



## PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: estudos de casos para construtoras de Porto Alegre- RS

Liana Sampaio Goron<sup>(1)</sup>; Rejane Maria Candiota Tubino<sup>(2)</sup>, Rosele de Felippe Wittee Neetzow<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Engenheira – Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais – PPGEM/UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 9500. Caixa postal 15021. Porto Alegre- RS – Brasil. E-mail: [liana.goron@sa.agcocorp.com](mailto:liana.goron@sa.agcocorp.com);

<sup>(2)</sup> Professora do PPGEM/UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 9500. Caixa postal 15021. Porto Alegre- RS – Brasil. E-mail: [rejane.tubino@ufrgs.br](mailto:rejane.tubino@ufrgs.br)

<sup>(3)</sup> CNTL/SENAI. E-mail: [rosele.ez@terra.com.br](mailto:rosele.ez@terra.com.br)

### RESUMO

**Proposta:** Algumas construtoras da cidade de Porto Alegre - RS estão trabalhando no sentido da não geração de resíduos, procurando atender à Resolução Nº 307 do CONAMA e buscando a efetiva redução dos impactos ambientais gerados, ou seja, alternativas que tornem o processo produtivo mais limpo. O artigo em questão tem o objetivo de divulgar os resultados dos estudos de casos, e, sobretudo, incentivar as empresas do ramo na busca pela não geração de resíduos.

**Método de pesquisa/Abordagens:** Para a elaboração desta pesquisa formou-se um grupo de 7 construtoras de pequeno, médio e grande porte da cidade de Porto Alegre, RS, Brasil, as quais foram financiadas parcialmente pelo SEBRAE, bem como assessoradas por consultores do Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL/SENAI) e pelos pesquisadores do NORIE - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, do Programa de Pós Graduação da Engenharia Civil, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Este grupo participou de aulas teóricas ministradas na sede do CNTL e assessorias técnicas que eram realizadas diretamente nas obras. O grupo priorizou oportunidades a serem estudadas na busca da não geração, e/ou minimização de resíduos. Em seguida, foram feitos Estudos de Caso, baseados nas oportunidades levantadas. Para concluir os trabalhos realizou-se um amplo debate, onde os resultados dos estudos foram divulgados e as novas prioridades estabelecidas. Além disso, foi elaborado para cada empresa um modelo de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), conforme o exigido na legislação vigente.

**Resultados:** Os benefícios mostrados na pesquisa são aqueles que foram contabilizados. Pode-se dizer que em todas as obras houve ganhos principalmente em relação à questão cultural. As pessoas envolvidas realmente começaram a acreditar que é possível gerenciar resíduos e ter uma obra mais limpa. Mas, principalmente, que se adequar ao meio ambiente ao invés de trazer mais despesas, gera lucro, que foi a maior contribuição desta pesquisa no meio empresarial.

**Contribuições/Originalidade:** Divulgar uma experiência em P+L que deu certo na cidade de Porto Alegre- RS.

Palavras-chave: Produção mais Limpa, resíduos de construção, gestão de resíduos.

### ABSTRACT

**Proposal:** Some contractors of Porto Alegre city -RS are working in order not to generate wastes, trying to be in accordance to the Nº 307 resolution from CONAMA (Brazilian National Environmental Council). They are looking for the reduction of environmental impacts generated, or better, for alternatives to have a cleaner production process. This work not only aims to show the case studies results, besides, to stimulate the construction companies not to generate wastes.

