



# INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

## Aplicação da Produção Mais Limpa na Construção Civil: Uma Proposta de Minimização de Resíduos na Fonte

C. Mattosinho <sup>a</sup>, P. Pionório <sup>b</sup>

a. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, [cymattosinho@hotmail.com](mailto:cymattosinho@hotmail.com)

b. Faculdade Sete de Setembro, Paulo Afonso, [polipionfrer@hotmail.com](mailto:polipionfrer@hotmail.com)

---

### Resumo

A história da relação das empresas com o meio ambiente tem demonstrado que os impactos ambientais, resultantes das atividades produtivas, estão comprometendo o futuro do planeta. Os resíduos industriais possibilitam verificar uma enorme ineficiência nos processos produtivos, sendo que os mesmos afetam diretamente as condições de vida da humanidade. O setor de construção civil possui uma enorme parcela de contribuição na deterioração da qualidade ambiental, já que uma de suas características é o desperdício de matéria-prima, insumos e auxiliares utilizados nos processos construtivos de empreendimentos urbanos. O presente trabalho tem como objetivo propor uma solução para minimizar a geração de resíduos sólidos na Construção Civil, através da aplicação da Metodologia de Produção Mais Limpa. Assim, a principal contribuição deste trabalho foi demonstrar a possibilidade de se agir na causa da geração dos resíduos do setor de construção civil, ou seja, romper o paradigma de que os desperdícios são características do setor e que as técnicas de reciclagem externa são a única saída para reduzir a degradação ambiental de processos construtivos.

*Palavras-Chave: Produção mais limpa, redução na fonte, resíduos sólidos e construção civil.*

---

### 1 Introdução

É claramente perceptível que o modo de produção adotado atualmente pelas empresas afasta-as cada vez mais do que se denomina desenvolvimento sustentável – progresso social e crescimento econômico aliados ao respeito ao meio ambiente. A incapacidade do meio ambiente de absorver as decorrências do desenvolvimento começa a transparecer.

A urbanização acelerada e o rápido adensamento das cidades de médio e grande porte têm provocado inúmeros problemas para a destinação do grande volume de resíduos gerados em atividades de construção, renovação e demolição de edificações e infra-estrutura urbanas, condicionando os gestores públicos a adotarem soluções mais eficazes para a gestão desses resíduos.

Os resíduos de construção e demolição são parte dos resíduos sólidos urbanos que incluem também os resíduos domiciliares. Porém, para os resíduos de construção e demolição há agravantes: o profundo desconhecimento dos volumes gerados, dos impactos que eles causam, dos custos sociais envolvidos e, inclusive, das possibilidades de seu reaproveitamento, fazem com que os gestores dos resíduos

se apercebiam da gravidade da situação unicamente nos momentos em que, acuados, vêem a ineficácia de suas ações preventivas (PINTO, 1999).

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

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

## 2. Construção Civil e Meio Ambiente

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

Segundo 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 conseqüências 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.

Neste contexto, chega-se à seguinte questão: como ir em frente sem ignorar estes fatores, confrontando os limites da natureza, e sem comprometer as gerações futuras? A alternativa estaria na escolha pelo desenvolvimento sustentável.

Diante a propagação dos problemas ambientais em todo o mundo, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente elaborou, em 1987, o relatório da Comissão Brundtland, presidida pela então primeira ministra da Noruega Gro Harlem Brundtland. A Comissão foi criada pela ONU, em dezembro de 1983 para estudar e propor uma agenda global com objetivos de capacitar a humanidade para enfrentar os principais problemas ambientais do planeta e assegurar o progresso humano. Os vinte e um membros da Comissão, depois de 900 dias, divulgaram o Relatório Brundtland, também denominado "Nosso Futuro Comum", que introduziu pela primeira vez o conceito de Desenvolvimento Sustentável. Desenvolvimento Sustentável pode ser definido como "aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades" (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1998).

A ineficiência produtiva resulta em prejuízos ambientais e econômicos, os quais afetam diretamente a competitividade das organizações e a qualidade de vida da humanidade. Para o setor de construção civil, em especial, delinea-se uma nova realidade, ou seja, a busca pela sobrevivência num mercado cada vez mais competitivo e exigente, onde a redução de custos através de uma maior eficiência do processo representa um importante diferencial de mercado.

