

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Alexandre Feller de Araujo

**A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA:  
ESTUDO EM UMA EMPRESA DO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Dissertação de Mestrado

Florianópolis

2002

ALEXANDRE FELLER DE ARAUJO

**A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA:  
ESTUDO EM UMA EMPRESA DO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientadora: Sandra Sulamita Nahas Baasch, Dra.

Florianópolis

2002

ALEXANDRE FELLER DE ARAUJO

**A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA:  
ESTUDO EM UMA EMPRESA DO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção** no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 19 de dezembro de 2002.

---

Edson Pacheco Paladini, Dr.  
Coordenador do Curso

**BANCA EXAMINADORA**

---

Sandra Sulamita Nahas Baasch, Dra.  
Orientadora

---

Fernando Soares Pinto Sant'Anna, Dr.

---

Lucila Maria de Souza Campos, Dra.

*Dedico este trabalho a toda minha família, em especial, a meus pais, João Tamir Maciel de Araujo e Eleusa Maria Feller de Araujo, por sempre terem apoiado e incentivado os meus estudos.*

## **AGRADECIMENTOS**

- \* A Deus, pela sua luz e por me dar saúde e força para conseguir cumprir minhas metas pessoais e profissionais;
- \* À Professora Sandra Sulamita Nahas Baasch, pelos sábios conhecimentos transmitidos ao longo do período do mestrado e por tornar possível a concretização desta dissertação;
- \* Aos membros da banca, pelas sugestões e críticas pertinentes que vieram a enriquecer o trabalho;
- \* Ao Pedro Paulo e Lúcio, da Fares Engenharia, por terem participado ativamente na implementação da metodologia, propondo sugestões e críticas altamente construtivas;
- \* Ao Núcleo de Produção Mais Limpa de Santa Catarina, pela experiência profissional proporcionada;
- \* Aos meus colegas do PPGEF, pelos momentos de estudo e diversão compartilhados;
- \* Ao Homero Salazar, pela amizade, companheirismo e ajuda na revisão do trabalho.
- \* À minha família, que mesmo à distância me apoiou e acompanhou todos os momentos de desafio deste trabalho;
- \* Ao meu irmão Gustavo, que me incentivou desde o início do trabalho;
- \* À Luisa Cardia Jardim, pela compreensão da minha ausência nos períodos finais do trabalho, respeitando meus objetivos no silêncio e permitindo que eu continuasse em frente.

*“Dê um peixe a um homem faminto e você  
o alimentará por um dia. Ensine-o a pescar,  
e você o estará alimentando pelo resto da vida”*

Provérbio Chinês

ARAUJO, Alexandre Feller. **A aplicação da metodologia de produção mais limpa: estudo em uma empresa do setor de Construção Civil.** 2002. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

## RESUMO

A história da relação das empresas com o meio ambiente tem demonstrado que os impactos ambientais resultantes das atividades produtivas estão comprometendo o futuro do planeta. Desta forma, todos os esforços na busca de promover o desenvolvimento sustentável devem ser prioritários, tanto em nível acadêmico, profissional, como político-social. Os resíduos industriais possibilitam verificar uma enorme ineficiência nos processos produtivos, sendo que os mesmos afetam diretamente as condições de vida da humanidade. O setor de construção civil possui uma enorme parcela de contribuição na deterioração da qualidade ambiental, já que uma de suas características é o desperdício de matéria-prima, insumos e auxiliares utilizados nos processos construtivos de empreendimentos urbanos. O presente trabalho constitui-se na aplicação da Metodologia de Produção Mais Limpa, proposta pela UNEP/UNIDO no setor de Construção Civil, em especial, na construção de uma residência familiar. O método apresentado pode ser utilizado para qualquer tipo de construção. Esta pesquisa verifica a possibilidade de se minimizar, na fonte, os resíduos derivados de processos construtivos, demonstrando os benefícios ambientais e econômicos resultantes da implementação da metodologia.

**Palavras-chave:** Produção mais limpa, Construção civil, Minimização de resíduos na fonte.

ARAUJO, Alexandre Feller. **A aplicação da metodologia de produção mais limpa: estudo em uma empresa do setor de Construção Civil.** 2002. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

## **ABSTRACT**

The relation history between enterprises and environment has showed that the environment impacts resultant of productive activities has already endangered the planet future. So, all efforts to promote the sustainable development must be priority as academic, professional as social levels. Industrial residues specially, become possible to verify a great inefficiency in productive processes and as they affect the humanity life conditions directly. The civil building sector contributes with a great part in environment quality deterioration and one of its characteristic is the material waste, utilized in building process of urban undertakings. The present work is based on Cleaner Production Methodology application proposed by UNEP/UNIDO in civil building sector, specially to home buildings. The method presented can be used in any kind of building. This research verifies the possibility to decrease at source the derivative residues of building processes, showing environment and economic benefits as a result of the methodology application.

**Key-words:** Cleaner Production, Civil building, decrease at source.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pressões exercidas sobre a indústria.....	28
Figura 2 – Núcleos de produção mais limpa instalados no Brasil.....	46
Figura 3 – Fluxograma para implementação de programas de produção mais limpa.....	49
Figura 4 – Níveis de aplicação da produção mais limpa.....	55
Figura 5 – Local da execução do revestimento cerâmico estudado.....	88
Figura 6 – Local do madeiramento de cobertura estudado.....	100

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Mudanças de paradigmas na relação empresa-meio ambiente....	30
Quadro 2 – Diferenças entre tecnologias de fim-de-tubo e produção mais limpa.....	35
Quadro 3 – Escala da prevenção de resíduos.....	41
Quadro 4 – Posturas da construção civil em relação à qualidade.....	65
Quadro 5 – Estudo de entrada e saídas da indústria da construção civil .....	67
Quadro 6 – Fluxograma simplificado da execução de revestimento cerâmico .....	79
Quadro 7 – Fluxograma simplificado da execução de madeiramento de cobertura.....	80

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de fluxograma de entradas e saídas para processos produtivos.....	53
Tabela 2 – Estudo das entradas e saídas do processo de execução de revestimento cerâmico com respectivos custos.....	83
Tabela 3 – Balanço ambiental da execução de revestimento cerâmico.....	85
Tabela 4 – Balanço econômico da execução de revestimento cerâmico.....	87
Tabela 5 – Indicadores ambientais utilizados no estudo de revestimento cerâmico .....	93
Tabela 6 – Estudo das entradas e saídas do processo de execução de madeiramento de cobertura com respectivos custos associados.....	96
Tabela 7 – Balanço ambiental da execução de madeiramento de cobertura..	98
Tabela 8 – Balanço econômico da execução de madeiramento de cobertura	99
Tabela 9 – Indicadores antes e após P+L da execução de madeiramento de cobertura.....	105
Tabela 10 – Plano de continuidade da P+L .....	107

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 TEMA E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	14
1.2 OBJETIVOS .....	16
1.2.1 Objetivo geral.....	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
1.3 JUSTIFICATIVA.....	17
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
<b>CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>19</b>
2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	19
2.2 QUALIDADE AMBIENTAL NAS ORGANIZAÇÕES.....	25
2.3 PRODUÇÃO MAIS LIMPA.....	34
2.3.1 Considerações sobre a produção limpa e a evolução do conceito de produção mais limpa.....	37
2.3.2 O <i>ecodesign</i> como ferramenta da produção mais limpa.....	40
2.3.3 Benefícios decorrentes da implementação da produção mais limpa.....	43
2.3.4 O Centro Nacional de Tecnologias Limpas e os Núcleos de Produção Mais Limpa no Brasil.....	45
2.3.4.1 Linhas de atuação dos Centros Nacionais de Tecnologias Limpas.....	46
2.3.4.2 O núcleo de produção mais limpa de Santa Catarina.....	47
2.4 A METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA .....	48
2.4.1 Descrição das fases da metodologia de Produção Mais Limpa .....	50
2.4.1.1 Pré-avaliação.....	50
2.4.1.2 Capacitação e sensibilização dos profissionais da empresa.....	50

2.4.1.3	Elaboração do diagnóstico ambiental e de processos.....	51
2.4.1.4	Elaboração do balanço ambiental, econômico e tecnológico do processo produtivo.....	52
2.4.1.5	Avaliação do balanço elaborado e identificação de oportunidades de produção mais limpa.....	54
2.4.1.6	Priorização das oportunidades identificadas na avaliação.....	55
2.4.1.7	Elaboração do estudo de viabilidade econômica das prioridades.....	57
2.4.1.8	Estabelecimento de um plano de monitoramento.....	58
2.4.1.9	Implantação das oportunidades de produção mais limpa priorizadas..	59
2.4.1.10	Definição dos indicadores do processo produtivo.....	59
2.4.1.11	Documentação dos casos de produção .....	60
2.5	O SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL: QUALIDADE, COMPETITIVIDADE E MEIO AMBIENTE.....	60
<b>CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA.....</b>		<b>71</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	71
3.2	DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	72
3.3	COLETA DE DADOS.....	72
3.4	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS.....	73
3.5	REDAÇÃO DO RELATÓRIO.....	74
<b>CAPÍTULO 4 - UMA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL.....</b>		<b>75</b>
4.1	APRESENTAÇÃO.....	76
4.2	PRÉ-AVALIAÇÃO.....	78
4.3	CAPACITAÇÃO E SENSIBILIZAÇÃO DOS PROFISSIONAIS DA EMPRESA.....	81
4.4	O SERVIÇO DE EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO E A PRODUÇÃO MAIS LIMPA.....	82
4.4.1	Diagnóstico ambiental e de processos.....	82

4.4.2	Elaboração do balanço ambiental, econômico e tecnológico.....	84
4.4.3	Avaliação do balanço elaborado e identificação de oportunidades de produção mais limpa.....	87
4.4.4	Priorização das oportunidades identificadas na avaliação.....	89
4.4.5	Elaboração do estudo de viabilidade econômica das oportunidades de P+L.....	90
4.4.6	Estabelecimento do plano de monitoramento.....	91
4.4.7	Implantação das oportunidades de produção mais limpa priorizadas.....	92
4.4.8	Definição dos indicadores do processo de execução de revestimento cerâmico 20x20 cm.....	92
4.5	O SERVIÇO DE EXECUÇÃO MADEIRAMENTO DE COBERTURA E A PRODUÇÃO MAIS LIMPA.....	94
4.5.1	Diagnóstico ambiental e de processos.....	94
4.5.2	Elaboração do balanço ambiental, econômico e tecnológico.....	97
4.5.3	Avaliação do balanço e identificação de oportunidades de produção mais limpa.....	99
4.5.4	Priorização das oportunidades identificadas na avaliação.....	101
4.5.5	Elaboração do estudo de viabilidade econômica das prioridades na execução de madeiramento de cobertura.....	101
4.5.6	Estabelecimento de um plano de monitoramento da execução de madeiramento de cobertura.....	102
4.5.7	Implantação das oportunidades de produção mais limpa priorizadas na execução de madeiramento de cobertura.....	102
4.5.8	Definição dos indicadores do processo de execução de madeiramento de cobertura.....	104
4.6	DOCUMENTAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO.....	106
4.7	BARREIRAS ENCONTRADAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA DE P+L NO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL.....	107
	<b>CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>109</b>
5.1	CONCLUSÕES .....	109
5.2	CONTRIBUIÇÕES.....	111

5.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	111
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>113</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>120</b>

## **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

### **1.1 TEMA E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA**

Até duas décadas atrás, a grande maioria dos países ocidentais considerava o meio ambiente como um local de obtenção de matéria-prima e destinação de resíduos. Os resultados do crescimento econômico a qualquer custo colocaram o Planeta Terra em uma posição desprivilegiada com relação aos respectivos impactos ambientais decorrentes das atividades produtivas.

Conforme Chehebe (1998), a escassez e poluição das águas, o agravamento da poluição atmosférica, as mudanças climáticas, a geração e disposição inadequada de resíduos tóxicos, a poluição do solo, a perda da biodiversidade e a escassez de alguns recursos naturais são alguns exemplos das conseqüências do comportamento não-sustentável da humanidade.

Desta forma, verifica-se que, atualmente, as empresas têm presenciado o surgimento de novos papéis que devem ser desempenhados como resultado das alterações, valores e ideologias de nossa sociedade, entre elas, a crescente conscientização ambiental. Como conseqüência, as organizações modernas, além das considerações econômicas produtivas, começam a incluir nos seus planos de gestão questões de caráter social e ambiental, que envolvem a redução dos níveis de poluição, melhoria nas condições de trabalho, melhoria da imagem, entre outras.

Em tempos de profunda preocupação da sociedade pelos problemas ambientais, as empresas estão deixando as posturas passivas e reativas para adotar um comportamento ambiental pró-ativo. Neste momento, o problema ambiental se torna uma oportunidade de negócios. Verifica-se que ao mesmo tempo em que a crise ambiental constitui uma ameaça à sobrevivência do homem e da natureza, ela apresenta-se como uma oportunidade de continuar a vida com base em novos paradigmas. O meio ambiente deixa de ser um aspecto de nenhum ou pouco interesse, onde a única preocupação era cumprir minimamente as obrigações legais, e passa a ser uma fonte adicional de eficiência e competitividade, conforme descreve Lora (2000).

O setor de construção civil, em especial, tem sido foco constante de críticas da mídia especializada com relação aos desperdícios de matéria-prima e insumos. Segundo a CEF (2001), estima-se que o setor seja responsável por cerca de 40% dos resíduos gerados na economia. Este número é altamente significativo, pois grande parte da matéria-prima utilizada nos processos de construção de empreendimentos urbanos é de origem não-renovável, como é o caso dos recursos minerais.

Neste contexto, a busca pela otimização dos materiais utilizados pelo setor é de fundamental importância. A implementação de ações efetivas voltadas para a redução do impacto ambiental representam a possibilidade de se atenuar o atual quadro de degradação ambiental presente tanto em países desenvolvidos, como em países em desenvolvimento.

Para os países em desenvolvimento como o Brasil, a Produção Mais Limpa aparece como uma alternativa para a busca de soluções para os problemas ambientais, pois através do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) e do Programa das Nações Unidas Para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) estão sendo criados Centros Nacionais de Tecnologias Limpas (CNTL), com o intuito de promover práticas organizacionais ambientalmente corretas sob a perspectiva da prevenção de resíduos.

Conforme Tibor (1996), a chave para a prevenção de resíduos é a integração bem-sucedida das questões ambientais, das operações e da estratégia do negócio. A prevenção reduz custos, diminui o uso de material e energia, enquanto os controles de final dos processos apenas buscam atender os parâmetros legais de controle de poluição, geralmente com custos elevados de manutenção dos equipamentos, bem como de assistência técnica e disposição final de resíduos perigosos.

Diante do exposto, este trabalho tem como desafio apresentar e determinar, com base na aplicação da metodologia de Produção Mais Limpa, as possibilidades de se reduzir o impacto ambiental negativo resultante dos processos construtivos, onde pode-se analisar a sistemática da metodologia, bem como os resultados ambientais e econômicos alcançados com a sua implementação.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo geral**

O objetivo geral do presente trabalho é:

Apresentar e analisar a implementação da Metodologia de Produção Mais Limpa proposta pelo UNEP/UNIDO no setor de construção civil, em especial, no processo de construção de uma residência.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos do presente trabalho são:

- identificar oportunidades de Produção Mais Limpa para o Setor de Construção Civil;
- apresentar os benefícios ambientais e econômicos obtidos com a implementação das oportunidades de Produção Mais Limpa;
- estudar possíveis barreiras para implementação da metodologia de Produção Mais Limpa no setor de construção civil.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Apesar do crescente número de pesquisas, no nível acadêmico e empresarial, relacionados à preservação e conservação do meio ambiente, são raros os casos de temas relacionados à minimização de resíduos na fonte no setor de construção civil. A maioria dos estudos concentram-se em propor técnicas de reciclagem para os resíduos gerados nos processos construtivos, com destaque especial para o entulho. Neste sentido, verifica-se que, geralmente, procura-se agir após a ocorrência do problema, medida esta caracterizada como corretiva, pois não age na causa do problema, e sim nos sintomas por ele produzidos.

A humanidade atualmente vem enfrentando problemas ambientais extremamente complexos, cuja solução parece estar mais na aplicação de uma estratégia ambiental preventiva, do que em ações corretivas. Sendo assim, verifica-se a importância de se utilizar métodos consagrados de gestão ambiental.

Diante da situação exposta, surge a Produção Mais Limpa que, com sua metodologia de aplicação, visa tornar acessível para empresas de pequeno, médio e grande portes, de todos os setores industriais, formas de se obter a minimização de resíduos. Neste sentido, o termo prevenção passa a ser o elemento chave da metodologia, pois considera que se há uma menor geração de sobras no processo produtivo, conseqüentemente menos resíduos existirão.

Sendo assim, busca-se através da implementação da Produção Mais Limpa identificar e implementar ações voltadas para melhoria da performance ambiental no setor de construção civil, principalmente, através da minimização de resíduos na fonte, ou seja, evitando que sejam gerados. Isto conduz as empresas do setor de construção civil a otimizarem seus processos produtivos, demonstrando a possibilidade de se obter lucro com ações voltadas para o meio ambiente.

## **1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, sendo o capítulo 1 dedicado a apresentar as características principais do trabalho, como o tema escolhido, os objetivos e a justificativa.

O capítulo 2 constitui a revisão bibliográfica dos temas relativos ao desenvolvimento sustentável, à qualidade ambiental nas organizações, à Produção Mais Limpa e ao setor de construção civil.

O capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada por este estudo, no qual se caracteriza a pesquisa, delimita-se o assunto, estabelece-se a forma da coleta e interpretação dos dados obtidos.

O capítulo 4 apresenta um caso real de implantação da metodologia de Produção Mais Limpa no setor de construção civil, enfatizando os benefícios ambientais e econômicos resultantes.

O capítulo 5 apresenta as considerações finais e sugestões para os trabalhos futuros.

## **CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

A busca por um mundo mais equilibrado do ponto de vista social, ambiental e econômico fez surgir a idéia de que, as questões ambientais, bem como as questões sociais deveriam ser incorporadas aos princípios do crescimento econômico como uma saída para a manutenção da qualidade de vida.

De acordo com Montibeller Filho (2001), a preocupação com o meio ambiente conjugada com a melhoria das condições socioeconômicas da população fez surgir o conceito de ecodesenvolvimento, substituído posteriormente pelo de desenvolvimento sustentável. O termo ecodesenvolvimento foi introduzido por Maurice Strong durante a Conferência de Estocolmo, em 1972, e, amplamente, difundido por Ignacy Sachs, a partir de 1974.

Durante a década de 80, o termo desenvolvimento sustentável passou a ser difundido globalmente. Isto ocorreu quando a União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) apresentou o documento Estratégia de Conservação Ambiental, o qual tinha como objetivo alcançar o desenvolvimento sustentável através da conservação dos recursos vivos (BARONI, 1992).

O documento sofreu inúmeras críticas devido a sua estratégia ser restrita apenas aos recursos vivos, que resumidamente seriam: garantir a sobrevivência e desenvolvimento do ser humano, preservar a diversidade genética e assegurar o aproveitamento sustentável das espécies dos ecossistemas que constituem a base da vida humana. Algumas questões, no entanto, passaram despercebidas, é o caso da globalização da economia e suas conseqüências para o mundo, as guerras, os problemas de armamentos, urbanização e população conforme descreve Baroni (1992).

Apesar das críticas, o documento recebe o apoio do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que tenta popularizar o conceito de

desenvolvimento sustentável através da apresentação de seus princípios e conteúdos, segundo Baroni (1992, p. 15-16), são eles:

- ajuda para os muitos pobres, porque eles não têm opção, a não ser destruir o meio ambiente;
- a idéia do desenvolvimento auto-sustentado, dentro dos limites dos recursos naturais;
- a idéia do desenvolvimento com custo real, usando critérios econômicos não tradicionais;
- a noção de necessidade de iniciativas centradas nas pessoas.

Criada em 1983, por decisão da Assembléia Geral da Organização das Nações Unidas, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) se caracteriza pela importância no desenvolvimento de conceitos e propostas relacionados ao desenvolvimento sustentável.

Segundo a CMMAD (1988, p. 46), também conhecida como Comissão Brundtland, “o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem as suas próprias necessidades”.

Em 1987, a Comissão Brundtland encerrou seus trabalhos através do relatório *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum). Neste relatório procurou-se formular os princípios do desenvolvimento sustentável, recomendando os principais objetivos de políticas derivados do conceito de desenvolvimento sustentável que seriam os seguintes: retomar o crescimento como condição necessária para erradicar a pobreza; mudar a qualidade do crescimento para torná-lo mais justo, equitativo e menos intensivo em matérias-primas e energia; atender às necessidades humanas essenciais de emprego, alimentação, energia, água e saneamento; manter um nível populacional sustentável; conservar e melhorar a base dos recursos; reorientar a tecnologia e administrar os riscos, e incluir o meio ambiente e a economia no processo decisório das políticas governamentais. Referindo-se ao desempenho ambiental do setor industrial, o relatório ressalta que este deverá produzir mais, utilizando menos recursos (BARBIERI, 1997).

Durante a década de 90, realiza-se no Brasil a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO 92), mais precisamente no Rio de Janeiro. O conceito de desenvolvimento sustentável e recomendações da Comissão Brundtland são aprovados e incorporados a Agenda 21, Agenda de

Compromisso para Ações Futuras, consagrando as linhas mestras do relatório, principalmente a relação entre pobreza e degradação ambiental.

A Agenda 21 visa pôr em prática as declarações firmadas na Conferência do Rio. Propõe a redução da quantidade de energia e de material utilizados na produção de bens e serviços, a disseminação de tecnologias ambientais e a promoção de pesquisas que visem o desenvolvimento de novas fontes de energia e de recursos naturais renováveis (VALLE, 1995).

Após a Conferência realizada no Rio de Janeiro, o termo desenvolvimento sustentável passou a estar presente em diversos discursos políticos, sociais e outros. Isso fez com que diversos segmentos sociais manifestassem suas posições a respeito das idéias que tinham e ainda têm sobre ele.

Para Barbieri (1997), a expressão Desenvolvimento Sustentável já traz consigo uma combinação de palavras contraditórias. O desenvolvimento que evoca as idéias de crescimento econômico, mudança do padrão de vida da população e base do sistema produtivo, e o termo sustentável, de origem biológica, ou seja, aplicável apenas aos recursos renováveis, ou seja, aqueles que podem ser extintos pela exploração descontrolada, como são os casos dos cardumes de peixes e espécies vegetais das florestas naturais.

A sustentabilidade é entendida como uma forma de proteção aos recursos renováveis, cabendo a sua exploração somente no que diz respeito ao incremento natural do período, ou seja, mantendo a base inicial dos recursos.

Para os recursos não renováveis, petróleo, por exemplo, a sustentabilidade será sempre uma questão de tempo, por isso deve-se buscar a otimização na utilização destes materiais. Para isso, tecnologias alternativas devem ser incorporadas aos processos produtivos, a fim de minimizar perdas e investimentos em pesquisa, devem ser buscados tanto por iniciativa privada como pública, a fim de criar substâncias/produtos que possam vir a substituir os recursos não renováveis.

Após cinco anos da realização da ECO 92, realiza-se em Kyoto, Japão, a Conferência sobre Mudança no Clima (RIO + 5). Conforme Lerípio (2001), o objetivo principal era estabilizar a concentração de gases que provocam o efeito estufa em níveis toleráveis que não impliquem em mudanças prejudiciais no clima. Aprovado

em 11 de dezembro de 1997, o documento oficial da Conferência, conhecido como Protocolo de Kyoto, estabeleceu uma meta média de cerca de 6% de redução de emissões de gases de efeito estufa nos países industrializados até o período de 2008 a 2012. O protocolo também menciona premissas para o estabelecimento de compra e venda de cotas (direito de poluir).

No ano de 2000, a Comissão de Desenvolvimento Sustentável da ONU (CDS) sugeriu a realização de uma nova cúpula mundial, desta vez sobre Desenvolvimento Sustentável. Assim, em dezembro de 2000, a Assembléia Geral das Nações Unidas resolveu realizar, em 2002, a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável em Johannesburgo, na África do Sul.