**Methods:** For this research, in order to reduce the environmental impacts and to have a better

efficiency of the construction process, a group of 7 contractors were created in Porto Alegre, Brazil. This group was partially sponsored by SEBRAE and advised by the National Center of Clean Technologies- CNTL and by NORIE researches – from the Post-Graduation Course of Civil Engineering of the Federal University of Rio Grande do Sul- UFRGS, aiming the application of the Clean Production methodology. The group attended theoretical classes and technical assesssory that took place on the work sites. The priority was to study techniques of no generation and/or minimization of the residues. After that, some case studies were done, based on the raised opportunities. For the works conclusion a great debate was carried out, in which the study results were shown and the new priorities established. Besides this, according to the present legislation, a model of solid wastes management plan was done for each company. **Findings:** The benefits shown in this research were taken into account in this paper. It can be said that in all worksites people won, mainly in a cultural way. People involved started to believe that wastes management and a cleaner work site is possible, and that to be adapted to the environment is not an extra expense. On the contrary, it generates profits, and this idea was the main contribution of this work. **Originality/value:** show a cleaner production experience that was successful in Porto Alegre- RS- Brazil.

Keywords: Cleaner Production, construction solid wastes, waste management.

## 1 Introdução

Em Janeiro de 2005, entrou em vigor no Brasil a Resolução Nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, que exige que todos os projetos de obras submetidos à aprovação dos municípios ou licenciamento dos órgãos competentes devem constar também de um projeto de gerenciamento de resíduos sólidos.

A Resolução foi o primeiro documento a definir responsabilidades a todos os elementos envolvidos no processo de geração e destinação dos resíduos da construção civil, incluindo os municípios, as transportadoras e os geradores, sejam eles pequenos ou grandes.

Cientes da necessidade dessa adequação e buscando a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil, algumas construtoras estão trabalhando no sentido da não geração de resíduos, ou seja, alternativas que tornem o processo produtivo mais limpo. Já que as construtoras têm que se adequar à Resolução porque não aproveitar e fazer disso uma oportunidade para melhorar os seus processos e gerar menos resíduos?

De acordo com a *United Nations Environmental Program and United Nations Industrial Development Organization* - UNEP/UNIDO, Produção mais Limpa (P+L) significa: a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica, integrada a processos, produtos e serviços a fim de aumentar a eficiência no uso das matérias-primas, água e energia através da não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em busca de benefícios ambientais, econômicos, sociais, de saúde ocupacional e segurança.

O custo da geração e da disposição desses resíduos, que até o momento não eram contabilizados por grande parte das empresas, agora poderá se tornar decisivo na escolha de um determinado tipo de processo, de fornecedor ou até mesmo de transportador. Faz-se necessário então, uma nova ferramenta gerencial que reflita a realidade do processo construtivo, para auxiliar nas tomadas de decisão. Essa ferramenta gerencial parece ser Produção mais Limpa.

Em um primeiro momento o grupo formado por 7 construtoras de pequeno, médio e grande porte da cidade de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, financiadas parcialmente pelo SEBRAE e assessoradas por consultores do Centro Nacional de Tecnologias Limpas e pelos pesquisadores do NORIE - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, do Programa de Pós Graduação da Engenharia Civil, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), priorizou oportunidades a serem estudadas na busca da minimização de resíduos. Em seguida, foram feitos

Estudos de Casos, baseados nessas oportunidades levantadas. E para concluir o trabalho foi realizado um amplo debate, onde os resultados dos estudos foram divulgados, e as novas prioridades estabelecidas. Juntamente com esses resultados ainda foi elaborado para cada empresa um modelo de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

O artigo em questão vem tornar pública essa experiência, com o objetivo de divulgar os resultados dos estudos de casos, e, além disso, incentivar as demais empresas do ramo na busca pela não geração, pois acredita-se ser essa a alternativa ambientalmente correta e mais do que isso, por ser essa também a melhor alternativa econômica.

## **2 Desenvolvimento do Trabalho**

O trabalho com as 7 empresas foi dividido em 4 fases distintas, que foram: um curso teórico bastante amplo; uma fase de diagnóstico ambiental da situação atual da empresa; a execução de pelo menos um Estudo de Caso em cada empresa; e a adequação à legislação através do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. A primeira fase foi realizada em sala de aula e as demais na obra escolhida pela empresa.

A seguir detalha-se cada uma das fases.

