

**UNIÃO EDUCACIONAL DO NORTE – UNINORTE
ENGENHARIA CIVIL**

YASMIN CAROLINA DA SILVA ARAÚJO

**PRODUÇÃO MAIS LIMPA APLICADA À CONSTRUÇÃO CIVIL EM
RIO BRANCO-AC**

Rio Branco/AC
2018

YASMIN CAROLINA DA SILVA ARAÚJO

**PRODUÇÃO MAIS LIMPA APLICADA À CONSTRUÇÃO CIVIL EM
RIO BRANCO-AC**

Monografia apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil na Faculdade União Educacional do Norte - UNINORTE.

Orientador: Profº Esp. Pedro Paulo

Rio Branco/AC
2018

YASMIN CAROLINA DA SILVA ARAUJO

PRODUÇÃO MAIS LIMPA APLICADA À CONSTRUÇÃO CIVIL

Monografia apresentada como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil na Faculdade União Educacional do Norte - UNINORTE.

Banca Examinadora

Profº. Esp. Pedro Paulo
Orientador

Banca examinadora

Banca examinadora

Rio Branco, 29 de junho de 2018.

Dedico esta monografia as minhas mães Rosa (avó) e Lucia, e ao meu pai Padilha (in memoriam), por todo apoio que recebi durante a minha vida e pelo incentivo ao estudo, com todo o meu amor e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a realização deste trabalho, primeiramente, a Deus por toda proteção, saúde e inteligência na qual me possibilitou concluir mais uma etapa da minha vida.

Agradeço as minhas mães e meu falecido pai, por sempre me incentivarem a estudar e buscar meus objetivos.

Agradeço ao meu namorado por todo incentivo e apoio durante a faculdade.

Agradeço aos meus amigos e familiares que me ajudaram a evoluir como pessoa e me apoiaram durante meu estudo.

Ao meu orientador pelo incentivo, e suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivo.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

*“Ambiente limpo não é o que mais se
limpa e sim o que menos se suja”.*

(Chico Xavier)

RESUMO

As demandas por maior responsabilidade social e ambiental, a pressão dos mercados consumidores e custos inerentes aos processos produtivos têm feito empresas adotarem estratégias em suas produções, que possam gerar um diferencial competitivo, com redução de impactos ambientais. Neste contexto, pretende-se contribuir para o debate a respeito do surgimento de um novo modelo de produção, que possa atender às atuais necessidades das empresas, em busca de um melhor desempenho ambiental: o modelo de Produção Mais Limpa (P+L). O presente trabalho constitui-se na aplicação da Metodologia de Produção Mais Limpa, proposta pela UNEP/UNIDO no setor de Construção Civil, em especial as consolidadas no mercado da construção civil no mercado de Rio Branco, no estado do Acre. Os Resíduos da Construção Civil podem representar 61% dos Resíduos Sólidos Urbanos gerados, assim apresenta-se uma metodologia com possibilidade de minimizar, na fonte, os resíduos gerados nos processos construtivos, propiciando benefícios ambientais e econômicos às empresas envolvidas neste contexto.

Palavras chaves: Sustentabilidade. Produção Mais Limpa. Resíduos

RESUMEN

Las demandas por mayor responsabilidad social y ambiental, la presión de los mercados consumidores y costos inherentes a los procesos productivos han hecho que las empresas adopten estrategias en sus producciones, que puedan generar un diferencial competitivo, con reducción de impactos ambientales. En este contexto, se pretende contribuir al debate sobre el surgimiento de un nuevo modelo de producción, que pueda atender a las actuales necesidades de las empresas, en busca de un mejor desempeño ambiental: el modelo de Producción Más Limpia (P + L). El presente trabajo se constituye en la aplicación de la Metodología de Producción Más Limpia, propuesta por UNEP / UNIDO en el sector de Construcción Civil, en especial las consolidadas en el mercado de la construcción civil en el mercado de Rio Branco, en el estado de Acre. Los Residuos de la Construcción Civil pueden representar el 61% de los Residuos Sólidos Urbanos generados, así se pretende presentar una metodología que pueda ser utilizada, con posibilidad de minimizar, en la fuente, los residuos generados en los procesos constructivos, propiciando beneficios ambientales y económicos a las empresas involucradas en este contexto.

Palabras claves: Sostenibilidad. Producción más limpia. Residuos

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 1 | Evolução das questões ambientais | 22 |
| Figura 2 | Diferenças entre a abordagem convencional e a PML | 30 |
| Figura 3 | Fluxograma mestre das ações para prevenção e controle da poluição... | 31 |
| Figura 4 | Centros Nacionais de Produção Mais Limpa no Mundo..... | 36 |
| Figura 5 | Núcleos de Produção Mais Limpa Instalados no Brasil..... | 37 |
| Figura 6 | Pressões exercidas sobre as indústrias | 41 |
| Figura 7 | Fluxograma para caracterização da disposição final dos resíduos resultados da pesquisa de campo..... | 49 |
| Figura 8 | Análise quantitativa de entradas e saídas do processo produtivo | 67 |
| Figura 9 | Fluxograma da Geração de Opções de Produção Mais Limpa | 69 |
| Figura 10 | Estágio da implementação do plano de monitoramento..... | 73 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Barreiras que podem dificultar a implementação do Programa P+L | 35 |
| Quadro 2 – Materiais perigosos presentes no fluxo de RCD..... | 48 |
| Quadro 3 - Segregação dos Resíduos de Gesso | 60 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 Perdas de materiais | 40 |
| Tabela 2 Padrão de cores para a coleta seletiva | 53 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|---------------|---|
| CEBDS | Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável |
| CNI | Confederação Nacional das indústrias |
| CONAMA | Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| DTIE | Division of Technology, Industry and Environment |
| ECO 92 | Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento |
| NCPC | Centros Nacionais de Produção Mais Limpa |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| PGCC | Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| PNRS | Política Nacional de Resíduos Sólidos |
| PNUMA | Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente |
| RCC | Resíduos da construção civil |
| RCD | Resíduos de Construção e Demolição |
| SENAI | Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial |
| UICN | União Internacional para a Conservação da Natureza |
| UNEP | Unidade de Ensino e Pesquisa Integralizada |
| UNIDO | Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 15 |
| 2 OBJETIVOS..... | 16 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL..... | 16 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS | 16 |
| 3 METODOLOGIA | 17 |
| CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 18 |
| 1.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL..... | 18 |
| 1.1.1 Evolução das Questões Ambientais na Construção Civil | 20 |
| 1.2 PRODUÇÃO MAIS LIMPA | 24 |
| 1.2.1 Histórico da Produção Mais Limpa..... | 26 |
| 1.2.2 O <i>Ecodesign</i> como Ferramenta da Produção Mais Limpa | 28 |
| 1.2.3 Tecnologias de Fim de Tubo e a Produção Mais Limpa | 29 |
| 1.2.4 Benefícios Decorrentes da Implementação da Produção Mais Limpa | 32 |
| 1.2.5 Barreiras à Implementação de Ações de Produção Mais Limpa..... | 34 |
| 1.3 O CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS E OS NÚCLEOS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO BRASIL | 35 |
| 1.3.1 Linhas de Atuação dos Centros Nacionais de Tecnologias Limpas | 36 |
| 1.4 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS | 38 |
| 1.4.1 Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil | 42 |
| CAPÍTULO 2: GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO | 45 |
| 2.1 A RESOLUÇÃO 307 DO CONAMA..... | 45 |
| 2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SOLIDOS | 46 |
| 2.2.1 Composição dos RCD..... | 48 |
| 2.2.2 Caracterização dos RCD..... | 48 |
| 2.2.3 Impactos Causados pelos RCD | 49 |
| 2.3 GERENCIAMENTO DE RCD NO CANTEIRO DE OBRAS..... | 50 |
| 2.3.1 Organização, Limpeza e Segregação de Resíduos | 51 |
| 2.3.2 Acondicionamento dos Resíduos..... | 52 |
| 2.3.3 Transporte dos RCD..... | 53 |
| 2.3.4 Destinação Final dos Resíduos | 53 |
| 2.4 IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS..... | 55 |

| | |
|--|-----------|
| 2.4.1 Resíduos Classe A | 55 |
| 2.4.2 Resíduos Classe B | 57 |
| 2.4.3 Resíduos Classe C | 59 |
| 2.4.4 Resíduos Classe D | 61 |
| | |
| CAPÍTULO 3: IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL..... | 63 |
| 3.1 DESCRIÇÃO DAS FASES DA METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA | 63 |
| 3.1.1 Etapa 1..... | 64 |
| 3.1.2 Etapa 2..... | 65 |
| 3.1.3 Etapa 3..... | 66 |
| 3.1.4 Etapa 4..... | 71 |
| 3.1.5 Etapa 5..... | 72 |
| | |
| CONCLUSÃO | 75 |
| | |
| REFERÊNCIAS..... | 77 |

1 INTRODUÇÃO

Até duas décadas atrás, a grande maioria dos países ocidentais considerava o meio ambiente como um local de aquisição de matéria-prima e destinação de resíduos, sem quaisquer perspectivas para os respectivos impactos ambientais decorrentes das atividades produtivas.

Desta forma, verifica-se que as empresas, atualmente, 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 consequência, 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 diminuição dos níveis de poluição, melhoria nas condições de trabalho, melhoria da imagem, entre outras.

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 – Caixa Econômica Federal (2001), estima-se que o setor seja responsável por cerca de 40% dos 11 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.

Neste contexto, a busca pela otimização dos materiais utilizados pelo setor é de fundamental importância. As implementações 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.

Assim, surge o conceito de Produção Limpa, como metodologia integrada para questões ambientais centradas no processo e nos produtos, como alternativa viável para a redução dos impactos ambientais inerentes aos processos produtivos, com fulcro, também na lucratividade econômica das empresas, a partir da implementação dessa metodologia.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do presente trabalho é: Apresentar e analisar a implementação da Metodologia de Produção Mais Limpa no setor de construção civil.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 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.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa científica será produzida com base em uma pesquisa bibliográfica, buscando base sólida de conhecimento junto a autores renomados e estudiosos com o intuito de promover uma reflexão teórica acerca da produção mais limpa aplicada a construção civil. Será realizada uma abordagem qualitativa a respeito da importância da produção mais limpa e como esta pode estar sendo desenvolvida no setor da construção civil. Também será realizada pesquisa em publicações científicas e revistas que tratam do assunto, para esse item será utilizado o auxílio da internet, em se tratando de internet também será pesquisado normas em sites oficiais relacionados a Produção Mais Limpa.

Como se trata de um tema de estudo amplo e tem objetivo descritivo, ou seja, não se trata de um caso específico, não será realizada pesquisa de campo ou elaboração de questionários para levantamento de dados, bastando para tanto somente a pesquisa bibliográfica com a finalidade de sanar os questionamentos e evidenciar os fatos que se propôs a comprovar de maneira que se chega a uma verdade satisfatória ou pelo menos que se tenha um maior entendimento sobre o assunto pesquisado.

Este trabalho está estruturado em três capítulos, na qual o capítulo 1 constitui a fundamentação teórica dos temas relativos ao desenvolvimento sustentável, à qualidade ambiental nas organizações, à Produção Mais Limpa e ao setor de construção civil.

O capítulo 2 apresenta as classes dos resíduos e a forma de reciclagem dos materiais utilizados na construção civil.

O capítulo 3 apresenta a implantação da metodologia de Produção Mais Limpa no setor de construção civil, enfatizando os benefícios ambientais e econômicos resultantes.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

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.

Ignacy Sachs (1986) foi quem formulou os seis princípios básicos do ecodesenvolvimento que deveriam orientar essa nova visão do desenvolvimento. Para Sachs, os princípios elencados são:

- a) A satisfação das necessidades básicas;
- b) A solidariedade com as gerações futuras;
- c) A participação da população envolvida;
- d) A preservação dos recursos naturais e do meio ambiente em geral;
- e) A elaboração de um sistema social garantindo;
- f) Programas de educação.

Diante deste cenário surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável, com a ideia de aliar a o desenvolvimento econômico com o ambiental, para que se obtenha harmonia entre o ser humano e o meio ambiente. Para Sachs (1986, p. 115), ecodesenvolvimento é um

desenvolvimento endógeno e, dependendo de suas próprias forças, submetidas à lógica das necessidades do conjunto da população, consciente de sua dimensão ecológica e buscando estabelecer uma relação de harmonia entre o homem e a natureza.

Segundo a UNESCO (1995), define o desenvolvimento sustentável como aquele que, permite responder às necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das futuras gerações em responder às suas próprias necessidade.

O termo desenvolvimento sustentável, surgiu na década de 70, porém o seu conceito somente se difundiu depois de um relatório que foi publicado pela ONU em 1987, que se chamava “Nosso Futuro Comum”, e ficou conhecido também como “*Relatório Brundtland*”. Este documento relatou vários problemas ambientais e teve

como destaque o aquecimento global e a camada de ozônio, que naquela época eram conceitos novos. De acordo com CMMAD (1991) as primeiras preocupações internacionais em relação ao desenvolvimento desordenado datam da década de 60, evidenciando-se em 1971. Estas discussões ganharam tamanha intensidade que a Organização das Nações Unidas - ONU, sensibilizada com o Relatório do Clube de Roma, convocou, em junho de 1972, a Primeira Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente, realizada em Estocolmo, Suécia.

Na década de 90, realiza-se a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO 2), Rio de Janeiro, Brasil. Na qual se firmou a Agenda 21, que de acordo com Valle (1995) 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.

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).

De acordo com Degani (2003), o modelo de desenvolvimento ainda hoje praticado por vários setores econômicos caracteriza-se pelo consumo indiscriminado de recursos naturais para a produção de bens, os quais, depois de utilizados são depositados descontroladamente no meio ambiente. As suas consequências mais evidentes são: escassez de recursos naturais não renováveis; diminuição da camada de ozônio e efeito estufa; perda da diversidade genética; geração de resíduos; poluição do ar e chuva ácida; poluição das águas e poluição do solo.

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.

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 (CO₂), clorofluorcarbono (CFC) e metano (CH₄), 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).

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.

A história comprova de que o desenvolvimento sustentável, para ser alcançado, depende de um planejamento em longo prazo e do reconhecimento de que os recursos naturais da terra são finitos. Becker (2001, p. 20) considera que, “A noção de desenvolvimento sustentável vem sendo utilizada como um novo projeto para a sociedade, capaz de garantir no presente e no futuro, a sobrevivência dos grupos econômicos e da natureza”.

1.1.1 Evolução das questões ambientais na construção civil

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 consequências para o mundo, as guerras, os problemas de armamentos, urbanização e população conforme descreve Baroni (1992).

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

A Agenda 21 visam 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).

