

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) GERADOS NO
MUNICÍPIO DE SANTA MARIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Gilson Tadeu Amaral Piovezan Júnior

**Santa Maria, RS, Brasil
2007**

AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) GERADOS NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA

por

Gilson Tadeu Amaral Piovezan Júnior

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Civil.**

Orientador: Professor Dr. Carlos Ernando da Silva

Santa Maria, RS, Brasil

2007

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) GERADOS NO
MUNICÍPIO DE SANTA MARIA**

Elaborado por
Gilson Tadeu Amaral Piovezan Júnior

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Civil

COMISSÃO EXAMINADORA:

Dr. Carlos Ernando da Silva
(Presidente/Orientador)

Dra. Luciana Paulo Gomes
(UNISINOS)

Dr. Rinaldo José Barbosa Pinheiro
(UFSM)

Santa Maria, 27 de fevereiro de 2007.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Miriam Ferreira Piovezan e Gilson Tadeu Amaral Piovezan, pela dedicação, carinho, amor e contribuição para que eu prosseguisse meus estudos.

A minha avó Rosa Maria Amaral Piovezan sua presença, apoio e carinho sempre constantes.

A minha namorada Sônia de Avila Botton, pela dedicação, paciência, incentivo, ajuda e exemplo de determinação e coragem.

As minhas irmãs, Francini Ferreira Piovezan e Patrícia Ferreira Piovezan, pelo carinho, amor e incentivo aos meus estudos.

Ao meu orientador do mestrado professor Carlos Ernando da Silva, pela sua paciência, compreensão e o apoio para realização deste trabalho.

A bióloga Isis Sâmara R. Pasquali, gerente da Secretaria Municipal de Proteção Ambiental de Santa Maria – SMPA, por fornecer dados importantes para essa dissertação.

Aos meus colegas e amigos, Ricardo Pippi Reis, Ronaldo Feltrin Segala, Giovanni Jaques Millani, Rafael Feltrin Segala, Adalberto Meller, Francieli Junges, Nádia Bonuma e Daniel Soares pela ajuda e companheirismo durante o decorrer desta pesquisa.

Ao Departamento de Hidráulica e Saneamento, especialmente a professora Maria do Carmo pelo apoio sempre demonstrado.

Ao presidente do Sindicato da Indústria da Construção Civil Rodrigo Décimo, pela chance de divulgar a importância da gestão sustentável dos resíduos da construção civil para o município de Santa Maria.

A Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade de realizar os meus estudos de graduação e pós-graduação, sempre gratuitos e de excelente qualidade.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Universidade Federal de Santa Maria

AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) GERADOS NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA

AUTOR: GILSON TADEU AMARAL PIOVEZAN JÚNIOR

ORIENTADOR: CARLOS ERNANDO DA SILVA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 27 de fevereiro de 2007.

A construção civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social do país; porém é uma grande geradora de impactos ambientais devido ao grande consumo de matéria-prima, a modificação da paisagem e a grande geração de resíduos. A geração de RCC no Brasil é estimada entre 230-760 kg/hab ano e as estimativas internacionais mostram uma variação de 130-3000 kg/hab ano. O município de Santa Maria-RS, situado na região central do RS, atualmente, tem uma população de 253.333 habitantes e ainda não possui um sistema de gerenciamento dos RCC como preconizado pela Resolução 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2002). Neste contexto, o presente trabalho visa investigar a geração quantitativa e a atual gestão dos RCC em Santa Maria, a fim de obter parâmetros e fornecer diretrizes para um correto gerenciamento desses resíduos. A pesquisa constitui-se na análise dos dados cadastrais e o relatório de atividades que as empresas transportadoras de RCC apresentaram à Secretaria Municipal de Proteção Ambiental (SMPA) no ano de 2004. Os resultados demonstram que as quatro empresas, as quais atualmente operam o sistema de transporte, descartam um volume médio mensal de RCC de 3.184 m³ resultando uma taxa de geração *per capita* de 189,46 kg/hab ano. Os RCC são depositados em terrenos baldios, alagados, ao longo de cursos d'água e em áreas periféricas acarretando desta forma, sérios problemas ambientais e de saúde pública. As estimativas obtidas nesse estudo estão abaixo dos resultados encontrados na bibliografia existente. A partir da avaliação dos RCC gerados no município, este trabalho também propõe ações futuras que poderão subsidiar o estabelecimento de um programa de gerenciamento dos RCC, com soluções ambientalmente e socialmente adequadas para o município de Santa Maria.

Palavras-chave: resíduos sólidos, resíduos da construção civil (RCC), gerenciamento de resíduos.

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Universidade Federal de Santa Maria

EVALUATION OF THE CONSTRUCTION AND DEMOLITION (C&D) WASTE FROM SANTA MARIA, RS, BRAZIL

AUTOR: GILSON TADEU AMARAL PIOVEZAN JÚNIOR

ORIENTADOR: CARLOS ERNANDO DA SILVA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 27 de fevereiro de 2007.

