em uma empresa, sob o enfoque de três macro-questões fundamentais correlacionadas na Fig. 4.1:

- Onde estamos?
- Onde queremos chegar?
- Como chegar lá?

Figura 3.6 As três questões fundamentais da gestão ambiental



Fonte:Gestão Ambiental, ALMEIDA,2000.

Responder a essas questões e potencializar o caráter interativo que elas demandam , observadas as peculiaridades das PEs do setor metal- mecânico em sua relação com a gestão ambiental, constituíram-se em motivos indutores para o desenvolvimento da metodologia a ser apresentada: a concepção e formato do programa por meio do qual a **produção mais limpa** será implementada. Igualmente, o enfoque inquisitivo proposto por Almeida (2000), foi considerado na elaboração da ferramenta resultante para a implementação de um programa de **produção mais limpa** em PEs do setor metal mecânico. Nesse sentido, é absolutamente determinante o formato estrutural e conceitual por meio do qual o programa de implementação de produção mais limpa será desenvolvido.

4. METODOLOGIA

Nossa esperança é que concentrando-se na geração de confiança através de experimentos cuidadosos com diferentes estruturas e procedimentos, a humanidade possa, no mínimo, sustentar uma chance de estar à altura dos desafios de mudança ambiental global que se lhes impõe. (RAYNER, O'RIORDAN, 1992)¹⁶

Desde a década de 80, diversos programas, metodologias e políticas vêm sendo propostos para a implementação de **produção mais limpa**. Para Fresner (2004), a metodologia de implementação de **produção mais limpa** foi desenvolvida para concretizar uma visão de processos, produtos e serviços mais limpos e buscam preencher uma lacuna metodológica na qual conferem aos sistemas de gestão ambiental, efetividade sob o ponto de vista preventivo.

Mesmo considerando-se a ampla abrangência estrutural com que foram concebidos e que diversos países vêm adotando a **produção mais limpa** como estratégia para melhorar seu desempenho ambiental como um todo (KJAERHEIM, 2005), fato é, contudo, que a falta de orientação específica a determinado setor assim como material dedicadamente elaborado para diferentes portes de empreendimentos, especialmente aos pequenos, é freqüentemente referida como uma barreira externa à implementação de programas de gerenciamento ambiental (POOLE, M.; COOMBS, J.; VAN GOOL, K.; 1999).

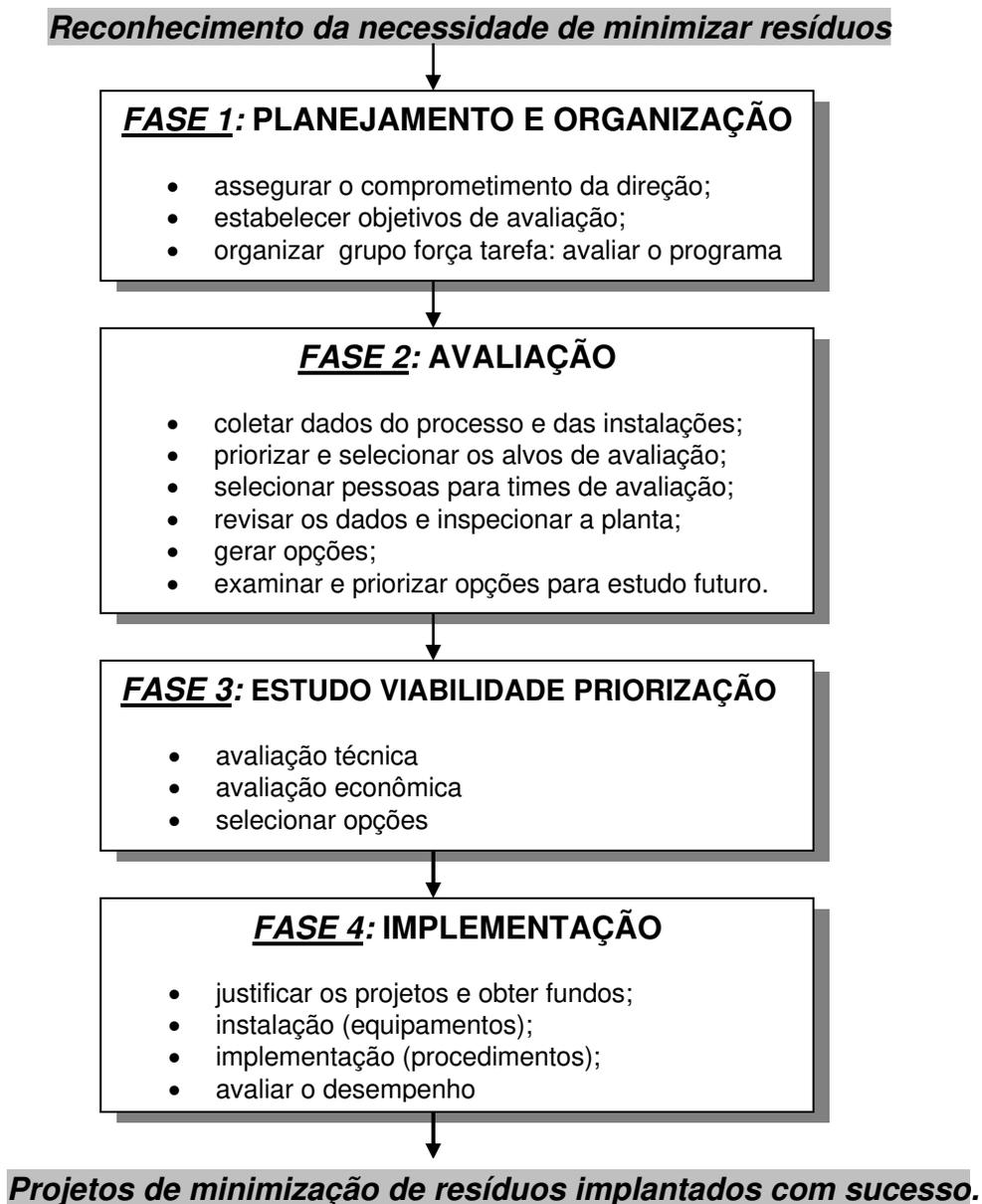
¹⁶ RAYNER, S., O'RIORDAN, T. *Chasing a spectre: Risk Management for Global Environment*. London: Council for Science and Society, 1990.

Sob essa perspectiva e sem pretender criar uma nova metodologia a substituir as que já foram desenvolvidas e estabelecidas ao longo de quase duas décadas, este trabalho objetiva, em um primeiro momento, estruturar tecnicamente as fases e respectivas atividades do programa de modo que ele atenda conjuntamente às demandas de uma pequena empresa atuando no setor metal-mecânico, respondendo às suas principais deficiências e potencializando suas principais oportunidades. Para isso, considera as forças econômicas, competitivas, tecnológicas, político-legais e sócio-culturais assim como busca assimilar suas relações no macro ambiente de sua atuação conforme delineado por Buchholz et al. (1985) apud Donaire (1999). Em um segundo momento, propõe, a partir da estruturação deste programa, uma ferramenta para implementá-lo interativamente na empresa de modo a valorizar o capital humano, o conhecimento e a consolidação de habilidades, considerados por Robins e Trisoglio (1992) como procedimentos essenciais à mudança do gerenciamento e da atitude dos funcionários rumo ao desenvolvimento sustentável. Uma análise prévia, ainda que geral, das principais metodologias internacionais e locais mostra-se, portanto, pertinente ao entendimento da proposta.

Uma das primeiras metodologias que tratou especificamente da minimização de resíduos se originou de uma política federal americana implementada por meio do Ato de Conservação e Recuperação de Recursos (RCRA—*Resource Conservation and Recovery Act*) de 1984. Tal metodologia foi consolidada na Avaliação de Oportunidade de Minimização de Resíduos (WMOA – *Waste Minimization Opportunity Assessment*) em 1988 (USEPA,1988). Embora deste trabalho conste vasto material para a indústria de acabamento em metais, composto por folhas de instruções, listagem de opções de minimizações de resíduos elaboradas a partir de levantamentos em operações, processos de fabricação e práticas de gerenciamento de resíduos realizados em empresas na área da bacia de São Francisco, faltava-lhe uma perspectiva conceitual e prática mais ampla visto que ainda se concentrava prioritariamente nos tipos de resíduos listados nas emendas relativas a Resíduos Sólidos e Perigosos do RCRA. Foi originalmente composto de quatro fases principais denominadas de *planejamento e*

organização, avaliação, análise de viabilidade e a última de implementação e continuidade e as respectivas atividades que compõem cada uma (Figura 4.1).

Figura 4.1 Proposta para implementação de minimização de resíduos: (EPA,1988)



Fonte: Adaptado de *Waste Minimization Opportunity Assessment*, USEPA, 1988

À primeira fase, antecede um estágio identificado como “O reconhecimento da necessidade de minimização de resíduos”. Embora não se indiquem ações para este estágio e ele não tenha sido considerado no subsequente trabalho da EPA, este enfoque foi incorporado de maneira detalhada e transformado em fase no programa de implementação que será definido neste trabalho. A fase de **planejamento e organização** visa obter o comprometimento da gerência, estabelecer os objetivos de minimização de resíduos e organizar um grupo força-tarefa para a avaliação do programa.

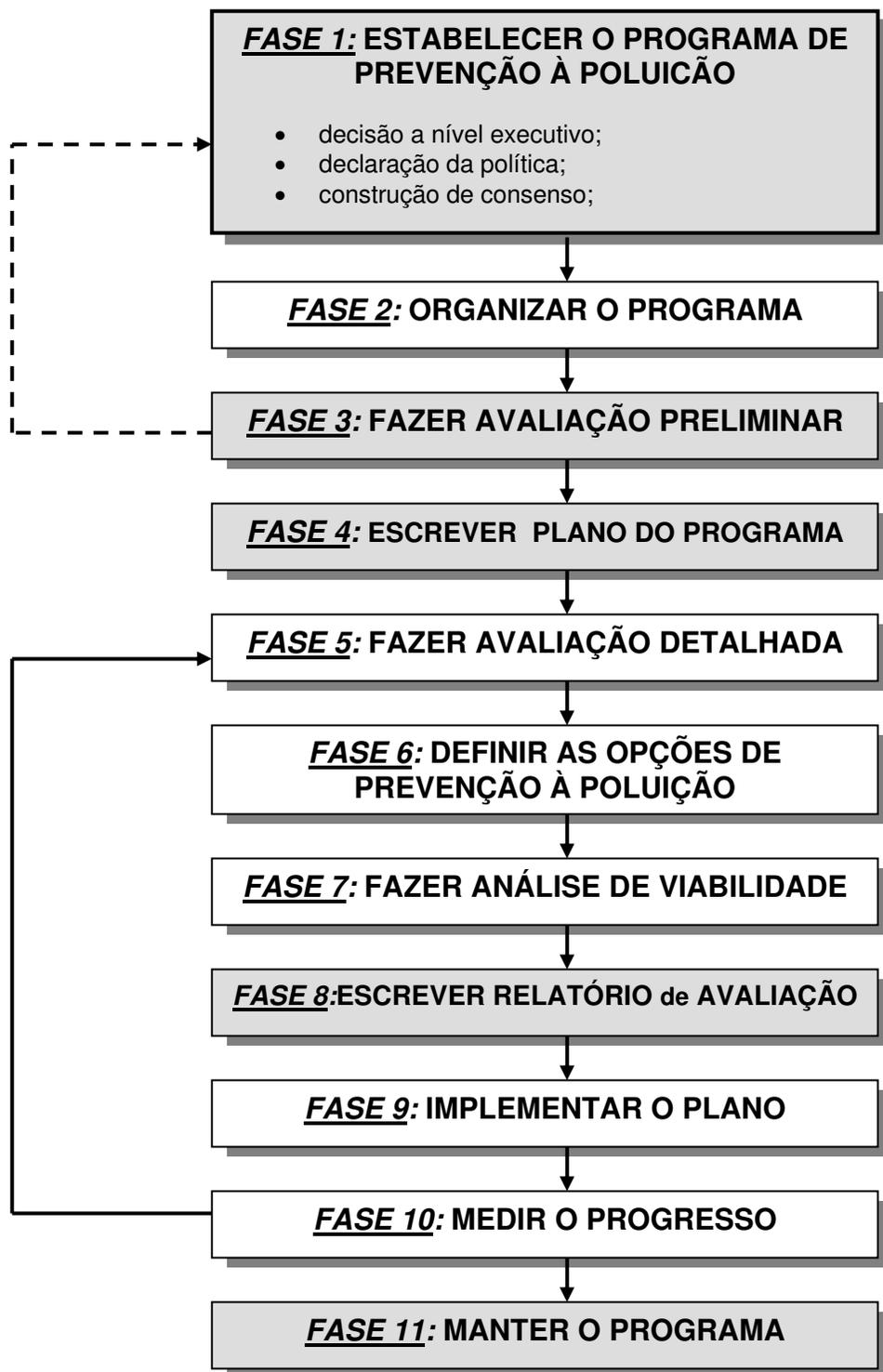
A fase seguinte, denominada **avaliação** visa a identificar e caracterizar os principais fluxos de resíduos da empresa. Constitui-se em uma etapa especialmente importante uma vez que a identificação e quantificação dos resíduos é o primeiro passo, a construção do entendimento básico para a mudança em qualquer empreendimento. A *coleta de dados dos processos e da planta*, assim como seu tratamento apropriado através de diagramas de fluxos, balanços de material e de energia, permitem rastrear os processos e detectar perdas e emissões que eventualmente não foram contabilizadas até então. Outras atividades sugeridas nesta fase, por este método, são a *seleção e priorização dos objetivos* identificados na atividade anterior. Trata-se do primeiro procedimento a considerar a limitação de recursos, notadamente nos menores empreendimentos, uma vez que viabiliza ao gerente responsável concentrar seus esforços em uma área específica (USEPA, 1988). Em seguida, *selecionar uma equipe* com responsabilidade e conhecimento sobre o tipo de resíduo ou área selecionados. Diferentemente dos programas que o sucederam, o WMOA não registra a necessidade da formação de um time multidisciplinar. Para uma pequena empresa, todavia, essa diversidade de competências mesmo que refletida em menor número de pessoas é essencial para a superação da falta de comunicação interna nas empresas, citada por Gunningham e Sinclair (1997) como uma das principais barreiras à adoção de **produção mais limpa**. A equipe proposta no WMOA prioriza os objetivos do processo sob o ponto de vista da análise de onde as matérias-primas estão entrando e por onde os produtos e resíduos estão saindo. A *geração de opções* é a etapa posterior. Para o WMOA, gerar um conjunto de alternativas para uma

consideração posterior mais acurada, inclui opções de redução na fonte como boas práticas de operação, mudanças em tecnologia, em material e produto ou de reciclagem como uso e reuso de água, de solventes ou de outros materiais recicláveis. Após geradas as opções passam por *exame e seleção*. Processo no qual as opções mais promissoras são selecionadas para um completo e posterior estudo de viabilidade técnica e econômica e, as que parecerem mais marginais ou impraticáveis, serão eliminadas de consideração.

Na penúltima fase, **análise de viabilidade**, as opções deverão ser analisadas quanto à sua aplicabilidade técnica e exequibilidade econômica. Mudanças em processos ou equipamentos, por exemplo, deverão ser avaliados quanto a seus efeitos globais na quantidade de resíduos e na qualidade do produto. Por outro lado, a avaliação econômica é realizada utilizando-se medidas padrão de lucratividade, que poderão ser mais simples ou complexos conforme o porte do empreendimento.

A última fase trata dos procedimentos de **implementação** das opções que se mostraram técnica e economicamente factíveis. Segundo o WMOA, o projeto de implementação pode ser executado por um outro grupo designado, enquanto a equipe WMOA, com o suporte da gerência, continua a rastrear resíduos e oportunidades de minimização. Avaliações periódicas são previstas para se verificar a consecução dos objetivos e metas estabelecidos e, mesmo ainda sem propor a sistematização no uso de indicadores, o monitoramento das opções implementadas por meio de relações entre variáveis (quilograma de resíduo por unidade produzida, por exemplo) já é mencionado. Posteriormente, em 1992 é lançado o Guia de Prevenção à Poluição em Instalações (FPPG- *Facility Pollution Prevention Guide*), um material que, embora sustentasse o apelo de poder atender às pequenas e médias empresas o fez através de uma abordagem com vocação a “multimídia”.

Figura 4.2 Programa de prevenção à poluição segundo o FPPG (EPA, 1992)



Fonte: Adaptado de "Facility Pollution Prevention Program", USEPA, 1992

Em essência, a proposta manteve-se alinhada com o trabalho inaugural da agência americana, mas ampliando-lhe o escopo e conferindo-lhe uma caráter mais

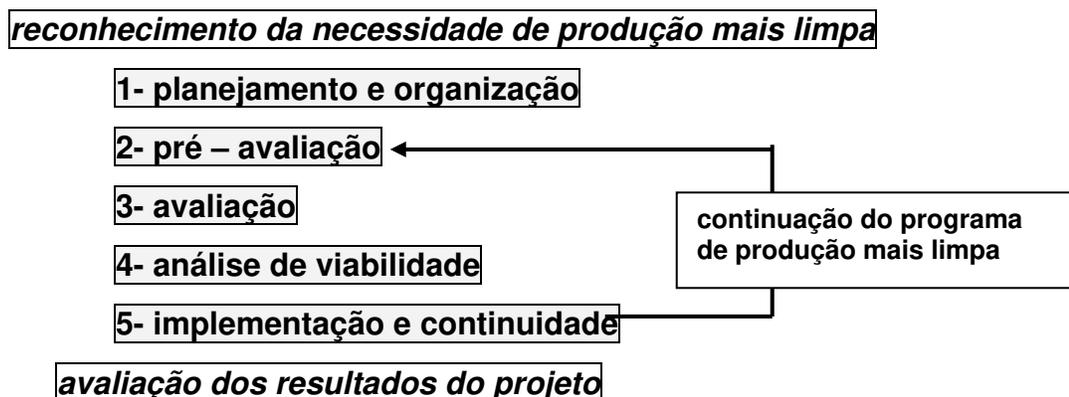
prático e integrado ao apresentar um programa capaz de se integrar a outras políticas eventualmente existentes na empresa. Os elementos principais incluem a construção de suporte ao programa na empresa, sua organização, o estabelecimento de objetivos e metas, o desenvolvimento da avaliação preliminar de oportunidades em prevenção e a identificação de potenciais problemas assim como suas soluções (USEPA, 1992). As fases cujas diferenciações em relação ao programa anterior, merecem ser registradas, estão identificadas com sombreado na figura 4.2. A primeira fase ressalta o **estabelecimento de um programa de prevenção (1)**; entretanto, condiciona-o ao nível executivo da empresa. Para os casos em que se refere à participação da baixa gerência e de funcionários, delega-lhes o papel de catalisadores.

Outro registro pertinente ainda quanto à participação e interação, refere-se ao fato de que o comprometimento de todos os funcionários só é obtido após o estabelecimento do programa pelos gerentes seniores. Estabelece também, adicionalmente, a fase de **avaliação preliminar (3)** embora a ela vincule as atividades de *coleta de dados, inspeção na planta e estabelecimento de prioridades* que já constavam na proposta de 1988. A fase seguinte, **escrever o plano do programa (4)**, realmente inova já que incorpora a *participação de grupos externos, a identificação de potenciais obstáculos e o desenvolvimento de um cronograma para o projeto*, atividades não detalhadas na proposta anterior da USEPA e que irão se mostrar necessárias na construção de um programa para as PEs metal-mecânicas, objeto de estudo deste trabalho. A fase **escrever o relatório de avaliação (8)**, denotam a sistematização e formalização como características acrescentadas ao programa e, notadamente, para as PEs, resultam em consistência na implementação e sua continuidade. A fase **manutenção do programa (11)** já reflete a incorporação do conceito de melhoria contínua, base dos Sistemas de Gerenciamento Ambientais (SGAs) que se firmaram a partir da década 90 (ALMEIDA, 2001) e passou a constar em todos as metodologias propostas a partir de então.

Estes dois programas constituíram-se na base metodológica de implementação de **produção mais limpa** adotada e difundida subseqüentemente pelas Organização da Nações Unidas através de duas de suas principais agências de fomento: a UNEP e

a UNIDO. Embora o perfil de implementação se apresente de modo diferenciado conforme o país, região ou instituição fomentadora, a proposta de programa UNEP-UNIDO ganhou, como assinala Furtado (1998), a adesão de governos de diversos países, inclusive do Brasil. A UNEP (2001) que estabeleceu uma definição oficial¹⁷ para o conceito registra que a metodologia de implementação é utilizada para identificar e avaliar sistematicamente as oportunidades de **produção mais limpa** e facilitar sua adoção nas indústrias. Identifica-a como uma estratégia “ganha-ganha” considerados, de um lado o meio ambiente e, de outro, os consumidores, os trabalhadores e a indústria. Além disso, confere-lhe uma abordagem mais ampla em compasso com outras definições correlatas como ecoeficiência, minimização de resíduos, prevenção à poluição, descrevendo-a como um enfoque preventivo ao gerenciamento ambiental. O programa de implementação de **produção mais limpa** proposto pela UNEP é composto por 5 (cinco) etapas e suas respectivas ações; contemplam abordagens que vão desde o planejamento e organização do programa até sua implementação e medidas para continuidade (Figura 4.3).

Figura 4.3 Programa de produção mais limpa: fases (UNEP)



Fonte: UNEP, 2001

¹⁷ O termo **produção mais limpa** foi primeiramente cunhado pela UNEP em 1989 (FRESNER, 2004) e sua definição é apresentada neste trabalho no capítulo 3, item 3.5.

O programa inicia-se com a fase de **planejamento e organização** mas já incorpora uma inovação estrutural na maneira como relaciona as atividades *envolvimento dos funcionários e comprometimento da gerência*: a gerência deve estabelecer o estágio mas o grau de sucesso na implementação das oportunidades é diretamente dependente do grau de colaboração dos funcionários (UNEP, 2001). Ainda no planejamento, cita o *conhecimento dos custos* como atividade capaz de levar ao convencimento da direção e dos colaboradores de que “produzir limpo significa fazer dinheiro”. Tal abordagem será retomada com mais ênfase na proposta da UNIDO e terá também um papel destacado no desenvolvimento da proposta para PEs. Nas demais atividades complementares, alinha-se às propostas anteriores e enumera a *organização do time para o projeto, a identificação de barreiras e soluções e o estabelecimento de objetivos amplos* a serem avaliados na etapa seguinte.

Na fase **avaliação**, a UNEP enfatiza o estudo do balanço de material e as medidas apropriadas que deverão ser elaboradas para reduzir ou prevenir a perda de materiais. Para isto, indica as atividades de *identificação de fonte* baseada funcionalmente no desenvolvimento no fluxograma de materiais, *diagnóstico de causa* levantado a partir da construção do balanço de material e energia¹⁸ e, a conseqüente etapa seguinte que é, com base nas atividades anteriores, *gerar opções de produção mais limpa*.

A penúltima fase proposta pela UNEP, **análise de viabilidade**, compreende adicional e diferentemente das propostas antecessoras a atividade de *avaliação preliminar* na qual se estuda e se define, em função do tipo de opção, a necessidade ou não de se proceder às avaliações posteriores. Por seu caráter prognóstico, esta é uma atividade a ser considerada para as PEs metal-mecânicas uma vez que pode significar a otimização de esforços humanos e de recursos financeiros. As etapas complementares compõem-se das *avaliações técnica, econômica e ambiental*, nesta ordem. *Selecionar as opções* que se mostraram viáveis conforme as avaliações realizadas acima, assim como excluir opções que se mostraram tecnicamente

¹⁸ Procedimento que identifica e quantifica em valores, através de uma planilha devidamente elaborada, o quanto é gasto em matérias-primas e insumos e a perda financeira devido aos resíduos gerados.

inexeqüíveis ou sem significativo benefício ambiental, constitui a atividade final desta fase.

A última fase, **implementação e continuidade**, contempla a implantação das opções que se mostraram viáveis assim como prevê medidas para assegurar a aplicação da **produção mais limpa**. Os resultados esperados para esta fase são:

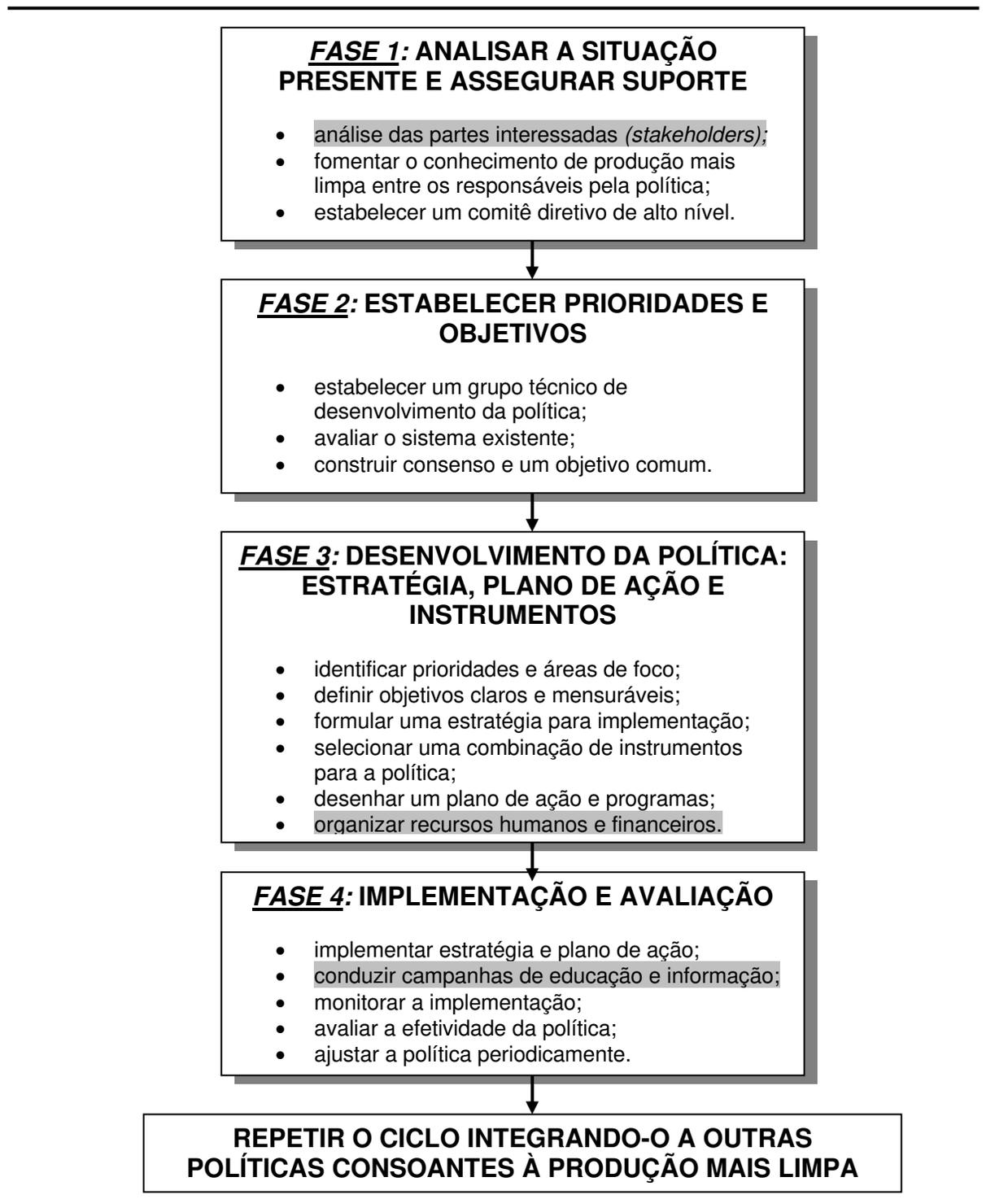
- implementação das medidas viáveis de **produção mais limpa**;
- monitoramento e avaliação do progresso alcançado pela implementação das medidas viáveis;
- início das atividades de **produção mais limpa**.

Para se alcançar estes resultados, a UNEP propõe a *preparação do plano de produção mais limpa* que tem como critério principal de sua organização, a data de *implementação das medidas viáveis*; para esta atividade, é prevista uma preparação detalhada que leva em conta, por exemplo, o planejamento de novas instalações e a necessidade de fundos. A fim de *monitorar o progresso da produção mais limpa*, o uso de indicadores simples é claramente citado como maneira de manter a gerência assim como outras partes interessadas constantemente informadas. Por último mas não menos importante, para *sustentar a produção mais limpa*, a proposta UNEP registra a necessidade de integração entre áreas e temas-chaves da empresa como desenvolvimento técnico, contabilidade adequada da geração de resíduos e o envolvimento dos funcionários. Para se alcançar este último sugere, ainda que de modo sucinto, a educação para a equipe, a criação de oportunidades regulares para uma comunicação interna de “duas vias” e o estabelecimento de um programa de recompensas para os funcionários. A UNIDO, por sua vez, embora conserve a linha estrutural de conceito sugerida pela UNEP, adota uma abordagem holística à **produção mais limpa**, definindo-a como uma estratégia preventiva e integrada, aplicada a todo o ciclo de produção e colocando, pela primeira vez, a mudança de atitude e o gerenciamento ambiental responsável como pilares fundamentais em sua implementação. Ao mesmo tempo, observa-se que o enfoque dirigido ao processo produtivo é priorizado se comparado às demais propostas; assinala, sob esta ótica, como objetivos da estratégia:

- aumentar a produtividade ao assegurar o uso mais eficiente de matérias primas, água e energia;
- promover melhor desempenho ambiental através da redução de resíduos e emissões na fonte;
- reduzir o impacto ambiental dos produtos através de seu ciclo de vida. Busca atender este objetivo através preocupação ambiental no desenho dos produtos sem deixar de contemplar seu custo-efetividade (UNIDO, 2002).