---

KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE

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 (CONSTRUBUSINESS, 2006).

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.

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.

Também para Furtado (2005), a construção civil é um dos ramos de maior influência nas atividades socioeconômicas, porém, contribui com importante parcela para a deterioração ambiental. Segundo o autor, uma análise de dados levantados nos Estados Unidos, considerados válidos para a construção civil nos demais países industrializados, aponta para os seguintes indicadores: utilização de 30% das matérias primas, 42% do consumo de energia, 25% para o de água e 16% para o de terra. O segmento contribui com 40% da emissão atmosférica, 20% dos efluentes líquidos, 25% dos sólidos e 13% de outras liberações. Estes números demonstram a relevância do tema e a necessidade da busca por ações voltadas para a redução do impacto ambiental na construção civil.

Florim & Quelhas (2005) relatam que a instalação e o funcionamento de empreendimentos habitacionais de forma inadequada (projetos mal concebidos, desconsideração dos condicionantes do meio físico, análise sócio-econômica insuficiente, ausência de medidas de mitigação, entre outros aspectos) têm levado a situações de degradação ambiental no local de intervenção, causando prejuízos ao próprio empreendimento e gerando impactos ambientais que extrapolam a área do projeto. Isso acarreta redução da qualidade de vida da população e elevação

significativa e desnecessária de custos para empreendedores, usuários, população circunvizinha e Poder Público.

Percebe-se que os agentes envolvidos no setor de construção civil, em nível nacional, têm buscado alternativas para melhorar a qualidade dos serviços e produtos empregados no setor. Ao mesmo tempo, verifica-se uma tendência nas construtoras, ou seja, elas buscam viabilizar obras com custos cada vez mais competitivos. Dessa forma, o gerenciamento de processos construtivos, a ineficiência na utilização de materiais, o retrabalho, os resíduos gerados, as patologias associadas a problemas estruturais e materiais de baixa qualidade têm feito com que a construção adote, ainda que de maneira pouco perceptível, uma postura pró-ativa com relação ao meio ambiente, muitas vezes, utilizada como fator de diferencial competitivo, principalmente pela possibilidade de redução de custos, ou seja, começa a perceber que os resíduos representam custos de produção elevados, sendo sinônimos de baixa eficiência produtiva e conseqüentemente de baixa competitividade.

### 3. Produção Mais Limpa

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

De acordo com 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.

Conforme o CNTL (2004), 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.

Para Nascimento (2004), a P+L é, antes de tudo, uma ação econômica, porque se baseia no fato de que qualquer resíduo de qualquer sistema produtivo só pode ser

KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE

proveniente das matérias-primas ou insumos de produção utilizadas no processo. Todos os resíduos, ontem, eram matéria-prima e foram comprados e pagos como tal.

Entretanto o CNTL (2004) 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.

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

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.

Os esquemas apresentados na **Fig 1** representam a diferença entre a abordagem convencional fim-de-tubo e a produção mais limpa. Pelo esquema representado nessa figura, é possível notar que a Produção mais Limpa se orienta na redução da poluição pela prevenção na fonte e pela adoção de projeto contemplativo do estudo “berço ao túmulo” (desde o surgimento do produto até o seu descarte), e que o fim-de-tubo está preocupado em como dispor a poluição na natureza.

