

Monografia

"GESTÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL"

Autor: Cristina Xavier de Castro

Orientador: Prof. Roberto B. Figueiredo

Janeiro/2012

CRISTINA XAVIER DE CASTRO

"GESTÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL"

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil
da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Gestão e Tecnologia na Construção Civil

Orientador: Prof. Roberto B. Figueiredo

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2012

A minha família e amigos - em especial ao Leandro
e a Carol - pelo incentivo, carinho e paciência.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Interdependência de decisões no processo construtivo	19
Figura 2: Processo construtivo como processo de reciclagem	21
Figura 3: Estação para reciclagem de resíduos localizada em Belo Horizonte (Bairro Estoril).....	23
Figura 4: Modelo de gestão sustentável dos resíduos implementado em Sevilha, Espanha.....	27
Figura 5: Construção de habitação onde foi aplicado o modelo de quantificação ...	33
Figura 6: Tambores 200 litros para coleta seletiva	39
Figura 7: Depósito de pontas de ferro para descarte/reciclagem	40
Figura 8: Baias para depósitos de materiais	40
Figura 9: Baias para depósito de madeira.....	41
Figura 10: Contenedores.....	41
Figura 11: Conjunto de coletor seletivo para refeitório	42
Figura 12: Formulário de cadastro dos destinatários de resíduos	43
Figura 13: Formulário de controle de transporte de resíduos	45
Figura 14: Formulário de controle mensal de retirada de resíduos.....	46
Figura 15: Formulário de avaliação dos resultados	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Principais responsabilidades na gestão dos RSCD	15
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Pesquisa realizada para obter as quantidades Q_i para cada tipo de construção	30
Tabela 2: Estimativa do volume de resíduos esperado em um projeto de nova construção	34
Tabela 3: Estimativa do volume de resíduos esperado em um projeto de demolição	35

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CTR – Controle de Transporte de Resíduos

CTRS - Central de Tratamento de Resíduos Sólidos

ERE - Estação de Reciclagem de Entulho

NBR - Norma Brasileira Registrada

PBH - Prefeitura de Belo Horizonte

PDZ - Programa Desperdício Zero

RCC - Resíduos da Construção Civil

RCD - Resíduos de Construção e Demolição

RSCD - Resíduos Sólidos da Construção e Demolição

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SINDUSCON-MG - Sindicato da Indústria da Construção Civil de Minas Gerais

SLU - Superintendência de Limpeza Urbana

URPV - Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVO.....	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1 <i>Gestão de Resíduos Sólidos da Construção e Demolição</i>	13
3.2 <i>Geração de Resíduos Sólidos da Construção e Demolição</i>	17
3.3 <i>A Reciclagem e o Reuso de Resíduos na Construção Civil</i>	20
3.4 <i>Gestão Pública dos Resíduos Sólidos da Construção Civil no Município de Belo Horizonte</i>	22
3.5 <i>Modelo Espanhol para a Quantificação e a Gestão de Resíduos de Construção</i>	25
4. ESTUDO DE CASO	37
4.1 <i>Programa Desperdício Zero</i>	37
5. ANÁLISE CRÍTICA.....	49
6. CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a preservação ambiental é uma preocupação mundial. Os recursos naturais já pareceram infinitos para a sociedade e a natureza era capaz de absorver quantidades ilimitadas de resíduos. Porém, começaram a surgir consequências das alterações do meio ambiente sobre o homem, mostrando a importância da regulamentação ambiental, visando o desenvolvimento sustentável.

Grande parte dos resíduos sólidos gerados no mundo é constituída por resíduos da construção civil (RCC). O setor da construção civil é reconhecido como um dos mais importantes para o desenvolvimento econômico e social. Mas, por outro lado, é responsável por gerar grandes impactos ambientais. Esses impactos são resultados, em sua maioria, do consumo de recursos naturais e da geração de resíduos, mas também podem surgir a partir da alteração da paisagem.

A racionalização é uma ferramenta que minimiza os desperdícios e a geração de resíduos, através do cumprimento de procedimentos e métodos que otimizam a gestão de recursos materiais e humanos. É na concepção das idéias de um empreendimento que devemos dar início a racionalização, pois é nesta etapa que são desenvolvidos os projetos e definidas especificações, sistemas construtivos e tecnologias utilizadas. Uma vez definidas estas variáveis, a racionalização deve continuar durante a construção, manutenção e uso do empreendimento para um bom resultado.

Devido ao grande volume de resíduos gerados na construção civil e seu impacto ambiental, esta atividade é regulamentada em diversos países. A gestão de resíduos no Brasil é regulamentada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em acordo e parcerias com órgãos estaduais e municipais. Este conselho criou a Resolução nº 307, de 5

de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

De acordo com as determinações desta resolução, os geradores de resíduos são responsáveis pela gestão dos resíduos, certificando-se que sejam quantificados, armazenados, transportados e encaminhados para locais onde possam ser aproveitados ou depositados corretamente.

Podemos observar que a cada dia a legislação está mais rígida no que se refere ao meio ambiente - tendência mundial que visa minimizar ao máximo a sua degradação e a preservação de uma vida mais saudável. Cabe, assim, ao setor da construção adaptar-se e saber tirar proveito dessa tendência.

2. OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é analisar a gestão de resíduos na construção civil.

Dentro deste aspecto geral alguns objetivos específicos são:

- Realizar uma pesquisa bibliográfica sobre os resíduos da construção civil;
- Avaliar a gestão de resíduos em um outro país, no caso a Espanha;
- Avaliar a gestão de resíduos em Belo Horizonte incluindo um estudo de caso;
- Analisar as diferenças encontradas nos modelos de gerenciamento de resíduos.

Este trabalho também visa mostrar, através de um amplo estudo, a importância de minimizar a geração de resíduos da construção civil e identificar as dificuldades nos procedimentos para a gestão destes resíduos, observando o que recomenda a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente e os Projetos de Gerenciamento de Resíduos locais.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dentre os impactos ambientais gerados pela construção civil, pode-se destacar a grande geração de resíduos da construção civil (RCC). Os resíduos de construção civil são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: 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 etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. (CONAMA, 2002)

Muitas podem ser as causas do desperdício nas obras de construção civil que vão desde a fase do projeto que pode ser incorreto, fase de instalação do canteiro, fase de planejamento da obra, transporte e armazenamento inadequado de materiais, imperfeições no próprio material de construção, erros de execução por desqualificação da mão de obra, entre outros. (ALVES; QUELHAS, 2004)

A racionalização é importante para a redução da geração de resíduos e deve partir do projeto. A racionalização gera uma economia efetiva na obra. Um dos objetivos, de fato, é a redução de custos, mas essa não é a única meta. A racionalização abrange não só processos, mas também a metodologia de construção, projetos, técnicas novas de edificação, a mecanização e a manutenção de padrão. (GERAB; KEHDI, 2003)

Em todo o mundo, o setor da construção civil se destaca como o maior consumidor de recursos naturais e o maior gerador de resíduos (entulhos). Na maioria das vezes, a destinação final destes resíduos é feita de maneira incorreta gerando uma série de problemas ambientais e sociais.

Para ajudar a solucionar essa situação no Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) criou a Resolução nº 307, publicada em 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. O CONAMA, do Ministério do Meio Ambiente, é o órgão que regulamenta toda gestão de resíduos no Brasil, claro que em acordo e parceria com órgãos estaduais e municipais.

Conforme a resolução supracitada, os resíduos da construção civil são classificados da seguinte maneira:

I - 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 infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas 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;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

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

IV - 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. (CONAMA, 2002)

A não geração de resíduos deve ser o objetivo prioritário dos geradores e em caráter secundário, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final. A destinação dos resíduos da construção civil também é prevista nesta resolução e é definida de acordo com esta mesma divisão de classes dos resíduos:

I - Classe A: 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;

II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;

IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. (CONAMA, 2002)

O incentivo a não geração de resíduos, através de uma boa política de gestão, e quando impossível a não geração, a escolha da reciclagem, também é uma oportunidade de transformação de uma fonte enorme de despesas em uma fonte de faturamento ou pelo menos redução de gastos de deposição. (ALVES; QUELHAS, 2004)

O Brasil está muito atrasado no que diz respeito a reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) quando comparado com a Europa que iniciou procedimentos nesta área desde o fim da segunda guerra mundial (DORSTHORST; HENDRIKS, 2000).

3.1 Gestão de Resíduos Sólidos da Construção e Demolição

Os resíduos sólidos da construção e demolição (RSCD) são aqueles gerados nos canteiros de obras e popularmente chamados de “entulho”. Esses resíduos gerados em canteiros de obras (tijolos, metais, madeiras, blocos cerâmicos, vidros, plásticos, caixas de papelão, entre outros) são os restos do processo construtivo que é definido como o processo de produção de uma dada edificação, desde a tomada de decisão até a sua ocupação. (BLUMENSCHHEIN, 2007)

Os RSCD são gerados nos canteiros de obras, acondicionados em caçambas, coletados por empresas transportadoras de entulho ou por indivíduos que utilizam carroças ou veículos de pequeno porte, que os destinam para áreas definidas pelo poder público.

Os gastos envolvidos no transporte, as distâncias entre as áreas de recebimento e os centros urbanos, a falta de conscientização sobre os impactos causados no meio ambiente, a falta e a dificuldade de fiscalização potencializam a clandestinidade. Quando os resíduos são dispostos irregularmente, o poder público se encarrega de coletá-los e enviá-los a áreas licenciadas. (BLUMENSCHHEIN, 2007)

Conforme tabela a seguir, temos as principais responsabilidades e os agentes relevantes à gestão dos resíduos procedentes de processos construtivos.

