

PGRCC:

PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

APRESENTAÇÃO

A gestão do meio ambiente tem sido um desafio atual e tema discutido sob o ponto de vista ambiental e econômico para as indústrias, empresas e sociedade, deixando de ser considerado como custo para ser uma oportunidade de redução do passivo ambiental que compromete a qualidade de vida no planeta.

A indústria da construção civil no Brasil, um dos pilares da economia nacional é o maior gerador de empregos diretos e indiretos do país, também se caracteriza pela precariedade e/ou indisponibilidade de dados e informações sobre a geração e o gerenciamento dos resíduos gerados na atividade, os resíduos da construção civil (RCC).

O impacto ambiental causado pelo manejo inadequado desses resíduos através do assoreamento de corpos d'água, obstrução de corpos de drenagem, atração de vetores em função do acúmulo de outros resíduos nos chamados bota-foras, entre outros, se refletem de forma dramática, particularmente nos grandes centros urbanos, nas inundações, na degradação da paisagem urbana com impactos sociais severos além de perdas materiais.

Do ponto de vista de políticas públicas, a Resolução CONAMA nº. 307/02, de 05 de julho de 2002, estabelece a nível federal, diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. De acordo com essa resolução, compete aos municípios e ao Distrito Federal a elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, instrumento para a implantação da gestão dos RCC. O plano deverá incorporar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, estes últimos a serem apresentados pelos grandes geradores de RCC e submetidos para análise junto aos órgãos competentes (CONAMA, 2002).

O surgimento de legislação específica, tanto no âmbito federal quanto no municipal, e de normas para o setor da construção civil, pode ser considerado como o principal responsável pelo surgimento de uma nova postura em relação aos RCC. Isso porque os agentes envolvidos, sentindo que novos padrões estão sendo estabelecidos, começam a mostrar interesse pelo assunto e, dessa forma, a procurar soluções que possam reduzir os problemas associados às atividades da construção civil.

O estudo dos RCC é de grande importância devido a grande quantidade de volumes gerados, dos impactos que eles causam, dos custos sociais envolvidos e as possibilidades de seu reaproveitamento. A realização deste estudo pretende apresentar os benefícios que a utilização da metodologia de gerenciamento de RCC pode ter sob o ponto de vista financeiro, institucional e ambiental.

ÍNDICE GERAL

APRESENTAÇÃO	2
ÍNDICE GERAL	3
ÍNDICE DE TABELAS.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS	4
1. INFORMAÇÕES GERAIS	6
1.1 – Preparação do PGRCC	6
1.2 – Órgão Responsável pelo Licenciamento	6
1.3 – Assinatura do Técnico	6
2. INTRODUÇÃO.....	7
3. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	9
3.1 – Sobre os Resíduos	9
3.2 – Gerenciamento.....	10
3.3 – Reutilização e Reciclagem.....	14
3.4 – Origem e Produção	17
3.5 – Constituição e Classificação	18
3.6 – As Possibilidades de Minimização	19
4. PGRCC	21
4.1 – Objetivo Geral	21
4.2 – Objetivos Específicos.....	21
4.3 – Aplicação do Gerenciamento de Resíduos	21
4.3.1 – Palestra Informativa	21
4.3.2 – Planejamento	22
4.3.3 – Caracterização dos RCC	23
4.3.4 – Redução da geração de RCC	23
4.3.5 – Reutilização dos RCC	27
4.3.6 – Segregação dos RCC.....	28
4.4 – Quantificação	28
4.4.1 – Concreto	28
4.4.2 – Cerâmica	29

4.4.3 – Argamassa	29
4.4.4 – Brita, Areia e Saibro	29
4.4.5 – Fibrocimento	29
4.4.6 – Tinta, Impermeabilizante e Madeira	30
4.4.7 – Papel e Plástico	30
4.4.8 – PVC, Acrílico, Metais e Vidro	30
5. O EMPREENDIMENTO	31
5.1 – Identificação do Empreendimento	31
6. PROPOSTAS PARA O MANEJO DOS RESÍDUOS	32
6.1 – Canteiro de Obras	32
6.2 – Baías de Separação	33
6.3 – Ações de Eficiência Comprovada	34
6.4 – Segregação dos Resíduos	35

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1: Perdas de Materiais	17
Tabela 3.2: Composição Mineral do Entulho	18
Tabela 4.1: Funcionários e grau de conhecimento do PGRCC.....	23
Tabela 4.2: Caracterização dos RCC	23
Tabela 6.1: Exemplo de tabela Baías x Resíduos Gerados	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1: Foto ilustrativa de uma Reunião inaugural de etapa da obra.	22
Figura 4.2: Foto Ilustrativa de uma Palestra sobre o PGRCC.....	22
Figura 4.3: Arrasamento de estacas – Corte esquemático.	24
Figura 4.4: Arrasamento de estacas – Estaca arrasada.....	24
Figura 4.5: “Pallet” de madeira.....	25
Figura 4.6: Fornecimento de vidro.....	25
Figura 4.7: Aço cortado e dobrado.	26

Figura 4.8: Pilares com altura variável.....	27
Figura 4.9: Telhas de fibrocimento.	30
Figura 6.1: Baías de Separação.....	34

1. INFORMAÇÕES GERAIS

Este capítulo apresenta: a empresa responsável pela coordenação do PGRCC, a equipe técnica multidisciplinar, assim como também o órgão responsável pelo licenciamento requerido.

1.1 – Preparação do PGRCC

Anderson Wilker Torres Santos
Graduação: Engº. Civil, Sanitarista Ambiental
CREA: Reg. Nacional nº. 020.723.614-3
Telefone: (82) 98805-5072 / 99985-5971

1.2 – Órgão Responsável pelo Licenciamento

IMA-AL – Instituto do Meio Ambiente de Alagoas	
Endereço: Avenida Major Cícero de Góes Monteiro, nº. 2197 - Mutange	
Município: Maceió/AL	CEP: 57.017-320
Fone: (82) 3315-1737 / 1738	Fax: (82) 3315-1732
Website: http://www.ima.al.gov.br/	

1.3 – Assinatura do Técnico

Elaboração PGRCC	Anderson Wilker Torres Santos
Data Assinatura	

A *Anotação de Responsabilidade Técnica* (ART) do CREA/AL referente ao coordenador deste PGRCC encontra-se no Anexo I.

2. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das indústrias que mais utiliza recursos naturais e é, também, a maior geradora de resíduos, sendo que a tecnologia construtiva adotada no Brasil favorece o desperdício de materiais.

Um grande problema relacionado à construção civil é a geração de resíduos. Os resíduos de construção e demolição (RCD) ocupam grande volume para disposição final. Considerando que 13% das cidades brasileiras pesquisadas no censo de saneamento possuem aterros sanitários, 7% possuem aterros especiais e que, apenas, 5% possuem usinas de reciclagem, deve-se propor e implementar métodos de tratamento de resíduos (IBGE, 2000).

A destinação dos RCD não é o único problema ambiental da construção civil, a exploração de matérias-primas também causa grandes impactos ambientais. Estimativas para 2006 previram o consumo de 212×10^6 t de areia de 146×10^6 t de pedra britada, totalizando o consumo destes agregados em 1,9 t/hab/ano (DNPM, 2007), utilizados para a produção do concreto, de argamassas, de lastros, entre outros. Estes agregados naturais representam recursos não-renováveis e sua exploração causa impactos ambientais.

A obtenção da areia, um dos agregados muito utilizados na construção civil, se dá pela exploração de leitos de rios, o que causa impactos ambientais, e, como consequência, a degradação do curso d'água devido a retirada da camada vegetal. Os órgãos ambientais têm restringido esta atividade, entretanto, a areia ainda possui um custo de aquisição muito competitivo, pois o extrator não paga pela matéria-prima, somente pela atividade de extração e transporte. Portanto, devido ao baixo custo torna-se difícil a substituição deste material por outro de menor ou igual valor agregado. A exploração da pedra britada, outro agregado importante, é realizada pelo desmonte da rocha com explosivos e posteriormente a britagem.