A proposta de implementação segundo a UNIDO é baseada em um ciclo de desenvolvimento aplicado a uma política geral de **produção mais limpa**. Nele se identificam quatro estágios principais que, em essência, aglomeram o teor das propostas predecessoras (Figura 4.4). Três atividades, entretanto, merecem reconhecimento especial por ratificarem o processo evolutivo assimilado pelas propostas apresentadas ao longo destas últimas décadas, ampliando a dimensão técnica do conceito (“produção mais limpa não significa apenas tecnologia mais limpa” (KAZMIERCZYK, P., 2002)) e conferindo-lhe um sentido efetivamente holístico, referindo-se à abordagem no modo como produtos e serviços são produzidos com o mínimo impacto ambiental e respeitando-se os limites técnicos e econômicos. A primeira é a *análise das partes interessadas* e que consta já na primeira fase do programa. Busca identificar quem são os *stakeholders* e, desse modo, pretende considerar os diversos interesses na construção da política de **produção mais limpa**. Reflete, portanto, a preocupação com o ambiente de inserção da organização, fator imprescindível quando se analisa as relações de uma empresa em seu específico segmento de atuação como é o caso do presente estudo. As outras, *organização dos recursos humanos e financeiros* na fase que prevê a elaboração do plano de ação e seus instrumentos de concretização e a *condução de campanhas de educação e informação* na fase final de implementação e avaliação, inserem de forma explícita a importância do capital humano no processo de consolidação da **produção mais limpa**.

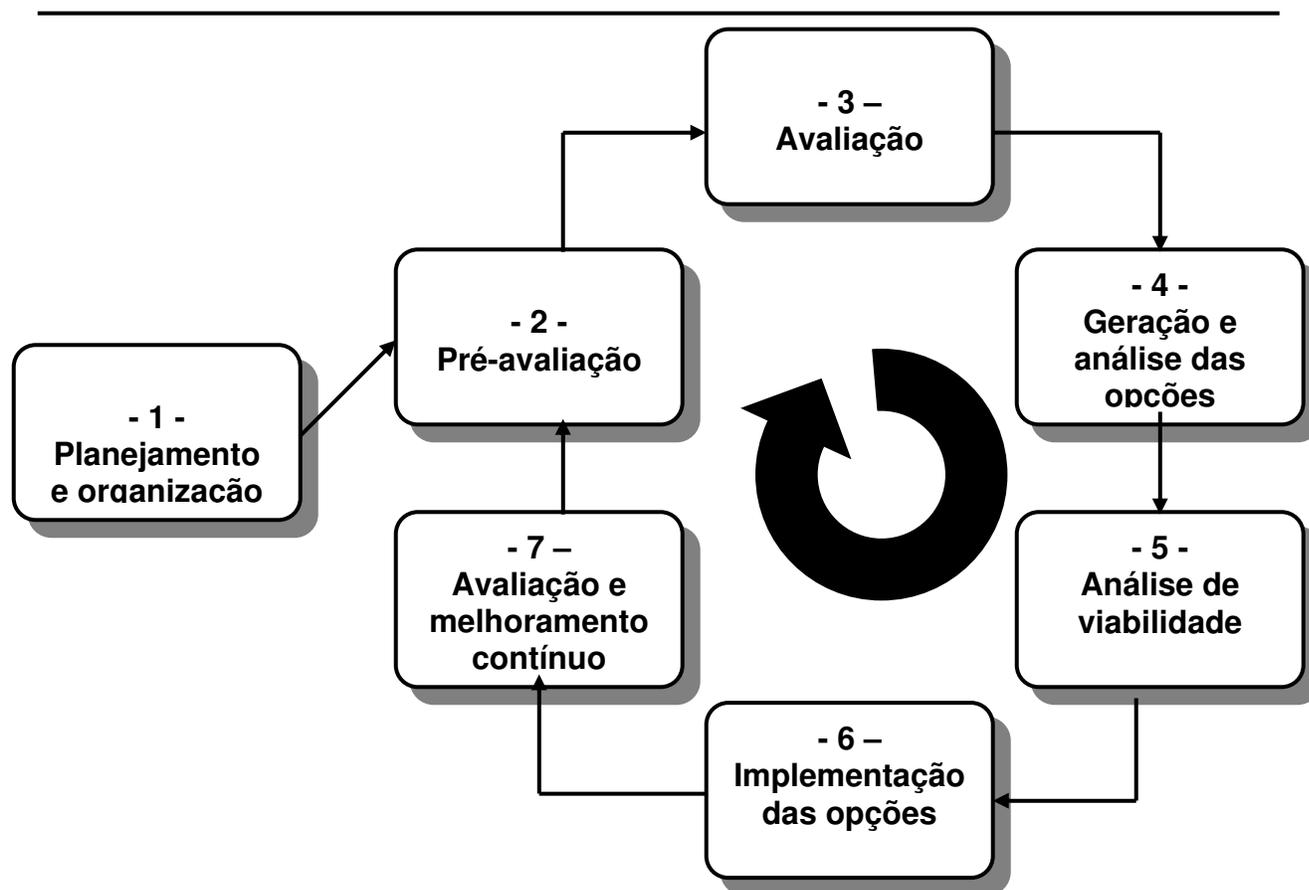
Figura 4.4 Ciclo de desenvolvimento da produção mais limpa (UNIDO, 2002)



Fonte: Adaptado de “Manual on the Development of Cleaner Production Policies”, UNIDO, 2002

Um ciclo semelhante mas apresentado em forma de programa pelos Centros Nacionais de Produção mais Limpa (NCPC – *National Cleaner Production Centers*) da UNIDO tem sua matriz baseada diretamente no proposta da UNEP(2001) (Figura 4.5). Ao apresentar um programa, com etapas e atividades definidas, acaba por conferir um caráter mais pragmático à implementação quando comparada à proposta que sugere o desenvolvimento de um ciclo para implementação de uma política de **produção mais limpa**.

Figura 4.5 Esquema básico para um projeto de produção mais limpa (UNIDO, 2002)

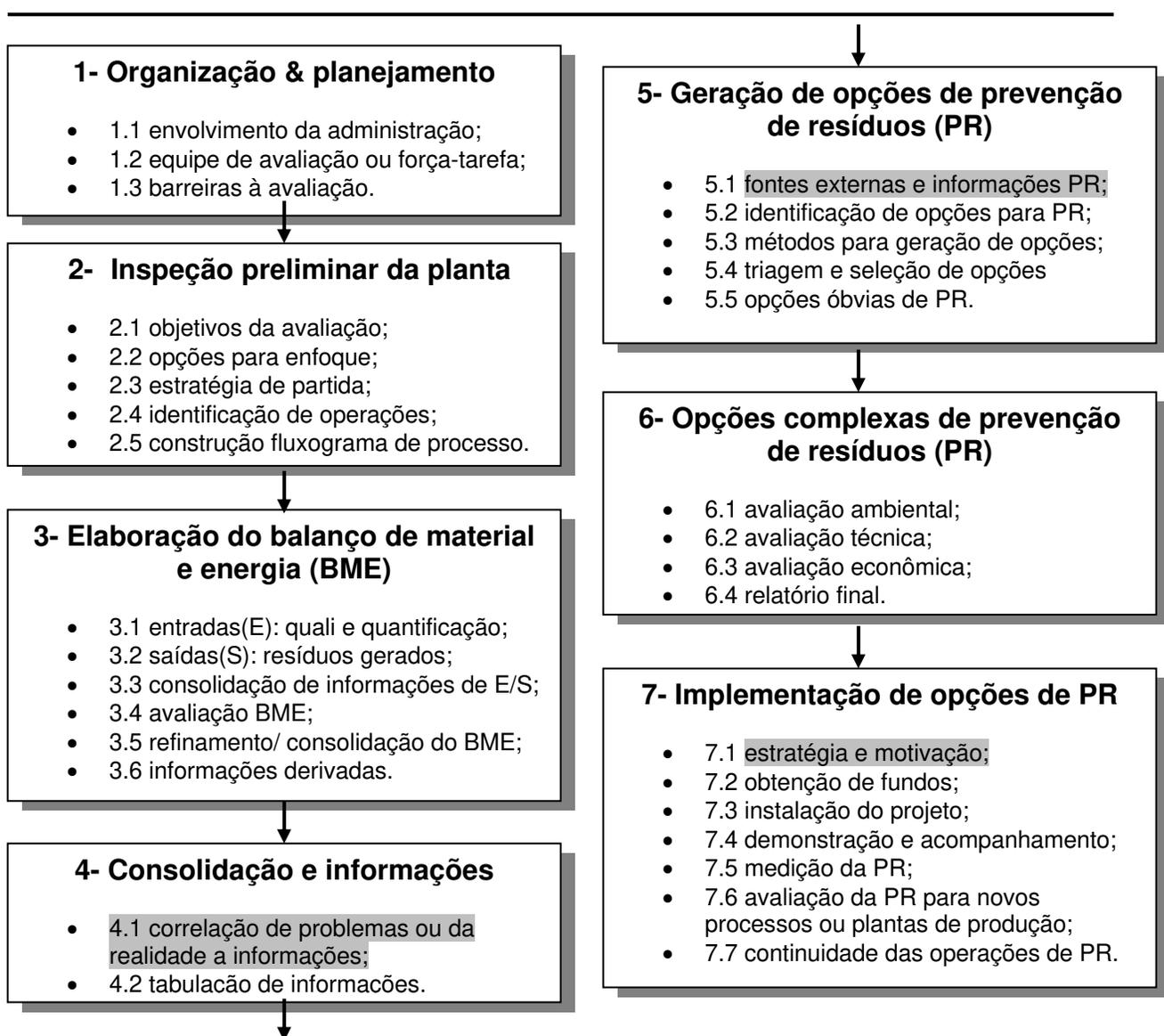


Fonte: Adaptado de “*Development of CP Policies: Approaches and Instruments*” NCPC , UNIDO, 2002.

No Brasil, as abordagens capitaneadas por UNEP e UNIDO se constituíram nas propostas diretoras das principais iniciativas nacionais para a implementação de **produção mais limpa**.

Em 1998, é produzido o Manual de Prevenção de Resíduos na Fonte & Economia de Água e Energia (FURTADO, 1998). Elaborado como parte das atividades do Programa de Produção Limpa do Departamento de Engenharia de Produção & Fundação Vanzolini, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, o trabalho é resultado da tradução, combinação e adaptação dos manuais da USEPA, UNEP e UNIDO; contudo, amplia-lhe a abordagem conceitual em muitas das atividades que propõe, distribuídas em sete temas principais (Figura 4.6).

Figura 4.6 Metodologia para implementação de programa de prevenção de resíduos na fonte e economia de água e energia: Fundação Vanzolini, USP



Fonte: "Prevenção de Resíduos na Fonte & Economia de água e Energia" (FURTADO, 1998).

Neste sentido, e com vistas ao objetivo deste estudo, vale destacar as atividades hachuradas na figura 4.6: *correlação de problemas ou da realidade a informações (4.1)* e *fontes externas e informações (5.1)*, não só pelo enfoque investigativo que sugerem mas também pela conectividade da empresa com a realidade do ambiente de atuação. Na fase de implementação, merece registro destacado, mesmo comparada às demais metodologias, a abordagem apresentada por Furtado(1998) para a *estratégia e motivação (7.1)* como atividade inaugural à derradeira fase de implementação das opções de prevenção de resíduos.

A CETESB apresentou em 1998 uma seqüência de atividades, também sem agrupá-las em fases definidas, muito embora se mostrem nítidas as etapas de planejamento e organização, avaliação, estudo de viabilidade e, por fim, implementação e continuidade em função da similaridade com as atividades apresentadas pelos métodos tratados até aqui (Figura 4.7).

Figura 4.7 Metodologia do programa de prevenção à poluição: CETESB

1	Comprometimento da direção da empresa
2	Definição da equipe de prevenção à poluição
3	Atribuições da equipe
3.1	Elaboração de uma Declaração de Intenções
3.2	Estabelecimento de prioridades, objetivos e metas
3.3	Elaboração de um cronograma de atividades
3.4	Disseminação de informações sobre prevenção à poluição
3.5	Levantamento de dados
3.6	Definição de indicadores de desempenho
3.7	Identificação de oportunidades
3.8	Seleção das oportunidades
3.9	Levantamento de tecnologias
3.10	Avaliação econômica
3.11	Implementação das medidas de prevenção à poluição
3.12	Avaliação dos resultados
4	Manutenção do programa

Fonte: "Manual para a Implementação de um Programa de Prevenção à Poluição", CETESB, 1998.

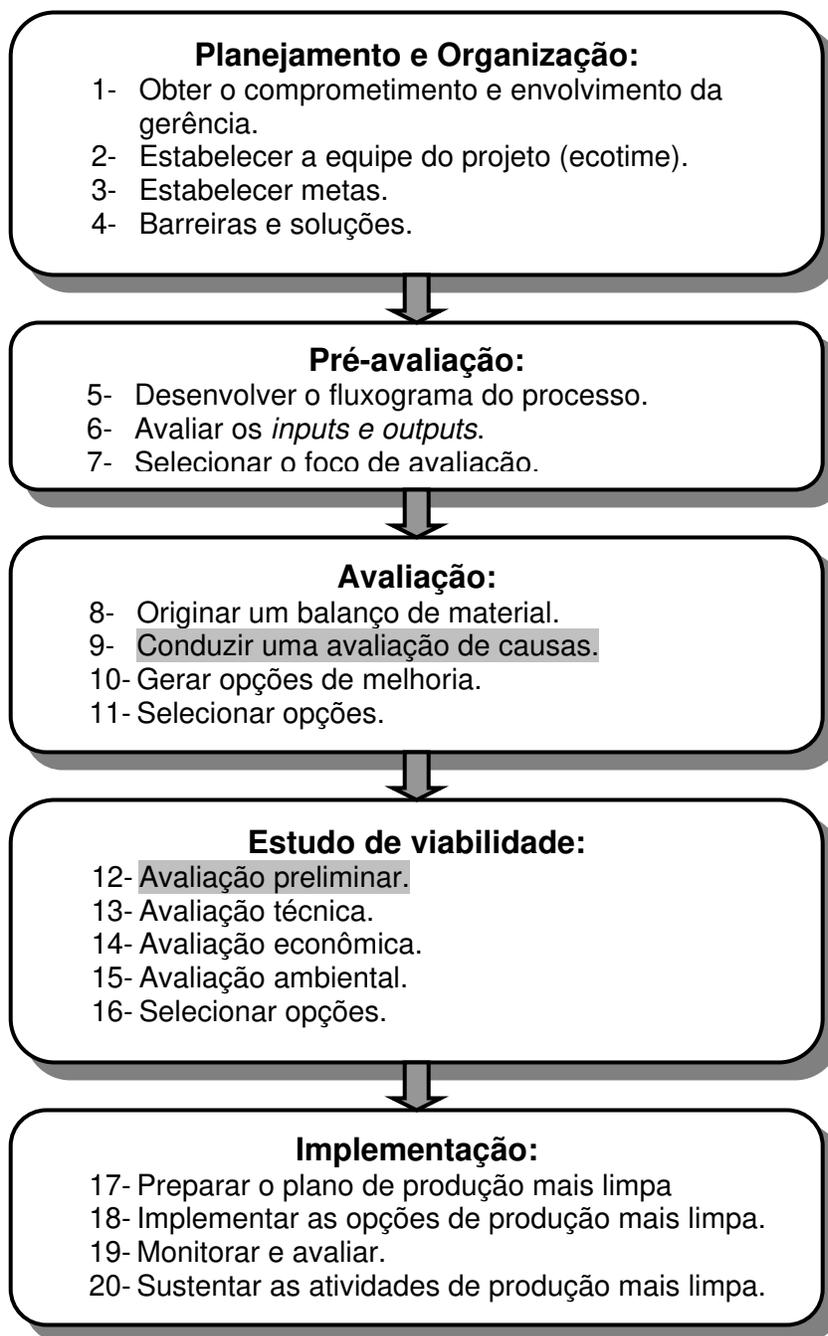
Vale ressaltar, para efeito comparativo, que a proposta CETESB não registra a atividade *sensibilização ou envolvimento dos funcionários* como etapa específica conforme se observou em UNEP(2001), CEBDS(2003) e SEBRAE(2004). Entretanto, destaca, posteriormente, a atividade *disseminação de informações sobre prevenção à poluição (P2)* que tem como retaguarda causal o aumento de conscientização e a participação de todos os funcionários (CETESB, 1998). Registra ainda, no âmbito das atribuições da equipe formada para a condução do programa, mas diferentemente das demais metodologias, a *elaboração de uma Declaração de Intenções*. Embora não explicita quem deve especificamente fazê-la ou como ela deve ser elaborada, o Manual ressalta seu objetivo de apresentar formalmente a aceitação e o comprometimento na implementação do programa em seus processos/atividades, por parte da direção da Empresa. Destaca ainda, assim como viriam a fazer CEBDS (2003) e SEBRAE (2004), a *definição dos indicadores de desempenho* como meio de avaliação comparativa entre a situação da Empresa antes e após a implementação do programa.

Nascimento, Lemos e Mello (2002) propõem a partir do Projeto Ecoprofit¹⁹ da UNIDO/UNEP e da abordagem adotada pelo CNTL/SENAI-RS²⁰, a implementação da **produção mais limpa** a partir de cinco etapas específicas e suas respectivas ações (Figura 4.8). Apesar de serem fiéis, em termos da apresentação das fases e suas atividades, às metodologias originais nas quais se basearam, buscam imprimir como característica diferenciada da rotina, a redução das barreiras burocráticas. Para isto, sugerem a separação da empresa em partes de modo a reduzir as complexidades e divergências entre setores e facilitar, portanto, a implementação da rotina.

¹⁹ Ecoprofit: "Ecological Project For Integrated Environmental Technology" é um programa para o desenvolvimento econômico sustentável estabelecido em Graz em 1991 e que tem os princípios da produção mais limpa como norteadores.

²⁰ CNTL/SENAI-RS: Centro Nacional de Tecnologias Limpas ligado ao Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Rio Grande do Sul.

Figura 4.8 Rotina para implementação de produção mais limpa segundo UFRGS



Fonte: Produção Mais Limpa – Implementação de P+L, (NASCIMENTO, LEMOS, MELLO, 2002)

Esta abordagem se mostra conceitual e estruturalmente pertinente à implementação da **produção mais limpa**, considerada uma pequena empresa atuando em um específico segmento produtivo, ao propiciar maior flexibilidade no modo e no ritmo em como a estratégia poderá ser adotada em organizações que têm, notadamente, nos recursos financeiros e na prioridade de negócios concorrentes pressionando por lucros a curto prazo (GUNNINGHAM, SINCLAIR, 1997), barreiras significativas à internalização da ação ambiental preventiva. Outras duas atividades (hachuradas na figura 4.8) que merecem análise e atenção diferenciadas também por conta do objeto de estudo deste trabalho são: *conduzir a avaliação das causas* (9) exatamente pelo espaço de troca de informação e interação que viabiliza no âmbito de atuação do grupo envolvido e a *avaliação preliminar* (12); embora originalmente conste na proposta da UNEP e em cuja metodologia sua aplicabilidade especificamente ao contexto das PEs foi assinalada, esta atividade acaba por ser desconsiderada nas demais metodologias brasileiras referenciadas em UNEP e UNIDO.

CEBDS (2003), apesar de não adotar o critério de identificação de fases principais conforme UNEP e UNIDO, apresenta como metodologia em seu “Guia da Produção mais Limpa – Faça você mesmo” uma série de dezoito tarefas consecutivas (Figura 4.9) que, com pequenas diferenças, acompanham de modo geral, a linha conceitual destas agências. Apresenta o *comprometimento da direção* como atividade inicial sem, entretanto, estabelecer a anuência formal da direção por meio de política de produção mais limpa ou de uma Declaração de Intenções conforme sugere a CETESB (1998). A *sensibilização dos funcionários* é proposta como atividade na qual se comunica aos funcionários a realização do trabalho assim como o apoio da direção a ele, convidando-os a participar e convocando-os a colaborar sempre que solicitados (CEBDS, 2003). A sensibilização apresentada desta maneira, identifica-se como uma instrução operativa com um sentido único de direcionamento.

Figura 4.9 Metodologia de implantação de produção mais limpa – CEBDS

1	Comprometimento da direção
2	Sensibilização dos funcionários
3	Formação do ECOTIME
4	Apresentação da metodologia
5	Pré-avaliação
6	Elaboração de fluxogramas
7	Tabelas quantitativas
8	Definição de indicadores
9	Avaliação de dados coletados
10	Barreiras
11	Seleção do foco de avaliação e priorização
12	Balancos de massa e energia
13	Avaliação das causas de geração dos resíduos
14	Geração das opções de PmaisL
15	Avaliação técnica, ambiental e econômica
16	Seleção da opção
17	Implementação
18	Plano de monitoramento e continuidade

Fonte: Guia da Produção Mais Limpa, CEBDS, 2003.

A UNEP, diferentemente, designa a atividade como *envolvimento dos funcionários* e vincula a qualidade das potenciais oportunidades ao grau de colaboração que se consegue obter deles nesta fase. O Guia propõe ainda a *formação de um ECOTIME*, denominação dada à equipe encarregada de conduzir a implementação do programa na empresa e, mesmo sem elencar na fase seguinte os objetivos e metas iniciais assim como a identificação das potenciais barreiras conforme fazem CETESB (1998), UNEP (2001) e UFRGS (2002), esta proposta sugere a *apresentação da metodologia* a qual tem como finalidade apresentar os objetivos de cada etapa e como atingi-los. Estabelece ainda como atividade específica, a *definição de indicadores*, previamente à *avaliação de dados coletados dos fluxogramas* e nesse procedimento se destaca em relação às demais propostas que tiveram sua origem de UNEP/UNIDO; no

Brasil, somente as metodologias CETESB (1998) e SEBRAE (2002) adotam a definição de indicadores como atividade específica nas propostas de implementação de **produção mais limpa**.

A proposta SEBRAE, produzida em conjunto com o CEBDS segue basicamente a mesma estrutura de etapas empregada por este último. Tendo, contudo, as pequenas e micro empresas como público alvo, adota em função disto uma linguagem escrita e visual de caráter simples e acessível para implementar as mesmas dezoito tarefas identificadas na proposta CEBDS. Desenvolve esta estrutura através de uma abordagem professor-aluno, sob a ótica narrativa do aluno e sem se aprofundar na interatividade “entre-alunos”.

Figura 4.10 Metodologia de implantação de produção mais limpa para micro e pequenas empresas: SEBRAE

1	Comprometimento da direção
2	Sensibilização dos funcionários
3	Formação do ECOTIME
4	Estabelecimento das metas de PmaisL
5	Pré-avaliação
6	Elaboração de fluxogramas
7	Avaliação de entradas e saídas
8	Definição de indicadores
9	Avaliação de dados coletados
10	Identificação das barreiras
11	Seleção do foco de avaliação e priorização
12	Elaboração dos balanços de massa e energia
13	Avaliação das causas de geração dos resíduos
14	Geração das opções de PmaisL
15	Avaliação técnica, ambiental e econômica
16	Seleção da opção
17	Implementação das opções
18	Elaboração do plano de monitoramento e continuidade

Fonte: “A Produção Mais Limpa para Micro e Pequenas Empresas”, SEBRAE, 2004.

Como únicas atividades não-comuns à metodologia CEBDS (destacadas na figura 4.10), constam o *estabelecimento de metas* (em substituição da *apresentação do método*) e a introdução da *avaliação de entradas e saídas* (em substituição a *tabelas quantitativas* presente no método anterior).

Vale registrar ainda que as metodologias tanto de CEBDS (2003) como de SEBRAE (2004) viabilizam a implementação paulatina, por setores da empresa, mesmo que esta não seja o principal fio condutor ou principal característica do programa, conforme identificado na proposta de Nascimento, Lemos e Mello(2002).

De um modo geral, autores e instituições têm opiniões diferentes quanto à metodologia de implementação do programa de **produção mais limpa** no que se refere à definição, número ou seqüência das fases e ações propostas embora preservem, em essência, fidelidade aos princípios da **produção mais limpa**. Nesse sentido, procedem os comentários de Kazmierczyk (2002) de que não há um único caminho correto para se desenvolver uma política de **produção mais limpa**: cada país deve desenvolver sua própria abordagem refletindo os objetivos e prioridades locais, suas tradições políticas e e necessidades específicas.

Independente do local ou do método aplicado, a **produção mais limpa** sustenta a garantia de melhorar o desempenho ambiental de uma indústria e, ao mesmo tempo, de trazer-lhe retorno econômico; seria então de se esperar uma corrida das empresas para sua implementação. Mesmo assim, apesar dos recentes avanços e da falta de dados precisos, ainda se mostra pertinente a afirmativa de Gunningham e Sinclair (1997) sobre o consenso geral de que a ampla adoção da **produção mais limpa** se mantém como uma ambição não efetivada.

4.1 Definição da estrutura do programa

Muitas falhas no desenvolvimento não são falhas da produção ou da tecnologia. São, na verdade, falhas institucionais. Uma visão alternativa para o desenvolvimento aceita o imperativo da sustentabilidade e estabelece para a dimensão institucional um papel de vanguarda. (GOW, MORSS, 1988)²¹

A análise do perfil das PEs e, nesse conjunto, as do setor metal-mecânico, foi a força motriz para a definição do desenho de programa de implementação de **p+i** a ser elaborado, consideradas as fases e suas respectivas atividades. A partir das metodologias, propostas e considerações previamente expostas, pretende-se construir, como primeira parte desta metodologia, um programa que atenda em sua composição estrutural e conceitual às demandas geradas por estas empresas em seu ambiente de produção e atuação.

Desse modo, uma nova fase, prévia à primeira, *Planejamento e Organização*, originalmente adotada por USEPA (1988), USEPA (1992) ainda que em fases separadas, FURTADO (1998), UNEP(2001) e NASCIMENTO, LEMOS, MELLO (2002) é incorporada. Nela objetiva-se, guardadas sua tipologia e atuação setorial, **reconhecer o estado presente da empresa** e permitir que ele se evidencie no processo. Em uma reconhecida situação na qual a maioria dos pequenos e médios empreendimentos ainda traduz melhoria ambiental como um custoso fardo (JIMÉNEZ-BELTRÁN, 1998)²², em que a falta de informação e conhecimento assim como a inércia da (média) gerência

²¹ GOW, D. e MORSS, E. “*The notorious nine: critical problems in project implementation*”, World Development, vol. 16, 1988.

²² Domingo Jiménez-Béltran, (1998): À época, diretor executivo da Agência Ambiental Européia na apresentação do volume “*Environmental Management Tools for SMEs*” que compõe a série “*Environmental Issues Series*”.

são citadas como barreiras importantes à adoção **produção mais limpa (p+l)**²³ (GUNNINGHAM, SINCLAIR, 1997), em que, especialmente nas PEs, as atividades cruciais são assumidas pelos “gerentes-proprietários” para os quais o convencimento acerca da importância e potencialidade da ação ambiental torna-se o gatilho para a concretização da melhoria ambiental (FRESNER, 2004), tenciona-se que esta fase propicie espaço para uma exploração mais dedicada do desempenho e conformidade ambientais, próprios ao porte e setor definidos e que, principalmente, gere o reconhecimento da necessidade da **p+l**. É pertinente indicar que EPA (1992) em Guia de Prevenção à Poluição (*Facility Pollution Prevention Guide*) e UNEP (2001) em **p+l** em indústrias (*Cleaner Production Assessment in Industries*) mencionam o reconhecimento da necessidade de **p+l** sem, entretanto, considerá-lo uma fase ou prover informações sobre como tal reconhecimento deve ser obtido. UNIDO (2002) em Ciclo de Desenvolvimento de uma Política de **p+l** (*Cleaner Production Policy Development Cycle*) aponta, como primeiro passo no desenvolvimento de uma política de **p+l**, a necessidade de se analisar a situação presente e de se garantir suporte. Contudo, foca a análise no que a empresa já fez e em quais são suas partes interessadas. Para uma pequena empresa é imprescindível reconhecer previ e prioritariamente o quão ela sabe sobre o que deve atender e desempenhar ambientalmente, considerado seu segmento produtivo, antes mesmo de identificar o que já foi feito e quais são os *stakeholders*. Espera-se que tal reconhecimento funcione, especialmente para uma pequena empresa, como força indutora ao avanço às demais fases, alavancando a implementação do programa. O alto risco de que a implementação de um sistema de gerenciamento ambiental em PEs seja interrompido e de que recursos sejam desviados para outra iniciativa mais emergencial na empresa conforme mencionado por Hillary (2004) também se aplica à implementação da **p+l** uma vez que a competitividade interna por prioridades nos negócios nas PEs, favorece àqueles que se traduzem em lucros rápidos (GUNNINGHAM, SINCLAIR, 1997).