Quadro 1: Principais responsabilidades na gestão dos RSCD

Agente	Responsabilidades
Estado	<p>Introdução de instrumentos de regulamentação direta e econômica visando à regulamentação do gerenciamento da coleta;</p> <p>Transporte e fiscalização de disposição;</p> <p>Estabelecimento de padrões de fiscalização e a utilização de entulho para aterramentos;</p> <p>Busca do fortalecimento das atividades recicladoras;</p> <p>Estabelecimento de metas para redução do uso de recursos naturais escassos;</p> <p>Incentivos ao uso de resíduos oriundos de construção e demolição;</p> <p>Proibição da extração de areia e cascalho;</p> <p>Fortalecimento da produção de agregados reciclados;</p> <p>Estabelecimento de áreas legais de disposição de resíduos sólidos.</p>
Geradores	<p>Redução das perdas e da geração de resíduos através da adoção de métodos construtivos mais racionais;</p> <p>Gerenciamento de resíduos sólidos durante o processo construtivo;</p> <p>Conscientização da necessidade de utilizar materiais reciclados, de viabilizar as atividades de reciclagem, e de assegurar a qualidade dos resíduos segregados;</p> <p>Investimento em Pesquisa e Desenvolvimento.</p>
Clientes, empreendedores, arquitetos, engenheiros e consultores.	<p>Estabelecimento de critérios de especificação que visem à utilização de materiais reciclados e adoção de princípios de sustentabilidade;</p> <p>Exigir a adoção de sistema gestão de resíduos em canteiros de obras;</p> <p>Definição de critérios de racionalização e padronização na definição dos métodos construtivos visando a produzir edifícios flexíveis e de fácil demolição.</p>
Transportadores	<p>Exigir o exercício da atividade de transportar de maneira consciente e responsável, levando os resíduos às áreas destinadas oficialmente pelo município;</p> <p>Conscientização de seus motoristas sobre os impactos causados por resíduos dispostos irregularmente;</p> <p>Contribuição para os programas de controle e fiscalização do volume e características do resíduo produzido.</p>
Processadores dos resíduos	<p>Assegurar a qualidade dos agregados reciclados.</p>
Universidades e Instituto de Pesquisa	<p>Implementação de laboratórios, desenvolvimento de pesquisa aplicada, assessoria parlamentar, cursos, consultoria, integração de agentes, entre outros.</p>

Fonte: Blumenschein, 2007, p.06

Entre as complexidades e os grandes desafios do gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em canteiros de obras destaca-se:

- O volume do resíduo produzido (que justifica todo o esforço para a redução de sua geração);
- O número de participantes no processo construtivo (que torna o fluxo de informação falho) ;
- O número de agentes do setor produtivo, setor público e terceiro setor que compartilham a responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos sólidos (quando o setor público não cumpre com a sua responsabilidade enfraquece as ações e os esforços do setor produtivo e do terceiro setor);
- Os recursos escassos para financiamento de projetos de pesquisa de novos materiais produzidos pela reciclagem de resíduos;
- Os recursos escassos dos municípios para atacarem os problemas de gestão ambiental;
- O potencial de reciclagem (desperdiçado) dos resíduos sólidos oriundos do processo construtivo (em torno de 80% dos resíduos de uma caçamba são recicláveis);
- A necessidade e responsabilidade do setor público de instituir instrumentos que controlem e estimulem a gestão dos resíduos gerados em canteiros de obras;
- A responsabilidade e o compromisso do setor produtivo em atender às legislações referentes ao tema. (BLUMENSCHNEIN, 2007)

A complicação do processo de construção de um edifício e as dificuldades em combinar as formas de disposição dos resíduos requer uma compreensão por parte da gestão responsável dos resíduos gerados e requer também uma combinação apropriada das formas de disposição. Primeiramente, a não geração do resíduo, ou seja, a redução da geração do resíduo na fonte. Segundo, a partir do momento que o resíduo foi gerado sua reutilização deve ser considerada. A terceira forma possível de disposição é a reciclagem. A quarta opção é a recuperação de energia, ou seja, a incineração. E finalmente, temos a quinta alternativa de disposição que é o aterro sanitário. O foco da gestão de resíduos da construção deve ser na redução, na reutilização e na reciclagem dos resíduos gerados nos canteiros de obras.

3.2 Geração de Resíduos Sólidos da Construção e Demolição

A geração dos resíduos sólidos da construção civil é bem significativa, podendo representar mais da metade dos resíduos sólidos urbanos. Estima-se que a geração de resíduos da construção civil situa-se em torno de 450 kg / habitante / ano, variando naturalmente de cidade a cidade e com a oscilação da economia.

Analisados 100 canteiros de obras inicialmente em 12 estados do Brasil, constatou-se o tamanho do desperdício da construção civil: em média, gastam-se em reais 3 a 8% a mais em material do que o necessário em função das perdas, tanto incorporadas na própria edificação - 2/3 desse volume - quando sob a forma de entulho. (ALVES; QUELHAS, 2004)

Entre os fatores que influenciam a geração de perdas, podemos destacar: falhas de projeto; a não compatibilização de projetos; a escolha da tecnologia; a falta de procedimentos padronizados de serviços e o armazenamento e transporte inadequados de materiais no canteiro. O que mais se perde é a argamassa, concreto, aço, blocos, cerâmica, gesso e madeira.

Embora a redução na geração de resíduos seja sempre uma ação necessária, ela é limitada, uma vez que existem impurezas na matéria-prima, envolvendo custos e patamares de desenvolvimento tecnológico (SOUZA ET AL., 1999; JOHN, 2000). Por isso, é de extrema importância a implantação de um Sistema de Gestão de Resíduos.

No Brasil, para a prática da gestão dos resíduos da construção civil é necessária a elaboração de um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios.

O poder público tem como responsabilidades orientar, controlar e fiscalizar a conformidade da execução dos processos de gerenciamento do Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil. Compete-lhe também, equacionar soluções e adotar medidas para a estruturação da rede de áreas para recebimento, triagem

e armazenamento temporário de pequenos volumes de resíduos de obra civil para posterior destinação às áreas de beneficiamento. (JÚNIOR, 2005)

Por conseguinte, o responsável por construções tem a responsabilidade de preparar seus projetos de gestão de resíduos e abranger um Plano de Redução de Resíduos, um plano de Reutilização de Resíduos e um Plano de Gestão de Resíduos nos Canteiros de Obras. Este último depende e influencia diretamente a qualidade do processo de reciclagem dos resíduos de construção. (BLUMENSCHHEIN, 2007)

Para se compreender o mecanismo da geração de resíduos, é necessário que se analise o processo construtivo de edificações ou de obras de infra-estrutura que é composto por cinco fases básicas:

- Inicial (que inclui o planejamento e a análise de viabilidade do empreendimento);
- Elaboração de projeto;
- Construção (execução);
- Utilização (que implica na utilização da edificação e na realização de manutenção e reformas);
- Demolição (em geral ocorre quando acaba a vida útil da edificação). (BLUMENSCHHEIN, 2007)

Deve-se ressaltar que todos os participantes envolvidos em qualquer uma destas fases tem responsabilidades de prevenir e reduzir a geração de resíduos.

A figura a seguir ilustra a interdependência das decisões tomadas em cada uma das fases do processo de projeto, produção, utilização e demolição de um edifício ou obra de infra-estrutura.

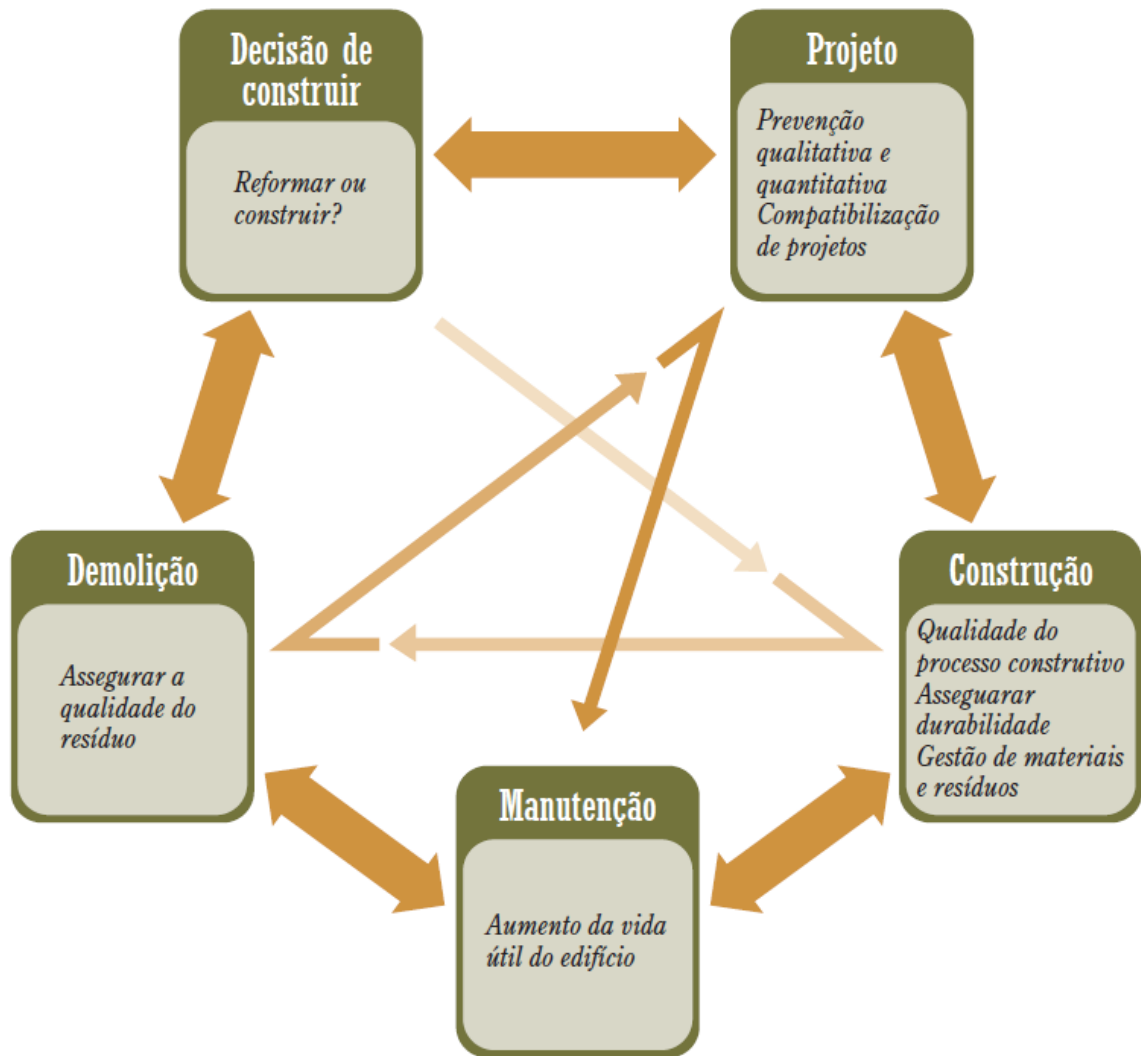


Figura 1: Interdependência de decisões no processo construtivo

Fonte: Blumenschein, 2007, p.10

A minimização da geração do resíduo está diretamente ligada ao processo construtivo como um todo, em todas as fases. O nível de perdas é reduzido com a devida integração entre todas as fases.