Visando a diminuição dos impactos ambientais da exploração de minerais para a construção civil, existem estudos para a substituição tanto da areia quanto da pedra britada por materiais alternativos que não causem impactos ambientais.

Atualmente, os RCD são reutilizados com função não estrutural, por isso devem-se caracterizar as frações deste resíduo e reutilizá-los substituindo, parcialmente ou totalmente, a areia e a brita. Assim, podem tornar-se agregados substitutos de baixo custo, sendo então competitivos economicamente e gerando um grande benefício ambiental que é a sua não-disposição.

Como especificado pela Resolução CONAMA nº. 307/02 (CONAMA, 2002), que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil (RCC), os quais devem ser seguidos pelos geradores de resíduos, a disposição dos RCD não pode ser feita em aterros sanitários,

somente em aterros especiais. Considerando que apenas 17,32% dos municípios brasileiros têm aterros sanitários e 9,66% possuem aterros de resíduos especiais (IBGE, 2000) pode-se inferir que grande parte dos RCC é disposta indevidamente. Como consequência dessa resolução alguns municípios criaram decretos que regulamentam Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, isto porque esta resolução estabelece que a responsabilidade dos municípios a criação, implantação e acompanhamento das diretrizes especificadas nos decretos municipais. Tais decretos tornam obrigatório aos geradores a gestão, incluindo reciclagem, reaproveitamento e destinação de resíduos.

Segundo SOUZA (2005), levantamentos estatísticos junto às *Secretarias Municipais de Meio Ambiente* (SMMA) dos grandes centros urbanos revelam o seguinte quadro:

- Apenas 15% das empresas de transportes de resíduos cadastradas efetivamente apresentam o Controle de Transporte de Resíduos (MTR).
- Cerca de 20% das empresas declaram estar depositando resíduos em terrenos baldios.
- Mais de 40% das empresas não executam nenhum tipo de recomendação determinadas pela Resolução CONAMA nº. 307/02 (CONAMA, 2002).

Além disso, algumas prefeituras reajustaram as taxas para disposição dos resíduos nos aterros sanitários municipais, tornando-a mais onerosa, pois determinam o custo por tonelada de entulho disposto. Esta condição acaba por agravar a situação exposta por SOUZA (2005), pois as empresas transportadoras regulamentadas repassam tal preço aos clientes, enquanto outras transportadoras deixam de dispor os resíduos no aterro, aumentando os pontos de disposição ilegal.

Na tentativa de contribuir com a melhoria da gestão dos RCC, este estudo abordou a questão dos resíduos sólidos urbanos, especificamente o entulho de obras, visando a sua reciclagem e reutilização, bem como o transporte e a sua destinação final, de acordo com critérios técnicos e de procedimentos de boas praticas no canteiro de obra.

Portanto, a elaboração, o gerenciamento de resíduos e a reutilização estrutural de resíduos passam a ter importância não apenas ambiental, mas também legal. Neste contexto, a implantação de práticas de gerenciamento nos canteiros de obras passa a ser de fundamental importância para o setor da construção civil. A introdução de técnicas que visem a minimização e o reaproveitamento dos RCC representam uma possibilidade de reduzir os impactos ambientais produzidos pelo setor.

3. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

3.1 – Sobre os Resíduos

Todo processo econômico gera resíduos. Mesmo sendo considerado inservível por grande parcela da sociedade, os resíduos possuem, aproximadamente, 40% de materiais recicláveis. Esta parte reciclável é atrativa econômica, energética ou ambientalmente (FIGUEIREDO, 1994).

A gestão de resíduos sólidos se enquadra nas atividades de saneamento básico, pois existe a interdependência entre este, a saúde e o meio ambiente. Portanto, as ações de gerenciamento de resíduos da construção civil devem ser inter-relacionadas para contribuir com a melhoria da qualidade ambiental proporcionada a população.

Segundo a *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico* (IBGE, 2000), dos 5.475 municípios brasileiros, 489 têm entre 50 e 70% dos seus resíduos coletados, 728 entre 70 e 80%, 771 entre 80 e 90%, 525 entre 90 e 99% e 1.814 têm 100% coletados. Também, foi identificado que 194 municípios não tinham a informação ou não declararam qual a porcentagem coletada.

A construção civil, devido às práticas utilizadas, gera grandes volumes de resíduos, e isto pode ser observado desde a produção de insumos, que caracteriza a geração anterior a própria etapa construtiva.

A construção e a reforma de edificações, demolições, obras viárias, materiais de escavação, são origens de resíduos da construção civil. A investigação da sua origem é importante para a quantificação e a qualificação dos volumes gerados. O resíduo gerado em novas construções provém de quatro fases, a fundação, a estrutura e alvenaria, o revestimento e o acabamento, sendo que os resíduos devem ser diferenciados em função do tempo, da atividade e da quantidade gerada.

Por outro lado, o resíduo de reformas é gerado principalmente pela falta de conhecimento, pois as quebras de paredes e outros elementos da edificação são realizados em processos simples, sendo alto o volume final de resíduos. A composição destes resíduos pode ser comparada a de resíduos de demolição, isto porque os trabalhos de reforma se assemelham aos trabalhos de demolição. Nas demolições, o potencial de reciclagem depende do processo construtivo e da qualidade da obra, entretanto, a quantidade independe destes fatores.

3.2 – Gerenciamento

A Resolução CONAMA nº. 307/02 (CONAMA, 2002, p.01) define RCD como aqueles materiais...

...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.

Esta resolução define, também, o gerenciamento de resíduos como...

...o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos.

De acordo com Monteiro *et al* (2001), no Brasil, a geração de RCD é de, aproximadamente, 300 kg/m² a partir de novas edificações, enquanto países desenvolvidos geram 100 kg/m². Em cidades com 500 mil ou mais habitantes os RCD representam, aproximadamente, 50% do peso dos resíduos sólidos urbanos coletados.

Para diagnosticar a geração de resíduos de construção civil nas cidades brasileiras utilizam-se dados de estimativas de área construída, de quantificação de volumes por empresas coletoras, do monitoramento de descargas nas áreas de disposição final dos resíduos de construção civil. As duas primeiras estimativas permitem uma quantificação confiável e pode ser utilizada em todo município que possui cadastro de construções licenciadas (PINTO,1999).

A composição dos resíduos da construção civil brasileira, gerados em uma obra é, basicamente, constituída por argamassa, concreto e blocos de concreto, além de madeiras, plásticos, papel e papelão. Além destes, também, podem ser gerados resíduos classificados como perigosos e não inertes.

Quando se trata da construção civil em outros países, a composição dos seus resíduos muda, sendo muito presentes, além do concreto e blocos de concreto, o gesso e o EPS utilizado para isolamento, atingindo geração de 30,77 kg/m² (BOHNE; BERGSDAL; BRATTEBO, 2005). Segundo KIMBERT (2002), esta taxa é de 25 kg/m² para novas construções e de 320 kg/m² para demolições.

Para todos estes resíduos, o potencial de contaminação pode ser determinado de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 10.004/04, 10.005/04 e 10.006/04 (ABNT, 2004a; ABNT, 2004b; ABNT, 2004c).

De acordo com as especificações da NBR 10.004/04 (ABNT, 2004a) os resíduos são classificados em função das características de periculosidade ou toxicidade, em classe I, classe II-A e II-B.