²³ A partir deste capítulo (4.1), a abreviatura **p+l** será adotada neste texto, sempre que possível e pertinente, para identificar o termo e o conceito de **produção mais limpa**.

Esta etapa visa, portanto, à construção do interesse em um pequeno grupo que representa o corpo diretivo e/ou gerencial nas PEs; estágio fundamental para a obtenção e consolidação do comprometimento que será abordado na fase seguinte. Como parte da construção do interesse para o avanço na implementação do programa, o estabelecimento desta etapa deve apontar também as diversas oportunidades específicas para que estas empresas possam, conforme registra Furtado (1998), fazer uso das vantagens ambientais competitivas que têm sido utilizadas apenas por grande empresas, na maior parte delas transnacionais.

Planejamento e Organização será mantida como fase subsequente; o *comprometimento da direção* estabelece-se como ação capaz de assegurar colaboração e participação; por outro lado, a *sensibilização dos funcionários* será considerada atividade específica diferentemente do programa proposto por CETESB (1998), UNIDO(2002) e UFRGS(2002) e em linha com UNEP (2001), CEBDS (2003) e SEBRAE (2004) apesar de fazê-lo através de uma abordagem diversa à adotada por estas instituições que se utilizam da transmissão de informações aos funcionários (sobre o programa) como maneira de se obter colaboração, ao serem solicitados. *Constituir uma equipe de trabalho p+I* com a missão de iniciar, conduzir, supervisionar e sustentar as atividades do programa estando em um primeiro momento incumbida da missão de *estabelecer objetivos* mais amplos e preliminares para a implementação da **p+I** assim como se exercitar na *identificação das possíveis barreiras e suas soluções*, compõem as atividades complementares desta fase. Estas últimas atividades formam um escopo comum nas metodologias adotadas por CETESB (1998), FURTADO (1998), UNEP (2001), UFRGS (2002), CEBDS (2003) e SEBRAE (2004) nos procedimentos que visam a organizar e planejar a empresa para a implementação da **p+I**; as diferenciações da metodologia do presente trabalho apresentar-se-ão na maneira como serão aplicadas. Nesta linha, não foi assimilada a abordagem proposta por UNIDO (2002) que prevê o estabelecimento de um *comitê diretivo de alto nível*: apesar de válida a atividade não se mostra compatível às PEs quando se considera que esse comitê de alto nível pode não existir ou estar restrito ao dono ou gerente da empresa (FRESNER, 2004).

A fase de *Pré-avaliação* que compõe a maioria das metodologias apresentadas, registra uma análise inicial da situação da empresa tanto em termos de sua situação de legal (a análise do licenciamento é explicitamente citada por CEBDS (2003)) como também de inspeção da planta ainda que de modo preliminar (FURTADO, 1998). O reconhecimento de operações assim como o *desenvolvimento de fluxogramas* são propostos com o objetivo de se *identificar nas entradas e saídas as fontes de desperdício*. Tal identificação possibilita que se *selecione(m) o(s) foco(s)* para a posterior fase de *avaliação*. A partir desta seleção, os focos de avaliação são analisados através do *desenvolvimento do balanço de material e de energia* que busca *diagnosticar causas e gerar opções de melhoria* assim como *priorizá-las*. Por se constituir na coluna vertebral do programa ao possibilitar a identificação e a quantificação dos resíduos e, portanto, lançar luzes na detecção das oportunidades de melhoria e ganhos, estas duas etapas e suas atividades foram consolidadas em uma única, denominada **avaliação**. Deve-se considerar, adicionalmente, o caráter contíguo da construção da informação desde a elaboração dos fluxogramas de processo²⁴, até o desenvolvimento do balanço de material e energia que acaba por atender de maneira mais consistente a falta de informação e conhecimento especializado das PEs (GUNNINGHAM, SINCLAIR, 1997) e, nos casos onde o conceito é conhecido, particularmente para pequenos e médios empreendimentos, a carência na comunicação de seus benefícios comerciais (FRESNER, 2004).

O **Estudo de Viabilidade e Priorização** contará com as *avaliações técnica, econômica e ambiental*, abordagem contemplada em praticamente todas as metodologias por contemplar análises de pertinência universal na tomada de decisão. Contudo, o enfoque dirigido ao perfil das PEs será adotado na aplicação do método, iniciando-se pela consideração adicional da *avaliação preliminar* que objetiva fornecer um diagnóstico preventivo que resulte em melhor direcionamento de esforços e recursos nas PEs.

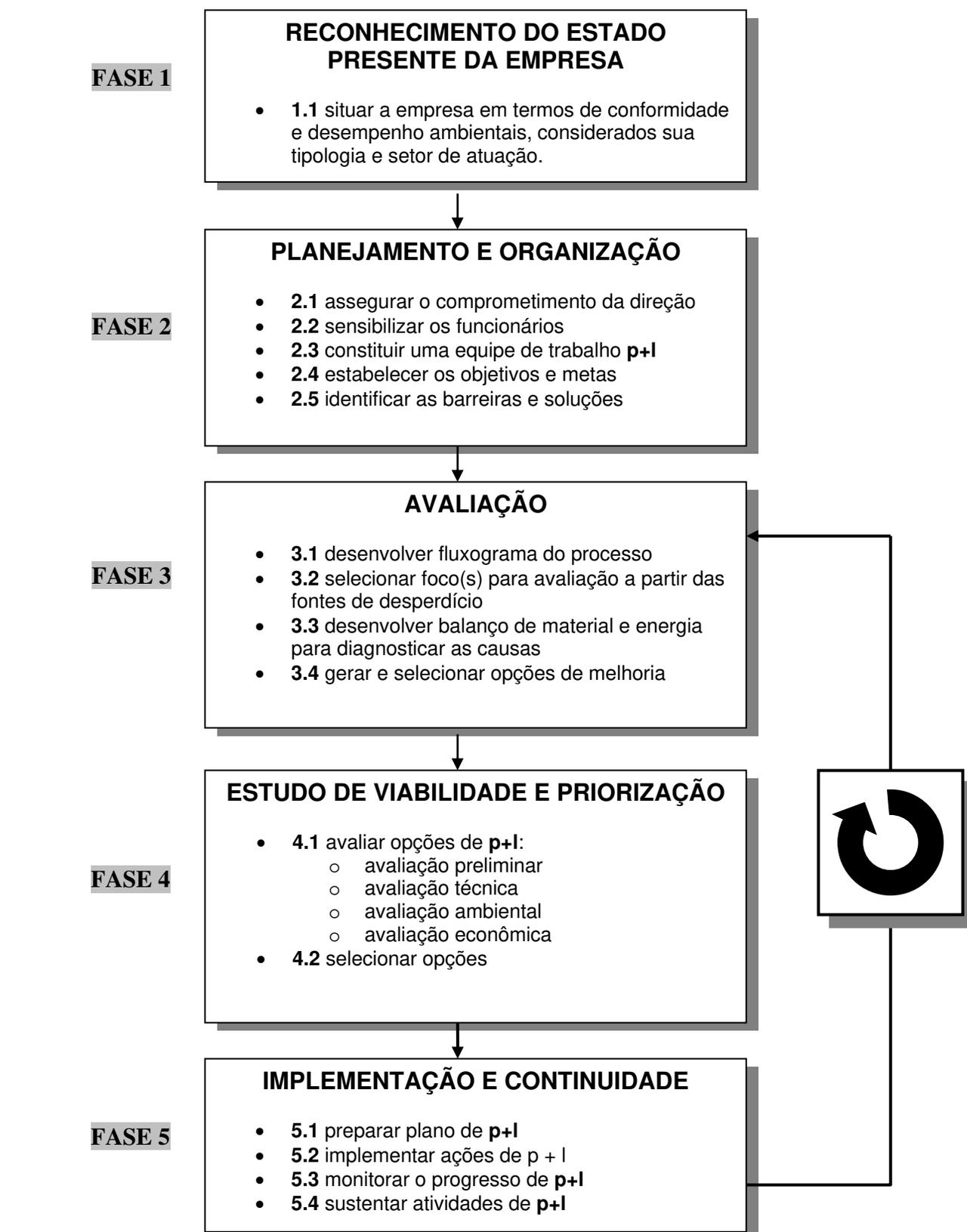
²⁴ Fluxograma de processo: representação gráfica do processo em questão onde se identificam e se analisam entradas e saídas e no qual pode se empregar símbolos geométricos e notações simbólicas. Expressão muitas vezes desconhecida por significativa parcela de funcionários da equipe de **p+i** de uma pequena empresa.

Esta atividade é adotada por UNEP (2001) e no Brasil por Nascimento, Lemos e Mello (2002).

A **implementação e continuidade**, como etapa que encerra o ciclo do programa mas ao mesmo tempo cria condições para que ele seja reiniciado, incluirá a *preparação de um plano de p+l, sua implementação, monitoramento e sustentação* com procedimentos construídos a partir de uma proposta conciliadora com o perfil do ambiente interno das PEs e do seu ambiente externo de atuação com atenção às características principais do segmento metal-mecânico.

A resultante configuração do programa de implementação de **p+l** apresenta-se, por conseguinte, conforme mostrado na figura 4.11. Tal programa constituir-se-á na referência estrutural para a construção da segunda etapa desta metodologia que tratará da aplicação do programa à empresa.

Figura 4.11 Estrutura proposta para implementação de programa p+l (checklist)



4.2 Definição da sistemática de aplicação do programa: *checklist*

A substituição da burocracia autoritária pela comunicação aberta em pequenos grupos estabelecidos ou arranjos temporários, encoraja o pensamento criativo. Isto pode aparelhar a Organização a se mover do caos à ordem uma vez que ela necessariamente precisará iniciar uma nova fase em sua existência.

(KNOWLES, SAXBERG, 1988)²⁵

Robins e Trisoglio (1992) afirmam que uma falha em se atentar à importância do fator humano no desenvolvimento tecnológico (incluindo práticas de gerenciamento e metodologias) explica parcialmente a lacuna de vinte anos entre Norte e Sul no que se refere ao estágio de avanço tecnológico. Por outro lado, Huisingh (1990) já registrava que as atitudes gerenciais mais que a tecnologia ou custos são as principais barreiras para a mudança confirmando outra assertiva de Robins e Trisoglio (1992) a qual sustenta que os mais poderosos obstáculos à reestruturação na indústria para o desenvolvimento sustentável são o hábito e o conservantismo humano. Para uma PE, o fator humano é ainda mais crucial conforme já enfatizaram Gunningham e Sinclair (1997), Starkey (1998), Hillary (2004) e Fresner (2004). Carley e Christie (1992) chamam atenção para um dos pontos-chaves de entrave em termos de recursos humanos: as insuficientes aptidões em novos e integrativos estilos de gerenciamento; acrescenta ainda, que o desenvolvimento de habilidades locais de gerenciamento é um aspecto crítico mas ainda amplamente desatendido no gerenciamento ambiental. Sendo os recursos humanos tão importantes e, para as PEs, um recurso ainda mais fundamental, a proposta de aplicação do programa definido na etapa anterior, preconiza a valorização do capital humano da empresa e o fomento ao conhecimento através da interatividade. Tylecote e Straaten (1997) apresentaram uma abordagem da inserção do conhecimento no gerenciamento dos recursos e da escassez em um processo: toda

²⁵KNOWLES, H.P. e SAXBERG, B.O. em *“Organisational leadership for planned and unplanned change”*, (tradução nossa), Futures, pp. 252-65, 1988.

conhecimento, dê poder e responsabilidade às pessoas e permita o surgimento da inovação, da novidade, elementos essenciais à sustentação e continuidade de qualquer programa, muito especialmente nas PEs. Facilitar o surgimento da novidade e assim viabilizar uma rede ativa de comunicação que se realimenta, consiste mais em criar condições do que transmitir instruções (CAPRA, 2002). Através de um processo aberto, que valorize o questionamento e a interatividade, objetiva-se criar as condições para que o programa se realmente e, portanto, perdure. A escolha do método de listagem de verificação descritiva (*checklist*)²⁶ para a aplicação do programa levou em conta não só estas premissas mas as reais condições de uma PE de abarcá-lo e, principalmente, de fazê-lo efetivo.

4.2.1 Escolha do tipo de questionário

Existe uma diversidade de metodologias de avaliação ambiental. Notadamente, as metodologias ligadas à identificação, quantificação e avaliação dos impactos ambientais gerados pelas atividades humanas de desenvolvimento surgiram na década de 70 como consequência da Lei de Política Ambiental dos EUA e se proliferaram a partir de então (CASAS,1997)²⁷. A escolha do método deve estar estritamente fundamentada na concepção do tipo de estudo a ser desenvolvido (MOREIRA, 1992). Assim, a seleção da metodologia de *checklist* levou em conta, para a implementação de **p+i** em PEs do setor metal-mecânico, os recursos humanos, técnicos e financeiros disponíveis, o tempo de sua duração, os dados e informações existentes ou passíveis

²⁶ O termo *checklist* será utilizado neste trabalho como sinônimo de listagens de verificação que, por sua vez, compreendem quatro subtipos de listagens; dentre elas, a que especificamente será empregada para a aplicação do programa definido neste trabalho: *listagem de verificação descritiva*. Por força do uso comum, tal listagem será também denominada *checklist*.

²⁷ Revisões de metodologias e sua descrição podem ser encontradas em Clark et al. (1980), Bisset (1984) e Wathern (1984).

de se obter, os requisitos legais e os termos de referência a serem atendidos do programa de implementação.

O *checklist*, que foi o primeiro método de avaliação ambiental, por sua facilidade de aplicação (SILVA, 1999), compõe-se de uma relação de fatores e parâmetros ambientais com o objetivo de servir de orientação aos que elaboram um estudo, considerando todos seus aspectos e variáveis (CASAS,1997). Desse modo, como se referencia nas fases de um programa de implementação de produção mais limpa, o *checklist* mostra-se apropriado porque, conforme Moreira (1992), essa relação de fatores e parâmetros ambientais que constituem a listagem de verificação atua como um “lembrete” do que se deve considerar, não excluindo nenhum elemento de importância para a tomada de decisão.

Por outro lado, as vantagens como simplicidade da construção, a facilidade da sistematização das informações, a capacidade de sumarizar os resultados, a rapidez da aplicação e o baixo custo (SANTOS, 2004) o tornam claramente adequado e compatível ao contorno extremamente diverso das PEs, consideradas aqui, todas as dificuldades de recursos em seu ambiente e segmento de atuação.

Outro fator a ser considerado é a subjetividade. Mesmo que ela esteja normalmente associada a processos de avaliação (CYBIS, 2002), no processo de *checklist* a subjetividade pode ser reduzida em função da objetividade e clareza que se imprime ao questionamento. Os métodos “ad hoc”, por sua vez, têm no alto grau de subjetividade resultante sua maior crítica (MOREIRA, 1992). Também conhecidos como painéis ou reuniões de especialistas (pessoas de notório saber), consistem na criação de grupos de trabalho formado por profissionais e cientistas de diferentes disciplinas, de acordo com as características do trabalho a ser avaliado. Têm na carência de tempo, ausência de dados para tratamento sistematizado, suas condições ideais de empregabilidade. O método Delphi é o exemplo mais citado de métodos “ad hoc”. Criada na década de 50, a técnica Delphi (ou Delfos) é, basicamente, uma discussão de especialistas, visando chegar a um consenso sobre determinada questão (TOMMASI,1994), proposta que não se compatibiliza à concepção deste estudo.

O método de *checklist*, por sua vez, não exige exclusivamente especialistas (CYBIS, 2002) e proporciona de maneira rápida, uma idéia geral sobre a relação das atividades com o ambiente, os parâmetros ambientais que devem ser avaliados e os possíveis impactos nos quais o(s) avaliador(es) deverá(ão) se aprofundar e formar juízos técnicos (CASAS, 1997). Os *checklists*, são comumente divididos em :

- Listagens de verificação simples
- Listagens de verificação descritivas
- Listagens de verificação escalares
- Listagens de verificação escalares ponderadas

4.2.1.1 Listagens de verificação simples

Foram as primeiras a serem concebidas. Registram apenas os fatores ambientais e, algumas vezes, seus indicadores. Em alguns casos, podem incluir listas de ações de desenvolvimento do projeto. Canter (1977) apud Casas (1997), descreve um caso clássico preparado pelo “Department of Transportation” (EUA) onde basicamente se identificam impactos sobre a qualidade das águas, do ar, da erosão do solo, econômicos, ecológicos, sócio-políticos, visuais ou estéticos. Podem ser subdivididas em listas de parâmetros ambientais, listas de elementos agrupadas segundo as distintas fases do processo ou listas de agrupamentos populacionais.

4.2.1.2 Listagens de verificação descritivas

Oferecem, além do rol de parâmetros ambientais, alguma forma de orientação para a análise da ferramenta ambiental em questão. Podem adquirir a forma de questionário, onde uma série de perguntas em cadeia tenta dar um tratamento integrado à análise do tema como um todo (MOREIRA, 1992). Esta será a forma de listagem adotada neste estudo por permitir, especificamente, além das vantagens já abordadas do *checklist*:

- a interatividade entre os agentes;
- a abordagem integrada da implementação de **p+I**;
- maior foco ao prover orientação dirigida;
- adequar as questões ao objeto de estudo.

Vale citar o método desenvolvido pelo “Project Appraisal for Development Control”, em 1976, na Grã-Bretanha que apresentou um amplo questionário a ser usado pelas agências de governo, para a avaliação de projetos industriais. As perguntas buscavam identificar e descrever os impactos diretos e indiretos, relacionando-os aos fatores ambientais afetados, conforme tabela 4.1 (CLARK et al., 1976).

Tabela 4.1 Checklist para avaliação de projetos industriais: Inglaterra, 1976.

<p>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO LOCAL E SUA VIZINHANÇA</p> <p>1 – Solo</p> <p>a) A geologia da área apresenta problemas em relação ao tipo de projeto em consideração?</p> <p>b) O empreendimento envolve escavação ou terraplenagem que possa ter conseqüências adversas, por exemplo erosão?</p> <p>c) As características da topografia local impõem restrições ao projeto e à localização do empreendimento?</p> <p>2 – Água</p> <p>a) O empreendimento proposto poderá afetar o padrão de drenagem da área?</p> <p>b) O empreendimento proposto poderá resultar em mudanças em outros aspectos da hidrologia local?</p>

c) O empreendimento proposto poderá afetar o fluxo da água subterrânea?

Se o empreendimento se localizar em área costeira ou estuarina, os fatores abaixo devem ser considerados:

d) Haverá alguma atividade abaixo do maior nível de água que possa impor restrições ao projeto e à localização do empreendimento?

e) Alguma característica da área pode impor restrições ao projeto e à localização do empreendimento?

f) No caso de serem necessárias operações de drenagem, existe algum fator que restrinja ou impeça o trabalho de se realizar?

g) Alguma característica hidrográfica da área impede a construção ou a operação de alguma parte do empreendimento?

3 – Clima

a) Há algum fator climático que possa restringir o empreendimento?

b) Há algum fator climático que possa influenciar a dispersão de poluentes?

4 - Uso do Solo e Paisagem

a) O empreendimento é compatível com os usos do solo no entorno, tais como recreação, agricultura, florestas?

b) O empreendimento altera substancialmente a qualidade paisagística da área?

c) O empreendimento poderá ter uma zona de influência visual significativa?

d) A escala do empreendimento proposto é compatível com a paisagem?

e) Há alguma árvore ou edifício no local que mereça ser preservado?

f) Os materiais a serem empregados na construção estão de acordo com os encontrados no local?

g) O projeto paisagístico proposto pelo empreendedor é satisfatório?

Fonte: CLARK et al., 1976

No caso do presente estudo, o *checklist* irá prever uma orientação subsequente relativa à implementação de **p+i**, em função da resposta escolhida.

4.2.1.3 Listagens de verificação escaladas

Estas listagens apresentam os meios de se atribuir valores numéricos ou símbolos (letras e sinais) para cada fator ambiental, permitindo a classificação e a comparação das alternativas de projeto e a escolha daquela mais favorável.

4.2.1.4 Listagens de verificação escaladas ponderadas

Incorporam às listagens escalares o grau de importância de cada impacto, para a ponderação da magnitude. Foram muitas as listagens deste tipo, desenvolvidas principalmente para projetos de uso de recursos hídricos.

4.2.2 **Elaboração do questionário: critérios**

“Uma vez que a noção de organizações auto-suficientes cedeu caminho a redes de interação e dependência muito mais complexas, as habilidades e aptidões para o trabalho em grupo tornaram-se críticas para o gerenciamento ambiental e para o desenvolvimento sustentável; freqüentemente tão importante quanto à própria natureza substantiva de qualquer assunto ambiental. (CARLEY; CHRISTIE, 1992).

O questionário será elaborado de modo que sua diretriz de condução esteja alinhada seqüencial e conceitualmente às fases do programa de implementação de **p+I** cuja síntese de etapas e atividades constam na figura 3.6. O questionário será desenvolvido em esquema de *checklist* (listagem de verificação descritiva). O *checklist* se realizará conforme a seqüência das fases. A cada fase corresponderá um conjunto de perguntas que estarão também seqüencialmente relacionadas às respectivas atividades das fases. Espera-se assim, que os direcionamentos em função das respostas dadas sejam mais clara e logicamente vinculados à implementação do programa.

A cada pergunta, quatro alternativas de respostas serão apresentadas: ***não, não sei, não aplicável e sim.***

Cada alternativa de resposta estará sistematicamente vinculada e direcionada à descrição da etapa do programa de implementação de produção mais limpa, especificamente abordada na questão. As perguntas serão formuladas de modo que o atendimento aos direcionamentos descritos no percurso entre as respostas, “**não**” e as “**sim**” dadas pela empresa, represente uma evolução natural do grau de internalização e gerenciamento da variável ambiental, em seu processo produtivo e da adoção das ferramentas **p+I** indicadas.

Desse modo, para uma resposta “**não**”, que indicará a não confirmação ao questionamento proposto, o propósito será alertar a empresa (equipe) quanto ao não cumprimento de um determinado tema sem, contudo, denotar conotação punitiva ou desestimulante; o objetivo será situá-la no contexto de conformidade e de ecoeficiência em seu setor de atuação. A essa resposta corresponderá, na fase e atividade consideradas no programa de produção mais limpa, a informação que traduz a importância de uma resposta afirmativa a tal quesito, no âmbito de implementação do programa de produção mais limpa. Pretende-se informar, no direcionamento às respostas “não”, o porquê tal pergunta deve ter o “**sim**” como resposta.

As respostas “**não sei**” indicarão o não conhecimento ao tema proposto. Igualmente, representarão um indicativo de estágio da empresa no contexto de conformidade e ecoeficiência em seu setor. Com um direcionamento similar ao adotado para as respostas “não”, objetiva-se ressaltar nesta etapa o porquê o assunto tratado na pergunta deve ser do conhecimento da empresa.

Por outro lado, tendo em vista a grande diversidade de atividades e processos na qual se inserem as PEs do setor metal-mecânico e que esse questionário não é uma listagem completa de todos requisitos ambientais aplicáveis às PEs, é razoável prever que haja determinadas perguntas não aplicáveis a determinadas empresas/processos. Para esses casos a alternativa de resposta “**não aplicável**” será adequada.

Por fim, a resposta “**sim**” indicará uma confirmação à pergunta proposta. Ao contrário de significar conclusão do processo, esta resposta remete a um ponto do programa de implementação onde a maneira de se efetivar tal tarefa é descrita. Assim é que, responder “sim”, remeterá ao como tal afirmação deve ser realizada, ou seja, à implementação do programa de produção mais limpa, propriamente. A Tab. 4.2 sumariza o critério.

Tabela 4.2 Critérios adotados para o checklist: resumo

Alternativa	Direcionamento
Não	Explicará o porquê tal pergunta deveria ter o sim como resposta.
Não sei	Explicará o porquê o assunto de tal pergunta deve ser do conhecimento da empresa.
Sim	Explicará como o sim a tal pergunta deve ser realizado.
Não aplicável	Para as perguntas cujos temas não são aplicáveis à realidade da empresa. Direcionará o processo à próxima questão.

A tabela 4.3 apresenta o *checklist* em sua íntegra. Tendo em vista que ele foi desenvolvido a partir da estrutura de programa definida no item 4.1, a cada atividade de cada fase corresponderá uma pergunta. Os direcionamentos das respostas de cada pergunta, dar-se-ão conforme os critérios expostos na tabela 4.2. Os direcionamentos às respostas “não/não sei” estarão sempre contidos no primeiro parágrafo do texto que descreve a atividade. Os demais parágrafos conterão os direcionamentos às respostas “sim” e tratarão, propriamente, de descrever como tal atividade deverá ser concretizada.

Por isso, mesmo que a resposta dada seja “não” ou “não sei”, é imprescindível acessar também o direcionamento dado pela resposta “sim”, naquela atividade, antes de se avançar à próxima pergunta. O objetivo é que, ao se apresentar integralmente a resposta a tal pergunta/atividade, a **equipe p+I** possa assimilar de modo homogêneo o conhecimento acerca de como realizar aquela etapa.

Tabela 4.3 *Checklist* completo para implementação do programa de p+l

Fase	Atividade	Pergunta	Resposta
1: Reconhecimento do estado presente da empresa	1.1 situar a empresa em conformidade e desempenho ambientais	A empresa consegue identificar seu posicionamento quanto à conformidade e desempenho ambientais e a importância desse reconhecimento para sua atuação no mercado?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não aplicável
2: Planejamento e Organização	2.1: assegurar o comprometimento da direção	A empresa já conta com o comprometimento da direção para a implementação da p+l?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não aplicável
	2.2: sensibilizar os funcionários	A empresa reconhece a necessidade do envolvimento dos funcionários para a concretização da p+l?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não aplicável
	2.3: constituir uma equipe de trabalho p+l	Está clara a importância da <i>correta</i> formação de uma equipe de trabalho p+l para o sucesso na implementação do programa?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não aplicável
	2.4: estabelecer os objetivos e metas	Com base nas informações disponíveis a equipe p+l consegue definir as ações prioritárias e estabelecer objetivos e metas?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não aplicável
	2.5: identificar as barreiras e soluções	A equipe p+l é capaz de prever as possíveis barreiras e suas soluções na realização das tarefas?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não aplicável
3: Avaliação	3.1: desenvolver fluxograma do processo	A equipe p+l compreende por que é importante representar graficamente o(s) processo(s)?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não aplicável
	3.2: selecionar foco(s) de avaliação a partir das fontes de desperdício	Concluído o fluxograma, a equipe p+l consegue com base na identificação de perdas e desperdícios, selecionar o(s) foco(s) para avaliação ?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não aplicável

	3.3: desenvolver balanço de massa e energia para diagnosticar as causas	A equipe p+l consegue deduzir o significado de desenvolver um balanço de material e energia e sua importância para o processo?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não aplicável
	3.4: gerar e selecionar opções de melhoria	Com o balanço de material e energia desenvolvido, é possível indicar as melhores opções de p+l ?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não aplicável
4: Estudo de viabilidade e priorização	4.1: avaliar opções: preliminar, técnica, econômica e ambientalmente	É possível relacionar os fatores técnicos, econômicos e ambientais de modo a se avaliar as opções escolhidas?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não aplicável
	4.2: selecionar opções	A partir da avaliação das opções, a equipe consegue eleger critérios para seleção das opções?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não aplicável
5: Implementação e continuidade	5.1: preparar plano de p+l	Todas as condições para preparação de um plano de p+l foram consideradas?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não aplicável
	5.2: implementar ações de p+l	A estratégia de implementação das opções está claramente definida?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não aplicável
	5.3: monitorar e avaliar o progresso de p+l	A equipe está pronta para avaliar e monitorar a implementação do programa de p+l ?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não aplicável
	5.4: sustentar atividades de p+l	As atitudes e medidas que conferem o caráter de continuidade e busca de melhoria contínua do programa de p+l estão claramente definidas e sustentadas?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não aplicável

4.3 Aplicação do programa

4.3.1 Fase 1: Reconhecimento do estado presente da empresa

4.3.1.1 Atividade 1.1: Situar a empresa em termos de conformidade e desempenho ambientais, considerados sua tipologia e o setor de atuação.

A empresa consegue identificar seu posicionamento quanto à conformidade e desempenho ambientais e a importância desse reconhecimento para sua atuação no mercado?