3.3 A Reciclagem e o Reuso de Resíduos na Construção Civil

A melhor forma de minimizarmos o impacto ambiental e reduzirmos custos na obra - como ainda não podemos eliminar todos os tipos de resíduos - é a reciclagem e a reutilização dos resíduos, já que são os provenientes da construção e demolição, que representam mais de 50% da massa dos resíduos sólidos urbanos. (PINTO,1999)

O conceito de reciclagem relaciona-se ao ciclo de utilização de um material ou componente que tendo se tornado velho uma vez, possa se tornar novo, prolongando a vida útil do material, finalizando deste modo, o ciclo “novo-velho-novo”. A nova utilização de um material ou componente implica uma série de operações, em geral de coleta, desmonte e tratamento, podendo voltar ao processo de produção. Este conceito se baseia na gerência ambiental, social econômica de recursos naturais, visando à gerência do ciclo de vida de materiais. (BLUMENSCHHEIN, 2007)

A indústria da construção civil é um grande reciclador de resíduos de outras indústrias e de sua própria atividade. Na ponta geradora do resíduo a reciclagem significa redução de custos e até mesmo novas oportunidades de negócios. (ALVES; QUELHAS, 2004)

A reciclagem se fundamenta em princípios de sustentabilidade, implicando a redução do uso de recursos naturais (fontes de energia e matéria-prima primária) e na manutenção da matéria-prima no processo de produção o maior tempo possível. Reduz, desta maneira a necessidade de que matérias-primas primárias sejam extraídas desnecessariamente, conforme esquematizado na figura a seguir.

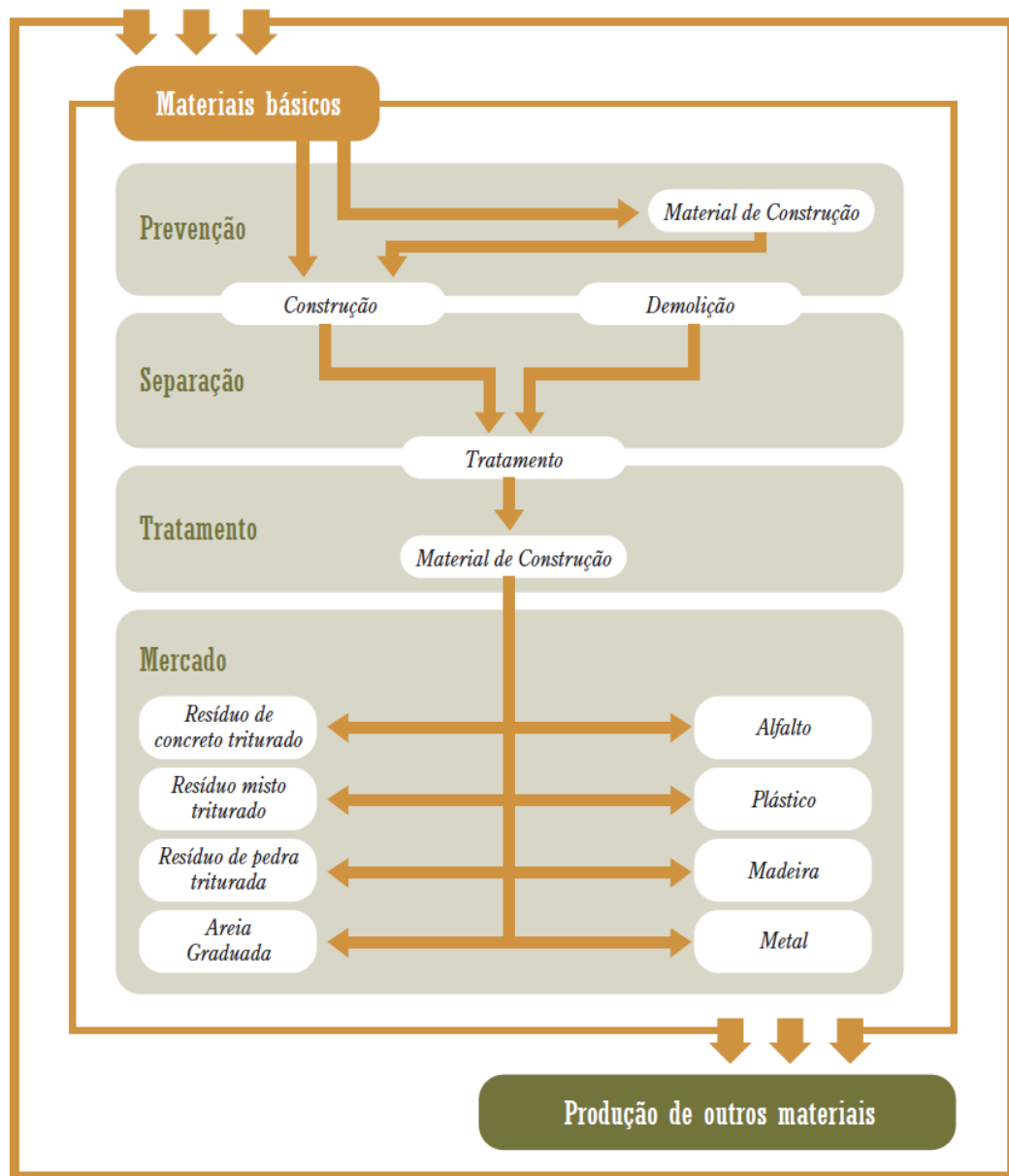


Figura 2: Processo construtivo como processo de reciclagem

Fonte: Blumenschein, 2007, p.12

Já a reutilização dos resíduos e materiais pode ser considerada tanto na fase de construção quanto na fase de demolição. Hoje em dia, a reutilização se torna de fundamental importância tendo em vista a escassez de matéria-prima cada vez maior no planeta.

A reutilização de materiais, elementos e componentes está sujeita ao projeto e aos critérios norteadores na tomada de decisão sobre sistemas construtivos e tecnologias construtivas. Na procura de mais racionalização, em fase de projeto busca-se especificar materiais e equipamentos com maior durabilidade e maior número possível de utilizações.

Quando for imprescindível o processo de demolição, seja pelo fim da vida útil total do edifício ou por motivos de forças maiores como, por exemplo, na ocorrência de incêndio ou outro fenômeno, deve-se tentar proceder ao desmonte mantendo as partes intactas e/ou separadas para futuras reutilizações, seja em novos edifícios, seja em reciclagem. Observa-se que este objetivo será mais facilmente alcançado quanto maior for a racionalização definida na fase de projeto (uso de elementos padronizados e pré-fabricados). (BLUMENSCHHEIN, 2007)

A necessidade de se aproveitar os resíduos da construção civil, não é decorrente apenas da vontade de economizar, trata-se de uma atitude fundamental para a preservação do nosso meio ambiente. (JÚNIOR, 2005)

3.4 Gestão Pública dos Resíduos Sólidos da Construção Civil no Município de Belo Horizonte

A primeira cidade brasileira em que se implantou um sistema de gestão de resíduos com seu aproveitamento foi Belo Horizonte. Em 1995, foi contratada pela Prefeitura da cidade uma empresa especializada em gestão de resíduos. Foram instaladas unidades descentralizadas de reciclagem de entulho e foram contratados carroceiros para participarem da coleta. Eles ajudam a reduzir a deposição de entulho em lixões e aterros e recebem por isso. O material reciclado chega a um volume de 200 toneladas diárias e é aproveitado na pavimentação de ruas, na confecção de blocos de alvenaria e briquetes usados em jardins públicos. (ALVES; QUELHAS, 2004)

O documento “Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil” elaborado pela Comissão de Meio Ambiente do SINDUSCON-MG e parceiros visa o fornecimento de informações para as empresas da cadeia produtiva da construção do município de Belo Horizonte para implantação de Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, conforme Resolução 307/2002 do CONAMA, contribuindo para a redução do impacto causado pelo setor sobre o meio ambiente.

A Estação de Reciclagem de Entulho é um equipamento que transforma entulho em agregados para reintegração no processo produtivo da construção. O Programa de Reciclagem de Entulho da Prefeitura de Belo Horizonte possui três Estações de Reciclagem de Entulho como sistema de beneficiamento, localizadas nos bairros Estoril, Pampulha e Jardim Filadélfia. Em conjunto, as duas primeiras estações beneficiaram em 2004 96.420 toneladas/ano de entulho, perfazendo uma média de 365 toneladas/dia. (SINDUSCON-MG; SENAI-MG, 2008)



Figura 3: Estação para reciclagem de resíduos localizada em Belo Horizonte (Bairro Estoril)

Fonte: PBH. Disponível em: <<http://www.pbh.gov.br>>. Acesso em: 13 jan. 2012.

