

## III-117 – AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO DE UM MUNICÍPIO DO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO

### **Rodrigo Eduardo Córdoba**<sup>(1)</sup>

Engenheiro Civil. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutorando em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).

### **Marco Aurélio Soares de Castro**<sup>(2)</sup>

Engenheiro Mecânico. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutorando em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).

### **José da Costa Marques Neto**<sup>(3)</sup>

Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos (DECiv/UFSCar)

### **Wellington Cyro de Almeida Leite**<sup>(4)</sup>

Engenheiro Civil. Mestre e Doutor em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professor Doutor do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG/UNESP).

### **Valdir Schalch**<sup>(5)</sup>

Engenheiro Químico. Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professor Associado do Departamento de Hidráulica e Saneamento (EESC/USP).

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Av.Trabalhador São-carlense, 400 – São Carlos – SP – CEP: 13566-590 – Brasil – Tel: (16) 3373-8695 – e-mail: [cordoba@usp.br](mailto:cordoba@usp.br)

## **RESUMO**

A geração dos resíduos da construção civil aliada à ausência de infraestruturas adequadas para tratamento, reservação e disposição final das classes de RCC são problemas enfrentados pelos municípios brasileiros de pequeno, médio e grande porte. Após a instituição da resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, em julho de 2002, muitos desses municípios discutiram e implantaram políticas específicas voltadas aos sistemas de gerenciamento dos RCC. No entanto, mesmo após anos de implantação de algumas práticas adequadas, as cidades continuam sofrendo com a falta de gestão mais eficiente. É o caso de São Carlos, cidade de médio porte do interior do Estado de São Paulo que, desde 2006, estabeleceu seu Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil e seu sistema de gerenciamento, por meio da Lei nº 13.867. Algumas infraestruturas adequadas foram implantadas neste período como: uma área de transbordo e triagem, um aterro de inertes e de resíduos da construção civil, uma usina de reciclagem de entulho com capacidade de beneficiamento de 160 t/dia e 6 ecopontos. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo principal realizar levantamento da situação do sistema de gerenciamento dos resíduos da construção civil de São Carlos-SP, com intuito de entender os entraves encontrados na implantação do sistema. Para isso foram delineados os seguintes objetivos específicos: analisar o sistema de gestão implantado e comparar aspectos da gestão como: a caracterização quantitativa em três períodos distintos, 2003, 2009 e 2012; a caracterização qualitativa dos RCC e a situação das infraestruturas em operação e sua interferência nos descartes irregulares existentes na cidade. O estudo verificou que os índices de geração *per capita* de RCC do município aumentou durante os períodos estudados, o que remete a busca de ações preventivas em busca da não geração, reutilização e reciclagem na fonte geradora, conforme recomenda a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos, Resíduos da Construção Civil, Diagnóstico de Resíduos Sólidos, Caracterização, Ecopontos.

## INTRODUÇÃO

A construção civil se destaca como um dos setores econômicos que possuem grande importância para o crescimento do país. No entanto, ela também é uma das principais atividades causadoras de impacto ambientais, seja pelo consumo excessivo de recursos naturais como pela geração de resíduos de obras (MARQUES NETO, 2003).

Historicamente, os resíduos da construção civil (RCC) sempre foram depositados em aterros públicos ou, de forma muito mais danosa à sociedade e ao ambiente, em bota-foras ilegais, ou mesmo em canteiros de avenidas, praças, ruas ou nos córregos das cidades (ANGULO, 2002).

Estas posturas sempre demonstraram gritante falta de compromisso dos geradores com a sociedade em geral, além de contribuírem com a degradação dos locais de descarte e outros tipos de impactos, como econômicos e de saúde pública – surgimento de doenças provenientes dos vetores que se acumulam em decorrência do acúmulo de deposições irregulares nas áreas urbanas (MARQUES NETO, 2009).

Os resíduos oriundos do setor da construção civil (RCC) ainda despertam pouco interesse por parte das prefeituras. Um dos motivos é a falta de recursos financeiros dos municípios para investimentos em infraestruturas necessárias ao gerenciamento adequado dos RCC. Como exemplo, é possível citar os altos custos dos equipamentos para realização da reciclagem dos entulhos de obras.