Segundo John (2002), a Rio+10, iniciada em 23 de agosto de 2002, concentrou as negociações oficiais sobre a Agenda 21, documento que também foi assinado durante a Rio 92 e gerou respostas muito diferentes em cada país, durante estes dez anos, variando de nenhuma reação a programas participativos, amparados por leis nacionais e locais. Sendo assim, o objetivo desta Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável foi discutir novos acordos sobre trechos da Agenda 21 que não funcionaram, visando sua implementação daqui para frente.

Vale lembrar que o tipo de acordo que se obtém em negociações como estas reflete um compromisso de longo prazo, com um conjunto de diretrizes, cujo objetivo é mudar paradigmas, alterar os conceitos e princípios que regem as forças econômicas, políticas e sociais. Em outras palavras, serve para orientar os chamados tomadores de decisão nas suas decisões, ajustando-as ao desenvolvimento sustentável. Os termos dos acordos só viram realidade, portanto, quando (e se) transformados em leis ou ações, em cada país signatário do documento. E isso também depende da sociedade cobrar e participar dos compromissos firmados.

Conforme John (2002), o documento "Desafio Global, Oportunidades Globais" apresentado pela ONU, demonstra que os resultados alcançados desde a ECO 92 ainda são insignificantes quando comparados à magnitude do problema ambiental e social que abarca o mundo. Entre eles, pode-se citar a destruição das florestas na década de 90 (2,4%), a crescente poluição do ar que mata anualmente cerca de três milhões de pessoas, a pobreza que assola mais de um bilhão de pessoas, bem

como a expectativa de que até o ano 2025, 3,5 bilhões de pessoas enfrentarão o problema da escassez de água.

Contudo, uma visão mais otimista foi apresentada pelo Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS, 2002), o qual considera que se as decisões aprovadas não contemplaram todas as expectativas da sociedade, deve-se reconhecer que houve avanços bastante significativos. Até 2015, o número de pessoas, sem acesso ao saneamento básico, deve cair pela metade; e até 2010, os países terão de reduzir o ritmo de perda de biodiversidade, além de destinar maiores recursos à proteção dos recursos naturais. Para o setor produtivo houve uma maior participação dos líderes empresariais, demonstrando que práticas ambientalmente corretas são viáveis tecnologicamente, além de serem bastante lucrativas.

Segundo o CEBDS (2002), a falta de consenso internacional e os interesses comerciais, deste ou daquele país, não devem ser motivo de desânimo para a corrente que defende uma mudança no rumo do desenvolvimento em nome da sobrevivência das futuras gerações. Não há dúvida que a exigência do mercado vai conduzir o mundo, mais cedo ou mais tarde, para a sustentabilidade, independentemente da vontade de alguns governantes que estejam no poder em eventual momento.

Para Barbieri (1996), a ordem econômica internacional vigente atualmente é desnivelada e injusta, sendo uma das principais causas da deterioração ambiental e humana. O sistema de livre mercado que busca o lucro a qualquer custo, permite facilmente o desrespeito à natureza. Sendo assim, as organizações procuram atuar em países onde a legislação ambiental é mais flexível, ou seja, onde as exigências ambientais não são tão rigorosas, o que, geralmente, ocorre em países em desenvolvimento.

Os países desenvolvidos possuem enormes débitos em relação aos países em desenvolvimento, principalmente débitos ecológicos e sociais. São responsáveis por setenta por cento dos três gases estufas, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), clorofluorcarbono (CFC) e metano (CH<sub>4</sub>), causadores do aquecimento global, sendo que representam aproximadamente a quinta parte da população mundial, no entanto consomem setenta por cento da energia mundial, setenta e cinco por cento dos

metais, oitenta e cinco por cento da madeira e sessenta por cento dos alimentos (BARBIERI, 1996).

Em recente relatório, baseado em dados estatísticos da ONU, a organização não governamental WWF concluiu que os níveis atuais de consumo das classes mais ricas, incluindo a minoria de favorecidos dos países em desenvolvimento, são tão altos, que para providenciar um estilo de vida comparável para o restante do mundo seria necessário 2,6 planetas do tamanho da Terra. Essa estatística ajuda a compreender o dilema entre desenvolvimento e conservação e preservação do meio ambiente (TEICH, 2002).

Os países desenvolvidos são responsáveis por grande parte do consumo mundial de recursos naturais. Tal consumo impõe aos países em desenvolvimento a adoção de estilos de vida mais simples. Fica evidente a desvantagem dos mesmos em criar condições favoráveis de crescimento econômico, visto que não poderão “usufruir” de um desenvolvimento sem restrições ambientais, esta uma característica do passado das atuais potências mundiais que ditam as regras da competitividade internacional, é o caso de países como Estados Unidos, Alemanha, Japão e outros.

Para os países em desenvolvimento as questões sociais são cruciais, pois não se pode pensar em preservação e conservação do meio ambiente sem considerar aspectos como a fome e a pobreza.

Ao confrontarmos os resultados do sistema capitalista, criado e imposto pelos países desenvolvidos, com os aspectos sociais e ambientais decorrentes, concluiremos que, apesar do visível sucesso econômico, este se mostrou incapaz de resolver problemas de caráter social, tais como redução da miséria, poluição ambiental, divisão mais justa da renda, e outros (DONAIRE, 1995).

Para a CMMAD (1988), tanto a tecnologia quanto a organização social podem ser geridas e aprimoradas a fim de proporcionar uma nova era de desenvolvimento. Considera que a pobreza não é apenas um mal em si mesma, mas para haver um crescimento econômico equilibrado do ponto de vista ambiental e social, é preciso atender às necessidades básicas de todos e dar a todos a oportunidade de realizar aspirações de uma vida melhor. Descreve ainda, que num mundo onde a pobreza é endêmica, este estará sempre sujeito a catástrofes ambientais.

Referindo-se aos países ricos, a CMMAD (1988) descreve que o desenvolvimento sustentável não é um estado permanente de harmonia, mas um processo de mudança, no qual a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional devem estar de acordo com as necessidades atuais e futuras.

Barbieri (1996) descreve que os países em desenvolvimento devem procurar a redução da pobreza através do crescimento econômico, observando para tal, os respectivos impactos ambientais decorrentes. Para os países industrializados ou desenvolvidos, a redução do consumo não constituiria uma opção muito pragmática para a proteção do meio ambiente mundial, pois se o crescimento é mais lento nos países industrializados, esta redução colocará em perigo a taxa de crescimento dos países pobres, uma vez que estes são dependentes do mercado daqueles. Verifica-se que o crescimento contínuo dos países industrializados é necessário tanto para gerar tecnologias ecológicas seguras, como para transferir recursos para os países pobres. O que se deve fazer é mudar a qualidade do crescimento, enfatizando o crescimento qualitativo e não o quantitativo.

Krause (1997) descreve de forma simples, e em poucas palavras, a relevância do tema, se o meio ambiente for destruído, não restará nada, nem empresários, nem matéria-prima, nem consumidor. Todos, sem exceção, devem buscar alternativas para um maior equilíbrio entre as atividades produtivas e o meio ambiente.

## **2.2 QUALIDADE AMBIENTAL NAS ORGANIZAÇÕES**

É notório que os problemas ambientais no nível mundial começam a se tornar preocupantes já que, num futuro não muito distante, pode-se colocar em perigo a sobrevivência da humanidade. Neste sentido, todos os esforços para promover um planeta mais saudável são fundamentais.

Lora (2000) descreve que foram nos últimos 40 anos que os problemas ambientais adquiriram uma nova dimensão. Uma série de acidentes industriais graves e derrames de quantidades consideráveis de petróleo no mar, além dos problemas globais como o efeito estufa e a destruição da camada de ozônio, têm

feito com que as questões ambientais ocupem lugar prioritário nas preocupações da humanidade.

Segundo Backer (1995), o meio ambiente foi, é e será modificado pela atividade humana, que em todos os tempos, planejou, moldou e administrou a natureza.

Para Panaiotov (1994), o termo “ambiente” refere-se, igualmente, à qualidade e à quantidade de recursos naturais, renováveis e não renováveis. O termo inclui, também, o meio ambiente, do qual fazem parte a paisagem, a água e a atmosfera, e constitui um dos elementos essenciais da qualidade de vida. Degradação ambiental, então, é a redução do ambiente em quantidade e sua deterioração em qualidade.

Desde a pré-história, o homem interfere de forma negativa no meio ambiente através de alterações na água, solo e ar pelos produtos físicos e químicos resultantes das atividades humanas. Conforme Lora (2000), durante o Império Romano, o homem fez o primeiro intento de atenuar o efeito negativo da humanidade sobre o meio ambiente, ou seja, a construção da “Cloaca Máxima”, sistema de evacuação de esgotos de Roma. Contudo, etapas posteriores de descaso ambiental caracterizaram-se por epidemias de pestes e freqüentes episódios de poluição em Londres, berço da Revolução Industrial, com milhares de mortes.

Com a Revolução industrial e a expansão dos parques industriais, os problemas ambientais tornaram-se críticos. Segundo Donaire (1995), durante muitos anos a questão ambiental foi percebida como algo que não fazia parte do contexto organizacional. As empresas eram vistas como instituições econômicas que se preocupavam em resolver problemas econômicos (o que produzir, como produzir e para quem produzir).

Ao analisar os impactos ambientais causados pelo homem desde a sua evolução até os dias de hoje, pode-se perceber que num passado não muito distante, a natureza já recebia cargas de poluentes, porém, numa escala muito menor. O fato é que estas cargas ultrapassaram a capacidade natural de “tratamento” da natureza e começaram a agravar os problemas ambientais, passando de locais e regionais para problemas de caráter global.

As primeiras indústrias surgiram numa época em que os problemas ambientais eram de pequena expressão, principalmente pelas reduzidas escalas de produção, as exigências ambientais eram poucas, e a fumaça era vista como sinal de progresso e desenvolvimento, sendo inclusive utilizada como símbolo em propagandas de inúmeras indústrias (DONAIRE, 1995). Neste contexto, era inevitável o surgimento de problemas de caráter ambiental, contudo, os problemas econômicos eram prioritários e atuais.

Conforme Chehebe (1997), até algumas décadas atrás o processo de crescimento econômico não considerava os efeitos adversos nos ecossistemas e na própria sociedade, permitindo que emergissem problemas sociais e ambientais que, cada vez mais, tornavam-se críticos para o bem-estar da sociedade, como a miséria e a pobreza, o desemprego, a devastação de solos produtivos, a poluição das águas e do ar, entre outros.

Com a globalização dos problemas ambientais causados pelas indústrias nas décadas de 80 e 90, as pressões de caráter ambiental passaram a influenciar diretamente o rumo dos negócios. Segundo Campos (1996), as pressões exercidas sobre a indústria são muitas e, envolvem diversos setores sociais e diferentes países conforme pode-se observar na figura 1.

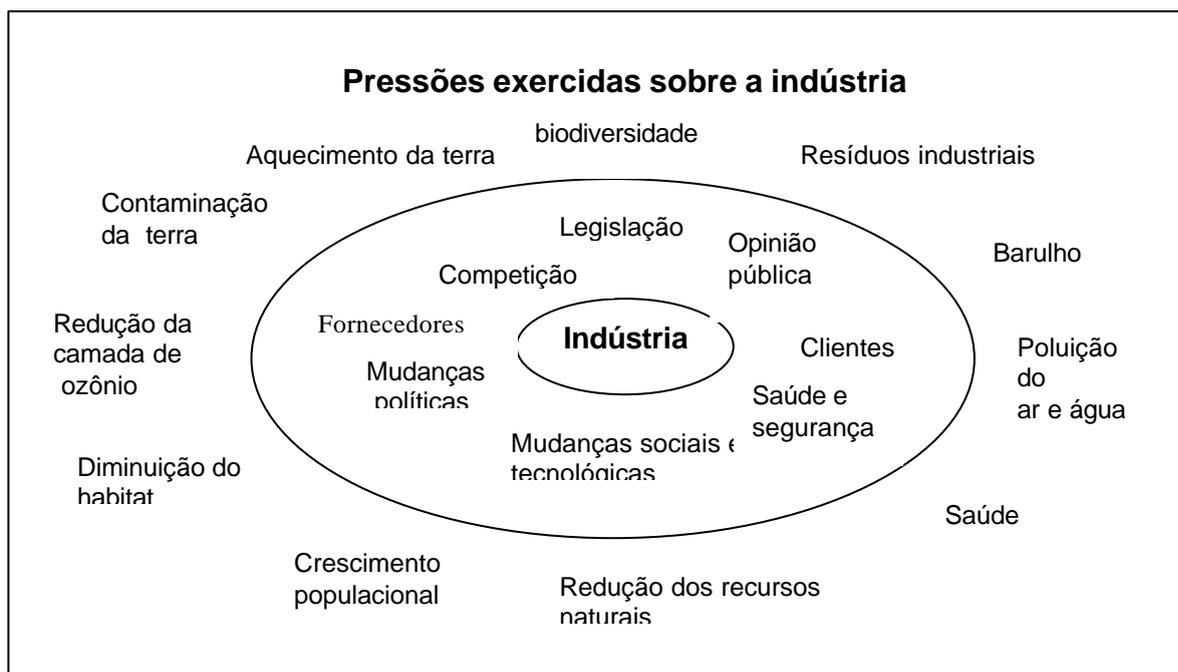


Figura 1 – Pressões exercidas sobre a indústria

Fonte: Campos (1996)

Em primeiro lugar, constata-se que a poluição ambiental transcende as fronteiras nacionais, afetando todos os países, é o caso do efeito estufa, da redução da camada de ozônio e outros problemas globais.

Em segundo lugar, a opinião pública é cada vez mais sensível às questões ambientais. Isso ocorre principalmente pela revolução nos meios de comunicação, onde as transmissões via satélite são imediatas. Os desastres ecológicos, a pobreza e a miséria de alguns países são notícias com grande poder de repercussão.

Em terceiro lugar, verifica-se o aumento da competitividade, o surgimento de leis mais rigorosas, as mudanças tecnológicas e outros acontecimentos que delineiam um novo caminho a ser seguido.

A fim de sintetizar a relação das empresas com o meio ambiente, são descritas a seguir três fases distintas do pensamento empresarial moderno como resposta às questões ambientais, segundo Cajazeira (1997), são elas:

- *fase negra*: considera a degradação ambiental como uma etapa necessária para garantir o conforto do homem moderno. Esta fase norteou o pensamento empresarial até meados dos anos 70, quando as questões ambientais eram vistas como atividades de radicais ou exibicionistas;
- *fase reativa*: ainda é a mais presumida nas organizações que procuram reduzir o impacto ambiental. As empresas buscam, nesta fase, atender a legislação para evitar ou reduzir as penalidades ambientais. A mídia é utilizada para reforçar a postura da empresa, campanhas do tipo “Mico Leão dourado” são utilizadas com o objetivo de associar a empresa como ecologicamente correta;
- *fase pró-ativa*: a questão ambiental é vista como uma estratégia de negócios e uma determinante para o futuro competitivo da empresa. Busca-se soluções para os problemas ambientais de forma pragmática. A cultura da organização é voltada para o desenvolvimento sustentável. Direciona os recursos à prevenção e minimização dos impactos ambientais.

Segundo Leonardo (2001), a fase reativa refere-se a uma adaptação à regulamentação, sem contudo modificar produtos e reestruturar processos. É voltada para o controle da poluição, motivado especialmente por pressões advindas dos governos, sob a abordagem de comando e controle.

É na fase pró-ativa que a empresa estabelece uma responsabilidade ambiental por processos e produtos, que envolve um relacionamento diferente, compartilhado, com fornecedores e consumidores, no que se refere à prevenção da poluição, à minimização dos resíduos e à proteção dos recursos naturais. A essa responsabilidade podem-se adicionar outras, por questões ambientais mais difusas, como o bem-estar dos trabalhadores e da comunidade. Esta postura determina uma nova relação empresa - meio ambiente na medida em que os fatores ambientais são incorporados nas metas, políticas e estratégias da empresa e a proteção ambiental passa a fazer parte de seus objetivos de negócios. Como consequência, o desempenho da empresa não é medido mais somente por sua *performance* econômica e produtiva. Acrescenta-se a busca pelo desempenho em relação ao meio ambiente, também denominada excelência ambiental (Leonardo, 2001).

Na passagem da fase reativa para a pró-ativa é que se verifica uma mudança de paradigma por parte das empresas. Conforme Kuhn (apud CAPRA, 1996, p. 24), “paradigma é uma compilação de conceitos, valores, percepções e práticas compartilhadas por uma comunidade. Esse conjunto forma uma visão particular da realidade, que é a base do caminho da auto-organização da comunidade.”

Segundo Cajazeira (1997), a transição da postura reativa para pró-ativa requer uma mudança cultural de razoável dimensão, porém, não há dúvidas de que as empresas que pensam desta maneira estão em sintonia com as expectativas da sociedade. O quadro 1 demonstra a mudança de paradigma que as empresas estão passando.

<b>Os velhos paradigmas</b>	<b>O ambientalmente correto</b>
A responsabilidade ambiental corrói a competitividade.	A Ecoestratégia empresarial gera novas oportunidades de negócio.
Gestão Ambiental é coisa apenas para grandes empresas.	A pequena empresa é até mais flexível para introduzir programas ambientais.
O movimento ambientalista age completamente fora da realidade.	As ONG's consolidam-se tecnicamente e participam da maioria das comissões de certificação ambiental.
A função ambiental na empresa é exclusiva do setor de produção.	A função ambiental está em diversos setores do planejamento estratégico da empresa.

Quadro 1 – Mudança de paradigmas na relação empresa-meio ambiente

Fonte: Gazeta Mercantil (1996a)

Weber (1992) descreve que o desafio universal que estamos enfrentando agora é deixar de enxergar as instituições humanas como máquinas para passar a enxergá-las como organismos vivos.

Neste contexto, as empresas passam a serem vistas como responsáveis diretas pela qualidade de vida global. Segundo Coimbra et al. (1995), a maioria dos empresários e suas empresas acompanham a direção das mudanças com base nas tendências dos mercados. Contudo, existe uma minoria que antecipa e as prevê, são os inovadores. Estes entendem que o movimento de mudanças é oportuno para

novas formas de pensar o seu negócio, ou seja, passam a raciocinar baseados em novos paradigmas.

Verifica-se que o paradigma mecanicista-cartesiano já não consegue explicar a complexidade atual que os problemas ambientais atingiram. Conforme Coimbra et. al, (1995, p. 35), a visão mecanicista “isola partes do fenômeno para analisá-lo, considerando o todo como simples agregado das diversas partes. Esta é uma visão reducionista e parcial, que não abrange fenômenos mais amplos.”

Atualmente, outro paradigma parece estar mais perto de explicar a relação das empresas com o meio ambiente. Parte-se do pressuposto que o mundo deve ser compreendido de forma integrada, e não como um conjunto de partes dissociadas, é a chamada visão holística (CALLENBACH et al., 1993).

Segundo Coimbra et al. (1995), o novo paradigma sistêmico-holístico busca um significado maior, tentando mais reunir as partes do que separá-las. Somente analisando o todo integrado é que poderemos entender o contexto atual em que estamos inseridos. Com as organizações ocorre o mesmo, ou seja, vistas como sistemas integrados de pessoas interagindo com outras organizações sociais e o meio ambiente, estas serão consideradas saudáveis.

Contudo, faz-se necessária uma mudança de valores nos quais se baseiam os comportamentos. Coimbra et al. (1995, p. 36) descreve que “as pessoas necessitam conscientizar-se de que os novos valores são melhores que os antigos e, devem passar a se comportarem segundo esta nova maneira de perceber e atuar no mundo.”

Agir de forma responsável com o meio ambiente, não é mais uma questão de opção, mas de sobrevivência. O grande desafio das organizações, agora, é identificar a estratégia que devem adotar para garantir um desenvolvimento sustentável (CHEHEBE, 1998).

Conforme Lerípio (2001), a poluição industrial é na realidade uma forma de desperdício e ineficiência dos processos produtivos. Os resíduos industriais representam, na maioria das vezes, perdas de matérias primas e insumos.

Para Backer (1995), os modelos nos quais se baseiam os métodos e ferramentas de gestão e planificação da empresa são mal adaptados à aceitação da responsabilidade em relação ao meio ambiente, que é, a partir deste momento, de competência de qualquer empresário.

Ao considerar que a variável ambiental deve, necessariamente, ser integrada a qualquer gestão de negócios, principalmente nas atividades com grande potencial poluidor, faz-se necessário definir a Qualidade Ambiental.

Segundo Callenbach et al. (1993, p. 36), a qualidade ambiental “consiste no atendimento de requisitos de natureza física, química, biológica, social, econômica e tecnológica que assegurem a estabilidade das relações ambientais no ecossistema, no qual se inserem as atividades da organização.”

A qualidade ambiental engloba todos os aspectos das relações entre os processos produtivos, produtos e serviços de uma empresa e o meio ambiente, sendo que os critérios de avaliação da qualidade destas relações são as leis e as expectativas das partes interessadas (clientes, acionistas, investidores, seguradoras, comunidades locais, etc.) (REIS, 1996).

De acordo com Lerípio (2001), os conceitos de qualidade total, em processo de assimilação pelas organizações, contribuem para a melhoria da eficiência dos processos produtivos e, conseqüentemente, para a redução de desperdícios. Desta forma, contribui efetivamente para a melhoria do meio ambiente. Para o autor, é através da gestão ambiental que se pode alcançar a qualidade ambiental.

Donaire (1995, p. 68) define a gestão ambiental como

o conjunto de procedimentos bem definidos e adequadamente aplicados que visam reduzir e controlar os impactos introduzidos por um empreendimento sobre o meio ambiente. O ciclo de atuação da gestão ambiental deve cobrir desde a fase de concepção do projeto até a eliminação efetiva dos resíduos gerados pelo empreendimento.

Meyer (2000, p. 22) apresenta, de modo esquemático, a gestão ambiental da seguinte forma:

- a) objeto – manter o meio ambiente saudável, de forma a atender as necessidades humanas atuais, sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras;

- b) meios – atuar sobre as alterações causadas no meio ambiente pelo uso e/ou descarte dos bens e detritos gerados pelas atividades humanas, a partir de um plano de ação viável técnica e economicamente, com prioridades previamente definidas;
- c) instrumentos – monitoramentos, controles, taxações, imposições, subsídios, divulgação, obras e ações mitigadoras, além de treinamento e conscientização;
- d) base de atuação – diagnósticos e prognósticos (cenários) ambientais da área de atuação, a partir de estudos e pesquisas dirigidos à busca de soluções para os problemas que forem detectados

Lora (2000) argumenta que não se pode pensar em qualidade total, pensando somente na qualidade intrínseca do produto. É fundamental considerar a qualidade ambiental como um elemento a mais da competitividade.

Conforme Valle (1995), a fim de assegurar a qualidade ambiental, deve-se prever, já na fase de concepção de um produto e no desenvolvimento do respectivo processo produtivo, soluções para os resíduos que são gerados. Isto exige uma integração dos setores de desenvolvimento do produto, de desenvolvimento do processo, de gerenciamento de resíduos e de gerenciamento da produção.

Lerípio (2001) descreve que a eco-eficiência de um produto está se tornando um aspecto importante da qualidade total, pois, muitas vezes, traduz-se em uma fonte de vantagens competitivas.

Para Nascimento (2000), a ecoeficiência está baseada em três pilares: econômico, ambiental e social. Uma empresa ou um processo, para serem válidos dentro dos conceitos sociais atuais, deve ser economicamente rentável, ambientalmente compatível e socialmente justo. Cumprindo estes três pilares, estará sendo ecoeficiente e criando as condições básicas para a sua permanência no mercado.

Após 20 anos de debates sobre desenvolvimento de produtos mais limpos, tornou-se evidente que as empresas, o governo e o público em geral deram-se conta de que a prevenção da poluição e a conservação dos recursos são os meios mais eficazes em termos de custo para alcançar a qualidade ambiental (BRANDALISE, 2001).

Por fim, Sachs (1993) descreve que, se quisermos deter a exaustão irreversível do “capital natureza”, tanto como fonte de matéria-prima quanto como de depósito para os resíduos, o fluxo de energia e de materiais deve ser contido.