São em obras de manutenção de instalações de apoio à limpeza urbana, em obras de vias públicas e também em obras de infra-estrutura em vilas e favelas que a Prefeitura tem utilizado o material reciclado. Convém observar que dos RCC destinados dos equipamentos de limpeza urbana, URPV, ERE e CTRS, aproximadamente 1/3 (um terço) é reciclado.

A PBH iniciou a instalação da rede de Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes - URPVs - para atender os pequenos geradores (até 2m³) em parceria com os carroceiros, o que tem contribuído expressivamente para a preservação ambiental da cidade. Elas funcionam como instalação auxiliar na captação de resíduos de construção provenientes de pequenas obras e reformas evitando-se, assim, a disposição irregular desses resíduos e viabilizando o encaminhamento da parcela de recicláveis para as estações de beneficiamento.

Vale destacar que a Prefeitura de Belo Horizonte possui 29 URPVs distribuídas nas nove regionais, para atendimento ao pequeno gerador. (SINDUSCON-MG; SENAI-MG, 2008)

Visando obter, além dos benefícios ambientais, urbanísticos e para saúde humana, o barateamento do transporte de resíduos para as estações de reciclagem e para o aterro sanitário, o descarte de entulho deve ser feito exclusivamente em locais designados pela PBH. Para depositar os resíduos ou o lixo no aterro sanitário em Belo Horizonte, além dos custos com transportes, é necessário o pagamento de impostos. Podemos observar na cidade um grande volume de depósitos de materiais em áreas irregulares, em bota-fora ou locais clandestinos. Uma das causas é justamente essa existência de tarifas para a correta destinação do resíduo da construção civil.

3.5 Modelo Espanhol para a Quantificação e a Gestão de Resíduos de Construção

Essa sessão específica trata da apresentação de um modelo espanhol de gestão de resíduos discutido no artigo publicado por Sólis-Guzmán, 2009.

De acordo com o artigo, depois de um período de grande desenvolvimento no setor da construção civil, foi regulamentado em fevereiro de 2008 na Espanha um decreto nacional para controlar a produção e o gerenciamento dos resíduos de construção e demolição. Este decreto foi inspirado em um modelo de gestão de resíduos implantado na comunidade Los Alcores (Sevilha, Espanha) que obteve bons resultados e ficou conhecido como modelo Alcores.

Este novo regulamento obriga o desenvolvedor do projeto a incluir um estudo de gestão de resíduos de construção e demolição no projeto de construção e obriga o empreiteiro a criar um plano de resíduos de construção e demolição para o canteiro de obras. Tanto o estudo quanto o plano são necessários a fim de obter uma licença de construção e incluem dois importantes aspectos de controle: as quantidades de resíduos e custos de tratamento. (SÓLIS-GUZMÁN, 2009)

O modelo Alcores é um modelo que estima o volume de resíduos que deverá ser gerado no canteiro de obras. A quantificação do volume de resíduos de construção e demolição, desde a fase de projeto, é essencial para os construtores planejarem e controlarem a disposição dos resíduos. Este modelo de quantificação foi desenvolvido através do estudo de 100 projetos de habitação, especialmente sua lista de quantidades e a definição de três coeficientes para estimar o volume demolido, o volume de destroços e o volume de embalagens. (SÓLIS-GUZMÁN, 2009)

Considerando que a estimativa do volume de resíduos de construção e demolição, conforme modelo, é feita a partir do momento que temos o projeto, é bastante interessante

a possibilidade de se prever uma área de disposição bem adequada para os resíduos antes do início da obra.

Como já foi dito, anteriormente à publicação do decreto nacional de produção e gestão de resíduos na Espanha, os conceitos contidos no mesmo foram testados na área de Sevilha. O modelo conhecido como modelo Alcores, foi criado no lugar e incorporado em um sistema de circuito fechado que controla, trata e reutiliza os resíduos gerados durante a construção e demolição.

O modelo é baseado no princípio descrito no Plano Nacional de Construção e Demolição 2001-2006 (Governo Espanhol - Ministério do Meio Ambiente, 2001) que estabelece que qualquer parte que produz resíduos é responsável pela sua correta disposição. O plano recomenda que um depósito monetário seja feito para garantir que os geradores lidem com os seus resíduos de construção e demolição da maneira mais apropriada. Conseqüentemente, o modelo de Alcores exige um depósito a ser pago pelo desenvolvedor do novo projeto de construção ou trabalho de demolição, antes da licença para construção e demolição ser concedida pela prefeitura. A quantidade do depósito depende do tipo de trabalho envolvido. (SÓLIS-GUZMÁN, 2009)

Uma vez que o volume de resíduos a ser gerado é estimado, são aplicadas as taxas estabelecidas pela comunidade Los Alcores por cada prefeitura. O valor do depósito é o resultado da aplicação da taxa correspondente à estimativa de volume de resíduos. Quando o trabalho começa, o desenvolvedor é obrigado a informar o contratante que o resíduo gerado deve ser manuseado por uma estação de tratamento de resíduos de demolição e construção. A estação de tratamento prepara os materiais para serem reciclados. Os principais usos do material reciclado são restauração pedreira, caminhos rurais e recargas de terras. O material reciclado também é utilizado para restaurar o local da instalação. Quando o trabalho de construção é concluído, o construtor deve solicitar um certificado de correta gestão de resíduos a estação de tratamento. Tem sido demonstrado que a

quantidade de resíduos entregues pelo construtor é congruente com a estimativa em que o depósito foi baseado. (SÓLIS-GUZMÁN, 2009)

Conforme mostra a figura a seguir, podemos resumir o modelo de gestão da seguinte maneira: pedido de licença de construção (i), relatório de avaliação dos resíduos de demolição e construção (ii), correta gestão dos resíduos de demolição e construção e reciclagem (iii-v), emissão de certificado de gestão correta (vi) e, finalmente, o retorno do depósito (vii).

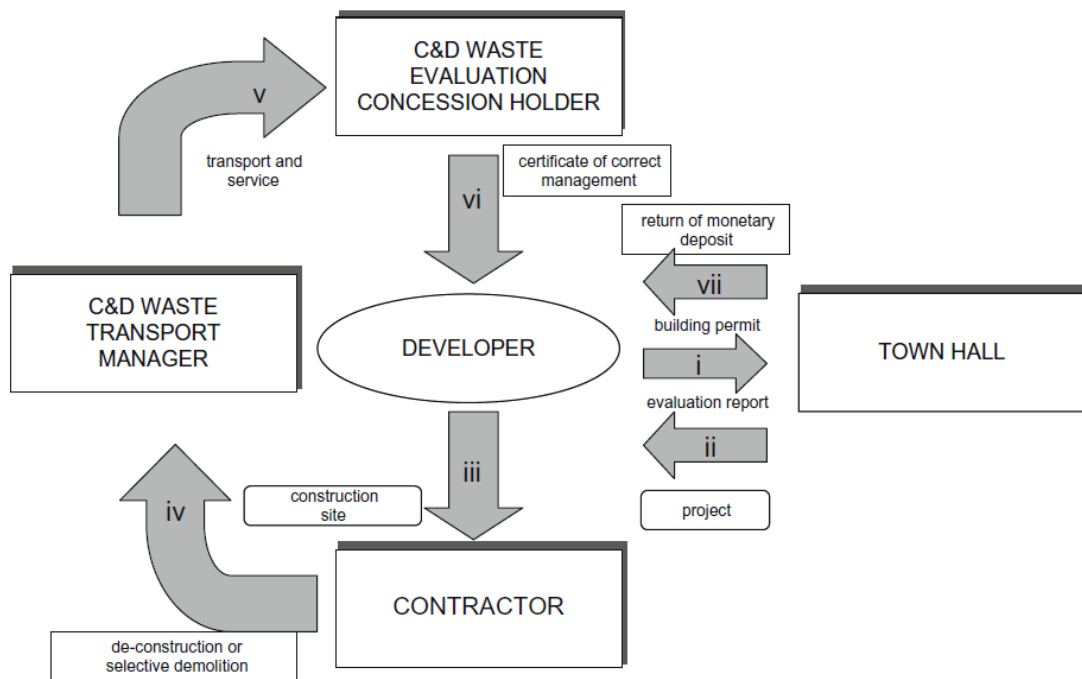


Figura 4: Modelo de gestão sustentável dos resíduos implementado em Sevilha, Espanha

Fonte: Sólis-Guzmán, 2009, p.2543

De acordo com o artigo, o impacto ambiental mais importante obtido a partir da implementação do modelo Alcores é para evitar despejos ilegais e para incentivar os desenvolvedores a reutilizar e reciclar. O impacto econômico do modelo Alcores leva a um aumento de aproximadamente 0,5% nos custos de execução do projeto.

O modelo Alcores, já descrito anteriormente, é baseado em uma estimativa adequada do tipo e quantidade de resíduos de construção e demolição, a fim de alcançar um controle satisfatório.

