

3

Resíduo da construção e demolição (RCD)

Segundo dados da SindusCon – SP, (publicação **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil, 2005**) a atividade da construção civil gera a parcela predominante da massa total dos resíduos sólidos urbanos produzidos nas cidades. Estudos realizados em diversas cidades têm apontado os seguintes números:

Tabela 3.1 – Impactos dos Resíduos de Construção e Demolição no Ambiente Urbano (Sinduscon-SP, 2005)

MUNICIPIO	FONTE	GERAÇÃO DIARIA em ton.	PARTICIPAÇÃO EM RELAÇÃO AOS RSIDUOS SOLIDOS URBANOS
São Paulo	I&T - 2003	17.240	55%
Guarulhos	I&T - 2001	1.308	50%
Diadema	I&T - 2001	458	57%
Campinas	PMC - 1996	1.800	64%
Piracicaba	I&T - 2001	620	67%
São José dos Campos	I&T - 1995	733	67%
Ribeirão Preto	I&T - 1995	1.043	70%
Jundiaí	I&T - 1997	712	62%
São José do Rio Preto	I&T - 1997	687	58%
Santo André	I&t - 1997	1.013	54%

A mesma publicação informa que cerca de 75% dos resíduos gerados pela construção civil nestes municípios provêm de eventos informais (obras de construção, reformas e demolições, geralmente realizadas pelos próprios usuários dos imóveis).

O grande volume de resíduos dispensados pela construção civil gera impactos ambientais significativos por sua disposição, em geral, de forma incontrolada e sem critérios técnicos, como é o caso das caçambas dos pequenos geradores citado por Marques Neto (2005) entre outros impactos negativos:

A) Formação de áreas irregulares de descarte por construtores clandestinos de pequenas obras que afetam diretamente as condições de tráfego de pedestres e veículos em vias públicas, a drenagem superficial e a obstrução de córregos, propiciando a multiplicação de vetores e doenças.

B) Formação de áreas irregulares que servem também de atrativo para a disposição de outros materiais de origem industrial e domésticos, nem sempre inertes, que incrementam o impacto ambiental.

C) Formação de áreas irregulares em locais que deveriam ser preservados, com a degradação de espaços urbanos.

A deposição irregular dos resíduos de construção civil demonstra a falta de compromisso com a sustentabilidade ambiental comprometendo o setor de forma extremamente negativa. O poder público municipal deve exercer o papel de disciplinador para o fluxo desses resíduos, utilizando os instrumentos existentes para regular, fiscalizar e criar condições estimulantes para uma política de logística reversa do resíduo.

O poder público dispõe de leis e resoluções para impor um manejo sustentável do resíduo da construção civil, dentre as quais:

1 – Lei Federal 12.305 de 2 de agosto de 2010 - define o ciclo de vida como uma série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final. Entre os vários artigos de sua promulgação, ela não exime nenhum agente dos processos de geração à disposição final do resíduo das responsabilidades pelos impactos ambientais.

2 - Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 307 de 5 de julho de 2002 – a mais importante em uso, além de classificar as classes de resíduos, estabelece as diretrizes para uma real redução dos impactos ambientais decorrentes das atividades da construção civil. Estipula também que o objetivo principal é evitar a geração de resíduos e, secundariamente, determina a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final dos mesmos.

3 - Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 308 de 21 de março de 2002 - estabelece o licenciamento ambiental para a disposição final de resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte, ou seja, com população igual ou inferior a 50.000 habitantes.

4 - Resolução SMAC (Secretaria Municipal de Meio Ambiente) 387 de 24 de maio de 2005 - baseada no disposto no item § 2º do Art. 8º da Resolução CONAMA 307 de 2002, disciplina o projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil para obras acima de 10.000 m² de área ou volume acima de 5000m³.

5 - No Estado do Rio de Janeiro, a lei estadual 4.829 de 30 de agosto de 2006 - institui a política de reciclagem de entulhos de construção civil criando condições, com incentivos, para um rede de captação e reciclagem de resíduos da construção civil.

6 - Na Cidade do Rio de Janeiro, o decreto 27078 de 27 de setembro de 2006 - institui o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil considerando que o art. 4.º da Resolução 307 do CONAMA de 05 de julho de 2002 determina que todos os geradores, pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem resíduos da construção civil, deverão ter como objetivo prioritário a não geração e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final adequada dos mesmos.