Com a instituição da Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2002), foram estabelecidas os tipos de infraestruturas adequadas ao tratamento, reservação e disposição final dos RCC, na tentativa de solucionar os problemas relacionados aos descartes irregulares destes resíduos. Porém, o que foi possível observar ao longo dos últimos anos, são municípios desprovidos de recursos de toda ordem para elaborar seus planos de gerenciamento e implantar suas infraestruturas.

Por essas razões, poucos municípios implantaram seus Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Segundo o autor, dos 5.564 municípios, menos de 1% possuem legislações específicas para gestão dos RCC. Além disso, é possível notar que apenas municípios de médio e grande porte conseguiram estabelecer leis em conformidade com a resolução nº 307 (MARQUES NETO, 2009).

Segundo Guerra (2009), em muitos desses municípios as legislações ainda não estão sendo monitoradas pelos órgãos competentes, uma vez que os Planos Integrados de Gerenciamento dos RCC não foram regulamentados, o que tem impedido penalização aos agentes causadores de impactos nas cidades.

Para que esta gestão possa ser realizada com sucesso é necessário existir um conjunto de práticas de manejo dos resíduos gerados. Cabe ressaltar que é possível diminuir perdas de recursos nos canteiros de obras com consequente diminuição da geração de resíduos sem a mudança de tecnologia, por meio de: aperfeiçoamento de projetos; seleção adequada de materiais; treinamento de recursos humanos; utilização de ferramentas adequadas; melhoria das condições de estoque e transporte e; melhoria de gestão de processos.

Segundo Araujo & Juras (2011), algumas das recomendações para o controle dos resíduos da construção civil deve estar contidas nos Planos de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil (PGIRCC), por serem de grande importância não só para as administrações públicas, mas também para as empresas construtoras que estejam comprometidas com a melhoria contínua dos processos, qualidade dos produtos e com o meio ambiente.

Para os referidos autores, algumas diretrizes deste plano devem ser seguidas para a obtenção de resultados eficientes e eficazes no processo de gestão destes resíduos, são elas:

- Projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício de responsabilidades de todos;
- Cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a disposição posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;

- Estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;
- Proibição da disposição dos RCC em áreas não licenciadas;
- Incentivo a reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;
- Definição de critérios para o cadastramento de transportadores;
- Ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;
- Ações educativas com vistas reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação;
- Promoção da separação prévia de materiais em caçambas ou “containers” por tipo e natureza do material;
- Incentivo a limpeza nos canteiros de obra;
- Implantação de programas de combate às perdas e desperdícios de recursos;
- Incentivo a programas para melhoria contínua da mão de obra;
- Adoção de medidas de incentivo de reuso e reciclagem de materiais (CHAHUD, 2007).

Todas estas medidas são importantes, pois garantem a harmonia entre as atividades da construção civil e o meio ambiente urbano. A disponibilização de locais e instalações para a disposição, triagem e processamento dos resíduos da construção civil; traz às comunidades benefícios ambientais, econômicos e sociais, eliminando em grande parte os despejos clandestinos, melhorando a paisagem urbana e a qualidade de vida da população.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Neste trabalho foi adotado o estudo de caso como estratégia de pesquisa. Estudos de caso consistem em investigações pormenorizadas de um objeto específico, sendo que neste caso o estudo será realizado no sistema de gerenciamento integrado de resíduos da construção civil implantado no município de São Carlos, no interior do Estado de São Paulo, com aproximadamente 230 mil habitantes.

### **Etapa 1: Contextualização do sistema de gerenciamento integrado de RCC do município**

Na primeira etapa desse estudo foram consultadas leis municipais, planos de gestão integrada, projetos de pontos de descartes para pequenos volumes – ecopontos, projetos de aterros de RCC, e pesquisas sobre gestão e gerenciamento de RCC (teses, dissertações e artigos).

O estudo realizou entrevistas semiestruturadas com diversos atores envolvidos no sistema de gerenciamento (coletores, transportadores e os responsáveis pelo gerenciamento), e investigações de campo nas áreas de destinação final. Nessa contextualização do município foram reportadas as principais leis, fluxos de resíduos, principais áreas de destinação, serviços públicos de coleta de RCC e ações de gestão.