The construction industry is considered one of the most important activities to economical and social development in Brazil; however it is producing negative effects on the environment due to high consumption of raw material, landscape modification and high amount of waste generation. According to results determined in Brazil, the average rate of C&D waste is 230-760 kg/person.year and international estimates range between 130-3000 kg/person.year. Santa Maria County has an urban population of 242.000 inhabitants and do not have a management system of C&D waste as stated on is Resolution N° 307 of the National Environmental Council of Brazil of July 5th of 2002. The aim of this work was to evaluate the real situation of C&D waste in Santa Maria. An inventory of transport companies was performed to estimate the amount of C&D waste generated in the county. The results show a generation of the 3,184 m³/month, that gives a rate of 189,46 kg/person.year. The C&D waste are being disposed in inappropriated places yielding environment and public health problems. The results demonstrate that the C&D waste rates are below the results noticed in prior studies. This study proposes actions for the development of an environment program for C&D waste management of Santa Maria County.

Keywords: waste, construction and demolition (C&D) waste, waste management.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Classificação dos RCC segundo Resolução CONAMA 307/2002 e a Resolução 348/2004.....	23
Tabela 2	Valores de desperdício de materiais em processos construtivos convencionais em 12 estados e outras pesquisas.....	25
Tabela 3	Provável geração <i>per capita</i> de RCC em alguns municípios brasileiros.....	27
Tabela 4	Estimativa da geração dos RCC em diferentes países.....	28
Tabela 5	Comparação, em percentagem, da composição dos RCC gerados em diversos países e cidades brasileiras.....	32
Tabela 6	Levantamento de custos da gestão corretiva de alguns municípios de São Paulo.....	34
Tabela 7	Apresentação das Normas Técnicas referentes à construção dos dispositivos que fazem parte da Gestão Diferenciada dos RCC.....	38
Tabela 8	Indicadores da sustentabilidade da gestão diferenciadas.....	39
Tabela 9	Usos recomendados para resíduos reciclados.....	46
Tabela 10	Situação da implantação de gestão sustentável de RCC em municípios brasileiros.....	48
Tabela 11	Principais informações da reciclagem dos RCC em 12 municípios brasileiros.....	49
Tabela 12	Características das operações das usinas de reciclagem do Brasil....	50
Tabela 13	Avaliação da capacidade instalada das empresas transportadoras de RCC.....	57
Tabela 14	Inventário do transporte de RCC realizados pelas empresas no ano de 2004.....	58

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Divisão da participação da indústria da construção civil na formação do PIB de 2001.....	17
Figura 2	Impacto de diferentes tendências nas atividades de construção civil..	20
Figura 3	Percentagem em massa de vários constituintes dos resíduos sólidos urbanos em onze (11) cidade da região sudeste.....	26
Figura 4	Quantificação em massa da origem dos RCC em algumas cidades brasileiras.....	29
Figura 5	Composição dos RCC de Salvador-BA.....	30
Figura 6	Composição do RCC gerado em Passo Fundo-RS.....	31
Figura 7	Sistema de gestão dos RCC numa unidade de reciclagem.....	42
Figura 8	Localização do Município de Santa Maria.....	53
Figura 9	Diagnóstico da construção civil de Santa Maria.....	55
Figura 10	Caçambas estacionárias sem cobertura de proteção.....	61
Figura 11	Alguns casos da disposição incorreta dos RCC no município.....	62
Figura 12	Localização da futura localização da ATT do município de Santa Maria.....	63
Figura 13	Fluxograma da proposta de gestão dos RCC para o município.....	65

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1	Do desenvolvimento explorador ao sustentável.....	13
2.2	Indústria da construção civil e o desenvolvimento sustentável.....	16
2.3	Principais impactos causados pela indústria da construção civil.....	18
2.4	Resíduos da construção civil – RCC.....	22
2.4.1	Conceituação e classificação.....	22
2.4.2	Geração dos resíduos da construção civil.....	24
2.4.3	Origem e composição dos RCC.....	28
2.4.4	Impactos causados pela grande geração de RCC.....	32
2.5	Legislação e afins referentes à gestão dos RCC.....	35
2.6	Gerenciamento dos resíduos da construção civil - gestão corretiva versus gestão diferenciada.....	36
2.7	Reciclagem dos RCC.....	40
2.7.1	Usinas de reciclagem de RCC.....	41
2.8	Principais utilizações dos RCC.....	44
2.8.1	Utilização em pavimentos.....	44
2.8.2	Utilização como agregado para o concreto.....	44
2.9	Diagnóstico da gestão dos RCC em municípios brasileiros.....	47
3	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	51
3.1	Aspectos relevantes do município.....	51
3.2	Quantificação da geração dos RCC.....	52
3.3	Diagnóstico das áreas de disposição final dos RCC.....	53
4	ÁREA DE ESTUDO.....	53
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
5.1	Diagnóstico da situação dos RCC em Santa Maria.....	56
5.1.1	Serviços de transporte de RCC.....	56
5.1.2	Estimativa da geração de RCC.....	58
5.1.3	Avaliação do fluxo dos RCC.....	60
5.2	Proposta de gestão dos RCC para o município de Santa Maria.....	62
5.2.1	Agentes e ações propostas - Prefeitura Municipal através do órgão ambiental municipal.....	65
5.2.2	Agente e ações propostas - transportadores de RCC.....	67
5.2.3	Agente e ações propostas - SINDUSCON – SM.....	68

5.2.4	Agente e ações propostas - agente privado responsável pela destinação final dos RCC.....	68
5.2.5	Agentes e ações propostas - Ministério Público Estadual – MPE.....	69
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	69
7	BIBLIOGRAFIA.....	71

1 – INTRODUÇÃO

Ao longo da história, o homem vem explorando de forma inadequada, os recursos naturais para produzir os mais diversos tipos de materiais. Essa exploração vem aumentando cada vez mais devido ao grande crescimento populacional urbano, a intensa industrialização e o aumento do poder aquisitivo da população em geral. Devido a estes fatores, estão ocorrendo grandes alterações no meio ambiente, as quais vêm comprometendo negativamente a qualidade do solo, ar e os recursos hídricos.