As portas do mercado e do lucro se abrem cada vez mais para as empresas que não poluem, poluem menos ou deixam de poluir - e não para as empresas que desprezam as questões ambientais na tentativa de maximizar seus lucros e socializar o prejuízo. (NOVAES, 1991)

Um mercado altamente competitivo e de abrangência internacional como o do metal-mecânico tende a exigir crescentemente maior grau de qualidade ambiental no processo produtivo das empresas que o compõem. Identificar o estágio de atendimento à conformidade e desempenho ambientais, considerada a atuação da pequena empresa no segmento metal mecânico, é condição fundamental para otimizar sua eficiência ambiental e assegurar condições à sua sobrevivência e permanência no mercado (DONAIRE, 1999).

As indústrias inseridas no segmento metal-mecânico geram vários tipos de emissões e, principalmente, resíduos e efluentes, advindos de uma gama de processos e atividades; alguns com potencial para serem classificados como perigosos, de acordo

com as regulamentações estaduais ou federais (CCECP, 2002). O primeiro passo, então, é identificar o grau de adequação da empresa quanto ao cumprimento da legislação ambiental aplicável a seu processo. Temas de abordagem mais ampla como o licenciamento ambiental, podem dar início à discussão. No Estado de São Paulo, por exemplo, os decretos 47.397/02 e 47.400/02 referentes ao licenciamento ambiental, devem merecer especial atenção quando tratam dos prazos de renovação uma vez que vinculam, em seu artigo 2º, § 5º, a ampliação do prazo da nova licença em até um terço do prazo anteriormente concedido, à comprovação por parte dos empreendimentos ou atividades da eficiência dos seus sistemas de gestão e auditoria ambientais.

Levantar e avaliar o grau de atendimento a requisitos legais referentes à poluição do ar, água e solo no contexto local do segmento industrial metal-mecânico. Além da legislação e padrões nacionais, estaduais ou municipais, Furtado (1998) sugere a utilização das tabelas e quadros de referências publicadas pela OMS²⁸ - Organização Mundial da Saúde - como método rápido de levantamento e avaliação dessa adequação.

Todos os resíduos que a empresa está pagando para tratar e armazenar – ou pagando multas e danos à própria imagem por *não* tratar e armazenar – foram um dia comprados pela empresa. Custou dinheiro no começo e continuam a custar no fim (ALMEIDA, F., 2002). Nesse sentido, ter condições de avaliar o desempenho ambiental, contextualizando-o ao porte de pequena empresa atuando no segmento metal-mecânico, constitui-se ação primordial para a organização. Manter-se atento a medidas regulatórias locais (cobrança pelo uso da água), analisar o que já foi feito e quais as partes interessadas, os *stakeholders* (UNIDO, 2002): moradores da região onde a empresa atua, funcionários e suas famílias, consumidores, fornecedores, legisladores, entidades de classe representativas e outras organizações da sociedade civil, é um passo inicial importante, pois o diálogo, a troca de informações, de expectativas e de experiências com essas partes, além de imprimir transparência à empresa, pode significar a concretização de valores, por meios menos dispendiosos e mais efetivos;

²⁸ World Health Organization – WHO: Rapid Assessment of Sources of Air, Water, and Land Pollution. WHO offset publication nr. 62, 1982, 114pp.

atitude absolutamente pertinente ao perfil de uma pequena empresa que pretende fazer da redução de resíduos, de emissões e de efluentes, da otimização do uso de água e de energia e da eliminação da toxicidade dos resíduos próprios do setor metal-mecânico, um diferencial de gestão ambiental e de competitividade.

4.3.2 Fase 2: Planejamento e organização

4.3.2.1 Atividade 2.1: Assegurar o comprometimento da direção

A empresa já conta com o comprometimento da direção para a implementação de p+I?

Produção mais limpa requer mudança de atitude. Assumir essa mudança e se comprometer explicitamente para sua implementação é um procedimento fundamental por parte da alta gerência, da direção da empresa ou pelo seu próprio dono como é o caso de muitas PEs: o empresário deve querer que o programa aconteça em sua organização. O comprometimento conjunto da empresa é, portanto, um estágio imprescindível para se assegurar colaboração e participação. Sem esse comprometimento não haverá ações e resultados reais – não haverá mudança.

O registro explícito do comprometimento da direção com o programa, através da elaboração de uma Política Ambiental da empresa, ou de uma Declaração de Intenções, é um procedimento usualmente proposto. Além de apresentar formalmente a aceitação e o comprometimento, por parte da direção da Empresa na implementação do programa, os objetivos e as prioridades gerais devem estar inseridos nesta declaração, a qual deverá ser divulgada a todos os interessados (MANUAL..., 1998, p.

3). Todavia, o real comportamento da gerência é um fator, no mínimo, igualmente importante aos comunicados escritos (UNEP, 2002), principalmente nas PEs.

4.3.2.2 Atividade 2.2: sensibilizar os funcionários

A empresa reconhece a necessidade do envolvimento dos funcionários para a concretização da p+l?

Depois do comprometimento da direção, a sensibilização e o envolvimento dos funcionários será o passo natural seguinte. O programa não deve ser rotulado como só da empresa mas, essencialmente, de seus colaboradores. Vale ressaltar que os funcionários voltados às operações diárias, ao “chão-de-fábrica”, têm, muitas vezes, a chave do entendimento do “porquê” desperdícios e emissões são gerados e têm, portanto, o conhecimento para indicar as melhores soluções.

Quanto aos funcionários, o primeiro passo para sensibilizar é informar:

- reunir todos os funcionários;
- informar sobre o programa a ser desenvolvido na empresa e que o trabalho terá total apoio da direção;
- expressar claramente o desejo de que todos participem, compondo a equipe, fazendo sugestões, críticas, assumindo o programa como seu;
- reforçar que o objetivo do programa é trazer ganhos para a empresa e para cada um e que, portanto, seu sucesso dependerá do empenho e comprometimento de cada um.
- estabelecer prazos para que as tarefas sejam realizadas, assim como indicar os responsáveis por cada uma delas.

4.3.2.3 Atividade 2.3: Constituir uma equipe de trabalho de p+l

Está clara a importância da correta formação de uma equipe de trabalho p+l para o sucesso na implementação do programa?

A troca de experiências e a integração dos funcionários são fundamentais para a implantação das medidas de **p+l** na empresa. Desse modo, a implementação de um programa de **p+l** será mais eficazmente conduzida, se realizada por uma equipe formada por pessoas de diferentes setores, que conhecem a empresa com mais profundidade e/ou são responsáveis por áreas estratégicas, como produção, compras, meio ambiente, qualidade, saúde e segurança, desenvolvimento de produtos, manutenção e vendas. Essas pessoas serão responsáveis por repassar a metodologia aos demais colegas, e fazer acontecer sua implementação na empresa.

O número de pessoas que integrará a equipe dependerá do tamanho e da estrutura da empresa. O importante é que componha, da forma mais representativa possível, as áreas/setores estratégicos da empresa. A escolha de um coordenador para a **equipe de p+l** é fundamental para o bom andamento dos trabalhos. Como o coordenador terá a responsabilidade de manter a equipe informada sobre o desenvolvimento das atividades, é interessante que ele esteja familiarizado com todos os aspectos operacionais da indústria e tenha fácil acesso à direção da empresa. Estabelecer uma Política Ambiental, ou uma Declaração de Intenções baseada nos princípios da produção mais limpa, é o primeiro desafio da **equipe de p+l**. A partir deste ponto, todo o desenvolvimento, acompanhamento, implantação das medidas de **p+l**, avaliação e manutenção do programa, de acordo com as necessidades e potencialidades da empresa, são de responsabilidade da **equipe de p+l**.

4.3.2.4 Atividade 2.4: Estabelecer objetivos

Com base nas informações disponíveis, a equipe p+l consegue definir as ações prioritárias estabelecendo, a partir delas, os objetivos e metas?

Este tópico é fundamental para a garantia de sucesso no trabalho a ser realizado (FURTADO, 1998). A análise preliminar das informações consolidadas até o presente estágio pela **equipe p+l**, deve definir as ações prioritárias e, dentro das condições da empresa (as atuais e as futuras possíveis), estabelecer tanto objetivos como metas quantificáveis e exeqüíveis dentro de um prazo determinado. O propósito principal nesta atividade é, como citam Nascimento, Lemos e Mello (2002), estabelecer metas amplas e realizáveis num primeiro momento, sendo aperfeiçoadas à medida em que a equipe for conquistando uma visão mais precisa das possibilidades de implementação da **p+l**.

É pertinente que os objetivos e metas sejam compatíveis com os objetivos gerais contemplados na Declaração de Intenções e busquem harmonização com outros programas ambientais já existentes na empresa ou mesmo com aqueles que visem a melhores condições de trabalho, segurança e produção na organização, como bem assinala o Manual... (CETESB, 1998).

Algumas opções de escolha para a área e/ou tema a serem avaliados , após analisar a conformidade à legislação e as potenciais necessidades de adequação advindas, após garantir a suporte dos níveis de decisão na empresa, são:

- eleição dos resíduos, efluentes e emissões mais evidentes e/ou problemáticos;
- eleição de matérias-primas e insumos para análise de otimização de consumo;
- priorização de outros temas como:
 - principais problemas ambientais na indústria;

- resíduos perigosos ou sujeitos a restrições legais;
- resíduos com alto custos de destinação, tratamento ou armazenagem.

A elaboração de um cronograma de execução do programa é outro procedimento suporte que deve ser considerado como imprescindível para a consecução de atendimento aos objetivos e metas. Deve contemplar todas as fases e atividades do programa e estabelecer prazo para a execução de cada uma delas; tal ação é importante no sentido de permitir o acompanhamento do processo, promover o comprometimento das pessoas envolvidas e garantir em última instância, foco para o programa.

4.3.2.5 Atividade 2.5: Identificar barreiras e soluções

A equipe p+l consegue prever as possíveis barreiras e suas soluções na realização das tarefas?

Ter a consciência de que a **equipe p+l** encontrará barreiras que poderão impedir ou retardar a execução de **p+l** e preparar-se para superá-las, consiste em um estágio importante para assegurar o sucesso do programa para alcançar os objetivos traçados, nos prazos estabelecidos. As dificuldades poderão ser encontradas em diversas etapas do processo, assim como em diversas áreas.

Em primeira instância é essencial detectar as possíveis dificuldades, assim como, as diferentes causas ou razões (FURTADO, 1998), que podem ser:

- do processo de produção;
- dos serviços de manutenção;
- do controle de qualidade;

- das relações comerciais e de marketing;
- do serviço de inventário;
- das finanças;
- da regulamentação ambiental;
- dos recursos humanos.

Para se conseguir uma conscientização e participação mais ampla de todos os funcionários, fazendo com que o programa se torne assunto do dia a dia, deve-se assegurar a disseminação das informações sobre **p+I** e as atividades da equipe de trabalho. A equipe deve desenvolver um plano de treinamento e de comunicação que se adapte ao sistema existente, para que todos possam acompanhar o desenvolvimento do programa na empresa. Para isso, pode valer-se de uma série de recursos , tais como: cartazes, circulares, memorandos, reuniões setoriais, realização de eventos com a participação externa, apresentação de vídeos sobre experiências bem sucedidas, treinamentos, programa de premiações de funcionários, etc. Criar um sistema de informação voltado à comunidade local, especialmente quando os resultados obtidos com a implantação de **p+I** promoverem a melhoria da condição ambiental da vizinhança.

Por fim, e não menos importante, há que se considerar os recursos que serão necessários à concretização dos objetivos e metas estipulados. Sejam eles humanos, financeiros ou materiais é fundamental que estejam na pauta de ações da **equipe p+I**. Essa demanda deve ser gerenciada pela equipe como uma oportunidade no sentido de se exercitar as atuações não só internamente, na busca por recursos identificados, mas também, na mobilização externa pertinente a uma pequena empresa metal-mecânica tais como:

- pesquisa em financiamentos diferenciados;
- informações em entidades de classe e universidades;
- participação em fóruns afins;

4.3.3 Fase 3: Avaliação

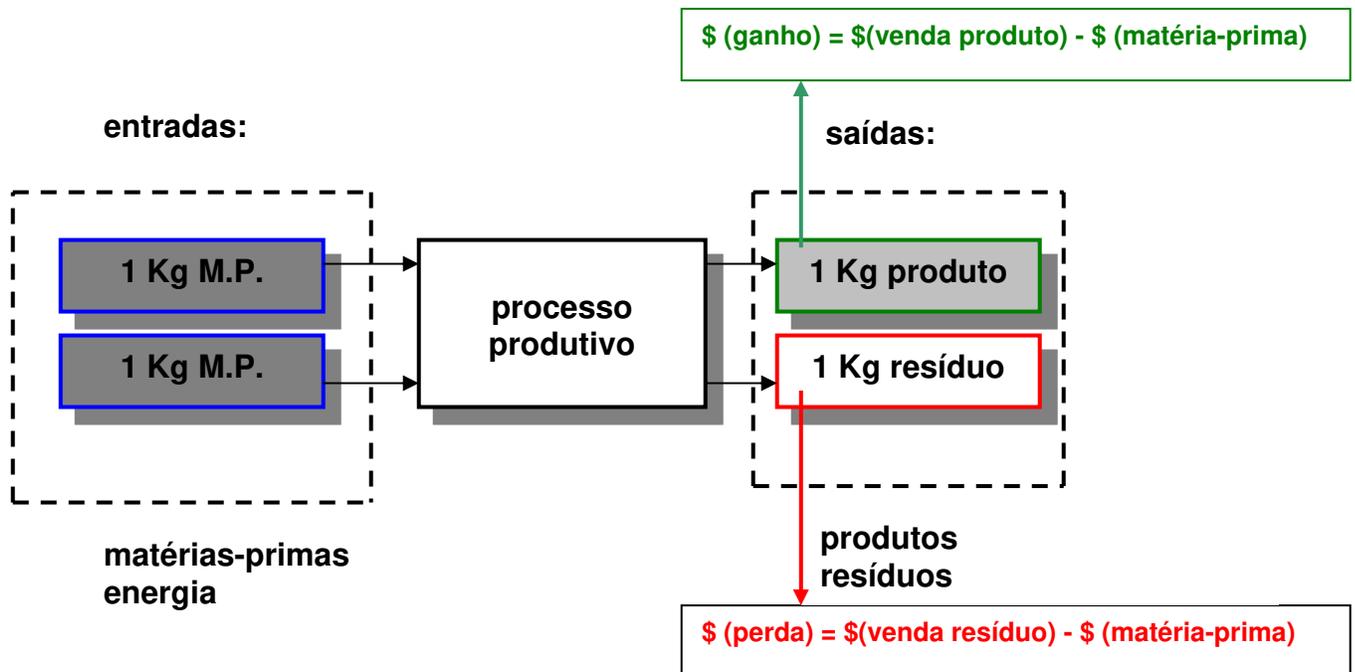
4.3.3.1 Atividade 3.1: Desenvolver fluxograma do processo

A equipe p+l compreende por que é importante representar graficamente o(s) processo(s)?

Desenvolver um entendimento básico dos processos, identificar as fontes de perdas e desperdícios ligados a eles assim como os custos resultantes são ações fundamentais à implementação da **p+l** na empresa. Representar estes processos graficamente mostrando o fluxo de entrada e saída dos insumos, o que é gerado e o modo como estes processos estão relacionados entre si é a maneira mais indicada de se obter este entendimento e se identificar todas as fontes de geração de resíduos e emissões. A esta representação gráfica dos processos dá-se o nome de fluxograma e a sua elaboração consiste em documento essencial para que a avaliação possa ser realizada. Por se tratar de um grupo no qual as pessoas são de diferentes áreas, aconselha-se como primeira etapa desta atividade que a **equipe p+l** faça uma visita de reconhecimento na fábrica. Após isto e definido o processo, pode-se iniciar a construção dos fluxogramas qualitativos nos quais se identificarão os resíduos gerados, as matérias-primas utilizadas e os produtos fabricados. Sempre é válido lembrar que em todo processo, tem-se de um lado as entradas: matérias-primas e insumos e, de outro, saídas: produtos e resíduos. Sendo o objetivo de todo processo produtivo gerar produtos, vale lembrar que cada quilograma de resíduo gerado - independente do que vai se gastar com ele com armazenamento, tratamento ou destinação - já tem um custo embutido que é aquele referente ao quilograma de matéria-prima que o produziu (Figura 4.13); sob esta abordagem, deduz-se então que o resíduo pode ser considerado um produto de valor econômico negativo (UNIDO, 2002) e, portanto, para a mesma quantidade de matéria-prima, a geração de mais resíduos significa automaticamente:

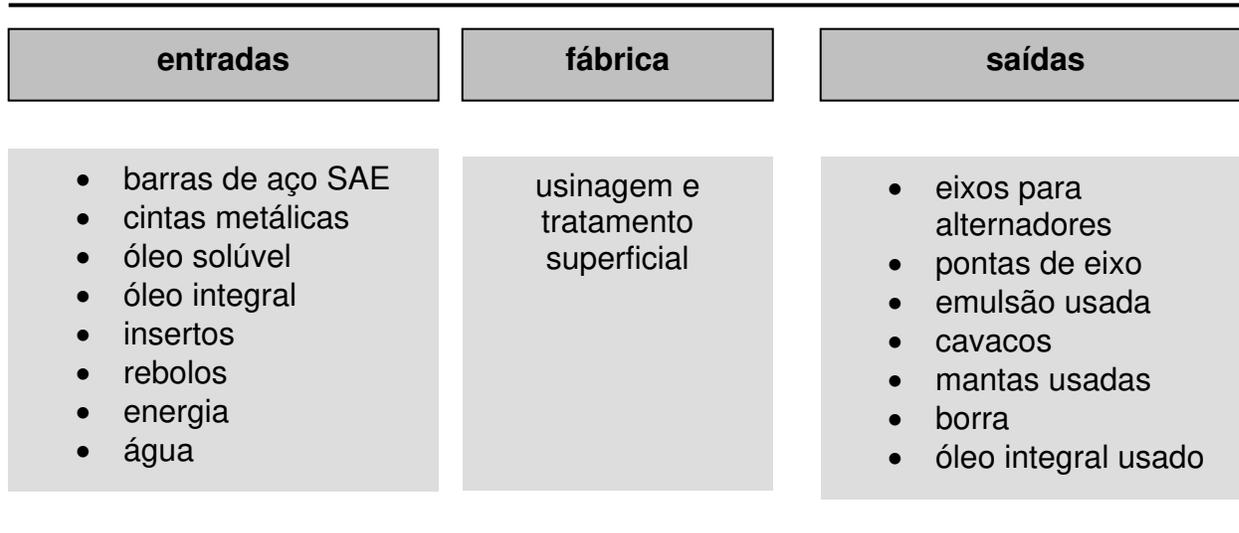
menos produtos, menos lucratividade, menos produtividade, menos ganhos, menos qualidade de vida. O contrário se aplica igualmente: quanto menos resíduos, mais produtos, mais produtividade, mais eficiência, mais qualidade de vida.

Figura 4.13 O resíduo como produto de valor econômico negativo



Três tipos de fluxogramas são previstos: o global cujo diagrama de blocos representa toda a empresa e onde se devem relacionar as principais matérias-primas, insumos e energia consumidos (entradas) e os principais produtos e resíduos gerados (saídas) conforme ilustra o exemplo na figura 4.14.

Figura 4.14 Exemplo de fluxograma qualitativo global: empresa



Os fluxogramas intermediários são aplicados a setores, macro-atividades ou operações registrando, similarmente, matérias-primas e resíduos por operação individual e permitindo deste modo que a implementação de **p+l** ocorra por etapas na empresa e, não necessariamente, em uma única etapa abordando toda a planta. Um exemplo de fluxograma qualitativo intermediário é mostrado na figura 4.15.

Na conclusão desta etapa é importante constatar que as operações e os tipos de inter-relacionamentos entre elas estejam devidamente identificados, as observações visuais e os comentários relevantes registrados. O próximo passo é preencher os dados quantitativos nas tabelas construídas para os fluxogramas global e intermediário.

Figura 4.15 Exemplo de fluxograma qualitativo intermediário: etapas de processo

entradas	etapas	saídas
<ul style="list-style-type: none"> • barras de aço SAE • empilhadeira • gás Butano p/ empilhadeira 	<p>1 Inspeção de recebimento de matéria prima</p>	<ul style="list-style-type: none"> • barras de aço Inspeccionadas
<ul style="list-style-type: none"> • barras de aço SAE • ferramentas metal duro • insertos • óleo integral • energia 	<p>2 Torneamento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • cavacos de aço • insertos usados • óleo integral usado • ferramentas para reafiação
<ul style="list-style-type: none"> • peças da operação 2 • ferramentas aço rápido • óleo solúvel • energia 	<p>3 Furação</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Peças furadas • ferramentas p/ reafiação • óleo solúvel usado • cavacos com óleo solúvel

Nesta primeira fase de preenchimento os dados podem ser estimados já que serão afinados na fase de balanço de material e energia; as informações podem ser obtidas das notas de compras de matérias-primas, de produtos químicos e outros insumos, de material de escritório, contas de água (últimos 12 meses), de quantidades de resíduos transportados, de energia elétrica. As informações a serem obtidas são basicamente consumo de água, vazão de efluente líquido, resíduos sólidos, matérias-primas e consumo de energia. Em alguns casos muitas destas informações nunca foram colhidas e então deverá se proceder a medições. Abaixo se apresenta uma lista de materiais que podem ser necessários :

- consumo de água: hidrômetro ou horímetro ou balde e relógio/cronômetro;
- vazão de efluente líquido: medidor de vazão, trena ou balde e relógio/cronômetro;

- resíduos sólidos: balança adequada de acordo com as quantidades a serem medidas;
- matérias-primas: balança adequada para as quantidades a serem medidas;
- consumo de energia: horímetro, analisador de energia, amperímetro;
- outros: planilhas em papel definidas pela própria empresa, calculadora e criatividade conforme sugere CEBDS (2003).

Um exemplo orientativo de preenchimento de dados para avaliação global de produtos principais é mostrado na tabela 4.4.

Tabela 4.4 Avaliação global de principais produtos

Produto/serviço	Quantidade/ano	Unidade
Eixo de aço tipo 1A	120.000	Kg
Eixo de aço tipo 2B	130.000	Kg

Fonte: Adaptado de SEBRAE, 2004.

Mesmo que não se tenham as informações com inteira precisão, é importante registrar os dados referentes às quantidades de resíduos gerados e aos custos de disposição envolvidos conforme sugerido, a título de exemplo, na tabela 4.5.

Tabela 4.5 Avaliação global: resíduos, emissões e efluentes

Resíduos/efluentes/ emissões	Qtde por ano	Unidade	Custo de compra- R\$	Custo total de disposição-R\$	Custo total-R4
Efluente líquido (emulsão usada)	12.000	L	8,4	1,2	114.800,00
Resíduo sólido (cavacos)	8.000	Kg	4,5	-	36.000,00

Fonte: adaptado de SEBRAE, 2004

A mesma análise vale para matérias-primas e insumos, conforme exemplifica a tabela 4.6.

Tabela 4.6 Avaliação global: matérias-primas, insumos

Material	Qtde por ano	Unidade	Custo unit. compra- R\$	Custo total R\$	Participação no total do produto
Aço	370.000	Kg	4,5	2654565,00	90%
Óleo solúvel	5.300	L	12,45	65.985,00	5%

Fonte: adaptado de SEBRAE, 2004

Finalmente, com a consolidação de todos os dados chega-se à tabela 4.7 na qual se pode demonstrar quanto custa o resíduo gerado e qual a eficiência do processo. Após a avaliação e discussão dos fluxogramas globais no âmbito da **equipe p+i**, deve-se avaliar os fluxogramas intermediários em setores, linhas de produção ou processos da empresa. Para tanto, utilizam-se as mesmas tabelas mas com os dados embasados em cada etapa identificada e não mais em um sentido geral da e empresa.

Tabela 4.7: Avaliação global: matérias-primas, insumos, energia e resíduos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Resíd.	Quant. MP	Custo MP	Custo total MP	Quant. resíduo	Custo (armaz., transp., disp.)	Preço venda	Ganho com venda de	Custo resíduo relac. a MP	Custo total resíduo	Quant. Produto produzido	Eficiência no uso da MP
	Kg/ano	R\$	R\$	Kg/ano	R\$/Kg	R\$/Kg	Kg	R\$/Kg	Kg	Kg	%
	A	B	C=A*B	D	E=D*\$	F=D*\$	G=F-E	H=B*D	I=H+E-F	J	L=J/A
Cava-cos	370000	4,5	4,5 x 370000	8000	0	8000x 0,30	0,30 x 8000	4,5 x 8000	36000+ 0 - 2400	250000	67,6

Legenda:

A= quantidade de matéria-prima

B= custo unitário da matéria-prima

C= custo total da matéria-prima MP que é a multiplicação da coluna A pela B.

D= quantidade de resíduos gerados em função do consumo de matéria-prima

E=custo com armazenagem + disposição + transporte vinculado à disposição do resíduo.

F= preço de venda do resíduo (quando este for vendido)

G= ganho com a venda do resíduo (diminuição da coluna E da F, ou seja, subtrair o gasto com armazenagem + disposição + transporte do valor de venda do resíduo.

H= custo do resíduo relacionado à matéria- prima (é o valor do resíduo considerado o preço da matéria-prima comprada: por isso a multiplicação da quantidade de resíduo gerado pelo custo da matéria-prima)

I= custo total do resíduo (é o valor obtido do resíduo relacionado com a matéria-prima adicionado dos gastos com armazenagem + disposição + transporte menos a venda do resíduo).

J= quantidade de produto produzido (refere-se a quanto a matéria-prima gera de produto).

K= eficiência do emprego da matéria-prima (em %) – este valor é a divisão da quantidade de produto produzido pela quantidade de matéria-prima utilizada. Dessa forma se tem noção da eficiência de seu processo produtivo.

Fonte: Adaptado de SEBRAE, 2004

4.3.3.2 Atividade 3.2: selecionar foco(s) de avaliação a partir das fontes de desperdício

Concluído o fluxograma, a equipe p+I consegue com base na identificação das fontes de desperdícios, selecionar o(s) foco(s) para avaliação ?

A análise dos fluxogramas qualitativos e quantitativos é o momento em que se passa a conhecer melhor os resíduos, efluentes e emissões gerados na empresa assim como a eficiência no emprego de matéria-prima do processo como um todo ou dos processos em separado. Saber, portanto, identificar as fontes de desperdício é procedimento essencial para se selecionar, com base no senso comum, o foco ou focos de avaliação.

Tudo que entra e sai precisa ser avaliado. Isso feito, através do desenvolvimento dos fluxogramas quantitativos, é possível se determinar se o processo é ou não eficiente ou comparar a eficiência entre diversos processos (coluna K da tabela 4.7), analisando-se nesse primeiro momento o quanto de entrada é convertido em produto e em resíduo e quanto de insumos é necessário durante a produção. Com base neste critério e de outras observações que forem levantadas no âmbito de trabalho da **equipe p+l** é possível determinar-se o(s) foco(s) de avaliação da **p+l**. Em princípio, todos os processos e unidades de operação podem ser candidatos ao foco. Contudo, a seleção é feita observando-se a situação da empresa como um todo, atentando-se às razões financeiras, de legislação, ambientais e de recursos humanos disponíveis. Tal procedimento pode ser fortalecido a partir do questionamento, da análise crítica da **equipe p+l**, priorizando:

- quantidade e toxicidade dos resíduos gerados e das matérias-primas consumidas;
- custos envolvidos: de compra, armazenamento, tratamento e relativos a possíveis punições do órgão ambiental;
- exigências técnicas atuais ou potenciais do(s) cliente(s);
- regulamentos legais que devem ser cumpridos para utilização e disposição dos materiais e resíduos (CEBDS, 2003);

Isto significa que deverão ser selecionadas para foco inicial de avaliação as etapas ou processos com maiores quantidades de resíduos gerados ou que apresentem algum grau de toxicidade; aqueles que, tendo legislação específica, não estão com tratamento ou disposição adequados; além disso, deverão ser avaliados os custos de resíduos e gastos na empresa com matérias-primas, água e energia consumidas.

Com todo o volume de dados gerados que irão compor a base do trabalho, é imprescindível o estabelecimento de parâmetros relacionados à produção e que viabilizem o monitoramento do(s) processo(s) ou da empresa em termos de seu desempenho ambiental. A estes parâmetros se denominam indicadores. Cada empresa possui particularidades de sua atividade. Para uma PE deve-se estar atento ao tipo de

tecnologia que se emprega, à região que está inserida, aos controles operacionais e administrativos existentes. Esses aspectos influenciam no indicador a ser criado pela empresa (NASCIMENTO, LEMOS, MELLO, 2002). Sugere-se que inicialmente se adote indicadores mais simples como consumo de água, de energia, de matéria-prima, vinculados ao processo produtivo e que podem ser facilmente obtidos quando a empresa possui controles efetivos sobre seu processo de produção. Para empresas que não possuem estes controles há a necessidade de criá-los em primeiro lugar para, depois, efetuarem-se as medições e monitoramento. Desta forma, pode-se obter indicadores como consumo de energia por unidade produzida, consumo de água por unidade produzida, consumo de matéria-prima por produto, geração de resíduos sólidos por unidade produzida e outros. Outros exemplos de indicadores globais que podem ser aplicados ao segmento metal-mecânico são:

- cavacos contaminados(kg)/ kg de produto produzido ou kg de matéria-prima empregada;
- emulsão usada(m³)/kg de produto produzido ou m³ de água empregada;
- custos de disposição de cavacos com óleo (R\$/ kg resíduo);
- custos de tratamento de recuperação de óleo usado (R\$/ m³ de efluente).