### **Etapa 2: Caracterização quantitativa**

Na caracterização quantitativa foi utilizado um método adaptado por Schalch *et al.* (1997) e Marques Neto (2003) a partir do estudo de Pinto (1999). Esse método foi baseado na análise de três parâmetros de análise da geração de RCC nos municípios.

O primeiro indicador foi obtido pela estimativa de RCC gerados em áreas licenciadas para construção, o segundo pelas quantidades transportadas por empresas de caçambas e coletores de RCC, e o terceiro pelo monitoramento dos recibos CTR – Controle de Transporte de Resíduos – entregues nas áreas de reciclagem e disposição final.

Essa caracterização quantitativa foi realizada em três períodos distintos, na qual foi possível observar a evolução da geração de RCC ao longo dos anos. O primeiro e o segundo período foi referente aos anos de 2003 e de 2009 antes da implantação efetiva dos programas governamentais como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e o Programa Minha Casa Minha Vida. O terceiro período de levantamento foi realizado no segundo semestre de 2012, após o início dos supracitados programas.

### Etapa 3: Caracterização qualitativa

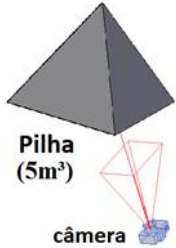
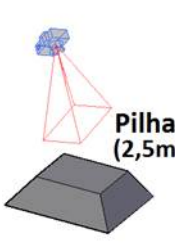
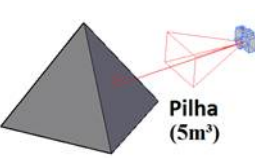

O estudo de 2009 criou um método de caracterização qualitativa, o qual consiste na combinação de dois métodos ponderados a partir das características quantitativas do local de amostragem. O primeiro método qualitativo, usado por Marques Neto (2003) e adaptado por Córdoba (2010), foi realizado pela amostragem física de pequenas quantidades de RCC no aterro de Cidade Aracy em São Carlos. O segundo método de caracterização qualitativa foi idealizado e realizado por Córdoba (2010), no qual foi obtido a composição dos RCC por procedimento de análise de imagens das amostras.

No primeiro método 324 litros de amostras de resíduos foram coletados na usina de reciclagem de RCC do município, e 540 litros da área de transbordo e triagem de RCC. Cabe informar que os materiais presentes nas amostras foram separados manualmente.

O segundo método fotografou pilhas de RCC (5 m<sup>3</sup> cada) em três fases, conforme ilustrado no Quadro 1. Seis imagens de cada pilha foram coletadas representando três seções (meio, base, e topo). A quarta fase analisou as imagens por meio do programa AutoCAD® (Autodesk, 2004). O programa contribuiu para a separação manual dos componentes por áreas, que foram calculados para estimar a porcentagem de cada componente.

Finalmente, as amostras foram caracterizadas pela média aritmética dos resultados da caracterização do meio, base e topo das pilhas. Em ambos os métodos as características quantitativas do grupo de amostragem e locais foram ponderados para uma melhor representação.

**Quadro 1: Caracterização qualitativa das amostras de RCC por análise de imagens**

 <p><b>Pilha (5m<sup>3</sup>)</b> câmera</p>	<p><b>Fase 1:</b></p> <p><b>Imagem Base</b> (antes da descarga dos RCC)</p>	 <p><b>Pilha (2,5m<sup>3</sup>)</b></p>	<p><b>Fase 2:</b></p> <p><b>Imagem do meio</b> (Metade dos RCC descarregados da caçamba)</p>
 <p><b>Pilha (5m<sup>3</sup>)</b></p>	<p><b>Fase 3:</b></p> <p><b>Imagem das quatro faces</b> (depois da descarga dos RCC)</p>		<p><b>Fase 4:</b></p> <p><b>Análise da imagem</b> (separação dos componentes por áreas)</p>

### 2.4 Etapa 4: Análise das áreas de entrega voluntária – ecopontos e locais de descarte clandestino de RCC

Nesta etapa foram visitadas áreas no perímetro urbano e seus limites, sendo que foram identificadas e classificadas as áreas de descarte clandestino e ecopontos. Para esse estudo foram utilizados os seguintes materiais: máquina fotográfica, imagens de satélite, mapas do perímetro urbano e mapas das bacias hidrográficas do município.