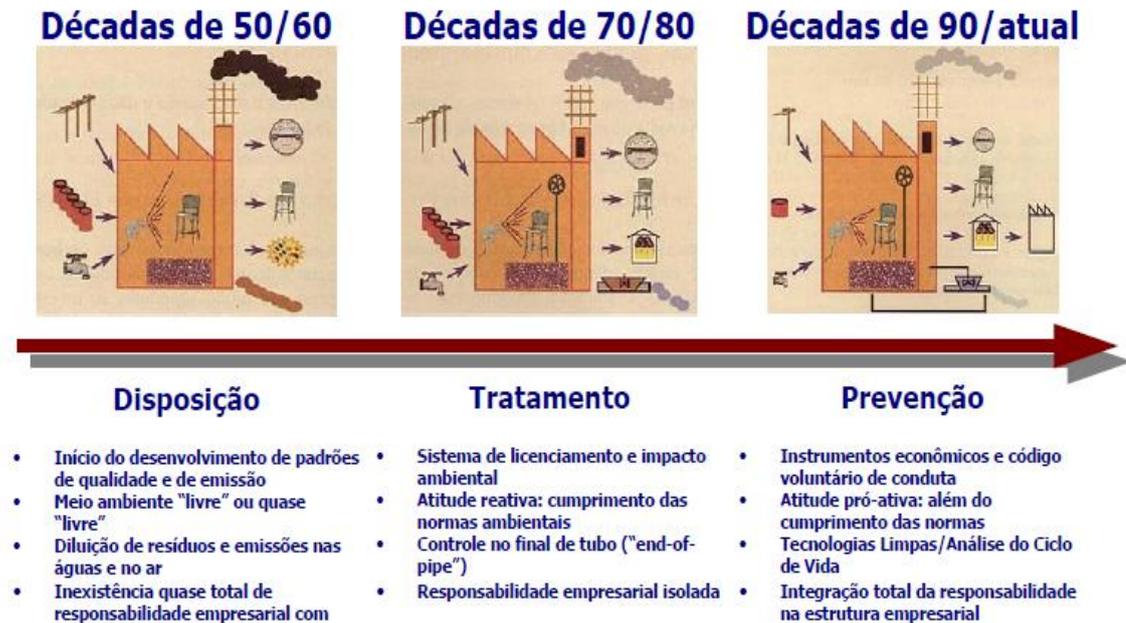
Após a Conferência realizada no Rio de Janeiro, o termo desenvolvimento sustentável passou a estar presente em diversos discursos políticos, sociais e outros. Isso fez com que diversos segmentos sociais manifestassem suas posições a respeito das ideais que tinham e ainda têm sobre ele.

Para Barbieri (1997), a expressão Desenvolvimento Sustentável já traz consigo uma combinação de palavras contraditórias. O desenvolvimento que evoca as ideias 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.

Analisando o histórico do gerenciamento ambiental pode-se visualizar nitidamente as tendências seguidas pela evolução das questões ambientais nas últimas décadas.

Figura 1- Evolução das questões ambientais



Fonte: CNTL (2003)

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.

A Construção civil ocupa uma parcela significativa na economia do Brasil e do Mundo, e estes são uns dos maiores consumidores de energia, água e matérias primas. De acordo com CONSTRUBISINESS (2004) a indústria da construção civil ocupa posição de destaque na economia nacional, sendo responsável por uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB) do país. Dados recentes indicam que o macro complexo construção civil responde por 15% do PIB nacional. Além desta participação direta no PIB, destaca-se também o grande contingente de mão-de-obra direta empregada, que corresponde a 3,92 milhões de empregos, sendo o maior setor empregador da economia nacional. Furtado (2005) também afirma que 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 dados demonstram a quantidade de recursos naturais que são utilizados pelo setor da construção civil, e isso demonstra a necessidade de as indústrias procurarem meios de diminuir os impactos sem afetar a economia. E muitos desses recursos se perdem no processo, causando desperdícios que poderiam ser evitados.

Todavia, o desperdício é uma das características marcantes do setor e um dos indicadores dos custos de não-qualidade dentro das empresas. Segundo Souza (1995), 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.

A indústria da construção civil tem papel fundamental na economia do Brasil, porém é uma grande geradora de impactos ambientais, desde a extração dos recursos naturais até a disposição dos resíduos, na qual tem como consequência as áreas degradadas. Estas áreas aumentam a vulnerabilidade do lençol freático e rios ou córregos, danos a edificações e ruas ou estradas, insalubridade decorrente da má disposição dos resíduos e danos à população, entre outros. Estas degradações ocorrem em três momentos na construção civil: processos de produção, extração, reciclagem, disposição de resíduos. Para evitar estes impactos, é necessário que a construção civil busque se aproximar da construção sustentável, tal como Produção Mais Limpa, que buscam otimizar esse processo e reduzir a geração de resíduos, trazendo harmonia entre o homem e o meio ambiente.

1.2 PRODUÇÃO MAIS LIMPA

O homem ao longo dos anos vem causando impactos no meio ambiente devido o consumo descontrolado e exploração dos recursos naturais. O aumento descontrolado da população e economia causou grandes impactos ambientais. A partir do século XX, aumentou a preocupação com o meio ambiente, fazendo com que se buscasse soluções para os desperdícios dos recursos naturais, redução da poluição ambiental e minimização do aquecimento global, de forma que fosse adotado processos produtivos mais limpos e conscientes. Contudo, conforme afirma Lemos (1998), observou-se que o crescimento econômico descontrolado estava causando danos irreparáveis aos ecossistemas e que estes danos, a médio e longo prazos, tornariam o conjunto de ecossistemas inabitáveis a espécie humana.

Neste sentido, surgiu a Produção Mais Limpa, da terminologia inglesa "*cleaner production*", que tem como foco a eficiência dos recursos naturais, tais como, água, energia, insumos, afim de eliminar ou minimizar os impactos ambientais. Segundo CNTL (2003) a Produção Mais Limpa consiste na aplicação de estratégia técnica, econômica e ambiental integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, por meio da

não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões com benefícios ambientais, de saúde ocupacional e econômica.

Fernandes *et al* (2001) define a Produção Mais Limpa da seguinte forma:

A aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo. Produção Mais Limpa também pode ser chamada de Prevenção da Poluição, já que as técnicas utilizadas são basicamente as mesmas. (FERNANDES *et. al.*, 2001, p.157).

De acordo com o conceito proposto por Fernandes (2001), a Produção Mais Limpa pressupõe quatro atitudes básicas. A primeira, e a mais importante, é a busca pela não geração de resíduos, através da racionalização das técnicas de produção. Quando o primeiro conceito não pode ser aplicado integralmente, a segunda atitude proposta pela Produção Mais Limpa é a minimização da geração dos resíduos. Já o reaproveitamento dos resíduos no próprio processo de produção é a terceira atitude defendida pela Produção Mais Limpa, enquanto a quarta alternativa para a Produção Mais Limpa é a reciclagem, com o aproveitamento das sobras ou do próprio produto para a geração de novos materiais.

A Produção Mais Limpa, esta totalmente ligada a questão social, pois desde a extração dos recursos até o produto final, há participação humana, e isso deve ser levado em conta na estratégia a ser elaborada para a diminuição desses resíduos. Segundo CNTL (2009) 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.

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 CNTL (2000), 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.

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).

1.2.1 Histórico da Produção Mais Limpa

Foi realizada em 1972 a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, na Suécia, e este foi um grande marco para conscientização ambiental. No mesmo ano foi criado a PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, com o objetivo de coordenar as ações internacionais de proteção ao meio ambiente e de promoção do desenvolvimento sustentável.

Em 1989, a expressão "Produção Mais Limpa" foi lançada pela UNEP (*Unidade de Ensino e Pesquisa Integralizada*) e pela DTIE (*Division of Technology, Industry and Environment*) como sendo a aplicação contínua de uma estratégia integrada de prevenção ambiental a processos, produtos e serviços, visando o aumento da eficiência da produção e a redução dos riscos para o homem e o meio ambiente.

Segundo Barros (2006), o fim da guerra fria, que teve como marco a queda do muro de Berlim, em 1989, expôs os países da Europa Oriental ao conhecimento de todos: parques industriais completamente ultrapassados, poluidores e sem nenhuma chance para competir com as modernas indústrias ocidentais. Isto certamente causaria uma forte corrente migratória no sentido Leste-Oeste, que

deveria ser evitada. Para resolver este problema, foi utilizada a Metodologia da Produção Mais Limpa sob a orientação do PNUMA e da UNIDO- Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial, com o auxílio da Universidade de Graz, na Áustria, quando se passou a estudar formas práticas de viabilizar as indústrias do Leste europeu, tendo sido obtido grande sucesso.

No Brasil a P+L, foi apresentada as indústrias precisamente após a Rio 92. De acordo com Lemos (2006) em 1994, verificou-se que a Metodologia da Produção Mais Limpa praticamente não tinha sido utilizada em países em desenvolvimento. O PNUMA e a UNIDO, se associaram então para criar os Centros Nacionais de Tecnologias Limpas em países em desenvolvimento, dos quais o CNTL em Porto Alegre – RS foi um dos primeiros. Após, a criação do CNTL, o Conselho Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) articulou esforços para a criação de núcleos de P+L em todos os Estados brasileiros, que formaram a Rede Brasileira de Produção Mais Limpa.

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) 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.

Pode se analisar que historicamente as conferências relacionadas ao meio ambiente, foi fundamental para o surgimento da P+L, e a sua inserção nos setores industriais foi de forma gradativa. E no Brasil a ferramenta Produção Mais Limpa, foi adaptada para a realidade das empresas brasileiras. Barros (2005) declara que a

Produção Mais Limpa é uma notável ferramenta para implementação da mudança para uma nova cultura empresarial, voltada para a sustentabilidade e inovação.

1.2.2 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.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, *ecodesign* é: projetar ambientes, desenvolver produtos e executar serviços que reduzirão o uso dos recursos não-renováveis ou diminuirão seus impactos ambientais durante seu ciclo de vida. Em outras palavras, é a inclusão do pensamento do ciclo de vida no projeto, de forma a elaborar produtos mais simples, que consomem menos materiais e energia, duram mais e reduzem a geração de resíduos.

Os autores Ryn e Cowan (2007), conceituam design ecológico como “qualquer forma de design que minimize os impactos destrutivos do meio ambiente através da sua integração com o processo de viver” e complementa Burdek (1999) ainda que o design ecológico é uma área do design guiada pela integração e responsabilidade ecológica.

O *Ecodesign* tem como objetivo reduzir os impactos causados pelos produtos em todo o seu ciclo, desde a etapa inicial com as escolhas dos materiais até a geração dos resíduos, nas etapas finais os ganhos são mais visíveis através do prolongamento da fase de uso e pela destinação de fim de vida, que inclui o retorno para o próprio ciclo. A aplicação do design desde a concepção do produto e no seu processo de produção, distribuição e descarte, trazem benefícios como menor consumo de matérias primas, reduzindo processos de fabricação e diminuindo logísticas. 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.

Dessa maneira, Papanek (1995) divide o processo de desenvolvimento de produto em 6 etapas, das quais todas são potencialmente causadoras de impactos ambientais e merecem uma atenção especial no caso de um projeto de *ecodesign*. As etapas são:

1. Escolha de Materiais;
2. Processos de fabricação;
3. Embalar o produto;
4. O produto acabado;
5. Transporte do produto;
6. Geração de resíduos sólidos.

É importante ressaltar a importância da participação de todos os envolvidos no processo produtivo. A Produção Mais limpa utiliza a ferramenta de *ecodesign*, para a redução dos impactos negativos do ciclo de vida, e este começa desde a extração da matéria prima até a disposição final. Trazendo benefícios como redução de resíduos e emissões, economia na matéria-prima e energia, otimização do processo de produção.

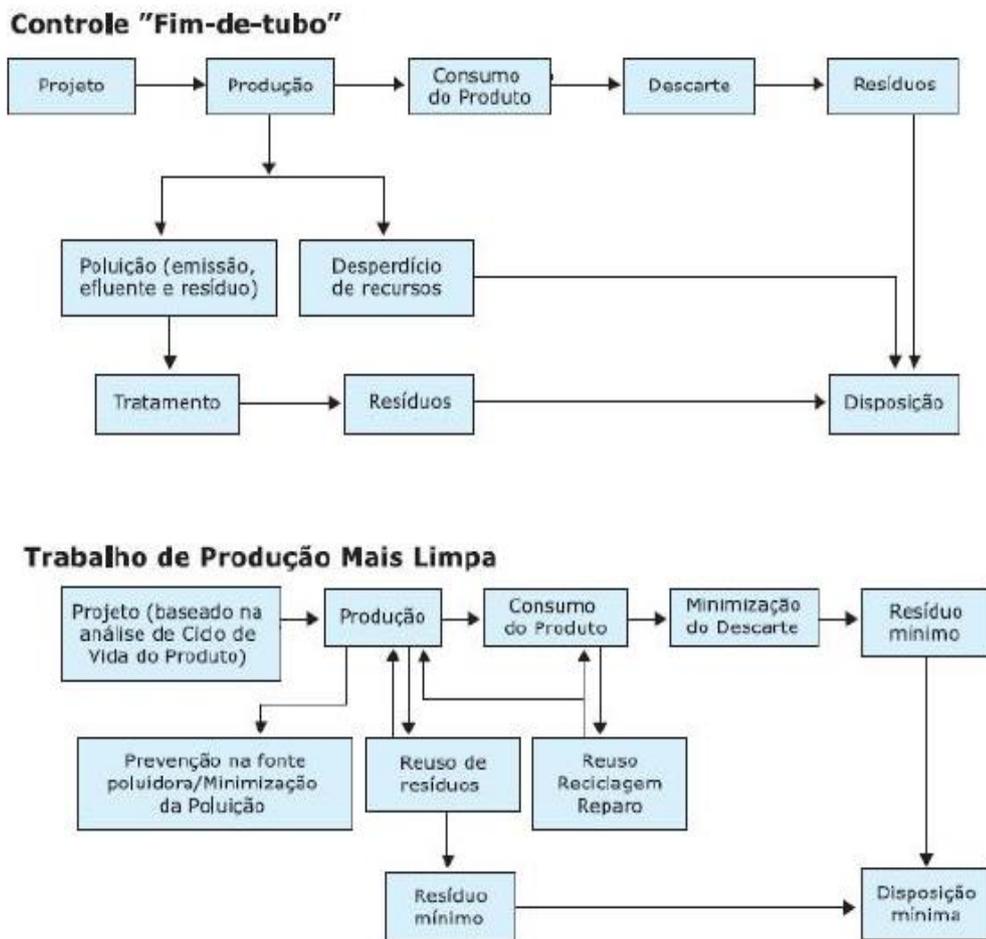
1.2.3 Tecnologias de Fim de Tubo e a Produção Mais Limpa

Pode-se dizer que historicamente as primeiras atitudes ambientalistas voltaram-se para o controle da poluição, ou seja, tentava-se impedir que os resíduos produzidos chegassem ao meio ambiente. Chamavam-se estes controles de “*end of pipe*”, ou fim-de-tubo, porque atuavam no final do processo. Com o tempo percebeu-se que os processos poderiam ser modificados, obtendo-se com isso uma redução dos resíduos, que não demandariam tanto esforço e equipamentos para retê-los no final do processo. Os estudos dos processos industriais evoluíram, então, para a gestão da qualidade, depois para a gestão ambiental e recentemente para a gestão de produtos, com a avaliação do ciclo de vida e a rotulagem ambiental (LEMOS, 2006).