4.3.3.3 Atividade 3.3: desenvolver balanço de material e energia

A equipe p+i consegue deduzir o significado de desenvolver um balanço de material e energia e sua importância para a implementação do processo?

O balanço de material e energia (BME)²⁹ é a coluna vertebral da implementação de **p+l**. Através dele é possível se diagnosticar as causas (UNEP, 2001) investigando-se os fatores que influenciam no volume e na composição das perdas, dos resíduos, emissões e efluentes. Além disso, o BME é necessário para a avaliação da importância relativa de cada uma das possíveis causas de geração de perdas e de resíduos em geral. Ele traz a compreensão sobre a fonte e a causa de resíduos e emissões, a qual é necessária para a geração das opções e deve, portanto, elucidar de onde, por que e quantos resíduos e emissões são gerados, e quanto de energia e água é perdido. Esta compreensão serve como foco para a identificação das opções de **p+l**.

O fluxograma específico deve constituir-se na base para o cálculo do BME. Para isto deve-se, com base no foco de avaliação estabelecido na atividade anterior, identificar um setor a ser estudado. Nele e, detalhadamente em cada máquina e/ou operação identificada como importante, se fará o BME. Após identificação do setor a ser estudado, deve-se definir o período representativo para a realização do balanço: quando começa e quando termina (uma semana, duas semanas, um mês ou mais). Vale lembrar que a empresa vai estar funcionando para que o BME possa ser realizado e seja representativo – uma empresa parada não expressa a realidade. As medições devem ser passadas para valores correspondentes ao período de 1(um) ano. As tabelas a serem utilizadas para preenchimento dos dados quantitativos deverão ser as mesmas que as empregadas na atividade 3.1. Um exemplo de parte de um BME para uma empresa do segmento metal-mecânico é apresentada na figura 4.8.

²⁹ A partir deste item, o termo *balanço de material e energia* será identificado neste texto por BME.

Tabela 4.8: BME em setor de usinagem de empresa metal-mecânica (exemplo)

	Descrição MP/res.	A	B	C	D	E	G	H	I	J	K
		Quant. MP	Custo MP	Custo total MP	Quant. Resí- duo	Custo (armaz., transp., disp.)	Ganho com venda de res.	Custo resíduo relac. a MP	Custo total resíduo	Quant. Produto prodzdo	Eficiênc. no uso da MP
		Kg/ano	R\$	R\$	Kg/ano	R\$/Kg	Kg	R\$/Kg	Kg	Kg	%
		A	B	C= A*B	D	E=D*\$	G=F-E	H=B*D	I= H+E-F	J	L=J/A
serrar	Aço										
	TLC										
	óleo sol.										
	energia cavaco										
tornear	Eixos										
	ferramt.										
	óleo sol.										
	cavaco insertos										
laminar	Eixos										
	óleo int.										
	rolos n.										
	rolos u. cavaco										

4.3.3.4 Atividade 3.4: gerar e selecionar opções de melhoria

Com o balanço de material e energia desenvolvido, é possível para a equipe p+l indicar as melhores opções de p+l?

O BME propicia condições para a avaliação de causas de geração de resíduos e, portanto, permite à equipe escolher a unidade de operação, o material, o resíduo ou as emissões por onde as opções de melhoria se iniciarão. Gerar opções é um exercício de criatividade e interatividade. As informações consolidadas até agora serão utilizadas como um guia neste processo de criativo. Da efetividade deste processo, dependerão a adequada seleção das opções e o grau de benefícios imediatos e de longo prazo da implantação da **p+l** na empresa.

Preliminarmente, os passos mais importantes a se considerar na condução deste processo são:

- encontre os fatos (procure todas as informações relevantes para o problema);
- identifique o problema (amplie a formulação do problema através da interação com equipe e as pessoas envolvidas fazendo questionamentos de como e por que);
- gere idéias para resolver os problemas (pratique o *brainstorm*, promova uma “tempestade de idéias”);
- defina os critérios a serem utilizados para selecionar idéias e soluções;
- examine cuidadosamente as idéias e opções;
- selecione todas as idéias e opções importantes que podem ser implementadas imediatamente.

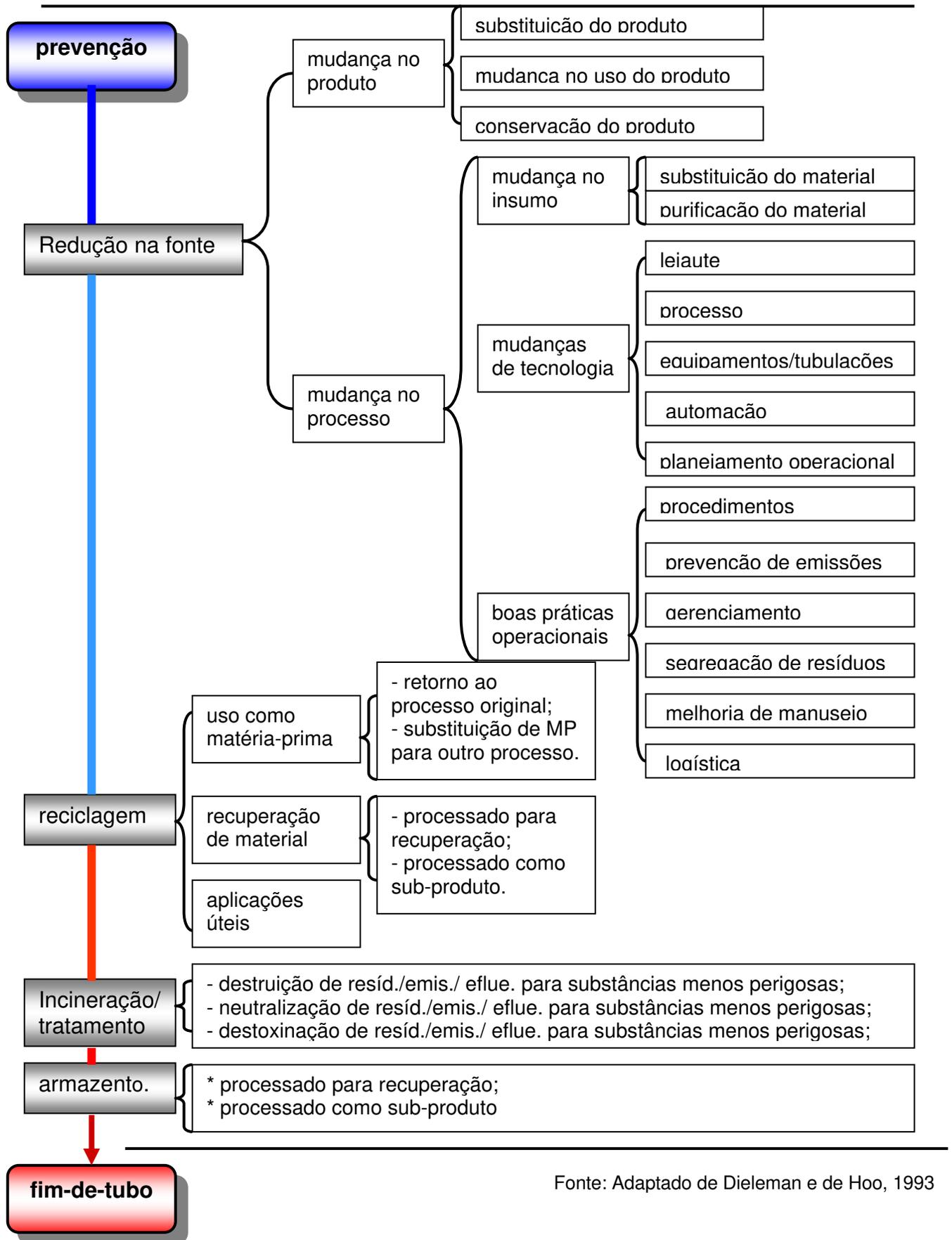
Uma vez conhecidas as fontes e as causas dos resíduos e emissões, a **p+I** entra na fase criativa. Conduzir uma avaliação prévia de causas no âmbito de trabalho da equipe de modo que todas as decisões possam ser tomadas em conjunto é um procedimento que garante confiabilidade à geração e escolha das opções. Algumas das possíveis causas de geração de cada resíduo podem estar relacionadas com:

- a matéria-prima: abaixo do padrão de especificação, qualidade inadequada, deficiências no suprimento, armazenagem inadequada;
- a tecnologia: falhas operacionais e da manutenção, capacidade do equipamento mal instalada, seleção de material não favorável, planejamento do leiaute inadequado, tecnologia obsoleta, alto custo de melhor tecnologia, tamanho insuficiente da planta;
- as práticas operacionais: pessoal não qualificado, operação ritualística, falta de treinamento, segredo industrial, desmotivação dos funcionários, falta de comprometimento da alta gerência, falta de reconhecimento;
- o desenho do produto: especificações de qualidade altas, desenho impraticável do produto, embalagem, produto composto de materiais perigosos;
- manipulação do resíduo gerado: não há separação de resíduos, desconsideração do reuso ou reciclagem de resíduos, manuseio inadequado.

Ao selecionar as opções a serem implantadas, a **equipe p+I** deve considerar a hierarquia de benefícios decorrentes da implantação e seu significado óbvio para a empresa. Neste sentido, a fim de estabelecer ordem de prioridade à busca de soluções, ainda que em nível macro, vale considerar os seguintes questionamentos:

- **como deixar de gerar resíduo?**
- **como reduzir sua geração?**
- **como reciclar internamente?**
- **como reciclar externamente?**

Figura 4.16 Da prevenção ao fim-de-tubo: identificando operações



Fonte: Adaptado de Dieleman e de Hoo, 1993

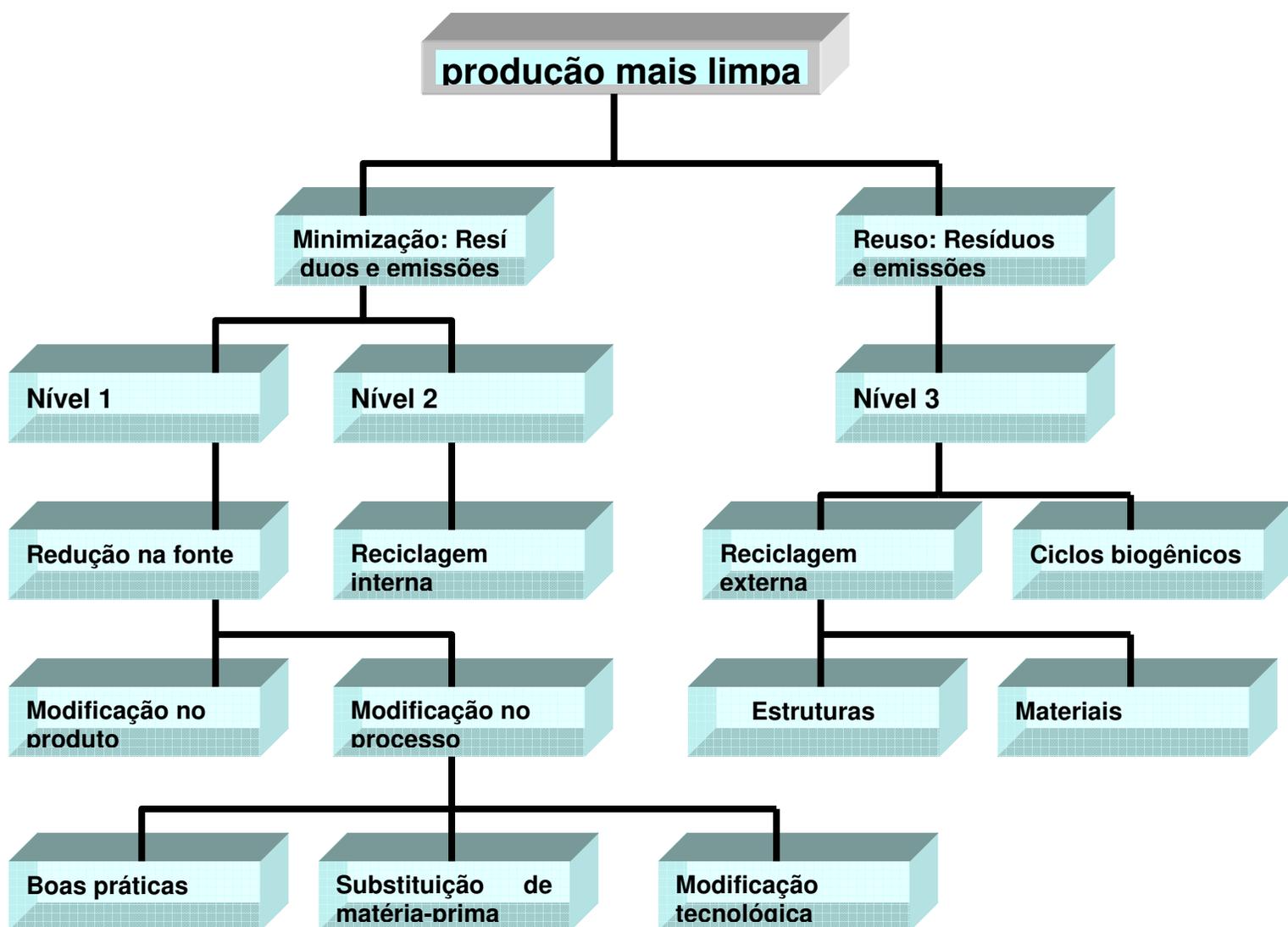
Esta mesma ordem de prioridade pode ser observada ao se analisar o trajeto de medidas que vai da prevenção, abordagem preferencial, ao fim de tubo, prática a ser evitada sempre que possível. O esquema mostrado na figura 4.16 propõe este trajeto, elucidando exemplos de práticas correlatas. Adicionalmente, estes questionamentos podem ser mais dedicadamente explorados ao se considerar as seguintes abordagens:

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

O fluxograma mostrado na figura 4.17 poderá ser utilizado como referência na análise e seleção das oportunidades de **p+i**, ao priorizar o enfoque preventivo em ordem decrescente do Nível 1 ao Nível 3. Desse modo, aconselha-se iniciar a análise utilizando o enfoque do Nível 1. Neste Nível busca-se prioritariamente a redução de resíduos na fonte seja por modificação no produto ou, no processo, através de boas práticas operacionais, mudanças na matéria-prima ou mudanças de tecnologia. Se a viabilidade da opção não for demonstrada, aborda-se o Nível 2 que considera a reciclagem interna. Se a solução aí não for também viável, passa-se então analisar as que compõem o Nível 3. Este último concebido a partir da possibilidade de reuso de

resíduos e considera a reciclagem externa de materiais e estruturas e também a aplicação de ciclos biogênicos.³⁰

Figura 4.17 O que fazer com os resíduos: análise e seleção de oportunidades p+l

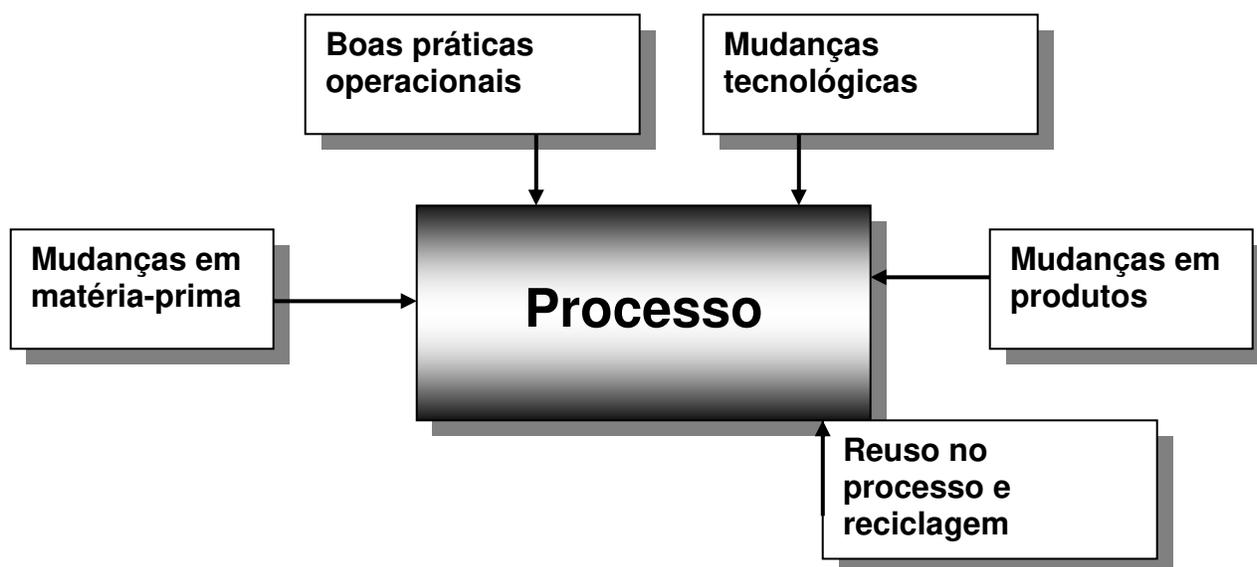


Fonte: Adaptado de UNIDO, 2001

³⁰ Ciclos biogênicos: Conjunto de transformações sofridas por um sistema que o remete ao seu estado inicial.

O objetivo da geração de opções de **p+l** é criar uma visão na empresa de como eliminar ou controlar cada uma das causas de geração de resíduos e perdas. O processo de geração de opções é composto de diversos elementos conforme mostrado na figura 4.18.

Figura 4.18 Elementos a serem considerados na geração e seleção de opções p+l



Fonte: Adaptado de UNEP, 2001.

Boas práticas operacionais também reconhecidas como *housekeeping* promovem a implementação das opções **p+l** por representarem medidas administrativas, institucionais ou procedimentos que a empresa pode usar para eliminar ou minimizar resíduos, efluentes e emissões. Muitas dessas medidas são amplamente usadas na indústria como melhoria na eficiência e como boas práticas de gerenciamento. Boas práticas operacionais são, na maioria das vezes, implementadas a baixo custo; podem ser implementadas em todas as áreas da fábrica incluindo produção, manutenção, almoxarifado e estocagem. Abaixo, estão listadas algumas das boas práticas operacionais:

- práticas de gerenciamento humano: incluem o estabelecimento de programas de capacitação profissional e de desenvolvimento pessoal

através de treinamento, incentivos e bônus, e outros programas que estimulem os funcionários à conscientização ambiental e a se empenharem na busca voluntária da redução de perdas e resíduos na fábrica e em todos os ambientes onde atuem e convivam;

- práticas de manejo e de inventário: incluem programas para reduzir perdas de material devido a mau manuseio, perdas de materiais sensíveis a prazo de validade e condições apropriadas de armazenamento;
- práticas na estocagem de produtos químicos:
 - registro de compras;
 - identificação, segregação dos produtos perigosos (ácidos, compostos de cianeto, solventes) e armazenamento adequado, verificando 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 e outros incidentes) e suas causas;
 - elaboração de um plano de ação no caso de acidentes, vazamentos, contaminação e outros incidentes;
 - condições adequadas das unidades ou instalações de armazenamento (por exemplo, instalação de diques de contenção em locais onde haja grande quantidade de produtos químicos perigosos estocados. Para conter pequenos derramamentos ou vazamentos perigosos, sugere-se o uso de canaletas que encaminhem os poluentes para a estação de tratamento de efluentes).
- prevenção de perdas que podem reduzir resíduos, efluentes e emissões por evitarem vazamentos de equipamentos e derramamentos;
- segregação de resíduos: estas práticas reduzem o volume de resíduos, principalmente os perigosos ao evitar a mistura de resíduos perigosos e não-perigosos;

- práticas de contabilidade: incluem programas para alocar os gastos com tratamento e disposição de resíduos diretamente no departamento ou grupo que os geraram e não registrando estes valores nos custos gerais (*overhead*) da empresa;
- programação da produção: analisando estes fatores, os departamentos ou grupos que geraram os resíduos tornam-se mais conscientes dos efeitos de suas práticas de tratamento e disposição e passam a ter incentivo financeiro para minimizar resíduos, efluentes e emissões. Por outro lado, através de uma criteriosa programação nas linhas de produção, a frequência de limpeza dos equipamentos e os resíduos resultantes podem ser reduzidos.

Mudanças em matérias-primas vão de encontro à **p+l** na medida em que reduzem ou eliminam os materiais perigosos e tóxicos que entram no processo de produção. Incluem também modificações nos insumos como purificação ou substituição de materiais, a fim de se evitar a geração de resíduos perigosos no processo de produção.

Mudanças em tecnologia devem ser orientadas por processos e modificações em equipamentos que reduzam resíduos, efluentes e emissões. Podem estar compreendidas desde pequenas mudanças que podem ser implementadas em questão de dias e com baixo custo à substituição de processos envolvendo grandes somas de capital. São consideradas mudanças de tecnologia:

- mudanças no processo produtivo;
- modificação de equipamentos ou tubulação;
- modificação de leiaute (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);
- uso de automação;
- mudanças nas condições do processo como taxas de vazão, temperatura, pressão, tempos de retenção e outros.

Mudanças no produto são realizadas pelo fabricante com o objetivo de se reduzir resíduos, emissões ou efluentes que resultem da utilização do produto e incluem:

- mudanças nos padrões de qualidade;
- mudanças na composição do produto;
- durabilidade do produto;
- substituição do produto;

mudanças no produto podem levar a modificações em seu projeto ou composição. O novo produto deverá então gerar menos impactos ambientais ao longo de todo o seu **ciclo de vida**: desde a extração da matéria-prima até sua disposição final.

Reuso na planta e reciclagem envolvem o retorno do resíduo seja para o processo original seja como um substituto para um insumo ou para um outro processo, como insumo.

Após ter sido gerado um número de opções, elas devem ser selecionadas e priorizadas de acordo com um senso comum, analisando-se as questões econômicas, técnicas e ambientais, a fim de serem submetidas à próxima etapa: **o estudo de viabilidade e priorização**. Esta priorização deve ter como foco a disponibilidade, a praticabilidade, a viabilidade técnica, econômica e o efeito ambiental das opções.

4.3.4 Fase 4: Estudo de viabilidade e priorização

4.3.4.1 Atividade 4.1: avaliar opções: preliminar, técnica, econômica e ambientalmente

É possível relacionar os fatores técnicos, econômicos e ambientais de modo a se avaliar as opções escolhidas?

Uma opção precisa se mostrar técnica e economicamente viável para que mereça séria consideração de ser adotada em uma fábrica (USEPA, 1992). A viabilidade econômica é freqüentemente o parâmetro-chave que determina se uma oportunidade será implementada ou não (NASCIMENTO, 2002). Para as PEs, que têm no fator financeiro um de seus principais obstáculos (GUNNINGHAM, N., SINCLAIR, D., 1997), tal afirmação é ainda mais pertinente. Uma avaliação técnica indica se uma opção proposta irá funcionar em uma aplicação específica. O estudo de viabilidade precisa então provar se cada uma das opções (não obviamente viáveis) é técnica e economicamente viável e se ela contribui para a melhoria ambiental (UNEP, 2001). O estudo de viabilidade pode ser dividido em cinco tarefas.

Todas as opções selecionadas na etapa anterior devem, em princípio, ser avaliadas em sua viabilidade técnica, econômica e ambiental. Contudo, para algumas opções pode não ser necessária uma avaliação tão abrangente, resultando em economia de tempo e otimização de esforços e recursos. A **avaliação preliminar** determina que opções necessitam de qual nível de avaliação técnica, econômica e ambiental (NASCIMENTO, 2002). Opções de gerenciamento nem sempre requerem uma avaliação técnica, enquanto aquelas baseadas em equipamentos com certeza irão requerer. Do mesmo modo, opções simples normalmente não exigem uma avaliação ambiental enquanto opções complexas sim. Finalmente, opções baratas não demandam uma detalhada avaliação econômica enquanto as caras, usualmente sim.

A **avaliação técnica** permite, em primeira instância, verificar se a opção pode ser colocada em prática. Isto requer uma verificação na disponibilidade e confiabilidade do equipamento ou tecnologia, o efeito na qualidade do produto, a produtividade, a manutenção esperada, os requisitos de utilização e as habilidades necessárias à

operação e supervisão. Para investimentos maiores deve ser investigada a natureza da opção, a natureza da mudança, o efeito sobre a produção, o efeito sobre o número de empregados, treinamentos requeridos, licenças exigidas, aumento do espaço físico, controles de laboratório e mudanças em especificações técnicas. As sugestões sobre as propriedades e requisitos que as matérias-primas e outros materiais devem apresentar com vistas ao produto que se deseja fabricar é também uma abordagem técnica a ser considerada (CEBDS, 2003). As opções que não demandam aporte de capital (*housekeeping*, por exemplo) podem, na maioria das vezes, ser implementadas rapidamente. A geração deste tipo de opção é feita a partir do conhecimento de projetos idênticos, similares ou afins ao desejado, ou outros já implantados em outras empresas, mesmo que para estes não existam registros formais (FURTADO, 1998). Sugere ainda a inclusão das seguintes experiências vividas por outras empresas:

- teste de processo sem necessidade de maiores instalações ou modificações de equipamentos;
- teste de equipamentos: visita a outras instalações para:
 - o contatos com vendedores ou outras indústrias;
 - o comentários de operadores e comparações com vendedores;
 - o verificação de testes de bancada ou piloto, quando necessários;

Opções que demandem maiores investimentos de capital, como mudança de matéria-prima, equipamentos ou processos e que podem resultar em mudanças na linha de produção ou na qualidade do produto requerem uma investigação mais complexa (UNEP, 2001). Para estas situações, a criação de um grupo multidisciplinar para a avaliação técnica baseada em critérios de avaliação selecionados é o encaminhamento mais aconselhado. Furtado (1998), sugere alguns critérios preliminares:

- O sistema é seguro para os trabalhadores?
- A qualidade do produto será mantida?
- Há espaço suficiente?

- O novo equipamento, os novos materiais ou procedimentos são compatíveis com a produção, procedimentos operacionais, fluxo de trabalho e escalas de produção?
- Há facilidades disponíveis, ou será preciso investir capital?
- Qual o tempo de interrupção da produção, para instalar o sistema?
- Há necessidade de expertise especial para operar ou manter o novo sistema?
- O vendedor oferece assistência aceitável?
- O novo sistema irá criar outros problemas ambientais?

A **avaliação econômica** consiste em, no mínimo coletar dados relativos a investimentos, custos operacionais e benefícios, escolher os critérios de avaliação através de métodos-padrão de medida da lucratividade tais como:

- (período de retorno do investimento (*payback*)): tempo que se leva para recuperar o desembolso de capital inicial para o projeto (recuperação do investimento efetuado com a opção **p+l**) (NASCIMENTO, 2002).

$$\text{Período de retorno do investimento} = \frac{\text{Investimento}}{(\text{Custo da situação atual} - \text{Custo da situação desejada})}$$

- Taxa Interna de Retorno(TIR): é uma demonstração da rentabilidade do projeto, sendo que, quanto maior for a TIR, mais vantagens apresenta o projeto em termos atuais. Para análise de alternativas de um mesmo projeto e entre projetos sem grandes diferenças de investimento, a TIR é geralmente aceita como o melhor instrumento na determinação do mérito de projetos.

- Valor Presente Líquido (VPL): calcula o valor atual do fluxo de caixa incremental em perspectiva, pelo uso de uma Taxa Mínima de Atratividade, ou seja, a partir de uma taxa de juros considerada como satisfatória, em função dos ingressos e dos desembolsos futuros. Sempre que o VPL, estimado a uma taxa de juros (Taxa Mínima de Atratividade), for superior a zero, o projeto apresentará um mérito positivo. Na comparação entre dois projetos ou duas alternativas de um mesmo projeto, o melhor, em princípio, é aquele com maior VPL. Estes índices são extraídos do fluxo de caixa incremental (fluxo de caixa que contempla a diferença entre os fluxos de caixa inicial – custos reais de operação do sistema existente sem a opção – e o fluxo de caixa esperado – custos operacionais estimados associados à opção de **p+l**) (NASCIMENTO, 2002).