3.1

Análise das fontes geradores de resíduos da construção civil

Relatório da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – EPA⁸ em seu relatório de 2007 mostra que os EUA geram de entulho da construção de edifícios e demolição uma quantidade de aproximadamente 160 milhões de toneladas / ano, estimando-se que a indústria da construção civil seja responsável por cerca de dois terços de toda a geração de resíduos sólidos não industriais dos EUA. O fluxo de entulho é originado em aproximadamente 48% por resíduos de demolições, 44% por reformas / renovações e apenas 8% originados em novas construções. De 20% a 30% do total destes resíduos são recuperados (principalmente concreto, asfalto, metais, madeira) em operações de reprocessamento e reciclagem.

⁸ <http://www.epa.gov/wastes/partnerships/wastewise/success/miscellaneous.htm>

De acordo com este relatório, arquitetos e construtores não costumam projetar casas com fácil renovação ou desconstrução em mente, mesmo sabendo que em média uma família nos EUA troca de casa a cada 10 anos, freqüentemente realizando muitas obras durante a vida da edificação ou mesmo demolindo-a completamente para dar lugar a uma nova construção.

Na prática engenheiros e arquitetos não tem a preocupação com um projeto para desconstrução apontando o reuso ou a forma do descarte de cada item da construção existente ou a construir.

Pinto (2005) apresenta estudos realizados no Brasil, em municípios do Estado de São Paulo - Guarulhos, Diadema, Campinas, Piracicaba, São José dos Campos, Ribeirão Preto, Jundiaí, São José do Rio Preto, Santo André e São Paulo, contabilizando um valor superior a 50% na participação de resíduos da construção civil no total de volume de resíduos sólidos urbanos gerados nestas cidades.

Tabela 3.2 – Coleta de RCD da Região Sudeste

Região Sudeste	2008	2009		
	RCD Coletado (t/dia)/ Índice (Kg/hab./dia)	População Urbana (hab.)	RCD Coletado (t/dia)	Índice (Kg/habitante/dia)
TOTAL	39.790 / 0,540	74.325.454	46.990	0,632

Fontes: Pesquisa ABRELPE 2008 e 2009 e IBGE (contagem da população 2008 e 2009)

3.2

Principais fatores de desperdício

Os principais tópicos de contribuição ao desperdício que inicia na fase de projeto são:

- Concepção do projeto sem considerar as condições locais do meio ambiente, com o uso abusivo de equipamentos “non stop”, para propiciar conforto interno;
- Ausência de uma análise prévia para o descarte do resíduo da demolição da edificação existente e projeto do reuso ou descarte da nova construção no futuro;
- Especificação de grande número de diferentes tipos de materiais na composição do projeto, gerando detrito diversificado de difícil segregação;

- d) Projeto sem especificação criteriosa da metodologia construtiva dando espaço para improvisações ineficientes que aumentam a utilização de recursos e desperdício na execução dos serviços;
- e) Cálculos dimensionais e estruturais sem precisão confiável gerando super dimensionamento como fator de segurança para encobrir essa insegurança.
- f) Processos construtivos indisciplinados sem a documentação técnica para o profissional da obra poder impor critérios racionais gerando desperdícios de insumos agregados, água, energia elétrica, culturalmente itens abundantes no canteiro de obras, embora nem toda perda se transforme efetivamente em resíduo - uma parte fica na obra.
- g) Perdas nos processos executivos, como os rasgos em alvenaria de tijolos cerâmicos para embutir tubulação.
- h) A falta de uma normatização para padronização dos materiais

Os valores médios de perdas (%) apresentados na Tabela 2.4 fornece uma clara noção da quantidade de materiais de construção desperdiçados na obra e, por consequência, do entulho a ser descartado. Devemos ressaltar que o uso irracional de recursos acarretará considerável aumento na utilização de recursos naturais, transportes para o fornecimento e descarte, e resíduo.