A tecnologia de Fim de Tubo são ações voltadas a diminuir o impacto ambiental de resíduos que não puderam ser evitados no processo, sendo assim é considerado uma remediação pois busca corrigir o problema, enquanto a Produção Mais Limpa é uma ação preventiva que busca evitar a geração de resíduos. 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.

Na figura 02, está representado a diferença entre a Produção Mais Limpa e a tecnologia de Fim de Tubo. É possível notar na figura que o Fim de Tubo está voltado a disposição do resíduo na natureza, já a Produção Mais Limpa é notória que desde a concepção do projeto até a disposição final a um estudo e preocupação com o meio ambiente.

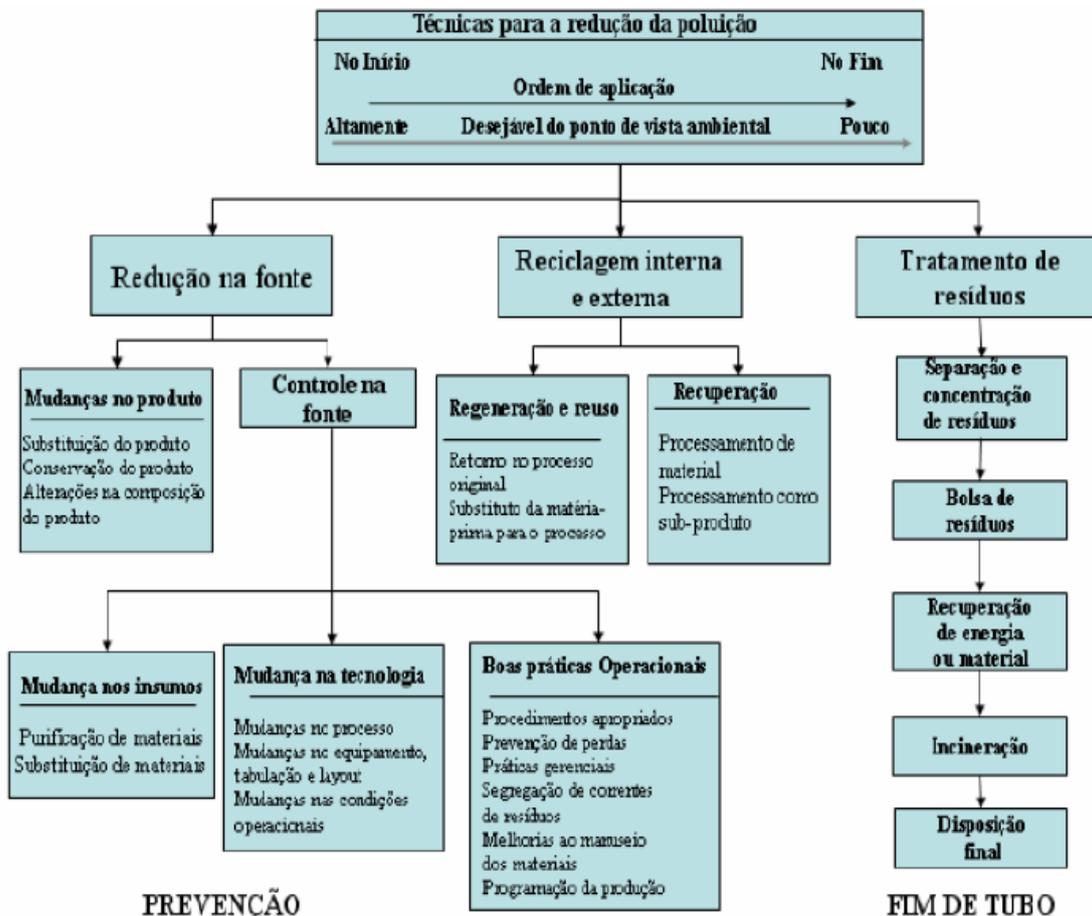
Figura 2 - Diferenças entre a abordagem convencional e a PML



Fonte: Adaptado de Christie apud Lemos (1998)

La Grega (1994 apud Coelho 2004) propõe um fluxograma mestre das ações para prevenção e controle da poluição, apresentado na Fig. 03, que inclui as tecnologias de Fim de Tubo, entendendo que apesar destas não focarem na identificação da causa do problema, conforme o conceito da Produção Mais Limpa, estas também contribuem para a redução da poluição.

Figura 3 - Fluxograma mestre das ações para prevenção e controle da poluição



Fonte: La Grega (1994 apud Coelho 2004)

A P+L não recomenda a aplicação da tecnologia de Fim de Tubo, porém não descarta que seja aplicado. A primeira alternativa para minimização de impactos ambientais e redução de resíduos nos setores industriais, recomenda-se aplicação da P+L, devido a sua ação voltada a prevenção, que tenta agir na raiz do problema. Além disso, os setores industriais têm a possibilidade através da P+L reduzir os custos de produção, devido a otimização do uso de energia, matéria prima e insumos, que são fatores importantes no processo. Conforme o CNTL (2000), 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.

1.2.4 Benefícios Decorrentes da Implementação da Produção Mais Limpa

Ao longo das últimas décadas ocorreu mudanças de paradigma em relação ao meio ambiente, que era focado no controle da poluição e não na prevenção. A P+L, insere-se no contexto, pois a sua ação está voltada em evitar que o impacto ambiental aconteça, ao contrário de apenas minimizar. De acordo com Lora (2000 apud ARAÚJO, 2002) descreve os benefícios decorrentes da P+L, considerando o conceito da minimização de resíduos na fonte: o controle de resíduos na fonte leva à diminuição radical da quantidade; a prevenção de resíduos, diferentemente do tratamento de resíduos, implica em benefício econômico, tornando-a mais atrativa para as empresas; melhoria da imagem ambiental; e maior facilidade em cumprir as novas leis e regulamentos ambientais.

O monitoramento constante do processo de produção possibilita a empresa identificar as necessidades de pesquisa aplicada, programas de capacitação e conhecimento tecnológico. Com as informações necessárias é possível otimizar o processo, identificando os pontos que devem ser trabalhados, trazendo benefícios econômicos e ambientais através da implementação da P+L. Para o CNTL (2000), 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.

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;

De acordo com CNTL (2003) as principais metas ambientais da Produção Mais Limpa podem ser incluídas:

- **Eliminação/redução de resíduos:** A Produção Mais Limpa procura eliminar o lançamento de resíduos no meio ambiente ou reduzi-lo substancialmente. Entende-se por resíduo todos os tipos de poluentes, incluindo resíduos sólidos, perigosos ou não, efluentes líquidos, emissões atmosféricas, calor, ruído ou qualquer tipo de perda que ocorra durante o processo de geração de um produto ou serviço.
- **Produção sem poluição:** Processos produtivos ideais, de acordo com o conceito de Produção Mais Limpa, ocorrem em um circuito fechado, sem contaminar o meio ambiente e utilizando os recursos naturais com a máxima eficiência possível.
- **Eficiência energética:** A Produção Mais Limpa requer os mais altos níveis de eficiência energética na produção de bens e serviços. A eficiência energética é determinada pela maior razão possível entre energia consumida e produto final gerado.
- **Saúde e segurança no trabalho:** A Produção Mais Limpa procura sempre minimizar os riscos para os trabalhadores através de um ambiente de trabalho mais limpo, mais seguro e mais saudável.
- **Produtos ambientalmente adequados:** Os produtos finais, bem como todos os subprodutos comercialmente viáveis, devem ser tão ambientalmente adequados quanto possível. Fatores relacionados à saúde e meio ambiente devem ser priorizados nos estágios iniciais de planejamento do produto e devem ser considerados ao longo de todo o ciclo de vida do mesmo, da produção à disposição, passando pelo uso.
- **Embalagens ambientalmente adequadas:** A embalagem do produto deve ser eliminada ou minimizada sempre que possível. Quando a embalagem é necessária para proteger, vender, ou para facilitar o consumo do produto, esta deve ter o menor impacto ambiental possível.

Portanto, a adoção da P+L traz vantagens ambientais, econômicas e sociais as empresas que aplicam a metodologia, buscando ao máximo aproveitar as matérias-primas utilizadas no processo produtivo para diminuir a geração de resíduos, conseqüentemente ocorre um controle da poluição, uso racional de

energia, melhoria de saúde do trabalhador. Essas ações trazem benefícios econômicos tais como, redução de custos de tratamento e disposição de resíduos, diminuição de gastos com segurança e proteção a saúde, economia em transporte e armazenamento, otimização do processo produtivo

Para Werner, Bacarji e Hall (2009, p. 57) os benefícios mais evidentes são a melhoria da competitividade (por meio da redução de custos ou melhoria da eficiência) e a redução dos encargos ambientais causados pela atividade industrial. E também através da P+L, é possível identificar a melhoria da qualidade do produto e as das condições de trabalho, contribuindo direta e indiretamente para a segurança dos consumidores e dos trabalhadores.

1.2.5 Barreiras à Implementação de Ações de Produção Mais Limpas

De acordo com o CEBDS existe uma grande relutância a prática de Produção Mais Limpas. Os maiores obstáculos identificados, segundo o CEBDS, ocorrem em função da resistência à mudança, da concepção errônea (falta de informação sobre a técnica e a importância dada ao ambiente natural), a não existência de políticas nacionais que deem suporte às atividades de produção mais limpas, barreiras econômicas (alocação incorreta dos custos ambientais e investimentos) e barreiras técnicas (novas tecnologias).

De modo geral as principais barreiras analisadas são as preocupações econômicas, a falta de informações, pouca importância com o meio ambiente. Segundo UNIDO/UNEP (1995) outras importantes barreiras na incorporação da P+L pelas empresas são a falta de conhecimentos técnicos relacionados à P+L e à pouca importância dada ao meio ambiente. Araújo (2002) destaca como barreiras encontradas para implementação da P+L na construção civil a resistência dos funcionários, dificuldades para realizar as medições em campo e inexistência de um fluxo contínuo de atividades.

Para Werner, Bacarji e Hall (2009, p. 57) essas barreiras impedem a visualização da diversidade de benefícios da metodologia, tanto para as empresas quanto para a sociedade. A informação sobre a implementação da P+L possibilita as empresas conhecerem os benefícios, tais como, a melhoria da competitividade, redução dos encargos ambientais, melhorias da qualidade do produto, maior eficiência no processo produtivo, redução de custos, entre outras vantagens que

contribuem para a melhoria ambiental e para a economia da empresa de construção civil.

Quadro 1 - Barreiras que podem dificultar a implementação do Programa P+L

| BARREIRAS | SUB-CATEGORIAS |
|--------------------|--|
| 1. CONCEITUAIS | <ul style="list-style-type: none"> • Indiferença: falta de percepção do potencial papel positivo da empresa na solução dos problemas ambientais • Interpretação limitada ou incorreta do conceito de Produção mais Limpa • Resistência à mudança |
| 2. ORGANIZACIONAIS | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de liderança interna para questões ambientais • Percepção pelos gerentes do esforço e risco relacionados à implementação de um programa de Produção mais Limpa (falta de incentivos para participação no programa e possibilidade de revelação dos erros operacionais existentes) • Abrangência limitada das ações ambientais dentro da empresa • Estrutura organizacional inadequada e sistema de informação incompleto • Experiência limitada com o envolvimento dos empregados em projetos da empresa |
| 3. TÉCNICAS | <ul style="list-style-type: none"> • Ausência de uma base operacional sólida (com práticas de produção bem estabelecidas, manutenção preventiva, etc.) • Complexidade da Produção mais Limpa (necessidade de empreender uma avaliação extensa e profunda para identificação de oportunidades de Produção mais Limpa) • Acesso limitado à informação técnica mais adequada à empresa bem como desconhecimento da capacidade de assimilação destas técnicas pela empresa |
| 4. ECONÔMICAS | <ul style="list-style-type: none"> • Investimentos em Produção mais Limpa não são rentáveis quando comparados a outras alternativas de investimento • Desconhecimento do montante real dos custos ambientais da empresa • Alocação incorreta dos custos ambientais aos setores onde são gerados |
| 5. FINANCEIRAS | <ul style="list-style-type: none"> • Alto custo do capital externo para investimentos em tecnologias • Falta de linhas de financiamento e mecanismos específicos de incentivo para investimentos em Produção mais Limpa • Percepção incorreta de que investimentos em Produção mais Limpa representam um risco financeiro alto devido à natureza inovadora destes projetos |
| 6. POLÍTICAS | <ul style="list-style-type: none"> • Foco insuficiente em Produção mais Limpa nas estratégias ambiental, tecnológica, comercial e de desenvolvimento industrial • Desenvolvimento insuficiente da estrutura de política ambiental, incluindo a falta de aplicação das políticas existentes |

Fonte: CNTL 2003

1.3 O CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS E OS NÚCLEOS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO BRASIL

De acordo com CNTL (2003) o programa dos Centros Nacionais de Produção Mais Limpa (*National Cleaner Production Centres – NCPC*), uma iniciativa conjunta entre a UNIDO e o UNEP, surgiu em 1994 para promover práticas de Produção Mais Limpa em países não desenvolvidos e em desenvolvimento. Na figura 04 estão alguns dos países que tem o CNTL, referente ao ano de 2003.

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.

Figura 4 - Centros Nacionais de Produção Mais Limpa no Mundo



Fonte: CNTL (2003)

Os CNTL são muito importantes pois facilitam a transferência de informações e tecnologia às empresas, permitindo a incorporação de Técnicas de Produção Mais Limpa em seus sistemas de gerenciamento ambiental. 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.

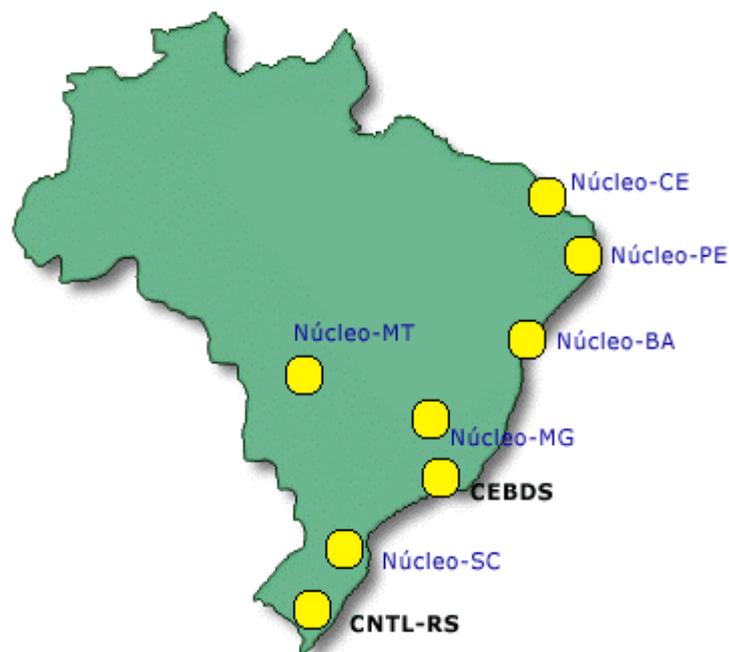
1.3.1 Linhas de atuação dos Centros Nacionais de Tecnologias Limpas

De acordo com (UNEP, 2001) a metodologia foi desenvolvida, com o objetivo de ajudar os empresários a repensar a geração de resíduos em suas empresas, mostrando como identificar e quantificar os resíduos e perdas gerados no processo produtivo. Em seguida, ensina a avaliar as matérias-primas, água e energia consumidas e a montar balanços de massa e de energia, nos quais os

custos das matérias-primas e insumos são relacionados aos custos dos resíduos gerados, demonstrando quais benefícios podem ser gerados para o meio ambiente e quais os ganhos econômicos que a empresa pode obter, contribuindo para a economia de recursos naturais e para a melhoria da imagem e o aumento de competitividade, pois todos os resíduos que a empresa gera custaram-lhe dinheiro. “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, 2000)

A Produção Mais Limpa está ganhando força no Brasil pela crescente formação de Centro Nacional de Tecnologia Limpa. (CNTL,2003). A figura 05 demonstra os núcleos já instalados no Brasil, o qual tem núcleos nos estados do Ceará, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Figura 5 - Núcleos de Produção Mais Limpa Instalados no Brasil



Fonte: Rede Brasileira de Produção Mais Limpa (2002)

O Centro Nacional de Tecnologias Limpas trabalha fundamentalmente com 4 linhas de atuação, segundo CNTL (2000), 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.
- **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.