É apresentado um método para quantificar diferentes fluxos de resíduos resultantes da obra. Em primeiro lugar, uma classificação do sistema é necessária. A classificação do item de resíduos é a utilizada em orçamentos de projetos em Andalusia, Espanha, onde o sistema de classificação é hierárquico, organizado em capítulos e sub-capítulos. O código de classificação de cada item é formado por dois números e duas letras. Os números correspondem às principais divisões do orçamento, chamado capítulos, e as letras correspondem as seguintes divisões, chamado sub-capítulos. Por exemplo, 02TX corresponde ao capítulo 02, escavação, e ao sub-capítulo TX, transporte de terra. A classificação reúne materiais similares, com mesmas unidades de medida. (SÓLIS-GUZMÁN, 2009)

Segundo o artigo em estudo, o próximo passo é determinar a quantidade de cada item por projeto (Q_i). Estes valores foram obtidos a partir da medição de 100 projetos de habitação típica da Espanha pesquisados. Estes projetos foram definidos por cinco características principais:

- Projeto: nova construção ou demolição.
- Número de pavimentos: de 1 a 10 andares, 1 ou 2 níveis de subsolo e lojas ou escritórios no pavimento térreo.
- Fundação: estaca, laje reforçada de concreto, trincheira de concreto armado ou almofadas.
- Estrutura: paredes de concreto armado ou tijolos.
- Teto: inclinado ou horizontal.

Uma vez que as quantidades (Q_i) já foram determinadas pelas pesquisas, o próximo passo é calcular os resíduos esperados. Nos processos de construção podemos definir três fontes de resíduos: demolido, destroço e resíduo de embalagem. O resíduo demolido é devido aos procesos de demolição. O volume de destroços se refere a perdas, sobras e quebras de materiais durante o trabalho, incluindo trabalho de escavação de terra. Por último, o resíduo de embalagem inclui material de acondicionamento, latas e recipientes, entre outros.

O método proposto permite a quantificação de três tipos de volumes de resíduos associados com as três fontes de desperdícios já identificadas: o volume aparente de resíduo demolido (VAD_i), o volume aparente de resíduo de destroços (VAR_i) e o volume aparente de resíduo de embalagem (VAE_i). Esses três volumes derivam do volume construído aparente (VAC_i) que é definido como o volume em metros cúbicos por metro quadrado construído do item "i". Como mencionado anteriormente, este item representa uma combinação de elementos semelhantes a partir da conta de quantidades. Essas combinações estão relacionadas às características funcionais e técnicas de construção, que asseguram que o resíduo gerado em cada item é relativamente homogêneo. (SÓLIS-GUZMÁN, 2009) A classificação resultante é detalhada na tabela a seguir.

Tabela 1: Pesquisa realizada para obter as quantidades Q_i para cada tipo de construção

Survey					
Project:					
Location:			Starting date:		
Surface constructed:			Duration:		
Building code:					
Code	Concept	Quantity	Code	Concept	Quantity
02EX	m ³ . Excavation		08CX	m ² . Radiators	
02RR	m ³ . Refill		08CY	m. Pipes	
02TX	m ³ . Earthmoving transport		08EC	m. Circuits	
02	Earth works		08ED	m. Derivations	
03AX	kg. Concrete reinforcement		08EL	u. Light points	
03CP	m. Pile		08ET	u. Sockets	
03EX	m ² . Concrete cast		08EP	m. Ground connection	
03HA	m ³ . Reinforced concrete		08FC	m. Hot water pipe	
03HM	m ³ . Concrete		08FD	u. Drains	
03HX	m ³ . Concrete foundation		08FF	m. Cold water pipe	
03	Foundation		08FG	u. Tap	
04EA	u. Catch basins		08FS	u. Bathroom appliances	
04EC	m. Collectors		08FT	u. Thermos/heaters	
04VB	m. Down pipe		08	Installations	
04	Water disposal		09AX	m ² . Acoustic insulation	
05AX	kg. Structural steel		09TX	m ² . Thermal insulation	
05FX	m ² . Concrete slab		09	Insulations	
05HA	kg. Steel reinforcement		10AA	m ² . Tiling	
05HE	m ² . Concrete cast		10CE	m ² . Plaster	
05HH	m ³ . Reinforced concrete		10CG	m ² . Whitewash	
05	Structures		10SX	m ² . Screed	
06BX	m ² . Concrete blocks		10SY	m ² . Floors	
06DX	m ² . Wall chambers		10TX	m ² . Ceiling	
06DY	m ² . Wall partitions		10RX	m. Finishing	
06LX	m ² . Exterior bricks		10	Tiles	
06LY	m ² . Interior bricks		11AX	m ² . Steel frames	
06	Enclosures		11LX	m ² . Aluminum	
07HX	m ² . Horizontal roofs		11MX	m ² . Wood	
07IX	m ² . Inclined roofs		11MA	m ² . Closet	
07	Roofs		11MP	m ² . Wood doors	
			11SB	m. Bannister	
			11SP	m ² . Shades	
			11SR	m ² . Safety bars	
			11	Carpentry	
			12XX	m ² . Glass	
			12	Glass	
			13EX	m ² . Exterior paint	
			13IX	m ² . Interior paint	
			13	Paint	

Fonte: Sólis-Guzmán, 2009, p.2544

As unidades e os critérios de medição utilizados vem das características geométricas dos componentes que formam o item. O sistema de unidade que é tradicionalmente usado e todos os dados são representados em valores relativos que medem a quantidade de cada item em metro (m), metro quadrado (m²), metro cúbico (m³), quilograma (kg) ou unidade por metro quadrado construído.

A partir da medição de todos os itens identificados na construção civil, o volume aparente construído é calculado usando a equação (1):

$$VAC_i = Q_i \times CC_i$$

onde VAC_i é o volume aparente construído para o item "i" em m³/m², Q_i é a quantidade do item "i" em sua unidade específica (m, m², m³, kg ou unidade)/m² e CC_i é a taxa de conversão do valor do item "i" no VAC na unidade específica m³/Q_i.

Este VAC_i pode gerar estimativas dos resíduos de demolição, destroços e embalagens, dependendo do tipo de construção em desenvolvimento - demolição ou construção nova. Seus respectivos volumes são calculados nas equações (2) e (4) utilizando diferentes coeficientes de transformação.

Em projetos de demolição, o volume aparente de resíduo demolido é estimado a partir do VAC_i na equação (2):

$$VAD_i = VAC_i \times CT_i = Q_i \times CC_i \times CT_i$$

onde VAD_i é o volume aparente de resíduo demolido para o item "i" em m³/m², CT_i é o coeficiente para transformação do VAC em VAD (adimensional).

O passo final para estimar o volume de resíduos (m^3) em um projeto de demolição é multiplicar o volume aparente de resíduo demolido (m^3/m^2) pela área de construção (m^2).

Em projetos de novas construções, como no volume aparente de resíduo de destroços, é calculado a partir do VAC_i na equação (3):

$$VAR_i = VAC_i \times CR_i = Q_i \times CC_i \times CR_i$$

onde VAR_i é o volume aparente de resíduo de destroços para o item “i” em m^3/m^2 , CR_i é o coeficiente para transformação do VAC em VAR (adimensional).

Além disso, em projetos de novas construções, o volume aparente de resíduo de embalagens é estimado a partir do VAC_i na equação (4):

$$VAE_i = VAC_i \times CE_i = Q_i \times CC_i \times CE_i$$

onde VAE_i é o volume aparente de resíduo de embalagens para o item “i” em m^3/m^2 , CE_i é o coeficiente para transformação do VAC em VAE (adimensional).

O passo final para estimar o volume de resíduos (m^3) de um projeto de nova construção é somar o resultado da multiplicação do volume aparente de resíduo de destroços (m^3/m^2) e do volume aparente de resíduo de embalagens (m^3/m^2) pela área de construção (m^2).

Todos estes coeficiente - CC_i , CT_i , CR_i e CE_i - são estimados a partir do banco de dados de custos de construção de Andalusia e a partir das diretrizes da equipe de especialistas.

O artigo oferece ao leitor, um estudo de caso para ilustrar a aplicação do modelo Alcores que estima o volume de resíduos da construção. Seguem dois exemplos da aplicação deste modelo de quantificação. Um para um projeto de nova construção e outro

para um projeto de demolição. Ambos referem-se a um projeto de habitação com as seguintes características: prédio de quatro andares, com quatro habitações por andar e estrutura formada por pilares de concreto armado, vigas e fundação com estaca de menos de 8m de profundidade e teto horizontal. A superfície total do edifício é de 1600m². A seguir, a figura da construção usada para a aplicação do modelo de quantificação. (SÓLIS-GUZMÁN, 2009)



Figura 5: Construção de habitação onde foi aplicado o modelo de quantificação

Fonte: Sólis-Guzmán, 2009, p.2547

Na tabela 2, exemplo de um projeto de nova construção, os três parâmetros de conversão (CC_i , CR_i e CE_i) aplicados quando se considera a construção deste projeto de habitação, podem ser observados. Por exemplo, no sub-capítulo 02TX, transporte de terraplenagem, a quantidade do item específico para este tipo de construção é 0,20 metros cúbicos por metro quadrado construído. O solo da escavação já está definido em unidades de volume, como metros cúbicos de terra solta, posteriormente a relação de conversão CC_i

é 1. O próximo coeficiente listado, CR_i , é 1 desde que toda a terra escavada seja enviada para o aterro. Finalmente, CE_i é 0 porque o solo não precisa de embalagem.

