

PARTE DO CAPÍTULO 2 DA DISSERTAÇÃO DE PATRICIA EVANGELISTA (2009)

2.1 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)

2.1.1 Definições e classificação

Segundo a NBR 10.004 (2004, p.1), resíduos sólidos são “resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”. Na classificação dos resíduos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública, estabelecida por esta mesma norma, conforme quadro 1, os RCC são enquadrados na classe II B – Inertes. Isto quer dizer que estes resíduos quando submetidos ao ensaio de solubilização, realizado segundo a NBR 10.006 (2004), não tenham qualquer um de seus componentes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água.

Classificação de resíduos pela NBR 10.004/2004
Classe I (Perigosos): resíduos que apresentam periculosidade (riscos à saúde pública e ao meio ambiente), inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
Classe IIA (Não-perigosos e não-inertes): resíduos que não se enquadram na Classe I nem na Classe II B. Podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.
Classe IIB (Não perigosos e inertes): resíduos que quando submetidos a ensaios de solubilização da NBR 10.006/2004 não apresentam teores solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água.

Quadro 1 Classificação de resíduos segundo a NBR 10.004/2004 (LIMA et al., 2007)

Em 17 de julho de 2002 foi publicada no Diário Oficial da União (DOU), a Resolução No 307 do CONAMA com o objetivo de estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC, disciplinando as ações necessárias para minimizar os impactos ambientais.

Para conceituar os Resíduos da Construção Civil (RCC) será seguida a referida Resolução que os definem como resíduos:

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, argamassas, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA, 2002, p.1).

A Resolução No 307/2002 do CONAMA trouxe também uma classificação para os RCC, descrita como:

- Resíduos classe A – reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
 - de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
 - de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimentos etc.), argamassa e concreto;
 - de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.
- Resíduos classe B – recicláveis para outras destinações: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.
- Resíduos classe C – não permitem a reciclagem. São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tal como o gesso.
- Resíduos classe D – perigosos oriundos do processo de construção: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros. Também foram incluídas nesta classe as telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde por

complementação da Resolução 307/2002 pela Resolução 348/2004 do CONAMA.

No quadro 2 é apresentada a classificação dos principais materiais componentes dos RCC, tendo como referência a Resolução N^o 307/2002 do CONAMA e a NBR 10.004/2004.

Classificação das frações do resíduo de construção pela Resolução 307 e pela norma ABNT 10.004/2004								
Resíduo	R307	ABNT	Resíduo	R307	ABNT	Resíduo	R307	ABNT
Alvenaria	A	IIB	Argamassas	A	IIB	Concreto	A	IIB
Solo não contaminado	A	IIB	Cerâmicos	A	IIB	Polietileno	C	IIA
Madeira não tratada	B	IIA	PVC	B	IIB	Poliuretano	C	IIA
Madeira tratada	B	I	Gesso	C	IIA	Isopor	B/C	IIA
Aço-alumínio-cobre	B	IIB	Papel e papelão	B	IIA	Vidro	B	IIB
Material de pintura	C/D	I/IIA	Materiais asfálticos	C/D	I	Plástico	B	IIA
Outras informações: Manual de Produtos Químicos Perigosos (www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/produto_consulta.asp), da Cetesb, e site da Limpurb (www.limpurb.salvador.ba.gov.br).								

Quadro 2 Classificação das frações de materiais do RCC (LIMA et al., 2007)

Para Souza et al. (2004), os RCC representam uma das parcelas do excesso de consumo de materiais nos canteiros de obras. Segundo o referido autor, a quantidade de material utilizado em excesso pode ocorrer por três diferentes motivos: por furto; incorporação de materiais à edificação ou pela geração do entulho que é a parcela mais visível das perdas de materiais.

Considerando o entulho gerado na etapa de produção de um empreendimento, os RCC podem ser classificados segundo quatro critérios (SOUZA et al., 2004):

- Segundo sua forma de manifestação – corresponde à maneira como o resíduo foi gerado. Ex: sacos de cimento empedrados, pontas de aço não reaproveitadas.

- Segundo o momento de incidência – corresponde a etapa do processo em que foi gerado: no recebimento, na estocagem, no armazenamento, na aplicação ou no transporte.
- Segundo suas causas – corresponde a razão imediata para a geração do resíduo. Ex: transporte inadequado, baixa qualidade do material, acidente, uso de ferramentas inadequadas.
- Segundo sua origem – corresponde a origem do problema, ou seja, a tomada ou não de uma decisão que tenha provocado a geração do resíduo na sua etapa de ocorrência ou em etapa anterior. Ex: falta de modulação dos blocos de vedação.

2.1.2 Caracterização

Para se avaliar a composição média dos RCC vários fatores devem ser considerados, tais como: a tipologia construtiva utilizada, as técnicas construtivas existentes e os materiais disponíveis em cada região. Ainda neste contexto, devem ser considerados os índices de perdas de materiais mais significativos, ou seja, a composição do RCC também é um reflexo dos insumos que têm os índices de desperdício mais elevados no setor. Todos estes fatores estarão influenciando a composição do resíduo de construção e demolição (LEITE, 2001).

Segundo Vieira e Dal Molin (2004), quando se analisa a composição dos resíduos de construção e demolição das cidades, se percebe que a sua composição em geral possui elevados percentuais de concreto, material cerâmico e argamassa, independente da região, estado e até mesmo país em que foram gerados.

Pesquisa realizada em obras na Holanda reforça a afirmação dos autores anteriormente citados, indicando que 80% dos RCC são gerados a partir do uso de rochas, concretos, elementos sílico-alcálicos e materiais de cobertura (BOSSINK e BROUWERS, 1996).

Jadovski (2006) consolidou dados de diversos autores sobre a composição de resíduos de construção e demolição (RCD) que estão apresentados na tabela 1. Vale

ressaltar que a composição destes resíduos varia de acordo com a fase e com o tipo de obra, afetando a qualidade dos agregados reciclados produzidos.