Essa reunião de dados econômicos é construída a partir dos resultados da avaliação técnica (UNEP, 2001). A avaliação da fase ou etapa de uma pequena empresa pode ser realizada de maneira simplificada ao passo que avaliações em maior escala requerem avaliação econômica mais elaborada. A primeira, conforme define Furtado (1998), pode ser composta das seguintes atividades:

- organização das informações previamente levantadas;
- estimativa de custos de capital e operacional;
- determinação do tempo de retorno do investimento;
- custos operacionais do processo;
- custos operacionais do tratamento de resíduos;

A operação de custos operacionais e economias pode incluir ainda:

- Custos de gestão de resíduos:
 - o Tratamento *off-site*, armazenagem e taxas de descarte.
 - o Taxas estaduais e municipais sobre geração de resíduos perigosos.
 - o Custos com transporte.
 - o Tratamento *off-site*, armazenagem e manipulação.
 - o Custos com licenças, relatórios, controles e registros.

- Economia com reutilização de materiais
- Economia em custos de entrada de materiais:
 - Mudanças no processo ou produto, com redução de entrada de matérias primas.
- Economia em responsabilidade civil:
 - Seguros.
 - Possíveis multas por acidentes e por ações civis pelo Código do Consumidor.
 - Despesas com remediação ambiental.
 - Custos decorrentes de saúde e segurança no trabalho.
- Mudanças em custos associados à qualidade:
 - Efeitos positivos ou negativos na qualidade do produto.
 - Custos decorrentes de reprocessamento, sucatas, aparas ou funções de controle de qualidade
- Mudanças em custos de utilidade:
 - Aumento ou diminuição de custos com vapor, eletricidade, água para o processo e resfriamento, ventilação, refrigeração e gás inerte.
- Mudanças em custos com salários, encargos e decorrências, para operações e manutenção:
 - Horas extras
 - Modificações no número de trabalhadores
 - Custos com acidentes no trabalho
 - Custos com supervisão
- Mudanças nos custos de suprimentos para operações e manutenção:
 - Aumento ou diminuição operacionais e de manutenção
- Mudanças no custo de *overhead*:
 - Alteração de custos de *overhead* nos projetos da Empresa
- Mudanças no faturamento decorrente de produção maior ou menor:

- Resultados da mudança da produtividade nas unidades ou operações do processo de produção
- Aumento ou redução de faturamento com subprodutos:
 - Resultados da comercialização de resíduos para reciclagem, ou como matéria prima para outra indústria

Sendo um dos objetivos da **p+i** a melhoria do desempenho ambiental, é imperativo que uma **avaliação ambiental** seja conduzida. Nesta avaliação deve-se, portanto, determinar os impactos positivos e negativos da opção para o meio ambiente. Três níveis de avaliação podem ser realizados: uma avaliação simples, baseada na redução da toxicidade e quantidade de resíduos e emissões, mais apropriada, inicialmente, para pequenos empreendimentos. A análise dos seguintes efeitos pode compor esta avaliação (FURTADO, 1998):

- efeito de cada opção sobre o volume e contaminação de resíduos de processos;
- efeito cruzado da opção sobre o ambiente: a redução/eliminação de um resíduo, não gera outro, sobre diferente meio, no ambiente?
- efeito da opção sobre a mudança de toxicidade, degrabilidade ou tratabilidade do resíduo
- efeito da opção sobre o aumento de consumo de recursos não-renováveis
- reflexo tangível da melhoria ambiental sobre ganhos econômicos e financeiros na produção: mão de obra, materiais, produtos, gestão empresarial, mercado, etc
- efeito sobre o consumo de água e energia

Outros benefícios ambientais podem ser medidos de modo pontual através de procedimentos como a redução do consumo de MP (Kg MP/ano); redução de carga orgânica (mg de DBO/l), inorgânica e metais tóxicos (mg de metal/l) no efluente final, modificação da classificação dos resíduos sólidos (Classe I para II ou III) (CEBDS, 2003), além dos valores de efluente líquido gerado (m³)/kg de produto produzido ou de

m³ de água empregada e resíduo sólido gerado(kg)/kg de produto produzido ou kg de matéria prima empregada.

Avaliações mais complexas devem considerar a análise do ciclo de vida do produto ou do serviço que pode ser feita quanti e qualitativamente. O método quantitativo envolve o desenvolvimento de um conjunto de critérios contra os quais o impacto ambiental de um produto é medido. Tais critérios podem ser desenvolvidos utilizando-se parâmetros como: custo de disposição ou de limpeza dos resíduos gerados durante todos os estágios do ciclo de vida; a quantidade ou custo de energia usada em todos os estágios do ciclo de vida. A abordagem qualitativa, de uso mais adequado a esta avaliação, envolve a elaboração de uma matriz que cruza as informações de questões ambientais versus os estágios do ciclo de vida.

4.3.4.2 Atividade 4.2: selecionar opções

A partir da avaliação das opções, a equipe consegue eleger critérios para seleção das opções?

A **seleção das opções viáveis** deve ser realizada para que se possa analisar com critério os resultados do estudo de viabilidade e, desse modo, poder criar uma lista de opções de **p+I** preferenciais que devem ser implementadas. Primeiramente, todas as opções não-viáveis tecnicamente e as opções sem um significativo ganho ambiental devem ser eliminadas. A análise do estudo de viabilidade das opções pode ser consolidada em um relatório final (FURTADO, 1998) com o seguinte conteúdo:

- Qual o custo do projeto?
- Como será executado?
- A tecnologia a ser usada já é estabelecida? há registros de sucessos obtidos?

- Quais os recursos necessários e como serão obtidos?
- Qual o período estimado para construção?
- Qual a estimativa do tempo de produção?
- Como será feita avaliação do desempenho do projeto, após sua implementação?
- Como os diferentes departamentos serão motivados para garantir que representantes destes dêem o suporte necessário para o sucesso do projeto?
- Imediatamente antes do final da execução do projeto, qual será a estratégia usada para garantir o envolvimento dos diferentes departamentos da Empresa, para que façam a revisão dos resultados obtidos?

Revisão e discussão dos resultados consolidados no relatório, em conjunto com os departamentos envolvidos assim como a avaliação qualitativa de custos e benefícios intangíveis, discussão sobre responsabilidade civil, melhoria da imagem perante trabalhadores e comunidade mostra-se como estratégia adequada para a seleção otimizada das opções a serem implementadas.

As opções que não forem implementadas ficam registradas e poderão ser recuperadas posteriormente.

4.3.5 Fase 5: Implementação e continuidade

4.3.5.1 Atividade 5.1: preparar plano de p+l

Todas as condições para preparação de um plano de p+l foram consideradas?

Na última fase do programa, medidas precisam ser tomadas de modo a garantir a implementação das opções viáveis assim como a própria continuidade da **p+I**. Para tanto, um **plano de ação p+I** deve ser elaborado com o objetivo de organizar as ações em função da data de implementação esperada.

É fundamental que o plano contenha: a duração do projeto, os recursos humanos e financeiros necessários, os vínculos nas soluções multidepartamentais, o cronograma para implementação e como se processará a continuidade do programa de **p+I**. Por outro lado, em virtude da estrutura enxuta e multifuncional das PEs (PIMENOVA, P., VORST, R., 2004) o plano de ação precisa ser facilmente explicado em termos simples e entendíveis de modo a criar uma base ampla de apoio e estimular o interesse (UNIDO, 2002). Adicionalmente, a pessoa ou departamento com a principal responsabilidade deve ser identificada.

4.3.5.2 Atividade 5.2: implementar ações de p+I

A estratégia de implementação das opções está claramente definida?

A **implementação das ações de p+I** é normalmente o mais longo passo do programa além de ser extremamente vital pois trata-se da etapa na qual se buscará alcançar os objetivos estabelecidos pela política de **p+I**. Apesar de a implementação das opções de **p+I** passar pelos mesmos estágios de qualquer outro projeto realizado na empresa: planejamento, *design*, aquisição e construção (NASCIMENTO, 2002), os esforços necessários à implementação da **p+I** podem diferir muito entre si.

Medidas simples como *housekeeping* podem ser feitas e rapidamente implementadas. Contudo, o foco deve estar nas medidas complexas que requerem investimentos (opções de alto custo). A implementação destas opções pode demandar uma preparação detalhada como planejar instalações e levantar fundos. Sem contar a

própria instalação dos equipamentos que requer supervisão a fim de salvaguardar o melhor uso das novas instalações (UNEP, 2001).

Independente da opção a ser implementada, as atividades devem ser “apropriadas” pelos agentes e organizações locais, no sentido de que, principalmente para as PEs, quanto maior o nível de participação das partes interessadas, maior a possibilidade de que o programa tenha sucesso. O efetivo envolvimento dos agentes, associações, organizações e entidades diretamente ligados ao segmento metal-mecânico deve ser visto como um sinal de sustentabilidade ao programa.

Outro fator a ser observado na implementação das opções é que o programa de **p+I** deve se tornar custo-efetivo a longo prazo: uma análise de custo-benefício deve justificar a política proposta e o plano de ação. A estratégia e os instrumentos devem criar demanda para a **p+I** de modo que sua adoção tenha forte apelo econômico. É insustentável confiar em fundos externos a longo prazo (UNIDO, 2002)

4.3.5.3 Atividade 5.3: avaliar e monitorar o progresso de p+I

A equipe está pronta para avaliar e monitorar a implementação do programa de p+I?

O desempenho das opções de **p+I** implementadas deve ser avaliado e monitorado, a fim de comparar os resultados “verdadeiros” aos resultados “esperados”. Somente assim, será possível quantificar os ganhos decorrentes da implementação do programa de **p+I** (CETESB, 1998) assim como monitorar o progresso e manter a direção e outras partes interessadas freqüentemente informadas (UNEP, 2001).

O monitoramento do progresso da implementação deve ser feito através da avaliação dos resultados com base na comparação dos indicadores de desempenho.

Indicadores simples devem ser utilizados de maneira que se possa medir mudanças na quantidade de resíduos ou emissões, mudanças no consumo de recursos (energia inclusive) ou mudanças em lucratividade. O monitoramento deve ser uma parte integrante no conjunto de prioridades e atividades designadas para promover um efetivo gerenciamento ambiental na empresa. Informações demonstrando os benefícios econômicos/financeiros são particularmente úteis uma vez que funcionam como “sistemas de aviso prévio” alertando sobre eventuais distorções e impactos indesejáveis. Recursos devem então, ser destinados ao monitoramento. Além dos ganhos quantificáveis, existem outros benefícios indiretos que deverão ser avaliados e monitorados pela **equipe p+l**, tais como: a melhoria do relacionamento com os clientes e fornecedores, com a vizinhança local e com o órgão ambiental e o aumento da conscientização ambiental dos funcionários.

A avaliação periódica e o ajuste dos objetivos serão necessários. É irreal assumir que tudo correrá perfeitamente já na primeira instância do plano de ação. De acordo com a mudança de prioridades, as lições vividas e as informações das partes interessadas a abordagem específica poderá se modificar. Efetividade ambiental, simplicidade e agilidade na administração, aceitabilidade política e o custo-efetividade das medidas adotadas são alguns dos parâmetros a serem levados em consideração ao avaliar o programa de implementação de **p+l**.

4.3.5.4 Atividade 5.4: sustentar atividades de p+l

As atitudes e medidas que conferem o caráter de continuidade e busca de melhoria contínua do programa de p+l estão claramente definidas e sustentadas?

O programa de **p+l** é um processo de aprimoramento contínuo (CETESB, 1998). Portanto, o programa deve não só definir mas sustentar atitudes e medidas que garantam o caráter de continuidade da **p+l** buscando sempre gerar experiências de

aprendizagem que possibilitem aos colaboradores e à gerência, capacidade de identificar, planejar e desenvolver projetos de **p+l** (NASCIMENTO, 2002).

Por um lado, a aplicação contínua do conceito de **p+l** pode requerer mudanças estruturais na organização e no sistema de gerenciamento da empresa (UNEP, 2001), por outro o contínuo aprimoramento permitirá que a empresa se mantenha sempre atualizada com inovações tecnológicas e com as alterações da legislação ambiental, promovendo uma melhoria da eficiência de seus processos produtivos como um todo. Em ambos os aspectos, o envolvimento, a participação e conscientização dos colaboradores, em todos os níveis, incluindo a direção da empresa e das partes interessadas é a chave para a manutenção do programa. Embora a pressão pública exerça um papel significativo na construção de políticas que visam ao controle da poluição assim como o fomento à sua prevenção, o principal objetivo a ser focado é o convencimento do indivíduo sobre a necessidade da **p+l**. Campanhas de informação e de educação constituem-se vias essenciais de capacitação na concretização deste objetivo (UNIDO, 2002).

Na área de desenvolvimento técnico, a integração de procedimentos como rotinas de manutenção preventiva, inclusão de critérios ambientais (consumo de água e energia, por exemplo) na seleção de novos equipamentos e integração do conceito de **p+l** nos planos de desenvolvimento de longo prazo da empresa são medidas a serem adotadas visando a sustentação do programa. Mecanismos que propiciem condições para que o conhecimento em informações técnicas de **p+l**, principalmente voltado ao setor metal-mecânico, seja fomentado e difundido, incluem a mídia, *web sites*, artigos, participações nas entidades de classe locais do segmento, em fóruns específicos ao tema e em workshops.

A capacitação deve ser desenvolvida em todos os grupos envolvidos na transformação rumo à **p+l**: funcionários do chão-de-fábrica, técnicos, gerentes de fábrica e financeiros, todos devem entender os incentivos para que a **p+l** aconteça. Em termos gerais, tais campanhas devem cobrir:

- a- razões para a implementação do programa de **p+l**;
- b- desenvolvimento de recursos humanos para a promoção e implementação de **p+l**;
- c- campanhas de informação e fomento ao conhecimento das atividades da empresa a todos as partes interessadas de **p+l**;
- d- compilação e disseminação de informações atualizadas das práticas e tecnologias de **p+l**.

Uma estratégia de informação pode ser aplicada a todos os tipos de programas-suporte sejam eles de natureza regulatória, administrativa ou técnica. Facilitar e fomentar a participação das pessoas em redes voltadas a informações de **p+l** para o setor metal-mecânico e realizar pequenos seminários ou reuniões internas onde as experiências vivenciadas ou novos conhecimentos adquiridos possam ser apresentados são também maneiras de disseminar informação e garantir um maior grau de comprometimento das pessoas.

A principal tarefa para sustentar o programa será de cunho pessoal – convencer o indivíduo sobre a necessidade e importância da **p+l**:

“**p+l** é bom para o meio ambiente, é bom para a atividade econômica da empresa e é bom para a qualidade de vida das pessoas. Contudo, para se estabelecer e se sustentar ela precisa de SEU suporte e comprometimento.”

Finalmente, como **p+l** é um processo de aprimoramento contínuo, ele deverá ser reiniciado através do estabelecimento de novos objetivos e metas. Tal aprimoramento permitirá que a empresa se mantenha sempre atualizada com as inovações tecnológicas e alterações da legislação ambiental, otimizando seu desempenho ambiental e assegurando o envolvimento de todo corpo funcional e partes interessadas.

4.4 Seleção da empresa

O método foi concebido tendo como foco um porte específico de empresa e seu segmento produtivo para a implementação da **p+I**. Espera-se contemplar e atender assim, as especificidades conjunturais de uma PE atuando no setor metal-mecânico. Aplicar, portanto, o questionário em um empreendimento que, no conjunto de fatores e condições que o caracterizam, esteja amplamente inserido no contexto definido, pareceu trazer consistência prática à ferramenta proposta. Selecionou-se, desta forma, uma empresa para a aplicação do *checklist*.

A empresa foi escolhida de modo que seu perfil atendesse da forma mais completa e representativa possível ao escopo de características cotado para o setor metal-mecânico e para uma empresa de pequeno porte. Portanto, foram observados tanto os critérios específicos de classificação adotados neste trabalho quanto aqueles conjunturais que identificam a atuação da pequena empresa e suas relações com o padrão produtivo, com o mercado onde se insere o segmento metal mecânico e com a sociedade. Além disso, considerou-se o fator facilidade de acesso à empresa a fim de que a aplicação do questionário pudesse ser realizada da maneira mais consistente possível, quanto à coleta de dados e identificação de situação e cenários, principalmente.

4.4.1 A empresa: descrição geral

A empresa está situada em Valinhos, município pertencente tanto à RMC - Região Metropolitana de Campinas - quanto à área de jurisdição do CIESP Campinas.

Instalada originalmente em Campinas, em 1962, a ICAPE (Indústria Campineira de Peças), iniciou suas atividades em uma garagem de 24m² com um torno revólver Pugolo. Tem, nos serviços de usinagem para o setor automotivo sua principal atividade. Atualmente com 48 funcionários e uma área fabril de 1728m², produz uma grande variedade de eixos que equipam:

- motores especiais (guinchos em *pick-ups* para o mercado dos Estados Unidos);
- motores de partida (Peugeot, Renault, Fiat e VW) e alternadores para os caminhões pesados da DCBR (DaimlerChrysler do Brasil);
- motores de partida (colhetadeiras para o mercado nacional).

Aqui vale registrar uma característica conjuntural importante que é o fato de a empresa ter empresas multinacionais como clientes diretos (Bosch, Continental Teves, Danfoss, Delphi, Festo, Mann Filter).

4.4.2 Os processos: descrição geral

Por conta da grande variedade de aplicação final e da forma das peças produzidas, a empresa não possui uma disposição única de seus equipamentos e máquinas. Esta disposição é função dos tipos e quantidades de peças que estão sendo produzidos em um determinado período de tempo.

A usinagem de precisão constitui-se no principal processo da empresa, podendo-se destacar as seguintes operações:

- serra
- torneamento
- fresamento
- conformação a frio

- tratamento térmico
- retifica

Similarmente, por conta da diversidade de produtos e de processos correlatos não é possível se estabelecer um único fluxograma global do processo. O que na verdade traduz a realidade operacional da planta, são grupos de produtos que, em função da semelhança dos processos pelos quais são fabricados, acabam por compor “famílias” de produtos. Tais famílias podem ser analisadas através dos respectivos fluxogramas de processo intermediários. Para efeito de aplicação da metodologia estabelecida neste trabalho, o critério de seleção do setor, família ou linha de processo a ser adotado para a implementação da **p+l** será definido de acordo com as diretrizes do método e da participação das pessoas responsáveis pela sua condução.

5 RESULTADOS

Para explicar a mudança ambiental global é necessário examinar as ações humanas diretas que a influenciam, assim como as ações indiretas uma vez que colocam em movimento uma complexa cadeia de eventos que, por seu turno, também afetam o meio ambiente. (MILLER, R., 1989).³¹

Os contatos com a empresa iniciaram-se em dezembro de 2004, quando a diretriz metodológica de trabalho já havia sido concebida. A aplicação do método se realizou de janeiro a julho de 2005, com reuniões de trabalho semanais com a **equipe p+l**, palestras técnicas nas quais participaram, programadamente, todos os funcionários, visitas à planta, acompanhamento de rotinas de trabalho e eventos **p+l** que compuseram a metodologia e nos quais participaram também todos os funcionários. A primeira reunião aconteceu em 20 de janeiro de 2005 dando início à Fase 1 do programa. A última, que aconteceu em 14 de julho de 2005, foi apresentado um balanço dos resultados assim como ações que objetivaram à continuidade do programa pela própria **equipe p+l**.

Tendo em vista que a metodologia proposta é basicamente composta por duas abordagens: uma mais objetiva e técnica que tratou de formatar a estrutura do programa (formato das fases e atividades) e outra mais subjetiva e pessoal que tratou da sistemática de aplicação do programa (*checklist*), os resultados serão apresentados por fase, sob esta ótica.

³¹ MILLER, ROBERTA BALSTAD, 1989 : "Organisational ecology and innovative management" em "Managing sustainable development" (CARLEY, CHRISTIE, 1992)

5.1 FASE 1: Reconhecimento do estado presente da Empresa

Esta é a fase em que o caráter subjetivo responde pela maior parcela dos resultados. Todavia, tal perfil de resultado está em linha com o objetivo proposto para esta etapa inicial que buscou viabilizar a um comitê representativo da empresa o reconhecimento de seu estado presente de conformidade e desempenho ambientais. Desta etapa participaram o diretor-presidente da empresa e seu gerente geral. Informações relacionadas a:

- licenciamento ambiental no Estado de São Paulo e suas relações com a gestão ambiental preventiva;
- cobrança pelo uso da água no Comitê de bacias onde a Empresa se encontra instalada;
- outorga;
- utilização de listagens técnicas referenciais específicas ao setor metal-mecânico; mostraram-se como abordagens inéditas consideradas sua especificidade em relação à **p+l** e sua conectividade com o desempenho e conformidade da empresa.

Nessa mesma linha, foram apresentadas e discutidas informações sobre o reconhecimento mundial da estratégia de **p+l**, sobre os ganhos ambientais e econômicos (quali e quantitativos) aos quais já tiveram acesso principalmente grandes empresas e, a importância do relacionamento com as partes interessadas. A assertiva de que a falta de recursos mesmo para se “manter em contato” com potenciais tecnologias ou práticas de gerenciamento ambientais é uma característica de PEs, principalmente em países em desenvolvimento (ROBINS, TRISOGLIO, 1992) mostrou-se comprovada. O objetivo prioritário desta fase que é, a partir do reconhecimento de seu estado presente em termos de desempenho e conformidade ambiental, fomentar o interesse pela adoção de **p+l** que, por seu turno, leva ao comprometimento, foi efetivado pelo consenso entre os representantes da Empresa de continuidade do

programa. A reunião seguinte que daria início aos procedimentos da Fase 2 ficou agendada para semana seguinte.

5.2 FASE 2: Planejamento e organização

A fase 2 iniciou-se com uma reunião na ICAPE em Valinhos que teve como objetivo, em um primeiro momento, demonstrar o comprometimento da direção e da gerência com a implementação do programa. Uma vez observado o resultado da fase 1 na qual se concretizou o interesse da direção e gerência da empresa, o comprometimento aconteceu como conseqüência natural. A ICAPE decidiu por registrar sua Declaração de Intenções como parte de sua política ambiental mas optou, no âmbito das discussões do checklist também fazê-lo pela atitude. Em uma das reuniões programadas de fevereiro, toda a fábrica se reuniu na área de recebimento durante a troca de turnos no período da tarde para ouvir de seu diretor-presidente e de seu gerente geral a ratificação do comprometimento com a implementação da p+l, o que a p+l significava para a Empresa e para cada funcionário e a importância da participação de cada um. O mesmo espírito interativo que norteou o ritmo da metodologia do trabalho, também foi observado nesta ocasião com a abertura de espaço de manifestação para os quarenta e oito colaboradores; muitos não tinham tido ainda a oportunidade de falar com o diretor e tiveram espaço para fazê-lo em uma situação informal e de igualdade de condições: o chão-de-fábrica nivelou foi a plataforma comum do início do trabalho. A sensibilização dos funcionários não foi então imposta, foi inclusiva.

O próximo passo foi compor a **equipe p+l**. A diversidade de competências, o acesso à direção, a experiência e o conhecimento, ponderados de forma interativa, pautaram a formação da equipe. A equipe foi formada pelo gerente geral, por um técnico mecânico, um lubrificador, um líder de usinagem, um mecânico de manutenção,

uma representante de recursos humanos e o autor deste trabalho como suporte (Figura 5.1).

Figura 5.1 equipe p+l ICAPE Valinhos

Membro da equipe	Setor	Cargo	Responsabilidades
Celso Páfaro (coordenador)	Produção e qualidade	Gerente da garantia da qualidade	Administração geral da fábrica
Ricardo V. Cotrim (vice-coordenador)	Engenharia	Técnico mecânico	<ul style="list-style-type: none"> • Processos • Compras
Geraldo Barbosa	Lubrificação	Ajudante geral	Garantir o processo de lubrificação
Marcelo Barros	Produção	Líder de usinagem	Logística Ambiente de trabalho
Telmo Marazzatto	Manutenção Mecânica	Mecânico de manutenção	Garantir operação dos equipamentos
Regina C. Luna	Recursos Humanos	Engenheira de segurança	Coordenação geral de recursos humanos
Marlúcio Borges	-	-	Suporte/facilitação implementação p+l

Vale registrar que, durante o desenvolvimento do *checklist*, algumas modificações em relação à proposta original já surgiram como resultado da liberdade de expressão e de decisão que a interatividade conferiu aos participantes. Via de regra, os programas baseados em UNEP/UNIDP sugerem um coordenador para a **equipe p+l** e que, normalmente é a pessoa que tem mais acesso à diretoria. Como no caso da ICAPE e da grande maioria das PEs a pessoa que ocupa este cargo costuma ter que resolver a mais diversa gama de problemas e situações, a própria equipe sugeriu a inclusão de um vice-coordenador para garantir ritmo e continuidade ao processo nos casos em que o coordenador não pudesse estar presente às atividades programadas.

A primeira tarefa da equipe foi elaborar a Declaração de Intenções da Empresa. Embora a assinatura ficasse naturalmente a cargo do diretor-presidente, a formulação da Declaração ficou a cargo da **equipe p+l** que propôs, discutiu, avaliou e chegou a um consenso sobre uma Declaração que refletisse o comprometimento de cada um. Todos trouxeram suas colaborações e o conteúdo principal que cada uma

buscou contemplar foi incorporado no texto final(Figura 5.2), endossado sem modificações pelo diretor. A Declaração emoldurada encontra-se na recepção da Empresa e uma cópia no quadro de gestão à vista no chão de fábrica da ICAPE Valinhos (ANEXO II).

Figura 5.2 Texto da Declaração de Intenções ICAPE

Declaração de Intenções:

A ICAPE prioriza a proteção ao meio ambiente através da adoção de uma estratégia ambiental preventiva que visa a reduzir os danos ao homem e ao ambiente.

Esta empresa se compromete com a implantação de um programa de **produção mais limpa**, reduzindo ou eliminando o uso de substâncias tóxicas, a geração de todos os tipos de resíduos, principalmente os mais perigosos e otimizando o uso de matérias-primas, de insumos, de água e de energia.

Nós nos comprometemos a melhorar continuamente o programa de modo a gerar crescente ecoeficiência e qualidade de vida às pessoas.

Ulysses Luna
Diretor-presidente

Valinhos, 2005

O trabalho da equipe prosseguiu com o exercício de perguntas/respostas do *checklist* na segunda atividade da fase 2: estabelecer os objetivos. Primeiramente discutiu-se sobre as ações prioritárias a serem eleitas, considerando-se a atual situação da empresa e os compromissos gerais assumidos na Declaração. O descarte de óleo solúvel usado foi indicado por toda **equipe p+I** como a situação-problema mais crítica

da Empresa. Diminuir sua geração transformou-se em objetivo principal. A redução no consumo de água e energia vieram em seguida. Para o estabelecimento de metas mais exatas, novamente a equipe foi incentivada a trabalhar de forma interativa e os números que surgiram foram resultantes das médias aritméticas entre as propostas que cada um entendeu que a Empresa poderia conseguir. A figura 5.3 apresenta o registro das ações prioritárias, objetivos e metas que se constituíram no dínamo inicial do trabalho.

Figura 5.3 Ações prioritárias, objetivos e metas p+I: ICAPE

A ICAPE estabelece como ações prioritárias a redução de geração de seus resíduos e a otimização no consumo de água e de energia. Assim, tem como objetivos :

- reduzir a geração de óleo solúvel e integral usados.
- reduzir o consumo de água e de energia

E estipula como metas:

- a redução de **32%** na geração de óleo usado no prazo de 360 dias.
- a redução de **10%** no consumo de água no prazo de 120 dias.
- a redução de **5%** no consumo de energia elétrica no prazo de 120 dias.

Definidas as prioridades e as metas, a discussão de concentrou na área a ser estudada. Por se constituir na principal linha de fornecimento em termos quantitativos e por ser a mais representativa em termos de tipos de máquinas e operações que utiliza, a linha dos eixos A 322 foi estipulada pela **equipe p+I**, como o processo a ser prioritariamente estudado.

Para se permitir um efetivo acompanhamento do trabalho, do monitoramento quanto ao atendimento dos objetivos e metas, um cronograma orientativo foi elaborado pela **equipe p+I** (Figura 5.4), prevendo as atividades a partir do início de fevereiro de 2005 e balanço de resultados ao final de julho de 2005.

Com a linha de processo a ser analisada claramente identificada pela **equipe p+l**, iniciaram-se as discussões em torno da primeira pergunta do *checklist* para esta fase que referia-se à representação gráfica dos processos: o significado do fluxograma e sua importância. Muitos não conheciam o termo fluxograma mas reconheciam a necessidade de se identificar as fontes de desperdícios assim como relacionar os custos delas advindos. Para propiciar este entendimento, a equipe se propôs a construir o fluxograma intermediário do processo do eixo A322 (Figura 5.5).

O preenchimento subsequente das avaliações intermediárias dos principais produtos (Tabela 5.1) e dos resíduos, emissões e efluentes (Tabela 5.2) que compõem o fluxograma definido, materializou as percepções antes presentes, somente na intuição da maioria. Além disso, permitiu um nivelamento de informações que foi construído conjunta e interativamente e que acabou por fortalecer o comprometimento do grupo com os objetivos e metas por ele estabelecido.