- ❖ Resíduos Classe I: são denominados perigosos, apresentam riscos à saúde pública, provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada, devido as suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.
- ❖ Resíduos Classe II-A: são denominados não inertes, e podem estar relacionados a riscos à saúde ou ao meio ambiente devido às características de combustilidade, biodegradabilidade ou solubilidade.
- ❖ Resíduos Classe II-B: são considerados inertes e não apresentam riscos à saúde ou ao meio ambiente, quando submetidos a testes de solubilização, seus constituintes não são solubilizados a maiores taxas do que as permitidas pelos padrões de potabilidade da água (ABNT, 2004a).

O tratamento de resíduos deve definir uma série de ações para reduzir a quantidade ou seu potencial poluidor. Considerando o entulho da construção civil, classificado como Classe II-B ‘inerte’ (ABNT, 2004a), seu tratamento está relacionado à redução da quantidade. O tratamento mais difundido, além da redução, é a segregação, trituração e reutilização. Por sua vez, a forma mais difundida de reutilização tem sido na construção de rodovias, como base ou sub-base e em preenchimentos não estruturais de edificações.

A diminuição de riscos de impactos ambientais e a redução de custos na construção civil são fatores que tornam a reciclagem uma prática sustentável para o setor (ÂNGULO; ZORDAN; JOHN, 2001). A disposição final em aterros ou bota-fora de RCC não é uma opção adequada, pois estes resíduos possuem materiais recicláveis e ocupam grandes volumes. Esta opção é recomendada apenas quando os aterros sanitários não possuem material de cobertura.

Estudos para o desenvolvimento e aplicação de boas práticas e redução da geração de resíduos têm sido desenvolvidos em vários países. A União Européia, no âmbito do programa “*Crescimento Competitivo e Sustentável*” criou e desenvolveu o projeto “*WAMBUCO: Manual Europeu de Resíduos da Construção de Edifícios*” (LIPSMEIER; GÜNTHER, 2002). Este manual é direcionado a proprietários de obra, gestores de projeto, empresas de construção, arquitetos, empresas de recolhimento e tratamento de resíduos e produtores e revendedores de materiais de construção e apresenta cálculos de resíduos gerados para uma edificação com base nos índices de resíduos específicos da construção e do edifício. Também, apresenta um guia para a gestão de resíduos, em que aborda o projeto de construção nova e de reconstrução. Para este manual foi desenvolvido um programa de formação em treinamento de equipes com alguns métodos de ensino que podem ser utilizados, formas de motivação e suportes pedagógicos. No guia WAMBUCO (LIPSMEIER; GÜNTHER, 2002) são salientadas tecnologias para a prevenção/minimização de resíduos pelo tipo de material utilizado, como madeira, telhas, tinta branca de

chumbo, tijolos, cerâmicas, entulhos e águas de construção. Ainda, cita os aspectos de resíduos na restauração, conservação ou demolição de edifícios antigos.

Outro projeto europeu, o “*IRMA: Descontaminação e Reabilitação de Edificações, Estruturas e Materiais na Renovação Urbana*” (GARCIA; LAURITZEN, 2006) foi desenvolvido por uma parceria entre países da União Européia e tem como objetivo desenvolver e implementar um “Conceito Urbano”, trazendo tecnologias e processos juntamente com ferramentas de auxílio à decisão e de gerenciamento para a sustentabilidade da renovação urbana.

O conceito urbano compõe uma ferramenta de tecnologias e processos, focalizando em edificações contaminadas para reduzir o risco para o ambiente e aproveitar as edificações e materiais. As ferramentas desenvolvidas por este conceito têm como guias a minimização do risco aos ocupantes dos edifícios, saúde e segurança dos trabalhadores de construção e demolição, preservação dos edifícios e redução do desperdício.

De acordo com o projeto IRMA (GARCIA; LAURITZEN, 2006), os objetivos técnicos e científicos do conceito urbano consistem de uma seqüência de medidas para identificar e controlar a contaminação de estruturas e edifícios em que:

- a. As substâncias perigosas e a poluição dos edifícios são identificadas e classificadas;
- b. As emissões tóxicas são impedidas;
- c. Os edifícios e as estruturas existentes e poluídos podem ser reabilitados e reutilizados;
- d. Os volumes de resíduos de poluição e demolição poderão ser reciclados;
- e. O volume de geração de resíduos poderá ser reduzido;
- f. Os materiais provenientes da demolição poderão ser recuperados, completamente ou seletivamente, conservando recursos naturais e evitando a necessidade de disposição final.

Este projeto apresenta o levantamento dos dados de contaminação de edifícios e o desenvolvimento de banco de dados, a avaliação de edifícios e estruturas contaminadas, o desenvolvimento de técnicas para as fases de final de vida de edificações e estruturas, os manuais para o projeto de demolição e aplicação de produtos provenientes de edificações e estruturas demolidas, o desenvolvimento do conceito urbano para descontaminação e reabilitação de edificações, estruturas e materiais, avaliação do conceito urbano para cidades européias, implementação de relatórios, recomendação e manuais, e gerência de projeto.

Outro exemplo, o Guia de Boas Práticas, desenvolvido pela Universidade de Cardiff em 2003 (GREENWOOD, 2003), no Reino Unido, apresenta a hierarquia de minimização de resíduos composta por etapas de não-geração, redução, reúso, reciclagem e disposição final. Esta hierarquia pode ser estendida a qualquer programa de gerenciamento e minimização de resíduos. O guia traz informações abordando a definição de resíduos, a identificação das causas da geração de resíduos, a necessidade de

minimizar os resíduos e iniciativas de minimização. Aborda a minimização da geração de resíduos pela proposta de ações do cliente, do projetista e do executor. O plano de minimização é definido pela avaliação do desperdício e oportunidades de minimização, execução, monitoramento e modificação do projeto, exigências legais como proteção ambiental, gerenciamento de resíduos, controle de ruídos, gerenciamento da água, conservação natural, poluição, avaliação do impacto ambiental, sistema de gerência ambiental, legislação ambiental e, por último, estudos de caso.

Seguindo com o estudo do gerenciamento de resíduos, o relatório sobre práticas de gerenciamento de RCD e seus impactos econômicos, apresentado pelo grupo SYMONDS (1999), teve como objetivo o gerenciamento de resíduos pela hierarquia de redução, reúso, reciclagem ou recuperação e a disposição final. Neste trabalho, os RCD são classificados e relacionados com sua origem e características, considera também sua toxicidade e necessidade de armazenamento especial.

Este relatório também apresenta considerações econômicas e administrativas para dirigir a decisão pelo reúso ou reciclagem, sobre boas práticas em diferentes locais, estimativas de geração de resíduos em diferentes países da União Européia e identifica as práticas adotadas que influenciam a geração de resíduos. Conclui que para haver uma transformação no gerenciamento de RCD deve-se ter:

- a. Melhor controle dos aterros deste tipo de resíduo;
- b. Custo financeiro significativo para a disposição final;
- c. Custos mais significativos para disposição final de resíduos perigosos ou misturados;
- d. Oportunidade de tratamento da fração inerte e volumosa dos resíduos antes do reuso ou reciclagem, e;
- e. Aceitação dos usuários referente a utilização de materiais reciclados.

Portanto, se a geração de RCD não pode ser eliminada, o gerenciamento de resíduos deve ser estudado e executado, devendo ser adotadas práticas de minimização da geração e de reaproveitando da sua porção reciclável. Do levantamento bibliográfico realizado, é possível perceber que os planos de gerenciamento de resíduos são similares, por exemplo, na Grécia, foi elaborado um plano de gerenciamento de RCD, que tem como princípios (FATTA et al., 2003):

- a. A sustentabilidade e a viabilidade;
- b. A prevenção e a minimização dos resíduos;
- c. O princípio poluidor-pagador;
- d. A responsabilidade do produtor;
- e. A proteção de recursos naturais;
- f. A minimização da periculosidade dos resíduos;
- g. A minimização da quantidade de resíduos estocados temporariamente;
- h. O aumento do reuso, reciclagem e recuperação;

- i. A promoção de investimentos no meio ambiental;
- j. A disposição final adequada e;
- k. O lançamento de campanhas de conscientização e de programas educacionais.