Tabela 1 Composição dos RCD de diversas regiões e países (%)

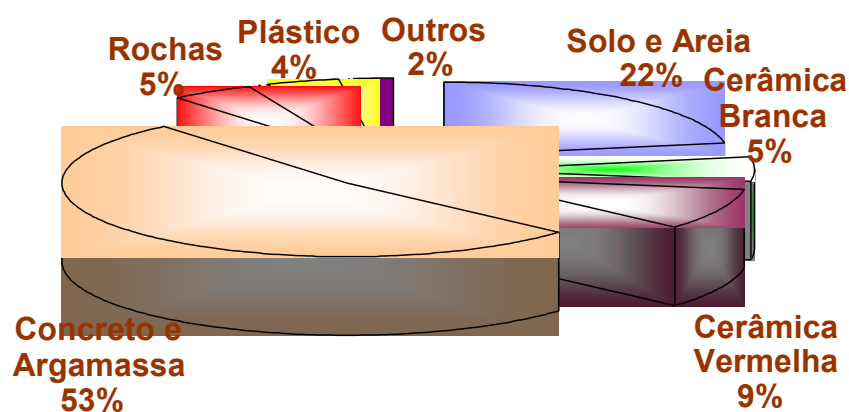
COMPOSIÇÃO DOS RCD DE DIVERSAS REGIÕES E PAÍSES (%)												
AUTOR/FONTE	LOCAL	TIPO DE MATERIAL										
		Concreto	Argamassa	Alvenaria	Material Cerâmico	Rochas e Brita	Solo e Areia	Material Asfáltico	Aço	Madeira	Papel e Plásticos	Outros
Brito Filho, 1999, p.60	São Paulo	8	24		30		33					5
Castro et al., 1997, p.1672	São Paulo-Itatinga	12			3		82					3
De Baptisti (1999, p.113)	São Paulo - Itatinga	15			38		20		1	2		24
Ferraz et al., 2001, p.78 à 84	S.P.-Freguesia do Ó			65						13	8	14
	São Paulo - Jaçanã			84								16
Zordan, 1997, p.89	Ribeirão Preto	21	37		24	18						
Latterza; Machado Jr. (1997, p.1969)	Ribeirão Preto	15	46		19	19						1
Machado Jr. et al. (2000, p.4)	Ribeirão Preto	14	48		15	23						
Oliveira; Assis, 1998, p.102	Guaratinguetá	7	41	22								30
Xavier; Rocha, 2001, p.62	Florianópolis	30			19					28		23
Construccion, 1996	Reino Unido	9			5		75					11
Carneiro, 2000 Carneiro et al., 2001a, p.150	Salvador	53				5	22					6
I & T, 1990 Pinto, 1999, p.19 e 20	Santo André	4	64	18	11							3
Hong Kong Polytechnic, 1993	Hong Kong	31		6		12	3	2	3	8	1	34
IBPGE, 1995	Bélgica	38		45	3			10		2		2
ITEC, 1995	Com. Européia	40		45					4	8	3	

(JADOVSKI, 2006. fontes citadas na tabela)

Dados coletados pelo Projeto Entulho Bom, em parceria com a LIMPURB, indicam que a maior parte do entulho de Salvador é composta por resíduos de concreto e

argamassa (53%), material cerâmico (14%), solos e areia (22%), rocha (5%), plástico (4%) e apenas 2% compõem outros materiais inclusive o gesso (CARNEIRO et al., 2001). Com a ampliação do uso do gesso, seja nos aspectos decorativos, como forro, vedação vertical ou revestimento, acredita-se que a participação deste elemento tenha aumentado ao longo dos últimos anos, a exemplo do percentual de 3,39% na composição média dos RCC em Aracajú (SINDUSCON-SE et al., 2005 apud SALES, 2006).

Analisando a figura 1, pode-se concluir que apesar do caráter heterogêneo dos RCC de Salvador, a sua maior parte, 94% dos materiais constituintes, se apresentam



com alto potencial para reciclagem, constituindo, assim, uma grande fonte de matérias-primas a serem exploradas.

Figura 1 Composição média do entulho de Salvador, em 1999 (CARNEIRO et al., 2001)

2.1.3 Geração

De acordo com John (2000), a estimativa do volume gerado de RCC é um grande problema em função da limitação de estatísticas confiáveis e da ausência de classificação padronizada, o que dificulta comparações mais precisas entre os países. Ainda segundo o autor, o macro-complexo da construção civil gera resíduos desde a produção de materiais e componentes, nas atividades de canteiros de obras, durante a manutenção, modernização e, finalmente, na demolição.

Os resíduos provenientes das atividades de construção civil constituem, quase sempre, a maior parcela dos resíduos sólidos gerados no ambiente urbano. É significativa a quantidade de RCC gerada no mundo. A tabela 2 apresenta uma série de dados de diversos autores coletada por Jadovski (2006) sobre este tema.

Tabela 2 Quantidade da geração de RCD (JADOVSKI, 2006. Fontes citadas na tabela)