### **2.3 PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

Em tempos de profundas preocupações com o meio ambiente, organizações de diferentes setores industriais estão deixando de agir de forma reativa para agir de forma pró-ativa com relação às questões ambientais. Diferentes metodologias de gestão ambiental buscam sensibilizar diretores e níveis hierárquicos elevados dentro das organizações, demonstrando a possibilidade de se obter lucro com o meio ambiente, entre elas a Produção Mais Limpa, também conhecida pela sigla P+L.

Verifica-se que as tecnologias de fim-de-tubo não mais respondem aos anseios da sociedade na busca pelo desenvolvimento sustentável. Estratégias ambientais convencionais que buscam atender às exigências ambientais legais deixam de serem vistas como única alternativa para melhorar o desempenho ambiental, além de serem extremamente onerosas para as empresas do ponto de vista econômico.

Oliveira Filho (2001) descreve que a solução tecnológica do tipo fim-de-tubo corre atrás dos prejuízos ambientais causados por um sistema produtivo, remediando os seus efeitos, mas sem combater as causas que os produziram. Ao contrário, as tecnologias de P+L contemplam mudanças nos produtos e processos produtivos a fim de reduzir ou eliminar todo tipo de rejeitos antes que eles sejam criados.

Conforme o CNTL (2000k), a implantação de técnicas de P+L em processos produtivos permite a obtenção de soluções que venham a contribuir para a solução definitiva dos problemas ambientais, já que a prioridade da metodologia está baseada na identificação de opções de não geração dos resíduos.

A diferença essencial está no fato de que a P+L não trata simplesmente do sintoma, mas tenta atingir nas raízes do problema. O quadro 2 apresenta as principais diferenças entre as tecnologias de fim-de-tubo e a P+L.

<b>Tecnologia de fim de tubo</b>	<b>Produção mais limpa</b>
Como se pode tratar os resíduos e as emissões existentes?	De onde vem os resíduos e emissões?
... pretende re – ação.	Pretende ação.
... geralmente leva a custos adicionais.	... pode ajudar a reduzir custos.
Os resíduos e as emissões são limitados através de filtros e unidades de tratamento;  Soluções de fim-de-tubo;  Tecnologia de reparo;  Estocagem de resíduos.	Prevenção de resíduos e emissões na fonte;  Evita processos e materiais potencialmente tóxicos.
A proteção ambiental entra depois que os produtos e processos tenham sido desenvolvidos.	A proteção ambiental entra como uma parte integral do design do produto e da engenharia de processo.
Os problemas ambientais são resolvidos a partir de um ponto de vista tecnológico.	Tenta – se resolver os problemas ambientais em todos os níveis / em todos os campos.
Proteção ambiental é um assunto para especialistas competentes.	Proteção ambiental é tarefa de todos.
... é trazida de fora.	... é uma inovação desenvolvida dentro da empresa.
... aumenta o consumo de material e energia.	... reduz o consumo de material e energia.
Proteção ambiental surge para preenchimento de prescrições legais.	Riscos reduzidos e transparência aumentada.
... é o resultado de um paradigma de produção que data de um tempo em que os problemas ambientais não eram conhecidos.	... é uma abordagem que pretende criar técnicas de produção para um desenvolvimento sustentável

Quadro 2 – Diferenças entre tecnologias de fim-de-tubo e produção mais limpa

Fonte: CNTL (2000h)

Para Lora (2000), a instalação de sistemas de tratamento é vista pelos industriais como uma inversão não produtiva, que freqüentemente aumenta os custos de operação. Considera que, para os países em desenvolvimento com recursos limitados para inversões, a estratégia ambiental convencional não pode constituir a estratégia ambiental principal.

Para Nascimento (2000), a P+L é, antes de tudo, uma ação econômica, porque baseia-se no fato de que qualquer resíduo de qualquer sistema produtivo só pode ser proveniente das matérias-primas ou insumos de produção utilizadas no processo. Todos os resíduos, ontem, eram matéria-prima e foram comprados e pagos como tal.

Entretanto o CNTL (2000a) descreve que a P+L não é apenas um tema ambiental e econômico, mas também um tema social, pois considera que a redução da geração de resíduos em um processo produtivo, muitas vezes, possibilita resolver problemas relacionados à saúde e à segurança ocupacional dos trabalhadores. Desenvolver a P+L minimiza estes riscos, na medida em que são identificadas matérias-primas e insumos menos tóxicos, contribuindo para a melhor qualidade do ambiente de trabalho.

Misra (2000) menciona que a P+L requer a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos e produtos, a fim de reduzir riscos para os seres humanos e o ambiente.

A P+L considera a variável ambiental em todos os níveis da organização. Caracteriza-se por ações que são implementadas dentro da empresa, principalmente as ligadas ao processo produtivo (chão de fábrica). Tem como objetivo tornar o processo mais eficiente no emprego de seus insumos, gerando mais produtos e menos resíduos.

Conforme Valle (1995, p. 69), com a adoção de tecnologias limpas, os processos produtivos utilizados na empresa devem passar por uma reavaliação e podem sofrer modificações que resultem em:

- 1º - eliminação do uso de matérias-primas e de insumos que contenham substâncias perigosas;
- 2º - otimização das reações químicas, tendo como resultado a minimização do uso de matérias-primas e redução, no possível, da geração de resíduos;
- 3º - segregação, na origem, dos resíduos perigosos e não perigosos;
- 4º - eliminação de vazamentos e perdas no processo;
- 5º - promoção e estímulo ao reaproveitamento e à reciclagem interna;
- 6º - integração do processo produtivo em um ciclo que também inclua as alternativas para a destruição dos resíduos e a maximização futura do reaproveitamento dos produtos.

Segundo Valle (1995), a minimização de resíduos objetiva reduzir a geração de resíduos em uma instalação através de ações de cunho técnico e gerencial,

sendo que a mesma pode ser alcançada na fonte, evitando-se a formação do resíduo em sua origem, como através de técnicas de reciclagem e reaproveitamento interno, impedindo que o resíduo chegue a ser lançado no meio ambiente.

Pode-se concluir, que a chave para tornar a produção mais enxuta e limpa, além de torná-la mais produtiva e competitiva é a prevenção da poluição, e há uma forte tendência para alcançá-la. Mudanças de paradigma estão ocorrendo nas organizações, onde as tecnologias de controle, limpeza e remediação da poluição, cedem lugar para as que previnem a ocorrência da poluição, defende Pauli (1996).

Reduzir custos com a eliminação de desperdícios, desenvolver tecnologias limpas e acessíveis do ponto de vista econômico, reciclar insumos são mais do que princípios de gestão ambiental, representam condição de sobrevivência (KRAUSE, 1996).

### **2.3.1 Considerações sobre a produção limpa e a evolução do conceito de produção mais limpa**

É imprescindível analisar o surgimento da Produção Limpa (PL), seus princípios e definições quando se aborda o tema P+L, pois verifica-se que a sua base conceitual fundamenta-se na proposta da organização ambientalista *Greenpeace* para um sistema produtivo “limpo”.

Segundo Lerípio (2001), os princípios de PL surgiram nos anos 80, sendo esta, uma campanha para mudança mais profunda do comportamento industrial.

Na busca de definir um sistema de produção industrial que incorporasse a variável ambiental em todas as fases produtivas, tendo como foco principal a prevenção na geração de resíduos, o *Greenpeace* descreveu algumas características que a organização “limpa” deveria buscar. Conforme Fundação Vanzolini (1998, p. 11) são elas :

- a auto-sustentabilidade de fontes renováveis de matéria-prima;
- a redução no consumo de água e energia;
- a prevenção da geração de resíduos tóxicos e perigosos na fonte de produção;
- a reutilização e reaproveitamento de materiais por reciclagem de maneira atóxica e energia eficiente;

- a geração de produtos de vida útil longa, seguros e atóxicos, para o homem e meio ambiente, cujos restos (incluindo embalagens) tenham reaproveitamento atóxico;
- a reciclagem (na planta industrial ou fora dela) de maneira atóxica como alternativa para as opções de manejo ambiental representadas por incineração e despejo em aterros.

Estas características determinaram as definições de processo e produto sob a perspectiva de um sistema produtivo “limpo”. Segundo Greenpeace (1997) a PL considera:

- **processo** – atóxico, energia eficiente; utilizador de materiais renováveis, extraídos de modo a manter a viabilidade do ecossistema e da comunidade fornecedora ou, se não renováveis, passíveis de reprocessamento atóxico e energia eficiente; não poluidor durante todo o ciclo de vida do produto; preservador da diversidade da natureza e da cultura social; promotor do desenvolvimento sustentável;
- **produto** – durável e reutilizável; fácil de desmontar e remontar; mínimo de embalagem; utilização de materiais reciclados e recicláveis;

A PL baseia-se em quatro princípios básicos que buscam nortear os rumos para uma produção considerada “limpa”, segundo Furtado (2001b) são eles:

- **princípio da precaução:** tem como objetivo evitar doenças irreversíveis para os trabalhadores e danos irreparáveis para o planeta. A abordagem precatória não ignora a ciência, mas estabelece que o processo, produto ou material seja usado, desde que haja indícios que não cause danos ao homem ou ao ambiente. O princípio da precaução, também, estabelece que outros elementos da decisão pública devem opinar e não apenas os cientistas, pelo fato da produção industrial ter impacto social;
- **princípio da prevenção:** consiste em substituir o controle de poluição pela prevenção da geração de resíduos na fonte, evitando a geração de emissões perigosas para o ambiente e o homem, ao invés de remediar os efeitos de tais emissões. Para Lerípio (2001), os objetivos deste princípio são:
  - a. eliminar ou reduzir a geração das emissões potencialmente poluidoras,

- b. criar medidas para reorientação do design para produtos,
  - c. reorientar a demanda pelos consumidores e
  - d. estimular a mudança de padrões de uso ou consumo de materiais;
- **princípio do controle democrático:** pressupõe o acesso a informações sobre questões que dizem respeito à segurança e uso de processos e produtos, para todas as partes interessadas, inclusive as emissões e registros de poluentes, planos de redução de uso de produtos tóxicos e dados sobre componentes perigosos de produtos. Lerípio (2001) argumenta que todos os segmentos da sociedade sujeitos aos efeitos dos produtos e processos de produção de bens e serviços devem ter acesso a informações sobre tecnologias, segurança, níveis de riscos e danos ao ambiente e saúde humana;
  - **princípio da integração:** visão holística do sistema de produção de bens e serviços, com o uso de ferramentas como a Avaliação do Ciclo-de-Vida do produto (ACV). Lerípio (2001) argumenta que, além da ACV, o princípio abrange os princípios da prevenção e precaução. Tem como objetivo reduzir os riscos ambientais decorrentes de processos produtivos através de uma análise detalhada do produto e processo, desde a extração da matéria-prima até a utilização (consumo) e disposição final. Deve-se dar atenção especial para novos produtos que venham a substituir substâncias reconhecidas como poluidoras. Estes devem, obrigatoriamente, oferecer informações concretas sobre o seu potencial poluidor, de forma que não representem novas ameaças à natureza.

Furtado (1999) descreve que, a partir de 1989, a P+L ganhou maior visibilidade quando a UNEP criou o Programa de Produção Mais Limpa.

A UNEP utilizou-se da base conceitual do Greenpeace para formar uma proposta mais acessível e pontual, sob a perspectiva da viabilidade de sua aplicabilidade junto a organizações produtivas.

Segundo Furtado (1999), a P+L adota as seguintes definições para processo e produto:

- **processo** – conservação de materiais, água e energia; eliminação de materiais tóxicos e perigosos; redução da quantidade e toxicidade de todas as emissões e resíduos, na fonte, durante a manufatura;
- **produto** – redução do impacto ambiental e para saúde humana, durante todo o ciclo, da extração da matéria-prima, manufatura, consumo/uso e na disposição/descarte final.

Conforme UNEP/UNIDO (1995), P+L significa a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada aos processos, produtos e serviços, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias primas, água e energia e reduzir os riscos para os homens e o meio ambiente.

Referindo-se à diferença entre PL e P+L, Lerípio (2001, p. 24), descreve que “é necessário reconhecer a dificuldade de conceber o sistema de produção absolutamente isento de riscos e resíduos. Talvez esta tenha sido a maior justificativa da proposta Mais Limpa.”

Segundo Valle (1995), a estratégia da P+L visa prevenir a geração de resíduos, em primeiro lugar, e ainda minimizar o uso de matérias primas. Em outras palavras, pode-se concluir, que ela busca antecipar-se aos problemas ambientais gerados no processo produtivo, como a geração de resíduos, efluentes e emissões atmosféricas. Tem como objetivo maximizar a eficiência produtiva através da otimização do uso de materiais, como consequência, tem-se a redução de cargas poluidoras. Enfim, reconhece que a produção implica em degradação ambiental. Contudo, considera que a prevenção de resíduos é a maneira mais apropriada para reduzir o impacto ambiental.

### **2.3.2 O *ecodesign* como ferramenta da produção mais limpa**

Conforme Dozol (2002), verifica-se que as medidas adotadas para implementação da P+L concentram-se mais no processo do que no produto. Contudo, muitas vezes, faz-se necessário alterar o produto para que se obtenha a minimização de resíduos na fonte.

Medeiros (2001) descreve que o ecodesign aplicado para processos produtivos possui pouca literatura no Brasil. Segundo o autor, a idéia de estética relacionada a produtos ganhou força com o surgimento da produção em massa (Sistema Fordista de Produção), quando a aparência estética, ou seja, o design tornou-se um meio para atrair consumidores.

Porém, com a crescente degradação ambiental, o *design* passou a incorporar o componente meio ambiente na sua concepção e, desta forma, passou a contribuir para o desenvolvimento de produtos ambientalmente responsáveis, os quais caracterizam-se pela otimização dos recursos naturais, redução de resíduos e possibilidade de reciclagem dos componentes. O ecodesign se ajusta ao conceito de P+L, pois considera que os resíduos e emissões não produzidos não precisam ser eliminados, ou seja, o mesmo também possui um enfoque preventivo.

Para Medeiros (2001), o lema do ecodesign é começar certo, para não precisar corrigir depois, e isto se aplica tanto aos produtos quanto aos seus respectivos processos operacionais.

Handboek, citado por Brezer et al. (1996), apresenta uma “escada da prevenção”, a qual fornece uma visão geral das diversas atividades ambientalmente orientadas buscadas por diferentes setores industriais, apresentada no quadro 3. A idéia básica consiste em que quanto mais alta a posição da escada, mais básico e preventivo é o enfoque dos problemas ambientais.

9. Alternativas de produto
8. Matérias-primas substitutas
7. Mudanças nos processos
6. Mudanças na produção
5. Reutilização interna
4. Reutilização externa
3. Medidas contra emissões
2. Disposição de resíduos
1. “Limpeza” da produção

Quadro 3 – Escala de prevenção de resíduos

Fonte: Brezer et al. (1996)

Brezer et al. (1996) descreve que, geralmente, as ferramentas de gestão ambiental enfocam a solução dos problemas atendendo os “degraus” 1 até o 8. Raramente, as alternativas de produto, ou seja, o ecodesign (degrau 9) tem sido uma das alternativas implementadas nas empresas na busca de um melhor desempenho ambiental. Isto ocorre devido à complexidade na concepção de um novo produto que implica em investimentos em pesquisa e desenvolvimento, em adaptações no processo produtivo, em adoção de tecnologias modernas, entre outros fatores.

Brezer et al. (1996) ressalta que o ecodesign significa que o ambiente ajuda a orientar a direção das decisões de design. Neste processo, se dá ao ambiente o mesmo status dos valores industriais mais tradicionais como faturamento, qualidade, funcionalidade, estética, ergonomia e imagem. Considera que a terminologia mais adequada para o ecodesign deve compreender três termos: desenvolvimento sustentável; prevenção de resíduos e emissões, e enfoque e gerenciamento do ciclo de vida.

Para Furtado (1999), dentre as estratégias ambientais do ecodesign estão as seguintes:

- a prevenção da emissão de poluição na fonte, evitando a liberação de materiais perigosos no ambiente;
- a redução no consumo de materiais, reciclagem e reutilização;
- a minimização e administração do descarte de resíduos e lixo de maneira integrada nos projetos de desenvolvimento urbano, criando condições ambientais satisfatórias para o homem e o entorno;

É necessário enfatizar que o ecodesign implica no desenvolvimento de projetos e simulações de uso e fabricação. Sendo assim, é de fundamental importância a participação de todos os envolvidos no processo produtivo, desde os funcionários de “chão de fábrica”, passando pelo gerente de produção, responsáveis pela qualidade, compras, designers e outros.

Medeiros (2001) descreve que o ecodesign aumenta a criatividade no processo de desenvolvimento do projeto, forçando o projetista a observar mais atentamente os produtos sob outra perspectiva. Isto, geralmente, conduz a projetos surpreendentemente novos que não são apenas “verdes”, mas que são propostas economicamente atrativas.

Enfim, o ecodesign é uma das ferramentas utilizadas pela P+L para reduzir os resíduos, na fonte, sob a perspectiva de alteração no produto, ou seja, inserindo a variável ambiental na concepção de design. Conforme Brezer et al. (1996), o ecodesign apresenta-se como a alternativa “mais preventiva” na busca da melhoria do desempenho ambiental. Contudo, sua aplicação exige uma complexidade de mudanças, muitas vezes incompatível com a realidade das empresas.

### **2.3.3 Benefícios decorrentes da implementação da produção mais limpa**

Considerando que a P+L foca-se na minimização de resíduos na fonte, Lora (2000) descreve os benefícios decorrentes:

- o controle de resíduos na fonte leva à diminuição radical da quantidade. Conseqüentemente, se reduz custos de produção devido à utilização mais eficiente das matérias-primas e da energia, bem como custos de tratamento;
- a prevenção de resíduos, diferentemente do tratamento de resíduos, implica em benefício econômico, tornando-a mais atrativa para as empresas;
- melhoria da imagem ambiental;
- maior facilidade em cumprir as novas leis e regulamentos ambientais, o que implica em um novo segmento de mercado;

Para o IEL (2002), a P+L possibilita:

- obter ganhos financeiros pela otimização dos processos produtivos através da melhor utilização da matéria-prima, água, energia e da não-geração de resíduos;
- adequar-se à legislação ambiental e colaborar para o bem-estar das comunidades local e global;
- facilitar etapas na implantação do Sistema de Gestão Ambiental para certificação ISO 14001;
- aumentar a competitividade através da redução de custos de produção;
- utilizar o marketing ambiental para consolidar uma imagem positiva no mercado.
- reduzir o impacto ambiental pela reciclagem dos efluentes e resíduos;

Para o CNTL (2000a), a implementação da P+L possibilita garantir processos mais eficientes. Descreve que a minimização de resíduos não é somente uma meta ambiental mas, principalmente, um programa orientado para aumentar o grau de utilização dos materiais, com vantagens técnicas e econômicas. Considera que a minimização de resíduos e emissões geralmente induz a um processo de inovação dentro da empresa.

Conforme Valle (1995), a minimização de resíduos, na fonte, possibilita os seguintes benefícios:

- reduzir os custos de tratamento e disposição dos resíduos;
- economizar em transporte e armazenamento;
- reduzir prêmios de seguros;
- diminuir gastos com segurança e proteção à saúde.

Enfim, a P+L combina benefícios econômicos, ambientais e sociais, ou seja, princípios básicos de qualquer organização que deseje promover o desenvolvimento sustentável.

#### **2.3.4 O Centro Nacional de Tecnologias Limpas e os Núcleos de Produção Mais Limpa no Brasil**

A consciência da necessidade da busca de soluções definitivas para o problema da poluição ambiental fez com que a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP), criassem um programa voltado para as atividades de prevenção de poluição. O Programa prevê a instalação de vários Centros em países em desenvolvimento, os quais formarão uma rede de informação em P+L, no caso do Brasil, denominou-se Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL).

Conforme Nascimento (2000), o CNTL faz parte de uma rede de centros irradiadores do paradigma da prevenção de geração de resíduos. A rede consiste na instalação de 20 centros, em 20 países emergentes. O Brasil iniciou em julho de 1995 e foi o primeiro a ser instalado na América do Sul. O CNTL, no Brasil, foi hospedado pelo sistema da Confederação Nacional das indústrias (CNI), no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) do Rio Grande do Sul.

Através de uma metodologia desenvolvida e apoiada pela UNIDO, o CNTL/SENAI-RS oferece aos setores produtivos alternativas viáveis para a identificação de técnicas de P+L (CNTL, 2000c).

No momento, estão sendo implantados Núcleos Regionais de P+L junto às Federações das Indústrias dos Estados brasileiros. Esta iniciativa está sendo coordenada pelo Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) e foi formalizada através da assinatura de Protocolo de Intenção de Cooperação Mútua entre CNI, CEBDS, BNDES, SENAI, SEBRAE, e FINEP. A figura 2 demonstra os núcleos já instalados no Brasil.

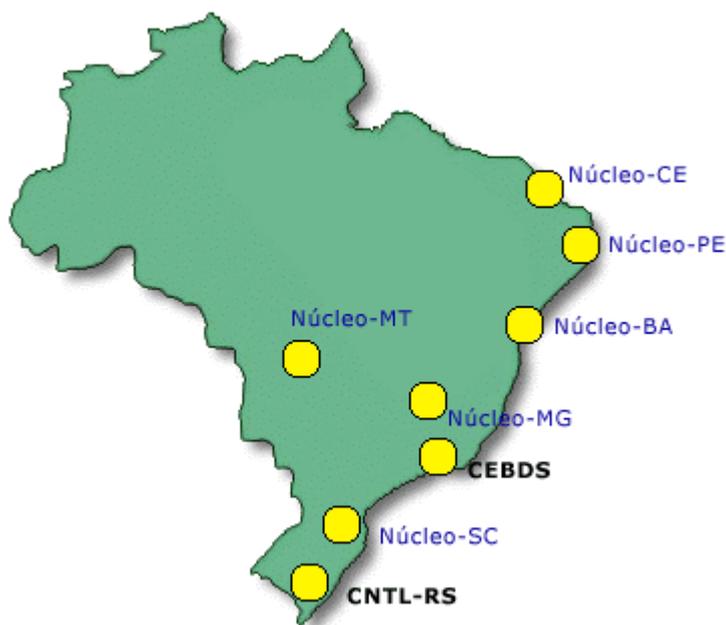


Figura 2 - Núcleos de Produção Mais Limpa instalados no Brasil  
 Fonte: Rede Brasileira de Produção Mais Limpa (2002)

Nascimento (2000) descreve que as empresas brasileiras têm se mostrado sensíveis à adoção da prática da P+L. Após quatro anos de trabalho, o Centro conseguiu avançar bastante na tarefa de sensibilizar a indústria, sempre no entendimento de que é muito mais econômico prevenir a geração de resíduos impactantes do que posteriormente tratá-los.

#### 2.3.4.1 Linhas de atuação dos Centros Nacionais de Tecnologias Limpas

O Centro Nacional de Tecnologias Limpas trabalha fundamentalmente com 4 linhas de atuação, segundo CNTL (2000b), são elas:

- **disseminação da informação:** os Centros Nacionais de P+L constituem um elo chave na cadeia de disseminação da informação, pois facilitam o acesso a informações sobre P+L no nível técnico e na divulgação de casos práticos aplicados a diferentes setores industriais. Também promovem a sensibilização empresarial para as questões ambientais através de seminários, boletins técnicos, folhetos e cooperação com os meios de

informação nacional, associações de indústrias, institutos de capacitação e universidades. Referindo-se à disseminação da P+L, Nascimento (2000), descreve que está sendo feita mediante Convênio de Cooperação Internacional, no qual estão sendo capacitados técnicos em P+L em alguns países da América Latina. Esta atividade é feita sempre através de parceria entre uma Organização Industrial, o CNTL e uma Universidade Local;

- **implantação de programas de Produção mais Limpa nos setores produtivos:** implementação da metodologia de P+L, proposta pela UNEP/UNIDO, em organizações produtivas com o objetivo de minimizar a geração de resíduos e enraizar o paradigma da prevenção de desperdícios;
- **capacitação de profissionais:** envolve a capacitação do quadro técnico dos Núcleos Regionais de P+L, bem como cursos práticos sobre P+L para entidades governamentais, universidades, organizações comerciais e instituições financeiras;
- **atuação em políticas ambientais:** A atuação em políticas ambientais se dá em diferentes níveis e com diferentes envolvidos, buscando sempre: firmar o conceito de desenvolvimento sustentável através do conceito de P+L; apoiar os setores produtivos na adoção deste conceito em seus processos; auxiliar na transferência de Tecnologias Limpas; influir na adequação das legislações ambientais de forma a torná-las compatíveis com a realidade atual e expandir a competitividade da indústria brasileira, tornando-a apta a responder aos desafios da nova organização do mercado mundial, com base no desenvolvimento sustentável.