Tabela 3.3 – Perdas na construção por tipo material

MATERIAIS	AGOPYAN et al. ¹	PINTO ²	SOILBELMAN ²	SKOYLES ²
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 e Tijolos	17	27	13	13
Argamassa	18	91	87	12
¹ AGOPYAN et al (1998) ² PINTO (1995)				

Segunda dados relatados no site da empresa de engenharia ambiental de Santa Catarina O₂⁹ a geração de RCC ocorre de duas formas distintas, na execução da obra, existindo aqueles que são descartados e saem das obras, denominados entulho, e os desperdícios que terminam incorporados à obra, como por exemplo, a sobre-espessura de emboço. Existem estudos que afirmam ser de 50% a taxa de ocorrência de cada um deles. A tabela 3.2 apresenta taxas de desperdício de materiais na qual aparecem diferenças consideráveis entre os valores de mínimo e máximo, diferenças estas devidas às variações entre metodologias de projeto, execução e controle de qualidade das obras.

Tabela 3.4 – Taxas de Desperdício de Materiais (Espineli, 2005)

Materiais	Taxa de desperdício		
	Média	Mínimo	Maximo
Concreto usinado	9	2	23
Aço	11	4	16
Blocos e tijolos	13	3	48
Placas cerâmicas	14	2	50
Revestimento têxtil	14	14	14
Eletro dutos	15	13	18
Tubos	15	13	18
Tintas	17	8	56
Fios	27	14	35
Gesso	30	14	120

Scardoelli (apud Schenini, 2004) observa que é crescente a preocupação com o controle de perdas, evidenciado nas iniciativas adotadas nos canteiros de grandes obras a seguir expostas:

- a) Presença de “containers” para a coleta de desperdício no canteiro;
- b) Distribuição de pequenas caixas de desperdícios nos andares;
- c) Tubo coletor de polietileno para a descida do entulho;
- d) Quadro para a anotação da quantidade e tipo de entulho gerado na obra;
- e) Colocação de equipamentos de limpeza de forma visível;
- f) Limpeza permanente pelo próprio operário;
- g) Premiação de equipes pela qualidade da limpeza;

⁹ <http://www.o2engenharia.com.br/o2eng/pgrrcc--plano-de-gerenciamento-de-residuos-da-construcao-civil> acesso em 06.2011

h) Separação dos resíduos por tipo e natureza do material.
(SCARDOELLI, apud SCHENINI, 2004)

3.3

Demolições

Por diferentes fatores as demolições das casas antigas eram mais sustentáveis que atualmente. O cronograma de desconstrução tinha etapas seletivas bem definidas, primeiramente retirava os elementos reaproveitáveis como louças e metais sanitários, madeiras, peças de granito, fios, tubos, telhas e tijolos maciços para comercialização. Posteriormente, concretos e argamassas eram demolidos, conforme consta no relato histórico sobre a empresa Rio Novo Demolições Ltda pesquisado no Centro de Informação da Comlurb:¹⁰

Recentemente esse método tem sido usado somente nas demolições de grandes obras que empregam técnicas de segregação nos desmontes, mesmo assim com grande dificuldade, devido à metodologia construtiva empregada nas construções a partir da década de 60 que não foram projetadas para facilitar a segregação do resíduo da demolição. Mesmo assim as grandes demolições têm um índice de reciclagem acima de 90%. O grande vilão na reciclagem dos resíduos das demolições são as pequenas obras de construção e reformas que não segregam o resíduo da demolição como as grandes construtoras. Infelizmente esses geradores representam mais de 50% do entulho gerado na cidade. A empresa O₂ Engenharia Ambiental¹¹ apresenta um gráfico, figura 3.1, mostrando o perfil de origem dos resíduos gerado:

¹⁰ Tese Fernando J de Andrade Afonso, COPPE UFRJ, 2005

¹¹ <http://www.o2engenharia.com.br/o2eng/pgrcc--plano-de-gerenciamento-de-residuos-da-construcao-civil>, acesso 07/2011