Dentre esses aspectos, pode-se destacar o problema relacionado com a geração dos resíduos sólidos urbanos (RSU), que devido à quantidade e variabilidade dos elementos encontrados nos locais de sua disposição final vêm introduzindo uma série de conseqüências à saúde pública (SISSINO & OLIVEIRA, 2000).

No Brasil, o impacto ambiental provocado pela disposição incorreta dos resíduos é agravado pelas precárias condições sanitárias do país. Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), o país produz diariamente 125.281 t resíduos sendo que 63,6% dos municípios dispõem essa quantidade em lixões (IBGE, 2002).

Além disso, os números revelados pela PNSB podem ser ainda mais agravantes, pois, nesta mesma pesquisa, os autores fazem a ressalva que os informantes desta investigação, a maioria composta por agentes públicos, podem ter sido demasiadamente otimistas de modo a evitar a exposição de deficiências do sistema. (IBGE, 2002).

Entre o universo de todos os resíduos sólidos considerados como dos resíduos sólidos urbanos (RSU), pode-se destacar os resíduos da construção civil (RCC), também denominado de resíduos da construção e demolição (RCD) ou simplesmente “entulho”. Os RCC são oriundos dos serviços de infra-estrutura urbana, tais como: execução de novas obras, serviços de terraplanagem, demolições e reformas de construções existentes.

De acordo com PINTO (1999), a geração dos RCC em cidades brasileiras de grande e médio porte corresponde aproximadamente a 41 a 71% da massa dos resíduos sólidos urbanos.

Segundo DEGANI (2003), é perceptível que o setor da construção civil afasta-se cada vez mais do que se denomina desenvolvimento sustentável – progresso social e crescimento econômico aliados ao meio ambiente. Ainda é marcante a despreocupação desse setor com o grande volume gerado e o destino final dos seus resíduos.

De acordo com NETO (2005), a grande quantidade de geração dos RCC está diretamente ligada ao grande desperdício de materiais de construção que é produzido na realização dos empreendimentos da indústria da construção civil. O autor ainda conclui que há uma necessidade urgente de políticas públicas visando o controle da coleta, transporte e disposição final dos resíduos.

O controle destas etapas do fluxo dos resíduos potencializaria o emprego dos RCC como matéria-prima para a confecção de outros materiais ante as soluções meramente corretivas, as quais vêm causando grandes impactos ambientais e contribuem para o alto custo de limpeza urbana.

O correto manejo dos RCC tem como elemento norteador o diagnóstico da atual situação desses resíduos no município. Não há como definir política pública, sem que se conheça a realidade intrínseca de cada município, pois cada um tem suas particularidades econômicas, sociais, culturais e construtivas que, de alguma forma, interferiram no tipo e quantidade de RCC que esta cidade produz.

Devido a esses fatores, o presente trabalho visa avaliar a geração quantitativa e o manejo dos resíduos da construção civil gerados pelo município de Santa Maria-RS, a fim de fornecer subsídios para a elaboração e implementação da gestão dos RCC, buscando atender as necessidades locais e as diretrizes estabelecidas na legislação vigente.

Neste contexto, os resultados da avaliação dos RCC produzidos no município contribuirão para a definição de políticas públicas que venham proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental, de forma a respeitar as particularidades intrínsecas da cidade de Santa Maria.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, serão abordados os principais aspectos que envolvem a gestão sustentável dos resíduos da construção civil – RCC, as leis e normas que regem este modelo de gestão e um diagnóstico da gestão dos RCC de algumas cidades brasileiras.

2.1 – Do desenvolvimento explorador ao sustentável

O modelo de desenvolvimento explorador buscou de forma intensa e desenfreada o crescimento econômico por acreditar que somente assim desenvolveria o país, geraria riqueza e erradicaria a pobreza (NETO, 2005).

CASSA *et al.* (2001) reportam que nesse tipo de modelo de desenvolvimento, os recursos naturais são vistos como ilimitados e não se dá a devida importância, de que forma um produto é produzido e qual será o seu destino final pós-consumo, caracterizando assim, um modelo linear de produção. Dessa forma, a preservação ambiental é vista como antagônica ao crescimento e desenvolvimento econômico.

Nesse contexto, JOHN (2000) retrata que no modelo linear de produção, a princípio, a preservação ambiental estava associada apenas com a fauna e flora das áreas com mata nativa e dos rios. Aceitaram-se, nesse momento, níveis de poluição sem levar em conta a capacidade de suporte do meio ambiente.

Dessa forma, a preservação ambiental baseava-se somente na criação de parques e áreas especiais destinadas a preservação de amostras, com o intuito maior de preservar as espécies (CASSA *et al.*, 2001).