Tabela 2: Estimativa do volume de resíduos esperado em um projeto de nova construção

Type: new construction building											
Usage										Dwellings	
Floor numbers										4	
Dwellings per floor										4	
Dwelling surface										100	
Total surface										16 * 100 m ² = 1600 m ²	
Foundation type										Piles up to 8.00 m	
Structure										Reinforced concrete, concrete slabs in first floor	
Roof										Horizontal	
Code	Concept	Q_i	CC_i	CR_i	CE_i	VAC_i	VAR_i	VAE_i	m ³ Waste per m ²	m ³ Waste 1600m ²	Percentage
02TX	m ³ . Earthmoving transport	0.20	1.0000	1.0000	0.0000	0.2000	0.2000	0.0000	0.2000	320.00	65.01
03AX	kg. Concrete reinforcement	5.19	0.0001	0.0500	0.0000	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.05	0.01
03CP	m. Piles	0.36	0.2826	0.0800	0.0000	0.1017	0.0081	0.0000	0.0081	13.02	2.65
03HA	m ³ . Reinforced concrete foundation	0.07	1.0000	0.0300	0.0000	0.0700	0.0021	0.0000	0.0021	3.36	0.68
03HM	m ³ . Concrete	0.01	1.0000	0.0800	0.0000	0.0100	0.0008	0.0000	0.0008	1.28	0.26
03HX	m ³ . Concrete foundation	0.02	1.0000	0.0300	0.0000	0.0200	0.0006	0.0000	0.0006	0.96	0.20
04EA	u. Catchbasins	0.01	0.4000	0.0500	0.0500	0.0040	0.0002	0.0002	0.0004	0.64	0.13
04EC	m. Collectors	0.05	0.0710	0.0600	0.0100	0.0036	0.0002	0.0000	0.0002	0.40	0.08
04VB	m. Downpipe	0.11	0.0130	0.0100	0.0200	0.0014	0.0000	0.0000	0.0000	0.07	0.01
05FX	m ² . Concrete slabs	1.24	0.2500	0.0400	0.0200	0.3100	0.0124	0.0062	0.0186	29.76	6.05
05HA	kg. Steel reinforcement	12.67	0.0001	0.0500	0.0000	0.0016	0.0001	0.0000	0.0001	0.13	0.03
05HH	m ³ . Reinforced concrete	0.10	1.0000	0.0300	0.0000	0.1000	0.0030	0.0000	0.0030	4.80	0.98
06DX	m ² . Wall (chambers)	0.81	0.0500	0.0560	0.1000	0.0405	0.0023	0.0041	0.0063	10.11	2.05
06DY	m ² . Wall (partitions)	0.89	0.0500	0.0560	0.1000	0.0445	0.0025	0.0045	0.0069	11.11	2.26
06LX	m ² . Brick exterior	0.95	0.1200	0.0560	0.1000	0.1140	0.0064	0.0114	0.0178	28.45	5.78
06LY	m ² . Brick interior	0.35	0.1200	0.0560	0.1000	0.0420	0.0024	0.0042	0.0066	10.48	2.13
07HX	m ² . Roof	0.29	0.1600	0.0610	0.3000	0.0464	0.0028	0.0014	0.0042	6.76	1.37
08EC	m. Circuits	0.71	0.0002	0.0100	0.5000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.09	0.02
08ED	m. Electric lines and derivations	0.14	0.0003	0.0100	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.04	0.01
08EL	u. Light points	0.13	0.0011	0.0100	1.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.23	0.05
08ET	u. Electric sockets	0.25	0.0011	0.0100	1.0000	0.0003	0.0000	0.0003	0.0003	0.44	0.09
08EP	m. Ground connection	0.12	0.0005	0.0100	0.5000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.05	0.01
08FC	m. Hot water pipes	0.21	0.0005	0.0100	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00
08FD	u. Drains	0.09	0.0098	0.0100	0.2000	0.0009	0.0000	0.0002	0.0002	0.30	0.06
08FF	m. Cold water pipes	0.41	0.0005	0.0100	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00
08FG	u. Tap	0.07	0.0038	0.0000	1.0000	0.0003	0.0000	0.0003	0.0003	0.43	0.09
08FS	u. Toilet, basin and bathtub	0.06	0.1750	0.0200	0.2500	0.0105	0.0002	0.0026	0.0028	4.54	0.92
08FT	u. Thermos/heaters	0.01	0.2500	0.0000	0.0500	0.0025	0.0000	0.0001	0.0001	0.20	0.04
09TX	m ² . Thermal insulation	0.80	0.0400	0.0100	0.0000	0.0320	0.0003	0.0000	0.0003	0.51	0.10
10AA	m ² . Tiling	0.48	0.0300	0.0450	0.5000	0.0144	0.0006	0.0072	0.0078	12.56	2.55
10CE	m ² . Plaster	1.69	0.0200	0.0300	0.0000	0.0338	0.0010	0.0000	0.0010	1.62	0.33
10CG	m ² . Whitewash	3.01	0.0200	0.0300	0.0000	0.0602	0.0018	0.0000	0.0018	2.89	0.59
10SX	m ² . Screed	0.88	0.0800	0.0500	0.0500	0.0704	0.0035	0.0035	0.0070	11.26	2.29
10SY	m ² . Floors	0.03	0.2000	0.0300	0.1000	0.0060	0.0002	0.0006	0.0008	1.25	0.25
10TX	m ² . Ceiling	0.09	0.0500	0.0500	0.2000	0.0045	0.0002	0.0009	0.0011	1.80	0.37
10RX	m. Finishing	0.10	0.0150	0.0500	0.1000	0.0015	0.0001	0.0002	0.0002	0.36	0.07
11AX	m ² . Steel frames	0.13	0.0500	0.0000	0.0500	0.0065	0.0000	0.0003	0.0003	0.52	0.11
11MP	m ² . Wood doors	0.15	0.0500	0.0200	0.1000	0.0075	0.0002	0.0008	0.0009	1.44	0.29
11SP	m ² . Shades	0.07	0.0600	0.0200	0.0500	0.0042	0.0001	0.0002	0.0003	0.47	0.10
12XX	m ² . Glass	0.13	0.0100	0.0500	0.5000	0.0013	0.0001	0.0007	0.0007	1.14	0.23
13EX	m ² . Exterior paints	0.20	0.0050	0.0500	1.5000	0.0010	0.0001	0.0015	0.0016	2.48	0.50
13IX	m ² . Interior paints	0.50	0.0050	0.0500	1.5000	0.0025	0.0001	0.0038	0.0039	6.20	1.26
Total						1.3763	0.2524	0.0552	0.3076	492.20	100.00

Fonte: Sólis-Guzmán, 2009, p.2545

Na tabela 3, exemplo de um projeto de demolição, os dois coeficientes de conversão (CCi e CTi), aplicados quando se considera a demolição do projeto de habitação em estudo, são mostrados.

Tabela 3: Estimativa do volume de resíduos esperado em um projeto de demolição

Type: demolition building									
Usage		Dwellings							
Floor numbers		4							
Dwellings per floor		4							
Dwelling surface		100							
Total surface		16 * 100 m ² = 1600 m ²							
Foundation type		Piles up to 8.00 m							
Structure		Reinforced concrete, concrete slabs in first floor							
Roof		Horizontal							
Code	Concept	Qi	CCi	CTi	VACi	VADi	m ³ Waste per m ²	m ³ Waste 1600 m ²	Percentage
02TX	m ³ . Earthmoving transport	0.20	1.0000	0.0000	0.2000	0.0000	0.0000	0.00	0.00
03AX	kg. Concrete reinforcement	5.19	0.0001	0.0000	0.0007	0.0000	0.0000	0.00	0.00
03CP	m. Piles	0.36	0.2826	0.0000	0.1017	0.0000	0.0000	0.00	0.00
03HA	m ² . Reinforced concrete foundation	0.07	1.0000	0.0000	0.0700	0.0000	0.0000	0.00	0.00
03HM	m ³ . Concrete	0.01	1.0000	0.0000	0.0100	0.0000	0.0000	0.00	0.00
03HX	m ³ . Concrete foundation	0.02	1.0000	0.0000	0.0200	0.0000	0.0000	0.00	0.00
04EA	u. Catchbasins	0.01	0.4000	0.0000	0.0040	0.0000	0.0000	0.00	0.00
04EC	m. Collectors	0.05	0.0710	0.0000	0.0036	0.0000	0.0000	0.00	0.00
04VB	m. Downpipe	0.11	0.0130	1.0000	0.0014	0.0014	0.0014	2.29	0.11
05FX	m ² . Concrete slabs	1.24	0.2500	1.4000	0.3100	0.4340	0.4340	694.40	34.24
05HA	kg. Steel reinforcement	12.67	0.0001	0.0000	0.0016	0.0000	0.0000	0.00	0.00
05HH	m ³ . Reinforced concrete	0.10	1.0000	1.3000	0.1000	0.1300	0.1300	208.00	10.26
06DX	m ² . Wall (chambers)	0.81	0.0500	1.3000	0.0405	0.0527	0.0527	84.24	4.15
06DY	m ² . Wall (partitions)	0.89	0.0500	1.3000	0.0445	0.0579	0.0579	92.56	4.56
06LX	m ² . Brick exterior	0.95	0.1200	1.3000	0.1140	0.1482	0.1482	237.12	11.69
06LY	m ² . Brick interior	0.35	0.1200	1.3000	0.0420	0.0546	0.0546	87.36	4.31
07HX	m ² . Roof	0.29	0.1600	1.3000	0.0464	0.0603	0.0603	96.51	4.76
08EC	m. Circuits	0.71	0.0002	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.00	0.00
08ED	m. Electric lines and derivations	0.14	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00
08EL	u. Light points	0.13	0.0011	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.00	0.00
08ET	u. Electric sockets	0.25	0.0011	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.00	0.00
08EP	m. Ground connection	0.12	0.0005	1.2000	0.0001	0.0001	0.0001	0.12	0.01
08FC	m. Hot water pipes	0.21	0.0005	1.2000	0.0001	0.0001	0.0001	0.18	0.01
08FD	u. Drains	0.09	0.0098	1.2000	0.0009	0.0011	0.0011	1.69	0.08
08FF	m. Cold water pipes	0.41	0.0005	1.2000	0.0002	0.0002	0.0002	0.35	0.02
08FG	u. Tap	0.07	0.0038	1.1000	0.0003	0.0003	0.0003	0.47	0.02
08FS	u. Toilet, basin and bathtub	0.06	0.1750	0.9000	0.0105	0.0095	0.0095	15.12	0.75
08FT	u. Thermos/heaters	0.01	0.2500	1.0000	0.0025	0.0025	0.0025	4.00	0.20
09TX	m ² . Thermal insulation	0.80	0.0400	1.2000	0.0320	0.0384	0.0384	61.44	3.03
10AA	m ² . Tiling	0.48	0.0300	1.3500	0.0144	0.0194	0.0194	31.10	1.53
10CE	m ² . Plaster	1.69	0.0200	1.3000	0.0338	0.0439	0.0439	70.30	3.47
10CC	m ² . Whitewash	3.01	0.0200	1.3000	0.0602	0.0783	0.0783	125.22	6.17
10SX	m ² . Screed	0.88	0.0800	1.3000	0.0704	0.0915	0.0915	146.43	7.22
10SY	m ² . Floors	0.03	0.2000	1.3000	0.0060	0.0078	0.0078	12.48	0.62
10TX	m ² . Ceiling	0.09	0.0500	1.3500	0.0045	0.0061	0.0061	9.72	0.48
10RX	m. Finishing	0.10	0.0150	1.3000	0.0015	0.0020	0.0020	3.12	0.15
11AX	m ² . Steel frames	0.13	0.0500	0.5000	0.0065	0.0033	0.0033	5.20	0.26
11MP	m ² . Wood doors	0.15	0.0500	1.1500	0.0075	0.0086	0.0086	13.80	0.68
11SP	m ² . Shades	0.07	0.0600	1.1000	0.0042	0.0046	0.0046	7.39	0.36
12XX	m ² . Glass	0.13	0.0100	1.1000	0.0013	0.0014	0.0014	2.29	0.11
13EX	m ² . Exterior paints	0.20	0.0050	1.3000	0.0010	0.0013	0.0013	2.08	0.10
13IX	m ² . Interior paints	0.50	0.0050	1.3000	0.0025	0.0033	0.0033	5.20	0.26
Total					1.3763	1.2676	1.2676	2028.19	100.00