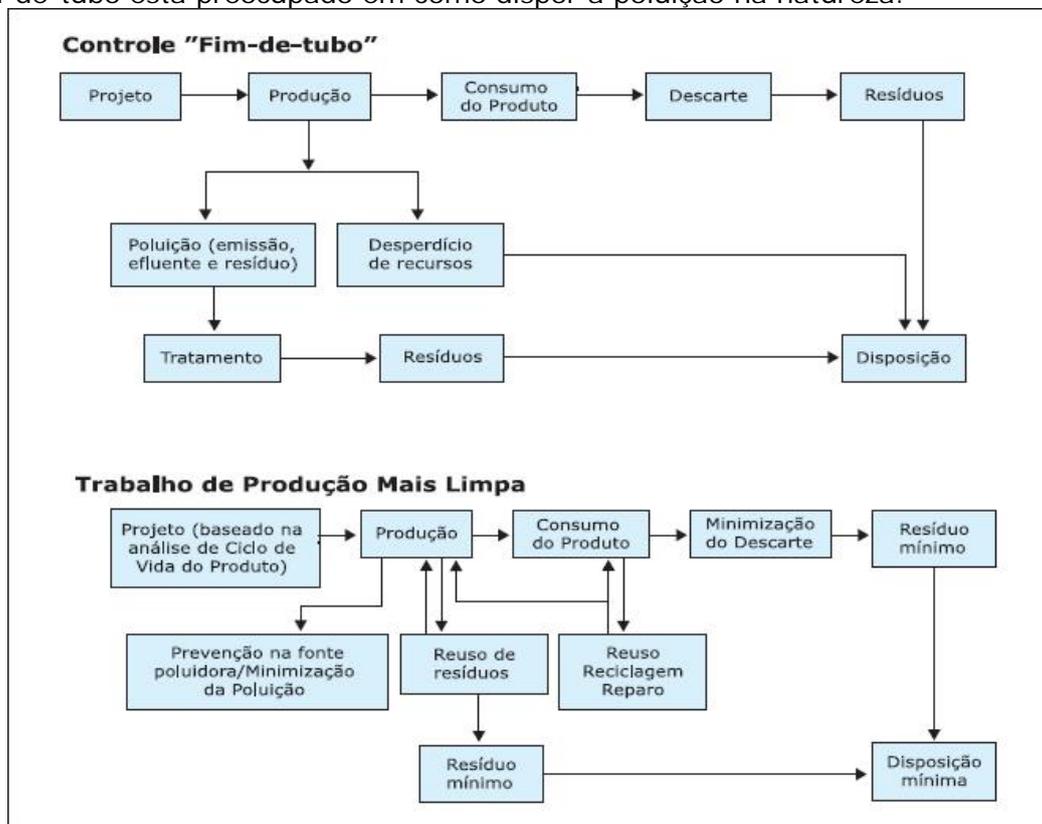


Figura 1: Diferenças entre a abordagem convencional e a PML  
Fonte: Adaptado de Christie apud Lemos, 1998

#### 4. Uma Proposta de Aplicação da Metodologia de Produção Mais Limpa no Setor da Construção Civil

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

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

Anteriormente, bastava à construtora remover os resíduos para um depósito público ou privado, com pequeno controle do conteúdo destas cargas de entulho. Sob a resolução, haverá um controle mais rígido, gerando custos associados a cada tipo de entulho, os quais excedem o do simples transporte (“bota-fora”). Neste caso, provavelmente as opções sobre materiais e técnicas podem ser diferentes das atuais (RAMIRES & GONZALEZ, 2005). Marcondes & Cardoso (2005) afirmam que tal resolução é de extrema importância porque estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para o gerenciamento dos RCD, além de definir termos correlatos ao assunto.

Ainda neste contexto, a produção de grandes volumes de materiais de construção e a atividade de canteiro de obras – construção, manutenção e demolição – são responsáveis por cerca de 20 a 30% dos resíduos gerados pelos países membros da União Européia (MURAKAMI et al. 2002) apud (SCHNEIDER & PHILIPPI JR. 2004).

De modo geral, os resíduos de construção originam-se das sobras e/ou dos desperdícios do processo construtivo. Em sua maioria, é constituído por materiais inertes (porém, não exclusivamente) sendo potencialmente reaproveitáveis. De acordo com Pinto (1999) dentre os fatores que influenciam sua origem, produção e características, incluem-se:

- insuficiência de definição em projetos (arquitetura, estrutura, formas, instalações);
- ausência de qualidade nos materiais e componentes de construção utilizados; e
- ausência de procedimentos e mecanismos de controle na execução (perdas na estocagem e transporte em canteiro, carência de controle geométrico, ausência de prumo, nivelamento e planicidade; aumento no consumo de materiais para recuperação da geometria etc.)

Furtado (2005) descreve que o setor de construção civil deve incorporar as reivindicações de pesquisadores e profissionais, de agências governamentais e não governamentais ambientalistas, que passam a reclamar da necessidade de reorientação dos processos de produção. Neste contexto, a P+L representa uma estratégia de escolha, para os diferentes segmentos industriais.

La Grega (1994) apud Coelho (2004) propõe um fluxograma mestre das ações para prevenção e controle da poluição, apresentado na **Fig. 2**, 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.