Conforme CAVALCANTI (1995), o desenvolvimento explorador se por um lado gerou avanços tecnológicos e contribui para o aumento de riquezas, por outro, gerou um grande desequilíbrio, aumentando a miséria, a degradação ambiental e a poluição.

De acordo com CASSA *et al.* (2001), a grande degradação ambiental, que atingiu principalmente a qualidade do ar e dos recursos hídricos, serviu de alerta para esse modo de desenvolvimento. A partir disso, surgiu o conceito de controle ambiental. Esse dispositivo estava basicamente fundamentado no rígido controle da produção industrial. Nesse momento, foram criadas as agências ambientais e as rígidas legislações de controle ambiental.

O mesmo autor, explica que o modelo de controle ambiental, que também pode ser denominado de modelo preservacionista, ainda dá uma maior ênfase na proteção de espécies em extinção, na fauna e flora.

Todavia, com os avanços no conhecimento dos efeitos diferentes tipos de poluentes sobre ao meio ambiente (efeito estufa, destruição da camada de ozônio), fica claro uma necessidade de reformulação no modelo de desenvolvimento explorador. Buscar equilíbrio entre a produção e a preservação ambiental torna-se uma premissa básica de qualidade de vida e a preservação do planeta para as futuras gerações. Conforme expõe DIAS (1992), o bem estar humano está diretamente dependente dos recursos naturais o qual, se bem manejado, será suficiente para todos.

A partir dessa nova visão de produção, surge o conceito de desenvolvimento sustentável, o qual implica num novo modelo de desenvolvimento que passa a incorporar e avaliar todos os impactos das atividades de produção e consumo. Esse modelo preocupa-se desde a extração da matéria prima até o destino final do produto após sua utilização (CASSA *et al.*, 2001).

Conforme OLIVEIRA & ASSIS (2001), o modelo de desenvolvimento sustentável teve como marco, a divulgação do relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, constituída pela Organização das Nações Unidas - ONU, divulgado em 1987 com o título de Nosso Futuro Comum ou *Relatório Brundtland*. Esse relatório divulga a idéia de que o desenvolvimento sustentável deve permitir à humanidade usufruir os recursos naturais sem comprometer a possibilidade de que as gerações futuras também possam fazê-lo.

Um evento que enfatizou o modo de pensar em um modelo sustentável foi a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – RIO 92 - onde 170 países membros da ONU, redigiram a Agenda 21.

Esse documento trata de um acordo desses países para colocar em prática pelos governos, agências de desenvolvimento, Órgãos das Nações Unidas e outras entidades, um amplo programa para o desenvolvimento sustentável do Planeta (OLIVEIRA & ASSIS, 2001).

De acordo com BITTAR (1999 *apud* ASSIS & OLIVEIRA, 2001), a Agenda 21 constitui um plano de ação a partir de quatro grandes temas – a questão do desenvolvimento, com suas dimensões econômicas e sociais; os desafios ambientais que tratam da conservação e gerenciamento de recursos para o desenvolvimento; o papel dos grupos sociais na organização e fortalecimento da sociedade humana; e, finalmente, os meios de implementação das iniciativas e projetos para a sua efetivação –. Estas são as bases para o encaminhamento de iniciativas voltadas à obtenção de melhores condições ambientais e de vida.

Desde a RIO 92 muita coisa vem mudando, mas, de certa forma, ainda existem resquícios do modelo de desenvolvimento explorador. Isso é bem claro em alguns países desenvolvidos, os quais lutam por um desenvolvimento a qualquer custo, por acreditar que somente assim sustentarão os empregos, o desenvolvimento tecnológico e o aumento das riquezas (MEADOWS *et al.*, 1992). O maior exemplo disso, atualmente, é a não cooperação dos Estados Unidos, e outros países, para a diminuição de emissão de carbono conforme foi estipulado pelo Protocolo Internacional Kyoto.

Ainda existe um longo caminho a percorrer para a humanidade consolidar as idéias da Agenda 21. Nessa Agenda está preconiza a visão de um modelo de desenvolvimento sustentável que não apenas demanda a preservação dos recursos naturais, de modo a garantir para as gerações futuras iguais condições de desenvolvimento – a equidade entre as gerações – mas, também, uma maior equidade no acesso aos benefícios do desenvolvimento, para um ambiente socialmente justo (JOHN, 2001).

2.2 – Indústria da construção civil e o desenvolvimento sustentável

A macroestrutura da indústria da construção civil, atividade também denominada de *construbusiness*, que envolve desde o setor de materiais de construção, a construção propriamente de edificações e a construção pesada como, por exemplo, construção de hidroelétricas, de estradas e etc., até a atividade imobiliária, são conhecidas como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social do Brasil (BRASIL, 1996).

O *construbusiness*, é um ramo da atividade industrial que gera uma grande quantidade de empregos e absorve um expressivo contingente de mão-de-obra dos mais diversos tipos e, em especial, os profissionais menos qualificados e socialmente mais dependentes. Além disso, é um setor que gera mais empregos a um custo baixo (BRASIL, 1996). Segundo *CONSTRUBUSINESS* (2003 *apud* SOUZA *et al.*, 2004), o contingente de mão-de-obra direta empregada no setor corresponde a 3,92 milhões de empregos.