1.4 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Nas últimas décadas com o aumento populacional e expansão das cidades, esses fatores fez com que ocorresse um crescimento da construção civil. Apesar de ser um dos setores mais importantes para a economia nacional, é um dos mais poluentes e causadores de impactos ambientais, na qual é responsável por quase metade dos resíduos sólidos gerados no mundo e por 50% do CO₂ que são lançados na atmosfera, além disso é um dos maiores consumidores de recursos naturais.

O impacto causado pelo setor começa desde a extração até a disposição final dos resíduos, na qual ocasiona impactos ambientais, que são prejudiciais ao meio ambiente e a sociedade. A indústria da construção civil é uma atividade de suma importância para a economia e o desenvolvimento socioeconômico do País, contudo, é causadora de um grande impacto ambiental ao longo de toda a sua cadeia produtiva, o qual inclui ocupação de terras, extração de matérias-primas, produção e transporte de materiais, construção de edifícios e geração e disposição de resíduos sólidos (BLUMENSCHNEIN; SPOSTO, 2003).

A construção civil obtém uma parcela bastante significativa no PIB e, conseqüentemente, na geração de empregos do país. O número elevado de processos e produtos na Indústria da Construção Civil, faz com que esta seja um dos maiores setores econômicos na maioria dos países, em especial nos países em desenvolvimento. No Brasil, estima-se que o *construbusiness* seja responsável por cerca de 15% do PIB, empregando quase 50% dos trabalhadores e gerando mais de 9 milhões de empregos diretos e indiretos.

A Indústria da construção civil está entre os segmentos produtivos que causam danos apreciáveis às condições ambientais (FURTADO, 2002), segue abaixo problemas relacionadas a este setor:

- Impactos ambientais;
- Destruição ambiental, com efeitos sobre a biodiversidade;
- Aquecimento global;
- Destruição da camada de ozônio;
- Poluição transfronteiriça;
- Erosão do solo;
- Deterioração de recursos aquáticos;
- Poluição Urbana;
- Poluição do solo, água da superfície e subterrânea;
- Consumo insustentável dos recursos naturais.

Os resíduos de materiais de construção e demolição constituem graves problemas nos grandes centros urbanos. Conforme Pinto (1999), chegando ao final da década de 1990 à produção média de entulho dos centros urbanos brasileiros era de uma estimativa de 0.50 toneladas por habitante por ano, correspondendo a 50% da massa dos resíduos sólidos urbanos, apresentando atualmente valores em superior número a essa estimativa.

A Tabela 1 mostra os índices médios de perdas (em %) dos materiais empregados nas edificações.

Tabela 1 - Perdas de materiais

| Materiais | Agopyan et al. | Pinto | Soilbelman | Skoyles |
|------------------|-----------------------|--------------|-------------------|----------------|
| Areia | 76 | 39 | 46 | 12 |
| Cimento | 95 | 33 | 84 | 12 |
| Pedra | 75 | - | - | - |
| Cal | 97 | - | - | - |
| Concreto | 9 | 1 | 13 | 6 |
| Aço | 10 | 26 | 19 | 4 |
| Blocos/Tijolos | 17 | 27 | 13 | 13 |
| Argamassa | 18 | 91 | 87 | 12 |

Fonte: Adaptado Schenini (2004)

Promover a sustentabilidade e práticas ambientais na indústria é necessário, pois como é um setor de suma importância para economia e geração de empregos, deve se dar importância, e buscar soluções para a eliminação e/ou minimização dos resíduos sólidos. Além disso os impactos causados pela indústria afetam também a sociedade. Para isso, as organizações devem adotar novos princípios e ferramentas para a produção de bens e serviços com foco na sustentabilidade. O surgimento de novos princípios e ferramentas impulsiona a evolução da estratégia da manufatura, de forma a incentivar as mudanças incrementais no sistema produtivo. Os processos industriais são caracterizados por entradas (matérias-primas, energia e mão de obra) e saídas (produtos, serviços, emissões para o ar e água e resíduos). As emissões e os resíduos gerados podem ser controlados e reduzidos por mudanças realizadas no sistema produtivo, em detrimento de novos princípios da produção mais limpa, que visam principalmente a redução do uso de matérias-primas não renováveis (KIPERSTOK et al., 2013).

Segundo Kinlaw (1997) a pressão mais forte exercida sobre as empresas e que as forçará a aderir à prática cotidiana do desempenho sustentável é a competição no mercado. Somente aquelas empresas que aprenderem a responder de forma criativa às pressões é que poderão contar com a sobrevivência. De acordo

com Campos (1996), na figura 6, algumas das pressões exercidas sobre as empresas.

Figura 6 – Pressões exercidas sobre as indústrias



Fonte: Campos (1996)

A resolução CONAMA é de suma importância para a sociedade e o meio ambiente, pois ela estabelece diretrizes, procedimentos, e critérios, relacionados ao gerenciamento de resíduos sólidos, além de responsabilizar os geradores, para que ocorra a devida disposição dos resíduos sólidos. 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. Ainda se ressalta como importante contribuição o fato da resolução determinar que os geradores sejam os responsáveis pelo adequado manejo e destinação de seus resíduos, instaurando assim o princípio do poluidor-pagador (RAMIRES & GONZALEZ, 2005).

O descompasso entre os esforços de indústrias e negócios para reduzir seus impactos ambientais e o estado de conservação do planeta aumentou nesse período ao invés de diminuir. Apenas uma parcela das empresas está integrando preocupações ambientais e sociais nas decisões empresariais, conscientizando os setores da indústria e de negócios. Em razão de todos os problemas ambientais

decorrentes das práticas econômicas predatórias que trazem implicações para a sociedade a médio e longo prazo, do desperdício dos recursos naturais e da degradação generalizada, com perda da qualidade ambiental e de vida, torna-se urgente um planejamento físico segundo perspectivas econômico-sociais e ambientais (RAMPAZZO, 2002).

1.4.1 Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

A questão de gerenciamento de resíduos nas obras da construção civil, são de extremas importância para o sucesso na aplicação e eficiência da Produção Mais Limpa, a ineficiência no mesmo pode causar prejuízos ambientais, econômicos e sociais. Uma das estratégias principais no setor são a melhoria no processo produtivo, ou seja, otimizar o processo, a outra estratégia seria a redução dos custos. Esses itens são alguns dos motivos que fazem com que as empresas insiram o gerenciamento de resíduos na construção civil.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGCC) é um documento técnico que identifica a quantidade de geração de cada tipo de resíduos proveniente de construções, reformas, reparos, demolições de obras civis e da preparação e escavação de terrenos.

O PGRCC indica a destinação conforme a classificação de resíduos definida pela Resolução CONAMA nº 307/2002 e alterações. A segregação dos resíduos de construção civil deve ser feita na própria obra sob responsabilidade do gerador, que deve garantir o adequado manejo nas etapas de geração, acondicionamento, transporte, transbordo, tratamento, reciclagem, destinação e disposição final.

Com o objetivo de reduzir a geração dos resíduos da construção civil, a Resolução CONAMA nº 307 de 2002, indica que os geradores devem visar em primeiro lugar a não geração de Resíduos da construção civil (RCC) e, na ordem de prioridade, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Sendo assim, os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de vazadouros, em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei.

Segundo Miotto (2013), são vários os motivos que justificam a geração excessiva de RCC, como a baixa qualificação da mão de obra, técnica construtiva

de pouca tecnologia que não emprega princípios de racionalização, falhas nos métodos de transporte dos materiais nos canteiros de obras, excesso de produção de materiais e de embalagens, entre outros.

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.

Conforme a Resolução CONAMA nº 307 de 2002, o gerenciamento de resíduos da construção civil deve abranger o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. Aliado a esse panorama, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em seu artigo 18, condiciona a elaboração Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos pelas prefeituras como requisito à obtenção de repasses de verbas destinadas aos serviços de limpeza dos municípios. Ainda, no artigo 20 da PNRS, indica-se a necessidade da elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para empreendimentos cujos resíduos gerados, mesmo sendo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não são equiparados aos resíduos domiciliares, como por exemplo as organizações de construção civil (BRASIL, 2010).

Fazer o gerenciamento no local aonde é gerado o resíduo, ocasiona no confinamento e evita a remoção para outros lugares mais distantes, além disso pode evitar problemas e desperdícios, dessa forma a empresa assume a responsabilidade pelos resíduos gerados. Apesar de o planejamento e gerenciamento ser fundamentais para a construção civil, ainda há uma certa dificuldade em implementar pois ela possui características singulares que dificulta a aplicação. Souza (1995), descreve algumas peculiaridades da construção, que dificultam a transposição de conceito e ferramentas da qualidade no setor, são eles:

- a construção é uma indústria nômade;
- cria produtos únicos e 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 trabalhos sob intempéries.

Segundo Lima e Lima (2009), a fase de caracterização é particularmente importante no sentido de identificar e quantificar os resíduos e, desta forma, realizar o planejamento adequado, visando a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

CAPÍTULO 2: GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO

2.1 A RESOLUÇÃO 307 DO CONAMA

É de extrema importância que sejam implantadas ações para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil. A CONAMA, preocupado com o aumento da disposição de resíduos da construção em locais inadequados, publicou em 5 de julho de 2002 uma Resolução que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, além de disciplinar as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais: a Resolução nº307.

Esta Resolução, que entrou em vigor em 02 de janeiro de 2003, define como resíduos da construção civil aqueles oriundos de atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307 de 2002, os RCC são aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos. São exemplos: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica e etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. De acordo com esta Resolução, os geradores devem ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

Em 2004, foram publicadas as primeiras normas nacionais relacionadas aos Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição- RCD, contidos na classe A, de classificação dada pela Resolução 307 do CONAMA. As especificações da ABNT são:

- NBR 10004/04 – Resíduos Sólidos – Classificação;
- NBR 8419 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos;
- NBR 8849 – Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos;
- NBR 10007/04 – Amostragem de resíduos sólidos;

- NBR 12235 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos;
- NBR 11175 – Incineração de resíduos sólidos perigosos – Padrões de desempenho;
- NBR 13463 – Coleta de resíduos sólidos;
- NBR 13894 – Tratamento de solo (*landfarming*) – Procedimento;
- NBR 15112 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15113 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15114 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Área de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15115 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos;
- NBR 15116 – Agregados reciclados de resíduos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos (JUNIOR, 2005.)

2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A classificação dos resíduos sólidos pela NBR 10.004 (ABNT, 2004) está relacionada com a atividade que lhes deu origem e com seus constituintes. Desta forma, os resíduos sólidos são classificados em:

A) Resíduos classe I

- Perigosos;

B) Resíduos classe II

- Não perigosos;
- resíduos classe II A – Não inertes.
- resíduos classe II B – Inertes.

Usualmente os resíduos da construção civil estão enquadrados na classe II B, composta pelos resíduos que “submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente [...], não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de

potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.”(SINDUSCON-CE et al.,2011)

Segundo a Resolução do CONAMA 348, de 16 de agosto de 2004, os resíduos são classificados conforme suas características de reuso e reciclabilidade, distinguindo os resíduos pétreos dos outros tipos de resíduo que circulam junto, bem como dos resíduos perigosos.

Tais resíduos são classificados em quatro classes distintas:

Classe A: são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a). De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b). De construção, demolição, reforma e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto;
- c). De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios, etc.) produzidas nos canteiros de obras.

Destino: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.

• **Classe B:** são os resíduos recicláveis para outras destinações tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.

Destino: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.

• **Classe C:** são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como produtos oriundos do gesso.

Destino: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

• **Classe D:** são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

“Embora o gesso tenha sido reclassificado como resíduo classe B, este ainda necessita ser depositado em recipiente próprio, não sendo permitido a sua mistura com os demais resíduos classe B, muito menos com os das outras classes” (SINDUSCON-CE et al.,2011).

2.2.1 Composição dos RCD

Os RCD, em sua maioria, são considerados inertes e, portanto, recebem pouca atenção quanto as suas práticas de gerenciamento. Entretanto, estudos indicam que os mesmos apresentam em sua composição materiais perigosos ou potencialmente tóxicos para a saúde e o ecossistema. Estudos realizados fornecem informações sobre os tipos de resíduos perigosos que podem estar presentes no fluxo de resíduos, como mostrado no Quadro 02.