GERAÇÃO DE RCD			
PESQUISADOR	LOCAL	GERAÇÃO DE RCD	OBSERVAÇÕES
Lauritzen, 1998, p.507	Europa	607 a 918 kg/hab.ano	
Desmyter et al., 1994, apud Pera, 1996, p.17	Oeste da Europa	0,7 a 1,0 t/hab.ano	
Vázquez 2001, p.22	União Européia	221 a 334 milhões de ton/ano ou 607 a 918 kg/hab.ano	
Dorsthorst e Hendriks, 2000, apud Leite, 2001, p.17	Comunidade Européia	180 milhões ton/ano ou 0,5 ton/hab.ano	
European Demolition Association, 1992, apud Pera, 1996, p.17	Europa Ocidental	215 milhões ton/ano	Ano 2000, sendo 80% proveniente de demolições
Buchner e Scholten, 1992, apud Bossnik e Brouwers, 1996, p.56	Oeste da Europa	215 milhões ton/ano	Ano 2000
Simons; Henderieckx, 1993, apud Miranda, 2000, p.2	Oeste da Europa	0,7 a 1,0 ton/hab.ano	
Leite 2001, p.17	Holanda	15 milhões ton/ano, ou 1 ton/hab.ano	Ano de 1996
Bossnik e Brouwers, 1996, p.55	Holanda	14 milhões ton/ano	Ano de 1993
Ruch et al. 1997b, apud Miranda, 2000, p.2	Alemanha	33 milhões ton/ano	
Hanish et al., 1991, apud Bossnik e Brouwers, 1996, p.56	Alemanha	32,6 milhões ton	Ano 1991
Kohler e Kircher, 1993, apud Bossnik e Brouwers, 1996, p.56	Alemanha	44 milhões ton/ano	Ano 1993
Freeman e Harder 1997, apud Miranda, 2000, p.2	Inglaterra	70 milhões ton/ano	
Boileau 1997 et al., apud Miranda, 2000, p.2	França	20 a 25 milhões ton/ano	
Peng et al., 1997, p.49	Estados Unidos	20 a 30 kg/m ² de área construída ou 500 kg/hab.ano	
John, 2000, p.17	Brasil	230 a 760 kg/hab.ano	Entre 41% e 70% do resíduo sólido municipal
Schneider e Philippi Jr., 2004, p.24	São Paulo	17.000 ton/dia	Ano 2003
Hamassaki, 2000, p.179	São Paulo	4 mil ton/dia, ou 90.000 m ³ /mês	
De Baptisti, 1999, p.111	São Paulo	107.000 ton/mês	
Bravo-Filho, 1999, p.59	São Paulo	4.000 m ³ /mês	Considerando-se os aterros municipais
Corbioli, 1996, p.5	Belo Horizonte	2.200 m ³ /dia e 1.800 ton/dia de terra	Ano de 1993, com custo anual de remoção de 1.000.000 US\$.

BRUNO FILHO, 1999, p.59. A. Alternativa sustentável para destinação de resíduos classe A: diretrizes para reciclagem em canteiros de obras. Salvador, 2009. 152f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia.

A geração de RCC varia com o tipo de cidade e sua população, assim como o patamar de desenvolvimento econômico. No Brasil, em cidades de médio e grande porte, as taxas de geração destes resíduos variam entre 400 e 700 kg/habitante/ano (OLIVEIRA, OLIVEIRA e FERREIRA, 2008).

Segundo Puig (2006), a partir de informe da Comissão Européia de 1999, as estimativas de geração de RCC na União Européia variavam desde os 720 quilogramas/habitante/ano, na Alemanha e Holanda, aos 170, na Irlanda e na Grécia, estando a média dos países membros em 480 quilogramas/habitante/ano.

A tabela 3 apresenta os dados de coleta de RSU no município de Salvador nos anos de 2004, 2005 e 2006, por tipo de resíduo. Verifica-se que ao longo dos referidos anos, é significativo o percentual de RCC na composição do RSU do município, representando, em média, 45% de todo o resíduo coletado.

Tabela 3 Resultado da Coleta de Resíduos Sólidos em Salvador

COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM SALVADOR							
Tipo	2004		2005		2006		Variação 2005-2006 % + -
	(t)	%	(t)	%	(t)	%	
1. Urbano	701.480	56,03	703.066	51,20	727.984	53,01	3,54
2. RCCs	495.747	39,59	618.230	45,03	604.845	44,04	-2,17
3. Vegetal	47.046	3,75	44.201	3,22	34.480	2,51	-21,99
4. RSSs	7.989	0,63	7.601	0,55	6.013	0,44	-20,90
Total	1.252.262	100	1.373.098	100	1.373.322	100	0,016

Fonte: DIROP/LIMPURB (2006)

Nota: Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs): Domiciliar, Público e Comercial.

Resíduos da Construção Civil (RCCs): Parcela da Classe A –Entulho

Resíduos de Serviços de Saúde (RSSs): Parcela do Grupo A- Infectante

Vegetal: Resíduos provenientes das podas das árvores e das feiras livres

(LIMPURB, 2006)

Não deve ser esquecido que os dados apresentados se referem apenas aos RCC geridos pelo Poder Público, este número é muito maior se forem considerados os resíduos manejados pela ação privada e aqueles destinados de forma irregular.

O crescimento populacional constitui um fator importante nessa geração, visto que contribui para o aumento da geração desses resíduos. Além disso, o déficit habitacional pressiona a sociedade a expandir o número de habitações nos próximos anos, o que contribui, também, para o aumento da geração de entulho.

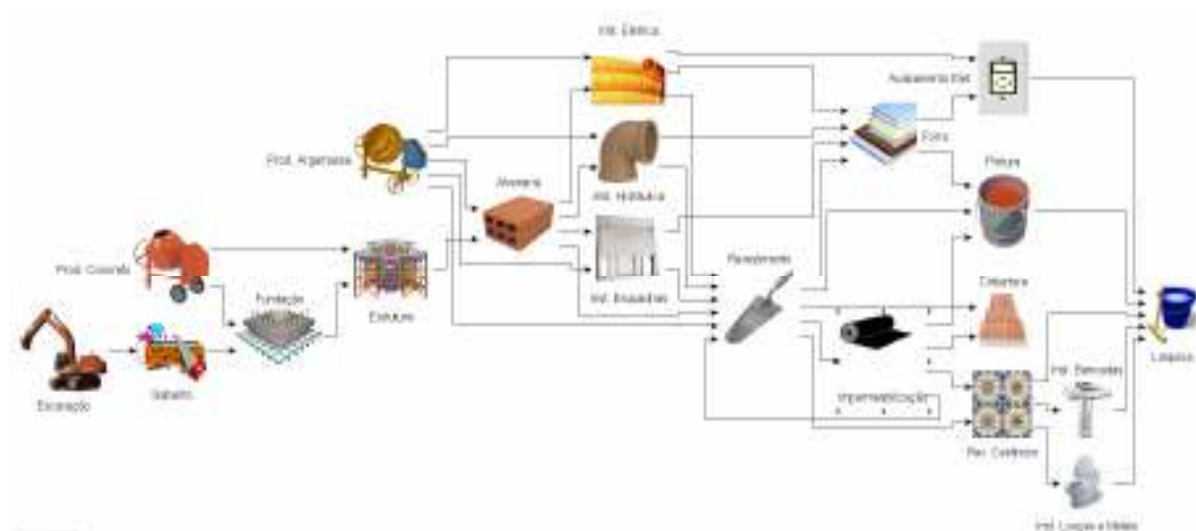
Como constatado por Souza et al. (2004), vários trabalhos sobre a mensuração dos resíduos gerados na produção de edificações foram realizados no país e no exterior, com alguma diferenciação no que diz respeito aos materiais estudados, parcelas de perdas abordadas (perda incorporada e entulho ou apenas uma delas), estratégia de atuação, entre outros aspectos. Porém, todas com o mesmo objetivo. Como principal conclusão destes trabalhos é possível destacar o fato de que as perdas de materiais são significativas, tanto no que diz respeito ao material incorporado em excesso, quanto na forma de entulho (SOUZA et al., 2004).