### **2.1 Curso Teórico**

Cada empresa escolheu entre os seus funcionários, um grupo de até 4 profissionais, que de preferência ocupassem posições distintas e estratégicas dentro da empresa, para assistir ao curso teórico.

Durante 5 meses foram ministradas aulas teóricas para esse grupo de profissionais escolhidos. As aulas tinham o objetivo de acrescentar ao conhecimento prático desses profissionais o conhecimento teórico, atualizá-los, e, além disso, obter um nivelamento de todo o grupo para facilitar o andamento dos trabalhos.

As aulas foram ministradas por profissionais capacitados, que fazem parte do corpo docente do NORIE/PPGEC da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e do Centro Nacional de Tecnologias Limpas.

O curso abrangeu questões da legislação vigente, do detalhamento da metodologia de Produção mais Limpas, do gerenciamento de resíduos, de custos, de qualidade, de saúde e segurança, de escolha de indicadores, de eco design, e outras.

### **2.2 Diagnóstico**

Para a realização dos trabalhos práticos (diagnóstico, estudo de caso e PGRS), as empresas contavam com a assessoria de pelo menos 2 consultores.

As construtoras escolheram, dentre as suas obras, aquela na qual poderia haver a implementação de conceitos de tecnologias limpas e a aplicação do PGRS. Os trabalhos que se seguiram, passaram a ser desenvolvidos para a obra em questão.

Na etapa do Diagnóstico o objetivo é claro: obter uma fotografia ambiental atual da empresa e, nesse caso particular, da obra que será objeto de estudo. Os consultores auxiliam na formação do ecotime em cada empresa e buscam, juntamente com o ecotime, as respostas para o preenchimento correto do Diagnóstico.

O Diagnóstico é composto de várias etapas, dentre as quais destacam-se:

- identificação da empresa;
- descrição da empresa e da obra a ser estudada;
- levantamento da situação ambiental atual da empresa;
- situação em relação à Resolução CONAMA Nº 307;

- descrição do processo produtivo, detalhando as entradas (matérias-primas, insumos, mão-de-obra, etc) e saídas (resíduos) de cada etapa;
- detalhamento das principais matérias-primas, incluindo a quantificação, a forma de acondicionamento, etapa de utilização, etc;
- detalhamento de todos os resíduos gerados, sua quantificação, origem, acondicionamento e destinação;
- documentação fotográfica da obra;
- levantamento das oportunidades de aplicação de Produção mais Limpa.

Ao término desse processo, os documentos preenchidos refletem a situação da empresa e da sua obra. Com essa ferramenta se torna mais fácil indicar as prioridades que devem ser seguidas, tanto para as etapas do processo onde atuar, quanto no próprio gerenciamento das matérias-primas e dos resíduos. Principalmente no caso dos resíduos, uma vez que busca-se eliminá-los ou pelo menos minimizá-los, é de grande importância que se saiba a sua origem, a sua caracterização, o caminho que ele percorre na obra e a sua destinação, pois só assim se conseguirá agir diretamente neles.

As oportunidades levantadas no diagnóstico foram priorizadas, e dessa forma surgiu a próxima etapa do trabalho, que são os estudos de caso, ou seja, cada empresa elegeu uma ou mais oportunidades para estudar detalhadamente.

### **2.3 Estudo de Caso**

O grupo das 7 construtoras, aqui identificadas por A, B, C, D, E, F e G elegeu diferentes situações, em etapas distintas do processo de construção, a serem estudadas, o que enriqueceu ainda mais o trabalho e a troca de informações. Os estudos de caso foram os seguintes, para cada uma das empresas:

<b>Empresas</b>	<b>Nome do Estudo de Caso</b>
A	Comparação entre a argamassa industrializada e a virada em obra
B	1- Reduzir a diferença entre o que é projetado e o que é executado 2- Minimizar a geração de resíduo de azulejo através da paginação
C	1- Minimizar o desperdício de madeira na etapa de estrutura – forma e desforma das lajes 2- Minimizar o desperdício de tijolos na etapa de alvenaria
D	1- Redução da geração de resíduo cerâmico através da melhoria do processo 2- Análise da geração de resíduos que ocorre durante a execução da argamassa para o reboco interno
E	Aproveitamento das embalagens de tinta para a reciclagem
F	Otimização do processo produtivo de piso cerâmico visando a minimização dos resíduos gerados
G	Redução da geração de resíduo cerâmico através da melhoria do processo