## RESULTADOS

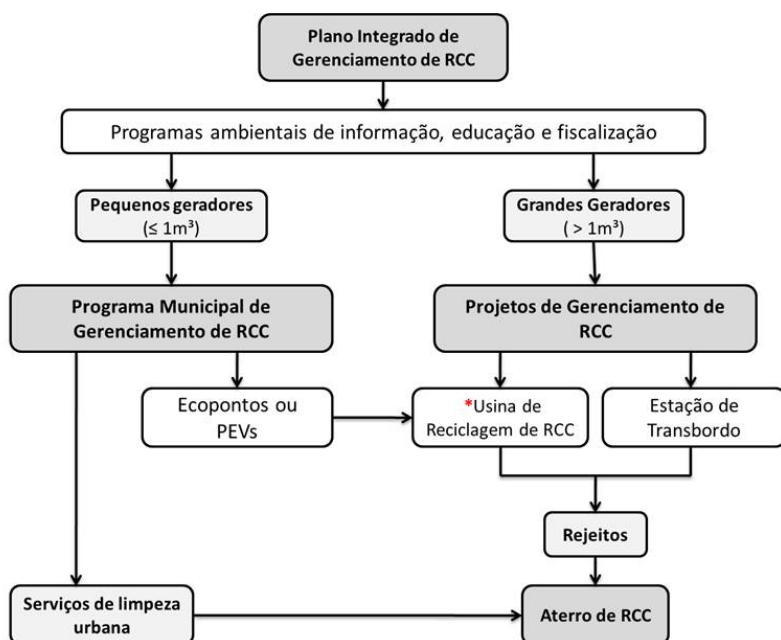
### Resultados da Etapa 1

Em 2006, o município criou uma política pública para o gerenciamento integrado de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (Lei Municipal nº 13.867), a qual instituiu o Plano de Gerenciamento Integrado de RCC do município em questão. O referido plano recomenda que nas áreas degradadas sejam implantados pontos de recebimentos para pequenos volumes de RCC – ecopontos, e também compreende:

- Descarte de até 1 m<sup>3</sup> de RCC nos ecopontos;
- Proibição da disposição de resíduos não inertes, resíduos industriais e resíduos de serviços de saúde junto aos ecopontos;
- Utilização dos ecopontos em parceria com a cooperativa de coleta seletiva;
- Criação de um serviço de disque coleta para pequenos volumes, realizados por transporte privado localizados nos pontos de entrega para pequenos volumes;

O Plano de Gerenciamento Integrado de RCC do município tem as seguintes áreas físicas e ações: áreas para receber grandes volumes, pontos de entrega para pequenos volumes, disque coleta para remover pequenos volumes, ações de informação e educação ambiental, ações de fiscalização, e núcleos para a gestão integrada dos RCC.

A Figura 1 apresenta as estratégias adotadas no Plano de Gerenciamento Integrado de RCC de São Carlos-SP. Cabe informar que todas as atividades descritas na Figura 1 referem-se somente ao manejo dos RCC e sua relação com áreas devidamente licenciadas para recebimento de RCC.



\* Caçambas com mais de 80% em volume de RCC "Classe A" (concreto, materiais cerâmicos, argamassa, solo)

**Figura 1: Fluxograma do gerenciamento de RCC em São Carlos-SP**

## Resultados da Etapa 2

Na cidade de São Carlos-SP, a ocupação de áreas urbanas ocorreu de forma fragmentada e desordenada, crescendo sobre áreas impróprias, com problemas de drenagem, erosão e de proteção de mananciais. Além disso, o desenvolvimento urbano da cidade ocorreu de forma desordenada e gerou uma série de problemas ambientais, de infraestrutura e de saúde pública, principalmente nas áreas periféricas (MARQUES NETO, 2003).

Segundo Marques Neto (2003), a cidade passou por grandes transformações a partir do ano 2000, uma vez que a economia do país se estabilizou com crescimento do poder aquisitivo da população. Com essa estabilidade econômica e com a inflação controlada, as perspectivas de contínuo crescimento e desenvolvimento do setor da construção civil tem se perpetuado ao longo dos últimos anos. A Tabela 1 apresenta os indicadores de geração *per capita* de RCC do município de São Carlos-SP do ano de 2003 (MARQUES NETO, 2003).