Entre os anos de 2006 e 2007 foi desenvolvido por pesquisadores do SENAI-BA das áreas de Construção Civil e Meio Ambiente, apoiados por especialistas externos, o projeto “Tratamento e Destinação Responsável de Resíduos Sólidos na Construção Civil” com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), órgão da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado. O referido projeto teve por objetivo o desenvolvimento de estudos e pesquisas de campo que promovessem a ampliação das informações acerca da geração e da destinação dos RCC na RMS e uma melhor gestão ambiental destes resíduos. Para isso, foi dado enfoque na prevenção, incluindo a avaliação dos seus aspectos tecnológicos, econômicos e ambientais (LIMA et al., 2007).

O Projeto foi estruturado em três etapas: (1) Elaboração de um Diagrama de Blocos, identificando insumos e resíduos gerados nas várias etapas do processo de construção de edificações; (2) Pesquisa sobre a geração de resíduos de construção na cidade de Salvador, desenvolvida em duas fases: um diagnóstico inicial e uma pesquisa de campo; (3) Pesquisa sobre a destinação dos diferentes tipos de resíduos de construção na RMS (LIMA et al., 2007). Na primeira etapa, a ferramenta do diagrama de blocos foi escolhida pela simplificação dos processos por meio da

representação gráfica e teve por objetivo principal a identificação das entradas e saídas de 20 processos críticos selecionados.

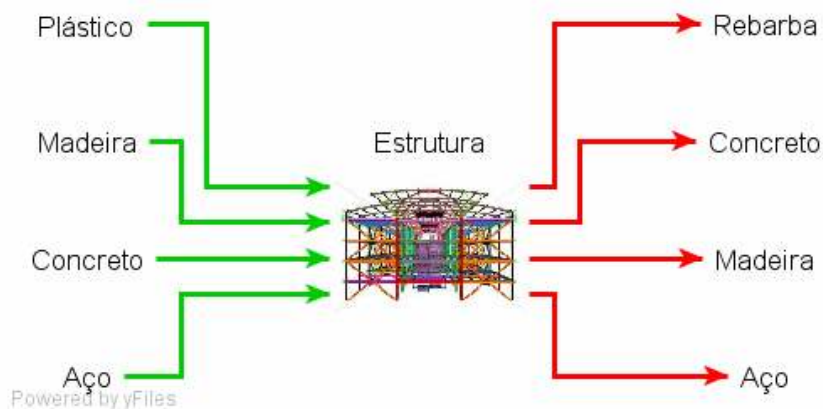
Para a melhor compreensão e, principalmente, para a simplificação do processo de construção civil, foi realizada a elaboração de um fluxograma que descreve os principais processos que compõe a construção de um edifício, retratado na figura 2. Apesar dos processos apresentados poderem ser substituídos por processos similares ou competitivos, este fluxograma representa o fluxo típico encontrado na construção de



um edifício na RMS (CAPONERO e ALMEIDA, 2006).

Figura 2 Fluxo simplificado do processo de construção de edifício (CAPONERO e ALMEIDA, 2006)

Os resultados obtidos nesta fase do estudo fortalecem a proposta da presente dissertação, uma vez que resíduos classe A foram identificados em saídas de vários processos críticos estudados. Este fato remete a necessidade de proposições concretas e sustentáveis para destinação desta classe de resíduos. Para exemplificar o trabalho realizado na identificação das entradas e saídas dos processos, é apresentado um exemplo relativo à etapa da estrutura, serviço gerador de resíduos classe A, na figura 3 e no quadro 3.



Quadro 3 Esquema gráfico do processo da Estrutura (CAPONERO e ALMEIDA, 2006)

Processo:		V - Execução de Estrutura					
Descrição:		Estrutura de concreto armado convencional, moldada no local com fôrma de madeira					
Predecessores:		III - Fundação					
Sucessores:		VI - Alvenaria					
Entradas				Saídas			
Cod.	Descrição	Fonte	Função	Cod.	Descrição	Motivo	Destino
V.E.1	Madeira	Madeireira	Fôrma	V.S.1	Madeira	Uso temporário	Queima ou aterro
V.E.2	Aço para CA	Metalúrgica ou Empresa de corte e dobra	Armação	V.S.2	Concreto	Sobra	Reuso
V.E.3	Concreto	Concreteira ou Processo	Estrutura	V.S.3	Concreto	Rebarba	Reciclagem ou Aterro Classe A
V.E.4	Madeira	Madeireira	Escoramento e Cimbramento	V.S.4	Aço	Sobra ou uso temporário	Sucateiro
V.E.5	Plástico	Loja	Espaçador	V.S.5	Concreto Armado	Produto	Obra
V.E.6	Tela plástica	Fabricante	Proteção - periferia	V.S.6	Tela plástica	Processo (uso temporário)	Cooperativa (reciclagem) ou reuso

Entradas e saídas do processo da estrutura (CAPONERO e ALMEIDA, 2006)

Segundo Lima et al. (2007), na etapa 2, foram entrevistados responsáveis por 29 obras em Salvador e segundo a maioria deles, os serviços que mais geram resíduos em seus canteiros são: vedação vertical e revestimento de parede. Foram levantados também os resíduos considerados mais críticos, considerando os seguintes motivos: inexistência de soluções para o reaproveitamento e destinação, dificuldade de manejo e armazenamento, sujeira na obra, risco de acidentes e potencial de poluição ambiental. Os resultados são apresentados nas figuras 4 e 5.