A aplicação da metodologia de Produção mais Limpa para a execução do estudo de caso é sempre a mesma. Neste artigo vai-se ilustrar esta metodologia, utilizando o exemplo da construtora C estudo de caso 1, conforme o quadro anterior.

Em um primeiro momento, é feito um planejamento de todo o estudo. São identificados os parâmetros a serem medidos ou estudados; são criados os indicadores que fornecerão os resultados comparativos; é feito o levantamento dos recursos necessários para a realização do estudo; e a definição dos responsáveis pela execução e controle do estudo.

Para o estudo de caso 1 da construtora C, ficou decidido que:

- o parâmetro a ser medido e estudado era a madeira utilizada na etapa da estrutura, forma e desforma das lajes;

- os indicadores principais eram a quantidade de madeira utilizada na forma por metro quadrado de laje, e a quantidade de resíduo de madeira gerado por metro quadrado de laje;
- os recursos necessários foram: espaço para armazenar o resíduo de madeira, horas de trabalho do engenheiro da obra para viabilizar a melhor maneira de aproveitar as madeiras no processo de construção das formas e no desmanche das mesmas, planilha para coleta de dados, horas do estagiário para coletar estes dados;
- definiu-se o engenheiro da obra como o responsável pelo trabalho.

Logo depois, identifica-se a etapa do processo construtivo em que a oportunidade se encontra, dessa forma detalham-se as entradas e saídas dessa etapa, assim como o produto que ela gera. Com isso, já geram-se as informações necessárias para executar o estudo.

Neste exemplo, ficou definido que seriam avaliadas as lajes do 6º e 7º pavimento, sendo que o 6º seria feito da maneira corriqueira e o 7º de acordo com a P+L. As entradas são principalmente as madeiras e pregos e as saídas: resíduo de madeira e resíduo de prego.

Após a análise, descreve-se, mede-se e quantifica-se a situação existente, ou seja, antes de P+L. Em seguida, as modificações são propostas, e refaz-se o mesmo procedimento para a nova situação, ou seja, depois de P+L. Feito isso, obtém-se um quadro comparativo simples, mas representativo, das duas situações. Os indicadores criados vão agora expressar a diferença, se existir, entre as situações. Como citado anteriormente, mediu-se, pesando a quantidade de madeira necessária para construir as formas do 6º pavimento e depois a quantidade de madeira necessária para construir o 7º pavimento. Além disso, foi verificado quanto de resíduo foi gerado no 6º pavimento e quanto no 7º pavimento. Os dados coletados foram colocados em planilhas, que aqui não serão divulgados na íntegra pois o trabalho foi realizado pela construtora C em planilhas com o seu logo.

A etapa que segue é a das conclusões. Primeiramente uma análise econômica detalhada é feita, verificando os custos antes e depois de P+L, e verificando a Taxa Interna de Retorno, ou algum outro método usual para avaliação da análise da lucratividade. Em seguida, calculam-se os benefícios, se houverem, ambientais, econômicos, tecnológicos, de saúde ocupacional e outros que devam ser considerados.

Para este estudo citado, os resultados foram positivos e aparecem resumidamente nas tabelas 1 e 3 dos resultados.

Quando o estudo está terminado, pode-se dizer que fica mais fácil tirar conclusões sobre a oportunidade de melhoria. Como o estudo é medido num intervalo de tempo pequeno, pode-se tomar ações de melhoria em seguida e repetir a medição já com as melhorias implantadas. Isto é, a ação sobre o processo ocorre rapidamente, pois a ferramenta gera uma resposta rápida, de tal forma que na próxima vez que o processo em questão se repetir, ações de melhoria já poderão ser tomadas.