Vale salientar que a metodologia de P+L não recomenda a adoção de alternativas “fim de tubo”, mas também não a descarta (vide fluxograma de LaGrega – **Fig. 2**). O proposto pela metodologia P+L é tentar fazer a combinação de medidas visando o abatimento da carga poluidora.

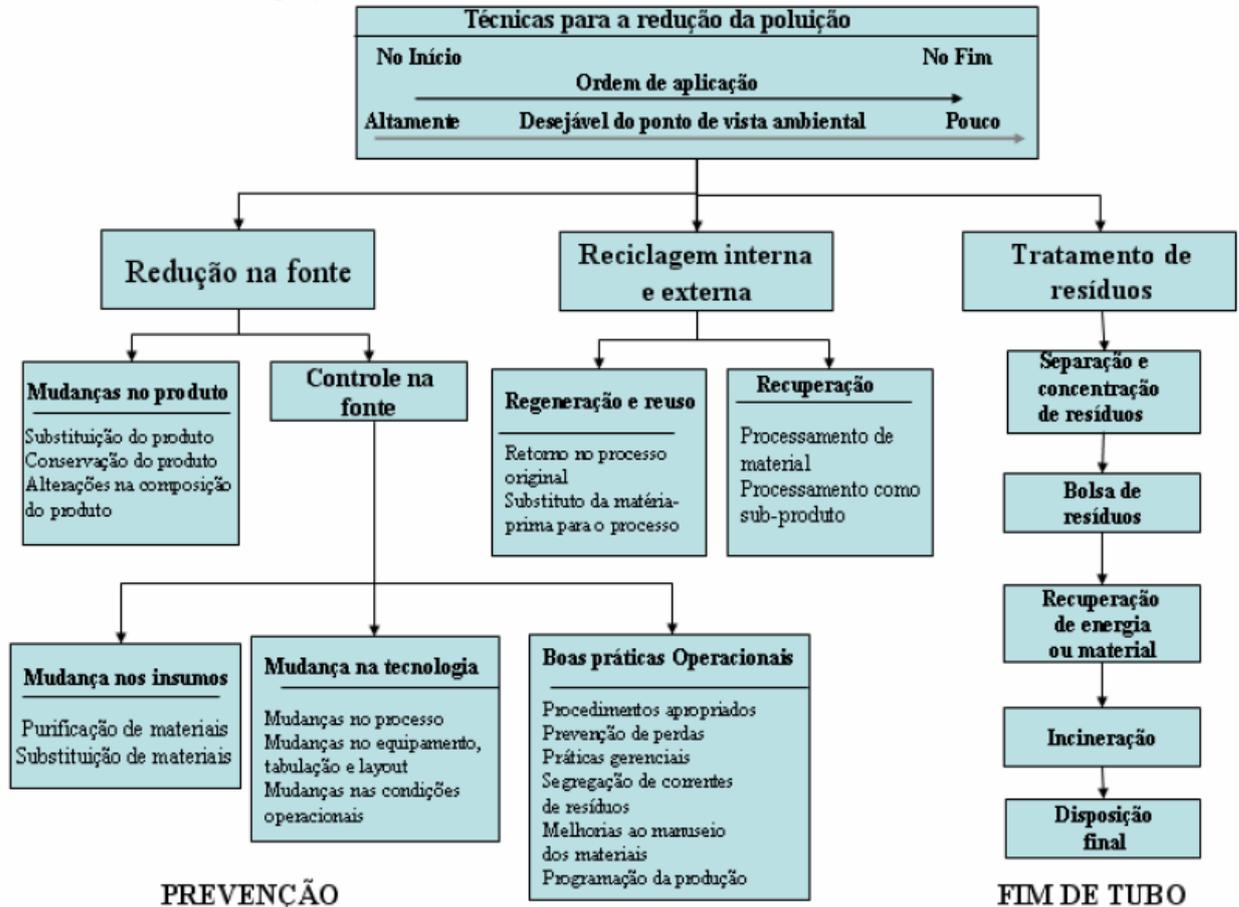


Figura 2. Fluxograma mestre das ações para prevenção e controle da poluição  
 Fonte: La Grega, 1994 apud Coelho 2004

A minimização de resíduos na fonte, foco da P+L deve ser a primeira alternativa a ser implementada no setor devido a sua ação preventiva, bem como pela possibilidade de se reduzir custos de produção pela otimização no uso de matéria-prima e insumos, fator determinante de competitividade no setor.