EVANGELISTA, P. P. A. **Alternativa sustentável para destinação de resíduos classe A:** diretrizes para reciclagem em canteiros de obras. Salvador, 2009. 152f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica – Universidade Federal da Bahia.

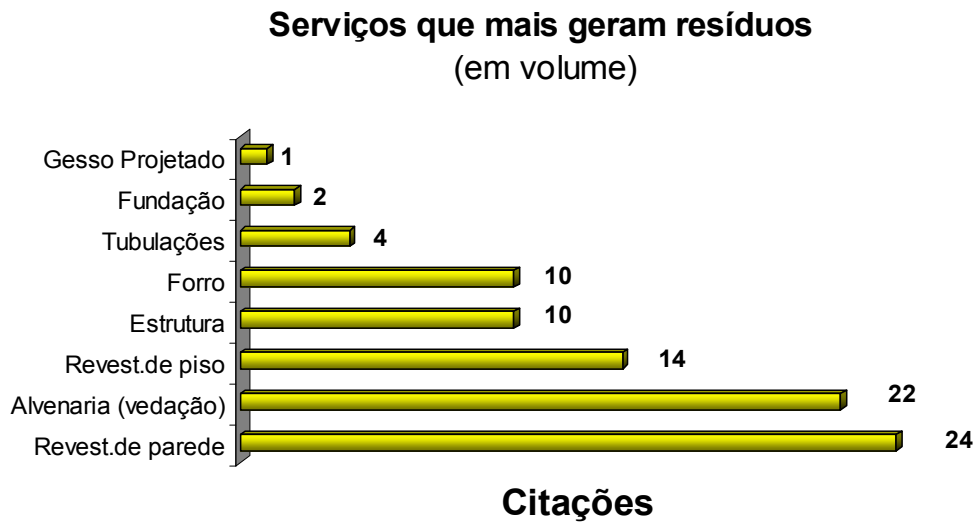


Figura 3 Serviços que mais geram resíduos na visão dos construtores

(LIMA et



al., 2007)

Figura 4 Resíduos mais críticos na visão dos construtores
al., 2007)

(LIMA et

Foi perguntado também aos construtores, quais as principais causas da geração dos resíduos, as respostas são indicadas na figura 6.

Principais causas da geração de resíduos

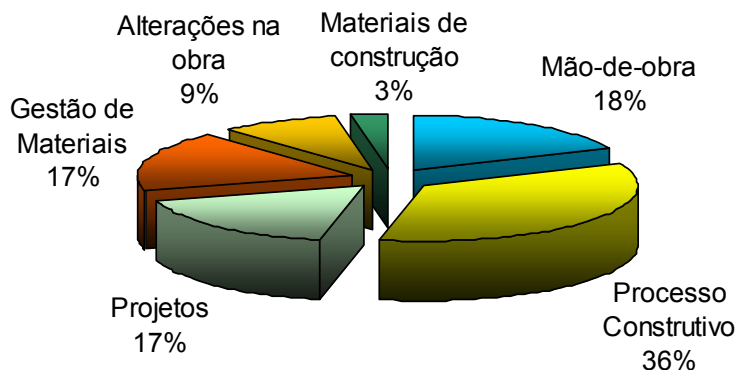


Figura 5 Principais causas da geração de resíduos na visão dos construtores (LIMA et al., 2007)

Pelos dados apresentados na figura 6, a execução dos processos construtivos, a qualificação da mão-de-obra, falhas em projetos e gestão dos materiais respondem por 88% da geração de resíduos nas obras. Segundo Ekanayake e Ofori (2000), em pesquisa realizada na África do Sul, vários fatores contribuem para geração de RCC, isoladamente ou pela combinação de dois ou mais destes. Estas causas foram organizadas em seis categorias: (1) Projeto, (2) Aquisição, (3) Manuseio de materiais, (4) Execução, (5) Resíduos relacionados e (6) Outros (GAVILAN e BERNOLD, 1994 *apud* EKANAYAKE e OFORI, 2000). As quatro primeiras categorias citadas acima coincidem com os fatores mais significativos de geração de RCC apresentados na figura 6.

Foi verificado ainda na pesquisa de Lima et al. (2007) que na maioria das obras, os resíduos não são encaminhados ao reuso e reciclagem, apesar das empresas conhecerem a Resolução 307 do CONAMA/2002.

Também foi realizado levantamento quantitativo da geração de resíduos em canteiros de quatro empresas construtoras para os serviços de execução de alvenaria, corte em alvenaria, revestimento com gesso, revestimento com argamassa. Dentre os resultados obtidos observou-se uma grande variedade do volume de resíduo gerado entre as obras, como pode ser observado na tabela 4. No caso da alvenaria de vedação, por exemplo, o percentual variou de 6,8% a 13,9%, sendo menor nas obras com modulação das paredes. Na etapa 3, foram pesquisadas soluções ambientalmente adequadas para destinação dos resíduos na RMS (LIMA et al, 2007).

Tabela 4 Resultados da pesquisa de geração de resíduos (LIMA et al., 2007)

Serviço	Obra	Área medida (m ²)	Resíduos gerados (m ³)	Resíduos gerados (% em volume)
Alvenaria de vedação	1	342,11	4,31	13,9
	1	342,11	3,86	12,6
	2	194,81	1,31	7,4
	2	194,81	1,42	8,1
	3	332,92	2,04	6,8
Cortes em alvenaria	1	342,11	0,83	2,7
	3	332,92	0,92	3,1
Revestimento com gesso	2	360,00	0,84	12,0
	2	360,00	0,80	11,0
Revestimento em argamassa	1	660,66	2,40	17,9
	3	777,45	0,86	5,5
	4	806,22	0,14	0,89
	4	806,22	0,10	0,62

Em diversos países é possível constatar que a política aplicada para controle da geração dos RCC é baseada, prioritariamente, na minimização da geração na fonte, no envolvimento da sociedade, no processo de educação dos técnicos do setor e da criação de ferramentas de gestão e legislações que possam administrar de forma sustentável os resíduos do processo construtivo em seus domínios territoriais (BOSSINK e BROUWERS, 1996; EKANAYAKE e OFORI, 2000; GAMBIN, LEO e RAHMAN, 2004; PUIG, 2006).