Cerca de 70% de todos os investimentos feitos no país passa pela cadeia da indústria da construção civil (Brasil, 1996). Conforme mostra *CONSTRUBUSINESS* (2001 *apud* Neto, 2005), a participação da indústria da construção civil na formação do Produto Interno Bruto (PIB), vem aumentando desde o ano de 1995, sendo que nesse ano houve um registro de 14,2%, 14,3% (1996) e 14,8% (1997).

No ano de 2001, o índice de participação da indústria da construção civil chegou ao patamar de 15,6% da formação do PIB. Destacam-se, conforme mostra a figura 1, que 59 % desse índice é formado pelo setor da indústria de construções de edificações e construções pesadas, tais como: construção de barragens, estradas e etc., seguido por 23% do setor de produção de insumos e sua comercialização.

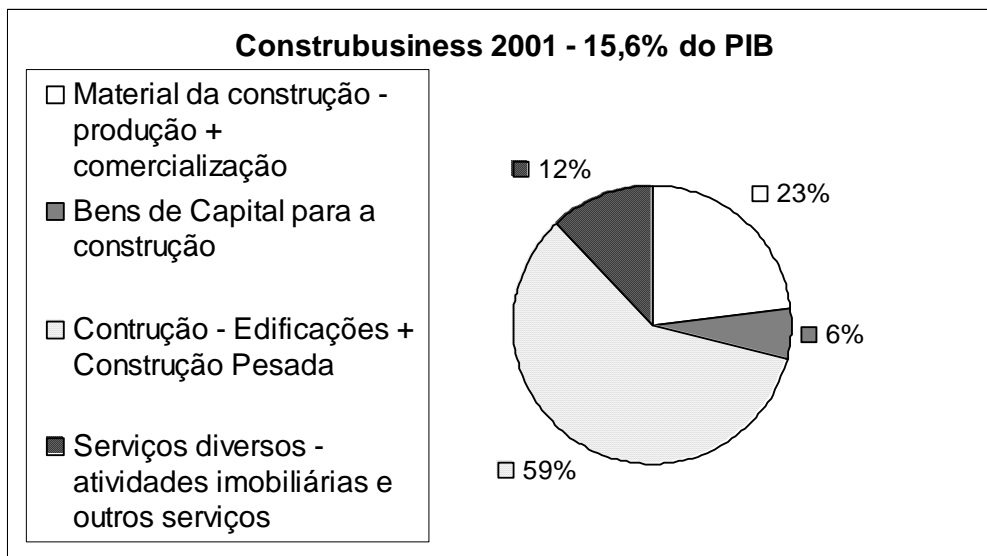


Figura 1 – Divisão da participação da indústria da construção civil na formação do PIB de 2001.

Entretanto, juntamente com a grande importância da indústria da construção civil como alavanca para o desenvolvimento social e econômico do país, este setor também vem, na mesma intensidade, gerando impactos negativos para o meio ambiente.

Todas as etapas do processo construtivo, tais como: extração da matéria-prima, produção de materiais, construção, utilização e demolição, causam impactos ambientais que afetam direta ou indiretamente os seguintes aspectos:

- A saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- As atividades sociais e econômicas;
- A biota;
- As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- A qualidade dos recursos ambientais.

2.3 - Principais impactos causados pela indústria da construção civil

A indústria da construção civil promove diferentes alterações ou impactos no sistema ambiental, dentre os quais pode-se destacar a utilização de grandes quantidades de recursos naturais; a poluição atmosférica; o consumo de energia e a geração de resíduos.

Segundo JOHN (2005 a), a indústria da construção civil consome entre 15% a 50% de todos os recursos extraídos da natureza. Essa quantidade coloca esse setor como o maior consumidor individual de recursos naturais.

Para se ter uma idéia, o consumo de agregados naturais varia de 1 a 8 t/hab.ano, sendo 6 t/hab.ano no Reino Unido e 220 milhões de toneladas no Brasil para a confecção de concreto e argamassa. Além disso, a indústria da construção civil consome cerca de 66 % da madeira produzida, sendo que a maioria de produto não provém de florestas ambientalmente manejadas (JOHN, 2005 a).

De acordo com ZORDAN (1997), o grande consumo de matérias-primas está diretamente ligado ao grande desperdício de material que ocorre nos empreendimentos, a vida útil das estruturas construídas e devido às obras de reparos e adaptações das edificações existentes.

SOUZA *et al.* (2004), comparando a indústria da construção civil com a indústria automobilística, outra grande consumidora de recursos naturais, concluiu que a primeira tem um consumo de 100 a 200 vezes maior que a segunda.

A degradação da qualidade do ar é verificada principalmente nos sistemas produtivos de alguns materiais para a indústria da construção civil. Os poluentes são emitidos na forma de gases e material particulado. Segundo JOHN (2005 a), para produzir uma tonelada de clínquer se produz 600 kg de CO₂. Acredita-se que de 1950 a 1980 essas atividades tenham dobrado a produção de CO₂, contribuindo para os impactos de efeito global, efeito estufa. A nível local, a poluição atmosférica é verificada especialmente nas atividades construtivas e de demolição. O manejo inadequado dos materiais e a ausência de equipamentos de retenção de particulados (telas, sistemas de microaspersão hidráulica) promovem a geração

excessiva de poeira, trazendo transtornos na área de operação e manejo, tanto nas construções como na extração de matéria prima.