#### *2.3.4.2 O núcleo de produção mais limpa de Santa Catarina*

Conforme o IEL (2002), o sucesso dos projetos de Produção + Limpa / Tecnologias Limpas já realizados pelo Instituto Euvaldo Lodi, em Santa Catarina (IEL/SC), possibilitou a criação de um Núcleo de P+L no Sistema da Federação da Indústria do Estado de Santa Catarina, em parceria com o SEBRAE e o CEBDS.

O Programa Produção + Limpa / Tecnologias Limpas do IEL/SC busca aplicar procedimentos que evitem desperdícios e geração de resíduos nocivos ao meio ambiente nos processos produtivos. Trata-se de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica, integrada aos processos e produtos das empresas, voltada para a indústria catarinense.

Atualmente, mais de vinte e cinco empresas do estado de Santa Catarina de diversos setores industriais já foram atendidas pelo Programa Produção + Limpa/Tecnologias Limpas, sempre obtendo resultados positivos sob o ponto de vista ambiental, social e econômico.

## **2.4 A METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

Como já foi citado anteriormente, a P+L evoluiu das primeiras considerações do Greenpeace a respeito de um sistema produtivo “limpo”. No entanto, foi através da UNEP e UNIDO que a P+L disseminou seus fundamentos, principalmente para países em desenvolvimento, entre eles, o Brasil através do CNTL e respectivos Núcleos de Produção Mais Limpa.

Para Nascimento (2000), **a meta da implementação de Programas de P+L é desenvolver dentro das empresas a cultura da racionalidade e o paradigma da prevenção**, o que é sumamente importante no processo de qualidade.

A metodologia de P+L utilizada nesta pesquisa fundamentou-se na etapas do fluxograma do CNTL (2000c), conforme figura 3. Contudo, o CNTL (2000h), recomenda a elaboração de um banco de dados atualizado, o qual deve vir a fornecer informações sobre a real situação da empresa diante das questões ambientais. Neste sentido, foi inserida a etapa 3 (Elaboração do Diagnóstico Ambiental e de Processos), com o objetivo de facilitar a compreensão da metodologia, ou seja, demonstrar como foi realizada a coleta de dados para viabilizar a etapa 4 (Elaboração do Balanço Ambiental, Econômico e Tecnológico do Processo Produtivo) (ver figura 3).

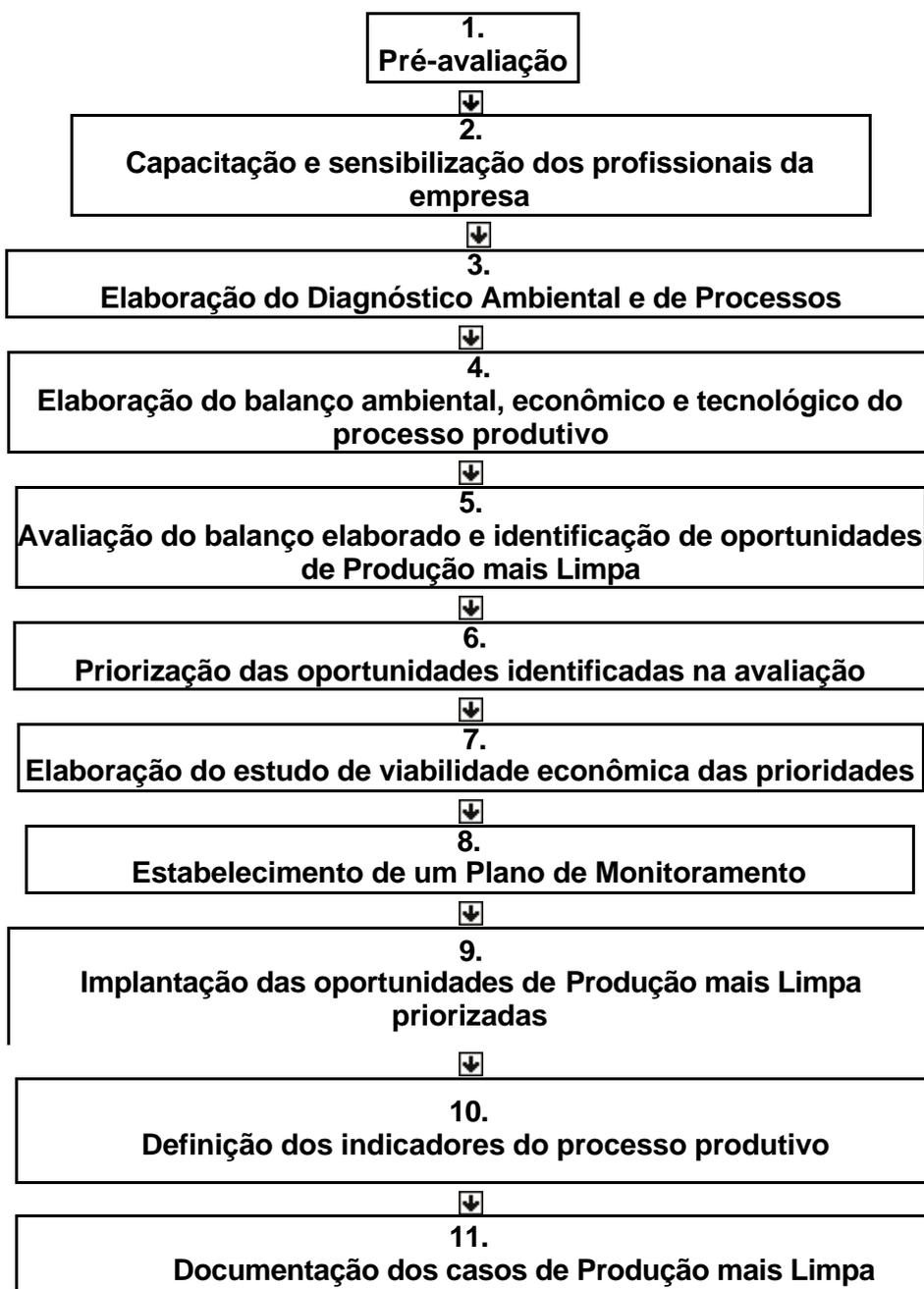


Figura 3 – Fluxograma para implementação de programas de produção mais limpa  
 Fonte: CNTL (2000c); CNTL (2000h).

Conforme o CNTL (2000j), a implementação da P+L tem o objetivo de avaliar o processo produtivo, identificando sua real eficiência quanto ao emprego de matéria-prima, auxiliares e insumos. Todas as fases da implantação da P+L devem ser realizadas com o total envolvimento da empresa a fim de garantir a introdução e assimilação do conceito de P+L.

### **2.4.1 Descrição Das Fases Da Metodologia De Produção Mais Limpa**

A fim de facilitar a compreensão da sistemática da metodologia de P+L, descreve-se a seguir as etapas que compõe a mesma.

#### *2.4.1.1 Pré-avaliação*

Conforme CNTL (2000d), a etapa de pré-avaliação consiste em realizar uma breve avaliação das atividades executadas pela empresa através da realização de uma visita técnica, a qual tem como objetivo identificar as possibilidades da implantação da P+L, bem como o tempo dedicado a ela. Sendo assim, deve-se buscar atender três objetivos básicos, são eles:

- definir a amplitude da avaliação: consiste em definir o escopo da avaliação, ou seja, se o trabalho irá atender a toda a planta industrial ou processos previamente selecionados;
- estabelecer a estratégia a ser adotada para execução do trabalho: consiste em definir o tempo de aplicação da metodologia e os horários para capacitação e sensibilização dos funcionários;
- elaborar o(s) fluxograma(s) de produção: consiste em identificar as etapas que compõe os serviços a serem analisados. Para Souza (1995, p. 102), “fluxograma é uma representação gráfica de todos os passos que integram um determinado processo, sob forma seqüencial e de modo analítico.”

#### *2.4.1.2 Capacitação e sensibilização dos profissionais da empresa*

Segundo o CNTL (2000d), um dos pontos cruciais da metodologia fundamenta-se na elaboração de uma equipe de trabalho ou força tarefa, também denominada Ecotime. Esta equipe deve ser capacitada e sensibilizada, de forma a disseminar os fundamentos da P+L para os demais funcionários da empresa. Dependendo do porte da empresa e da complexidade da sua planta industrial, deve-

se buscar um Ecotime que “cubra” todos os setores da empresa. Para microempresas, muitas vezes pode ser formado por apenas uma pessoa.

A sensibilização do Ecotime deve consistir no reconhecimento da prevenção como etapa anterior as ações de fim-de-tubo e no entendimento da P+L como princípio de melhoria contínua. Deve-se ressaltar também os problemas ambientais atuais e os impactos ambientais causados pelo setor em que se enquadra a empresa.

A capacitação do Ecotime consiste na explicitação das etapas que compõe a implementação da P+L, assim como no atendimento a dúvidas que por ventura podem vir a surgir durante o decorrer do trabalho em campo.

#### *2.4.1.3 Elaboração do diagnóstico ambiental e de processos*

Conforme o CNTL (2000h), o diagnóstico ambiental e de processos é a base de dados da P+L. Este deve fornecer uma “fotografia” da real situação da empresa diante da sua relação com o meio ambiente.

De acordo com o CNTL (2000f), ele deve permitir reconhecer:

- as principais matérias-primas, auxiliares e insumos utilizados no(s) processo(s) produtivo(s), inclusive os toxicologicamente mais importantes com respectiva quantidade utilizada e custo de aquisição;
- o volume de produtos produzidos;
- os principais equipamentos utilizados no(s) processo(s) produtivo(s);
- as fontes de abastecimento e finalidades do uso de água, bem como o tipo de tratamento utilizado;
- o consumo de energia;
- o consumo de combustíveis;

- os locais de armazenamento e formas de acondicionamento de matérias-primas, insumos e produtos;
- a conformidade ou não com a legislação ambiental;
- os resíduos sólidos gerados, a forma de acondicionamento, o local e tipo de armazenamento e a sua destinação final;
- a existência ou não de emissões atmosféricas e sistemas de controle utilizados;
- a existência ou não de efluentes líquidos e sistemas de tratamento utilizados;
- os custos relativos ao controle dos resíduos gerados (armazenamento, tratamento, transporte, disposição, e outros) e perdas de matéria-prima e insumos.

Alguns instrumentos de medição fundamentais nesta etapa são: hidrômetro (água), balanças industriais (resíduos), medidores de tensão elétrica, entre outros. Deve-se utilizar, também, os relatórios de compra e outros documentos internos da organização.

#### *2.4.1.4 Elaboração do balanço ambiental, econômico e tecnológico do processo produtivo*

Conforme CNTL (2000g), o balanço ambiental deve ser “alimentado” com os dados obtidos no diagnóstico ambiental e de processos, principalmente os que dizem respeito às entradas e saídas do processo produtivo. Utiliza-se os fluxogramas simplificados realizados na etapa de Pré-Avaliação de forma combinada com os dados obtidos no diagnóstico. Desta forma, elabora-se o balanço ambiental através da construção de fluxogramas de processo (entrada e saída).

Segundo a Gazeta Mercantil (1996a), o desenvolvimento de fluxogramas para os processos e atividades setoriais da empresa fornece as informações sobre os locais das saídas de poluentes de cada atividade ou processo. Considera que, num

processo industrial, as entradas são constituídas pelas matérias-primas, produtos auxiliares, água e energia. As saídas são os produtos acabados e semi-acabados. No entanto, sabe-se que os processos industriais apresentam outras saídas que são os poluentes gerados, estes merecem a devida atenção. A tabela 1 ilustra como funciona a utilização de fluxogramas para análises quantitativas e qualitativas no processo produtivo.

Tabela 1 – Exemplo de fluxograma de entradas e saídas para processos produtivos

ENTRADAS	PROCESSO INDUSTRIAL	SAÍDAS
Matérias-primas	SUB-ETAPAS	Produtos
Produtos auxiliares		Efluentes líquidos
Água		Emissões para a atmosfera
Ar		Resíduos
Energia		Energia
Recursos		Vibrações
		Ruídos

Fonte: Adaptado de Gazeta Mercantil (1996b)

Conforme o CNTL (2000k), na P+L a proteção ambiental integrada à produção pergunta:

- *de onde vêm nossos resíduos e emissões?*
- *por que afinal se transformaram em resíduos?*

Desta forma, o balanço ambiental deve responder aos questionamentos acima citados, procurando identificar os pontos críticos da geração dos resíduos, bem como as informações sobre a sua causa.

Com relação ao Balanço Econômico, este deve conter os custos referentes ao controle dos resíduos, ou seja, a soma dos custos de tratamento de efluentes, resíduos sólidos e emissões atmosféricas, dos custos com transporte, acondicionamento e disposição final de resíduos. Da mesma forma, deve-se levantar os custos com perdas de matéria-prima. Assim, é possível analisar o real custo do resíduo, este muitas vezes desconhecido pela própria empresa (CNTL, 2000f).

Com relação ao Balanço Tecnológico, deve-se verificar o nível de tecnologia adotada pela empresa. Nascimento (2000) descreve que é muito importante o concurso das Universidades e Centros de Pesquisa Nacionais, pois durante o trabalho são identificadas demandas tecnológicas reais, as quais devem alimentar o trabalho em campo.

#### *2.4.1.5 Avaliação do balanço elaborado e identificação de oportunidades de produção mais limpa*

A avaliação do balanço consiste na identificação de oportunidades e/ou problemas diagnosticados na elaboração do balanço ambiental, econômico e tecnológico do processo produtivo. Estas oportunidades e ou problemas podem estar relacionados ao impacto ambiental proporcionado por determinada atividade, a problemas de saúde e segurança ocupacional dos trabalhadores, a custos associados ao controle de resíduos (fim-de-tubo), a problemas tecnológicos, e outros.

As informações levantadas, até então, devem permitir a identificação de oportunidades de P+L para a solução dos problemas diagnosticados (possíveis desperdícios de materiais, procedimentos operacionais inadequados, entre outros). Deve determinar, também, as interfaces com outras áreas ou ambientes da empresa, que afetam a área avaliada.

Sendo assim, a avaliação consiste em descrever os problemas encontrados, as oportunidades de P+L para solução dos mesmos, a estratégia ou ação a ser implementada, bem como as barreiras e necessidades para efetiva aplicação.

Valle (1995) descreve que deve ser dada especial atenção aos pontos críticos dos sistemas que geram maior quantidade de resíduos e ao controle dos processos produtivos que apresentam desvios em sua eficiência, gerando mais resíduos do que originalmente estimado.

#### 2.4.1.6 Priorização das oportunidades identificadas na avaliação

O CNTL propõe que a priorização das oportunidades esteja fundamentada na escala de prioridades para prevenção de resíduos, ou seja, os níveis de aplicação da P+L, demonstrados na figura 4.

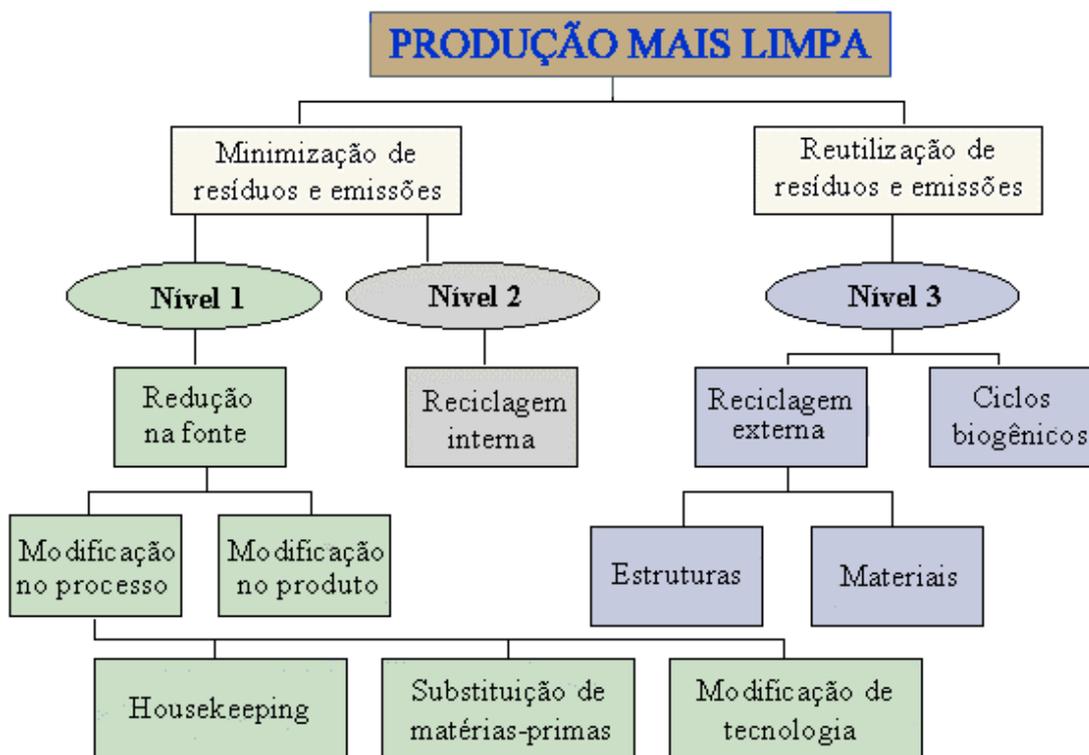


Figura 4 - Níveis de aplicação da produção mais limpa

Fonte: CNTL (2000j)

Desta forma, deve-se evoluir do nível 1 para os demais níveis, pois os mesmos representam o quanto preventivo é a ação a ser implementada.

Ao analisar a alternativa de redução de resíduos na fonte (Nível 1), percebe-se que existem duas opções a serem seguidas, ou seja, a modificação no processo ou a modificação no produto.

Conforme o CNTL (2000h), a modificação no processo pode envolver:

- *técnicas de housekeeping*: consiste em limpezas periódicas, uso cuidadoso de matérias-primas e com o processo, alterações no lay-out físico, ou seja, disposição mais adequada de máquinas e equipamentos que permitam reduzir os desperdícios, elaboração de manuseio para materiais e recipientes, etc. O housekeeping permite, ainda, mudanças nas condições operacionais, ou seja, alterações nas vazões, nas temperaturas, nas pressões, nos tempos de residência e outros fatores que atendam às práticas de Prevenção de Resíduos;
- *substituição de matérias-primas*: consiste na identificação de materiais mais resistentes que possam vir a reduzir perdas por manuseio operacional, ou ainda, a substituição de materiais tóxicos por atóxicos e não renováveis por renováveis.
- *mudanças tecnológicas*: utilização de equipamentos mais eficientes do ponto de vista da otimização dos recursos utilizados, uso de controles e de automação que permitam rastrear perdas ou reduzir o risco de acidentes de trabalho, entre outras;

Quanto às modificações do produto (nível 1), o CNTL (2000h) propõe que se leve em consideração as seguintes opções para minimização de resíduos:

- *substituição de produto*: essa opção pode envolver o cancelamento de uma linha produtiva, no qual o produto acabado apresente problemas ambientais significativos, ou ainda, a substituição de um produto com características tóxicas por outro menos tóxico;
- *redesenho do produto (ecodesign)*: consiste em desenvolver uma nova concepção do produto que leve em consideração a variável ambiental como fator de redução de custos e oportunidades de negócios. Envolve uma análise combinada de substituição de materiais tóxicos por atóxicos e não renováveis por renováveis, alterações nas dimensões do produto, aumento da vida útil do produto, facilidade de reciclagem de seus componentes e otimização produtiva ou de processos.

Acabadas as opções de redução de resíduos na fonte (nível 1), deve-se buscar alternativas para reciclagem interna (nível 2).

Neste nível, considera-se que os resíduos que não podem ser evitados, devem, preferencialmente, ser reintegrados ao processo de produção da empresa. A reciclagem interna busca fazer com que o resíduo possa retornar a cadeia produtiva ou mesmo ser reaproveitado por setores administrativos.

Conforme CNTL (2000h), após analisadas as possibilidades de modificação no processo e modificação no produto (nível 1) e reciclagem interna (nível 2), deve-se proceder uma análise da reutilização de resíduos e emissões fora da empresa, ou seja, através da reciclagem externa (nível 3).

Deve-se busca adotar medidas internas que viabilizem uma reciclagem externa dos resíduos, como a segregação de resíduos na fonte. Entende-se que se um resíduo não tem valor “para mim”, pode ter valor “para outro”. Pode ser obtida através da reorientação de resíduos gerados para uso em outros processos, ou recuperação, para venda, de resíduos valiosos.

É válido ressaltar que a priorização dever ser feita em conjunto com a alta gerência, pois são eles que determinam o planejamento estratégico da empresa, assim como a sua disponibilidade financeira e tecnológica para mudanças nos processos produtivos e/ou produtos.

#### *2.4.1.7 Elaboração do estudo de viabilidade econômica das prioridades*

Conforme CNTL (2000e), a elaboração do estudo de viabilidade econômica das prioridades baseia-se no fato de que algumas oportunidades de P+L podem implicar em investimentos, geralmente devido à compra de equipamentos com alto grau de inovação tecnológica. Desta forma, deve-se obrigatoriamente comparar as alternativas de P+L, a fim de identificar qual a opção mais viável do ponto de vista econômico. BRAGA (1989) descreve que os métodos de avaliação mais difundidos para avaliar as propostas de investimento são o Prazo de Retorno, também conhecido como *Payback*, o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

Braga (1989), argumenta que o *payback* é simples e direto, servindo para análises comparativas rápidas, no entanto, é bastante limitado. Os outros são mais precisos porque consideram o valor do dinheiro no tempo, embora também apresentem limitações. O autor sugere o emprego de mais de um método de avaliação. Contudo, não cabe aqui descrever de forma detalhada os métodos de análise, pois é função do departamento financeiro da empresa avaliar as oportunidades com base nos métodos mais apropriados para tal situação.

#### 2.4.1.8 *Estabelecimento de um plano de monitoramento*

O plano de monitoramento consiste em estabelecer os pontos de medição para analisar a eficiência do processo produtivo. Conforme CNTL (2000g), deve-se indicar no fluxograma produtivo os pontos de monitoramento e os parâmetros a serem monitorados, a fim de que seja possível manter um controle sobre as operações realizadas na empresa. Tem como objetivo principal assegurar a melhoria contínua dos processos e produtos.

Para processos não complexos, geralmente, utiliza-se da ferramenta *5W 1H para fins de monitoramento das operações*. Conforme Souza (1995), O *5W 1H* provém das palavras em inglês *what* (o que), *who* (quem), *where* (onde), *when* (quando), *why* (por que) e *how* (como). Desta forma, sabe-se o que será monitorado, quem, onde, quando e por que irá se monitorar determinado processo.

Para processos complexos, recomenda-se utilizar, de forma combinada, o *5W 1 H* com outras ferramentas (*check-list* para verificação das etapas a serem cumpridas, gráficos de controle para fins de análise de tendências na ocorrência de problemas e comparações, entre outras que se fizerem convenientes).

Cabe salientar que o monitoramento pode envolver desde uma simples medição de efluentes, até um completo programa para realização de um balanço ambiental, tecnológico e econômico por etapa do processo.

#### 2.4.1.9 *Implantação das oportunidades de produção mais limpa priorizadas*

Esta etapa consiste na implantação propriamente dita das oportunidades de P+L priorizadas pela alta direção.

O sucesso da implantação das oportunidades de P+L consiste em atender os seguintes critérios:

- discutir com a Equipe de Avaliação, supervisores, gerentes e trabalhadores operacionais as opções;
- executar serviços de suporte e antecipar problemas que poderão ocorrer;
- desenhar projeto (s) fáceis de acompanhar, para demonstrar resultados benéficos desejados;
- prever mecanismos de realimentação, para atualização de dados, correção de erros, preenchimento de falhas, etc;
- acompanhar e avaliar as novas tecnologias de prevenção de resíduos.