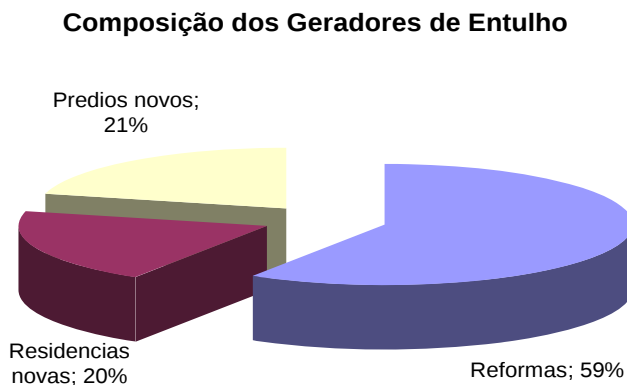


Figura 3.1 – Composição de geradores de entulho ¹¹

3.3.1

Demolição planejada em canteiro de grande obra

As obras com canteiros seguem um padrão de controle e planejamento adequado com a nova lei de resíduos, como exemplo, o canteiro da obra do moinho na av. Rodrigues Alves, no Rio de Janeiro, um empreendimento da Tishman Speyer, a construtora Arcoenge esta demolindo. As etapas da desconstrução foi iniciada com a vistoria do imóvel que avaliou o método de implosão para desconstrução como o mais adequado a ser empregado considerando a forma da edificação e o entorno na região. Com o plano de trabalho estabelecido foi preparada a documentação legal e o plano logístico para retirada e descarte do material residual. Os procedimentos iniciais para esse método foram a retirada de todo o material reciclável, vidros, esquadrias, fios e tubos aparentes, louças e metais, gesso, carpetes, portas e janelas, luminárias, etc. O segundo passo foi a retirada de alvenarias e outros materiais (Figura 3.2), nos andares mais baixos onde os pilares seriam detonados, para que não fossem arremessados para fora com o impacto.



Figura 3.2 – Retirada da alvenaria para preparação da implosão (Arcoenge)

A próxima etapa desse método é a preparação dos pilares. Antes da colocação dos explosivos os pilares são envolvidos com telas e manta tipo bidin para impedir o lançamento fagulhas para o exterior (Figura 3.3).



Figura 3.3 – Colocação dos explosivos nos pilares (Arcoenge)

Os pilares nos andares inferiores são implodidos vindo abaixo toda a estrutura acima por gravidade esmagando tudo, gerando uma montanha de destroços amontoados com grandes blocos e painéis de concreto armado e argamassas. Para fragmentar esse resíduo de grandes dimensões são utilizados rompedores mecanizados (Figura 3.4),



Figura 3.4 – Marteletos demolindo elementos estruturais remanescentes da implosão (Arcoenge)

Em seguida, como em uma linha de produção, são utilizadas as tesouras ou pulverizadoras para triturar o concreto separando as ferragens (Figura 3.5).



Figura 3.5 – Equipamento pulverizando a estrutura para separação da ferragem (Arcoenge)

Com o entulho, sem ferragens, triturado em tamanho que não ultrapassa as dimensões de 0,60 x 0,90m está pronto para ir para a fase de britagem (Figura 3.6).



Figura 3.6 – Material segregado por etapas no canteiro de obras.

A britadeira abaixo (Figs. 3.7, 3.8) executa três tarefas, o material a ser britado é colocado pela pá carregadeira na parte superior sobre uma peneira vibratória que separa os cascalhos menores e o material arenoso, que caem na esteira em direção as pilhas de estocagem.



Figura 3.7 – Equipamento para britagem do entulho.

O resíduos maiores são fragmentados por martelos, porém carregados pela esteira passam por placas imantadas, para retirar pedaços de metais, antes de formar as pilhas de estocagem para reutilização do agregado.