**Tabela 1: Provável geração *per capita* do município de São Carlos-SP em 2003**

Parâmetros	São Carlos (2003)		
	Geração de RCC (t/dia)	População (2001)	Geração per capita (kg/habxdia)
Áreas licenciadas	402,85	197.187	2,04
Movimento de cargas	396,11	197.187	2,01
Áreas de Disposição Final	343,23	197.187	1,74
<b>Média</b>	<b>380,73</b>	<b>197.187</b>	<b>1,93</b>

Fonte: Marques Neto (2003) adaptado

No estudo de 2009, representado na Tabela 2 também foi estimada a geração dos RCC pelos parâmetros movimento de cargas das empresas transportadoras e pelo parâmetro controle de transporte de resíduos nas áreas de reciclagem de entulho e aterro de inertes de São Carlos. Os resultados obtidos foram, respectivamente, de 618,46 m<sup>3</sup>/dia e 592,52 m<sup>3</sup>/dia.

O primeiro indicador não foi considerado o mais apropriado para estimar a geração no município, porque não quantificou os RCC gerados em reformas, demolições e serviços públicos de limpeza. Portanto, os resultados deste indicador depende dos resultados do segundo indicador. O segundo indicador não foi um bom indicador para quantificar RCC, porque não foi baseado em informações confiáveis do ponto de vista científico, como documentos para o controle das empresas de transporte. Finalmente, o terceiro provou ser mais apropriado para estimar a geração de município, tal como foi obtido por meio de monitoramento da recepção dos resíduos transportados em áreas de reciclagem e disposição final. Assim, o último indicador permitiu estimar a geração diária, no ano de 2009, em 592,52 m<sup>3</sup> (710 t) de resíduos RCC, o que representa uma taxa de volume de 3,14 kg / hab.dia, considerando a população do município de 226.789 habitantes.

**Tabela 2: Provável geração *per capita* do município de São Carlos-SP em 2009**

Parâmetros	São Carlos (2009)		
	Geração de RCC (m <sup>3</sup> /dia)	População (2009)	Geração per capita (kg/habxdia)
Áreas licenciadas	636,39	226.789	3,37
Movimento de cargas	618,46	226.789	3,27
Áreas de Disposição Final	592,52	226.789	3,14
<b>Média</b>	<b>615,79</b>	<b>226.789</b>	<b>3,26</b>

Fonte: Córdoba (2010)

Para o período de 2009 a 2012, foi realizado dimensionamento da geração de entulho pelo parâmetro áreas licenciadas em São Carlos. Para isso, foi utilizada a taxa média de geração de RCC de 137,02 kg/m<sup>2</sup> obtida por Marques Neto (2003) de diferentes construções novas realizadas na cidade. Tomando-se por base esta taxa foi possível estimar a produção de RCC, em toneladas, entre os anos de 2009 e 2012. A Tabela 3 apresenta o total de áreas aprovadas anualmente e a estimativa anual da geração de resíduos da construção civil, em toneladas.

**Tabela 3: Geração estimada de RCC por áreas licenciadas para construções novas**

	São Carlos				
	2009	2010	2011	2012	Média
Áreas totais licenciadas (m <sup>2</sup> )	466.192,98	613.315,45	666.716,76	601.409,74	586.908,73
Taxa de geração RCC (kg/m <sup>2</sup> )	137,02	137,02	137,02	137,02	137,02
Geração de RCC (t/ano)	63.877,76	84.036,48	91.353,53	82.413,38	80.418,23
Geração de RCC (t/mês)	5.323,15	7.003,04	7.612,79	6.867,78	6.701,52
<b>Geração de RCC (t/dia)</b>	<b>175,01</b>	<b>230,24</b>	<b>250,28</b>	<b>225,79</b>	<b>220,32</b>

A geração de RCC por habitante do município (Tabela 4) está elevada com tendência a crescimento, uma vez que em São Carlos, a exigência de planos de gerenciamento de RCC em canteiros de obras ainda não foi implantada pela Prefeitura Municipal. Cabe destacar, que apesar da cidade contar com a lei n° 13.867/2006 que instituiu o sistema de gestão de resíduos da construção civil, poucas empresas implantaram formas de gerenciamento dos resíduos nos canteiros por falta de regulamentação da referida lei.