No Brasil, é importante lembrar que o programa HABITARE propõe a utilização de resíduos na construção habitacional (JOHN; ÂNGULO, 2003). Quando trata de uma metodologia para desenvolvimento de reciclagem de resíduos conclui que transformar resíduos em produtos aumenta a sustentabilidade social e ambiental, mas devem ser elaboradas pesquisas para reduzir riscos de saúde e ambientais na utilização destes resíduos.

Ao observar a geração de resíduos no Brasil, os órgãos municipais não podem retardar soluções em relação aos problemas gerados devido ao elevado volume de resíduos, por isso PINTO (1999) propôs a Metodologia para a Gestão Diferenciada dos RCD. Segundo este autor, “a ampla facilitação do descarte, a diferenciação integral dos resíduos captados e a adoção da reciclagem como forma de valorização de resíduos constituem um útil e eficaz instrumental para controle dos resíduos de forma sustentável”. (PINTO, 1999, p.173).

Segundo TOZZI (2007), a aplicação do gerenciamento de resíduos pode proporcionar às construtoras e ao meio ambiente vantagens significativas. Ao estudar duas obras com características construtivas semelhantes e características gerenciais diferenciadas, mostrou que a geração e disposição de resíduos na obra sem plano de gerenciamento foi 40% maior do que na obra que possuía tal plano. Este autor também abordou a questão econômica, mostrando que a obra com gerenciamento de resíduos tornou-se mais atrativa, pois envolveu redução de gastos na compra de matéria-prima e na remoção de entulhos.

3.3 – Reutilização e Reciclagem

A Resolução CONAMA nº. 307/02 (CONAMA, 2002) aborda a reutilização, reciclagem e beneficiamento de resíduos e define reutilização como a reaplicação do resíduo, sem transformação. A reciclagem é o reaproveitamento do resíduo, após ter sido submetido à transformação e o beneficiamento submete o resíduo a processos/operações para fornecer, ao resíduo, condições para utilização como matéria-prima ou produto.

No Brasil existem, aproximadamente, nove instalações de beneficiamento de resíduos da construção civil, nas quais o resíduo é triturado, peneirado e estocado. Estas usinas produzem elementos de função não-estrutural como briquetes para calçada, blocos para muros e alvenaria de casas populares, agregado miúdo para revestimento, agregados para construção de meios-fios, bocas-de-lobo, sarjetas, e ainda servem como base e sub-base de rodovias (MONTEIRO et al., 2001).

JOHN e AGOPYAN (2000) apontam a maior reutilização destes resíduos na composição de bases e sub-bases de rodovias. Tal reutilização possui apenas um cliente, representado pelos municípios, tornando assim a implantação de usinas de beneficiamento pelo setor privado arriscado, pois o material pode tornar-se escasso e mudanças de gestão podem interferir nos pagamentos devido a produtos já fornecidos. Outro fator apontado é a não aceitação popular, pois os consumidores poderão considerar os produtos produzidos com agregados reciclados como produtos de qualidade inferior ou sem qualidade.

Um modelo de avaliação de viabilidade econômica da reciclagem de RCD foi desenvolvido baseado na realidade da Irlanda. Este modelo mostrou que existe a viabilidade quando os custos de disposição excedem os custos de transporte e processamento do resíduo. O resultado deste estudo mostra que, quanto maior a quantidade de resíduos menor será o custo de transporte e processamento (DURAN; LENIHAN; O'REGAN, 2006).

RAO, JHA e MISRA (2006), citam barreiras para a utilização do agregado reciclado da construção civil, entre elas está:

- a. A não aceitação popular, pois a falta de conhecimento técnico da população dificulta a utilização de materiais de qualidade em função da sua origem;
- b. A falta de instalações apropriadas para a reciclagem pois para isso são necessários investimentos, mas devido a falta de estudos e conhecimento de consumidores não é possível prever retorno para investimentos, tornando-os não atrativos economicamente;
- c. A falta de tecnologias apropriadas, pois ainda não existem estudos suficientes sobre a possibilidade de utilização do agregado reciclado que garantam a segurança necessária;
- d. A falta de incentivo dos governos que não se interessam pelos problemas sociais e esperam até que estes estejam em situação extrema para tomar providências, entre outros.

Existem estudos que reaproveitam os RCC para compor novos concretos, segundo PARANAVITHANA e MOHAJERANI (2006), o concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) produzido com agregados reciclados apresentou importantes propriedades resultando valores abaixo daqueles obtidos a partir do concreto produzido com agregados naturais. A absorção de água foi significativamente maior no concreto com agregados reciclados, obtendo valores de 4% a 5,9%, sendo que o limite é de 2 a 4% de absorção. O módulo resiliente foi significativamente menor, aumentando com o aumento da taxa de compactação. A porosidade do concreto produzido foi maior e sua densidade, conseqüentemente, menor. As propriedades volumétricas e de aderência (macro-textura) não atingiram valores em acordo com os padrões exigidos: para a utilização de agregados reciclados é preciso mais estudos.

No Kuwait, uma mistura de RCD também foi aplicada à composição do CBUQ, esperando um material no mínimo com a mesma qualidade do CBUQ com agregados naturais. Neste caso, o concreto resultante

apresentou resultados abaixo do CBUQ gerado a partir de agregados naturais, mas enquadrou-se nos padrões locais exigidos para utilização, podendo ser produzido e utilizado estruturalmente (ALJASSAR; AL-FADALA; ALI, 2005).

Concretos com agregados reciclados selecionados têm sido estudados, e o seu uso em proporções dosadas corretamente não afeta a durabilidade ou resistência do concreto (VIEIRA; DAL MOLIN; LIMA, 2004).

Segundo RAKSHVIR e BARAI (2006), a utilização de agregados reciclados proporciona vantagens como a redução da extração de matérias primas, redução de custos de transporte, melhora nos lucros, redução de impactos ambientais. Com proporções diferentes de agregado reciclado no concreto observou-se que a resistência a compressão simples teve redução de até 10%, em relação a concretos com agregados naturais. A água absorvida pelos agregados reciclados foi superior aos agregados naturais, e deve ser considerada na elaboração do concreto.

Um outro exemplo de reciclagem e reutilização de RCD pode ser o do Parque “Wetland”, em Hong Kong, em que o agregado reciclado de concreto foi utilizado para a construção do centro de visitantes, galerias de exibição, teatros, lojas de souvenir, cafés, áreas de recreação de crianças, salas de aula, centros de pesquisa, totalizando, aproximadamente, 10.000 m².

O concreto de demolição foi utilizado substituindo a pedra britada e a argamassa foi utilizada substituindo a areia. O concreto com agregados reciclados atingiu valores de concretos estruturais, porém, ficaram abaixo da resistência estrutural do concreto produzido a partir de agregados naturais. Ainda na mistura, o concreto reciclado recebeu 4% a mais de cimento que o concreto convencional, portanto foi concluído que o concreto produzido a partir de agregados reciclados pode ser utilizado estruturalmente caso seja bem dosado. No caso de Hong Kong, o concreto de agregados reciclados se tornou mais caro que o concreto de agregados naturais porque para atingir a mesma resistência, concretos gerados a partir de agregados reciclados precisaram de mais cimento (POON; CHAN, 2006).

Outro agregado já utilizado na elaboração de concretos é o produzido por centrais de beneficiamento de entulhos. Nele, há mistura das frações cerâmicas, de concreto e de argamassa. Esta composição, quando utilizada em concretos, permite atingir valores estruturais, encarecendo consideravelmente sua produção. Na utilização deste material, caso seja desejada a resistência estrutural, deve-se acrescentar considerável quantidade de cimento. Estes agregados foram estudados e não podem ser utilizados com função estrutural, apresentando problemas no teor de argamassa, contaminantes, materiais pulverulentos, absorção e massa específica (ÂNGULO; JOHN, 2002).