Fonte: Sólis-Guzmán, 2009, p.2546

Os itens que são esperados para gerar o maior volume são o solo, concreto e tijolos. O solo faz parte do grupo 02TX, transporte de terraplenagem, o concreto é parte de vários grupos nos capítulos 03 (03CP, 03HA, 03HM, 03HX) e 05 (05FX, 05HH) e os tijolos pertencem ao capítulo 06 (06DX, 06DY, 06LX, 06LY). Estes três itens representam cerca de 80% do volume total de resíduos.

Em resumo, a tabela 2 prevê 492,20m³ total de resíduos - 320m³ de solo escavado e 172,20m³ de resíduos mistos - e a tabela 3 prevê 2028,19m³ de volume total de resíduos mistos. O volume de resíduos na demolição é quatro vezes maior do que o volume na nova construção.

Uma vez que o volume é determinado, o modelo Alcores calcula o depósito a ser pago pelo dono da obra à Prefeitura.

4. ESTUDO DE CASO

Após a escolha de uma construtora do município de Belo Horizonte para exemplificar a realidade nos canteiros de obra, foram realizadas visitas a obras para conhecimento e verificação dos procedimentos adotados para o correto gerenciamento dos resíduos da construção civil. Foi apresentado o Programa Desperdício Zero (PDZ) pela responsável por sua implantação.

4.1 Programa Desperdício Zero

Trata-se de um programa implantado por uma construtora do município de Belo Horizonte – EPO Engenharia – para prover orientações para os funcionários da construção civil com a implantação de Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, conforme Resolução 307/2002 do CONAMA, contribuindo para a redução do impacto causado pelo setor sobre o meio ambiente. Este programa tem como objetivo estabelecer procedimentos simples que possam contribuir para que o processo diário de cada obra se torne mais eficiente e produtivo, evitando desperdícios e retrabalhos.

Dentre as atividades previstas dentro deste programa, temos o treinamento. Este é feito juntamente com a equipe de segurança do trabalho, no refeitório da obra, através do data-show para levar o programa ao conhecimento dos facilitadores/colaboradores (engenheiro, encarregado, mestre de obra, pedreiros, serventes incluindo-se também todos empreiteiros), buscando criar confiança e parceria para mudança dos hábitos e comportamentos, ou seja conscientização.

A organização e a limpeza da obra são atividades fundamentais. Cada colaborador deverá ser responsável por manter seu local de trabalho totalmente limpo e organizado

diariamente, assim, a obra estará sempre arrumada. Nunca se deve misturar materiais, estes deverão estar sempre bem organizados e separados por tipo.

Dentre as vantagens da Produção Mais Limpa, tem-se: redução de custos de produção e aumento de eficiência e competitividade, redução das infrações aos padrões ambientais previstos na legislação, diminuição dos riscos de acidentes ambientais, melhoria das condições de saúde e segurança do trabalhador e melhoria da imagem da empresa junto a consumidores, fornecedores e poder público.

De acordo com o PDZ, deve haver no canteiro de obras um depósito transitório e fixo de materiais. São usados tambores de 200 litros, nas cores da reciclagem: azul (papel e papelão), amarelo (ferro e metal), marrom (orgânico), preto (madeira) e vermelho (plástico); caixotes de madeirite ou baia para depósito de madeira e pontas de ferro para descarte/reciclagem; caçambas para o entulho e caçambas para o lixo.

Na implantação do canteiro de obras, o engenheiro e o mestre de obras deverão definir o local para a instalação dos recipientes de armazenamento temporário dos resíduos que serão gerados em cada etapa da obra, que deverão ser definidos dependendo do tipo e do volume de cada resíduo, observando sempre a logística para retirada destes materiais. Os recipientes poderão ser remanejados de acordo com o desenvolvimento da obra, de forma que estejam sempre o mais próximo possível do local de geração e de fácil acesso para remoção.

O engenheiro e o mestre de obras também deverão providenciar os contenedores para que a equipe utilize os mesmos no descarte dos resíduos, evitando-se assim desordem na obra e providenciar também a aquisição do conjunto de coletor seletivo de 04 unidades que deverá ser colocado próximo ao refeitório da obra.

Com relação a destinação dos resíduos da obra, os resíduos acondicionados por tipo nas baias ou recipientes coletores deverão ser encaminhados para reciclagem ou reprocessamento de acordo com a necessidade de cada obra.

Os resíduos orgânicos (restos de comida) e os demais resíduos gerados nas áreas de vivência, banheiros e vestiários (exceto aqueles passíveis de reciclagem) deverão ser coletados em sacos para o lixo e dispostos para coleta através dos veículos da limpeza pública SLU, obedecendo os limites das leis do município (dia e horário de coleta).

Conforme informações da responsável pela implantação do PDZ, os objetos não são mais jogados em caçambas de forma aleatória, as obras tem recipientes e destinos específicos. O metal, por exemplo, é agrupado e vendido para ferros velhos para ser reciclado. Papéis e papelões seguem o padrão do escritório central, sendo recolhidos por uma associação que faz a reciclagem. A madeira é retirada por parceiros que processam esse material e repassam para as cerâmicas. Os parceiros para coletas de materiais também é uma atividade prevista dentro do programa. Alguns parceiros inclusive fazem a coleta e o transporte dos materiais sem custos a construtora.



Figura 6: Tambores 200 litros para coleta seletiva

Fonte: Arquivo pessoal da autora



Figura 7: Depósito de pontas de ferro para descarte/reciclagem

Fonte: Arquivo pessoal da autora



Figura 8: Baias para depósitos de materiais

Fonte: Arquivo pessoal da autora



Figura 9: Baias para depósito de madeira

Fonte: Arquivo pessoal da autora



Figura 10: Contenedores

Fonte: Arquivo pessoal da autora



Figura 11: Conjunto de coletor seletivo para refeitório

Fonte: Arquivo pessoal da autora

Dentre os procedimentos de execução de serviço adotados na construtora temos a utilização de alguns formulários. Os resíduos descartados são quantificados e qualificados, possibilitando a identificação de possíveis focos de desperdício de materiais. Para acompanhamento, apuração de dados referente à geração de resíduos e atendimento às legislações é de fundamental importância o preenchimento de alguns formulários que serão apresentados a seguir.

O formulário de Cadastro dos Destinatários de Resíduos (FOR-PDZ-001-0) deverá ser preenchido antes da primeira retirada do resíduo, onde constará os dados do fornecedor que fará a retirada de cada tipo de resíduo, devendo ser renovado a cada fornecedor ou resíduo novo que surgir. É necessário fazer o cadastro somente uma vez para cada fornecedor e o formulário deverá ficar arquivado na obra até o término. Os dados deste formulário serão utilizados para preencher o Controle de Transporte de Resíduos (CTR).

Formulários	CODIGO: FOR-PDZ-001-0
	REVISÃO Nº: 0
	DATA REVISÃO:
	PÁGINA: 1 / 1
TÍTULO: CADASTRO DOS DESTINATÁRIOS DE RESÍDUOS	
INFORMAÇÕES DO GERADOR	
OBRA: _____	
ENDEREÇO: _____	
RESÍDUOS PASSÍVEIS DE DESTINAÇÃO	
	ENTULHO
	GESSO
	MADEIRA
	METAL
	PAPEL/PAPELÃO/PLÁSTICO
	SOLO
	OUTROS _____
INFORMAÇÕES DO DESTINATÁRIO	
RAZÃO SOCIAL:	
CNPJ:	
ENDEREÇO:	
NOME DO RESPONSÁVEL:	
TELEFONE:	
ATIVIDADE PRINCIPAL DO DESTINATÁRIO:	
TIPO DE TRATAMENTO:	
OUTRAS INFORMAÇÕES:	

Este documento é de propriedade ..., sendo proibida a sua reprodução parcial ou total, sem prévia autorização.

Figura 12: Formulário de cadastro dos destinatários de resíduos

Fonte: EPO Engenharia, 2012

O formulário de Controle de Transporte de Resíduos (FOR-PDZ-002-0) deverá ser preenchido no momento de descarte de qualquer resíduo, e no caso de retirada de materiais leves, onde há utilização de bag's não deixar de preencher o termo de responsabilidade para devolução dos mesmos.