2.1.4 Destinação

A destinação dos RCC é de responsabilidade de seu gerador, incluindo ações voltadas ao seu reuso, reciclagem ou destinação responsável. Neste último aspecto o

gerador deverá estar atento para promover o transporte adequado e o encaminhamento dos resíduos para locais autorizados (CONAMA, 2002).

São gastos em torno de R\$ 2 milhões por mês com o recolhimento de entulho disposto clandestinamente em centros urbanos acima de dois milhões de habitantes. Pode-se dizer que mais da metade do entulho é disposto irregularmente na maioria dos centros urbanos brasileiros de médio e grande porte (BLUMENSCHHEIN, 2007).

Algumas alternativas possíveis para destinação dos RCC são (PINTO, 1999; PESSOA, 2006; LORDÊLO, EVANGELISTA E FERRAZ, 2007):

- Postos de entrega: área pública destinada ao recebimento de pequenos volumes de resíduos da construção civil.
- Área de Transbordo e Triagem (ATT): área pública ou privada que se destina a receber RCC em maiores volumes, coletados por agentes privados, com o objetivo da triagem dos resíduos recebidos, eventual transformação e posterior remoção para adequada área de disposição final.
- Área de Reciclagem: área pública ou privada destinada à transformação dos resíduos classe A em agregados.
- Aterros de Resíduos da Construção Civil: área pública ou privada onde são empregadas técnicas de disposição de resíduos classe A, visando à preservação de materiais segregados, possibilitando seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.
- Aterros para resíduos industriais: área licenciada para o recebimento de resíduos industriais classe I e II, conforme definição da NBR 10.004 (2004).
- Outros agentes: sucateiros, cooperativas, cerâmicas, grupos de coleta seletiva e outros agentes que comercializam resíduos recicláveis.

Em Lima et al. (2007) foi realizado levantamento das soluções disponíveis na RMS para a destinação dos principais RCC e os dados consolidados estão apresentados no quadro 4.

DESTINAÇÃO PARA RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA RMS			
Observação	Cuidados na gestão	Reuso/reciclagem	Destinação em Salvador
Classe A			
Compõe mais da metade do resíduo de construção	Segregar concretos e alvenarias para facilitar o reuso e a reciclagem	Reuso: bases de pisos, revestimento primário de vias, etc. Reciclagem: produção de areia e brita	Base de Descarga de Entulho, reciclagem em obra ou aterro licenciado
Madeira e podas (Classe B)			
Representa mais de 10% do resíduo de construção levado aos aterros	Segregar: madeira de lei, madeira contaminada e não contaminada	Reuso: na construção. Reciclagem: como combustível e na produção de móveis, caixilhos, chapas, etc.	Pode ser doada ou vendida para olarias, indústrias cerâmicas ou outras empresas
Papel, plástico, metais e vidro (Classe B)			
São comumente reciclados no país. Têm pequena participação no resíduo de construção	Segregação na obra para facilitar a doação/venda e diminuir custos de transporte	Devem ser reciclados	Vender ou doar para cooperativas e empresas de reciclagem
Resíduos perigosos (Classe D)			
Têm pequena participação no resíduo de construção, mas demandam cuidados na gestão	Separar dos demais resíduos desde a origem e destinar a empresas especializadas	Quando puder ocorrer, a reciclagem deve ser realizada por empresas capacitadas.	Encaminhar à Cetrel Lumina ou Ecomed. Alguns fabricantes podem receber os resíduos.
Gesso (Classe C)			
Sua participação no resíduo de construção é pequena, mas problemática. Em aterros, leva à formação de gases tóxicos. Contamina o lençol d'água com sulfatos. Agregados reciclados com gesso geram reações expansivas nos concretos	Separar dos demais desde a origem e destinar a empresas especializadas	Ao ser calcinado e moído, o gesso pode ser usado na construção. O gesso acartonado apresenta maiores desafios, pela associação com outros produtos	Não há solução economicamente viável para sua reciclagem, em Salvador. Encaminhar à Cetrel Lumina ou Ecomed. É interessante negociar soluções com o fornecedor.

Quadro 4 Alternativas de destinação para RCC na RMS (LIMA et al., 2007)

Dentre as proposições de destinação para o resíduo classe A, foi indicada a reciclagem em obra para produção de areia e brita. Deve-se atentar para o fato de que alternativas para destinação podem surgir com o desenvolvimento tecnológico, alterações no mercado, políticas públicas, iniciativas privadas, entre outras possibilidades.

Ainda são restritas, em muitos municípios, as alternativas para a destinação ambientalmente adequada dos RCC. Segundo Melo et al. (2008), que realizaram avaliação do panorama dos RCC em Goiânia, o volume de RCC cresce a cada ano, o que demanda o acompanhamento das soluções relativas ao seu transporte e destinação final. Os autores relatam ainda que os órgãos municipais dispõem de

poucos dados e informações e demonstram despreocupação quanto ao tema, ignorando o enorme passivo ambiental cujas conseqüências são partilhadas silenciosamente com a comunidade e com a iniciativa privada.

Segundo Souza et al. (2004) embora seja de grande importância a destinação adequada dos resíduos gerados torna-se imperativo ações que tenham como objetivo a redução do entulho diretamente na fonte de geração, ou seja, nos próprios canteiros de obras.

Referências da Dissertação

ALMEIDA, T. G. M. et al. Análise da Implantação de Programa de Gestão Diferenciada de Resíduos em Canteiros de Obras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2005.

AMERICANA/SP se beneficia ao utilizar material reciclado nas obras de pavimentação. **Jornal Entre Bairros**. Natal, 06 nov. 2008. Disponível em: <http://www.entrebairros.com.br/v1/index.php?option=com_content&task=view&id=1360&Itemid=62>. Acesso em 23 mai. 2009.

ARAGÃO, H. G. et al. Produção e avaliação de lajes pré-moldadas de concreto contendo resíduo de construção e demolição. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2008, Salvador. **Anais...** Salvador, 2008.1 CD-ROOM.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6.136** – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos. Rio de Janeiro: 2007.