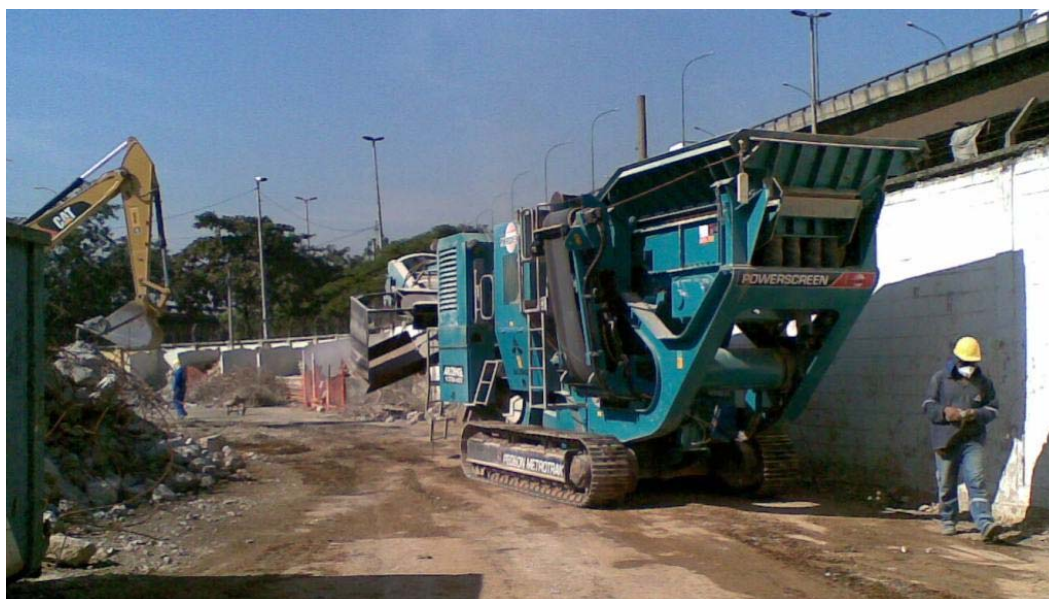


Figura 3.8 – Detalhe da esteira da britadeira.

O resultado é um agregado com granulométricos relativamente regulares (Figura 3.9), pronto para ser reutilizado como material para sub-base de pavimentação na obra.



Figura 3.9 – Entulho granulado pronto para reutilização.

O canteiro de obra é organizado para separar os tipos de materiais por classes enquanto aguardam o destino final em diversas áreas de diferentes níveis de graus de proteção (Figura 3.10).



Figura 3.10 – Agregado reciclado aguardando utilização.

Os resíduos de classe B são retirados por empresas recicladoras, e os resíduos de classes C e D por empresa especializada em tratamento e disposição final com documentação expedida pelo INEA para transporte e recepção final identificados com as devidas licenças de operação.

3.4

Entulho

Os principais resíduos da construção civil e demolição são pedras, tijolos/blocos, areia, cimento, argamassa, concreto, madeira, cal e ferro. Em menor volume são restos de tintas, vernizes, gesso, fiação, telhas, tubulação de PVC e restos de alumínio e papel oriundo das embalagens e das atividades humanas na obra.

Denomina-se resíduo de construção e demolição - RCD, ou simplesmente entulho, o detrito gerado pela construção, reparos, reformas ou simplesmente demolições de edificações ou estruturas e pavimentações. Sua composição química está vinculada à composição de cada um de seus constituintes, com a maior fração de sua massa formada por material não mineral (madeira, papel, plásticos, metais e matéria orgânica). Estes materiais são classificados pela NBR

10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como resíduos perigosos classe I, os resíduos sólidos inertes de classe II, porém também existe a possibilidade de serem detectados resíduos da classe II, não inertes, bem como aqueles classificados como perigosos, como telhas de cimento amianto, cujo pó é considerado potencialmente cancerígeno. (Schenini, Bagnati e Cardoso, 2004)

Tabela 3.5 – Classificação dos resíduos sólidos, segundo a Norma Brasileira Regulamentar (NBR) 10004/04.

Classificação	Característica	Exemplos
Classe I perigosos	Inflamabilidade, reatividade, corrosividade, toxicidade e patogenicidade	Lâmpadas fluorescentes, pós e fibras de amianto, baterias veiculares e óleos lubrificantes usados
Classe II A Não perigosos Não inertes	Combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água	Restos de papel, papel, plásticos polimerizados, borrachas e resíduos de madeira
Classe II B Não perigosos Inertes	Resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos quando submetidos ao teste de solubilização não tenham nenhum dos seus constituintes solubilizados	Resíduos cerâmicos e de argamassas

Quadro 1 – Classificação dos resíduos sólidos pela NBR 10004/04.

Fonte: NBR 10004/04

O CONAMA classifica os resíduos da construção civil através de sua resolução nº 307 de 05 de julho de 2002, como:

Classe A - Resíduos reutilizáveis ou recicláveis com agregados oriundos da construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplenagem. Resíduos de construção, reformas e reparos de edificações, tais como, componentes cerâmicos (tijolos, telhas e revestimentos), a argamassa e concreto. Os resíduos provenientes de processos de fabricação de peças pré-moldadas em concreto (blocos e tubos), produzidos nos canteiros de obras.

Classe B - Resíduos recicláveis para outras destinações como os plásticos, papéis/papelão, metais, vidros e outros materiais.

Classe C - Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações viáveis para a sua recuperação ou reciclagem, tais como produtos do gesso.