3.4 – Origem e Produção

A indústria da construção civil apresenta um índice surpreendente e elevado de perdas, causadas por fatores como falhas ou omissões na elaboração dos projetos e na sua execução, má qualidade dos materiais, acondicionamento impróprio dos materiais, má qualificação da mão de obra, falta de equipamentos e uso de técnicas adequadas da construção, falta de planejamento na montagem dos canteiros de obra, falta de acompanhamento técnico na produção e ausência de uma cultura de reaproveitamento e reciclagem dos materiais.

Praticamente todas as atividades da construção civil produzem perdas, sendo que uma parte destas é aproveitada na própria obra como aterro, para o aquecimento de marmitas etc. Em média, 50% (cinquenta por cento) dos resíduos são transformados em rejeitos. A tabela 3.1 mostra os índices médios de perdas (em %) dos materiais empregados nas edificações.

Tabela 3.1: Perdas de Materiais

Materiais	Perdas de materiais empregados na construção (em %)			
	Agopyan <i>et al.</i>	Pinto	Soilbelman	Skoyles
Areia	76	39	46	12
Cimento	95	33	84	12
Pedra	75	--	--	--
Cal	97	--	--	--
Concreto	9	1	13	6
Aço	10	26	19	4
Blocos/Tijolos	17	27	13	13
Argamassa	18	91	87	12

Fonte: adaptado de Agopyan et al., 1998 e Pinto, 1995

Nas obras de reforma a quantidade de resíduos gerados é proveniente da falta de uma cultura de reutilização e de reciclagem de materiais no meio técnico do setor. Nas obras de demolição a geração de resíduos é inerente à atividade, entretanto, muito dos materiais poderiam ser reaproveitados, caso houvesse um procedimento de separação de seus componentes no próprio canteiro de obras.

3.5 – Constituição e Classificação

A constituição dos rejeitos da construção civil é heterogênea e dependente das características de cada construção e do grau de desenvolvimento da indústria em uma determinada região. Em maioria dos casos são compostos por uma mistura de brita, areia, concreto, argamassa, tijolos cerâmicos e blocos de concreto, restos de madeira, caixas de papelão, ferro e plástico. Estes resíduos são classificados, segundo a NBR 10.004 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), como resíduos sólidos inertes (Classe III).

Entretanto, não existem estudos sobre a solubilidade dos resíduos como um todo, de maneira a comprovar que não possuam índices de concentração de poluentes superiores ao especificado na referida Norma, o que os classificaria como resíduos não inertes (Classe II).

A classificação dos materiais, em suma, pode variar segundo a obra que lhes deu origem. Uma obra pode produzir somente materiais inertes, outras, não inertes ou até mesmo perigosos, como é o caso do resíduo resultante do trabalho com telhas de amianto, cujo pó é altamente cancerígeno.

O resultado das pesquisas realizadas por Pinto (1987), na cidade de São Carlos e ZORDAN e PAULON (1997), na cidade de Ribeirão Preto, ambas no estado de São Paulo, apresentado na tabela 3.2, demonstra esta heterogeneidade e conseqüentemente a dificuldade de tratar do tema.

Tabela 3.2: Composição Mineral do Entulho

Material	Composição média da fração mineral do entulho (em %)	
	Pinto	Zordan e Paulon
Argamassa	64,4	37,6
Concreto	4,8	21,2
Material Cerâmico	29,4	23,4
Pedras	1,4	17,9

Fonte: Pinto, 1987

A Resolução nº. 307/02 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) classifica os resíduos da construção civil da seguinte forma:

- ❖ Classe A: São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis com agregados, tais como:
 - De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplenagem;

- De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
 - De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios, etc.) produzidas nos canteiros de obra;
- ❖ Classe B: São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plástico, papel/ papelão, metais, vidros e outros;
- ❖ 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;
- ❖ 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.

3.6 – As Possibilidades de Minimização

Para que um problema de tal magnitude seja atacado satisfatoriamente, é necessária a adoção de novos paradigmas, que levem em consideração o uso eficiente de materiais e energias renováveis, não nocivos e conservando, ao mesmo tempo, a biodiversidade. KILBERT (1995) propôs os seguintes princípios:

- a. Minimizar o consumo de recursos (conservar);
- b. Maximizar a reutilização de recursos (reuso);
- c. Usar recursos renováveis ou recicláveis (renovar/reciclar);
- d. Proteger o meio ambiente (proteção da natureza);
- e. Criar um ambiente saudável e não tóxico (não tóxicos);
- f. Buscar a qualidade na criação do ambiente construído (qualidade);

Os princípios sugeridos por KILBERT satisfazem a necessidade de uma nova relação da produção com o meio ambiente, visando a produção de bens duráveis, reutilizáveis e recicláveis. Estes princípios deixam de ter importância somente do ponto de vista econômico e passam a ter um sentido relativo ao tempo de duração do bem produzido.

A estes conceitos, poderia ser agregada a visão de DIMSON (1996), que sintetizando os múltiplos impactos das políticas ambientais na construção civil, afirma que ela requer um aumento da produtividade de todos os recursos envolvidos no processo produtivo (humanos, energéticos e materiais), abrangendo:

- a. Implantação do edifício, projeto e processo de construção;
- b. Seleção de materiais;
- c. Planejamento energético;
- d. Gerenciamento de resíduos;
- e. Qualidade do ar;
- f. Projetar para a flexibilidade.

Neste contexto, a vida útil do edifício e de suas partes é governada não apenas pela taxa de degradação física dos seus componentes, mas também deve ser controlada pela possibilidade de readequação às mudanças nas necessidades dos usuários (JOHN, KRAAYENBRINK & VAN WAMELEN, 1996).

As políticas ambientais adotadas pelos municípios para os resíduos da construção têm-se restringido, em grande parte, a disponibilizar áreas para a deposição controlada. Tal política, elogiável em parte, é limitada como solução em função da rápida saturação das áreas disponíveis e pelos elevados custos envolvidos.

Por outro lado, promove a contaminação do solo e das águas subterrâneas por receber resíduos perigosos incorporados aos restos de materiais inertes, nos canteiros de obra.

4. PGRCC

4.1 – Objetivo Geral

Criar e manter um sistema de gerenciamento dos recursos primários e resíduos da obra, por meio da introdução da prática da educação ambiental contínua em concordância com os requisitos da legislação aplicável.

4.2 – Objetivos Específicos

1. Incentivar a redução da geração de resíduos sem alterar a qualidade dos produtos e dos serviços;
2. Buscar alternativas para minimizar a geração dos resíduos adequando práticas e procedimentos quando possível;
3. Realizar adequadamente a segregação dos resíduos gerados para sua correta reutilização, reciclagem ou eliminação.

4.3 – Aplicação do Gerenciamento de Resíduos

4.3.1 – Palestra Informativa

Uma das etapas do gerenciamento de RCC consiste em uma palestra informativa, que deverá ser realizada no início das atividades, com o objetivo de abordar temas ligados ao PGRCC. A palestra informativa tem a função de apresentar o trabalho e esperar a colaboração dos funcionários, essenciais no gerenciamento de resíduos. Alguns tópicos importantes a serem abordados:

- a. Definição e identificação dos RCC;
- b. Destinação dos RCC;
- c. Gerenciamento de RCC;
- d. Necessidade de fazer o gerenciamento de RCC;
- e. Técnicas de separação dos RCC;
- f. Procedimentos na obra.



Figura 4.1: Foto ilustrativa de uma Reunião inaugural de etapa da obra.



Figura 4.2: Foto Ilustrativa de uma Palestra sobre o PGRCC.