As informações levantadas e o modo como foram registradas (exemplo para a operação “serrar” é mostrado na tabela 5.3), constituíram-se não só em base e exercício para a construção e entendimento do balanço de material e energia (BME) mas também para a identificação dos indicadores: parâmetros que iriam permitir o acompanhamento e monitoramento do processo pela **equipe p+l**. Foram escolhidos três indicadores para um acompanhamento pela simplicidade e facilidade de obtenção a partir do balanço de material e energia:

- consumo de água (l) / kg produto produzido;
- consumo de óleo (l) / Kg produto produzido;
- descarte de emulsão usada (l)/ kg de produto produzido;

Figura 5.5 Fluxograma do eixo A322

Entradas		Operações		Saídas
- Barras de Aço Fe 690-2 TLC - Empilhadeira - Gás Butano p/ empilhadeira	⇒	0.05 - Inspeção de Recebimento de Matéria Prima	⇒	- Barras de Aço Inspeccionadas
- Barras de Aço Fe 690-2 TLC - Óleo Solúvel Semi-Sintético - Energia Elétrica	⇒	0.10 - Serrar	⇒	- Cavacos de Aço c/ óleo int. - Serras Usadas - Óleo usado
- Peças da op. 0.10 - Ferramentas de Aço Rápido - Insertos Intercambiáveis - Óleo Solúvel Semi-Sintético - Energia Elétrica	⇒	0.20 - Tornear	⇒	- Peças Torneadas - Ferramentas para reafiação - Óleo Solúvel usado - Cavacos com óleo solúvel - Insertos Usados
- Peças da op. 0.20 - Óleo Integral - Rolos Laminadores - Energia Elétrica	⇒	0.30 - Laminar Spline	⇒	- Peças Laminadas - Óleo Integral usado - Rolos Laminadores para reafiar
- Peças da op. 0.30 - Ferramentas de Aço Rápido - Insertos Intercambiáveis - Óleo Solúvel Semi-Sintético - Energia Elétrica	⇒	0.40 - Tornear	⇒	- Peças Torneadas - Ferramentas para reafiação - Óleo Solúvel usado - Cavacos com óleo solúvel - Insertos Usados
- Peças da op. 0.40 - Óleo Integral (pouca qtd) - Pentes Laminadores - Energia Elétrica	⇒	0.50 - Recartilhar	⇒	- Peças Laminadas - Óleo Integral usado - Pentes para reafiar
- Peças da op. 0.50 - Emulsão com polímeros p/ TT - Energia Elétrica	⇒	0.60 - Têmperar	⇒	- Peças temperadas - Resíduos na Emulsão
- Peças da op. 0.60	⇒	0.70 - Endireitar	⇒	Peças endireitadas
- Peças da op. 0.70 - Rebolo de Corte - Rebolo de Arraste - Óleo Solúvel - Energia Elétrica - Manta Filtrante	⇒	0.80 - Retificar	⇒	- Peças retificadas - Pó de Rebolo com emulsão - Rebolos de Corte gastos - Rebolos de Arraste - Rebolos de Arraste - Manta Filtrante usada
- Peças da op. 0.80 - Computador - Impressora - Energia Elétrica	⇒	0.90 - Liberar	⇒	- Peças Liberadas - Papéis usados
- Peças da op. 1.00 - Caixas Plásticas - Bandejas Vacuum Forming - Óleo Protetivo - Papel Parafinado	⇒	1.10 - Embalar	⇒	- Peças para entrega - Óleo protetivo contaminado - Papel parafinado usado

Tabela 5.1 Avaliação intermediária dos principais produtos

Intermediária: principais produtos				
Nº etapa	Descrição	Produto/serviço	Quantidade	Unidade
0.10	Serrar	Barras serradas	271.440,00	Kg
0.20	Tornear	Peças torneadas	223.587,20	Kg
0.30	Laminar	Peças laminadas	176.795,14	Kg
0.40	Tornear	Peças torneadas	176.795,14	Kg
0.50	Recartilhar	Peças recartilhadas	157.289,04	Kg
0.60	Temperar	Peças temperadas	157.289,04	Kg
0.80	Retificar	Peças retificadas	157.289,04	Kg
0.90	Liberar	Peças liberadas	156.330,65	Kg
1.10	Embalar	Peças prontas para entrega	156.330,65	Kg

Tabela 5.2 Avaliação intermediária de principais resíduos, emissões e efluentes

Intermediária: resíduos, emissões, efluentes						
Nº etapa	Descrição	Resíduos/emissões/efluentes	Qtde/ano	Unidade	Custo de compra (R\$)	Custo de disposição (R\$/kg)
0.10	Serrar	- Cavacos de aço	11223	Kg		
		- Pontas de barra	5269,28	Kg		
		- Serras usadas	16,7	Kg		
		- Óleo usado	1800	L		
0.20	Tornear	- Cavacos com óleo solúvel	64206	Kg		
		- Insertos usados	0,88	Kg		
		- Óleo solúvel usado	2880	L		
0.30	Laminar	- Óleo Integral usado	0	Kg		
		- Rolos Laminadores p/ reafiar	1,5	Kg		
		- Óleo Solúvel usado	3000	L		
		- Cavacos com óleo solúvel	35496	Kg		
0.50	Recartilhar	- Insertos Usados	0,88	Kg		
		- Óleo Integral usado	0	L		
0.60	Temperar	- Pentes para reafiar	23,11	Kg		
		- Resíduos na Emulsão	5316	L		
0.80	Retificar	- Rébolos de Corte gastos	109,8	Kg		
		- Rébolos de Corte gastos	228	Kg		
		- Rébolos de Arraste	101,4	Kg		
		- Manta Filtrante usada	126,15	Kg		
0.90	Liberar	- Papéis usados	50,11	Kg		
1.10	Embalar	- Óleo protetivo contaminado	641,87	L		
		- Papel parafinado usado	363,31	Kg		

Tabela 5.3 Avaliação específica do custo de MP/ resíduo: operação serrar (A322)

Avaliação específica do custo de matéria-prima e resíduo (Processo A322)												
Etapa	Descrição do resíduo	Qtde de MP (Kg/ano)	Custo de MP (R\$/kg)	Custo total de MP (R\$)	Qtde de resíduos Kg/ano	Custo de transporte ??R\$/Kg	Preço de venda ??R\$/Kg	Ganho c/ venda de resíduo R\$	Custo res. relacion. MP (R\$)	Custo total do resíduo	Qtde de produto Kg	Eficiência emprego %
		A	B	A*B = C	D	D*R\$= E	D*R\$=F	F-E=G	B*D=H	(E+H)-F=I	J	
0.10	Pontas	271.440,00	4,1	1112904,00	5269,28	0	1528,0903	1528,09	21604,03	20075,94	223587,22	82,37
Serrar	Cintas usadas	=cavaco	4,1	1988,52	1988,52	0	576,6708	576,67	8152,93	7576,26		
	Serras usadas	"	4,1	16,70	16,70	0	4,84416	4,84	68,49	63,64		
	Cavacos		4,1	11223,00	11223,00	0	3254,67	3254,67	46014,30	42759,63		
	Emulsão		12,45	469,80	469,80	117,45	0	-117,45	5849,01	5966,46		
										76441,94		

A conclusão do BME (Tabela 5.4) e sua posterior análise marcou um momento diferenciado na aplicação *checklist*.

Tabela 5.4 Balanço de Material e Energia (A322): fevereiro/05

Balanço de Material e Energia: Avaliação Fevereiro/2005													
Etapa	Descrição de insumo /resíduo	Qtde aço (Kg/ano)	Qtde MP (Kg/ano) Mar./05	Custo de MP (R\$/kg)	Custo total de MP (R\$)	Qtde de resíduos mar/05(kg/ano)	Custo de transporte ??R\$/Kg	Preço de venda ??R\$/Kg	Ganho c/ venda de resíduo R\$	Custo res. relacion. MP (R\$)	Custo total do resíduo (R\$)	Qtde de produto Kg	Eficiência emprego %
		A	B	A*B = C	D	D*R\$= E	D*R\$=F	F-E=G	B*D=H	(E+H)-F=I	J		
0.10	Pontas	271440,00	4,10	0,00	5269,28	0,00	1528,09	1528,09	21604,03	20075,94	223587,22	82,37	
Serrar	Cintas usadas	=cavaco	4,10		1421,93	0,00	412,36	412,36	5829,90	5417,55			
	Serras usadas	"	4,10		16,70	0,00	4,84	4,84	68,49	63,64			
	Cavacos		4,10		11223,00	0,00	3254,67	3254,67	46014,30	42759,63			
	Emulsão(resid.)		0,62		1800,00	450,00	0,00	-450,00	1120,50	1570,50			
	Óleo solúvel		469,80	5849,01									
	Água		8926,20	267,79									
					1800,00					1570,50			
0.20	Cavacos c/ óleo	223587,20	4,10		64206,00	0,00	18619,74	18619,74	263244,60	244624,86	176795,14	79,07	
Tornear	Insertos usados			12000,00	0,88	0,00	10,50	10,50	10500,00	10489,50			
	Emulsão(resid.)		0,62		2880,00	720,00	0,00	-720,00	1792,80	2512,80			
	nata de emulsão		0,62		548,10	137,03	0,00	-137,03	339,82	476,85			
	Água		46980,00	1409,40									
	Óleo solúvel		2340,00	29133,00									
					3428,10					2989,65			
0.30	Óleo integral	176795,14	120,00	6,99	838,80						176795,14	100,00	
Laminar	Óleo int. (usado)			6,99		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	Rolos laminads.			3000,00	1,50	0,00	0,00	0,00	4500,00	4500,00			
0.40	Insertos usados	176795,14		12000,00	0,88	0,00	10,50	10,50	10500,00	10489,50	157289,04	88,97	
	Emulsão(resid.)			0,62		3000,00	750,00	0,00	-750,00	1860,00	2610,00		
Tornear	nata de emulsão			0,62		522,00	130,50	0,00	-130,50	323,64	454,14		
	Óleo solúvel		1560,00	19422,00									
	Água		9918,00	297,54									
	Cavacos c/ óleo		4,10		35496,00	0,00	10293,84	10293,84	145533,60	135239,76			
					3522,00					3064,14			
0.50	Óleo integral	157289,04	52,20	6,99	364,88								
Recartilhar	Pente p/ reafiar			1300,00	23,11	0,00	0,00	0,00	30048,41	30048,41			
0.60(Têmpera)	Óleo solúvel	157289,04	360,00	12,45	360,00						157289,04	100,00	
	Água		13572,00	0,03	13572,00								
	Emulsão(resid.)			0,62	5316,00	1329,00	0,00	-1329,00	3309,21	4638,21			
					5316,00					4638,21			
0.80	Pó de rebolo	157289,04		22,53	109,80	0,00	0,00	0,00	2473,79	2473,79	156330,65	99,39	
Retificar	Rebolos gastos			21,38	228,00	0,00	0,00	0,00	4874,64	4874,64			
	Rebolos arraste			22,53	101,40	0,00	0,00	0,00	2284,54	2284,54			
	Emulsão(resid.)			0,62	7380,00	1845,00	0,00	-1845,00	4575,60	6420,60			
	Óleo solúvel		480,00	5976,00									
	Água		15660,00	469,80									
	Mantas usadas			0,85	126,15	40,37	0,00	-40,37	107,23	147,60			
					7380,00					6420,60			
0.90	Papéis usados	156330,65		3,51	50,11	0,00	0,00	0,00	175,69	175,69	156330,65	100,00	
1.10	Óleo prot. cont.			9,10	641,87				5841,06	5841,06			
Embalar	Papel parafinado	156330,65	363,31	4,58	1663,97	363,31	0,00	0,00	1663,97	1663,97	156330,65	100,00	

A viabilidade de compreensão sobre o consumo de matéria-prima, sobre a fonte e a causa da geração de resíduos a partir de um instrumento construído de forma interativa e compartilhada com todos os integrantes provocou uma avalanche de sugestões de melhoria. Vale registrar que, em vista da dificuldade técnica da ICAPE em monitorar o consumo de energia por operação, esse acompanhamento foi feito por consumo/peça/mês e está registrado na figura 5.6.

Figura 5.6 Acompanhamento de consumo de energia elétrica x peças (total)

Mês	Consumo total na ponta: (Kw/pç/mês)	Consumo total fora da ponta: (Kw/pç/mês)
Janeiro	0,081	0,596
Fevereiro	0,079	0,696
Março	0,071	0,633
Abril	0,075	0,635
Maio	0,075	0,638
Junho	0,077	0,633

A partir da análise dos dados mostrados no BME de fevereiro e considerando-se todas as discussões que decorreram acerca dos critérios de seleção, considerados os aspectos econômicos, técnicos e ambientais das opções para a Empresa, a **equipe p+i**, através do senso comum, definiu três opções de melhoria para serem prioritariamente focadas e implementadas e diziam respeito aos procedimentos para especificações operacionais no processo. São eles:

- procedimento de instrução para a medição e interpretação do pH das emulsões;
- procedimento de instrução para a medição e interpretação da concentração das emulsões;
- procedimento de instrução para a remanejo de emulsões;

estas abordagens foram consideradas por contemplar o principal problema (resíduo de emulsão), umas das metas a serem atingidas e pelo baixo custo que implicariam.

Desse modo, após a “tempestade de idéias” com troca de informações, experiências e dicas entre todos os participantes da **equipe p+l**, chegou-se à elaboração de três especificações de processo ICAPE, uma para cada um dos temas itemizados acima (ANEXO III). Tais especificações foram implementadas e visaram a estabelecer um procedimento técnico para a análise e descarte das emulsões, antes realizado com total subjetividade do lubrificador que decidia, de acordo com a cor, cheiro ou viscosidade da emulsão pelo descarte ou não. Desse modo, uma solução que parecia estar normal para um lubrificador poderia ser descartada pelo lubrificador do próximo turno, denotando um alto grau de subjetividade no controle e descarte da principal fonte de resíduos da Empresa. Os procedimentos foram implementados a partir de 01 de fevereiro de 2005. No final de junho, todas as medições foram refeitas a fim se identificar o progresso da implementação de **p+l** e se determinar os novos valores dos indicadores. O quadro do BME que identifica os valores nas duas situações: fevereiro 2005 (coluna em cinza escuro no cabeçalho) e junho de 2005 (coluna em cinza claro no cabeçalho) é apresentado nas tabela 5.5 e 5.6.

Tabela 5.5 Balanço de Material e Energia (A322): dados fevereiro x junho/05

Etapa	Descrição de insumo/resíduo	Qtde ago (Kg/ano)	Qtde MP (Kg/ano) Fev./05	Qtde MP (Kg/ano) 30.06.05	Custo de MP (R\$/kg)	Custo total de MP (R\$)	Custo tot. de MP-R\$ 30.06.05	Qtde de resíduos Fev./05 (Kg/ano)	Qtde de resíduos 30.06.05 (Kg/ano)	Custo de transporte ??R\$/Kg	Custo de transporte ??R\$/Kg	Preço de venda ??R\$/Kg	Preço de venda ??R\$/Kg	Ganho/ venda de resíduo R\$
		A	B	A*B=C	D	(D+)	(D+)	D'R=E	(D+)*\$=E+	D'R=F	(D+)*\$=F+	D'R=G	(D+)*\$=G+	F-E-G
0.10	Pontas	271440,00			4,10	0,00		5269,28	5269,28	0,00	0,00	1528,09	1528,09	1528,09
Serrar	Ornitas usadas		=cavaco		4,10			1421,93	1421,93	0,00	0,00	412,36	412,36	412,36
	Serras usadas		"		4,10			16,70	16,70	0,00	0,00	4,84	4,84	4,84
	Cavacos				4,10			11223,00	11223,00	0,00	0,00	3254,67	3254,67	3254,67
	Emulsão(resid.)				0,62			1800,00	0,00	450,00	0,00	0,00	0,00	-450,00
	Óleo solúvel		469,80	120,00	12,45	5849,01	1494,00							
	Água		8926,20	5220,00	0,03	267,79	156,60							
								1800,00	0,00					
0.20	Cavacos c/ óleo	223587,20			4,10			64206,00	64206,00	0,00	0,00	18619,74	18619,74	18619,74
Tomear	Insertos usados				12000,00			0,88	0,88	0,00	0,00	10,50	10,50	10,50
	Emulsão(resid.)				0,62			2880,00	1440,00	720,00	360,00	0,00	0,00	-720,00
	nata de emulsão				0,62			548,10	195,75	137,03	48,94	0,00	0,00	-137,03
	Água		46860,00	23490,00	0,03	1409,40	704,70							
	Óleo solúvel		2340,00	540,00	12,45	29133,00	6723,00							
								3423,10	1635,75					
0.30	Óleo integral	176795,14	120,00	360,00	6,99	838,80	2516,40							
Laminar	óleo int. (usado)				6,99			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Folios laminados				3000,00			1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0.40	Insertos usados	176795,14			12000,00			0,88	0,88	0,00	0,00	10,50	10,50	10,50
	Emulsão(resid.)				0,62			3000,00	187,50	750,00	46,88	0,00	0,00	-750,00
Tomear	nata de emulsão				0,62			522,00	65,25	130,50	16,31	0,00	0,00	-130,50
	Óleo solúvel		1560,00	240,00	12,45	19422,00	2988,00							
	Água		9918,00	10440,00	0,03	297,54	313,20							
	Cavacos c/ óleo				4,10			35496,00	35496,00	0,00		10293,84		10293,84
								3522,00	252,75					
0.50	Óleo integral	157289,04	52,20	26,10	6,99	364,88	182,44							
Recartilhar	Perite p/ reafiar				1300,00			23,11	23,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0.60(Temperar)	Óleo solúvel	157289,04	360,00	360,00	12,45			360,00	360,00					
	Água		13572,00	13572,00	0,03			13572,00	13572,00					
	Emulsão(resid.)				0,62			5316,00	5316,00	1329,00	1329,00	0,00	0,00	-1329,00
								5316,00	5316,00					
0.80	Pó de rebolo	157289,04			22,53			109,80	109,80	0,00		0,00		0,00
Retificar	Pebolos gastos				21,38			228,00	228,00	0,00		0,00		0,00
	Pebolos arraste				22,53			101,40	101,40	0,00		0,00		0,00
	Emulsão(resid.)				0,62			7380,00	1230,00	1845,00	307,50	0,00	0,00	-1845,00
	Óleo solúvel		480,00	180,00	12,45	5976,00	2241,00							
	Água		15660,00	10440,00	0,03	469,80	313,20							
	Mantas usadas				0,85			126,15	126,15	40,37		0,00		-40,37
								7380,00	1230,00					
0.90	Papéis usados	156330,65			3,51			50,11		0,00		0,00		0,00
1.10	Óleo prot. cont.				9,10			641,87						0,00
Embalar	Papel parafinado	156330,65	363,31	0,00	4,58	1663,97	0,00	363,31	0,00	0,00		0,00		0,00

Tabela 5.6 Balanço de Material e Energia (A322): fevereiro x junho/05 (cont.)

Etapa	Descrição de insumo /resíduo	Ganho c/ venda de resíduo R\$	Custo res. relacion. MP (R\$)	Custo res. relacion. MP (R\$)	Custo total do resíduo (R\$)	Custo total do resíduo (R\$)	Qtde de produto Kg	Eficiência emprego %
		(F+)-(E+)=G+	B*D=H	B*(D+)=H+	(E+H)-F=I	E+*(H+)-(F+)=	J	
0.10	Pontas	1528,09	21604,03	21604,03	20075,94	20075,94	223587,22	82,37
Serrar	Cintas usadas	412,36	5829,90	5829,90	5417,55	5417,55		
	Serras usadas	4,84	68,49	68,49	63,64	63,64		
	Cavacos	3254,67	46014,30	46014,30	42759,63	42759,63		
	Emulsão(resíd.)	0,00	1120,50	0,00	1570,50	0,00		
	Óleo solúvel							
	Água							
					1570,50	0,00		
0.20	Cavacos c/ óleo	18619,74	263244,60	263244,60	244624,86	244624,86	176795,14	79,07
Tornear	Insertos usados	10,50	10500,00	10500,00	10489,50	10489,50		
	Emulsão(resíd.)	-360,00	1792,80	896,40	2512,80	1256,40		
	nata de emulsão	-48,94	339,82	121,37	476,85	170,30		
	Água							
	Óleo solúvel							
					2989,65	1426,70		
0.30	Óleo integral						176795,14	100,00
Laminar	óleo int. (usado)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Rolos laminads.	0,00	4500,00	4500,00	4500,00	4500,00		
0.40	Insertos usados	10,50	10500,00	10500,00	10489,50	10489,50	157289,04	88,97
	Emulsão(resíd.)	-46,88	1860,00	116,25	2610,00	163,13		
Tornear	nata de emulsão	-16,31	323,64	40,46	454,14	56,77		
	Óleo solúvel							
	Água							
	Cavacos c/ óleo		145533,60		135239,76			
					3064,14	219,89		
0.50	Óleo integral							
Recartilhar	Pente p/ reafiar	0,00	30048,41	30048,41	30048,41	30048,41		
0.60(Têmpera)	Óleo solúvel						157289,04	100,00
	Água							
	Emulsão(resíd.)	-1329,00	3309,21	3309,21	4638,21	4638,21		
					4638,21	4638,21		
0.80	Pó de reboło		2473,79		2473,79		156330,65	99,39
Retificar	Rebolos gastos		4874,64		4874,64			
	Rebolos arraste		2284,54		2284,54			
	Emulsão(resíd.)	-307,50	4575,60	762,60	6420,60	1070,10		
	Óleo solúvel							
	Água							
	Mantas usadas		107,23		147,60			
					6420,60	1070,10		
0.90	Papéis usados		175,69		175,69		156330,65	100,00
1.10	Óleo prot. cont.		5841,06		5841,06			
Embalar	Papel parafinado		1663,97		1663,97		156330,65	100,00

5.4 FASE 4: Estudo de viabilidade e priorização

Tendo em vista que as opções selecionadas na etapa anterior já haviam contemplado de modo preliminar e mais imediato as viabilidades técnica (os procedimentos técnicos eram factíveis de ser aplicados tecnicamente), econômica (os procedimentos tinham nas práticas operacionais a principal vertente e, portanto, previam baixo custo para implementação) e ambiental uma vez que poderiam somente trazer retornos positivos de desempenho ambiental, esta fase caracterizou-se mais pela interação entre a **equipe p+i**, com a apresentação, discussão e assimilação dos métodos de análise de lucratividade que poderiam ser utilizados nas opções a serem abordadas em novas etapas do processo quando se previssem, por exemplo, a substituição de motores, máquinas de têmpera, do óleo solúvel por semi-sintético (opções também sugeridas pela própria equipe). A atividade e resultados desta fase resumiu-se à comparação direta dos custos do pHômetro com as fitas de medição de pH e à possibilidade de se obter em consignação o primeiro, de um dos fornecedores de óleo. A Avaliação direta, levou à adoção das fitas de papel para medição de pH.

5.5 FASE 5: Implementação e continuidade

A primeira atividade visando à implementação e continuidade do programa de **p+i** com o *checklist*, referiu-se à análise do BME construído ao final de junho a fim de se constatar o progresso real da implementação face aos novos valores obtidos e aos novos indicadores gerados. Estes dados estão elucidados na tabela 5.7.

Tabela 5.7 Resultados da implementação de p+i com checklist (Jul./05)

Item	Valor anual projetado com base nos dados de Fev./ 05.	Valor anual projetado com base nos dados de Jun./ 05.	Redução (%)	Indicador (L) / (Kg de produto produzido) (Fev./ 05)	Indicador (L) / (Kg de produto produzido) (Jun. 05)
Consumo de água (L)	95.056,20	63.120,00	33,55	0,608	0,404
Consumo de óleo (L)	5.382,00	1.826,10	66,07	0,035	0,012
Geração (L) de resíduo:emulsão	21.446,00	8.434,00	60,67	0,138	0,054

Os valores não só superaram as metas originalmente estabelecidas pela equipe mas superaram também as expectativas de todos os envolvidos no trabalho e constituíram-se no grande alavancador na preparação no plano de continuidade do programa. Este incluiu o estabelecimento:

- do quadro de gestão à vista **p+i**: quadro disposto no chão-de-fábrica e no qual se observam informações técnicas, a identificação da equipe, os resultados, documentos e espaço para inclusão de manifestações escritas sobre o programa;
- de novos objetivos e metas,
- da geração de novas opções de melhorias (até 14 de julho de 2005, 87% dos 48 funcionários já haviam respondido à solicitação de sugestões de melhoria, disponibilizada a todos no quadro de gestão à vista através do documento mostrado no anexo IV)

- de treinamento em **p+I** e fomento à participação rotativa na **equipe p+I**;
- da formação da nova **equipe p+I** como maneira de garantir e estimular o princípio da interatividade que alicerçou a etapa inaugural do programa;
- estabelecimento de novos indicadores que considerem consumo/demanda de energia da planta (processos) e custos relacionados ao gerenciamento de resíduos.

Ao final da reunião de 14 de julho de 2005, na qual se apresentou o balanço das atividades realizadas ao longo de quase oito meses de trabalho tendo como foco principal a conclusão deste estudo, a **equipe p+I** sem qualquer instrução externa, por sua própria iniciativa, em uma demonstração simples mas contundente do grau de comprometimento construído, marcou a data de sua próxima reunião para darem início, por sua própria conta, a um novo ciclo do programa de **p+I** com a utilização do *checklist*.

6 AVALIAÇÃO E COMENTÁRIOS FINAIS:

“Educação, incluindo tanto processos formais como informais pelos quais uma pessoa assimila linguagem, habilidades, conhecimento e valores, é a chave para a transmissão de informações e, portanto, para o funcionamento, sobrevivência e renovação de qualquer empreendimento humano.”

(ARTHUR LYON DAHL)³²

No aspecto técnico da metodologia, a consecução numérica dos objetivos e metas estipulados pela **equipe p+l** com ampla margem de superação de valor e dentro de um prazo relativamente mais curto quando comparado à implementação usual de um programa de produção mais limpa, pode ser considerado um fator objetivo e consistente que apontaria para o sucesso da implementação de **p+l** com *checklist*. Todavia este é apenas um fator e, não o mais importante. Ele tem seu peso na medida em que proporciona o reconhecimento concreto de que **p+l** traz ganhos ambientais ao mesmo tempo que aumenta a produtividade e lucratividade da empresa e esta é uma confirmação que tem valor, notadamente para o grupo proprietário, diretor ou gerenciador das PEs. Por outro lado, superar em quase o dobro as metas estipuladas teve também o efeito de entusiasmar a equipe no sentido de validação não só da estratégia ambiental em si mas da capacidade de cada um e de todos juntos gerarem valor de amplo e comprovado benefício. A equipe da ICAPE teve uma formação propositalmente heterogênea e diversa. Isto se refletiu nitidamente no início da aplicação do método quando, nos momentos de perguntas e respostas, a parte “administrativa” da equipe falava e a parte “chão-de-fábrica”, ouvia. Conforme a interatividade foi se firmando, espaço foi sendo criado para manifestação dos diversos

³² DAHL, A. L. “The Eco Principle: Ecology and economics in symbiosis”. London: Zed Books Ltd, 1996, pp.117, (tradução nossa).

conhecimentos e experiências; estes geraram opções e idéias que as duas partes podiam igualmente aplicar, respaldadas na estrutura que o programa construiu.

Um aspecto importante a ser registrado na avaliação dos resultados diz respeito ao processo de receptividade da equipe em relação à interatividade proposta pelo método. Procurou-se sistematicamente demonstrar que responder “não” ou “não sei” às perguntas do *checklist*, não significava “não estar apto a desenvolver o programa” ou a “não continuar na equipe”; significava, ao contrário, uma maneira de assimilar novas abordagens a respeito da atividade em pauta. Do mesmo modo, o fato de um membro da equipe responder “sim”, não delegava a ele(a) um grau de conhecimento definitivo e superior uma vez que, ao orientar como tal atividade poderia ser desenvolvida, o direcionamento do *checklist* à resposta “sim”, tratava de adicionar-lhe informações, evitando a categorização de conhecimento internamente na equipe. Tal enfoque teve sua eficácia comprovada à medida que, com o avanço das implementações das opções sendo grande parte delas executadas e apresentadas pela equipe de origem no “chão-de-fábrica”, a participação dos componentes da fábrica passou a ser pró-ativa, propondo e arriscando respostas, ações e procedimentos. Um ponto importante e não esperado do *checklist* foi o papel multiplicador e convocador que cada membro da equipe acabou consolidando junto a seus colegas de célula ou de setor. Nas reuniões técnicas que aconteceram com pequenas turmas e nas quais participaram todos os funcionários, o interesse era crescente de modo que ao final do processo havia 39 fichas de sugestões para melhorias p+l entregues, dentre os 48 funcionários da empresa. Este retorno pôde denotar o comprometimento que se criou com a aplicação do método e a favorável expectativa na criação de novas equipes p+l com novos desafios a serem assumidos.