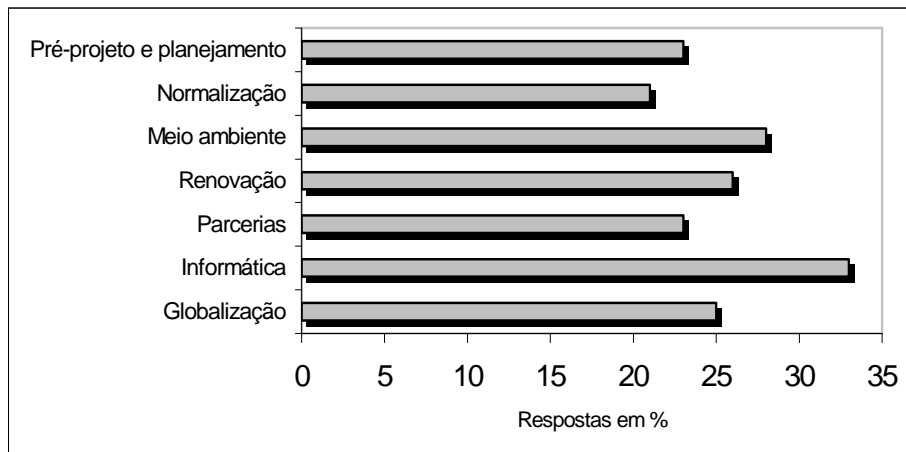
De acordo com *INDUSTRY AND ENVIRONMENT* (1996 *apud* JOHN, 2005 b), a indústria da construção civil consome muita energia devido à dispersão espacial dos locais de extração de matéria-prima e do sistema de transporte de insumos a grandes distâncias. Um exemplo disso é o transporte de areia natural da cidade de São Paulo, existem jazidas desse material que já estão a mais de 100 km de distância da cidade, ou seja, a essa extensão, há um maior consumo de energia e queima de combustível (poluição atmosférica). O autor avalia que cerca de 80 % energia utilizada na produção de um edifício é consumida na produção e transporte materiais.

Dentre todos os impactos ambientais gerados pela construção civil, pode-se destacar a grande geração de resíduos da construção civil - RCC. De maneira geral, a massa RCC é igual ou maior que a massa de resíduos sólidos domiciliar. PINTO (1999) estimou que algumas cidades brasileiras, a geração do RCC está entre 41 a 70% da massa total dos resíduos sólidos urbanos.

Esta quantidade de resíduo é bastante preocupante no Brasil, porque o impacto ambiental provocado pela disposição incorreta dos resíduos é agravado pelas precárias condições sanitárias do país. Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), 63,6% dos municípios dispõem a grande maioria dos seus resíduos em “lixões” (IBGE, 2002).

Neste contexto, e de acordo com JOHN (2001), nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que o complexo da indústria da construção civil, setor esse que dá suporte para o desenvolvimento da sociedade, sofra grandes transformações.

Esta afirmação está de acordo com o resultado de uma pesquisa, conforme mostra a figura 2, realizada pela *Civil Engineering Research Foundation* (CERF), onde 1500 projetistas, construtores e pesquisadores de todo mundo apontaram “as questões ambientais”, como a segunda maior das tendências fundamentais para futuro do setor.



Fonte: Adaptado de JOHN (2005 b).

Figura 2 – Impacto de diferentes tendências nas atividades de construção civil.

No ano de 1999, foi publicada pelo *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* (CIB) uma Agenda 21 para o setor da construção civil, denominada de *Agenda 21 on Sustainable Construction*. Este documento aponta como base para a sustentabilidade da indústria da construção civil, os seguintes critérios:

- Redução do consumo energético e da extração dos recursos minerais;
- Conservação das áreas naturais e de biodiversidade;
- Manutenção da qualidade do ambiente construído.

Todavia, a Agenda 21 do CIB (1999) teve como objetivo maior, apresentar um conjunto de estruturas para que fossem criadas outras agendas internacionais, as quais seriam construídas de acordo com a realidade social, econômica, cultural e ambiental de cada país.

Baseado nestas idéias, JOHN *et al.* (2000) propuseram uma Agenda 21 para a indústria da construção civil brasileira, a qual baseava-se nas seguintes propostas:

- Redução das perdas de materiais com o melhoramento dos processos construtivos;
- Reciclagem dos resíduos da indústria da construção civil, para que estes sejam empregados como materiais de construção;
- Durabilidade e manutenção de edificações.

Segundo VÁSQUES (2001), a indústria da construção civil sustentável deve investir numa produção baseada na redução de geração de resíduos, desenvolvendo tecnologias limpas, utilização de materiais recicláveis, reutilizáveis ou secundários e na coleta e deposição de inertes. Todos esses cuidados devem ser tomados para que, no caso específico, os resíduos da construção civil possam ser reutilizáveis nos mais diversos tipos de obras.

De acordo com DEGANI (2003), é perceptível que o setor da construção civil afasta-se cada vez mais do desenvolvimento sustentável. Ainda é marcante a despreocupação desse setor com o grande volume gerado e o destino final dos seus resíduos.