#### 2.4.1.10 *Definição dos indicadores do processo produtivo*

Nascimento (2000) argumenta que, nessa altura do trabalho, torna-se possível também a obtenção de uma ferramenta muito importante, os "indicadores de eficiência" dos setores de produção que serão legítimos, naturais e insuspeitos.

A definição de indicadores serve para avaliar o benefício econômico, ambiental e social decorrente das ações implementadas pela P+L. Devem ser reavaliados, periodicamente, a fim de verificar possíveis desvios de eficiência ou falhas produtivas, assim como novas oportunidades de melhoria.

Segundo CNTL (2000i) os indicadores ambientais podem ser absolutos como o consumo total de energia elétrica e água na empresa. Contudo, são os indicadores de processo que permitem uma análise ambiental mais precisa. Estes caracterizam-se pelas medições realizadas no chão-de-fábrica e são extremamente importantes

para identificação de pontos críticos no processo, pois determinam em qual parte do processo está havendo maiores perdas ou desperdícios.

Com relação aos indicadores financeiros, estes geralmente são expressos através da linguagem da gerência. Ao invés de medidas físicas como kolograma (kg), toneladas (ton), os mesmos são associados a valores em moeda corrente. Esta associação permite a alta direção verificar o benefício econômico da implementação das opções da P+L.

Enfim, os indicadores são essenciais para assegurar o princípio da melhoria contínua, ou seja, uma das premissas do conceito de P+L proposto pela UNEP/UNIDO (1995).

#### *2.4.1.11 Documentação dos casos de produção mais limpa*

Conforme o CNTL (2000g), a documentação dos casos de P+L deve ser realizada a fim de que a alta gerência tenha em seu poder relatórios, demonstrando as opções de P+L implementadas, assim como opções de P+L a serem implementadas. Da mesma forma, deve servir de exemplo para futuras aplicações da metodologia na empresa.

Diante da situação exposta, sugere a elaboração de Planos de Continuidade, os quais devem conter as oportunidades de P+L identificadas, mas não implementadas, as estratégias ou opções para a solução dos problemas, bem como as possíveis barreiras e necessidades.

## **2.5 O SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL: QUALIDADE, COMPETITIVIDADE E MEIO AMBIENTE**

Como foi descrito anteriormente, a ineficiência produtiva resulta em prejuízos ambientais e econômicos, os quais afetam diretamente a competitividade das organizações e a qualidade de vida da humanidade. Para o setor de construção civil, em especial, delineia-se uma nova realidade, ou seja, a busca pela sobrevivência num mercado cada vez mais competitivo e exigente, onde a redução de custos

através de uma maior eficiência do processo representa um importante diferencial de mercado.

Souza (1995) descreve que antes praticava-se uma economia, na qual o preço do produto final era resultante da soma dos custos de produção da empresa e do lucro previamente arbitrado. Contudo, atualmente as empresas estão adotando uma nova formulação, na qual o lucro passa a ser resultante do diferencial entre o preço de mercado e os custos da empresa. As estratégias voltadas para redução de custos produtivos tornam-se, portanto, questão fundamental. A otimização produtiva, ou seja, a melhoria da eficiência no processo construtivo é vista como uma estratégia de negócios. Além disto, verifica-se que os clientes privados aumentam progressivamente as exigências em relação à qualidade das obras, exigindo requisitos da qualidade dos materiais, projetos e obras.

Segundo Souza (1996), a qualidade de uma obra como um todo é resultante do seu planejamento e gerenciamento, da organização do canteiro de obras, das condições de higiene e segurança do trabalho, da correta operacionalização dos processos administrativos em seu interior, do controle de recebimento e armazenamento de materiais e equipamentos e da qualidade na execução de cada serviço específico do processo de produção.

A execução de uma edificação envolve diversas etapas, sendo que cada uma delas se desenvolve mediante a realização de variados serviços. Conforme Souza (1996, p. 92), as etapas para a produção de uma edificação são:

- locação da obra;
- fundações;
- estruturas;
- alvenaria de vedação;
- instalações hidráulicas;
- instalações elétricas;
- impermeabilização;

- esquadrias;
- revestimentos internos;
- revestimentos externos;
- pintura;
- forros;
- coberturas;
- limpeza.

Desta forma, percebe-se que todas as etapas devem ser incluídas em qualquer plano de melhoria de empreendimentos urbanos.

Para Souza (1996), o projeto tem amplas repercussões em todo o processo construtivo e na qualidade do produto final a ser entregue ao cliente, pois é através dele que devem ser analisadas as necessidades dos clientes em termos de desempenho e custos e das condições de exposição a que será submetido o empreendimento.

Segundo Thomaz (2001b), no atual estágio de desenvolvimento da construção, não se pode mais dispensar o auxílio da informática no projeto, planejamento, gerenciamento e acompanhamento das obras. Desta forma, um número intenso de softwares vem sendo desenvolvido para cada uma dessas diferentes atividades, convergindo sempre para o mesmo ponto: melhoria da qualidade e aumento da produtividade.

A fim de promover a garantia dos produtos produzidos na construção civil brasileira, ou seja, os empreendimentos urbanos de pequeno, médio e grande portes, buscou-se elaborar uma regulamentação que estabelecesse regras para a relação produtor/consumidor. Desta forma, surgiu o Código de Defesa do Consumidor, o qual impõe sanções pesadas aos projetistas, fabricantes e construtores no caso de ocorrerem falhas no produto em uso ou vícios de construção, bem como veda a colocação no mercado de produtos e serviços em

desacordo com as normas técnicas brasileiras elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Thomaz (2001a) argumenta que, no geral, houve uma melhora na qualidade dos materiais utilizados na construção, motivada, sobretudo pelo Código de Defesa do consumidor.

Contudo, as melhorias voltadas para a gestão dos processos construtivos ainda anda em passos lentos. Ao analisar a construção civil, percebe-se que a mesma difere muito da indústria de transformação, a partir da qual se desenvolveram os conceitos e metodologias relativos à qualidade. Nos últimos anos, vêm sendo realizados grandes esforços no sentido de introduzir a Qualidade Total na construção. Porém, ocorre que a construção possui características singulares que dificultam a aplicabilidade das teorias modernas da qualidade, ou seja, a mesma requer uma adaptação específica de tais teorias. Merseguer, citado por Souza (1995), descreve algumas peculiaridades da construção, que dificultam a transposição de conceitos e ferramentas da qualidade aplicados no setor, são eles:

- a construção é uma indústria de caráter nômade;
- cria produtos únicos e não seriados;
- é uma indústria muito tradicional, com grande inércia às alterações;
- o grau de precisão com que se trabalha é, em geral, muito menor do que em outras indústrias;
- a construção, de maneira geral, realiza seus trabalhos sob intempéries.

Com relação às normas ISO 9000, Thomaz (2001a) descreve que a ISO tradicional foi feita para indústria seriada, como uma fábrica de parafusos. Essa trabalha com poucos equipamentos e processos diferentes, com especialização de quatro equipes. Normalizar isso, criar procedimentos, treinar pessoal, acompanhar a produção e estabelecer parâmetros de controle é muito simples quando comparado à construção. Na construção, em vez de dez itens, há dois mil. Em vez de quatro equipes, são 25, e por aí vai. Segundo o mesmo autor, a filosofia da ISO deve ser preservada, porém, com o enfoque na prevenção de problemas.

Na busca de melhorar a qualidade na construção, em 18 de dezembro de 1998 foi assinada a Portaria nº 134, do então Ministério do Planejamento e Orçamento, instituindo o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional - PBQP-H o qual se propõe a organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a *melhoria da qualidade do habitat* e a *modernização produtiva*.

Quanto às ações do PBQP-H destacam-se as seguintes: qualificação de construtoras e de projetistas, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão de obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, aprovação técnica de tecnologias inovadoras, comunicação e troca de informações. Como resultados, espera-se o aumento da competitividade no setor, a melhoria da qualidade de produtos e serviços, a redução de custos e a otimização do uso dos recursos públicos.

O PBQP-H é um grande passo na busca da melhoria da qualidade na construção civil brasileira, pois constitui a criação e a estruturação de um novo ambiente tecnológico e de gestão para o setor, no qual os agentes podem pautar suas ações específicas visando à modernização, não só em medidas ligadas à tecnologia no sentido restrito (desenvolvimento ou compra de tecnologia; desenvolvimento de processos de produção ou de execução; desenvolvimento de procedimentos de controle; desenvolvimento e uso de componentes industrializados), mas também em tecnologias de organização, de métodos e de ferramentas de gestão (gestão e organização de recursos humanos; gestão da qualidade; gestão de suprimentos; gestão das informações e dos fluxos de produção; gestão de projetos). Souza (1995) sintetiza de forma clara e precisa as posturas da construção civil com relação à qualidade, mencionadas no quadro 4.

<b>Errado</b>	<b>Certo</b>
Obras de qualidade são luxuosas, caras e bonitas	Obras de qualidade atendem às expectativas do cliente e necessidades do usuário
Qualidade é conceito vago, subjetivo, impossível de medir; você só conhece quando vê	Qualidade consiste no cumprimento dos requisitos e especificações do cliente
Qualidade implica inspeção 100%, consertar o que saiu errado	Qualidade é prevenir ocorrência de erros ou desvios em relação às especificações nas várias etapas do processo de produção
Qualidade é função da produção, responsabilidade do departamento de controle da qualidade	A responsabilidade pela qualidade é compartilhada por todos e exige total envolvimento dos funcionários
Indicadores da produtividade já dão a medida da qualidade	Indicadores da qualidade medem a satisfação do cliente; indicadores da produtividade medem a eficiência no uso de recursos
Desperdício elevado e presença de patologias na construção são aceitáveis; são características próprias do setor	Não se conformar com perdas e erros; promover melhorias contínuas, visando minimizar os desperdícios e erros em patamares cada vez menores
Qualidade só pode ser introduzida na empresa através da contratação de especialistas no assunto	Qualidade será alcançada através da liderança dos dirigentes da empresa e do comprometimento de todos os seus funcionários

Quadro 4 – Posturas da construção civil em relação à qualidade

Fonte: Souza (1995, p. 23)

Pode-se constatar através do quadro 4, que o fator qualidade também está associado à melhoria do desempenho ambiental na construção civil, pois considera que para se atingir a qualidade do serviço, deve-se promover melhorias contínuas, visando minimizar desperdícios e prevenir a ocorrência de erros.

De acordo com Thomaz (2001b), a simples aplicação de melhores técnicas de gerenciamento, na maioria das vezes, não pode assegurar que foi adotado o processo ou a técnica construtiva mais adequada, ou que foi escolhido o recurso mais eficiente para a otimização da qualidade e para a prevenção das falhas. Considera que ao lado da implementação dos programas de gestão da qualidade, é indispensável a incorporação efetiva de novos conhecimentos técnicos aos processos de projeto e construção.

A indústria da construção origina uma enorme corrente de resíduos derivados de processos de demolição e construção, e usa e abusa de materiais renováveis e não renováveis. A cadeia produtiva da construção civil apresenta significativos impactos ambientais em todas as etapas do seu processo: extração de matérias-primas, produção de materiais, construção, uso e demolição (CEF, 2001).

O desperdício é uma das características marcantes do setor e um dos indicadores dos custos de não-qualidade dentro das empresas. Segundo Souza (1995, p. 17), o desperdício se manifesta na empresa construtora da seguinte forma:

- devido a falhas ao longo do processo de produção, como a perda de materiais que podem sair da obra na forma de entulho ou ficar agregados a ela sem nenhuma função (o entulho que fica); o retrabalho feito para corrigir serviços em não conformidade com o especificado; tempos ociosos de mão-de-obra e equipamentos por deficiência de planejamento de obras e ausência de uma política de manutenção de equipamentos;
- através de falhas nos processos gerenciais e administrativos da empresa: compras feitas apenas na base do menor preço; deficiências nos sistemas de informação e comunicação da empresa; programas de seleção, contratação e treinamento inadequado; perdas financeiras por deficiência de contratos e atrasos de obra; retrabalho administrativo nas diversas áreas da empresa;
- em função de falhas na fase de pós-ocupação das obras, caracterizadas por patologias construtivas com necessidade de recuperação e altos custos de manutenção e operação, com prejuízo da imagem da empresa junto ao mercado.

Lerípio (2001) apresenta um estudo de entradas e saídas da indústria da construção civil (quadro 5), onde é possível identificar os principais materiais utilizados e respectivos resíduos gerados.

<b>ENTRADAS</b>	<b>PROCESSO</b>	<b>SAÍDAS</b>
Máquinas e implementos, madeira, telha, prego, cimento, areia, brita, arame galvanizado, água, energia elétrica.	<b>1. Serviços Iniciais</b>	Aterro, aparas de madeira, restos de tijolos, restos de arame, pregos, embalagens de papelão, serragem, ruído e vibrações
Energia elétrica, água, brita, cimento, areia, aço, arame recozido, madeira, pregos.	<b>2. Infraestrutura</b>	Água residuária, restos de arame e aço, pó, terra, aparas de madeira, embalagens de papelão e serragem, vibrações e ruído
Energia elétrica, água, madeira, pregos, papelão, escora metálica, cimento, areia, brita, arame recozido, aço.	<b>3. Superestrutura</b>	Água residuária, restos de arame e aço, pó, serragem, aparas de madeira, embalagens de papelão, vibrações e ruído
Cimento, areia, impermeabilizante, tinta, carboplástico, mástique asfáltico, água e energia elétrica.	<b>4. Impermeabilização</b>	Água residuária, embalagens plásticas e de papelão, resíduos químicos (argamassa), vibrações e ruído
Água, energia elétrica, cimento, cal, tijolo.	<b>5. Alvenaria</b>	Água residuária, restos de tijolos, embalagens plásticas e de papelão e ruído.
Energia elétrica, madeira, pregos, estruturas metálicas, telhas e parafusos.	<b>6. Cobertura</b>	Aparas de madeira, restos de tijolos, serragem, aparas metálicas e ruído
Cimento, areia, cal, água, energia elétrica e azulejos.	<b>7. Revestimento</b>	Água residuária, restos de azulejos, embalagens plásticas e de papelão e ruído
Água, energia elétrica, madeira, parafusos, pregos, cimento, cal, areia e ferro.	<b>8. Esquadrias</b>	Água residuária, aparas de madeira, limalhas de ferro e ruído
Canalizações elétricas e fios	<b>9. Instalações Elétricas</b>	Aparas de canalizações e aparas de fios
Água, energia elétrica, areia, cimento, tijolo, brita, madeira, pregos, aço, arame recozido, pasta lubrificante, adesivo para PVC, tubo de PVC, massa para calefação	<b>10. Instalações Hidro-sanitárias</b>	Embalagens plásticas e de papelão, pó, resíduos de argamassa, água residuária.
Brita, cimento, areia, cal, água, energia elétrica, cerâmica	<b>11. Revestimento de pisos</b>	Água residuária, restos de cerâmica e madeira, embalagens plásticas e de papelão, sobras de pedras naturais, pó de madeira, resíduos de cola em embalagens e ruído
Vidro, cal, gesso e água	<b>12. Vidros</b>	Água residuária, resíduos de argamassa, embalagens plásticas e aparas e cacos de vidro
Massa corrida, lixa, tinta látex, selador de base látex, tinta acrílica, tinta a óleo, solvente, água, verniz e grafiatto	<b>13. Pintura</b>	Água residuária, embalagens plásticas e de papelão, vasilhames plásticos e de metal, gases, pó, embalagens de metal
Cimento, areia, brita, aço, água, energia elétrica, arame recozido, madeira, prego, cal, tijolo	<b>14. Serviços externos</b>	Água residuária, embalagens plásticas e de papelão, aparas de arame, resíduos de tijolos, aparas de madeira, serragem e ruído
Água, produtos químicos, sabão em pó, detergentes	<b>15. Serviços finais de acabamento</b>	Embalagens plásticas e de papelão, sobras de estopas e sobras de esponjas de aço.
Água, plantas ornamentais, terra preta, seixos rolados	<b>16. Paisagismo e jardinagem</b>	Terra preta restos de planta

Quadro 5 – Estudo de entradas e saídas da indústria da Construção Civil

Fonte: Adaptado de Lerípio (2001)

Para a CEF (2001), entre os vários fatores que contribuem para a geração de resíduos no setor, estão:

- definição e detalhamento insuficientes, em projetos de arquitetura, estrutura, fôrmas, instalações, entre outros;
- qualidade inferior dos materiais e componentes de construção disponíveis no mercado;
- mão-de-obra não qualificada;
- ausência de procedimentos operacionais e mecanismos de controle de execução e inspeção.

Sjöström, citado por CEF (2001), descreve que o consumo de matérias-primas naturais na construção é algo entre 20 e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade. Além disto, o setor consome enormes quantidades de materiais com significativo conteúdo energético (aço, alumínio, plástico, cobre, entre outros) que necessitam ser transportados a grandes distâncias. Quanto aos resíduos gerados nas atividades de construção, verifica-se que os mesmos têm estimativa de geração muito variável. Contudo, os valores típicos encontram-se entre 400 e 500 kg / hab. ano.

Segundo Furtado (1999), a construção civil é um dos ramos de maior influência nas atividades socioeconômicas, porém, contribui com importante parcela para a deterioração ambiental. Segundo o autor, uma análise de dados levantados nos Estados Unidos, considerados válidos para a construção civil nos demais países industrializados, aponta para os seguintes indicadores: utilização de 30% das matérias primas, 42% do consumo de energia, 25% para o de água e 16% para o de terra. O segmento contribui com 40% da emissão atmosférica, 20% dos efluentes líquidos, 25% dos sólidos e 13% de outras liberações. Estes números demonstram a relevância do tema e a necessidade da busca por ações voltadas para a redução do impacto ambiental na construção civil.

Furtado (1999) diz que a **mudança do paradigma ambiental**, assim como nos outros setores industriais, **também está sendo implantada pelo segmento da**

**construção civil.** Considera que a indústria reage mediante mudanças na legislação e opera nos limites da conformidade ambiental. Contudo, há empresas que, individualmente, tomaram a decisão de sair do estágio reativo e evoluir para atitudes pró-ativas, antecipando-se a mudanças institucionais. Nestes casos, os custos relativos às mudanças foram compensados por economias efetivas na produção, na eliminação de custos ambientais, muitas vezes, não contabilizados, assim como na melhoria da imagem da empresa frente ao mercado em que está inserida.

Furtado (2001a) descreve que a construção civil com responsabilidade ambiental implica na reorientação do processo de produção, em resposta às novas necessidades, à capacidade de reação da indústria, com base em novos recursos internos, definição de política ambiental, incorporada na política de negócios da empresa. Dependerá, acima de tudo, da formação do novo perfil de arquitetos, designers e engenheiros, para a concepção de um novo modelo de projeto.

Furtado (1999) argumenta que os profissionais ligados à construção civil, arquitetos, engenheiros e designers preocupavam-se, no início, com a economia de energia nas residências, depois, com a melhoria na saúde e higiene dos moradores. Atualmente, concentram esforços para atenuar o consumo inadequado de materiais naturais, a geração de produtos tóxicos e perigosos, o desperdício de materiais nas construções e demolições, assim como, os aspectos sociais e políticos mais amplos.

CEF (2001) descreve que nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que a construção civil, que lhe dá suporte, passe por profundas transformações. Entre elas, a otimização produtiva, a melhoria na qualidade dos materiais empregados e a melhoria na qualificação da mão-de-obra são fundamentais.

Enfim, pode-se perceber que os agentes envolvidos no setor de construção civil, em nível nacional, têm buscado alternativas para melhorar a qualidade dos serviços e produtos empregados no setor. Ao mesmo tempo, verifica-se uma tendência nas construtoras, ou seja, elas buscam viabilizar obras com custos cada vez mais competitivos. Dessa forma, o gerenciamento de processos construtivos, a ineficiência na utilização de materiais, o retrabalho, os resíduos gerados, as patologias associadas a problemas estruturais e materiais de baixa qualidade tem

feito com que a construção adote, ainda que de maneira pouco perceptível, uma postura pró-ativa com relação ao meio ambiente, muitas vezes, utilizada como fator de diferencial competitivo, principalmente pela possibilidade de redução de custos, ou seja, começa a perceber que os resíduos representam custos de produção elevados, sendo sinônimos de baixa eficiência produtiva e conseqüentemente de baixa competitividade.

## **CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA**

### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA**

Esta pesquisa pode ser definida como de caráter qualitativo e classificada como exploratória, tendo em vista a especificidade do tema e levando-se em conta que ainda é reduzido o número de empresas do setor de construção civil que, preocupadas com a problemática ambiental, desenvolveram ações efetivas para a redução de resíduos na fonte.

O estudo de caso é o método mais apropriado para o delineamento desta pesquisa. Conforme Godoy (1995, p. 25), “o estudo de caso se caracteriza como um tipo de pesquisa, cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente.” Para o autor, o propósito fundamental do estudo de caso (como tipo de pesquisa) é analisar intensivamente uma dada unidade social, que pode ser, por exemplo, uma empresa que vem desenvolvendo um sistema de controle de qualidade. Neste sentido, a metodologia de P+L proposta pela UNEP/UNIDO aplicada ao setor de construção civil enquadra-se perfeitamente na descrição do autor.

Para Gil (1994), a maior utilidade do estudo de caso é verificada nas pesquisas exploratórias. Para o autor, as pesquisas exploratórias têm como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições. Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem revisão bibliográfica, documental, entrevistas não padronizadas e análise de exemplos que estimulem a compreensão do tema. Percebe-se, então, que esta pesquisa atende as descrições do autor, pois sua base conceitual foi realizada através de inúmeras consultas a publicações, livros, artigos, dissertações e teses sobre os temas relacionados à qualidade ambiental, desenvolvimento sustentável, Produção Mais Limpa e construção civil.

Embora a abordagem predominante seja qualitativa, verifica-se a existência da utilização de indicadores de desempenho (abordagem quantitativa) para fins de mensuração dos benefícios ambientais e econômicos resultantes das medidas de P+L implementadas. Triviños (1987, p. 111) sustenta que “a análise qualitativa pode ter apoio quantitativo.”

### **3.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO**

Conforme Gil (1994), é impossível estabelecer um roteiro rígido para o estudo de caso que permita determinar com precisão como se deve desenvolver a pesquisa. Todavia, descreve que na maioria dos casos é possível distinguir as seguintes fases: delimitação da unidade-caso, coleta de dados, análise e interpretação dos dados e redação do relatório.

A unidade de análise escolhida para este estudo é a Fares Engenharia Ltda. Contudo, Gil (1994) descreve que neste tipo de pesquisa como não existe um limite inerente ou intrínseco ao objeto de estudo e os dados que se podem obter a seu respeito são infinitos, exige-se do pesquisador certa dose de intuição para perceber quais dados são suficientes para se chegar à compreensão do tema proposto.

Diante da descrição acima, verifica-se que este trabalho focou-se em estudar dois serviços realizados durante a construção de uma residência (apresentados no capítulo 4). Mais ainda, concentrou-se em analisar a possibilidade de se minimizar os resíduos derivados da construção civil na fonte geradora.

### **3.3 COLETA DE DADOS**

Na pesquisa qualitativa, de acordo com Chizzotti (1991, p. 89) “os dados são colhidos iterativamente, num processo de idas e voltas, nas diversas etapas da pesquisa e na interação com seus sujeitos.” Eles devem ser constantemente analisados e avaliados. Desta forma, a identificação de aspectos particulares novos servem para que se proponha ações que possibilitem melhorar o desempenho ambiental do setor de construção civil.

Para Gil (1994), a coleta de dados envolve diversos procedimentos, entre eles, a observação e a análise de documentos. Considera, ainda, que é comum a realização de entrevistas na pesquisa qualitativa.

Sendo assim, as técnicas utilizadas para coleta de dados em campo tiveram como ponto de partida as informações requeridas pela metodologia de P+L

(apresentadas no capítulo 2, mais precisamente no item 2.4.1.3 e 2.4.1.4). Diante disto, optou-se pela observação participante e entrevistas não estruturadas.

Conforme Marconi (1996, p. 82), a observação participante “consiste na participação real do pesquisador com a comunidade ou grupo. Ele se incorpora ao grupo, confunde-se com ele. Fica tão próximo quanto um membro do grupo que está estudando e participa das atividades normais deste.” Desta forma, procurou-se estar o mais próximo dos funcionários da empresa, a fim de identificar e analisar as causas dos desperdícios na construção civil, bem como propor ações voltadas para resolver os problema identificados.