A abordagem para a palestra sobre os procedimentos a serem adotados na obra visa a participação de todos os funcionários e deve ser apresentada com linguagem acessível, para evitar mal entendidos em relação aos objetivos do projeto e à adoção de boas práticas no canteiro de obra. Os funcionários devem ser estimulados a fazer perguntas sobre o conteúdo apresentado e também informados sobre a disponibilidade do mestre de obras, do almoxarife e da engenheira da obra para esclarecimentos. A palestra deve conter recursos visuais (ex.: computador portátil) para melhor entendimento dos funcionários, e duração aproximada de 30 minutos.

Para a complementação do treinamento devem ser realizadas reuniões com as equipes de trabalho no início de cada etapa da construção.

4.3.2 – Planejamento

O correto planejamento é importante para o funcionamento do PGRCC. Nesta fase, os resíduos gerados são identificados, não somente em classes ou quantidades prováveis, mas também definida a época em que seriam gerados. Em função do cronograma da obra é possível perceber em que mês o resíduo seria gerado e então programar a viabilização de estruturas para o armazenamento e controle, com posterior reciclagem ou disposição final.

No planejamento, foram identificados os funcionários diretamente ligados ao PGRCC, e relacionado o grau de conhecimento e entendimento em relação à atividade desenvolvida, de acordo com a Tabela 4.1.

Os funcionários identificados em relação a um maior conhecimento receberam treinamento adicional em reuniões com a equipe de trabalho definida.

Tabela 4.1: Funcionários e grau de conhecimento do PGRCC.

Funcionários	Grau de Conhecimento
Engenheiros	Total
Mestre de obra	Total
Encarregados	Total
Equipe de serventes	Palestra informativa + Reunião deliberativa
Equipe de armadores	Palestra informativa
Equipe de carpinteiros	Palestra informativa
Equipe de pedreiros	Palestra informativa
Equipes externas	Palestra informativa

Os funcionários que devem ter o conhecimento total do projeto são definidos por sua função e autoridade na obra. Tais funcionários devem motivar e supervisionar o trabalho dos demais funcionários para garantir a eficiência do PGRCC.

4.3.3 – Caracterização dos RCC

A caracterização dos resíduos da construção civil foi realizada de acordo com a resolução CONAMA n°. 307/02 sendo apresentada na Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Caracterização dos RCC

Tipo de Resíduo	Descrição
Classe A	• Resíduos de concreto • Resíduos de argamassa • Brita • Areia • Blocos cerâmicos • Saibro
Classe B	• Madeira • PVC • Acrílico • Metais • Vidro • Papéis • Plásticos
Classe C	• Gesso
Classe D	• Tinta • Impermeabilizantes • Telha de fibrocimento

Fonte: CONAMA n°. 307/02 (CONAMA, 2002)

4.3.4 – Redução da geração de RCC

A redução de resíduos caracteriza-se por envolver ações de economia, evitando o desperdício na utilização da matéria-prima, abordado neste capítulo separadamente.

- ❖ Concreto: pesquisas sobre a utilização do concreto permitiram observar que os únicos resíduos de concreto gerados em grande volume são provenientes das estacas a serem arrasadas, pois como se trata de uma obra nova não serão realizadas demolições. O arrasamento de estacas se caracteriza pela quebra das estacas até que atinjam uma altura ideal para a construção de blocos de fundação e baldrames, conforme apresentado nas Figuras 4.3 e 4.4.

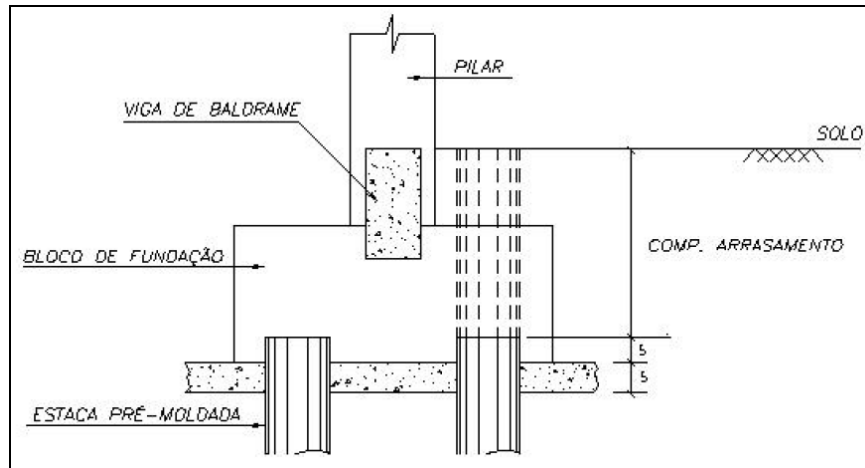


Figura 4.3: Arrasamento de estacas - Corte esquemático.



Figura 4.4: Arrasamento de estacas - Estaca arrasada.

- ❖ Argamassa: os resíduos de argamassa são gerados nos trabalhos de assentamento de tijolos, chapisco, reboco e emboço. Para a redução deste resíduo deve-se treinar os funcionários para executarem estes serviços de forma que as perdas sejam minimizadas, e o material derrubado no piso seja novamente levado à betoneira.
- ❖ Areia, brita, saibro, fibrocimento e cerâmica: para a redução destes resíduos deve-se observar o cuidado no recebimento, evitando quebras ou perdas ao descarregar o produto. Tais materiais devem ser armazenados próximos ao local de utilização. O fibrocimento e a cerâmica devem ser

armazenados sobre “*pallets*” (Figura 4.5) evitando a perda do material pela contaminação e pela umidade transmitida pelo contato com o solo.



Figura 4.5: “*Pallet*” de madeira.

- ❖ Madeira: devem ser tomados cuidados no recebimento e armazenagem, sendo que a madeira deve ser mantida afastada da umidade e do tempo, evitando sua deterioração precária. No início da obra a madeira deve ser estocada sobre “*pallets*” e coberta com telhas de fibrocimento. Depois da execução da infra-estrutura (estacas, blocos, baldrames) e superestrutura (pilares, vigas, lajes entre outros) a madeira deve ser armazenada sob alguma laje para que possa ficar mais protegida.
- ❖ PVC, acrílico, vidro, gesso, tinta, impermeabilizante: os pedidos devem ser feitos sob medida para evitar sobras (Figura 4.6). O recebimento do material deve ser realizado cuidadosamente, evitando quebras ou perdas.



Figura 4.6: Fornecimento de vidro.

- ❖ Papéis e plásticos: os papéis e plásticos eventualmente gerados na obra são provenientes de embalagens, não havendo alternativas de redução. Estes materiais, portanto, devem ser corretamente armazenados e posteriormente dispostos.
- ❖ Aço: a maior geração de resíduos de aço em uma obra é proveniente do corte para a montagem das armaduras. Para reduzir ao máximo a geração destes resíduos, a matéria-prima comprada deve ser cortada e dobrada diretamente na fábrica ou fornecedor (Figura 4.7). Cabe ressaltar que esta possibilidade de pedido é viável apenas para obras grandes, pois o pedido mínimo é de 5 toneladas de aço cortado e dobrado. A geração de resíduos de aço está relacionada à construção de pilares com alturas variáveis que devem ser confirmadas no local (Figura 4.8).



Figura 4.7: Aço cortado e dobrado.