DEGANI (2003), avalia que a dificuldade da construção civil em preservar o meio ambiente ainda é agravada pelo grande desafio desse setor em enfrentar o déficit habitacional, na infra-estrutura para o transporte, comunicações, abastecimento d'água, nas obras de captação e tratamento de esgoto e na produção de energia. A indústria da construção civil deve adotar novos critérios para a seleção de insumos a serem empregados nos empreendimentos e também, novas formas de lidar com os resíduos gerados nos canteiros das obras, para que se possam desenvolver metodologias para auxiliar a indústria da construção civil desenvolver-se de modo sustentável.

SOUZA *et al.* (2004), afirma que as discussões das questões ambientais que envolvem os RCC estão intimamente ligadas com o desperdício dos recursos naturais e a escassez de locais de deposição de resíduos. A disposição inadequada dos resíduos, além de ocasionar transtorno à população, demanda de vultosos investimentos financeiros, o que coloca a indústria da construção civil o centro de discussões na busca de pelo desenvolvimento sustentável nas suas diversas dimensões.

2.4 – Resíduos da construção civil – RCC

A seguir, serão apresentadas a conceituação, classificação, aspectos gerais e legais da gestão dos RCC. Além disso, é avaliada a gestão sustentável dos RCC desenvolvida em algumas cidades brasileiras.

2.4.1 – Conceituação e classificação

A partir das normas técnicas da Associação Brasileira das Normas Técnicas (ABNT), BIDONE & POVINELLI (1999), citam que os resíduos da construção civil, comumente chamados de “entulhos”, eram classificados como Resíduos Classe II – Inertes, ou seja, “são resíduos que, submetidos ao teste de solubilização, não tiveram qualquer de seus componentes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água. Listagem 8 e Anexo H da NBR – 10.004.”

Devido a esta classificação e o baixo desconforto que causam os maiores constituintes do RCC, que não são putrescíveis, pouca importância foi dada para estes resíduos. Além disso, a expressão inerte credita uma ideia de baixo impacto ambiental e pouco prejuízo à saúde pública (PINTO, 1999).

De certa forma, quando se deu mais importância aos impactos causados pelos resíduos sólidos, deu-se mais enfoque nos problemas causados pelos resíduos considerados mais agressivos como, por exemplo, os resíduos sólidos domiciliares (RSD) e os resíduos de serviço de saúde (RSS). Entretanto, com o aprimoramento e o avanço das investigações sobre todos os aspectos relativos dos resíduos sólidos urbanos (RSU), verificou-se as dimensões dos problemas causados pelo grande volume gerado de resíduos da construção civil, o qual, segundo PINTO (1999), estimou entre 41% a 71%, em massa, dos resíduos produzidos em ambiente urbano.

Nesse contexto, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) aprovou através da Resolução N° 307 de 05 de julho de 2002, critérios e procedimentos para

a gestão dos Resíduos da Construção Civil (RCC). Para efeito dessa resolução os RCC são conceituados 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, concreto em geral, solos rochas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamados de entulho de obras, calça ou metralha.

Antes da publicação da resolução 307, os RCC eram denominados de Resíduo de Construção e Demolição (RCD). Essa designação é baseada na nomenclatura internacional, que denomina os RCC como *Construction and Demolition Waste*, ou simplesmente, *C&D waste*.

De acordo com CONAMA, os RCC são classificados de acordo com a tabela 1.

Tabela 1- Classificação dos RCC segundo Resolução CONAMA 307/2002 e a Resolução 348/2004.

Classificação	Tipologia
Classe A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
Classe B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
Classe C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;
Classe D	São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: amianto, tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Fonte: Resolução 307 e 348 do CONAMA.

A diferenciação dos RCC nessas quatro classes distintas possibilita ao gerador realizar um melhor manejo e segregação dos resíduos. Desta forma, o gerador poderá identificar quais as diferentes soluções para os distintos resíduos produzidos no seu empreendimento, atingindo dessa maneira, um menor custo de disposição final e ganhos sócio-ambientais.

2.4.2 – Geração dos resíduos da construção civil

Durante muitos anos, não houve estimativas dos desperdícios de materiais e da geração de resíduos dos processos construtivos e nem tão pouco, a origem dos problemas. Mas, atualmente, este quadro reverteu-se e as informações obtidas pelas pesquisas exibem os índices de perdas e a geração dos resíduos da construção civil (NETO, 2005).

Conforme SOUZA *et al.* (2004), a geração dos resíduos da construção civil está intimamente ligada com a parcela do excesso de consumo de materiais nos canteiros de obras. Esse desperdício de material é entendido como a percentagem entre a quantidade de material teoricamente necessário (QMT) e a quantidade de material realmente utilizado (QMR), ou seja, perda (%) = $((QMR - QMT) / QMT) * 100$.

O autor ainda explica que o desperdício de material pode-se dar, basicamente, de três (03) maneiras distintas, são elas:

- a) **Furto e/ou extravio** – o que normalmente é um valor muito baixo em grandes empreendimentos os quais, normalmente, tem controle qualitativo e quantitativo dos materiais;
- b) **Incorporação de materiais à edificação** – fato esse que ocorre principalmente em materiais para moldagem de peças *in loco* nas obras tais como: peças de concreto armado e revestimentos argamassados;

- c) **Resíduos da Construção Civil (entulho)** – que é o “lixo que sai da obra”, o qual é considerado o modo mais visível de verificar o desperdício de uma obra.