A entrevista não estruturada foi escolhida devido à flexibilidade que a mesma possibilita no desenrolar da pesquisa. Para Marconi (1996), este tipo de entrevista é uma forma de poder explorar mais amplamente uma questão. Em geral, as perguntas são abertas e podem ser respondidas dentro de uma conversação informal. Assim, procurou-se dialogar com os responsáveis pela execução dos serviços, a fim de identificar possíveis oportunidades de P+L, em especial, a possibilidade de se minimizar os resíduos na fonte geradora.

É válido ressaltar que a coleta de dados foi realizada entre setembro e dezembro de 2001, datas em que foram realizados os serviços analisados. Contudo, os dados relativos à aquisição de materiais (custo) foram atualizados em novembro de 2002.

### **3.4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS**

Segundo Gouveia (1984), cada caso deve ser tratado como único, singular. Com isso, a possibilidade de generalização de um resultado passa a ter menor relevância. Desta forma, as considerações finais deste trabalho permitem traçar novas diretrizes para o setor sob a perspectiva de não geração de resíduos. Porém, deve-se levar em consideração o contexto no qual foi realizada esta pesquisa, apresentada no capítulo 4 (item 4.1).

Como foi descrito anteriormente, a análise dos dados também utilizou-se de uma abordagem quantitativa para fins de mensuração do estudo de entradas e

saídas e definição de indicadores. Os indicadores de desempenho obtidos permitiram chegar a resultados que a abordagem qualitativa não visaria, o que possibilitou uma maior aproximação da realidade do objeto de estudo.

### **3.5 REDAÇÃO DO RELATÓRIO**

Para Gil (1994), nos estudos de caso é difícil determinar com precisão os elementos que deverão constar no relatório. Com relação ao que deve ou não ser incluído no relatório, o autor ressalta que essa é uma decisão que cabe ao pesquisador.

Neste sentido, o relatório final foi descrito na última etapa da metodologia de P+L apresentada no capítulo 4 (item 4.6). Foram descritas as principais considerações relativas à implementação da metodologia de P+L na construção civil, evidenciando a importância da prevenção de resíduos. Da mesma forma, foi proposto um plano de continuidade para as opções de P+L que não puderam ser implementadas, assim como para outras medidas que possibilitem reduzir o impacto ambiental nos processos construtivos.

## **CAPÍTULO 4 - UMA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA DA UNEP/UNIDO NO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Os esforços para reduzir o impacto ambiental causado pelo setor de construção civil, em especial, para os resíduos resultantes da execução de obras, concentram-se, atualmente, na busca de aplicações para os diferentes materiais que “sobram” na construção de residências e outros empreendimentos urbanos. No entanto, pressupõem que os resíduos já foram gerados, portanto, podem ser caracterizados como medidas corretivas ou reativas, pois não agem na causa do problema e sim, nos seus efeitos.

A política de proteção ambiental do setor de construção civil, atualmente, é voltada quase que exclusivamente para a disposição controlada dos resíduos. Conforme a Agência Brasil (2002), foi aprovada a proposta de resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) para reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil. Todavia, sabe-se que medidas como esta não são viabilizadas de um dia para outro, além de exigirem tecnologias que envolvem recursos financeiros significativos.

Furtado (1999) descreve que o setor de construção civil deve incorporar as reivindicações de pesquisadores e profissionais, de agências governamentais e não-governamentais ambientalistas, que passam a reclamar da necessidade de reorientação dos processos de produção. Neste contexto, a P+L representa uma estratégia de escolha, para os diferentes segmentos industriais, inclusive para o movimento denominado *Ecobuilding* ou Construção Ecológica, uma tendência do setor.

A P+L visa fornecer diretrizes para a busca de soluções para os problemas identificados na construção civil, pois possibilita sistematizar ações voltadas para a não geração de resíduos. A minimização de resíduos na fonte, foco da P+L e do ecodesign, deve ser a primeira alternativa a ser implementada no setor devido a sua ação preventiva, bem como pela possibilidade de se reduzir custos de produção pela

otimização no uso de matéria-prima e insumos, fator determinante de competitividade no setor.

Desta forma, segue a apresentação da unidade de análise, para posteriormente apresentar e analisar a implementação da metodologia de P+L proposta pela UNEP/UNIDO.

Para fins de uma melhor interpretação dos casos aplicados, são descritas as duas primeiras etapas da P+L (item 4.2 e 4.3) para, em seguida, abordar os serviços selecionados para implementação da P+L.

#### 4.1 APRESENTAÇÃO

A unidade de análise, neste trabalho, é a Fares Engenharia Ltda, empresa fundada em 15 de julho de 1997 que fornece serviços no ramo da engenharia. Do planejamento do empreendimento até a consultoria técnica, passando pela execução e administração das obras. A mesma localiza-se em Florianópolis, Santa Catarina.

A empresa é composta por 4 sócios, entre eles 2 engenheiros eletricitistas, 1 engenheiro civil e 1 administrador. Possui também 3 técnicos em edificações e 1 técnico em eletrotécnica.

Quanto a sua atuação, esta se faz na forma de planejamento, são eles:

- **elaboração de projetos executivos:** Elabora os projetos executivos, envolvendo todas as etapas complementares de uma construção civil: instalações elétricas, telefônicas, rede de informática, TV, alarme, som, proteção contra descargas atmosféricas, de forma a atender as novas tecnologias. Elabora o projeto de instalações hidrossanitárias com conceitos de menor desperdício e atendimento às normas internacionais de saneamento. O projeto estrutural é elaborado, visando otimizar a realização da obra, diminuindo o impacto ambiental e também visando reduzir o custo de execução. Além disso, a Fares Engenharia elabora o levantamento estruturado completo dos custos de obra;

- **planejamento e administração de obras:** Para a Fares Engenharia o planejamento de uma obra inicia-se com a elaboração do levantamento estruturado dos custos, que será a ferramenta de controle e acompanhamento da execução.

As etapas desenvolvidas, após o levantamento de custo, são apresentadas a seguir.

- **Planejamento do canteiro de obras:** determina a melhor disposição e fluxo dos materiais, a localização do almoxarifado, facilita ainda o lay-out, otimizando o fluxo de materiais na execução da obra, assim como projeta os alojamentos e áreas onde serão instaladas a betoneira, a serra circular, a central de armaduras, entre outros equipamentos. A correta definição antes do início dos trabalhos garante a otimização do recebimento e armazenagem dos materiais.

Para administrar uma obra, a empresa utiliza um rigoroso controle de qualidade da construção, faz a contratação e gerenciamento da mão-de-obra e garante a compra especializada de materiais, com tomadas de preços em, no mínimo, três fornecedores. Além disso, utiliza um suporte informatizado, com software próprio para gerenciamento das compras, pagamentos, controle do estoque e emissão de relatórios de prestação de contas.

- **Planejamento de empreendimentos imobiliários:** neste segmento, a Fares Engenharia é especializada em definir o que é possível edificar num terreno. Atua no sentido de integrar as áreas de arquitetura, engenharia, marketing e vendas, visando desenvolver um projeto que atenda aos anseios do mercado e que seja economicamente viável. A empresa, ainda, realiza vendas técnicas com pessoal qualificado e trabalha para que a construção atenda às expectativas de preço, prazo e qualidade esperadas e previstas no planejamento.
- **Consultoria de engenharia de termelétricas:** atividades desenvolvidas
  - comissionamento;
  - fiscalização de montagens industriais;
  - inspeção de equipamentos em fábrica;

- especificações técnicas de equipamentos e sistemas;
  - estudo de interferências;
  - análise técnico-econômica de documentos de fornecedores.
- **Representações de materiais elétricos:** realiza a representação comercial de fabricantes de materiais elétricos, principalmente para redes de distribuição de energia. A principal referência é a CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina S/A., para quem já forneceu produtos das empresas: Iguaçumec Eletromecânica Ltda., Kron Instrumentos Elétricos Ltda., Inael do Brasil Ltda., Érico do Brasil Comércio e Indústria Ltda., Trópico Equipamentos Elétricos Iluminação Ind. Com. Ltda. e BICC General do Brasil S/A.

No caso desta pesquisa, a atuação da empresa se deu por meio do Planejamento e Administração de uma residência (objeto do estudo).

## 4.2 PRÉ-AVALIAÇÃO

A fase de pré-avaliação consistiu em realizar uma visita técnica na obra. Também foi realizada uma reunião no escritório da empresa. Desta forma, buscou-se atender três objetivos básicos:

- *definir a amplitude da avaliação:* como a construção civil caracteriza-se por montar uma empresa para cada produto produzido, ou seja, a construção de empreendimentos urbanos realizou-se uma visita no local onde estava sendo realizada a execução da obra, a qual já se apresentava em andamento. Desta forma, verificou-se que os projetos necessários para a execução já estavam concluídos (arquitetônico, hidrossanitário, elétrico entre outros). Diante disto, a amplitude da avaliação na Fares Engenharia Ltda consistiu em definir quais etapas do processo de construção da residência seriam selecionadas para efetiva aplicação da metodologia. Como um dos princípios da aplicação da P+L é “deixar” na empresa a cultura da prevenção de resíduos, procurou-se aplicá-la em dois serviços que estavam para ser executados. A seleção levou em conta os seguintes aspectos:

- cronograma da obra;
- disponibilidade dos funcionários da empresa no período de implementação da metodologia.

Desta forma, os serviços selecionados foram:

- execução de revestimento cerâmico (20x20 cm);
  - execução de madeiramento de cobertura.
- *estabelecer a estratégia a ser adotada para execução do trabalho:* ficou estabelecido que o prazo para início da aplicação da metodologia levaria em consideração o cronograma da obra. Desta forma, estabeleceu-se que iniciaria em setembro e terminaria em final de dezembro de 2001, ou seja, com duração de quatro meses. Estabeleceu-se, também, que haveria uma reunião quinzenal no escritório da empresa para discutir as barreiras encontradas, bem como as oportunidades de P+L encontradas ao longo do trabalho em campo.
  - *elaborar o(s) fluxograma(s) de produção:* consistiu na elaboração dos fluxogramas dos serviços de execução de revestimento cerâmico e madeiramento de cobertura.

O fluxograma da execução de revestimento cerâmico pode ser visualizado no quadro 6.

<b>Execução de revestimento cerâmico</b>
1. Preparo da superfície
2. Definição da paginação
3. Preparo da argamassa colante em pó
4. Aplicação da argamassa
5. Assentamento da cerâmica e possíveis cortes
6. Preparo da argamassa para rejunte
7. Rejuntamento

Quadro 6 – Fluxograma simplificado da execução de revestimento cerâmico

Segue abaixo uma breve descrição das etapas, a fim de facilitar a compreensão do serviço executado.

*Etapa 1 - Preparo da superfície:* consiste na limpeza da superfície onde vai ser realizada a execução do revestimento cerâmico.

*Etapa 2 - Definição da paginação:* consiste na definição da disposição da cerâmica.

*Etapa 3 - Preparo da argamassa colante em pó:* consiste na mistura da argamassa colante com água em recipiente limpo.

*Etapa 4 - Aplicação da argamassa:* consiste na aplicação da argamassa no local onde vai ser assentada a cerâmica.

*Etapa 5 - Assentamento das cerâmicas e possíveis cortes:* consiste no correto assentamento das peças de cerâmica sobre a argamassa recém aplicada. Os cortes da cerâmica se fazem presentes para acomodar a mesma nos locais pré-estabelecidos para o revestimento.

*Etapa 6 - Preparo da argamassa de rejunte:* consiste na mistura da argamassa com água para realização do rejuntamento em recipiente limpo.

*Etapa 7 - Rejuntamento:* consiste na aplicação da argamassa entre as peças de cerâmica, ou seja, o rejunte. Deve-se seguir as especificações do fabricante, a fim de assegurar a correta execução do serviço, bem como assegurar a garantia do produto utilizado.

O fluxograma simplificado da execução de madeiramento de cobertura pode ser visualizado no quadro 7.

<b>Execução de madeiramento de cobertura</b>
1. Seleção das peças de madeira
2. Corte das peças
3. Execução de encaixes
4. Imunização
5. Fixação das peças

Quadro 7 – Fluxograma simplificado da execução de madeiramento de cobertura

Como realizado na etapa de Revestimento Cerâmico, segue abaixo uma breve descrição das etapas do processo de Madeiramento de Cobertura.

*Etapa 1 – Seleção das peças de madeira:* consiste basicamente na identificação e separação das peças compradas.

*Etapa 2 – Corte das peças:* consiste em verificar os cortes necessários para o encaixe das peças.

*Etapa 3 – Execução de encaixes:* consiste em dispor as peças cortadas de forma que se possa realizar uma simulação dos encaixes a serem realizados antes da fixação das peças.

*Etapa 4 – Imunização:* consiste em “tratar” a madeira de forma que a mesma tenha maior durabilidade.

*Etapa 5- Fixação das peças:* consiste em fixar as peças já cortadas e tratadas de forma que possibilite formar a estrutura do telhado.

#### **4.3 CAPACITAÇÃO E SENSIBILIZAÇÃO DOS PROFISSIONAIS DA EMPRESA**

No caso deste trabalho, como a empresa administra obras terceirizando a mão-de-obra, achou-se mais conveniente formar o Ecotime com o Engenheiro Civil, que é o gerente de obras, e o técnico em edificações, que controla as operações realizadas na obra. Desta forma, assegurou-se que a metodologia realmente ficaria com a empresa.

A sensibilização do Ecotime consistiu na explicitação dos principais problemas ambientais relacionados ao setor de construção civil, com destaque especial para os desperdícios encontrados no setor. Também foi ressaltada a importância de se buscar alternativas para minimização dos resíduos na fonte.

Após a sensibilização do Ecotime, realizou uma sensibilização com os funcionários terceirizados, explicitando os motivos do trabalho.

A capacitação do Ecotime foi realizada no escritório da empresa, onde buscou-se explicar os fundamentos e passos da metodologia de P+L. Desta forma, ficou definido que a coleta de dados em campo seria realizada pelos funcionários diretamente envolvidos com a execução dos serviços, ou seja, os funcionários terceirizados. Contudo, o Ecotime ficou como responsável por controlar a coleta de dados.

#### **4.4 O SERVIÇO DE EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO E A PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

##### **4.4.1 Diagnóstico ambiental e de processos**

Em um primeiro momento, identificou-se os materiais e insumos a serem utilizados na execução deste serviço. Este levantamento consistiu basicamente nas compras efetuadas pela empresa para início do revestimento cerâmico. Desta forma, os materiais utilizados foram:

- cerâmica com dimensões de 20 cm x 20 cm;
- argamassa colante em pó para cerâmica;
- rejunte para cerâmica (junta fina);
- água utilizada para mistura da argamassa e rejunte.

O produto produzido foi a área a ser revestida com cerâmica, ou seja, 38,87 m<sup>2</sup>.

Sendo assim, de acordo com as especificações do fabricante, em especial, os indicadores de desempenho, foi previsto o consumo de materiais e insumos a serem utilizados, os quais representam as entradas no processo.

Os resíduos foram mensurados após a execução do serviço, sendo sua medição realizada de forma integral. Com isso, chegou-se aos valores de compra (entrada) e saídas (resíduos) explicitados na tabela 2.

Tabela 2 – Estudo das entradas e saídas do processo de execução de revestimento cerâmico com respectivos custos associados

Especificação dos materiais e insumos	Compra (entrada)	Valor unitário	Valor total de compra	Resíduos gerados (saída)	Consumo efetivo	Custo dos resíduos
Cerâmica 20 x 20 cm	48,30 m <sup>2</sup> 851,00 kg	R\$ 19,19 por m <sup>2</sup>	R\$ 926,88	6,20 m <sup>2</sup> ou 109,40 kg	45,07 m <sup>2</sup>	R\$ 118,98
Embalagens de papelão da cerâmica	-	-	-	0,70 kg	-	-
Argamassa colante em pó para cerâmica	140,00 kg	R\$ 0,37	R\$ 51,80	9,14 kg	132,93 kg	R\$ 3,38
Embalagens de plástico da argamassa	-	-	-	0,40 kg	-	-
Consumo de água para preparo da argamassa	24,14 litros	-	-	-	24,14 litros	-
Rejunte para cerâmica (junta fina)	18,00 kg	R\$ 1,54	R\$ 27,72	3,00 kg	16,59 kg	R\$ 4,62
Embalagens de plástico do rejunte	-	-	-	0,30 kg	-	-
Consumo de água para preparo do rejunte	4,58 litros.	-	-	-	4,58 litros	-

No caso da cerâmica, o consumo efetivo foi representado pela soma da área executada (38,87 m<sup>2</sup>) + os resíduos gerados (6,20 m<sup>2</sup>), ou seja, 45,07 m<sup>2</sup>. A diferença entre a compra (48,30 m<sup>2</sup>) e o consumo efetivo (45,07 m<sup>2</sup>), ou seja, 3,23 m<sup>2</sup> de cerâmica não utilizada, não foi considerada resíduo, pois servirá como reposição para o cliente em caso de sua quebra.

No caso da argamassa colante em pó para cerâmica, o consumo efetivo foi representado pelo consumo “real” na execução do serviço (123,79 kg) + os resíduos gerados (9,14 kg), ou seja, 132,93 kg. A diferença entre a compra (140,00 kg) e o consumo efetivo (132,93 kg), ou seja, 7,07 kg de argamassa não utilizada, também não foi considerada resíduo, pois foi reutilizada para revestimento de outras peças de cerâmica.

No caso do rejunte, o consumo efetivo foi representado pelo consumo “real” na execução (13,59 kg) + os resíduos gerados (3,00 kg), ou seja, 16,59 kg. A diferença entre a compra (18,00 kg) e o consumo efetivo (16,59 kg), ou seja, 1,41 kg de rejunte não utilizado, também não foi considerado resíduo, pois foi reutilizado para rejunte de outras peças de cerâmica.

O armazenamento dos insumos e materiais descritos anteriormente foi realizado em ambiente coberto e ventilado. Quando ao acondicionamento, as embalagens do rejunte e da argamassa são de plástico. A embalagem da cerâmica é de papelão.

Os principais equipamentos utilizados foram a desempenadeira de aço dentada, a mangueira de nível e a serra elétrica. O consumo energético da serra elétrica não foi o foco do estudo

Verificou-se também a utilização dos resíduos de cerâmica para fins de aterro devido ao terreno acidentado. Neste sentido, não houve armazenamento e acondicionamento. Quanto aos resíduos de argamassa, rejunte e embalagens, estes foram armazenados em container aberto para posterior disposição final. Devido ao inexpressivo volume, não se considerou o custo de transporte e disposição final.

Quanto aos aspectos de saúde e segurança ocupacional, pode-se perceber a consciência dos funcionários na utilização dos equipamentos de proteção individual, pois verificou-se a sua correta utilização, principalmente a utilização do capacete e óculos de segurança.

#### **4.4.2 Elaboração do balanço ambiental, econômico e tecnológico**

O Balanço Ambiental teve como objetivo responder as seguintes questões:

- *de qual etapa do processo vêm os resíduos de cerâmica?*
- *de qual etapa do processo vêm os resíduos de rejunte?*
- *de qual etapa do processo vêm os resíduos de argamassa colante em pó para cerâmica?*

- de qual etapa do processo vêm os resíduos derivados de embalagens?
- por que afinal os mesmos se transformaram em resíduos?

Desta forma, segue o Balanço Ambiental da Execução de Revestimento Cerâmico apresentado na tabela 3, assim como as respostas das perguntas descritas anteriormente .

Tabela 3 – Balanço ambiental da execução de revestimento cerâmico

<b>Entradas</b>	<b>Etapas</b>	<b>Saídas</b>
	<b>1.</b> <b>Preparo da superfície</b>	Poeira (material particulado)
	<b>2.</b> <b>Definição da paginação</b>	
140,00 kg de Argamassa colante em pó para cerâmica 24,14 litros de água	<b>3.</b> <b>Preparo da argamassa colante em pó</b>	0,40 kg de embalagens plásticas (argamassa)
	<b>4.</b> <b>Aplicação da argamassa</b>	
851,00 kg ou 48,30 m <sup>2</sup> de cerâmica 20x20 cm	<b>5.</b> <b>Assentamento da cerâmica e possíveis cortes</b>	9,14 kg de resíduo de Argamassa colante em pó 109,4 kg ou 6,20 m <sup>2</sup> de resíduo de cerâmica 20x20 38,87 m <sup>2</sup> de revestimento cerâmico 0,70 kg de embalagens de papelão (cerâmica)
18,00 kg de rejunte 4,58 litros de água	<b>6.</b> <b>Preparo da argamassa de rejunte</b>	0,30 kg de embalagens plásticas (rejunte)
	<b>7.</b> <b>Rejuntamento</b>	3,00 kg de resíduo de rejunte

Através da visualização do serviço e de entrevistas não estruturadas, pode-se perceber que os resíduos de cerâmica foram gerados na etapa 5 (Assentamento da cerâmica e possíveis cortes), sendo que a causa da geração ocorreu por três motivos, são eles:

- falta de detalhamento no projeto arquitetônico, o que vem a gerar dúvidas por parte do responsável pela execução do serviço e, conseqüentemente, retrabalho e desperdício das peças de cerâmica;
- não adequação da área executada com as dimensões da cerâmica e rejunte, ou seja, não houve preocupação no projeto arquitetônico em otimizar o uso da cerâmica, o que resultou em cortes para cobrir a área definida para o revestimento;
- interferência direta do cliente após o término do serviço, ou seja, ele solicitou a retirada de algumas peças de cerâmica, justificando que gostaria de colocar outras peças pintadas à mão no local.

Os resíduos de argamassa colante em pó para cerâmica são gerados, em grande parte, na etapa 5 (Assentamento da cerâmica e possíveis cortes). Contudo, a etapa 3 (preparo da argamassa) também influencia no seu desperdício.

Quanto aos resíduos de rejunte, os mesmos são gerados na etapa 7 (rejuntamento). Porém, o seu desperdício também é influenciado pela etapa 6 (preparo da argamassa de rejunte) .

Referindo-se à causa da geração de resíduos de argamassa e rejunte, deve-se ressaltar que o desperdício ocorreu devido à perda das características normais de uso pelo quantidade excessiva preparada para execução do serviço.

As embalagens de papelão provêm do acondicionamento da cerâmica, sendo geradas na etapa 5 (assentamento da cerâmica e possíveis cortes).

Os resíduos plásticos, ou seja, as embalagens também possuem função de acondicionamento dos materiais, sendo seus pontos de geração as etapas 3 e 6, respectivamente, preparo da argamassa colante em pó e preparo do rejunte.

As embalagens de plástico e de papelão foram armazenadas em container aberto, sendo misturadas com outros resíduos.

Com relação ao Balanço Econômico, o custo total dos resíduos baseou-se na perda de materiais e insumos, ou seja, a soma dos resíduos de cerâmica, rejunte e argamassa, tabela 4.

Tabela 4 – Balanço econômico da execução de revestimento cerâmico

<b>Especificação dos resíduos gerados</b>	<b>Quantificação dos resíduos (em kg)</b>	<b>Valores em (R\$)</b>
Pedaços de cerâmica 20 x 20 cm	109,40	118,98
Resíduos de argamassa colante em pó para cerâmica	9,14	3,38
Resíduos de rejunte para cerâmica (junta fina)	3,00	4,62

No que se refere ao Balanço Tecnológico, pode-se verificar que a tecnologia empregada mostrou-se indicada para a realização do serviço.

#### **4.4.3 Avaliação do balanço elaborado e identificação de oportunidades de produção mais limpa**

A avaliação do Balanço Ambiental de Revestimento Cerâmico possibilitou levantar as seguintes oportunidades de P+L:

- **Minimização dos resíduos de cerâmica:** realizar os projetos arquitetônicos levando em consideração a otimização do uso da cerâmica, ou seja, utilizando-se dos fundamentos do *Ecodesign* para alteração do produto com enfoque preventivo. Neste caso, o produto é a área a ser executada, a qual deve ser dimensionada para o correto assentamento da cerâmica e eliminação dos possíveis cortes para sua disposição.

A figura 5 demonstra o serviço já executado, bem como a causa dos cortes efetuados, ou seja, as especificações do projeto arquitetônico, em especial a dimensão da altura e largura da área a ser revestida.