Classe D - Resíduos perigosos oriundos da construção como as tintas, solventes, óleos, e outros, bem como aqueles resultantes de demolições, reformas e reparos de hospitais, clínicas radiológicas e instalações industriais, dentre outros.

Exemplos da análise qualitativa da composição do entulho, Tabela 3.2.1, mostra a quantidade de material de potencial reutilizável sem necessidade de processos químicos para transformá-los.

Tabela 3.6 – Quantidade de fração mineral no entulho

Composição média da fração mineral do entulho (%)		
MATERIAL	PINTO (1987) 1	ZORDAN e PAULON (1997) 2
Argamassa	64,4	37,6
Concreto	4,8	21,2
Material Cerâmico	29,4	23,4
Pedras	1,4	17,8
1 Local: cidade de São Carlos, SP, Brasil. 2 Local: cidade de Ribeirão Preto, SP, Brasil.		

A seguir na tabela 3.7 podemos comparar a composição do entulho em diferentes cidades brasileiras.

Tabela 3.7 – Composição, em porcentagens, do RCD por cidade

Material	Origem				
	São Paulo SP ¹	Ribeirão Preto SP ²	Salvador BA ³	Florianópolis SC ⁴	Passo Fundo RS ⁵
Concreto e argamassa	33	59	53	37	15
Solo e areia	32	-	22	15	20
Cerâmica	30	23	14	12	38
Rochas		18	5		
Outros	5		6	36	23
1 Brito Filho (1999 apud John, 2000); 2 Zordan, (1997); 3 Projeto entulho bom, 2001; 4 Xavier et al, (2002);					
5 Bonfante, Mistura e Naime (2002 apud Bernades, A.2006)					
Fonte: Adaptado de Carneiro (2005 p.24)					

O resíduo de construção e demolição possui características bastante peculiares. Por ser produzido num setor onde há uma gama muito grande de diferentes materiais e técnicas construtivas dependem diretamente do estágio de desenvolvimento da indústria de construção local (qualidade da mão de obra, técnicas construtivas empregadas, adoção de programas de qualidade, etc.).

Na Bélgica, segundo Swana (1993, apud PINTO, 1999), resíduos de concreto e alvenaria são responsáveis por, aproximadamente, 83% do total de RCD gerado, sendo a madeira responsável apenas por 2%. Já em Toronto, cerca de 35% dos RCD gerados são de madeira, o que pode ser explicado pela tradição construtiva da região. A caracterização média deste resíduo está condicionada a parâmetros específicos como o grau de consciência do projeto e da região geradora, na Figura 3.2.1 tem um exemplo da composição na cidade de São Paulo.

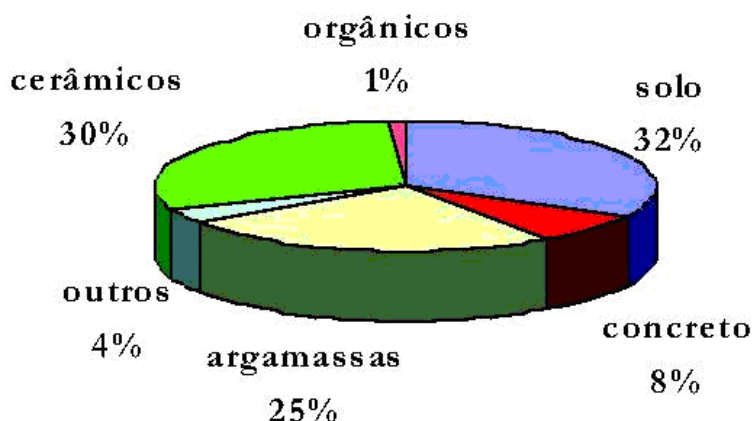


Figura 3.11 – Composição média dos resíduos depositados no aterro de Itatinga S Paulo
Fonte: Brito Filho, 1999.

A pesquisa realizada em 2002 por Bonfante, Mistura e Naime (apud BERNARDES, A. 2006) registra que 83% dos RCD possuem um alto potencial para reciclagem no setor da construção civil. Esses resíduos são compostos por 38% de restos de tijolos, seguidos de 15% de restos de concreto, 20% de solo e areia, podendo ser aproveitados na própria obra, adotando-se controle de qualidade. Metais como alumínio e ferro, juntamente com madeira e podas, somam 2% de resíduos e 23% de resíduos classificados como outros.