Destaca-se que na retirada de caçamba, deverá estar especificado qual tipo de material está sendo descartado no campo de observação, por exemplo: caçamba de entulho limpo, caçamba misturada não passível de reciclagem ou caçamba de sacos de cimento, gesso, argamassa.

Formulários	CODIGO: FOR-PDZ-002-0
	REVISÃO Nº: 0
	DATA REVISÃO:
	PÁGINA: 1 / 1
TÍTULO: CTR - CONTROLE DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS	

INFORMAÇÕES DO GERADOR	
OBRA:	DATA:
ENDEREÇO RETIRADA:	

1º VIA – GERADOR		
TIPO DE RESIDUO	QUANTIDADE	UNIDADE
Entulho (demolição de alvenaria, argamassa e concreto)		
Gesso		
Madeira		
Papel /Papelo/ Plástico		
Metal		
Solo		
Caçamba misturada		
Outros		

INFORMAÇÕES DO TRANSPORTADOR	
RAZÃO SOCIAL/NOME:	
CNPJ/CPF:	PLACA VEICULO:

INFORMAÇÕES DO DESTINATÁRIO	
RAZÃO SOCIAL/NOME:	
CNPJ/CPF:	
ENDEREÇO DESTINAÇÃO:	

TERMO DE RESPONSABILIDADE – RETIRADA DOS BAGS	
Assumo a responsabilidade pela devolução dos _____ (quantidade retirada) Bags retirados da obra _____, comprometendo-me a ressarcir o prejuízo decorrente da sua não devolução ou extravio.	
Nome por extenso do responsável pela retirada e devolução	Assinatura

PROTOCOLO DE RECEBIMENTO	
EMPRESA:	
NOME DO RESPONSÁVEL:	
ASSINATURA:	DATA:

OBS: O protocolo de recebimento deverá ser devolvido preenchido e assinado para o gerador/obra juntamente com a nota fiscal do serviço prestado.

Este documento é de propriedade ..., sendo proibida a sua reprodução parcial ou total, sem prévia autorização.

Figura 13: Formulário de controle de transporte de resíduos

Fonte: EPO Engenharia, 2012

Formulários	CODIGO: FOR-PDZ-003-0
	REVISÃO Nº: 0
	DATA REVISÃO:
	PÁGINA: 1 / 1
TÍTULO: CHECK LIST	

OBRA: _____	DATA: ___/___/___
-------------	-------------------

ITENS AVALIADOS	C	NC	NOTA
Destinação dos resíduos			
Separação / Disposição dos resíduos			
Organização / Limpeza geral			
Preenchimento Registros			
Uso caçambas			
Uso das baias			
Uso dos contenedores			
Uso dos bags			
Outros/especificar			

C = CONFORME / NC = NÃO CONFORME

DESTINAÇÃO COMPROMISSADA DOS RESÍDUOS					
Resíduos	Destinação	Volume ou peso	Unid	Custo	Receita
				R\$	R\$
Gesso					
Madeira					
Metais					
Papel/plástico					
Entulho					
Terra/Solo					
Resíduos misturados					
Sacos de cimento/ gesso/argamassa					
Outros					
Total					
Observação:					

PROVIDÊNCIAS				
Pontuação	Péssimo: 01 a 02 pontos	Regular: 03 a 04 pontos	Bom: 05 a 06 pontos	Ótimo: 07 a 10 pontos

Este documento é de propriedade ..., sendo proibida a sua reprodução parcial ou total, sem prévia autorização.

Figura 15: Formulário de avaliação dos resultados

Fonte: EPO Engenharia, 2012

Qualidade, qualificação e sustentabilidade são assuntos levados a sério pela EPO Engenharia.

Além dos programas e procedimentos já adotados, segundo informações da responsável pelo programa, a construtora conta com o trabalho de uma empresa ambiental contratada para controlar a gestão dos resíduos de construção nos canteiros de obras.

Também foi apontado que apesar de termos definido em leis - tanto a federal quanto municipal - o pagamento de multa para caçambas misturadas, por exemplo, não foi constatado ainda a presença de fiscais nas obras atuando para este fim. Mesmo assim, nas reuniões e treinamentos efetuados na construtora, isto já é divulgado a todos os colaboradores para conscientização.

5. ANÁLISE CRÍTICA

Conforme observado nos modelos de gerenciamento de resíduos da construção civil estudados, todos os envolvidos em um processo construtivo tem que atender às suas responsabilidades para conseguirmos obter um resultado desejável no correto gerenciamento dos resíduos.

Observa-se que a minimização da geração do resíduo está diretamente ligada ao processo construtivo como um todo, desde a fase inicial de planejamento, passando pela elaboração de projeto, construção e utilização, chegando até a fase final de demolição. O nível de perdas é consideravelmente reduzido com a devida integração entre todas as fases.

Podemos resumir o funcionamento da gestão de resíduos adotada na Espanha da seguinte maneira: o construtor apresenta o projeto para a autoridade local, a autoridade estima a quantidade de resíduos a serem gerados, o construtor paga um depósito e contrata uma empresa de manuseamento de resíduos, a empresa ao fim da construção apresenta um certificado de correto manuseamento de resíduos para o construtor e o construtor recebe o depósito de volta quando exerce corretamente o gerenciamento dos resíduos. Este procedimento estimula a correta execução do processo, tendo em vista que o construtor se isenta de pagamento de impostos neste caso.

No estudo de caso apresentado que trata da apresentação de um programa de gestão de resíduos adotado em uma construtora do município de Belo Horizonte que aborda a segregação, armazenamento e destinação dos resíduos gerados na obra, observamos a grande preocupação tanto na conscientização das pessoas com os problemas dos resíduos quanto na importância da minimização dos resíduos gerados.

Em ambos os modelos apresentados, podemos observar o grande incentivo para a reutilização e a reciclagem dos resíduos da construção civil quando não é possível evitar a

sua geração. O foco da gestão de resíduos da construção tem sido efetivamente a minimização dos resíduos da construção civil.

No Brasil, um exemplo de conscientização das construtoras sobre os problemas gerados pelos resíduos de construção é a contratação de empresas ambientais especializadas em manuseamento de resíduos para controle da gestão dos resíduos nas obras.

A preocupação com o meio ambiente tem sido mostrada pelos governos tanto no Brasil como na Espanha, principalmente através de criação de leis que visam o correto gerenciamento dos resíduos. O poder público deve sempre orientar, controlar e fiscalizar a conformidade dos processos com a legislação.

No Brasil, observa-se que falta um pouco de incentivo do governo no quesito fiscalização. Apesar da existência das legislações que até determinam pagamento de multas para determinados procedimentos incorretos, o que não ocorre por falta de fiscalização, acaba induzindo ao erro devido à ausência de penalidade. Portanto, é imprescindível a fiscalização das legislações existentes.

Deve-se ressaltar que a principal diferença observada no gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil está na quantificação destes resíduos. Enquanto na Espanha, temos um decreto que estima a quantidade de resíduos, que já permite ao construtor ter uma noção da realidade antes de iniciar a sua obra, no Brasil a quantificação de resíduos é feita durante a obra.

Acredito que o modelo Espanhol em que a legislação força um gerenciamento de resíduos é mais eficiente do que o método brasileiro em que o construtor é mais livre.

6. CONCLUSÃO

Todos os participantes envolvidos em qualquer uma das fases que compõem um processo construtivo tem responsabilidades de prevenir e reduzir a geração de resíduos para evitar futuros problemas ambientais. Portanto, buscar a minimização na geração dos resíduos sólidos na construção civil é um caminho fundamental a ser percorrido.

O Brasil já evoluiu bastante no assunto gerenciamento de resíduos, mas ainda se encontra atrasado em relação a países como a Espanha.

Se não houver incentivos por parte dos empresários e governo e se todos não fizerem a sua parte, não será possível obter melhores resultados no campo de gestão de resíduos na construção civil que se revela muito interessante e com boas possibilidades de se desenvolver.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Carlos Eduardo Teobaldo; QUELHAS, Osvaldo L. G.. **A ecoeficiência e o ecodesign na indústria da construção civil**: uma abordagem à prática do desenvolvimento sustentável na gestão de resíduos com uma visão de negócios. Rio de Janeiro: Associação Educacional Dom Bosco, 2004. 10p. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/artigos04/106_seget%20artigo.doc>. Acesso em: 08 nov. 2011.

BLUMENSCHHEIN, Raquel Naves. **Manual técnico**: Gestão de resíduos sólidos em canteiros de obras. Brasília: SEBRAE/DF, 2007. 48p. Disponível em: <<http://www.biblioteca.sebrae.com.br>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente/Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 17 jul. de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em: 08 nov. 2011.

GERAB, Roberto; KEHDI, Carlos Eduardo. Limites da racionalização. **Revista Técnica**, Brasil, n.74, maio. 2003. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

JÚNIOR, Nelson Boechat Cunha (Coord.). **Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para construção civil**. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2005. 38p.

MENDES, Osmar; OLIVEIRA, Edieliton Gonzaga de. **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição**: estudo de caso da Resolução 307 do CONAMA. Goiânia: Universidade Católica de Goiânia, 2008. Disponível em <<http://www.ucg.br>>. Acesso em: 08 nov. 2011.

SINDUSCON-MG; SENAI-MG. **Gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil**. 3°. ed. rev. e aum. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2008. 72p. Disponível em <<http://www.sinduscon-mg.org.br/site/publicacoes.php?id=164>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

SÓLIS-GUZMÁN, Jaime (Coord.). A Spanish model for quantification and management of construction waste. **Waste Management**, Sevilha/Espanha, jun. 2009. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/wasman>>. Acesso em: 20 nov. 2011.