Cabe salientar que, no entanto, muitas vezes um estudo de caso é feito com o intuito de satisfazer uma curiosidade ou uma expectativa diante de determinada tecnologia, ou modificação do processo, ou qualquer outra inovação. Nesse caso ele será usado para comparar situações diferentes de trabalho e não para uma ação de melhoria contínua. Mas a sua resposta, com certeza facilitará na busca pela melhor opção para a empresa, naquelas circunstâncias.

É relevante também comentar que o estudo de caso é feito sempre considerando inúmeros fatores, e que no caso deste estudo vir a se repetir estas considerações deverão ser atendidas, pois caso contrário o resultado poderá ser diferente.

O mesmo ocorre para uma análise econômica, ou estudo de viabilidade econômica. O que foi considerado na análise vale exclusivamente para o estudo considerado naquela situação, isto é, o mesmo estudo um ano depois poderá ter um resultado totalmente diferente.

Mas o fator realmente mais importante na geração de um estudo de caso é a medição. Principalmente na construção civil esta prática ainda é pouco usada e pior, existe uma tendência, ou quase uma crença de que os materiais, os processos, as tecnologias empregadas na construção são muito difíceis de serem medidas. Provar que é possível sim realizar medições dentro do canteiro de obra é fundamental para que se possa iniciar um processo definitivo rumo a construções mais

limpas e eficazes. E os estudos de caso mostram isso. Sem esta mudança de cultura com certeza será muito difícil acreditar em qualquer trabalho com foco ambiental nas construções.

## 2.4 Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS

Aproveitou-se este trabalho, que tinha como prioridade a aplicação da metodologia de P+L, para fazer com que as construtoras também elaborassem os seus PGRS, atendendo desta forma uma das exigências da CONAMA Nº 307. Desta forma, o PGRS teria o enfoque da não geração ou da minimização da geração, vindo de encontro ao que havia sido trabalhado na metodologia de P+L. Por esta razão o PGRS foi a etapa final deste projeto.

O Plano tem o objetivo de assegurar que todos os resíduos sejam gerenciados de forma apropriada e segura, desde a sua geração até a disposição final. Neste artigo cita-se apenas as etapas do Plano de Gerenciamento são as seguintes: segregação (geração, caracterização, manuseio, coleta); armazenamento; acondicionamento; transporte; tratamento; disposição final.

### 2.4.1 Segregação

Para que o gerenciamento dos resíduos seja bem sucedido e para que se possam buscar oportunidades de produção mais limpa, em qualquer tipo de indústria, a etapa da segregação é fundamental.

Pela definição tem-se que, segregar é: afastar, apartar, isolar, separar.

A segregação e, por conseguinte, a identificação dos resíduos gerados em um canteiro de obra tem os objetivos de:

- Evitar a mistura de resíduos incompatíveis, ou de classes diferentes;
- Melhorar a qualidade dos resíduos que podem ser recuperados ou reciclados interna ou externamente;
- Reduzir o volume gerado de todos os resíduos, mas principalmente dos perigosos, a serem tratados ou dispostos;
- E, principalmente, identificar a fonte geradora desse resíduo.

Cabe salientar, que a segregação deve ser feita sempre junto à fonte geradora, ou o mais próximo possível dela, ou seja, no local de origem desse resíduo.

A Segregação é uma etapa fundamental dentro do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, pois é a partir dela que as outras etapas se desenvolvem. Além disso, ao segregar os resíduos se está gerando oportunidades claras de ganhos econômicos e ambientais. Quem não se interessaria, por exemplo, por uma caçamba cheia de resíduos de madeira? Certamente não seria difícil arranjar alguém que pagasse algum valor por ela. Assim como pelo papelão, o plástico, as latas, enfim, praticamente todo e qualquer resíduo gerado se ele estivesse separado dos demais.