_____. **NBR 7.211** – Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro: 2009.

_____. **NBR 10.004**: Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 10.006** – Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: 2004.

_____. **NBR 10.007** – Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: 2004.

_____. **NBR 15.112**: Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – Áreas de Transbordo e Triagem – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15.113**: Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes – Aterros – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15.114:** Resíduos Sólidos da Construção Civil – Áreas de Reciclagem – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15.115:** Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Execução de Camadas de Pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15.116:** Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Utilização em Pavimentação e Preparo de Concreto sem Função Estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR NM 30** – Agregado miúdo - Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro: 2001.

_____. **NBR NM 46** – Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 μ m. Rio de Janeiro: 2003.

_____. **NBR NM 49** – Agregado fino - Determinação de impurezas orgânicas. Rio de Janeiro: 2001.

_____. **NBR NM 52** – Agregado miúdo - Determinação de massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro: 2003.

_____. **NBR NM 53** – Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro: 2003.

_____. **NBR NM 248** – Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: 2003.

AZEVEDO, G. O. D.; KIPERSTOK, A.; MORAES, L. R. S. Resíduos da construção civil em Salvador: os caminhos para uma gestão sustentável. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. II, n. I, p. 65-72. São Paulo, 2006.

BARBOSA JÚNIOR, A. S.; FORTES, R. M. Estudo da utilização de agregado reciclado em misturas de concreto de cimento Portland para pavimentação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2008, Salvador. **Anais...** Salvador, 2008.1 CD-ROOM.

BENGE, J.; PENA, J.; ORTIZ, I. Influence of Recycled Aggregates on Mechanical Properties of High Performance Concrete. In: ENGINEERING EDUCATION AT THE CROSSROADS, 2008, Indiana - U.S.A. **Anais eletrônicos...** Indiana: Rose-Hulman Institute of Technology, 2008. Disponível em: <<http://www.asee4il.in.org/Conference2008/SESSIONS>>. Acesso em 06 jun. 2009.

BLUMENSCHNEIN, R. N. **Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras** (Dossiê Técnico). Brasília, 2007. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico – Universidade de Brasília.

BLUMENSCHNEIN, R.; SPOSTO, R. M. **Projeto de gerenciamento de resíduos sólidos em canteiros de obras**: Programa de Gestão de Materiais. (Cartilha). Publicação: UnB, CBIC, SINDUSCON-DF, SINDUSCON-GO, Prefeitura de Goiânia. Brasília, 2003, snp.

BOSSINK, B. A. G.; BROUWERS, H. J. H. Construction waste: quantification and source evaluation. **Journal of construction engineering and management**, Netherlands, p. 55-60, march 1996.

BRASIL, Ministério das Cidades. **Panorama dos resíduos de construção e demolição (RCD) no Brasil**. Brasília, DF. 2005. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/saneamento-ambiental/biblioteca/residuos-de-construcao-e-demolicao/panorama-residuos-da-construcao/>>. Acesso em 22 mai. 2009.

BRASIL, Presidência da República. **Lei 10.257, de 10 de julho de 2001**: Estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/LEIS_2001/L10257.htm>. Brasília, DF. Acesso em 29 abr. 2009.

BRASIL, Presidência da República. **Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007**: Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Brasília, DF. Acesso em 28 abr. 2009.

BRESSAN, F. O método do estudo de caso. **Administração on Line**. v. 1, n. 1. São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.fecap.br/adm_online/art11/flavio.htm>. São Paulo, SP. Acesso em 29 abr. 2009.

CAMPOS, A. A. Gestão de Resíduos em Canteiro de Obras. In: CICLO DE DEBATES SOBRE CONSTRUÇÃO CIVIL SUSTENTÁVEL - Secretária de Estado do Meio Ambiente de São Paulo, 2007, São Paulo. **Palestras...**São Paulo: 2007.

CAPONERO, J.; ALMEIDA, T. G. M. **Diagramas de Blocos da Construção Civil**. Salvador: SENAI-BA, 2006. 32 p.

CARNEIRO, A. P. et al. **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção – projeto entulho bom**. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001. 312 p.

CARVALHO, K. Reciclagem II: Caenge beneficia no próprio canteiro o entulho demolido de uma antiga edificação. **Construção mercado**, n. 75, out. São Paulo, 2007.

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. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Brasília, DF. Acesso em 13 set. 2004.

EVANGELISTA, P. P. A. **Alternativa sustentável para destinação de resíduos classe A**: diretrizes para reciclagem em canteiros de obras. Salvador, 2009. 152f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica – Universidade Federal da Bahia.

EKANAYAKE, L. L.; OFORI, G. Construction material waste source evaluation. In: STRATEGIES FOR A SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT. **Proceedings...** Pretória, August 2000, p. 23-25.

EMPRESA DE LIMPEZA URBANA DO SALVADOR (LIMPURB). **Relatório anual de atividades da LIMPURB – 2006**. Salvador: 2006.

_____. **Resumo do Plano de Gestão Diferenciada de Entulho**. Salvador: 2005.

FAGURY, S. C.; GRANDE, F. M.; Gestão de resíduos de construção e demolição (RCD) – aspectos gerais da gestão pública de São Carlos/SP **Exacta**, Vol. 5, n. 1, p. 35-45. jan./jun. São Paulo, 2007.

GAMBIN, N.; LEO, C.; RAHMAN, A. Recycling of construction and demolition material as part of the waste minimization strategy in the Sydney Basin and possible lessons for the Himalayas. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE GREAT HIMALAYAS, 2004, Kathmandu. **Proceedings...** Disponível em: <http://www.aehms.org/pdf/Leo%20Proceedings%20FE.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2009.

GOONAN, T.G. Recycled Aggregates – profitable resource conservation. **U. S. Geological Survey**. FS-181-99, 2p. 2000. Disponível em: <<http://pubs.usgs.gov/fs/fs-0181-99/fs-0181-99so.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2009.

INFORÇATO, B. G. et al. Incorporação de resíduos de construção em argamassa armada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2008, Salvador. **Anais...** Salvador, 2008.1 CD-ROOM.