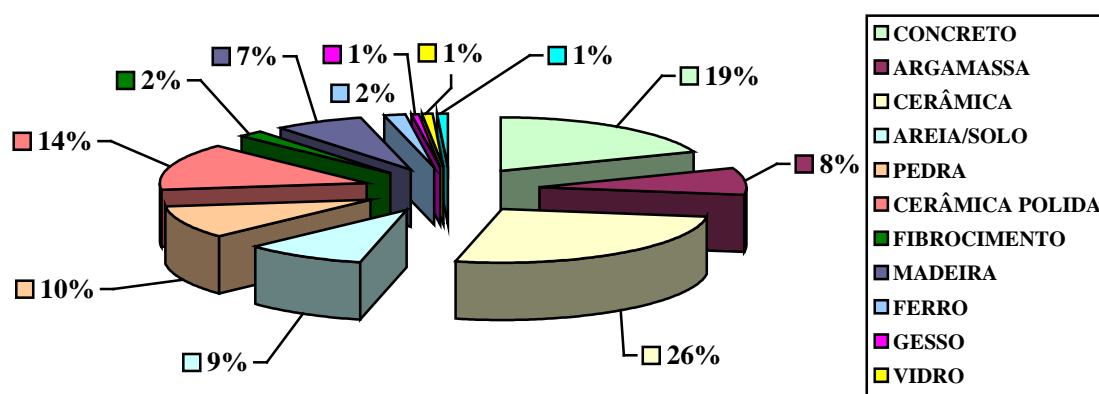
**Tabela 4: Provável geração de RCC *per capita* do município de São Carlos-SP pelo parâmetro áreas licenciadas junto a PMSC**

Parâmetro Área Licenciada	São Carlos-SP		
	Geração de RCC (t/dia)	População (IBGE/2010)	Geração <i>per capita</i> (kg/habxdia)
2009	175,01	221.936	0,79
2010	230,24	221.936	1,04
2011	250,28	221.936	1,13
2012	225,79	221.936	1,02
<b>Média</b>	<b>220,32</b>	<b>221.936</b>	<b>0,99</b>

### Resultados da Etapa 3

A composição do RCC constitui uma das etapas mais importantes do diagnóstico da situação desses resíduos no município. A partir dos tipos de materiais encontrados nos resíduos, é possível traçar estratégias de reciclagem e de controle de perdas desses materiais nas construções da cidade (MARQUES NETO, 2003).

No estudo realizado por Marques Neto (2003), por meio do cálculo das massas dos materiais foi determinada a composição dos resíduos da construção civil (RCC) das amostras, consideradas representativas para o município de São Carlos-SP. A Figura 2 ilustra a composição percentual dos materiais encontrados nos resíduos da construção civil da cidade de São Carlos-SP do estudo de 2003.



**Figura 2: Composição percentual dos RCC do município de São Carlos-SP**  
**Fonte: Marques Neto (2003)**

Com base nos resultados da caracterização qualitativa dos RCC realizados em 2009 (Tabela 5), pode-se observar que cerca de 80% em volume dos resíduos podem ser classificados como resíduos RCC "classe A".

O primeiro método de caracterização de Marques Neto (2003) mostrou-se mais adequado para a caracterização das amostras com pequeno volume, tal como pedra, areia e solo. No entanto, este método demonstrou ser ineficiente na representação de materiais volumosos como vigas, colunas e lajes de concreto.

O segundo método de Córdoba (2010) é melhor do que o primeiro na caracterização de amostras com peças de grande volume. Assim, a combinação desses dois métodos qualitativos seria adequada, porque se complementam.