Quadro 2 – Materiais perigosos presentes no fluxo de RCD

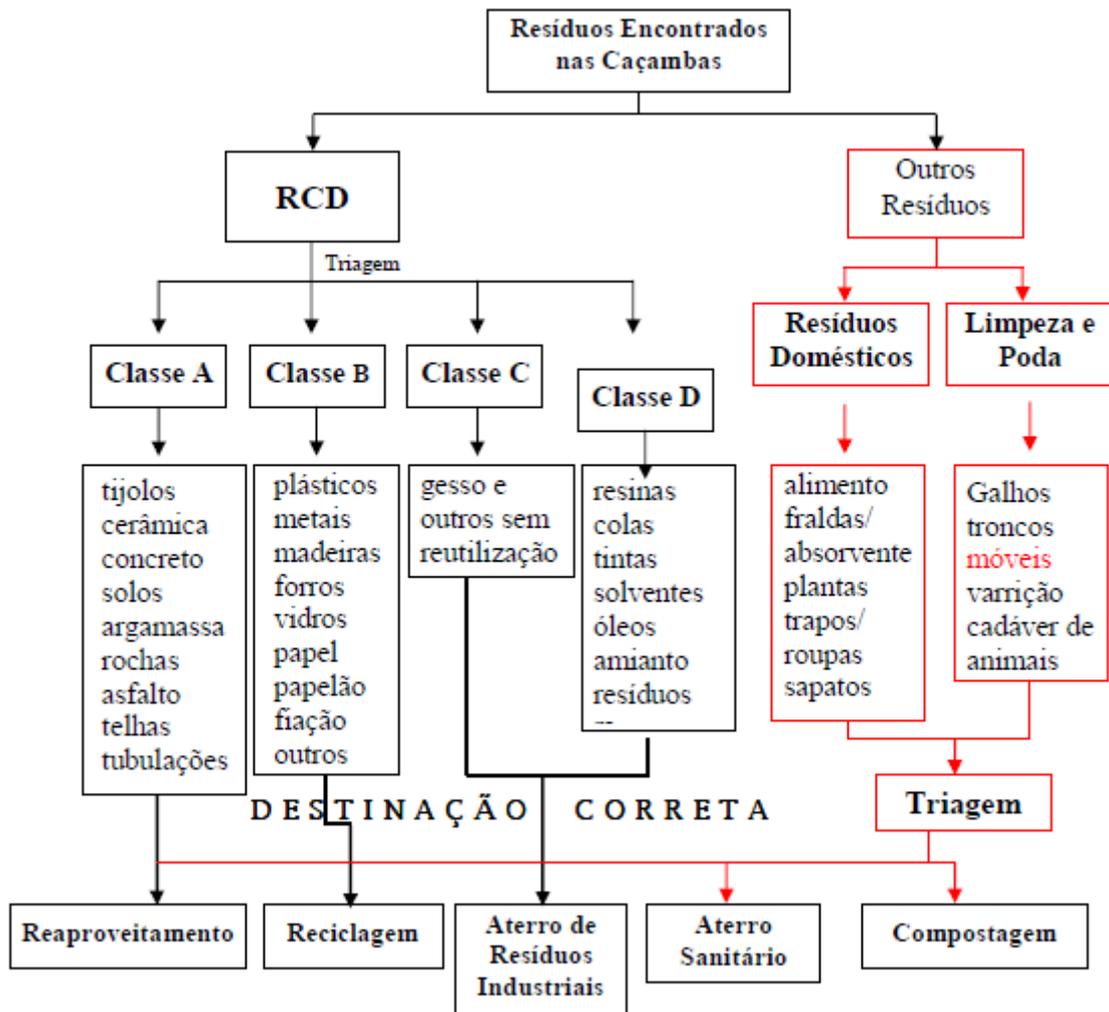
| Categorias de resíduos perigosos | Exemplos |
|---|---|
| Sobras de materiais utilizados em construção e recipientes vazios | Adesivos, latas de pintura, solventes, tanques de combustíveis. |
| Lubrificante de maquinário e combustível | Lubrificantes, óleos, graxa. |
| Outros itens encontrados de forma discreta | Baterias, bulbo fluorescente e aparelhos. |
| Constituintes inseparáveis de itens volumosos | Formaldeído presente no carpete, sulfato em paredes de gesso. |
| Contaminantes encontrados na madeira | Pinturas, preservativos, adesivos e resinas, aditivos químicos. |

Fonte: ICF (apud COSTA, 2003)

2.2.2 Caracterização dos RCD

Quanto a origem dos resíduos de construção e demolição, são provenientes de obras de Engenharia Civil. Esses resíduos são muito heterogêneos, mas além de serem “sólidos e inertes”, devem estar no grupo dos resíduos “secos” (quanto a característica física) e “inorgânicos” (quanto a composição química). O fluxograma na Fig. 07 auxilia na classificação dos resíduos para o encaminhamento correto dos mesmos a destinação final ou reaproveitamento. (KUNKEL, 2009).

Figura 7 – Fluxograma para caracterização da disposição final dos resíduos resultados da pesquisa de campo.



Fonte: KUNKEL, 2009

2.2.3 Impactos Causados pelos RCD

A maioria dos resíduos que compõem os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) possui um tempo de decomposição muito elevado o que acaba sobrecarregando os locais de depósito em um curto espaço de tempo, quando não há um programa de reaproveitamento dos mesmos. (KUNKEL, 2009).

Mesmo sem mencionar o concreto, tijolos e madeiras que ocupam a grande parte do entulho, esses dados nos permitem observar outro aspecto importante: que a maioria dos resíduos é composta de materiais que podem ser reduzidos – isto é, ter sua produção reduzida através de um gerenciamento ambiental direto na obra, para restringir o desperdício com a quebra e excesso de material preparado e

utilizado – reutilizados ou reciclados, diminuindo o volume que vai ser depositado na natureza, e ainda, reintegrados (os 4Rs), transformando novamente em recurso natural, no caso da água. Mas para isso é fundamental conhecer e quantificar os resíduos que são recolhidos pelas empresas coletoras de entulho. (KUNKEL, 2009).

2.3 GERENCIAMENTO DE RCD NO CANTEIRO DE OBRAS

A gestão dos resíduos é um serviço público de caráter coletivo e que terá sempre o Estado como definidor de política, regulador e controlador. Já a prestação dos serviços não é uma atribuição do Estado e esta pode ser realizada por empresas contratadas ou pela comunidade organizada; ao usuário destes serviços interessa que o mesmo tenha baixo custo e melhor qualidade (SCHNEIDER, 2003).

A partir de 2002, é notável a produção de políticas públicas, normas e especificações técnicas voltadas ao equacionamento dos problemas provocados pelos RCD. A política pública é entendida como um conjunto de diretrizes voltadas para o enfrentamento dos problemas provocados por estes resíduos, consolidadas na forma da Lei. Normas e especificações técnicas são documentos que fixam padrões reguladores visando garantir a qualidade do produto, a racionalização da produção e sua uniformidade (SCHNEIDER, 2003)

A Resolução n. 307, de 05 de julho de 2002, aprovada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define responsabilidades e deveres, para tornar obrigatória em todos os municípios do país, a implantação de Planos Integrados de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, como forma de eliminar os impactos ambientais provenientes do descontrole das atividades relacionadas a geração, transporte e destinação desses materiais. Também determina para os geradores de resíduos, a adoção de medidas que minimizem a própria geração e a reutilização ou reciclagem.

A Resolução CONAMA 307 determina que os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas:

- a) Caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- b) Triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas nessa Resolução.

- c) Acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;
- d) Transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- e) Destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

2.3.1 Organização, Limpeza e Segregação de Resíduos

A organização, a limpeza e a segregação de resíduos estão diretamente relacionadas com a questão de perdas, tanto de materiais, quanto de mão-de-obra. Assim ao se promover uma adequada limpeza e segregação dos resíduos se consegue reduzir consideravelmente os índices de perda no canteiro de obra, pois:

- o canteiro de obra fica mais limpo e organizado;
- se evita a mistura entre os insumos e os resíduos, pois estes serão triados, evitando que materiais novos sejam descartados como resíduo;
- haverá a possibilidade de reaproveitamento dos resíduos antes do descarte;
- todos os resíduos a serem descartados serão quantificados e qualificados, o que poderá colaborar na identificação de possíveis focos de desperdício.

Um outro ponto importante no tocante à limpeza do canteiro é a diminuição da incidência de acidentes de trabalho proporcionada por um local de trabalho mais seguro. Vale salientar também que um ambiente de trabalho mais limpo e organizado aumenta a satisfação dos colaboradores, promovendo ganhos também para a empresa. Já com relação à segregação vale salientar que esta deve acontecer imediatamente após a geração do resíduo, ainda na origem, para evitar a mistura e contaminação destes.

A Resolução 307 do CONAMA salienta que os geradores devem ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos o que favorece sensivelmente a limpeza do canteiro de obras. Com relação a isso, Pinto et al (2005) salienta que a utilização de projetos e sistemas construtivos racionalizados, além das práticas de gestão da qualidade já consolidadas podem propiciar enormes contribuições para a redução do volume de resíduos gerados.

A maneira que os materiais são estocados no canteiro de obras e como acontece o fluxo destes materiais pode favorecer a redução de perdas, ou aumentá-la significativamente.

A boa organização dos espaços destinados ao armazenamento dos materiais possibilita uma boa verificação, controle dos estoques e otimização na utilização dos insumos (PINTO et al, 2005).

É necessário, portanto, atentar para as vantagens de se ter um canteiro bem organizado, pois um canteiro assim faz com que sejam evitados desperdícios na utilização e na aquisição dos materiais. Em alguns casos, quando os materiais permanecem espalhados pelos canteiros estes podem terminar sendo descartados como resíduo.

2.3.2 Acondicionamento dos Resíduos

Após ser feita a segregação dos resíduos, é necessário que estes sejam acondicionados de uma forma correta, desde a segregação nos locais de geração até o transporte para o destino final. O acondicionamento inicial é feito no próprio local onde os resíduos são gerados. Existem alguns dispositivos que podem ser utilizados para este fim. Plásticos, madeiras, papéis e metais de pequenas dimensões podem ser acondicionados em bombonas¹⁰ ou outro recipiente aberto e resistente. Internamente os recipientes podem conter um saco de ráfia adequado ao tamanho do recipiente, dobrado para fora, facilitando a disposição dos resíduos e a coleta para destinação final.

Para o caso de resíduos orgânicos e suas embalagens, copos plásticos usados, papéis sujos (refeitório, sanitários e áreas de vivência) ou outros passíveis de coleta pública o acondicionamento inicial deverá ser feito em recipientes com tampa contendo internamente um saco de lixo simples.

Lembrando que, seja qual for o acondicionamento é necessária a sinalização do tipo de resíduo por meio de adesivo com indicação da cor padronizada, segundo a Resolução 275, de 25 de abril de 2001, do CONAMA, que estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser lembrando que, seja qual for o acondicionamento é necessária a sinalização do tipo de resíduo por meio de adesivo com indicação da cor padronizada, segundo a Resolução 275, de 25 de abril de 2001, do CONAMA, que estabelece o código de cores para os diferentes tipos de

resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

Tabela 2 - Padrão de cores para a coleta seletiva

| Padrão de cor - Resolução CONAMA 275/2001 | |
|---|--|
| Cor | Tipo de material |
| Azul | Papel/papelão |
| Vermelho | Plástico |
| Verde | Vidro |
| Amarelo | Metal |
| Preto | Madeira |
| Laranja | Resíduos perigosos |
| Branco | Resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde |
| Roxo | Resíduos radioativos |
| Marrom | Resíduos orgânicos |
| Cinza | Resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação. |

Fonte: Resolução CONAMA 275/2001

2.3.3 Transporte dos RCD

Em geral, o deslocamento horizontal dos resíduos é realizado em carrinhos-de-mão e giricas; e o deslocamento vertical é realizado em tubos condutores de entulho ou elevadores de carga. Caso o volume de resíduos seja muito grande, usa-se a grua para o transporte vertical. (SINDUSCON-CE et al.,2011)

O Transporte externo “Uso de caminhões caçamba ou munidos de poliguindaste, ou mesmo caminhão com carroceria de madeira, respeitadas as condições de segurança para a acomodação da carga na carroceria do veículo. É importante enfatizar que os geradores de resíduos são os responsáveis pela destinação adequada dos mesmos e, portanto, devem ser criteriosos quando escolherem a empresa para realizar os serviços de coleta e transporte dos resíduos.”(SINDUSCON-CE et al.,2011)

2.3.4 Destinação Final dos Resíduos

O Art. 10 da Resolução 307 do CONAMA indica que os RCD de Classe A devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados. Em último caso, podem ser encaminhados para áreas de aterro de resíduos da construção civil. Contudo, quanto aos resíduos das Classes B, C e D, a Resolução não especifica

formas de reciclagem ou reutilização para cada tipo de resíduo, apenas indica que devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. Assim, a seguir estão dispostas algumas sugestões para a destinação final de componentes de obras:

- O entulho de concreto, se não passar por beneficiamento, pode ser utilizado na construção de estradas ou como material de aterro em áreas baixas. Caso passe por britagem e posterior separação em agregados de diferentes tamanhos, pode ser usado como agregado para produção de concreto asfáltico, de sub-bases de rodovias e de concreto com agregados reciclados; artefatos de concreto, como meio-fio, blocos de vedação, briquetes, etc.
- A madeira pode ser reutilizada na obra se não estiver suja e danificada. Caso não esteja reaproveitável na obra, pode ser triturada e usada na fabricação de papel e papelão ou pode ser usada como combustível;
- O papel, papelão e plástico de embalagens, bem como o metal podem ser doados para cooperativas de catadores;
- O vidro pode ser reciclado em novo vidro, em fibra de vidro, telha e bloco de pavimentação ou, ainda, como adição na fabricação de asfalto;
- O resíduo de alvenaria, incluindo tijolos, cerâmicas e pedras, pode ser utilizado na produção de concretos, embora possa haver redução na resistência à compressão, e de concretos especiais, como o concreto leve com alto poder de isolamento térmico. Pode ser utilizado também como massa na fabricação de tijolos, com o aproveitamento até da sua parte fina como material de enchimento, além de poder ser queimado e transformado em cinzas com reutilização na própria construção civil;
- Os sacos de cimento devem retornar à fábrica para utilização com combustível na produção do cimento;
- O gesso pode ser reutilizado para produzir o pó de gesso novamente ou pode ser usado como corretivo de solo;
- Resíduos perigosos devem ser incinerados ou aterrados com procedimentos específicos. Alguns resíduos como os de óleos, de tintas e solventes, agentes abrasivos e baterias podem ser reciclados.

2.4 IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

De acordo com John, et al. (2000), a determinação de dados quantitativos dos resíduos, como a quantidade nacional gerada, os locais de produção e a sua periculosidade, é de grande importância para a sua localização dentro do cenário econômico, social e político do local onde ele é gerado. Os inventários de resíduos são certamente as fontes mais fáceis de obtenção destas informações, mas nem sempre eles existem ou estão disponíveis.

De acordo com a cartilha “Alternativas Para a Destinação de Resíduos da Construção Civil” (2008) a identificação e quantificação dos resíduos gerados em uma determinada obra dependerão das suas características básicas, tais como, número de pavimentos, tipo de uso, estrutura, fechamentos/vedações, acabamentos e instalações, dentre outras.

2.4.1 Resíduos Classe A

“Os resíduos classe A são gerados principalmente na fase de vedações e acabamento. Esse fato é, em grande parte, devido a deficiências no planejamento da execução destas etapas. Na tentativa de minimizar a distância entre projeto e execução, foram desenvolvidos métodos de racionalização construtiva ”(Sinduscon–MG,2008)

Estes, de acordo com a cartilha “Alternativas Para a Destinação de Resíduos da Construção Civil” podem ser transformados em matéria-prima secundária, na forma 51 de agregados reciclados, que se corretamente processados (beneficiamento + transformação), podem ser aplicados como diferentes insumos em obras civis, tais como:

- Pavimentação de estacionamentos e vias;
- Base e sub-base de pavimentação;
- Recuperação de áreas degradadas;
- Obras de drenagem e de contenção;
- Produção de componentes pré-fabricados.

2.4.1.1 Produtos de cerâmica vermelha, produtos à base de cimento Portland

I. Características

Segundo a resolução CONAMA N° 307/2002, os blocos cerâmicos e de concreto são classificados como classe A, ou seja, podem ser reutilizados ou reciclados como agregados.