JADOVSKI, I. **Diretrizes Técnicas e Econômicas para Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição**. Porto Alegre, 2006. 182 p. Trabalho de Conclusão (Mestrado) – Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo, 2000. 102 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica - Universidade de São Paulo.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Porto Alegre, 2001. 270 p. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LEVY, S. M. **Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos, produzidos com resíduos de concreto e alvenaria**. São Paulo, 2001. 199 p. Tese (Doutorado) Escola Politécnica - Universidade de São Paulo.

LIMA, J. A. R. et al. **Manual Resíduos de Construção: da geração à destinação responsável**. Salvador: SENAI-BA, 2007. 20 p.

EVANGELISTA, P. P. A. **Alternativa sustentável para destinação de resíduos classe A: diretrizes para reciclagem em canteiros de obras**. Salvador, 2009. 152f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica – Universidade Federal da Bahia.

LORDÊLO, P. M.; EVANGELISTA, P. P. A.; FERRAZ, T. G. A. **Gestão de resíduos na construção civil: redução, reutilização e reciclagem**. Salvador: SENAI-BA, 2007. 86 p.

MAXPESS NET. Construção: reciclagem nos canteiros de obras. **DeFato.inf.br**. Chapecó, SC, 2008. Disponível em: <<http://www.defato.inf.br/content/view/5303/96/>>. Acesso em: 25 mai. 2009.

MELO, T. M. et al. Panorama dos resíduos de construção em Goiânia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2008, Salvador. **Anais...** Salvador, 2008.1 CD-ROOM.

MOTTA, R. S. **Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego**. São Paulo, 2005. 134 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

NOTÍCIAS do setor. Setor vive momento de forte expansão. **Gazeta Mercantil**, São Paulo, 11 set. 2008.

OLIVEIRA, P. E. S.; OLIVEIRA, J. T. R.; FERREIRA, S. R. M. Avaliação do desempenho do concreto com uso de agregado de Resíduos de Construção e Demolição - RCD. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2008, Salvador. **Anais...** Salvador, 2008.1 CD-ROOM.

PESSOA, E. V. **Gestão de Resíduos de Construção Civil**: Alternativas adotadas para segregação, coleta e destinação de resíduos de construção de edificações com base em um estudo de casos. Salvador, 2006. 116 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo, 1999. 189 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica - Universidade de São Paulo.

PINTO, T. P.; GONZÁLEZ, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Volume 1 - Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília: CAIXA, 2005. 196p.

PITTA, R. Usina de reciclagem da Prefeitura gera renda e traz ganhos ambientais. Prefeitura Municipal de Campinas. **Notícias...** Campinas, SP, 2005. Disponível em: <http://www.campinas.sp.gov.br/noticias/?not_id=1&sec_id=&link_rss=http://www.campinas.sp.gov.br/admin/ler_noticia.php?not_id=9410>. Acesso em: 24 mai. 2009.

PUIG, T. F. La problemática de la gestión de los residuos de construcción: Una aproximación al estado actual de la cuestión. In: IV CONVENCION DE LA ARQUITECTURA TÉCNICA – CONTRART 2006, 2006, Valladolid. **Comunicación electrónica...** Disponível em:

EVANGELISTA, P. P. A. **Alternativa sustentável para destinação de resíduos classe A**: diretrizes para reciclagem em canteiros de obras. Salvador, 2009. 152f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica – Universidade Federal da Bahia.

<<http://www.coaatm.es/Formularios/DownloadPage.aspx?DownloadFile=31/fich9868.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2009.

SALES, A. T. C. **Utilização de agregados, obtidos por reciclagem de resíduos sólidos da construção civil, em misturas cimentícias – concreto, blocos pré-moldados e argamassa** (Relatório de pesquisa). Aracaju: SENAI-SE, 2006. 123 p.

SALES, A. T. C.; SANTOS, D. G. Aplicação de agregados reciclados de resíduos de construção em blocos pré-moldados de vedação. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO, 2009, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana, 2009.

SILVA, J. C. et al. Reciclagem de entulho da construção civil. In: X ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E DO VI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, DA UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA, 2006, São José dos Campos - SP. **Anais...**São José dos Campos – SP, 2006.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS (SINDUSCON-MG). **Alternativas Para a Destinação de Resíduos da Construção Civil**. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2006. 80 p.

SOUSA, J. G. G.; BAUER, E.; SPOSTO, R. M. Blocos de concreto produzidos com agregados provenientes da reciclagem de resíduos gerados pela construção civil. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2002.

SOUZA, U. E. L. et al. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, 2004.

SPOSTO, R. M. Os resíduos da construção: problema ou solução? **Revista Espaço Acadêmico**. Brasília, DF, ano VI, n. 61, 2006. Disponível em: <<http://www.espacoacademico.com.br/061/61sposto.htm>>. Acesso em: 24 mai. 2009.

STERNIERE, L. C.; PIMENTEL, L. L.; LINTZ, R. C. C.. Análise dos benefícios gerados pela implantação de modelo de gestão de resíduos em canteiros de obras de construção civil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2008, Salvador. **Anais...** Salvador, 2008.1 CD-ROOM.

TENÓRIO, J. J. L. et al. Concretos produzidos com agregados de RCD reciclado visando uso estrutural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2008, Salvador. **Anais...** Salvador, 2008.1 CD-ROOM.

TURMINA, R. F.; BARROS, M. S. B. Contrapiso com entulho de obra: uma solução viável? In: IX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2002. p. 1643-1652.

VIEIRA, G. L.; DAL MOLIN, D. C. C. Viabilidade técnica da utilização de concretos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. **Ambiente Construído**. v. 4, n. 4, p. 47-63. Porto Alegre, 2004.

WEIL, W.; JESKE, U.; SCHEBEK, L. Closed-loop recycling of construction and demolition waste in Germany in view of stricter environmental threshold values. **Waste Management and Research**, Denmark, Vol. 24, n. 3, p. 197-206, jun. 2006.

ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto**. Campinas, 1997. 140 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil - FEC, Universidade Estadual de Campinas.