Obviamente esse é um ganho inexpressivo diante de um empreendimento, no entanto, é apenas o ganho imediato que se conseguirá obter com a Segregação. O verdadeiro benefício se dará ao se buscar a atividade que gerou esse resíduo que agora está segregado. Com isso será possível levantar inúmeras alternativas para que esse resíduo não seja mais gerado, ou pelo menos seja gerado na menor quantidade possível, e se transforme efetivamente no produto que se quer obter com essa atividade.

Vale lembrar aqui, que alguém pagou por esse resíduo, já que antes de ser resíduo ele era matéria-prima! Portanto joga-se na caçamba uma parte do investimento feito na matéria-prima!

Por exemplo: quando se observa uma caçamba cheia de resíduo de madeira, vem a pergunta:

- É mesmo necessário gerar essa quantidade de resíduo de madeira?
- De que atividade construtiva veio essa quantidade de resíduo?
- Será que não há uma maneira de transformar esse resíduo em produto, dentro desta atividade?

- Se não há como tornar essa atividade mais eficaz, será que não se pode utilizar esse resíduo em outra atividade dentro do canteiro de obra?
- Se não há como utilizar esse resíduo no canteiro de obra será que ninguém fora do canteiro se interessa por esse resíduo?

É muito provável que pelo menos para alguma dessas perguntas exista uma resposta positiva, e quando encontra-se essa resposta obtém-se um processo construtivo mais eficaz. No mínimo a geração desse resíduo será minimizada e/ou se deixará de comprar tanta matéria-prima. Ambas as situações estarão trazendo benefícios econômicos e ambientais à empresa.

### **Na obra**

Todo o canteiro de obra deverá ter um local apropriado para o armazenamento temporário dos resíduos sólidos segregados, mesmo que a área física disponível no canteiro seja pequena. Pode-se chamar esse local de Central de Resíduos. A Central de Resíduos deverá estar, normalmente, no andar térreo, mas a sua forma ou local específico deverá ser particular em cada canteiro. Pode ser uma peça, pode ser na forma de baias, podem ser nas próprias caçambas das empresas transportadoras, e etc. Mas, independentemente da forma, o local deverá:

- Atender às normas de segurança;
- Ser de fácil acesso tanto para o transporte interno, quanto para o transporte externo (que vai recolher o resíduo);
- Ter a capacidade de armazenar uma quantidade maior de resíduo, pois ali estará disposto o resíduo recolhido em toda a obra;
- Estar identificado de forma bem clara;
- No mínimo ser composto de 5 sub-áreas, para dispor os resíduos classe A, B, C, e D, conforme a Resolução CONAMA, além de um local para o recolhimento do lixo orgânico.

#### **2.4.2 Acondicionamento**

O acondicionamento depende de cada tipo de resíduo, forma de tratamento e/ou disposição final e tipo de transporte utilizado. Devem ser observados alguns critérios mínimos para a forma de acondicionamento como material de construção compatível com os resíduos, estanqueidade, resistência física a pequenos choques, durabilidade, compatibilidade com os equipamentos de transporte em termos de forma, volume e peso. O contêiner para acondicionamento de resíduos deve estar em bom estado de conservação e com a devida identificação.

O acondicionamento está diretamente ligado à etapa da segregação, sendo que em muitos casos estão definidos de forma única. Mas observa-se que o acondicionamento poderá ser feito de duas formas: primário e secundário.

Os resíduos coletados no ponto de geração são acondicionados normalmente em sacos, latas, pequenos recipientes ou a granel, e nesse caso considerados materiais de acondicionamento primário. Estes resíduos são transportados à área de armazenamento, central de resíduos da obra, e colocados em contêineres ou dispostos a granel e nesse caso serão considerados materiais de acondicionamento secundário.

Os resíduos podem ser depositados nos recipientes para acondicionamento secundário com ou sem o material de acondicionamento primário.

Os resíduos recicláveis são encaminhados à área específica onde poderão ser segregados e acondicionados por categoria, visando uma melhor comercialização.