Desta forma, entende-se que a metodologia da Produção Mais Limpa é uma proposta viável para minimizar a geração de resíduos provenientes do setor da construção, a qual, conforme fora mencionado, visa fornecer diretrizes para a busca de soluções para os problemas identificados na construção civil, pois possibilita sistematizar ações voltadas para a minimização da geração de resíduos na fonte e atender as exigências legais, bem como a dos consumidores.

## 5. Considerações finais

O empresariado da construção civil continua construindo de forma tradicional, porém com uma maior preocupação com seus desperdícios, perdas e custos, uma vez que a complexidade do ambiente não permite que os mesmos continuem produzindo com a mentalidade de outrora. Essa preocupação é a principal responsável pela busca de melhoria contínua através de modificações em seus produtos e processos produtivos. Também deve se salientar, que as novas exigências legais vem sendo um fator decisivo, para a mudança de ações, com vistas ao desenvolvimento sustentável, nas construtoras de edifícios.

De qualquer modo, para a proliferação de edifícios de bom desempenho ambiental é preciso aturar em cada um dos agentes do setor da construção civil. Nesse sentido, entende-se que as empresas construtoras passarão cada vez mais a ter um importante papel impulsionador, em virtude de sua capacidade de influenciar os demais agentes do setor. A adoção dos princípios da Produção Mais Limpa é perfeitamente factível e representa um dos caminhos desse progresso, para que se tenha um setor mais bem estruturado, empresas construtoras mais competitivas, edifícios mais saudáveis, confortáveis e respeitosos do ambiente.

A principal contribuição deste trabalho foi demonstrar a possibilidade de se aplicar a Produção Mais Limpa na Construção Civil, buscando agir na causa da geração dos resíduos do setor de construção civil, ou seja, romper o paradigma de que os desperdícios são características do setor e que as técnicas de reciclagem externa são a única saída para reduzir a degradação ambiental de processos construtivos. Sugerindo como futuras pesquisas a implantação e implementação da metodologia no setor da construção civil, para que os resultados comprovem essa latente possibilidade.

## 6 Referências

BRASIL, Leis. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. RESOLUÇÃO n°. 307, de julho de 2002.

CNTL. A produção mais limpa como um fator do desenvolvimento sustentável. <http://www.holographic.com.br/~prj/cntl/sobre-4suten.html> acessado em Dezembro/2004.

COELHO, A. C. D. Avaliação da aplicação da metodologia de produção mais limpa UNIDO/UNEP no setor de saneamento – estudo de caso: EMBASA S.A. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso Futuro Comum. Rio de Janeiro: FGV, 1988.

CONSTRUBUSINESS. Agenda para o setor. Sinduscon-SP. In: SEMINÁRIO DA INDÚSTRIA BRAILEIRA DE CONSTRUÇÃO, 5., 2004, São Paulo. Apresentações... São Paulo: Sinduscon, 2003 <http://www.sindusconsp.com.br> acessado em Novembro/2005.

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.

FLORIM, L. C.; QUELHAS, O. L. G.. Contribute to the sustainable construction: eco - efficiency project characterization. Revista de Produção, v. 5, n 2, p. 1-15, jun. 2005.

FURTADO, J. S. Atitude ambiental sustentável na Construção Civil: ecobuilding & produção limpa <http://www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa.html> acessado em Janeiro/2005.

JOHN, L. O que está na mesa de negociações da Rio + 10 <http://www.riomaisdez.gov.br.html> acessado em Março/2005.

LERÍPIO, A.. 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.

MARCONDES, F. C. S.; CARDOSO, F.F. Gerenciamento de resíduos de construção e demolição: a experiência de construtoras paulistas. 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.

NASCIMENTO, C. A. M. Em busca da ecoeficiência <http://www.rs.senai.br/cntl.html> acessado em Novembro/ 2004.

OLIVEIRA FILHO, F. 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.

PINTO, T. Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Tese (Doutorado), 1999.

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.

SCHNEIDER, D. M.; PHILIPPI Jr., A. Gestão pública de resíduos da construção civil no município de São Paulo. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 21-32, out./dez. 2004.

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

SOUZA, R. Qualidade na aquisição de materiais e execução de obra. São Paulo: Pini, 1996.

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