Figura 5 - Local da execução do revestimento cerâmico estudado

Pode-se visualizar através da figura 5 que os cortes de cerâmica foram efetuados a fim de atender as especificações do projeto arquitetônico referentes à dimensão das paredes, bem como a altura da área a ser revestida.

Outra oportunidade de P+L identificada com enfoque na minimização de resíduos foi a definição “formal” da paginação da cerâmica, ou seja, a realização prévia do planejamento dos tipos de cerâmicas a serem assentadas. Contudo, como o produto produzido (residência) é personalizado, pode ocorrer a interferência do cliente após a execução do serviço. Isto geralmente ocorre, pois só consegue visualizar o serviço após seu término. Neste sentido, verifica-se que geralmente estão dispostos a pagar pelo retrabalho a ser efetuado.

- **Reutilização interna dos resíduos de cerâmica:** sugere-se o reaproveitamento interno dos “cacos” de cerâmica para fins de composição de mosaicos, integrados ao projeto paisagístico.

- **Minimização dos resíduos de argamassa colante em pó e rejunte:** recomenda-se realizar as misturas para o preparo dos insumos em menores proporções, a fim de reduzir o desperdício ocasionado pela perda das características normais, ou seja, a “cura” das argamassas preparadas.

- **Reciclagem externa das embalagens de papelão e plástico:** recomenda-se a segregação dos resíduos na fonte (coleta seletiva), para fins de viabilizar a reciclagem externa dos mesmos, bem como oferecer condições apropriadas para armazenamento temporário e acondicionamento.

Com relação ao Balanço Econômico, percebeu-se que o item de maior peso é o desperdício de cerâmica, representando 93,70% do custo total dos resíduos.

A estratégia para efetiva implementação consiste em aplicar as opções de P+L identificadas em outro serviço de revestimento cerâmico. Neste sentido, para se maximizar o uso da cerâmica, deve-se buscar antecipar as questões decorativas, no caso, a cerâmica a ser utilizada e respectiva dimensão para, a partir destes dados, dimensionar as áreas (cozinha, dormitórios e outros) de forma a minimizar desperdícios provenientes dos cortes a serem efetuados. A integração do arquiteto com o Ecotime é fundamental.

Com relação à estratégia a ser adotada para o reaproveitamento interno dos resíduos de cerâmica para fins de mosaico, deve-se verificar o interesse do cliente em reaproveitá-los para, posteriormente, contatar profissional habilitado.

A estratégia para viabilizar a reciclagem externa das embalagens baseou-se na definição de uma área coberta para armazenamento dos mesmos. Foi sugerido a contratação de um container coberto a fim de evitar uma possível contaminação do lençol freático.

#### **4.4.4 Priorização das oportunidades identificadas na avaliação**

A priorização baseou-se nos níveis de aplicação da P+L. Desta forma, segue as oportunidades de P+L priorizadas:

1º - incluir a variável ambiental no projeto arquitetônico, ou seja, dimensionar a área a ser revestida em conformidade com as dimensões da cerâmica (detalhamento do projeto arquitetônico e antecipação das questões decorativas);

2º - realizar formalmente a paginação da cerâmica, ou seja, especificar as peças que irão compor o revestimento, a fim de possibilitar uma “pré visualização” pelo cliente;

3º - sensibilizar os funcionários responsáveis pela execução do revestimento cerâmico de forma que este realize o preparo da argamassa colante e rejunte em proporções menores a fim de evitar desperdícios;

4º - reutilizar os “cacos” de cerâmica para fins de mosaico.

5º - separar, acondicionar e armazenar apropriadamente os resíduos de embalagem, a fim de possibilitar a sua reciclagem externa;

Pode-se constatar que, num primeiro plano, busca-se minimizar os resíduos de cerâmica, argamassa colante em pó e rejunte na fonte. Não sendo possível a minimização de resíduos de cerâmica, deve-se verificar a viabilidade de reaproveitamento interno. É válido ressaltar que reduzindo na fonte o volume de cerâmica, rejunte e argamassa, conseqüentemente o volume de embalagens também reduzirá.

A alternativa de reciclagem externa das embalagens deve ser viabilizada após a tentativa de minimização do uso dos insumos citados.

#### **4.4.5 Elaboração do estudo de viabilidade econômica das oportunidades de P+L**

Não foi realizado estudo de viabilidade econômica, pois apenas a elaboração de mosaicos implicaria em investimento extra para a empresa. No entanto, não haveria a possibilidade de retorno econômico desta medida, apenas benefício

ambiental pelo reaproveitamento dos cacos de cerâmica. Neste sentido, não houve a necessidade de se elaborar o estudo em questão.

#### **4.4.6 Estabelecimento do plano de monitoramento**

Segue a descrição dos pontos de monitoramento, utilizando-se da ferramenta *5 W 1 H*.

- *Monitoramento do uso da argamassa*

Onde realizar: etapa 3 (Preparo da argamassa) representa a entrada e etapa 5 (Assentamento da cerâmica e possíveis cortes) representa a saída.

Quando realizar: sempre que houver este serviço.

Quem deve realizar: responsável pela execução do serviço.

Como realizar: verificar o consumo efetivo de argamassa por m<sup>2</sup> de área executada.

Por que realizar: a fim verificar a eficiência na utilização do insumo.

- *Monitoramento do uso da cerâmica*

Onde realizar: etapa 5 (Assentamento da cerâmica e possíveis cortes).

Quando realizar: sempre que houver este serviço.

Quem deve realizar: responsável pela execução do serviço.

Como realizar: verificar o consumo efetivo de cerâmica por m<sup>2</sup> de área executada.

Por que realizar: a fim verificar a eficiência na utilização da cerâmica.

- *Monitoramento do uso do rejunte*

Onde realizar: etapa 7 (Aplicação da argamassa colante em pó).

Quando realizar: sempre que houver este serviço.

Quem deve realizar: responsável pela execução do serviço.

Como realizar: verificar o consumo efetivo de rejunte por m<sup>2</sup> de área executada.

Por que realizar: a fim verificar a eficiência na utilização do insumo.

#### **4.4.7 Implantação das oportunidades de produção mais limpa priorizadas**

A metodologia de P+L necessita que se realize o diagnóstico ambiental e de processos a fim de verificar a real situação da empresa, bem como propor opções de P+L para os problemas diagnosticados. Neste sentido, muitas vezes trabalha-se com resultados esperados, que foi o caso deste serviço. Isto ocorreu devido à inviabilidade de se realizar o estudo Pós P+L, pois não haveria outro processo de revestimento.

Contudo, vale ressaltar que a meta da P+L foi cumprida, ou seja, deixar o paradigma da minimização de resíduos. Da mesma forma, o estudo possibilitou identificar de forma sistemática os resíduos gerados e respectivo volume, assim como a causa da geração e respectivas opções de P+L. Sendo assim, a empresa poderá utilizar-se dos dados obtidos para otimizar a etapa de Revestimento Cerâmico e reduzir possíveis perdas.

#### **4.4.8 Definição dos indicadores do processo de execução de revestimento cerâmico 20x20 cm**

A definição dos indicadores baseou-se nos dados obtidos nas etapas anteriores, são eles:

- *área de revestimento cerâmico = 38,87 m<sup>2</sup>*
- *custo do m<sup>2</sup> da cerâmica utilizada = R\$ 19,19*
  
- Consumo efetivo de cerâmica = 45,07 m<sup>2</sup> ou 794,09 kg
- Resíduos de cerâmica = 6,20 m<sup>2</sup> ou 109,40 kg

- Consumo efetivo de argamassa colante em pó para cerâmica = 132,93 kg
- Resíduos de argamassa = 9,14 kg
- Consumo efetivo de rejunte = 16,59 kg
- Resíduos de rejunte = 3,00 kg

Os indicadores ambientais utilizados foram: geração de resíduos de cerâmica, eficiência na utilização da cerâmica, consumo de argamassa, eficiência no consumo de argamassa, geração de resíduos de argamassa consumo de rejunte, geração de resíduos de rejunte, eficiência na utilização do rejunte, custo do desperdício da cerâmica. Os mesmos podem ser visualizados na tabela 5.

Tabela 5 – Indicadores ambientais utilizados no estudo de revestimento cerâmico

Nome do indicador	Descrição do indicador	Valor	Unidade
Geração de resíduos de cerâmica	<u>Resíduos de cerâmica</u>	2,81	Kg / m <sup>2</sup>
	Área de revestimento da cerâmica	0,16	m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>
Eficiência na utilização da cerâmica	<u>Resíduos de cerâmica</u>	86,24	%
	Consumo efetivo de cerâmica		
Consumo de argamassa	<u>Consumo efetivo de argamassa</u>	3,42	Kg / m <sup>2</sup>
	Área de revestimento da cerâmica		
Eficiência na utilização da argamassa	<u>Resíduos de argamassa</u>	93,12	%
	Consumo efetivo de argamassa		
Geração de resíduos de argamassa	<u>Resíduos de argamassa</u>	0,23	Kg / m <sup>2</sup>
	Área de revestimento da cerâmica		
Consumo de rejunte	<u>Consumo efetivo de rejunte</u>	0,43	Kg / m <sup>2</sup>
	Área de revestimento da cerâmica		
Geração de resíduos de rejunte	<u>Resíduos de rejunte</u>	0,08	Kg/m <sup>2</sup>
	Área de revestimento da cerâmica		
Eficiência na utilização do rejunte	<u>Resíduos de rejunte</u>	81,92	%
	Consumo efetivo de rejunte		
Custo do desperdício de cerâmica	<u>Ger. de resíduos de cerâmica x custo da cer.</u>	3,06	R\$ / m <sup>2</sup>
	Área de revestimento da cerâmica		

Como foi descrito anteriormente, não houve a possibilidade de se implementar as oportunidades de P+L. Contudo, foi estimada uma redução de 10% dos resíduos de cerâmica através da redução dos cortes. Da mesma forma, os indicadores obtidos com certeza servirão como base para futuros estudos da empresa.

## **4.5 O SERVIÇO DE EXECUÇÃO MADEIRAMENTO DE COBERTURA E A PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

### **4.5.1 Diagnóstico ambiental e de processos**

O diagnóstico ambiental e de processos da execução de madeiramento de cobertura focou-se em algumas peças que compõe a execução do serviço: frechal, cumeeira, terça e caibro. A dimensão das peças de caibro é de 6 x 12 cm e das outras peças 10 x 20 cm.

A escolha destas peças levou em consideração o custo das mesmas, assim como a viabilidade de mensurá-las de forma integral. A madeira utilizada foi o Angelim Vermelho.

O produto produzido foi a área de madeiramento executada, ou seja, 164,33 m<sup>2</sup>.

Desta forma, os materiais e insumo considerados, neste serviço, foram os seguintes:

- caibro (6 x 12 cm);
- frechal, terça e cumeeira (10 x 20 cm);
- pregos galvanizados;
- imunizante Pentox.

O levantamento da entrada das peças de madeira considerou o volume de compra especificado após o término do serviço, pois a medida em que o mesmo ia sendo executado, verificava-se a necessidade de se comprar novas peças. Neste sentido, a área do telhado serviu apenas para estimar uma compra inicial. É válido ressaltar que, neste caso, a compra de madeira foi baseada no “feeling” do empreiteiro. Sendo assim, considerou-se a compra total de madeira para fins de uma correta medição.

Outro aspecto que deve ser ressaltado, é que a compra de madeira é feita com base no metro linear. Desta forma, verificou-se a necessidade de se transformar a unidade de medida de metro para metro cúbico ( $m^3$ ) e, posteriormente, para kilograma (kg).

Para isso, foi realizada uma amostragem das peças a fim de identificar o peso do  $m^3$  do Angelim Vermelho. Esta medida possibilitou a uniformidade da unidade física, necessária para fins de uma correta medição dos resíduos, feita em kg. Segue abaixo a descrição das unidades utilizadas, bem como do custo das peças de madeira.

- Peso específico do  $m^3$  de Angelim Vermelho = 1.063,91 kg por  $m^3$
- Volume do metro das peças de frechal, terça e cumeeira (10 x 20 cm) = 0,02  $m^3$
- Custo do metro das peças de frechal, terça e cumeeira = R\$ 13,32
- Custo do  $m^3$  das peças de frechal, terça e cumeeira = R\$ 666,00
- Volume do metro das peças de caibro = 0,0072  $m^3$
- Custo do metro do caibro = R\$ 4,40
- Custo do  $m^3$  do caibro = R\$ 611,11

Os resíduos de madeira foram mensurados em balança industrial também após a execução do serviço.

Não foi estimado o consumo de pregos galvanizados utilizados. Isto ocorreu devido a inviabilidade de mensuração dos mesmos, assim como, pela medida interna já adotada pela empresa antes da P+L, ou seja, o reaproveitamento dos pregos utilizados em outros serviços.

Após o término do serviço, chegou-se aos valores de compra das madeiras (entrada) e saídas (resíduos) explicitados na tabela 6.

Tabela 6 – Estudo das entradas e saídas do processo de execução de madeiramento de cobertura com respectivos custos associados

<b>Especificação dos materiais e insumos</b>	<b>Compra</b>	<b>Valor total de compra</b>	<b>Resíduos gerados</b>	<b>Custo dos resíduos</b>
Caibro 6 x 12 cm	2,70 m <sup>3</sup> 2.872,56 kg	R\$ 1.650,00	0,14 m <sup>3</sup> de pedaços de caibro	R\$ 85,55
Terça, Frechal e cumeeira 10 x 20 cm	2,49 m <sup>3</sup> 2.649,13 kg	R\$ 1.658,34	0,13 m <sup>3</sup> de pedaços de terça, frechal e cumeeira	R\$ 86,58
Imunizante Pentox	180,00 litros	-	13,50 kg de embalagens contaminadas	Não estimado

Tanto as madeiras como o imunizante foram armazenados em ambiente coberto e ventilado. Quanto ao acondicionamento da madeira, verificou-se a inexistência de embalagens. O imunizante possui embalagem de metal.

Os principais equipamentos utilizados neste serviço foram a serra elétrica, furadeiras e martelo. Da mesma forma que o revestimento cerâmico, o consumo energético não foi foco do estudo.

No que se refere ao armazenamento dos resíduos, percebeu-se que somente as embalagens de metal do imunizante foram dispostas em container para posterior coleta e disposição final. Contudo, da mesma forma que a etapa de revestimento

cerâmico, o volume de resíduos é inexpressivo quando comparado ao entulho que sai da obra após o término do processo construtivo, sendo assim, não houve necessidade de se levantar os custos de transporte e disposição final.

Quanto aos aspectos de saúde e segurança ocupacional, pode-se perceber a consciência dos funcionários, pois verificou-se a utilização de equipamentos de proteção individual próprios para a execução do serviço, principalmente a utilização de capacetes e botas de borracha.

#### **4.5.2 Elaboração do balanço ambiental, econômico e tecnológico**

O Balanço Ambiental focou-se em obter as seguintes informações:

- *de qual etapa do processo vêm os resíduos de madeira (caibro, frechal, terça e cumeeira)?*
- *de qual etapa do processo vêm os resíduos derivados de embalagens metálicas?*
- *por que afinal os mesmos se transformaram em resíduos?*

O balanço ambiental é apresentado na tabela 7.

Tabela 7 – Balanço ambiental da execução de madeiramento de cobertura

ENTRADAS	ETAPAS	SAÍDAS
2,70 m <sup>3</sup> de caibro 6 x 12 cm 2,49 m <sup>3</sup> de terça, frechal e cumeeira 10 x 20 cm	1. <b>Seleção das Peças de madeira</b>	-
-	2. <b>Corte das peças</b>	0,14 m <sup>3</sup> de pedaços de caibro 0,13 m <sup>3</sup> de pedaços de terça, frechal e cumeeira
-	3. <b>Execução de encaixes</b>	-
180,00 litros de imunizante Pentox	4. <b>Imunização</b>	13,50 kg de embalagem de metal do imunizante
Parafusos e pregos galvanizados (não estimado)	5. <b>Fixação das peças</b>	164,33 m <sup>2</sup> de madeiramento executado

Pode-se perceber através da visualização da execução do serviço e da realização de conversas informais com os responsáveis, que os resíduos de madeira (caibro, frechal, terça e cumeeira) provêm da etapa 2 (corte das peças). Sendo assim, pode-se afirmar que quanto maior for a incidência de cortes, maiores serão os desperdícios. A dinâmica deste processo faz com que se perca determinadas peças devido aos cortes efetuados e à impossibilidade de recolocá-las no madeiramento.

Quanto à geração de embalagens metálicas do imunizante, pode-se descrever que eles resultam do seu uso. Sendo assim, não verificou-se desperdícios do produto durante a sua aplicação.

O Balanço Econômico permitiu mensurar a perda de madeira em termos monetários, ver tabela 8.

Tabela 8 – Balanço econômico da execução de madeiramento de cobertura

<b>Especificação dos resíduos gerados</b>	<b>Quantificação dos resíduos (em kg)</b>	<b>Valores em (R\$)</b>
Pedaços de caibro 6 x 12 cm	0,14 m <sup>3</sup>	86,55
Pedaços de terça, frechal e cumeeira 10 x 20 cm	0,13 m <sup>3</sup>	86,58

A soma das perdas em termos monetários foi de R\$ 173,13 para uma área de 164,33 m<sup>2</sup>.

Com relação ao Balanço Tecnológico, verificou-se que os procedimentos operacionais e os equipamentos utilizados foram apropriados para a realização do serviço, sendo a falta de detalhamento do projeto o principal fator de desperdício.

No que se refere à substituição do imunizante por outro menos tóxico, verificou-se que a mesma poderia influenciar na durabilidade das peças de madeira, medida esta que poderia não garantir a qualidade do serviço prestado.

#### **4.5.3 Avaliação do balanço e identificação de oportunidades de produção mais limpa**

A avaliação do Balanço Ambiental de Madeiramento de Cobertura possibilitou levantar as seguintes oportunidades de P+L:

**- Minimização dos resíduos de madeira:** como foi descrito anteriormente, os cortes para execução dos encaixes são a causa do desperdício da madeira. Neste sentido, percebeu-se que a incidência de cortes pode ser minimizada através de um detalhamento do projeto de madeiramento. Este detalhamento pode vir a ajudar o planejamento de cortes na medida em que as peças compradas são dimensionadas para otimizar seu uso. A figura 6 demonstra os cortes efetuados.

Verifica-se que, neste caso, também deve-se utilizar os fundamentos do *Ecodesign*, em especial, a otimização do processo de madeiramento e a minimização no uso de insumos.



Figura 6 – Local do madeiramento de cobertura estudado

- **Reaproveitamento interno dos resíduos de madeira:** sugere-se o reaproveitamento das madeiras para fins de utilização no projeto paisagístico ou outros serviços realizados na obra.
- **Reciclagem Externa:** a reciclagem externa das embalagens de metal deve ser uma medida adotada pela empresa. Verifica-se a necessidade de segregar os resíduos na fonte, bem como oferecer uma área adequada para fins de armazenamento do resíduos.

O Balanço Econômico permitiu identificar os custos das perdas de madeira.

Com relação ao Balanço Tecnológico, verificou-se que a tecnologia empregada para realização do serviço mostrou-se indicada. Contudo, o projeto permitiu a incidência de perdas no uso da madeira.

A estratégia para minimização dos resíduos de madeira consistiu em identificar outro madeiramento de cobertura a ser executado. A partir disto, procurou-se detalhar o projeto de madeiramento de forma a identificar o tamanho exato das peças a serem utilizadas.

A estratégia para reaproveitamento interno dos resíduos de madeira consistiu em definir uma área coberta para seu armazenamento. Sendo assim, o responsável pelo paisagismo da residência deveria analisar as peças e, a partir disto, verificar como elas poderiam vir a ser utilizadas.

Com relação ao plano de ação para reciclagem externa das embalagens de metal do imunizante, deve-se utilizar o container descrito anteriormente, o qual deverá armazenar somente plástico, papel e metal.

#### **4.5.4 Priorização das oportunidades identificadas na avaliação**

A priorização das oportunidades de P+L deste serviço foram as seguintes:

1º - detalhar o projeto de madeiramento, de forma que possibilite especificar antecipadamente o volume de peças de madeira a serem compradas. Este processo deve permitir uma compra otimizada de madeira e um planejamento de cortes que viabilize reduzir os desperdícios.

2º - reaproveitar internamente os resíduos de madeira para fins de projetos paisagísticos ou outros serviço;

3º - separar, acondicionar e armazenar apropriadamente as embalagens de metal, a fim de possibilitar a sua reciclagem externa.

Pode-se verificar que a opção de minimização de resíduos de madeira foi a primeira alternativa, seguida do reaproveitamento interno e reciclagem externa das embalagens de metal.

#### **4.5.5 Elaboração do estudo de viabilidade econômica das prioridades na execução de madeiramento de cobertura**

O detalhamento do projeto de madeiramento incide em custos por parte do tempo disponibilizado pelo Arquiteto para compô-lo. Desta forma, os valores podem variar de um profissional para outro. Utilizou-se o valor médio cobrado por um

projeto com estas características, ou seja, R\$ 800,00. No entanto, pode-se verificar que os dados obtidos até então não permitiriam estimar de forma precisa a possibilidade de se reduzir os resíduos de madeira. Sendo assim, achou-se mais conveniente realizar a viabilidade econômica após a implementação desta oportunidade de P+L (item 4.5.8), ou seja, de posse dos resultados antes e depois da P+L. Este caso demonstra a dificuldade que muitas empresas podem vir a enfrentar ao seguir os passos da metodologia, ou seja, o ordenamento das etapas. Neste sentido, deve-se ressaltar que o ordenamento da metodologia de P+L pode, muitas vezes, ser alterado de acordo com as características de cada estudo.

#### **4.5.6 Estabelecimento de um plano de monitoramento da execução de madeiramento de cobertura**

O plano de monitoramento consistiu em monitorar as peças de madeira selecionadas para o estudo, ou seja, caibro, terça, frechal e cumeeira.

##### **- Monitoramento do uso da madeira**

Onde realizar: etapa 1 (Seleção das peças) representa a entrada de materiais e etapa 2 (corte das peças) representa as saídas.

Quando realizar: sempre que houver este serviço.

Quem deve realizar: responsável pela execução do serviço.

Como realizar: verificar o consumo de madeira por m<sup>2</sup> de área executada.

Por que realizar: a fim verificar a eficiência na utilização da madeira.

#### **4.5.7 Implantação das oportunidades de produção mais limpa priorizadas na execução de madeiramento de cobertura.**

Neste estudo, houve a possibilidade de se aplicar a oportunidade de P+L priorizada no item 4.5.4, ou seja, o detalhamento do projeto de madeiramento (minimização de resíduos). A aplicação tornou-se possível devido à realização da

execução de outro madeiramento de cobertura pela mesma empresa no mesmo período.

Desta forma, o Ecotime ficou responsável por repassar para o projetista, informações a respeito do estudo, bem como a necessidade de uma especificação detalhada das dimensões das peças que iriam compor o madeiramento de cobertura. Com base na dimensão das peças, o Ecotime realizou um estudo de otimização de compras das peças de madeira, caibro (6 x 12 cm), frechal, terça e cumeeira (10x20 cm). É válido ressaltar que a venda das madeiras é feita de meio em meio metro.

O estudo consistiu em definir a quantidade exata de peças a serem compradas a partir do detalhamento do projeto, buscando a otimização no seu uso, o qual pode ser analisado no Apêndice A. É válido ressaltar que o mesmo serve como modelo exemplificativo, visto que o estudo envolveu um total de 155 peças.

A área analisada foi de 279,84 m<sup>2</sup>.

Desta forma, os dados de compra obtidos foram os seguintes:

- Compra de caibro (6 x 12 cm) = 3,54 m<sup>3</sup> ou 3.766,24 kg
- Compra de terça, fechal e cumeeira (10 x 20 cm) = 3,54 m<sup>3</sup> ou 3.766,24 kg
- Total da compra = 7,09 m<sup>3</sup> ou 7.532,48 kg

Com isso, após o término do serviço, realizou-se a medição das peças descritas anteriormente em balança industrial. O volume de resíduos gerados obtido foi o seguinte:

- Resíduos de caibro (6 x 12 cm) = 0,18 m<sup>3</sup> ou 191,50 kg
- Resíduos de frechal, terça e cumeeira (10 x 20 cm) = 0,19 m<sup>3</sup> ou 202,14 kg
- Total de resíduos de madeira = 0,37 m<sup>3</sup> ou 393,65 kg para uma área de 279,84 m<sup>2</sup>.