#### **2.4.3 Coleta e Transporte Interno**

É a coleta que ocorre dentro das dependências do estabelecimento, feita por pessoas treinadas, e que concentra, num ponto, os resíduos de cada unidade. Cada tipo de resíduo é transportado para os locais selecionados, onde será definido seu próximo destino.

Os resíduos são recolhidos do ponto de geração com freqüência variável conforme a quantidade gerada. São transportados individualmente à área de armazenamento temporário.

Os resíduos normalmente são transportados em carrinhos, ou semelhantes, e elevadores verticais.

#### **2.4.4 Armazenamento Temporário**

Na escolha do local onde o resíduo vai ficar depositado temporariamente até seu tratamento e/ou destino final, deve-se levar em consideração que o risco de contaminação ambiental seja mínimo, o acesso fácil para os equipamentos de transporte, a impermeabilização do piso.

O local destinado ao armazenamento temporário de resíduos não recicláveis e recicláveis em geral compreende uma área aberta, que foi adaptada para tal fim, localizada na área da obra, que usualmente é chamado de Central de Resíduos Sólidos.

Os resíduos serão armazenados separadamente em contêineres, baias ou semelhantes, com placas de identificação nas cores correspondentes.

Os resíduos permanecem nesse local até que possam ser transportados para local adequado. O tempo de permanência pode ser diferente para cada tipo de resíduo, pois depende da quantidade gerada, da forma como será transportado e o destino que lhe será dado.

#### **2.4.5 Transporte**

Os resíduos permanecem armazenados na obra por um período determinado sendo normalmente coletados por empresa terceirizada.

É importante saber se a empresa que fará a coleta e o transporte do resíduo gerado está adequada às Normas Técnicas e à legislação vigente. Essa empresa deverá, por exemplo, ter o seu motorista treinado, possuir Licença de Operação, estar cadastrada nos órgãos competentes, informar qual o local que ela pretende dispor o seu resíduo, etc.

Cabe salientar que o gerador é o responsável pelo seu resíduo até que ele sofra algum tipo de transformação.

#### **2.4.6 Tratamento e Disposição Final**

São processos que alteram as características, composição ou propriedades do resíduo de forma a torná-lo menos tóxico, reduzir seu volume ou destruí-lo totalmente. A definição da forma de tratamento e/ou disposição final adequada a cada tipo de resíduo deve levar em consideração a legislação vigente, a minimização dos impactos ambientais, as tecnologias disponíveis, a classe do resíduo, a quantidade gerada e os aspectos econômicos. Para aqueles resíduos que não podem ser evitados, a reutilização industrial ou a venda para recuperar como matéria-prima deve ser priorizada.

O tratamento e a disposição final são etapas fundamentais no gerenciamento dos resíduos. É aqui que se dará a sustentabilidade da construção.

A princípio todo e qualquer resíduo possui uma forma apropriada de tratamento. Deve-se sempre buscar o tratamento do resíduo, seja através do reuso, da reciclagem interna ou da reciclagem externa. Com certeza com essas práticas consegue-se tratar quase todo o resíduo gerado.

Caso algum resíduo não consiga ser tratado e se mesmo após o tratamento ele tiver que ser disposto, aí então serão usados locais apropriados para essa disposição. Esses locais são os aterros. Os aterros são construídos de forma adequada para receberem resíduos que não podem ter outra destinação. Os aterros ditos sanitários são mais simples e possuem bem menos controle.

No que diz respeito à disposição em aterros é bom lembrar que como esse resíduo não sofreu nenhuma transformação ele continua sendo de responsabilidade do gerador. Nem que se passe 30, 50 anos essa responsabilidade cessará. Ou seja, a empresa que deposita em aterro deve estar ciente do passivo ambiental que está gerando. Para os resíduos da construção é quase inaceitável a utilização de aterros, pois praticamente todos são passíveis de serem reciclados de alguma forma.