- Produtos à base de cimento Portland: resíduo composto à base de concreto e argamassa sem impurezas, tais como gesso, terra, metais, papel, vidro, plástico, madeira madura, matéria orgânica. Destinam-se, após beneficiamento, à preparação de argamassa e concreto não-estrutural.
- Produtos à base de argila (cerâmica vermelha): resíduo de composição à base de produtos cerâmicos, em que se admite a presença de concreto e argamassa, sem a presença de impurezas. Destinam-se à base e subbase de pavimentação, drenos, camadas drenantes, rip-rap e como material de preenchimento de valas

II. Segregação/Coleta seletiva

Os seguintes cuidados devem ser observados de acordo com a cartilha “Alternativas Para a Destinação de Resíduos da Construção Civil” (2008) no recebimento de materiais visando a minimização da geração dos resíduos citados anteriormente: No recebimento dos materiais no canteiro de obra devem ser observados os seguintes cuidados, visando a minimização da geração desses resíduos:

- Seguir as recomendações do fabricante, dispostas nas embalagens, folders ou catálogos;
- Descarregar os materiais com cuidado, para evitar quebras;
- Utilizar carrinho próprio para transporte;
- Utilizar carrinho paleteiro ou grua no caso de paletização; - prever a utilização de peças modulares, conforme paginação; - armazenar e utilizar os materiais com cuidado, para não romper peças desnecessariamente.

A segregação dos resíduos da construção civil no canteiro de obras é um passo extremamente importante dentro do processo de gestão dos resíduos. E deverá ocorrer imediatamente após a geração do resíduo. Para isso, podem ser feitas pilhas próximas aos locais de geração, tendo-se o cuidado de 54 acondicionar blocos de concreto separados de blocos cerâmicos. (Sinduscon–MG,2008)

III. Reutilização e reciclagem dos resíduos

Algumas medidas conforme a cartilha “Alternativas Para a Destinação de Resíduos da Construção Civil” (2008) devem ser tomadas para propiciar a reutilização dos materiais: - delimitar uma área onde possam ser depositados os resíduos e os recortes das peças e propiciar seu aproveitamento futuro; - utilizar os recortes para solucionar detalhes construtivos que necessitem de peças de menores dimensões.

IV. Acondicionamento/Armazenamento

O acondicionamento inicial pode ser feito em pilhas formadas próximas aos locais de geração, nos respectivos pavimentos, sendo observados os procedimentos de segregação. No caso da impossibilidade de segregação dos resíduos à base de concreto e argamassa dos resíduos predominantemente cerâmicos vermelhos, ambos deverão ser colocados em caçambas estacionárias isentas de contaminantes para posterior encaminhamento às Usinas de Reciclagem. (Sinduscon–MG,2008)

2.4.2 Resíduos Classe B

2.4.2.1 Madeira

I. Características

Na construção civil, a madeira é utilizada de diversas formas em usos temporários, como: fôrmas para concreto, andaimes e escoramentos. De forma definitiva, é utilizada nas estruturas de cobertura, nas esquadrias (portas e janelas), nos forros e pisos. (Sinduscon–MG,2008)

Os resíduos de madeira podem apresentar dois tipos básicos de contaminação: por metais (pregos, arame e outros) ou por argamassa/concreto/ produtos químicos. O tipo de contaminação é o que determina a destinação deste resíduo. (Sinduscon–MG,2008)

II. Segregação/Coleta seletiva

Na fase de execução das fôrmas e na aquisição da madeira devem ser observados para SINDUSCON-MG et. al (2008), os seguintes cuidados, visando minimizar a geração de resíduos:

- Elaborar um plano ou projeto de fôrma que vise a reutilização máxima do material, o mínimo de cortes em função das dimensões das peças e o aproveitamento das sobras em outros locais da obra;
- Planejar a montagem e desmontagem das formas de tal modo que a desforma seja feita sem danificar as peças, utilizando-se menos pregos e mais encaixes;
- Garantir que a madeira adquirida seja de boa qualidade a fim de suportar os esforços a que será submetida, tanto na montagem quanto na desmontagem da forma, adquirindo as peças de empresas que possam comprovar a origem da mesma, seja através de certificação legal ou de um plano de manejo aprovado pelo IBAMA, com a apresentação de nota fiscal e documentos de transporte – IBAMA. Para que a madeira seja co-processada em fornos (fábrica de cimento), há necessidade de rastreamento legal.

Ocorre, entretanto, que a possibilidade de reaproveitamento da madeira pela empresa especializada em outras obras de clientes seus é muito maior que na obra de onde se originou, resultando num saldo positivo no processo de gestão de resíduos. Outro aspecto a considerar é a utilização de escoramento metálico, de vida útil longa. (SINDUSCON-MG et al.,2008)

III. Segregação

A madeira que contém apenas pregos deve ser separada da madeira contaminada com argamassa ou produtos químicos. Recomenda-se a retirada dos metais presentes na madeira para facilitar a sua destinação, tendo em vista que pregos e outros metais são considerados contaminantes para o processo de reciclagem da madeira. (SINDUSCON-MG et al.,2008)

IV. Reutilização e reciclagem dos resíduos

Deve-se verificar de acordo com SINDUSCON-MG et al.(2008), a possibilidade da reutilização das peças mesmo que tenham sido danificadas na desforma, ou por outro motivo qualquer, recortando-as adequadamente de modo a utilizá-las em outros locais, ou seja, utilizar uma mesma peça mais de uma vez, dando-lhe uma sobrevida, o que significa economia de dinheiro e matéria-prima. Além disso, deve-se reutilizar, o máximo possível, componentes e embalagens de madeira dos diversos produtos que chegam na obra, procurando recuperá-los.

Deve-se, ainda, para SINDUSCON-MG et al. (2008), evitar que a madeira usada nas fôrmas seja tratada com produtos químicos e que se evite o emprego

desnecessário de pregos, para facilitar a desforma ou sua reciclagem. As peças de madeira devem ser utilizadas de acordo com o projeto e, na falta deste, de forma a evitar perdas com cortes desnecessários. Deve-se verificar a possibilidade do reuso das peças, ou seja, utilizar uma mesma peça mais de uma vez, dando-lhe uma sobrevida, o que significa economia de dinheiro e matéria prima.

V. Acondicionamento/Armazenamento

Para o acondicionamento temporário desses resíduos, de acordo com SINDUSCONMG et al.(2008), devem ser usados tambores devidamente identificados na cor preta conforme resolução Nº 275 do CONAMA e com furos no fundo, dispostos nos pavimentos da obra. Após atingir a sua capacidade máxima, os tambores são transportados horizontalmente em carrinhos e, verticalmente, em pranchas ou guinchos até o térreo onde serão depositados em caçambas, especialmente destinadas para recebê-los. O armazenamento central, caso necessário, deverá ser feito em baias cobertas e sinalizadas.

2.4.3 Resíduos Classe C

2.4.3.1 Gesso

I. Características

“Os resíduos de gesso são classificados pela resolução CONAMA 307 como classe C, ou seja, são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação”. (SINDUSCON-MG et al.,2008). Os resíduos de gesso têm três origens:

- Chapas de gesso *Drywall*;
- Da aplicação do gesso em revestimento interno – gesso lento;
- Sobras de placas pré-moldadas, sancas e molduras.

II. Segregação/Coleta seletiva

Algumas medidas relativas ao armazenamento e ao manuseio do gesso podem ser tomadas, segundo SINDUSCON-MG et al. (2008), para minimizar a geração do 70 resíduo, além dos sacos serem estocados em local seco, sobre paletes de madeira:

- No caso da chapa de gesso *Drywall*, a perda ocorrida deve-se ao corte que pode ser reduzido modulando-se dimensionalmente a obra. Com a definição clara do pé direito (altura da parede) e/ou da modulação do forro. O produto tem esta característica econômica por tratar-se de um sistema construtivo;
- O gesso para revestimento deve ser preparado de acordo com a necessidade de utilização, levando em consideração a área a ser trabalhada e a capacidade de aplicação em função do tempo disponível. Grande parte da perda do gesso de revestimento é devida à alta velocidade de endurecimento do gesso associada à aplicação manual por meio de mão-de-obra de baixa qualificação. Esta perda pode ser reduzida com o treinamento da mão-de-obra, além de que há no mercado produtos diferenciados na qualidade que geram menos resíduos por terem o tempo final de trabalho com menor velocidade de endurecimento;
- Na confecção das placas de gesso, sancas e / ou molduras, o produto deve ser preparado de acordo com a necessidade de utilização, levando em consideração o tipo de forma / molde a ser trabalhado em função do tempo disponível. (SINDUSCON-MG et al.,2008)

III. Segregação

A presença de gesso em agregados reciclados, de acordo com SINDUSCON-MG et al. (2008) pode causar problemas de tempo de pega e expansibilidade dos produtos à base de cimento. Portanto, os resíduos classe A (CONAMA 307) não devem ser contaminados por esse resíduo. Tal fato torna imprescindível a segregação 71 adequada do gesso. O quadro a seguir mostra alguns procedimentos para a segregação dos resíduos de gesso:

Quadro 3 - Segregação dos Resíduos de Gesso

| ORIGEM DO RESÍDUO | SEGREGAÇÃO |
|------------------------------|--|
| Chapas de gesso (Drywall) | Delimitar uma área exclusiva para deposição dos resíduos em locais cobertos. Deve evitar qualquer tipo de contaminação, principalmente por metais |
| Gesso para revestimento | O gesso não aproveitado não deve ser depositado nas mesmas pilhas dos resíduos classe A. Deve haver um local específico para o acondicionamento e armazenamento deste resíduo em locais cobertos. Deve evitar qualquer tipo de contaminação, principalmente por metais |
| Placas pré-moldadas de gesso | Delimitar uma área exclusiva para deposição dos resíduos em locais cobertos. Deve evitar qualquer tipo de contaminação, principalmente por metais |

IV. Reutilização e reciclagem dos resíduos

“No momento de aplicação do gesso de revestimento, deve-se preocupar com o volume de massa a ser produzido para minimizar a perda que por ventura ocorrer. Utilizando o produto adequado, as perdas tendem a reduzir”(SINDUSCON-MG et al.,2008).

Ocorrendo queda da massa de gesso no chão, este não deve ser reaplicado na parede pelo fato de possível contaminação, mesmo que o chão esteja protegido, vindo a prejudicar a qualidade do revestimento que está sendo realizado. Neste caso, o resíduo gerado pode ser utilizado para o primeiro preenchimento da 72 alvenaria a ser revestida ou destinada ao co-processamento em indústrias de cimento.

V. Acondicionamento/Armazenamento

Acondicionamento inicial (no momento da geração): “Em pilhas formadas próximas aos locais de geração dos resíduos, nos respectivos pavimentos”(SINDUSCON-MG et al.,2008).

Armazenamento final: “Em caçambas estacionárias, evitando a contaminação dos resíduos de alvenaria, concreto e outros ”(SINDUSCON-MG et al.,2008).

2.4.4 Resíduos Classe D

2.4.4.1 Tinta, vernizes, solventes, óleos e graxas

I. Características

“Os resíduos de tintas, vernizes e solventes (restos de material e embalagens) são classificados como resíduos perigosos pela NBR 10.004/200, devido às substâncias tóxicas presentes em sua composição”(SINDUSCON-MG et al.,2008)

II. Segregação/Coleta seletiva

Cuidados requeridos:

- Realizar todas as operações com esses tipos de resíduos sob a supervisão do responsável pela segurança do trabalho da obra;
- Manejar com cuidado materiais que originam resíduos potencialmente perigosos;

- Separar e armazenar estes resíduos em recipientes seguros ou em zona reservada, para que permaneçam fechados quando não estiverem sendo utilizados;
- Etiquetar os recipientes nas zonas de armazenagem e mantê-los perfeitamente fechados para impedir perdas ou fugas por evaporação;
- Prestar especial atenção nas operações de manejo e retirada dos recipientes, pois estes poderão conter produtos facilmente inflamáveis. Portanto, deve-se manejá-los em ambientes isentos de calor excessivo;
- Utilizar todo o conteúdo das embalagens para reduzir a quantidade das mesmas;
- Armazenar tintas e vernizes em locais adequados, visando sua reutilização;
- Guardar em local fechado combustíveis e produtos químicos mais perigosos;
- Evitar que todas as ações descritas sejam executadas próximas de corpos d'água ou zonas de drenagem;
- Manusear o produto com os cuidados indicados pelo seu fabricante na ficha de segurança da embalagem. (SINDUSCON-MG et al.,2008)

III. Reutilização e reciclagem dos resíduos

Segundo SINDUSCON-MG et al. (2008), uma adequada segregação no canteiro pelas empresas autorizadas e aptas gera materiais que podem ser coprocessador por grupos cimenteiros que providenciam o eco-processamento destes resíduos, desde de que os produtos façam parte da legislação pertinente.

IV. Acondicionamento/Armazenamento

“Deverá ser transportado, logo após o uso, para o local de acondicionamento final, devidamente sinalizado e identificado na cor laranja, conforme resolução Nº 275 do CONAMA e de acesso restrito às pessoas que, durante suas tarefas, manuseiem esses resíduos. ” (SINDUSCON-MG et al.,2008)

V. Transporte (interno e externo à obra)

A coleta deverá ser feita por empresa licenciada para transporte de resíduos perigosos, utilizando “caminhão ou outro veículo de carga, sempre coberto” (SINDUSCON-MG et al.,2008)

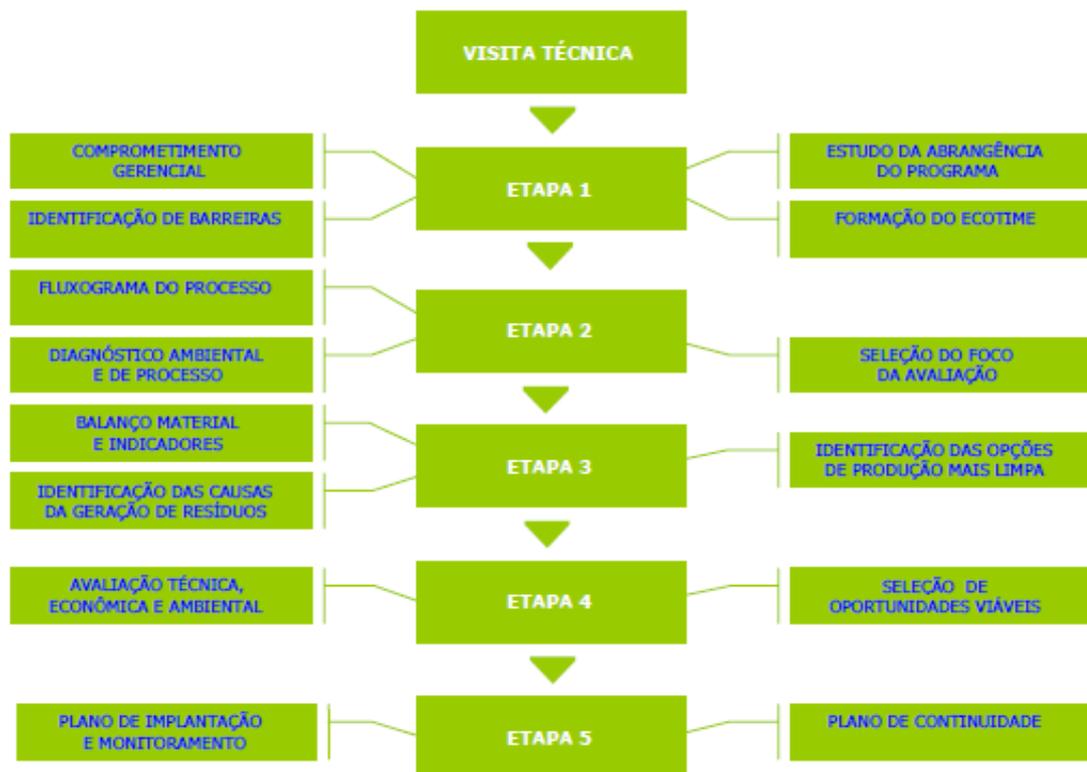
CAPÍTULO 3: IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL

3.1 DESCRIÇÃO DAS FAZES DA METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA

A implementação da metodologia de Produção Mais Limpa, tem como foco a prevenção da poluição e o crescimento e desenvolvimento econômico sustentável. O primeiro passo a ser tomado para aplicação da metodologia é a pré-sensibilização dos empresários e gerentes, enfatizando o comprometimento gerencial da empresa e ressaltando os benefícios econômicos e ambientais. Depois da pré-sensibilização a empresa poderá começar a aplicação da P+L, e seguir corretamente os seguintes passos, conforme proposto pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas. (CNTL, 2003).