Para fins de análise comparativa dos estudos antes e depois da P+L, verificou-se a necessidade de se estabelecer indicadores de desempenho, com o intuito de verificar o volume de resíduos gerados por m<sup>2</sup> de área executada.

#### **4.5.8 Definição dos indicadores do processo de execução de madeiramento de cobertura**

- *peso específico do m<sup>3</sup> de Angelim Vermelho = 1.063,91 kg por m<sup>3</sup>*
- *custo do m<sup>3</sup> do caibro de Angelim Vermelho = R\$ 611,11*
- *custo do m<sup>3</sup> das peças de frechal, terça e cumeeira = R\$ 666,00*

Seguem os dados obtidos nas etapas anteriores, ou seja, a situação antes da P+L e depois da P+L, ou seja, com a implementação da oportunidade de minimização de resíduos de madeira (detalhamento do projeto de cobertura).

##### **Antes P+L**

- *área de madeiramento executada = 164,33 m<sup>2</sup>*
- *total compra (caibro, terça, frechal e cumeeira) = 5,19 m<sup>3</sup> ou 5.521,69 kg*
- *52 % de caibro = 2,70 m<sup>3</sup>*
- *48 % de frechal, terça e cumeeira = 2,49 m<sup>3</sup>*
- *total de resíduos (caibro, terça, frechal e cumeeira) = 0,27 m<sup>3</sup> ou 287,26 kg*

##### **Pós P+L**

- *área de madeiramento executada = 279,84 m<sup>2</sup>*
- *total compra (caibro, terça, frechal e cumeeira) = 7,09 m<sup>3</sup>*
- *50 % de caibro (6 x 12 cm) = 3,54 m<sup>3</sup>*
- *50 % de frechal, terça e cumeeira (10 x 20 cm) = 3,54 m<sup>3</sup>*

- total de resíduos (caibro, terça, frechal e cumeeira) = 0,37 m<sup>3</sup> ou 0,1850 m<sup>3</sup> de caibro e 0,1850 m<sup>3</sup> de frechal, terça cumeeira.

Os indicadores ambientais utilizados foram os seguintes:

- **compra de madeira** = total de compra de madeira

área de madeiramento executada

- **geração de resíduos de madeira** = total de resíduos

área de madeiramento executada

- **custo associado ao desperdício da madeira** =

custo do m<sup>3</sup> da madeira x volume de resíduos gerados por tipo de peça

área de madeiramento executada

Com base nos indicadores acima, elaborou-se a tabela 9, a qual possibilita uma análise comparativa dos resultados obtidos com a implementação da oportunidade de P+L (detalhamento do projeto de madeiramento de cobertura).

Tabela 9 – Indicadores antes e após P+L da execução do madeiramento de cobertura

<b>Indicador</b>	<b>Antes P+L</b>	<b>Pós P+L</b>	<b>Economia</b>
Compra de madeira	0,0316 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> 33,60 kg / m <sup>2</sup>	0,0253 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> 26,95 kg / m <sup>2</sup>	24,90%
Geração de resíduos de madeira	0,0016 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> 1,7023 kg / m <sup>2</sup>	0,0013 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> 1,3831 kg / m <sup>2</sup>	24,90%
Custo associado ao desperdício de madeira	R\$ 1,0516 / m <sup>2</sup>	R\$ 0,8443 / m <sup>2</sup>	24,90%

Pode-se verificar através da tabela 9 que o detalhamento do projeto permitiu realizar uma compra otimizada, ou seja, pode-se comprar menos madeira por m<sup>2</sup> de área executada. Neste sentido, verifica-se que a geração de resíduos pode ser minimizada na fonte, medida esta classificada no nível 1 da aplicação da P+L.

Da mesma forma, pode-se verificar a existência de uma compra mais otimizada, a qual permitiu reduzir em 24,90% o volume de madeira por m<sup>2</sup> de área a

ser executada. **Sendo assim, pode ser realizada a análise de viabilidade econômica.**

Custo do projeto detalhado de madeiramento de cobertura = R\$ 800,00.

Custo total das peças para execução do projeto (Pós P+L) = R\$ 4.520,97 para uma área de 279,84 m<sup>2</sup>.

- Redução da madeira comprada por m<sup>2</sup> de área executada = 24,90%;
- Redução nos custos de compra da madeira = R\$ 1.125,72.

Pode-se verificar que o projeto detalhado é viável economicamente, pois o benefício econômico (R\$ 1.125,72) foi superior ao custo do projeto (R\$ 800,00). Neste sentido, pode-se constatar neste estudo que a viabilidade econômica depende do tamanho do telhado a ser executado, o qual deverá possuir dimensões superiores a 198,87 m<sup>2</sup>.

Enfim, pode-se perceber que o projeto é fundamental para minimização de resíduos na execução de madeiramento de cobertura.

#### **4.6 DOCUMENTAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO**

A documentação dos estudos de caso foi realizada através de um relatório final e apresentação formal dos estudos para a alta administração da Fares Engenharia. Pode-se perceber através dos dois estudos apresentados que os projetos são fundamentais para que se obtenha resultados expressivos com a P+L no setor de construção civil. Também foi possível verificar que a P+L deve ser aplicada na elaboração de projetos (arquitetônico, hidrossanitário, elétrico entre outros), pois ambos estudos demonstraram a possibilidade de se prevenir a geração de resíduos, medida esta classificada no nível 1 da aplicação da P+L, mais especificamente na alteração do produto, utilizando-se dos fundamentos do Ecodesign. Contudo, medidas de reciclagem interna e externa também devem ser implementadas a fim de reduzir o impacto ambiental.

Também foi elaborado um plano de continuidade com o intuito de promover a busca pela melhoria contínua dos serviços realizados pela empresa, que pode ser observado na tabela 10.

Tabela 10 – Plano de continuidade da P+L

<b>Oportunidades e/ou problemas</b>	<b>Plano de ação, estratégias ou opções</b>	<b>Barreiras e necessidades</b>
Minimizar os resíduos de cerâmica na fonte	Adequar as áreas a serem revestidas com a dimensão das cerâmicas e rejunte (Readequação do projeto arquitetônico) de forma que se consiga eliminar os cortes efetuados para assentamento da mesma.	Antecipar questões decorativas e conseguir o comprometimento do arquiteto.
Identificar outros serviços que possam vir a ser otimizados com a alteração nos projetos	Sensibilizar os projetistas (Arquitetos, Engenheiros) a inserirem a variável ambiental nos projetos	Disponibilidade destes profissionais e custo da mão de obra
Coleta seletiva dos resíduos	Contratação de container coberto para armazenamento dos resíduos passíveis de serem reciclados e sensibilização dos funcionários	Comprometimento dos funcionários
Utilização de materiais tóxicos para tratamento da madeira	Simulação de uso de materiais menos tóxicos	Pouca oferta destes produtos e qualidade geralmente inferior
Reaproveitamento dos cacos de cerâmica	Orçar o custo da mão de obra para elaboração de mosaicos	Aceitação do cliente para reaproveitar os resíduos

#### **4.7 BARREIRAS ENCONTRADAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA DE P+L NO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

A implementação da P+L implica em mudanças, tanto no nível de processo, como no nível de produto. Contudo, para que estas mudanças sejam efetivas, é de fundamental importância que a empresa sinta-se motivada a implantar alterações que visem a melhoria do desempenho ambiental. Mais ainda, é necessário que se consiga o apoio e a participação de todos os funcionários, sejam eles ocupantes de níveis hierárquicos elevados ou não. As barreiras encontradas foram as seguintes:

- resistência dos funcionários terceirizados para realização das medições em campo;
- apesar de ter sido realizada uma explicação dos objetivos do trabalho para os funcionários terceirizados, estes sentiam-se constrangidos em serem analisados, pois entendiam que o trabalho era uma crítica ao serviço por eles prestado;
- as medições tiveram que ser acompanhadas pelo Ecotime, a fim de evitar uma possível “camuflagem” do desperdício de insumos no serviço executado.
- o setor de construção civil produz um único produto, ou seja, geralmente é inviável aplicar as oportunidades de P+L no mesmo empreendimento em que foi realizado o balanço ambiental e de processos, o que não acontece numa empresa tradicional onde pode-se realizar o balanço ambiental baseado na amostragem de uma semana, analisar os dados obtidos e aplicar as oportunidades no mesmo processo;
- inviabilidade de realização do estudo em todo o processo de construção devido à complexidade do trabalho e o término para conclusão do mesmo.

## CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1 CONCLUSÕES

Esta dissertação teve como preocupação básica apresentar e analisar a implementação da metodologia de P+L na construção de uma residência. Devido ao seu enfoque preventivo, pode-se verificar a validação da metodologia, bem como as possibilidades de se reduzir, na fonte, os resíduos gerados, medida esta que possibilita as empresas do setor de construção civil aumentarem sua competitividade através da racionalização dos processos e conseqüente redução do impacto ambiental e custos produtivos.

Com relação aos objetivos específicos, em especial a identificação das oportunidades de P+L, percebeu-se a dificuldade de se alterar os procedimentos operacionais para fins de melhorias nos processos. Isto ocorreu devido à qualidade dos serviços executados pelos funcionários terceirizados. Da mesma forma, é válido ressaltar que nestes tipos de serviços, o “vício profissional”, ou seja, o método de trabalho já está incorporado no profissional, o que resulta em resistência a mudanças e possíveis barreiras interpessoais, pois os mesmos não estão dispostos a mudar sua forma de trabalho para atender as exigências de um serviço temporário.

Os estudos aplicados de P+L de execução de revestimento cerâmico e madeiramento de cobertura possibilitaram perceber que a execução dos serviços é feita de acordo com as especificações do projeto. Sendo assim, verificou-se que a elaboração de projetos detalhados é fator determinante para que se consiga prevenir a geração de resíduos no setor de construção civil.

Esta pesquisa permitiu verificar que um projeto bem detalhado possibilita:

- evitar retrabalhos por facilitar a interpretação pelo responsável do serviço;
- realizar compras de materiais de forma otimizada, ou seja, compras mais ajustadas às reais necessidades de consumo na obra;
- reduzir desperdícios;

- reduzir custos de produção.

Neste sentido, os resultados obtidos, em especial, a redução de 23,08% dos resíduos de madeira, demonstraram que o enfoque preventivo deve ser prioritário na busca da redução do impacto ambiental causado pelos processos contrutivos de empreendimentos urbanos, sendo o *Ecodesign* a principal ferramenta da P+L para minimizar os resíduos na fonte. É válido ressaltar que o mesmo deve estar integrado aos projetos que envolvem a execução de uma obra.

Pode-se perceber, também, que a P+L não só possibilita alcançar benefícios ambientais, como também benefícios econômicos, estes fundamentais para promoção de práticas ambientalmente corretas.

Como o objeto de estudo foi a construção de uma residência particular e personalizada, constatou-se uma melhor adaptação da metodologia para empreendimentos urbanos, em que não haja interferência do cliente. Neste sentido, pode-se citar os prédios “fechados”, ou seja, prontos para comercialização, as residências construídas para pessoas de baixa renda (blocos habitacionais) como passíveis de obtenção de significativos benefícios ambientais e econômicos, pois estes podem ser projetados de forma a otimizar o uso de matéria-prima, insumos e auxiliares.

No entanto, sabe-se que a eliminação total dos resíduos é praticamente impossível. Neste sentido, deve-se ressaltar a importância de se buscar formas de reaproveitamento interno dos resíduos gerados, ou seja, a reutilização dos mesmos no próprio empreendimento, assim como medidas que viabilizem a reciclagem externa dos resíduos.

No que se refere à inserção do conceito de P+L na cultura da organização, pode-se afirmar que percebeu a importância da prevenção na geração de resíduos no setor de construção civil, pois está desenvolvendo outros estudos com enfoque na não geração de resíduos.

As barreiras encontradas para implementação da metodologia de P+L no setor de construção civil foram as seguintes: resistência dos funcionários, dificuldade

para realizar as medições em campo e inexistência de um fluxo contínuo de atividades, ou seja, a construção civil produz um único produto.

Enfim, a P+L possibilitou agregar novos conhecimentos aos profissionais ligados ao setor de construção civil, em especial, para engenheiros, técnicos em edificações e arquitetos. Através desta mudança de paradigma proporcionada pela implementação da P+L, os projetos que envolvem uma obra passaram a serem vistos por estes profissionais como uma alternativa para prevenção dos resíduos. Desta forma, pode-se concluir que a meta da P+L foi alcançada, ou seja, desenvolver dentro das empresas a cultura da racionalidade e o paradigma da prevenção.

## **5.2 CONTRIBUIÇÕES**

A principal contribuição deste trabalho foi demonstrar a possibilidade de se agir na causa da geração dos resíduos do setor de construção civil, ou seja, romper o paradigma de que os desperdícios são características do setor e que as técnicas de reciclagem externa são a única saída para reduzir a degradação ambiental de processos construtivos.

Este estudo, também, promove a busca de medidas pró-ativas pelo setor através da implementação da metodologia de P+L, pois demonstrou que o meio ambiente é uma oportunidade de negócios na medida em que reduzindo desperdícios as empresas tornam-se mais competitivas.

Outra contribuição foi demonstrar como a P+L enquadra-se na construção civil, o que pode vir a facilitar a aplicação da metodologia em outros empreendimentos urbanos.

## **5.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Este trabalho de pesquisa, como tantos outros, não esgota o assunto, o que permite perceber algumas outras oportunidades de aplicação da metodologia de P+L

proposta pela UNEP/UNIDO no setor de construção civil. Sendo assim, descreve-se algumas sugestões para pesquisas futuras, tais como:

- Aplicar a metodologia de P+L em empreendimentos urbanos em que não haja interferência do cliente a fim de verificar os benefícios ambientais e econômicos resultantes de projetos que visem otimizar o uso de matéria-prima, insumos e auxiliares.

- Aplicar a metodologia de P+L em outros serviços do setor de construção civil, como os de impermeabilização, instalações hidráulicas, instalações elétricas, entre outros.

- Verificar a viabilidade de se substituir materiais tóxicos por menos tóxicos nos serviços de impermeabilização, pintura e outros que apresentem insumos toxicologicamente importantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASIL. Conama aprova reciclagem de resíduos sólidos da construção civil. Disponível em: <<http://www.producaomaislimpabrasil.org.br/jornal/jornal.htm>>. Acesso em: 13 jul. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

BACKER, Paul de. **Gestão ambiental**: administração verde. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1995.

BARBIERI, Edison. **Desenvolver ou preservar o meio ambiente?** São Paulo: Cidade Nova, 1996.

BARBIERI, José C. **Desenvolvimento e meio ambiente**: as estratégias de mudança da Agenda 21. Rio de Janeiro: Vozes, 1997.

BARONI, Margaret. Ambigüidades e deficiências do conceito de desenvolvimento sustentável. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 14-24, abr./jun. 1992.

BRAGA, Roberto. **Fundamentos e técnicas de administração financeira**. São Paulo: Atlas, 1989.

BRANDALISE, Loreni T. **A aplicação de um método de gerenciamento para identificar aspectos e impactos ambientais em um laboratório de análises clínicas**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

BREZER, Han et al. **Promise manual**. Delft: University of Technology: Rathenau Institut the Netherlands, 1996.

CAJAZEIRA, Jorge E. R. **ISO 14.001**: manual de implantação. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

CALLENBACH, Ernest et al. **Gerenciamento ecológico**. 9. ed. São Paulo: Cultrix/Amaná, 1993.

CAMPOS, L. M. S. **Um estudo para definição e identificação dos custos da qualidade ambiental**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

CAPRA, F. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix, 1996.

CEBDS. Rio + 10, a posição do CEBDS. Disponível em: <<http://www.cebds.com>>. Acesso em: 10 out. 2002.

CEF.CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Reciclagem do entulho para produção de materiais de construção**. Salvador: Ed. da UFBA, 2001.

CHEHEBE, José R. B. O ciclo de vida dos produtos. **Revista CNI**, n. 305, p. 22-28, fev. 1998.

CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Cortez, 1991.

CMMAD. **Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**: nosso futuro comum. Rio de Janeiro: FGV, 1998.

CNTL. A produção mais limpa como um fator do desenvolvimento sustentável. Disponível em: <<http://www.holographic.com.br/~prj/cntl/sobre-4suten.htm>>. Acesso em: 10 dez. 2000a.

CNTL. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Disponível em: <<http://www.holographic.com.br/~prj/cntl/sobre-2cntl.htm>>. Acesso em 10 dez. 2000b.

CNTL. Como implantar produção mais limpa. Disponível em:  
<<http://www.holographic.com.br/~prj/cntl/sobre-6como.htm>>. Acesso em: 10 dez. 2000c.

CNTL. **Manual 1 – Questões ambientais e produção mais limpa.** Porto Alegre, 2000d.

CNTL. **Manual 12 – Estudo de viabilidade econômica.** Porto Alegre, 2000e.

CNTL. **Manual 2 – Diagnóstico ambiental e de processos.** Porto Alegre, 2000f.

CNTL. **Manual 4 – Relatório da implantação do programa de produção mais limpa.** Porto Alegre, 2000g.

CNTL. **Manual 5 - Implantação de programas de produção mais limpa.** Porto Alegre, 2000h.

CNTL. **Manual 7 – Indicadores ambientais e plano de monitoramento.** Porto Alegre, 2000i.

CNTL. O que é produção mais limpa? Disponível em:  
<<http://www.holographic.com.br/~prj/cntl/sobre-3oque.htm>>. Acesso em: 10 dez. 2000j.

CNTL. Qual a vantagem de se adotar produção mais limpa. Disponível em:  
<<http://www.holographic.com.br/~prj/cntl/sobre-5vantagem.htm>>. Acesso em 10 dez. 2000k.

COIMBRA, R. et al. As organizações como sistemas saudáveis. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 33-41, jul./ago. 1995.

D'AVIGNON, Alexandre. **Normas ambientais ISO 14.000:** como podem influenciar sua empresa. Rio de Janeiro: CNI, 1995.

DIAS, Genebaldo, F. **Educação ambiental:** princípios e práticas. 2. ed. São Paulo: Gaia, 1993.

DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na empresa.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

DOZOL, Isolete de Souza. Meio ambiente: estratégias para o desenvolvimento sustentável na indústria. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE INDUSTRIALIZAÇÃO DE CARNES, 4., Chapecó, 2002. **Anais...** Chapecó: [s.n], 2002.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Prevenção de resíduos na fonte e economia de água e energia.** São Paulo, 1998.

FURTADO, João S. Atitude ambiental sustentável na Construção Civil: ecobuilding & produção limpa. Disponível em: <[www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa](http://www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa)>. Acesso em: 2 jul. 1999.

FURTADO, João. S. Auditorias, sustentabilidade, ISO 14.000 e produção limpa: limites e mal entendidos. Disponível em: <[www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa](http://www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa)>. Acesso em: 16 abr. 2001.

FURTADO, João S. Ecoeficiência. Disponível em: <[www.teclim.ufba.br/jsfurtado/frame.asp?id=ecoedificacao](http://www.teclim.ufba.br/jsfurtado/frame.asp?id=ecoedificacao)>. Acesso em: 10 nov. 2001.

FURTADO, João S. Eco-habitação desenvolvimento sustentável e a construção civil. Disponível em: <<http://www.teclim.ufba.br/jsfurtado/frame.asp?id=ecoedificacao>>. Acesso em: 11 dez. 2001.

GAZETA MERCANTIL. Gestão Ambiental: compromisso da empresa, São Paulo, n. 1, abr. 1996a. Suplemento.

GAZETA MERCANTIL. Gestão Ambiental: compromisso da empresa, São Paulo, n. 4, abr. 1996b. Suplemento.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1994.

GODOY, Arilda S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GOUVEIA, A. J. Notas a respeito das diferentes propostas metodológicas apresentadas. **Cadernos de Pesquisa**, n. 49, maio 1984.

GREENPEACE. Report on line: o que é produção limpa. Disponível em: <[www.greenpeace.org.br](http://www.greenpeace.org.br)>. Acesso em: 14 de out. 1997.

GRIPPI, Sidney. Vale a pena comprar de poluidores? **Revista Banas Ambiental**, p. 60, ago. 2000.

IEL. Benefícios da produção mais limpa. Disponível em: <<http://www.iel-sc.com.br/p+l/beneficios.html>>. Acesso em: 9 de out de 2002.

JOHN, L. O que está na mesa de negociações da Rio + 10. Disponível em: <[www.riomaisdez.gov.br](http://www.riomaisdez.gov.br)>. Acesso em: 15 set. 2002.

KRAUSE, Gustavo. Entrevista. **Revista CNI**, n. 303, out. 1997.

KRAUSE, Gustavo. Meio Ambiente, um bom negócio. **Gazeta Mercantil**. Gestão ambiental: compromisso da empresa. São Paulo, n. 2, abr. 1996. Suplemento.

LEONARDO, Vera S. **A contabilidade e o meio ambiente**: uma visão das indústrias químicas certificadas pela ISO 14000. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

LERÍPIO, Alexandre. **Gaia**: um método de gerenciamento de aspectos e impactos ambientais. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

LORA, Electos. **Prevenção e controle da poluição no setor energético industrial de transporte**. Brasília: ANEEL, 2000.

MAIMON, Dália. **Passaporte verde**: gerência ambiental e competitividade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

MARCONI, Marina de A. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

MEDEIROS, Adriana de. **O processo de estruturação da personalidade dos microempresários diante dos problemas de avaliação tecnológica dos**

**processos produtivos numa perspectiva de ecodesign.** 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

MEYER, Murilo M. **Gestão ambiental no setor mineral:** um estudo de caso. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

MISRA, Krishna B. **Clean production:** environmental and economic perspectives. New York: Springer, 2000.

MONTIBELLER FILHO, Gilberto. **O mito do desenvolvimento sustentável:** meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtivo de mercadorias. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2001.

NASCIMENTO, Carlos Adílio M. Em busca da ecoeficiência. Disponível em: <[www.rs.senai.br/cntl](http://www.rs.senai.br/cntl)>. Acesso em: 14 jun. 2000.

OLIVEIRA FILHO, Francisco A. **Aplicação do conceito de produção limpa:** estudo em uma empresa metalúrgica do setor de transformação do alumínio. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

PANAIOTOV, T. **Mercados verdes:** a economia do desenvolvimento alternativo. Rio de Janeiro: Nórdica, 1994.

PAULI, Gunter. **Emissão zero:** a busca de novos paradigmas. Porto Alegre: Ed. da PUCRS, 1996.

REDE BRASILEIRA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA. Disponível em: <<http://www.pmaisl.com.br>>. Acesso em 12 set. 2002.

REIS, Maurício J. L. **Gazeta Mercantil.** Gestão Ambiental: compromisso da empresa. São Paulo, n. 5, abr. 1996. Suplemento.

ROESCH, Sylvia M. A. et al. **Projetos de estágios do curso de administração:** guia para pesquisas, projetos, estágios e trabalhos de conclusão de curso. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI**: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel, 1993.

SILVA, Edna L.; MENEZES, Estera M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância, 2001.

SOUZA, Roberto de. **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras**. São Paulo: Pini, 1995.

SOUZA, Roberto et al. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obra**. São Paulo: Pini, 1996.

TEICH, Daniel H. A terra pede socorro. **Revista Veja**, ano 35, n. 33, ago. 2002.

THOMAZ, Ercio. A construção da qualidade. **Revista Técnica**, n. 54, set. 2001a.

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: Editora Pini, 2001b.

TIBOR, Tom. **ISO 14.000**: um guia para as novas normas de gestão ambiental. São Paulo: Berkley Brasil, 1996.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

UNEP/UNIDO. **Cleaner production assesment manual**. Part one – introduction to cleaner production. Draft, 1995.

WEBER, Allan. Jardim. **Revista Exame**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 14-24, 16 jun. 1992.

VALLE, Cyro E. **Qualidade ambiental**: como ser competitivo protegendo o meio ambiente. São Paulo: Pioneira, 1995.

## **APÊNDICE A**

Modelo de detalhamento do projeto de madeiramento de cobertura