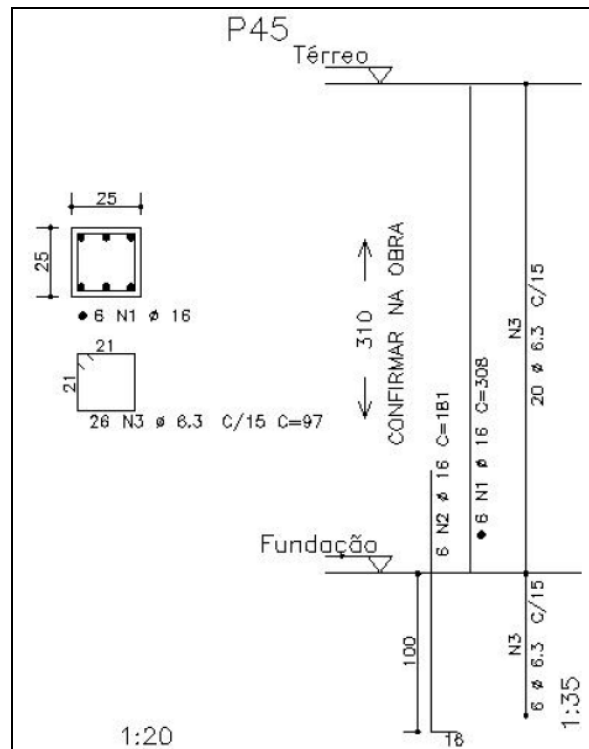


Figura 4.8: Pilares com altura variável.

4.3.5 – Reutilização dos RCC

A reutilização de resíduos caracteriza-se por envolver ações que visam o aproveitamento sem a necessidade de descarte. Normalmente, a utilização dos resíduos está relacionada a funções menos nobres do que a da matéria-prima.

- ❖ Resíduos de concreto: podem ser reutilizados para preenchimentos não estruturais, principalmente para regularização de nível de blocos de fundação;
- ❖ Resíduos de argamassa: podem ser reutilizados para preenchimento não-estrutural na elaboração de argamassa para revestimentos (chapisco, reboco, emboço);
- ❖ Resíduos de brita, areia, saibro, fibrocimento, tinta, impermeabilizante: as sobras passíveis de posterior utilização devem ser encaminhadas ao depósito da empresa. Os resíduos que não podem ser reaproveitados devem ser destinados de acordo com especificações da Resolução CONAMA nº. 307/02;
- ❖ Resíduos de cerâmica: devem ser reutilizados para preenchimento não-estrutural, principalmente como aterro em áreas a serem aterradas e regularização de pisos;

- ❖ Resíduos de madeira: as peças usadas devem ser classificadas como reutilizáveis e não-reutilizáveis. As peças reutilizáveis devem ser encaminhadas ao depósito, enquanto as peças não-reutilizáveis devem ser doadas a terceiros. Caso seja necessário deve ser pesquisada a viabilidade de destinação a fábricas de beneficiamento ou para qualquer outra utilização;
- ❖ Resíduos de PVC, acrílico, metais, papel, plástico: não existe a possibilidade de reutilização destes resíduos na obra, portanto devem ser encaminhados a unidades de reciclagem;
- ❖ Resíduos de fibrocimento: não existe a possibilidade de reutilização destes resíduos na obra, portanto devem ser dispostos segundo resolução CONAMA nº. 307/02;
- ❖ Resíduos de vidro e gesso: os trabalhos que necessitem da aplicação de gesso podem ser terceirizados, desse modo os próprios fornecedores tem a obrigação de recolher o resíduo, para posteriormente reutilizá-lo.

4.3.6 – Segregação dos RCC

Para definir como será realizada a segregação devem ser considerados fatores como distância de transporte e pontos de reutilização. Todos os materiais devem ser segregados na geração, sendo dispostos, quando necessário, em locais separados e identificados. Exceção aos resíduos de concreto, que devem ser reutilizados no próprio local de geração, e aos resíduos de madeira devem ser identificados no final da obra, portanto toda madeira é estocada e separada de outros materiais.

4.4 – Quantificação

A quantificação de resíduos é importante, pois permite análise posterior para determinar o desperdício do sistema construtivo e comparar a geração de resíduos com outras referências. Os resíduos da obra devem ser quantificados através de cálculos de sua geração, ou, pela determinação de massa, realizada utilizando uma balança antropométrica.

4.4.1 – Concreto

A maior parte de resíduo de concreto é resultado do arrasamento de estacas. Como este resíduo é inevitável e sua reutilização é imediata, em enchimentos não-estruturais, este deve ser quantificado pela formula a seguir.

$$V = (d_1 \times d_2) \times (P + B)m^3 \quad (1)$$

onde:

- d_1 e d_2 são as dimensões das estacas em metros.
- P e B correspondem respectivamente a Profundidade e Baldrame dos blocos em metros.

O peso específico do concreto armado é de $2,5 \text{ tf/m}^3$. No caso de estacas, que são levemente armadas, a contribuição do aço no concreto armado é de $0,05 \text{ tf/m}^3$.

4.4.2 – Cerâmica

O resíduo proveniente da cerâmica também é gerado em grande volume, e sua disposição final deve ser próxima ao local de geração. A geração de resíduos de cerâmica deve ser quantificada pelo controle de carrinhos gerados por dia. Ao medirmos um carrinho cheio de resíduo de cerâmica, descontado sua massa, têm-se a massa da cerâmica. Devem ser feitas três amostras de massa e a massa média deve ser adotada para fazer a quantificação. A quantificação do número de carrinhos de resíduos de cerâmica deverá ser realizada diariamente pelos serventes, responsáveis por esta atividade. O resultado deverá ser repassado ao encarregado da obra.

4.4.3 – Argamassa

Gerada em grande volume, sua quantificação deve ser realizada por sala construída para a determinação da taxa de geração em kg/m^2 . Esta taxa será utilizada para determinar a geração total na obra. O resíduo de argamassa gerado deve ser armazenado no pátio, posteriormente peneirado e utilizado para composição de novas argamassas com aplicação em acabamentos.

4.4.4 – Brita, Areia e Saibro

Representam resíduos que são quantificados somente no final da obra. Estes materiais são continuamente utilizados, portanto, não existem sobras. Somente no final da obra poderá haver sobras, sendo que, então, os resíduos seriam cubados e encaminhados ao depósito da empresa.

4.4.5 – Fibrocimento

Estes resíduos serão quantificados somente no final da execução da cobertura (Figura 4.9). Sua massa final deve ser determinada e então destinada ao depósito da empresa. Resíduos não-reaproveitáveis devem ser pesados e destinados de acordo com especificações da Resolução CONAMA nº. 307/02.



Figura 4.9: Telhas de fibrocimento.

4.4.6 – Tinta, Impermeabilizante e Madeira

Representam sobras e resíduos que são quantificados somente no final da etapa construtiva que os utiliza. Sua massa final deve ser determinada pela pesagem para posterior encaminhamento ao depósito da empresa ou doação a funcionários e passantes.

4.4.7 – Papel e Plástico

Resíduos provenientes de embalagens têm alta geração e devem ser quantificados através do levantamento de materiais utilizados na obra e da massa de suas embalagens.

4.4.8 – PVC, Acrílico, Metais e Vidro

Estes resíduos têm baixa geração e devem ser quantificados no final da etapa construtiva específica ou ao preencher o volume de um saco de 100 L.

5. O EMPREENDIMENTO

O capítulo apresentado a seguir é composto de:

- ✓ Identificação do empreendimento;
- ✓ Caracterização dos resíduos sólidos da terraplanagem;
- ✓ Caracterização dos resíduos sólidos das obras civis e funcionamento do canteiro de obras;
- ✓ Gerenciamento dos resíduos líquidos e sólidos do canteiro de obras;
- ✓ Procedimentos para sanificação do canteiro de serviços.

5.1 – Identificação do Empreendimento

- a. **Tipologia da Obra:** Projeto Básico de Engenharia para Implantação, Pavimentação, Drenagem, Sinalização e obras do Acesso na Entrada AL-105 de acesso ao Povoado Tabuleiro - Anadia AL, com extensão de 1,60km.
- b. **Dados da Obra:** A obra em questão contém como principais itens de serviços os seguintes quantitativos:
 - 1 - Projeto de Terraplenagem com área de 9.134,18m²;
 - 2 - Projeto de Pavimentação Asfáltica em uma área de 13.332,91m²;
 - 3 - Projeto de Drenagem de 1.536 metros;
 - 4 - Sinalização Horizontal de 642,98m².