O roteiro de implementação da P+L apresentados a seguir tem como princípio o manual Implementação de Programas de Produção mais Limpa, 2003, CNTL - SENAI-RS.

Figura 8 - Passos para implementação de um programa de Produção Mais Limpa



Fonte: CNTL (2003)

3.1.1 Etapa 1

A primeira etapa contempla as seguintes fases: comprometimento gerencial, identificação de barreiras, estabelecimento da amplitude do programa.

- **Obtenção do comprometimento gerencial**

O sucesso do programa não depende somente do engenheiro e técnico responsável pelo processo, mas também das empresas e gerentes. O compromisso com programa é essencial, e seguir todas as etapas irá trazer benefícios econômicos, sociais e ambientais.

- **Identificação de barreiras**

É necessário que sejam identificadas as barreiras que iram aparecer durante a implementação do programa e buscar soluções, de forma para que não prejudique o processo. Abaixo serão listadas as barreiras mais comuns encontradas durante a Implementação da P+L.

- Indiferença: falta de percepção do potencial papel positivo da empresa na solução dos problemas ambientais;
- Interpretação limitada ou incorreta do conceito de Produção Mais Limpa;
- Resistência à mudança;
- Falta de liderança interna para questões ambientais;
- Abrangência limitada das ações ambientais dentro da empresa;
- Estrutura organizacional inadequada e sistema de informação incompleto;
- Acesso limitado à informação técnica mais adequada à empresa bem como desconhecimento da capacidade de assimilação destas técnicas pela empresa;
- Alocação incorreta dos custos ambientais aos setores onde são gerados;
- Alto custo do capital externo para investimentos em tecnologias;
- Falta de linhas de financiamento e mecanismos específicos de incentivo para investimentos em Produção Mais Limpa;
- Desenvolvimento insuficiente da estrutura de política ambiental, incluindo a falta de aplicação das políticas existentes.

3.1.1.1 Formação do *Ecotime*

De acordo com o CNTL (2003) *Ecotime* é um grupo de trabalho formado por profissionais da empresa que tem por objetivo conduzir o programa de Produção Mais Limpa. Segundo o CNTL (2009), 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 Produção Mais Limpa para os demais funcionários da empresa.

Na formação do *Ecotime* deve-se escolher um funcionário de cada setor, e se for uma empresa de pequeno porte, o ideal é escolher de dois a três funcionários, e estes serão responsáveis por passar a metodologia aos demais colegas. Além disso será necessário ter um coordenador para fazer parte do *Ecotime*, que deve manter informado a empresa do progresso da implementação.

3.1.2 Etapa 2

Nesta etapa, temos o estudo do fluxograma do processo produtivo, realização do diagnóstico ambiental e de processo e a seleção do foco de avaliação. Segundo o CNTL (2003) A análise detalhada do fluxograma permite a visualização e a definição do fluxo qualitativo de matéria-prima, água e energia no processo produtivo, visualização da geração de resíduos durante o processo, agindo desta forma como uma ferramenta para obtenção de dados necessários para a formação de uma estratégia de minimização da geração de resíduos, efluentes e emissões.

O fluxograma é uma representação gráfica de todos os passos de um processo e do modo como estão relacionados entre si. O *Ecotime* deverá identificar o tipo de fluxograma que melhor representa o processo. Poderá ser um Fluxograma de Processo Linear ou de Rede. (CNTL,2003)

De posse das informações do diagnóstico ambiental e da planilha dos principais aspectos ambientais é selecionado entre todas as atividades da empresa o foco do trabalho. Estas informações são analisadas considerando os regulamentos legais, a quantidade de resíduos gerados, a toxicidade dos resíduos, e os custos envolvidos. Por exemplo: se a empresa tem um determinado prazo para cumprir um auto de infração para reduzir a quantidade de um determinado resíduo, serão

priorizados os regulamentos legais, independentemente de quanto este resíduo representa em termos de custo, toxicidade ou quantidade (CNTL, 2003 p.23)

3.1.3 Etapa 3

Na etapa 3 é elaborado o balanço material e são estabelecidos indicadores, são identificadas as causas da geração de resíduos e é feita a identificação das opções de produção mais limpa. Deve se definir os pontos críticos das medições, planejar a realização do balanço de massa e/ou de energia e depois construir um Fluxograma Específico para a realização desse balanço.

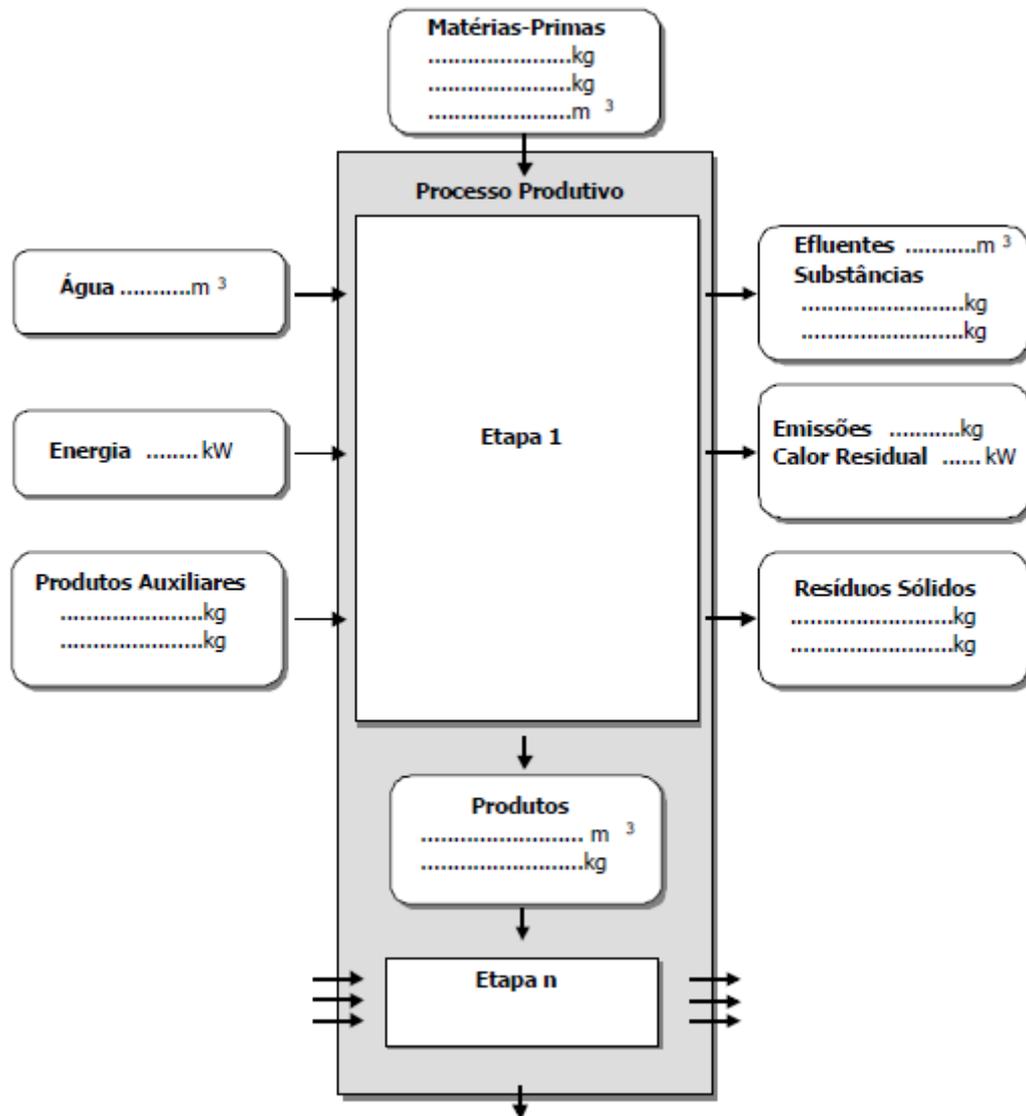
3.1.3.1 Análise quantitativa de entradas e saídas e estabelecimento de Indicadores

Esta fase inicia com o levantamento dos dados quantitativos mais detalhados nas etapas do processo priorizadas durante a atividade de Seleção do Foco da Avaliação. Os itens avaliados são os mesmos da atividade de Realização do Diagnóstico Ambiental e de Processo, o que possibilita a comparação qualitativa entre os dados existentes antes da implementação do Programa de Produção Mais Limpa e aqueles levantados pelo Programa:

- Análise quantitativa de entradas e saídas;
- Quantificação de entradas (matérias-primas, água, energia e outros insumos);
- Quantificação de saídas (resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e produtos);
- Dados da situação ambiental da empresa;
- Dados referentes à estocagem, armazenamento e acondicionamento de entradas e saídas.

A identificação dos indicadores é fundamental para avaliar a eficiência da metodologia empregada e acompanhar o desenvolvimento das medidas de Produção Mais Limpa implantadas. Serão analisados os indicadores atuais da empresa e os indicadores estabelecidos durante a etapa de quantificação. Dessa forma, será possível comparar os mesmos com os indicadores determinados após a etapa de implementação das opções de Produção Mais Limpa.

Figura 8 - Análise quantitativa de entradas e saídas do processo produtivo



Fonte: CNTL, 2003

Quando for realizado os balanços de massa e/ou energia, será necessário a empresa dar um a apoio maior, e continuar produzindo normalmente e obter as medições com precisão, durante toda o tempo que for realizado o balanço. Com o apoio da empresa e a realização correta da análise, assim os resultados serão confiáveis.

3.1.3.2 Identificação das Causas da Geração de Resíduos

Com os dados que foram levantados do balanço de massa, o *Ecotime* deverá avaliar as causas da geração de cada resíduo identificado. Os principais fatores que tem influência na origem dos resíduos e emissões são:

1. Operacionais

- consumo de água e energia não conferidos;
- acionamento desnecessário ou sobrecargas de equipamentos;
- falta de manutenção preventiva;
- etapas desnecessárias no processo;
- falta de informações de ordem técnica e tecnológica.

2. Matérias-Primas

- uso de matérias-primas de menor custo, abaixo do padrão de qualidade;
- falta de especificação de qualidade;
- deficiência no suprimento;
- sistema inadequado de gerência de compras;
- armazenagem inadequada.

3. Produtos

- proporção inadequada entre resíduos e produtos;
- design impraticável do produto;
- embalagens inadequadas;
- produto composto por matérias-primas perigosas;
- produto de difícil desmontagem e reciclagem.

4. Capital

- escassez de capital para investimento em mudanças tecnológicas e de processo;
- foco exagerado no lucro, sem preocupações na geração de resíduos e emissões;
- baixo capital de giro.

5. Causas relacionadas aos resíduos

- inexistência de separação de resíduos;
- desconsideração pelo potencial de reuso de determinados resíduos;
- não há recuperação de energia nos produtos resíduos e emissões;
- manuseio inadequado.

6. Recursos humanos

- recursos humanos não qualificados;
- falta de segurança no trabalho;
- exigência de qualidade – treinamento inexistente ou inadequado;
- trabalho sob pressão;
- dependência crescente de trabalho eventual e terceirizado.

7. Fornecedores/ parceiros comerciais

- compra de matérias-primas de fornecedores sem padronização;
- falta de intercâmbio com os parceiros comerciais;
- busca somente do lucro na negociação, sem preocupação com o produto final.

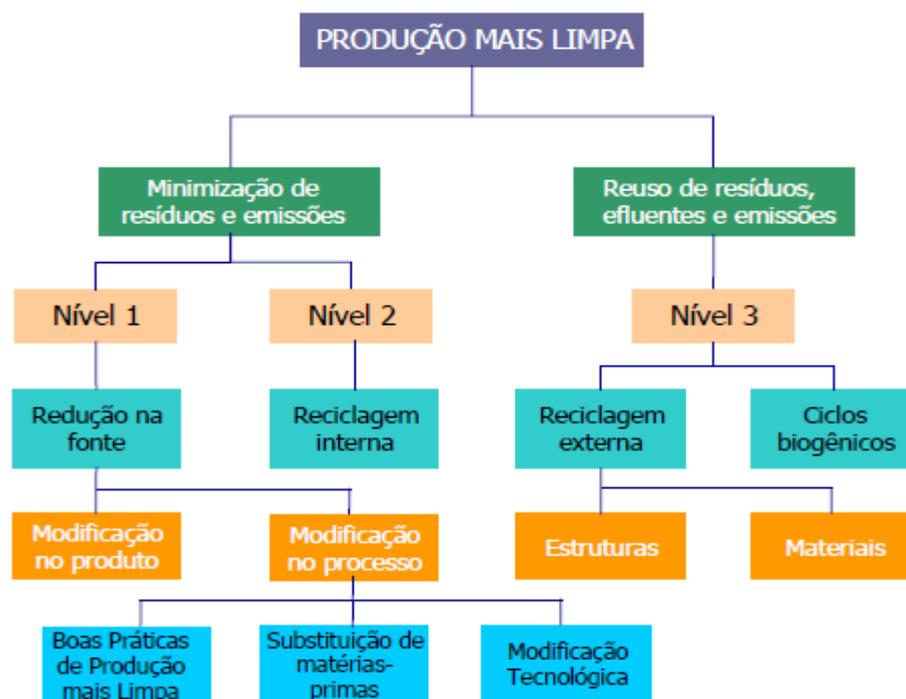
8. Know-how/ processo

- má utilização dos parâmetros de processo;
- uso de tecnologias de processo ultrapassadas.