**Tabela 5: Estimativa percentual da composição volumétrica e gravimétrica dos RCC em 2009**

Componente	Classe	% média em volume	% média em massa
Areia/ Solo	Classe A	31,33	37,20
Componentes Cerâmicos	Classe A	24,65	25,46
Concreto	Classe A	13,86	15,47
Argamassa	Classe A	10,65	13,76
Papel/Papelão	Classe B	7,57	1,17
Madeira	Classe B	6,76	4,25
Plástico	Classe B	1,79	0,18
Pedra	Classe A	1,31	1,48
Metais	Classe B	0,93	0,42
Outros <sup>(1)</sup>	-	0,60	0,01
Gesso	Classe B	0,43	0,51
Fibrocimento	Classe D	0,06	0,03
Asfalto	Classe D	0,06	0,06
Vidro	Classe B	-	-
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

(1) Materiais classificados como rejeitos (espumas, borrachas, pincéis, panos e matéria orgânica).

#### Resultados da Etapa 4

Schalch *et al.* (1997), constataram que o município de São Carlos possuía 20 áreas de descartes clandestinos de RCC distribuídas na malha urbana. Em 2003, pesquisa seguindo os mesmos critérios metodológicos constatou que o município possuía 27 locais de descarte clandestino (MARQUES NETO, 2003). Estudo de 2009 verificou que as áreas clandestinas continuaram a aumentar, totalizando em 42 áreas (CÓRDOBA, 2010). De acordo com informações da Prefeitura Municipal, essa tendência de crescimento das áreas clandestinas se manteve chegando a valores de 140 áreas (G1, 2012).

As Figuras 3 e 4 apresentam alguns descartes clandestinos registrados em pesquisas científicas realizadas no município.



**Figura 3: Área de descarte de RCC situada no Bairro Antenor Garcia no ano de 2003 (Marques Neto, 2003)**



**Figura 4: Descarte de RCD na APP próxima ao Córrego Santa Fé (Córdoba, 2010).**

A Tabela 6 apresenta uma análise comparativa dos estudos científicos sobre áreas de descarte clandestino existentes no município realizadas por Schalch *et al.* (1997), Marques Neto (2003) e Córdoba (2010), na qual pode-se observar que:

- Em 1997, as áreas de descartes clandestinos de grande e pequeno porte representavam respectivamente 45% e 25% do total das áreas, já em 2009/2010 as áreas de descarte irregular de grande e pequeno porte representaram respectivamente cerca de 7 % e 65% desse total. De acordo com Pinto (1999) essa característica mais significativa de áreas com pequenos descartes é típica em cidades de médio e grande porte, o que nos revela uma possível mudança da dinâmica das deposições devido ao crescimento do município nos últimos anos;



**Tabela 6: Histórico do porte das áreas de descarte de RCC e volumosos de 1997 a 2009**

Parâmetro Área Licenciada	Porte das áreas de descarte clandestino de RCC		
	Schalch et al. (1997) <sup>(4)</sup>	Marques Neto (2003) <sup>(5)</sup>	Córdoba (2009/2010) <sup>(6)</sup>
Pequeno <sup>(1)</sup>	25,0%	59,3%	64,3%
Médio <sup>(2)</sup>	30,0%	29,6%	28,6%
Grande <sup>(3)</sup>	45,0%	11,1%	7,1%

<sup>1</sup> Depósito clandestino pequeno – até 10 pilhas com 1,5 metros de altura

<sup>2</sup> Depósito clandestino médio – entre 10 e 50 pilhas com 1,5 metros de altura

<sup>3</sup> Depósito clandestino grande – acima de 50 pilhas com 1,5 metros de altura

Fontes: Schalch *et al.* (1997)<sup>(4)</sup>, Marques Neto (2003)<sup>(5)</sup> e Córdoba (2010)<sup>(6)</sup>

Para minimizar os impactos negativos causados por descartes clandestinos o município conta com cinco áreas de recebimento de entulho, chamados de Ecopontos. Nesses locais os munícipes podem levar seu RCC, os quais serão segregados e encaminhados de maneira ambientalmente adequada.

A responsabilidade por esses descartes clandestinos não é só do poder público e deve ser compartilhada também com os geradores de resíduos, os quais devem fazer bom uso dos Ecopontos, e principalmente: solicitar um comprovante dos transportadores, da regularidade junto à prefeitura, e do local de descarte (Córdoba *et al.*, 2011).