6. PROPOSTAS PARA O MANEJO DOS RESÍDUOS

6.1 – Canteiro de Obras

A prioridade no canteiro de obras será a minimização das perdas geradoras de resíduos. Como ações propostas para alcançar esta minimização, temos:

- a. O uso de materiais certificados e com embalagens que facilitem o manuseio;
- b. A capacitação da mão-de-obra;
- c. O uso de equipamentos de tecnologia atual e adequada aos processos de construção;
- d. Segregação do resíduo na sua origem.

Toda atividade na construção civil produz, inevitavelmente, alguma perda, porém, como estas acontecem em locais e momentos distintos, a simples separação prévia destes materiais evitaria a contaminação dos rejeitos que ocorre nos recipientes destinados a sua remoção do canteiro de obras. Restos de madeira, gesso, materiais metálicos e plásticos, terão destinos específicos, de acordo com seu potencial para a reciclagem ou grau de contaminação.

Assim, visando a minimização e o controle das perdas de material, seguem algumas sugestões para a redução de perdas em seu canteiro de obras:

- a. Utilização de recipientes para a coleta de desperdícios em todo o canteiro;
- b. Distribuição de pequenas caixas de desperdícios na obra;
- c. Uso de tubo coletor em polietileno para a descida do entulho (se necessário);
- d. Uso de quadro para a anotação das quantidades e tipos de entulho gerados na obra;
- e. Disposição de equipamentos de limpeza de forma visível;
- f. Limpeza permanente pelo próprio operário;
- g. Premiação das equipes pela qualidade e empenho na limpeza;
- h. Separação dos resíduos por tipo e origem do material.

6.2 – Baías de Separação

Os resíduos devem ser separados em classes e em baias cuja área varia proporcionalmente à quantidade que for gerada. A Tabela 6.1 exemplifica a necessidade da construção de baias em relação à geração de resíduos.

Tabela 6.1: Exemplo de tabela Baías x Resíduos Gerados

Atividade	Porcentagem Executada no Período								Geração	Resíduos	Reutilização	Baías
	1	2	3	4	5	6	7	8				
Serviços preliminares	100								Inexistente	---	---	---
Infra-estrutura	80	20							Alta Baixa	Concreto Aço	Local-imediata Não há	Negativa Negativa
Super-estrutura		20	30	30	20				Inexistente	---	---	---
Paredes, painéis, forros		20	30	30	20				Alta Baixa	Cerâmica PVC	Local-imediata Não há	Negativa Negativa
Impermeabilização, isolamento		100							Baixa	Impermeabiliz.	Não há	Negativa
Cobertura				40	60				Baixa	Telhas de Fibrocimento	Não há	Negativa
Esquadrias de madeira							100		Inexistente	---	---	---
Esquadrias metálicas, PVC, acrílico							100		Inexistente	---	---	---
Revestimentos					25	50	25		Alta	Argamassa	Local-posterior	Negativa
Pisos, degraus, rodapés, soleiras, peitoris							50	50	Inexistente	---	---	---
Vidros, espelhos								100	Baixa	Vidro	Não há	Negativa
Pintura								100	Baixa	Tinta	Não há	Negativa
Instalações elétricas, telefônicas, lógicas, som, pára-raios						25	50	25	Baixa	Fios	Não há	Negativa
Instalações hidro-sanitárias, prev. de incêndios, águas pluviais						25	50	25	Baixa	PVC	Não há	Negativa
Instalações especiais, móveis, equipamentos								100	Inexistente	---	---	---
Serviços complementares						30	40	30	Inexistente	---	---	---
Limpeza final								100	Inexistente	---	---	---
Resíduos gerados em todas as fases da obra									Alta	Papel Plásticos	Não há	Positiva 1m ²

A constituição das baias de armazenamento de resíduos está relacionada ao resultado positivo ou negativo, associado à quantidade gerada. Devem ser construídas baias para o recebimento de papel e plásticos, e outros resíduos que possuam baixa geração e períodos de produção variados.



Figura 6.1: Baías de Separação

6.3 – Ações de Eficiência Comprovada



Areia



Serraria



Madeira



Tijolos



Argamassa

6.4 – Segregação dos Resíduos

Separação dos resíduos no Ponto de Geração (PG)



Bombonas identificadas dispostas na área da obra



Disposição dos locais de acondicionamento conforme planejamento lógico



Containers de Coleta dos Resíduos



Baias para acomodação e separação de madeira, aço, vidro, plástico e outros.

Transporte interno:

- Treinamento e capacitação dos funcionários da obra

Transporte externo e disposição final:

- Empresas terceirizadas licenciadas pela Prefeitura

Controle da destinação final:

- Controle de Transporte de Resíduos (CTR)
- Exigência do CTR após coleta e destinação

DISK ENTULHO



Este é um modelo das caçambas de uma empresa terceirizada para este trabalho, cuja capacidade é de 3m³ de entulho. Com ela você pode melhorar o ambiente de sua obra, evitando acúmulo de restos de materiais e quaisquer outros resíduos que venham causar-lhe certo incomodo ou desconforto. Os descartes dos entulhos são vistoriados pela Prefeitura Municipal junto ao Aterro Sanitário, específico para este tipo de resíduo.

CTR - CONTROLE DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS (NBR 15.112/2004)

(3 vias : gerador, transportador e destinatário)

(informações mínimas essenciais – podem estar incluídas nos formulários próprios dos transportadores)

1. IDENTIFICAÇÃO DO TRANSPORTADOR

Nome ou Razão Social:

tel:

Endereço:

Cadastro Municipal:

Nome do condutor:

Placa do veículo:

2. IDENTIFICAÇÃO DO GERADOR

Nome ou Razão Social:

tel:

Endereço:

CPF ou CNPJ:

2.1 ENDEREÇO DA RETIRADA

Rua/Av.:

Bairro:

Município:

3. IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA RECEPTORA DE GRANDES VOLUMES

Nome ou Razão Social:

Nº da Licença Funcionamento:

Endereço:

tel:

4. CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO

Volume
transportado

m³

Concreto / Argamassa / Alvenaria

Volumosos (móveis e outros)

Volumosos (podas)

Solo

Madeira

Outros (especificar)

5. RESPONSABILIDADES

Visto do condutor do veículo: _____ Visto do gerador ou responsável pelo serviço: _____

Visto e carimbo da Área Receptora de Grandes Volumes: _____

Data: ____ / ____ / ____ Horário: ____ : ____ h

6. ORIENTAÇÃO AO USUÁRIO (de acordo com a Lei Municipal nº ____ de ____ de ____ e as sanções nela previstas)

- o gerador só pode dispor no equipamento de coleta resíduos da construção civil e resíduos volumosos (penalidade Ref. II);
- o transportador é proibido de coletar e transportar equipamentos com resíduos domiciliares, industriais e outros (penalidade Ref. VI);
- o gerador só pode dispor resíduos até o limite superior original do equipamento (penalidade Ref. III);
- o transportador é proibido de deslocar equipamentos com excesso de volume (penalidade Ref. VII);
- o transportador é obrigado a usar dispositivo de cobertura de carga dos resíduos (penalidade Ref. XII);
- as caçambas devem ser estacionadas prioritariamente no interior do imóvel;
- o posicionamento das caçambas em via pública é responsabilidade do transportador – sua posição não pode ser alterada pelo gerador (penalidade Ref. XI);
- as caçambas estacionárias podem ser utilizadas pelo prazo máximo de [5 (cinco) dias], ou [48 (quarenta e oito) horas], em vias especiais;
- ao gerador é proibido contratar transportador não cadastrado pela administração municipal (penalidade Ref. IV)
- o gerador tem o direito de receber do transportador documento de comprovação da correta destinação dos resíduos coletados (penalidade Ref. XIII, ao transportador)