3.1.3.3 Identificação das Opções de Produção Mais Limpa

Depois de ter realizado o balanço e ter identificado as causas da geração de resíduos, deve se identificar oportunidades de melhorais, ou seja, opções para a não geração de resíduos. E, dessa forma, será possível aplicar a P+L, dando prioridade a medidas que eliminem e minimizem os resíduos e emissões do processo produtivo onde foram gerados. As ações da P+L são e priorizada em ordem, estas se dividem em nível 1, nível 2 e nível 3, com figura 10 abaixo:

Figura 9 - Fluxograma da Geração de Opções de Produção Mais Limpa



Fonte: CNTL 2003

NIVEL 1:

- Redução na fonte: Pode significar modificação no produto e/ou no processo.
- Modificação no Produto: A modificação no produto é uma abordagem complexa, devido a envolver a aceitação pelos consumidores de um produto novo ou renovado. Geralmente é adotada após terem sido esgotadas outras opções mais simples. A modificação no produto pode incluir: substituição completa do produto; aumento da longevidade; modificação do design do produto; uso de matérias-primas recicláveis e recicladas.
- Modificação no Processo: As medidas de minimização mais comuns em Programas de Produção Mais Limpa são aquelas que envolvem estratégias de modificação nos processos. Por processo entende-se qualquer sistema de produção dentro da obra. As medidas deste tipo podem ser:
 - Boas práticas operacionais, implicam na adoção de medidas de procedimento, técnicas, administrativas ou institucionais que uma empresa pode implantar para minimizar os resíduos, efluentes e emissões. Normalmente, as boas práticas operacionais são implementadas com baixo custo ou custo zero.
 - Substituição de matérias-primas e materiais auxiliares, que podem incluir: matérias-primas e materiais auxiliares toxicologicamente importantes, que podem afetar a saúde e a segurança do trabalhador e obrigam à utilização de equipamentos específicos de proteção (EPIs); matérias-primas e materiais auxiliares que geram resíduos, efluentes e emissões perigosos ou não-inertes, que necessitam de controle para evitar impactos negativos ao meio ambiente.
 - Modificações tecnológicas são orientadas para as modificações de processo e de equipamentos para reduzir resíduos, efluentes e emissões no sistema de produção. No caso da indústria da construção civil, podem incluir: tecnologias que realizam a segregação de resíduos e de efluentes; modificação nos parâmetros de processo; substituição completa da tecnologia. (CNTL,2003)

NIVEL 2:

- Reciclagem interna: Refere-se a todos os processos de recuperação de matérias-primas, materiais auxiliares e insumos que são levados a cabo dentro da obra. Podem ser citados como exemplos: utilização de matérias primas ou produtos novamente para o mesmo propósito; recuperação de solventes usados;

utilização de matérias primas ou produtos usados para um propósito diferente (por exemplo, o uso de resíduos de verniz para pinturas de partes não visíveis de produtos); utilização adicional de um material para um propósito inferior ao seu uso original (por exemplo, aproveitamento de resíduos de papel e papelão para enchimentos). (CNTL,2003)

NIVEL 3:

- Reciclagem externa e ciclos biogênicos: As medidas relacionadas aos níveis 1 e 2 devem ser preferencialmente adotadas quando da implementação de um Programa de Produção Mais Limpa. Somente quando tecnicamente descartadas deve-se optar por medidas de reciclagem de resíduos, efluentes e emissões fora da empresa (nível 3). Isto pode acontecer na forma de reciclagem externa ou de uma reintegração ao ciclo biogênico, como por exemplo, a compostagem. A recuperação de matérias-primas de maior valor e sua reintegração ao ciclo econômico, como papel e aparas de vidros, é um método menos reconhecido de proteção ambiental integrada através da minimização de resíduos. (CNTL,2003)

3.1.4 Etapa 4

De acordo com CNTL (2003), a primeira atividade da Etapa 4 é a avaliação técnica, ambiental e econômica das opções de Produção Mais Limpa levantadas, sempre visando o aproveitamento eficiente das matérias-primas, água, energia e outros insumos através da não geração, minimização, reciclagem interna e externa. Na avaliação técnica é importante considerar:

- impacto da medida proposta sobre o processo, produtividade, segurança, etc.;
- testes de laboratório ou ensaios quando a opção estiver mudando significativamente o processo existente;
- experiências de outras companhias com a opção que está sendo estudada;
- todos os funcionários e departamentos atingidos pela implementação das opções;
- necessidades de mudanças de pessoal, operações adicionais e pessoal de manutenção, além do treinamento adicional dos técnicos e de outras pessoas envolvidas.

Nessa avaliação são consideradas as propriedades e requisitos que as matérias-primas e outros materiais devem apresentar para o produto que se deseja

fabricar, de maneira que se possam sugerir modificações. Sendo possível tecnicamente implementar-se a opção, procede-se à avaliação ambiental.

Na avaliação ambiental é importante considerar:

- a quantidade de resíduos, efluentes e emissões que será reduzida;
- a qualidade dos resíduos, efluentes e emissões que tenham sido eliminados;
- a redução na utilização de recursos naturais.

Nessa avaliação são consideradas as propriedades e requisitos que as matérias-primas e outros materiais devem apresentar para o produto que se deseja fabricar, de maneira que se possam sugerir modificações. Sendo possível tecnicamente implementar-se a opção, procede-se à avaliação ambiental.

Na avaliação econômica é importante considerar:

- os investimentos necessários;
- os custos operacionais e receitas do processo existente e os custos operacionais e receitas projetadas das ações a serem implantadas;
- a economia da empresa com a redução/eliminação de multas.

Por fim, será realizada a avaliação econômica, através de um estudo de viabilidade econômica. Deverá ser considerado o período de retorno do investimento, a taxa interna de retorno e o valor presente líquido.

3.1.4.1 Seleção de oportunidades viáveis

Realizado a avaliação das diversas opções identificadas para a redução do resíduo, escolhe-se aquela que apresente a melhor condição técnica, com os maiores benefícios ambientais e econômicos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo *ecotime*. Esse mesmo procedimento deverá ser seguido para cada resíduo que foi priorizado e para o qual foram realizadas medições por meio dos balanços de massa e energia. (CNTL,2003)

3.1.5 Etapa 5

A última etapa constitui-se do plano de implementação e monitoramento e plano de continuidade.

3.1.5.1 Plano de implementação e monitoramento

Com as opções selecionadas de P+L que são viáveis, será estabelecido um plano de monitoramento para a avaliação do desempenho ambiental. No plano consta a carga orgânica e análises laboratoriais de metais. Nesta etapa é importante considerar: as especificações técnicas detalhadas; o plano adequado para reduzir tempo de instalação; os itens de dispêndio para evitar ultrapassar o orçamento previsto; a preparação da equipe e a instalação para o início de operação.

Juntamente com o plano de implementação deve ser planejado o sistema de monitoramento das medidas a serem implantadas. Nesta etapa é essencial considerar:

- quando devem acontecer as atividades determinadas;
- quem é o responsável por estas atividades;
- quando são esperados os resultados;
- quando e por quanto tempo monitorar as mudanças;
- quando avaliar o progresso;
- quando devem ser assegurados os recursos financeiros;
- quando a gerência deve tomar uma decisão;
- quando a opção deve ser implantada;
- quanto tempo deve durar o período de testes;
- qual é a data de conclusão da implementação.

O plano de monitoramento pode ser dividido em quatro estágios: planejamento, preparação, implementação, análise e relatório de dados.

Figura 10 - Estágio da implementação do plano de monitoramento



Fonte: CTNL, (2003)

Esses estágios precisam ser descritos em uma proposta que apresente os objetivos, recursos, instalações, material (incluindo descartáveis), funcionários qualificados, logística, escala de horário e duração e custo geral.

3.1.5.2 Plano de continuidade

Após a aplicação das etapas e atividades descritas acima, o Programa de Produção Mais Limpa pode ser considerado como implementado. Neste momento é importante não somente avaliar os resultados obtidos, mas, sobretudo, criar condições para que o Programa tenha sua continuidade assegurada através da aplicação da metodologia de trabalho e da criação de ferramentas que possibilitem a manutenção da cultura estabelecida, bem como sua evolução em conjunto com as atividades futuras da empresa. (CNTL,2003)

CONCLUSÃO

Este trabalho de conclusão de curso teve como preocupação básica apresentar a implementação da metodologia de P+L e seu uso na construção civil. 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 consequente redução do impacto ambiental e custos produtivos.

Os estudos aplicados de P+L de execução direta no canteiro de obra, possibilita perceber que a execução dos serviços é feita de acordo com as especificações do projeto. Sendo assim, verifica-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, as informações aqui prestadas demonstraram que o enfoque preventivo deve ser prioritário na busca da redução do impacto ambiental causado pelos processos construtivos 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, constata-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 metodologia P+L possibilita 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.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. Conama aprova reciclagem de resíduos sólidos da construção civil. Disponível em: <<http://www.producaomaislimpabrasil.org.br/jornal/jornal.htm>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

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.

BARROS, M. C.. **Avaliação de um Resíduo da Construção Civil Beneficiado Como Material Alternativo para Sistema de Cobertura**. Rio de Janeiro, 2005. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

BARROS, Ricardo Luiz Peixoto de, **Notas de Aula do Curso de Pós-Graduação em Gestão Ambiental da Escola Politécnica da UFRJ**, 2006.

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

BECKER, R. (org). **Desenvolvimento Sustentável: Necessidade e/ou possibilidade?** 3. ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2001.

BLUMENSCHHEIN, Raquel Naves e SPOSTO, Rosa Maria. **Projeto de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras**. Universidade de Brasília e Sindicato da Indústria da Construção do Distrito Federal, 2003.

BRASIL, Leis. **Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. RESOLUÇÃO nº. 307**, de julho de 2002.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui A Política Nacional de Resíduos Sólidos; Altera A Lei no 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998; e Dá Outras Providências. 1. ed. Brasília. Disponível em: .Acesso em: 02 jun. 2018.

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

CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. PmaisL. Disponível em. Acesso em: 08 jun. 2018.

CNTL. Qual a vantagem de se adotar produção mais limpa. Disponível em: <<http://www.holographic.com.br/~prj/cntl/sobre-5vantagem.htm>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Manual 5 - Implantação de programas de produção mais limpa. Porto Alegre: [S. n.], 2000.

CNTL. Manual 1 - Implementação de Programas de Produção mais Limpa. Porto Alegre, 2003

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: 03 jun. 2018

CMMAD – Comissão Mundial sobre o meio ambiente e desenvolvimento, **Nosso Futuro Comum**, 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

CONAMA – Conselho Nacional do meio Ambiente (2009). Resolução nº 416, de 30 de setembro, 2009. Ministério do Meio Ambiente.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Guia da produção mais limpa: faça você mesmo. Porto Alegre, 2008. Disponível em: Acesso em: 03 jun. 2018.

CONSTRUBUSINESS. Agenda para o setor. Sinduscon-SP. In: SEMINÁRIO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE CONSTRUÇÃO, 5., 2004, São Paulo

DEGANI, C. M. Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo. 2003.

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.

FERNANDES, J. V. G *et al.* Introduzindo práticas de produção mais limpa em sistemas de gestão ambiental certificáveis: uma proposta prática. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 06, n. 03, jul/dez. Rio de Janeiro, 2001. p. 157-164.

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

FURTADO, M. P+L: Brasil assume compromisso com a Produção Mais Limpa. **Revista Química e Derivados.** São Paulo. Edição nº 407, p. 32-54, ago. 2002.

IEL. Benefícios da produção mais limpa. Disponível em: <<http://www.ielsc.com.br/p+l/beneficios.html>>. Acesso em: 15 abr de 2018.

JOHN, L. O que está na mesa de negociações da Rio + 10. Disponível em: <www.riomaisdez.gov.br>. Acesso em: 15 abr. 2018.

JÚNIOR, N. B. C. Cartilha de Gerenciamento de resíduos sólidos para construção civil. Belo Horizonte: Sinduscon-MG, 2005. 38p

Kiperstok, A., Esquerre, K., Kalid, R., Sales, E., & Oliveira, G. (2013). Rationalizing the Use of Water in Industry. Part 1: summary of the instruments Developed by the Clean Technology Network in the State of Bahia and Main Results Obtained. *Journal of Environmental Protection*, 4(5), 486-496. <http://dx.doi.org/10.4236/jep.2013.45057>.

KINLAW, Dennis. Tradutor: Lenke Peres Alves de Araújo. *Empresa Competitiva e ecológica: desempenho sustentado na era ambiental*. São Paulo: Makron Books, 1997.

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

KUNKEL, N. Resíduos da Construção Civil Aliados a Produção mais Limpa (P+L). Centro de Tecnologia – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS, 2009.

LEMOS, A. D. C. A produção mais limpa como geradora de inovação e competitividade: o caso da fazenda Cerro do Tigre. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1998.

LEMOS, Haroldo Mattos de, **A Gestão Ambiental nas Indústrias**, apostila de aula do Curso de Pós-Graduação em Gestão Ambiental da Escola Politécnica da UFRJ, 2006.

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.

Lima RS, Lima RRR. Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. 1 st ed. Curitiba: CREA-PR; 2009.

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

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.

Miotto JL. Princípios para o projeto e produção das construções sustentáveis. 1 st ed. Ponta Grossa: UEPG/NUTEAD; 2013.

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>. Acesso em: 02 jun. 2018.

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.

PAPANEK, V. *Arquitetura e Design: Ecologia e Ética*. Edições 70. Lisboa, Portugal, 1995.

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

PINTO, T. P. *Metodologia para Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana*. São Paulo, 1999. 198 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

RAMIRES, M. V. V.; GONZÁLEZ, M. A. S. Análise da gestão dos resíduos gerados dentro dos canteiros de obras. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO E I ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2005 Porto Alegre Anais... Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2005. Anais em CD-Rom.

RAMPAZZO, S.E. A questão ambiental no contexto do desenvolvimento econômico. In: **Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade?** 4ª. ed. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2002. 161 - 190.

RYN, S.; COWAN, S. **Ecological Design: Tenth Anniversary Edition**. Island Press. Washington, DC, 2007.

SACHS, Ignacy. *Ecodesenvolvimento crescer sem destruir*. São Paulo: Editora Vertice, 1986.

SINDUSCON-MG et al. *Alternativas Para destinação de Resíduos da Construção Civil*, Belo Horizonte, 2008. JOHN, V.M. *Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento*. São Paulo, 2000. 102p. Tese (livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de SP.

SINDUSCON-CE et al., *Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil*, Fortaleza, 2011.

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.

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

UNEP / UNIDO. Cleaner Production Assesment Manual. Part –Introduction to Cleaner Production. [S. l.]: Draft, 2001.

UNESCO. **Our Diversity.** Report of the World commission on Culture and Development. France: Epagri, 1995.

VALLE, C. E. **Qualidade ambiental:** o desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente. São Paulo: Pioneira, 1995.

WERNER, E. de M.; BACARJI, A. G.; HALL, R. J. Produção mais limpa: Conceitos e definições metodológicas. In: VI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia., Resende - RJ, 2009. **Anais...** Resende: SEGET, 2009.