É bom lembrar que todas as pessoas envolvidas com manuseio de resíduos, independente da etapa do gerenciamento que ela se encontram, devem ter conhecimento dos aspectos ambientais de suas atividades.

### 3 Resultados

O trabalho realizado por este grupo de pessoas certamente trouxe os mais diversos resultados, sendo que na sua grande maioria pode-se considerar que os resultados obtidos foram ganhos.

Especificamente nos estudos de caso, obteve-se um valor expressivo, quando da consolidação dos trabalhos, conforme mostram as tabelas que seguem.

A tabela 1 mostra o resultado dos estudos de caso em relação aos benefícios ambientais e a tabela 2 mostra em relação aos benefícios econômicos.

Cabe salientar que o valor de R\$ 1,00 no benefício econômico é apenas uma unidade para base do investimento. O valor que aparece entre parênteses para a construtora A, significa apenas que para aquela situação encontrada naquela obra estudada, virar argamassa é melhor que comprar uma industrializada. Destaca-se que o resultado econômico de um estudo de caso de P+L deve sempre ser considerado apenas para todos os aspectos considerados na situação medida. Ou seja, não se pode nunca generalizar o resultado dizendo que: argamassa virada em obra é mais econômico do que argamassa industrializada!

A tabela 3 mostra uma estimativa das quantidades previstas das respectivas classes de resíduos de acordo com a CONAMA.

Tabela 1 – Benefícios ambientais

BENEFÍCIOS AMBIENTAIS	UNIDADE – total das obras em andamento	QUANTIDADE
Redução no consumo de matéria-prima	T	312,00
Minimização da geração de resíduos sólidos	m <sup>3</sup>	277,44

Tabela 2 – Benefícios econômicos

Empresas	Nº de funcionários (diretos indiretos)	Investimento (R\$)	Benefício Econômico (R\$ 1,00)
A	24	Nulo	(2.442)
B	10	Nulo	1.645
C	17	Nulo	16.872
D	27	Nulo	13.288
E	196	Nulo	1.152
F	96	Nulo	4.000
G	14	Nulo	1.120
Total		Nulo	38.077

Tabela 3 – Estimativa de quantidade

ESTIMATIVA DE GERAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
Programa de gerenciamento de resíduos – Classe A		2.440
Classe B		798
Classe C	$m^3$	350
Classe D		130
Total	$m^3$	3.718

#### 4 Conclusões

Pode-se dizer que este trabalho foi bem sucedido. Iniciativas como estas sem dúvida alguma trazem ótimos resultados. Além dos ganhos individuais das empresas, destaca-se o ganho do setor em si, em ter este trabalho como referência.

A aplicação de PmaisL, assim como a sua utilização como ferramenta gerencial sem dúvida alguma parece ser uma boa alternativa para que as construtoras consigam se adequar à legislação ambiental vigente.

Os benefícios mostrados nas tabelas são aqueles que foram contabilizados, mas existem os outros benefícios, que embora não tenham sido contabilizados foram evidentes. Pode-se dizer que em todas as obras, houve ganhos principalmente em relação à questão cultural. As pessoas envolvidas realmente começaram a acreditar que medir é possível! Que gerenciar resíduos é possível! Que ter uma obra mais limpa é possível! Mas, principalmente, que se adequar ao meio ambiente ao invés de trazer mais despesas, gera lucro!

Quanto ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, vale ressaltar que se for aplicado PmaisL no processo construtivo, e conseguir não gerar resíduos ou minimizar ao máximo essa geração, todas as etapas listadas aqui e todo custo que esse gerenciamento gera, não terá sido feito!

#### 5 Referências

- RESOLUÇÃO CONAMA N° 307 de 05 de julho de 2002. Dispõe sobre Gestão dos Resíduos da Construção Civil .
- BIDONE, F.R.A.; POVINELLI, J; Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos. São Carlos; Caixa Econômica Federal; 1999.
- CNTL/SENAI, Manual de Implantação de Produção mais Limpa em Edificações –2006.