Os resultados apresentados no aspecto interatividade através do *checklist* compõem os benefícios intangíveis e os fatores humanos derivados dos projetos de p+l como muito oportunamente registrou Kjaerheim (2005). Consideradas a importância e efetividade do fator humano, alicerce para alguns dos resultados mais expressivos que se obteve com a aplicação do *checklist*:

- a velocidade e a intensidade com que os objetivos e metas foram alcançados e, por conseqüência, o grau de comprometimento obtido na implementação do *checklist*;
- um conjunto de opções de melhorias concebido com a participação de mais de 80% dos funcionários da Empresa e, em processo para ser implementado;
- a expectativa gerada por todos os colaboradores para que as opções sejam implementadas uma vez que contribuiriam em sua construção e já testemunharam sua efetividade;
- o entusiasmo da **equipe p+l** que, criada para a aplicação desta metodologia se propuseram, de iniciativa própria, a continuar o trabalho mesmo após a conclusão das atividades;
- o entusiasmo dos funcionários que viram seu conhecimento valorizado e vêm na **equipe p+l** um espaço de participação e reconhecimento;

poderia se estimar que tal processo de implementação de p+l estaria calcado em subsídios sólidos os suficientes para lhe garantir continuidade. Todavia, esta análise também requer um acompanhamento ao longo do tempo de como o processo se sedimentará e se ampliará a partir de sua introdução. Neste quesito, a despeito de todas as conquistas alcançadas, o método detém uma limitação que só um monitoramento ao longo de um período mais representativo poderá trazer um parecer conclusivo.

Uma recomendação que visa a facilitar ainda mais a aplicação do método pela equipe e assim potencializar sua continuidade refere-se à sua simplificação de modo que as instruções e informações para cada fase do programa tomem a forma de itens essenciais a serem compilados em formato conveniente aos padrões utilizados na empresa. Naturalmente, o *checklist* consolida-se como uma proposta aberta e admite inserções que se ajustem a circunstâncias e situações não previstas neste estudo. Esta possibilidade é também uma maneira de garantir maior robustez ao *checklist* uma vez que o setor de PEs não é homogêneo: é diverso é heterogêneo como assinala Hillary (2004). Semelhante afirmativa é válida para o setor metal-mecânico no Brasil que congrega uma vasta gama de atividades produtivas e de serviços. Neste sentido, a

conclusão deste trabalho reconhece sua limitação por ter tido sua aplicação restrita a uma empresa ainda que absolutamente representativa do recorte de estudo adotado.

A realidade mostra, entretanto, que muitos programas estabelecidos apesar de cumprirem sua missão original são interrompidos temporaria ou permanentemente nas PEs tendo em vista a concorrência de prioridades e desafios diários a que são expostas. Isto é válido mundialmente conforme já confirmaram Hillary (2004) e Fresner (2004) em estudos realizados recentemente na Europa. Em uma PE é preciso mais para garantir a continuidade do programa. É imprescindível se criar uma cultura na empresa que, no bojo de sua concepção, demande naturalmente os princípios de prevenção de modo a viabilizar que estes possam também ser naturalmente traduzidos e assimilados como sustentabilidade e qualidade de vida para a PE e para as pessoas que a compõem.

Este trabalho assume como componente essencial de sua metodologia a abordagem já registrada por Robins e Trisoglio(1992) acerca da importância da construção do capital humano para a sustentabilidade e sendo tal capital notoriamente crucial para o setor dos pequenos empreendimentos, é pertinente se inferir que o tipo e grau de resultados alcançados na aplicação do *checklist* nesta empresa, tangíveis e intangíveis, possam também ser estendidos às demais PEs metal-mecânicas.

É fundamental registrar por fim que a interatividade, proposta como linha condutora do método, enfocou o fator humano como componente diferenciado e essencial do trabalho. Objetivou valorizar o conhecimento na medida em que a interação nivelou o grau do conhecimento geral da equipe a um patamar superior àquele que cada um detinha individualmente antes do desenvolvimento do *checklist* e, também, na medida em que tal conhecimento pode gerar a inovação, ingrediente crucial e estratégico a qualquer empreendimento, notoriamente aos pequenos. O componente conhecimento cujo estoque controla a produção em uma empresa na perspectiva de Johnson (1997), incentivado pela interação entre as pessoas que conduziram o *checklist* e valorizado pelo poder de manifestação que a elas foi concedido, levou à geração de novas opções, de novas idéias. As opções geradas e

implementadas pela **equipe p+i** neste *checklist* e que resultaram em reduções de resíduos e de consumo de água e insumos superiores a 30% não se originaram de compêndios técnicos de **p+i**; nasceram das próprias pessoas no contexto de espaço que o *checklist* proporcionou.

Os resultados de ganhos ambientais e econômicos da produção mais limpa *de per si*, não têm sido suficientes para que sua implementação arrebanhe grandes parcelas das pequenas empresas, categoria de empreendimento que, a princípio, detém maior demanda por seus benefícios. Na concepção de Capra (2002) para facilitar o surgimento da novidade é preciso dar poder às pessoas; não no sentido da autoridade em si mas no sentido de usar a autoridade para capacitar e fortalecer as pessoas. Ressalta ainda que uma rede ativa de comunicações potencializa o surgimento da novidade e cria múltiplos elos de realimentação fazendo com que o “sistema se ligue cada vez mais a si mesmo”. É com esse objetivo: de instrumento capaz de se recriar e se renovar, de escolha positiva para uma mudança estrutural, que o presente *checklist* pretende se apresentar uma contribuição adicional e perene às PEs em seu caminho à sustentabilidade.



“El camión se hace al andar”
(MACHADO, A.)³³

³³ MACHADO, ANTONIO. “Ao andar se faz o caminho”. Traduzida por Freire, R. em *Educação e Mudança*. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

ANEXOS



Anexos

Título	Página
Anexo 1: Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.....	141
Anexo 2: Declaração de Intenções: ICAPE.....	147
Anexo 3: Especificações de processo: ICAPE	
medições de pH.....	148
medições de concentração.....	149
remanejamento de emulsões.....	150
Anexo 4: Implementações de p+l com <i>checklist</i> : planilha de opções de melhoria..	151

Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Princípio 1

Os seres humanos são o ponto focal dos esforços pelo desenvolvimento sustentável. Têm direito a uma vida saudável e produtiva em harmonia com a natureza.

Princípio 2

Os Estados têm, em conformidade com a Carta das Nações Unidas e com os princípios da lei internacional, o direito soberano de explorar seus próprios recursos, segundo suas próprias políticas de meio ambiente e desenvolvimento, e a responsabilidade de assegurar que as atividades sob sua jurisdição ou controle, não causem danos ao meio ambiente de outros Estados ou a áreas fora de suas respectivas jurisdições nacionais.

Princípio 3

O direito ao desenvolvimento deve ser mantido de maneira a atender, de forma justa, às necessidades ambientais e de desenvolvimento das atuais e futuras gerações.

Princípio 4

Para alcançar o desenvolvimento sustentável, a proteção ambiental constituirá parte integrante do processo de desenvolvimento, não podendo ser considerada isolada do mesmo.

Princípio 5

Todos os Estados e todos os indivíduos cooperarão com a tarefa essencial de erradicação da pobreza como um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável, de forma a reduzir as disparidades nos padrões de vida e melhor atender às necessidades da maioria da população mundial.

Princípio 6

Prioridade especial deverá ser atribuída à situação específica e necessidades dos países em desenvolvimento, particularmente daqueles menos desenvolvidos e dos mais vulneráveis sob o ponto de vista ambiental!. As ações internacionais no campo do meio ambiente e desenvolvimento deverão também abordar os interesses e necessidades de todos os países.

Princípio 7

Os Estados cooperarão num espírito de parceria global para conservar, proteger e restaurar a saúde e a integridade do ecossistema da Terra. Considerando as distintas contribuições para a degradação ambiental global, os Estados têm responsabilidades comuns, porém diferenciadas. Os países desenvolvidos reconhecem a responsabilidade que lhes cabe na busca internacional do desenvolvimento sustentável, em vista das pressões exercidas por suas sociedades sobre o meio ambiente global e das tecnologias e recursos financeiros sob seu controle.

Princípio 8

Para alcançar o desenvolvimento sustentável e uma qualidade de vida mais elevada para todas as pessoas os Estados devem reduzir e eliminar padrões insustentáveis de produção e consumo e promover políticas demográficas adequadas.

Princípio 9

Os Estados devem cooperar com vistas ao fortalecimento da capacitação endógena para o desenvolvimento sustentável, aperfeiçoando a compreensão científica através de intercâmbios de conhecimentos científicos e tecnológicos, e pela intensificação do desenvolvimento, adaptação, difusão e transferência de tecnologias, inclusive tecnologias novas e inovadoras (grifo nosso).

Princípio 10

As questões ambientais são melhor solucionadas com a participação de todos os cidadãos envolvidos, no nível pertinente. No nível nacional, cada indivíduo deverá ter acesso apropriado à informação relativa ao meio ambiente detida pelas autoridades

públicas, inclusive a informação sobre materiais e atividades perigosas em suas comunidades, e a oportunidade de participar dos processos decisórios. Os Estados facilitarão e encorajarão a conscientização e participação pública fazendo com que a informação esteja amplamente disponível. Será dado acesso efetivo a processos judiciais e administrativos, incluindo-se reparação e assistência.

Princípio 11

Os Estados promulgarão legislação ambiental eficaz. Os padrões, objetivos de gestão e prioridades ambientais deverão refletir o contexto ambiental e de desenvolvimento a que se aplicam. Os padrões aplicáveis por alguns países podem ser inadequados e envolver custos econômicos e sociais para outros e, em particular, para os países em desenvolvimento.

Princípio 12

Os Estados devem cooperar para a promoção de um sistema econômico internacional aberto e de apoio que conduza ao crescimento econômico e desenvolvimento sustentável em todos os países, para melhor lidar com os problemas de degradação ambiental. Medidas de política comercial para propósitos ambientais não devem constituir um meio para discriminação arbitrária ou injustificável ou uma restrição disfarçada ao comércio internacional. Ações unilaterais para lidar com os desafios ambientais fora da jurisdição do país importador devem ser evitadas. As medidas ambientais dirigidas a problemas internacionais ou globais deverão, no possível, ser baseadas num consenso internacional.

Princípio 13

Os Estados desenvolverão legislação nacional relativa à responsabilidade e indenização das vítimas da poluição e outros danos ambientais. Os Estados deverão também cooperar de forma expedita e mais determinada para o desenvolvimento de uma legislação internacional relativa à responsabilidade e indenização pelos efeitos adversos dos danos ambientais causados por atividades dentro de sua jurisdição ou controle, a outras áreas fora de sua jurisdição.

Princípio 14

Os Estados devem cooperar de modo efetivo para desestimular ou impedir a relocação ou transferência, para outros Estados, de quaisquer atividades ou substâncias que causem degradação ambiental grave ou que sejam prejudiciais à saúde humana.

Princípio 15

A fim de proteger o meio ambiente, a abordagem preventiva será amplamente aplicada pelos Estados de acordo com suas capacidades. Nos casos em que existam ameaças de danos graves ou irreversíveis, a ausência de certeza científica plena não será usada como motivo para adiar medidas economicamente viáveis para impedir a degradação ambiental (grifo nosso).

Princípio 16

As autoridades nacionais devem procurar promover a internalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, levando em consideração que o poluidor deve, em princípio, arcar com os custos da poluição, em respeito ao interesse público e sem distorção do comércio e investimento internacionais (grifo nosso).

Princípio 17

O estudo de impacto ambiental, como instrumento nacional, será elaborado para as atividades propostas que tenham probabilidade de ter impacto adverso significativo sobre o meio ambiente e estejam sujeitas à decisão de uma autoridade nacional competente.

Princípio 18

Os Estados notificarão imediatamente outros Estados de quaisquer desastres naturais ou outras emergências que possam provocar efeitos prejudiciais bruscos sobre o meio ambiente desses Estados. Todos os esforços serão envidados pela comunidade

internacional para auxiliar os Estados assim afetados.

Princípio 19

Os Estados darão notificação prévia e em tempo hábil e informações relevantes aos Estados potencialmente afetados, sobre atividades que possam vir a ter efeitos ambientais adversos significativos além-fronteiras e consultarão tais Estados com antecedência e em boa fé.

Princípio 20

As mulheres desempenham um papel vital na gestão e no desenvolvimento ambiental. Sua participação integral é, portanto, essencial para que seja alcançado o desenvolvimento sustentável.

Princípio 21

A criatividade, ideais e coragem da juventude do mundo devem ser mobilizados para forjar uma parceria global que assegure o desenvolvimento sustentável e garanta um futuro melhor para todos.

Princípio 22

As populações indígenas e suas comunidades, bem como outras comunidades locais, têm papel fundamental na gestão do meio ambiente e desenvolvimento devido a seus conhecimentos e práticas tradicionais. Os Estados devem reconhecer e apoiar devidamente sua identidade, cultura e interesses e possibilitar sua participação efetiva na concretização do desenvolvimento sustentável.

Princípio 23

O meio ambiente e os recursos naturais dos povos oprimidos, ocupados e dominados serão protegidos.

Princípio 24

A guerra é inerentemente contrária ao desenvolvimento sustentável. Os Estados,

portanto, respeitarão as leis internacionais de proteção ambiental em tempos de conflito armado e cooperarão para seu futuro desenvolvimento, na medida do necessário.

Princípio 25

Paz, desenvolvimento e proteção ao meio ambiente são interdependentes e indivisíveis.

Princípio 26

Os Estados resolverão todos seus litígios ambientais pacificamente e por meios apropriados, em conformidade com a Carta das Nações Unidas.

Princípio 27

Os Estados e os indivíduos cooperarão em boa fé e com espírito de parceria para que sejam alcançados os princípios incorporados nesta Declaração e para o desenvolvimento adicional das leis internacionais no campo do desenvolvimento sustentável (grifo nosso).

Fonte: VALLE, 1996.

Declaração de Intenções



A ICAPE prioriza a proteção ao meio ambiente através da adoção de uma estratégia ambiental preventiva que visa a reduzir os danos ao homem e ao ambiente.

Esta empresa se compromete com a implantação de um programa de **produção mais limpa**, reduzindo ou eliminando o uso de substâncias tóxicas, a geração de todos os tipos de resíduos, principalmente os mais perigosos e otimizando o uso de matérias-primas, de insumos, de água e de energia.

Nós nos comprometemos a melhorar continuamente o programa de modo a gerar crescente eco-eficiência e qualidade de vida às pessoas.

Ulysses Luna
Diretor Presidente

Valinhos, 2005

Especificações de Processo – Medição de pH



Metodologia P+L	Tipo de óleo	C. Custos	Alteração	Data	Folha
ICAPE - Valinhos	Emulsão	0200	1.01	24/06/05	01/01
Elaborado por	Data	Aprovado por		Data	
Ricardo Vianna	24/06/05				

Especificações
<ul style="list-style-type: none"> • Para medição do pH da emulsão, deve-se seguir as seguintes instruções : <ul style="list-style-type: none"> • A máquina deve estar com a bomba de circulação em operação, por pelo menos 15 minutos para que o resultado da medição seja o mais preciso possível. • Deve-se retirar a emulsão para análise preferencialmente na saída, como por ex: bicos, calhas. • Deve-se molhar a fita indicadora de pH por pelo menos 30 segundos na emulsão e aguardar por 2 minutos para fixar o resultado na fita, após isto, comparar com a escala colorida existente na caixinha de fitas. • Para o caso de o pH da emulsão tenha de ser verificado no tanque da máquina, deve-se ter o cuidado de que a superfície não esteja contaminada com óleo integral. Para isso é recomendável aspirar a superfície do tanque de modo a remover todo o óleo integral. • Para os intervalos entre as verificações de cada máquina, verificar plano de rotas de lubrificação . • O pH recomendado para emulsão do óleo Superedge 6552, deve-se situar entre 8 e 10, conforme especificação Castrol. O pH da emulsão tende a ser normalmente alcalino devido ao caráter do óleo. • O pH da água da Fábrica é de aproximadamente 6 a 7.
<ul style="list-style-type: none"> • Plano de Reação: Caso o pH esteja abaixo de 7 – Adicionar o aditivo Castrol AntiCorrosive System, em uma concentração de 0.05 a 0.10%, na emulsão para elevação do pH até atingir os parâmetros adequados.

Faixa de uso		
Volume do Tanque (Lts)	min.	máx.
10	0,005 L	0,01 L
20	0,01 L	0,02 L
50	0,03 L	0,05 L
100	0,05 L	0,10 L
150	0,08 L	0,15 L
200	0,10 L	0,20 L
300	0,15 L	0,30 L
400	0,20 L	0,40 L
500	0,25 L	0,50 L
600	0,30 L	0,60 L
700	0,35 L	0,70 L

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEL, **Barriers and motivators to the adoption of cleaner production practices.** Canberra: The Australian National University, 1997.

ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade:** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.

ALMEIDA, J. R.; CAVALCANTI, Y.; MELLO, C. **Gestão Ambiental: planejamento, avaliação, implantação, operação e verificação.** Rio de Janeiro: Thex Ed., 2000.

ANDRADE, R. O. B.; TACHIZAWA, T.; DE CARVALHO, A. B. **Gestão Ambiental: Enfoque Estratégico Aplicado ao Desenvolvimento Sustentável.** São Paulo: MAKRON Books, 2000.

AYRES, R.; SIMONIS, U. **Industrial Metabolism: Restructuring for sustainable development.** Tokyo: United Nations University Press, 1994.

BAAS, L. et al. **Cleaner Production: what some governments are doing and what all governments can do to promote sustainability.** *European Water Pollution Control*, vol 2. NetherLands, 1992

BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento e Meio Ambiente: As estratégias de mudanças da agenda 21.** Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.

BECKER, D. F. (Org.). **Desenvolvimento Sustentável: Necessidade e/ou possibilidade? 4. ed.** Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2002.

BERGH, J.; STRAATEN, J. **Toward Sustainable Development: Concepts, Methods and Policy.** Washington, DC: Island Press, 1994.

BISSET, R. **Methods for assessing direct impacts. In Perspectives on environmental impact assessment**, 1984.

BROWN, L. et al., **State of the World: Worldwatch Institute**. London: Earthscan, 1991.

BUCHHOLZ, R.; EVANS, W.; WAGLEY, R. **Management response to public issues: concepts and cases in strategy formulation**. New Jersey: Prentice Hall, 1985.

CAPRA, F. **As Conexões Ocultas: ciência para uma vida sustentável**. São Paulo: Editora Pensamento-Cultrix, 2002.

CARLEY, M., CHRISTIE, I. **Managing sustainable development**. London: EarthSacr Publications Ltd, 1992.

CASAS, Apolinar Figueroa. **Análisis de las concepciones metodológicas en evaluación de impacto ambiental para su aplicación en ecosistemas tropicales**. Universitat de Valencia, 1997.

CASTRO, N. A. **Impactos sociais das mudanças tecnológicas: organização industrial e mercado de trabalho**. São Paulo: EA/FGV, 1993

CCEP. **Waste minimisation in Metal Fabrication and Machining. Australia: Curtin University of Technology**, 2002. Disponível em: (www.cleanerproduction.curtin.edu.au/industry/metals/waste_minimisation-metalandmachining.pdf). Acesso em: 22 dez. 2004.

CEBDS. **Guia da produção mais limpa – faça você mesmo**. Rio de Janeiro: CEBDS, 2003.

CETESB. **Manual para a implementação de um programa de prevenção à poluição. São Paulo**, 1998.

CHIAVERINI, V. **Tecnologia Mecânica Vol.II, 2. ed.** Makron Books, 1987

CIMM. Processos metal- mecânicos. Disponível em: < <http://construtor.cimm.com.br>>
Acesso em 07 jan. 2005.

CLARK, B. D.; BISSET R.; WATHERN, P. **Environmental Impact Assessment.**
London: Mansell, 1980.

COLBY, M.E. **Environmental Management in Development: The evolution of paradigms.** Washington, DC: The World Bank, 1990

CYBIS, W.A. **Estudo e exploração de técnicas preditivas de avaliação ergonômica,**
1998

DAHL, A. L. **The Eco Principle: Ecology and economics in symbiosis.** London:Zed
Books Ltd, 1996.

DECAMP, Sprague de. **História das técnicas.** Lisboa: Europa-América Livro, 1962.

DONAIRE, D. **Gestão Ambiental na empresa.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

DUCASSÉ, P. **A história secreta e curiosa das grandes invenções.** Lisboa: Editora
Lidador, 1961.

FISCHER, K.; SCHOT, J. (Edit.) **Environmental Strategies for Industry: International Perspectives on research Needs and Policy Implications.** Washington, DC: Island
Press, 1993.

FREIRE, R. **Educação e mudança.**São Paulo: Paz e terra, 2005.

FRESNER, J. **Cleaner production as a means for effective environmental management systems.**6: 171-9. Journal of cleaner production, 1998.

FURTADO, J. S. (Coord.). **Prevenção de Resíduos na Fonte & Economia de Água e Energia**. São Paulo: Fundação Vanzolini/Escola Politécnica USP, 1998.

GASI, T. M. T. **Semana de Produção Mais Limpa em São Paulo**. São Paulo: Revista Meio Ambiente Industrial, ed. 39, 2002.

GEFFEN, C. A. **A radical innovation in environmental technologies: the influence of federal policy**. Science Policy, Vol. 22, 1995.

GUNNINGHAM, N.; SINCLAIR, D. **Barriers and motivators to the adoption of cleaner production practices**. Canberra: Australian Center for Environmental Law, Australian National University, 1997.

HILLARY, R. **Small firms and the environment – a groundwork status report**. Birmingham: Groundwork, 1995.

HILLARY, R. **Environment management systems and the smaller enterprise**. Journal of Cleaner Production, 2003.

HILSON, G.; NAYEE, V. **Environmental management system implementation in the mining industry: a key to achieving cleaner production**. International Journal of Mineral Processing 64, 19-41, 2002.

HOLMBERG, J. **Policies for a small planet: from the International Institute for the Environment and Development**. London: EarthScan PublicationsLtd, 1992.

HUISINGH, D. **What role can universities play in helping to effect societal transition to cleaner production ?** Paper for the UNEP-IEO Cleaner Production Conference. Canterbury, 1990.

JOHNSON, B. **Institutional Learning and Clean Growth in Environment, Technology and Economic Growth: the challenge to sustainable development.** Chettenham, UK, Northampton, USA: MPG Books Ltd, 1997.

KJAERHEIM, G. **Cleaner production and sustainability.** Journal of Cleaner Production 13 (4), 329-339, 2005.

MOREIRA, I. V. D. **Avaliação de Impacto Ambiental:** Texto preparado para Secretaria do Estado de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 1992.

MOTTA, F. G. **Fatores condicionantes na adoção de métodos de custeio em pequenas empresas:....** São Carlos: EESC/USP, 2000. Originalmente apresentada como dissertação de Mestrado na Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

NASCIMENTO, Luis Felipe; LEMOS, Ângela Denise da Cunha; HIWATASHI, Erica. **O perfil ambiental das empresas do setor metal-mecânico e seus desafios competitivos.** Revista Produto & Produção. Porto Alegre: UFRGS, 1997.

NASCIMENTO, Luis Felipe; LEMOS, Ângela Denise da Cunha; MELLO, Maria Celina Abreu de. **CD Rom – Produção Mais Limpa.** Porto Alegre: EA / UFRGS, 2002.

NOVAES, W. **Mercado para quem não polui.** São Paulo: Visão, p. 46, 16 out. 1991.

PARANÁ (Estado). Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos: **Manual de Avaliação de Impactos Ambientais.**

PIMENOVA, P.; VORST, R. **The role of support programmes and policies in improving SMEs environmental performances in developed and transition economies.** Journal of Cleaner Production, 2004.

POOLE, M.; COOMBS J.; VAN GOOL K. **The environmental needs of the micro-company sector and the development of a tool to meet those needs.** Plymouth: Payback Business Environmental Association for the Southwest, 1999.

PINHEIRO, M. **Gestão desempenho das pequenas empresas de pequeno porte:** Dissertação (Mestrado). São Paulo: FEA/USP, 1996.

ROBINS, N.; TRISOGLIO, A. **Restructuring Industry for Sustainable Development,** in: Policies for a small planet. London, 1992.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SCHMIDHEINY, S. **Mudando o Rumo: uma perspectiva empresarial global sobre desenvolvimento e meio ambiente.** Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1992.

SEBRAE, **A Produção Mais Limpa na Micro e Pequena Empresa.** Rio de Janeiro: CEBDS, 2004

SENGENBERGER, W.; LOVERMAN, G. W.; PIORE, M. J. **The reemergence of small enterprises: industrial restructuring in industrialised countries.** Genebra: International Labour Organization, 1991.

SILVA, E. **Técnicas de Avaliação de Impactos Ambientais.** Viçosa: CPT, 1999.

STARKEY, R. **Environmental Management Tools for SMEs: A Handbook.** Copenhagen: European Environment Agency, 1998.

SUPRIMENTOS ameaçam frear crescimento das montadoras. **Correio Popular,** Campinas, 22 jan. 2005. Caderno de Economia, p. B-2.

TOMMASI, Luiz Roberto. **Estudo de Impacto Ambiental**. São Paulo: CETESB / Terragraph,1993

TYLECOTE, A., STRAATEN, J. (edit.). **Environment, Technology and Economic Growth: the challenge to sustainable development**. Chettenham, UK, Northampton, USA: MPG Books Ltd, 1997.

VALLE, C E. **Qualidade Ambiental: Como ser competitivo protegendo o meio ambiente: (como se preparar para as Normas ISO 14000)**. São Paulo: Pioneira, 1995.

UN. **The Global Partnership for Environment and Development**. Geneva: UNCED, 1992.

UNEP. **Cleaner Production: Key-elements**. Disponível em: <www.uneptie.org/pc/cp/understanding_cp/home.htm> Acesso em: 21 jan. 05.

UNIDO. **Development of cleaner production policy**, 2002. Disponível em:<www.unido.org>. Acesso em 21 jan. 2005.

USEPA. **An Industry overview of metal manufacturing**, 1996. Disponível em: <www.es.epa.gov/techinfo/facts/metalfmg.html> Acesso em 02 jan. 2005.

USEPA. **Facility Pollution Prevention Guide**. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development EPA/600/R-92/088, 1992a.

USEPA. **Guides do Pollution Prevention: The Metal Finishing Industry**. Cincinnati: Office of Research and Development EPA/625/R-92/O11, 1992b.

USEPA. **Waste Minimization Opportunity Assessment Manual**. Cincinnati: U.S. Environmental Protection Agency, Hazardous Waste Engineering Research Laboratory EPA/625/7-88/003, 1988.

WATHERN, P. **Methods for assessing indirect impacts.** In **Perspectives on environmental impact assessment**, 1984.

WINTER, G. **The Challenge of the Environmental Management: The greening of Enterprise.** Paris: International Chamber of Commerce, 1990.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA:

BAUMHAKEL, M. et al.; **Ökoprofit**. Graz: Umweltamt der Stadt Graz, 1997.

CAPRA, F.; PAULI, G.(Edit.) **Steering business towards sustainability**. Tokyo: United Nations University Press, 1995.

DEPARTMENT of ENVIRONMENTAL PROTECTION (DEP). **An Environmental Self-Evaluation for Small Business**. Harrisburg: Commonwealth of Pennsylvania, 1996.

INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION (IFC). **Measuring Sustainability: A Framework for Private Sector Investments**. Washington: IFC, 2003.

KIPERSTOK, A. et al. **Prevenção da poluição: Tecnologias e gestão ambiental**. Brasília, 2003

KIRKWOOD, R.; LONGLEY, A. **Clean Technology and the Environment**. London: Blackie Academic and Professional, 1995.

MACHADO, A. **Selected poems**. Cambridge: Harvard University Press, 1982.

MACNEILL, J., WINSEMIUS, P., YAKUSHIJI, T. **Beyond Interdependence**. Oxford: Oxford University Press, 1991,

MORIN, E. **Os Sete Saberes necessários à Educação do Futuro**. Brasília: UNESCO, 2001.

NOBRE, M.; AMAZONAS, M. C. **Desenvolvimento Sustentável: A Institucionalização de um Conceito**. Brasília: IBAMA, 2002.

REINET, C. **A educação do trabalho**. São Paulo: Martins Fonseca, 1998

Alguns sites visitados e recomendados:

CEBDS

<http://www.cebds.com>

Enviroment Australia

<http://www.erin.gov.au>

EPA/Enviro\$en\$e

<http://es.epa.gov/ep3/ep3.htm>

Fundação Vanzolini

<http://www.vanzolini.org.br>

InfoMet

<http://www.infomet.com.br>

Mesa Redonda Paulista de Produção mais Limpa

www.mesaproducaomaislimpa.sp.gov.br

UNEP

<http://www.uneptie.org>

UNIDO

[http:// www.unido.org.br](http://www.unido.org.br)

USEPA

<http://www.epa.gov>