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

- O município de São Carlos possui um Plano de Gerenciamento Integrado de RCC de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002. Entretanto, o sistema de gerenciamento enfrenta dificuldades em virtude da falta de incentivo a elaboração de planos de gerenciamento de RCC em canteiros de obras;
- Embora o município tenha adotado medidas para equacionar o problema dos descartes clandestinos, por meio do uso de Ecopontos, este ainda sofre com o aumento dessas áreas pulverizadas pela malha urbana. Medidas fiscalizadoras fazem-se necessárias a fim de propiciar melhoria no sistema de manejo dos RCC;
- Os índices de geração *per capita* de RCC do município aumentou durante os períodos estudados, o que remete a busca de ações preventivas em busca da não geração, reutilização e reciclagem na fonte geradora, conforme recomenda a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010);
- Baseado nos resultados da caracterização qualitativa de 2009, podemos observar que 80% do volume de RCC gerado no município possui potencial para ser beneficiado em forma de agregados em usinas de reciclagem de RCC.
- Por fim, o procedimento de caracterização qualitativa dos RCD por análise de imagens desenvolvido no estudo de 2009 demonstrou ser eficiente para caracterização de amostras que apresentavam peças com grandes volumes como vigas, pilares e placas de concreto.

## AGRADECIMENTOS

Os autores prestam seus agradecimentos à CNPq e a CAPES, pelo financiamento desses estudos. Ao pessoal do NEPER (Núcleo de Estudo e Pesquisa em Resíduos Sólidos) pelo apoio, dicas e incentivo para realização desse trabalho. Ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos (DECiv/UFSCar) e ao Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG/UNESP) pela colaboração no planejamento dos estudos apresentados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANGULO, S. C. Normalização dos agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados para concretos e a variabilidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, Foz do Iguaçu. Anais. Florianópolis: ANTAC, 2002. p. 1.613-1.624.
2. ARAUJO, S. M. V. G.; JURAS, I. A. G. M. Comentários à Lei dos Resíduos Sólidos: Lei nº. 12.305, de 2 Agosto de 2010 (e seu regulamento). São Paulo: Editora Pillares, 2011.
3. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 448 – Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, DF, 2012.
4. BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, 2010c.
5. BRASIL. Decreto nº 7.404/2010, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 2010b.
6. CHAHUD, E. Reciclagem de Resíduos para a Construção Civil. 2007. 450f. Dissertação (Mestrado em construção civil) - Universidade Fumec, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Bauru, 2007.
7. CÓRDOBA, R. E. Estudo do Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Construção e Demolição do Município de São Carlos – SP. 2010. 406 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2010.
8. CÓRDOBA, R. E. ; FERREIRA, A. G. ; D' ALOIA, L.G.P. ; CORRÊA, T. ; SCHALCH, V. . Estudo da eficiência de ecopontos no gerenciamento integrado de resíduos de construção e demolição (RCD) do município de São Carlos-SP. In: 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011, Porto Alegre. 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011. v. 1. p. 1-10.
9. GUERRA, J. S. Gestão de resíduos da construção civil em obras de edificações. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Pernambuco, Recife, 2009.
10. G1, Portal de notícias – São Carlos/ Araraquara. Mantida pela globo.com, Brasil. Disponível em: <http://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2012/11/sao-carlos-tem-140-areas-de-descarte-irregular-de-entulho-afirma-prefeitura.html>. Acesso em 21 de nov. de 2012.
11. SCHALCH, V. ; CÓRDOBA, R. E. . Study of the Integrated Management of Construction and Demolition Wastes from São Carlos-SP. In: Sardinia 2011, Thirteenth International Waste Management and Landfill Symposium, 2011. Sardinia 2011, Thirteenth International Waste Management and Landfill Symposium, 2011. v. 1.
12. MARQUES NETO, J. C. (2003) “Diagnóstico para estudo de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição do Município de São Carlos-SP”. M.Sc. Dissertation – Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP), São Carlos-SP.
13. MARQUES NETO, J. C. (2009) “Estudo da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição na Bacia Hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI-15). 669p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2009.
14. PINTO, T.P. (1999) Metodologia para gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. 209p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999.
15. SCHALCH, V. et al. Projeto de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos de construção e demolição no município de São Carlos. Convênio: Secretaria Municipal da Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente, Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, Fundação para o Incremento da Pesquisa e Aperfeiçoamento Industrial. São Carlos: PMSC, 1997.