PINTO (1989 *apud* PINTO, 1999) explica que através de vários estudos realizados no país, considera-se que a perda da construção civil do Brasil está com uma percentagem entre 20% a 30%. A tabela 2 revela os valores de desperdícios de materiais em atividades construtivas convencionais em 12 estados brasileiros.

Tabela 2 – Valores de desperdício de materiais em processos construtivos convencionais em 12 estados e outras pesquisas.

Materiais	PINTO (1989 <i>apud</i> PINTO, 1999)	SOILBEMAN (1993 <i>apud</i> PINTO, 1999)	SOUZA <i>et al</i> (1998 <i>apud</i> PINTO, 1999)
Concreto usinado	2%	13%	9%
Aço	26%	19%	11%
Blocos e Tijolos	13%	52%	13%
Cimento	33%	83%	56%
Cal	102%	-----	36%
Areia	39%	44%	44%

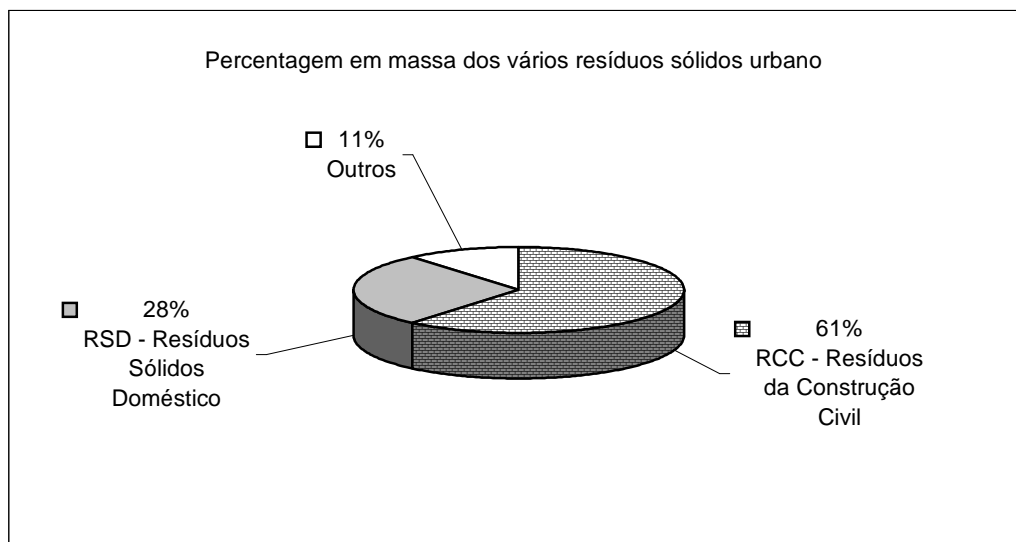
Fonte: Adaptado de PINTO (1999).

Estes números de desperdícios apresentados na década 90, na qual acreditava que o desperdício de material na construção civil era quase 1/3, ou seja, de cada três prédios construídos um era perdido, foram contrariado por um estudo realizado por AGOPYAN (2001).

O autor, através do maior estudo realizado no país sobre desperdício, onde foram investigados os desperdícios de materiais em 100 construtoras de norte a sul do país, mostra que os números do desperdício de material incorporado na obra ou na forma de geração de entulho são de cerca de 7% a 8%.

Desta quantidade de desperdícios, ZORDAN (2006), estima que, aproximadamente, 50 % dos materiais desperdiçados seja responsável pela geração dos RCC.

De maneira geral, a quantidade de materiais perdidos em obras que refletem na geração de resíduos corresponde em massa, em valores iguais e maiores que a massa de resíduos sólidos domiciliares. Esta predominância dos RCC sobre todos os resíduos gerados no ambiente urbano é exemplificada por PINTO (2005) nos estudo realizado em onze (11) municípios da região sudeste, figura 3.



Fonte: Adaptado de PINTO (2005)

Figura 3 – Percentagem em massa de vários constituintes dos resíduos sólidos urbanos em onze (11) cidade da região sudeste.

A quantificação da geração de RCC de alguns municípios brasileiros é apresentada no estudo realizado por XAVIER & ROCHA (2001). A tabela 3 sumariza os principais resultados levantados, demonstrando uma geração *per capita* de RCC entre 0,66 a 2,43 kg/hab.dia.

Tabela 3 – Provável geração *per capita* de RCC em alguns municípios brasileiros

Município	População	Geração de RCC (t/dia)	Geração de RCC Per capita (kg/ hab.dia)
Santo André – SP	625.564	1.013	1,61
São José do Ribeirão Preto – SP	323.627	687	2,12
São José dos Campos – SP	486.467	733	1,51
Ribeirão Preto – SP	456.252	1.043	2,29
Jundiaí – SP	293.373	712	2,43
Vitória da Conquista – BA	242.155	310	1,28
Campinas – SP	850.000	1.258	1,48
Salvador – BA	2.211.539	1.453	0,66
Florianópolis – SC	285.281	636,12	2,23

Fonte: Adaptado de XAVIER & ROCHA (2001)

JOHN & AGOPYAN (2005) mostram, através da tabela 4, que as estimativas da geração *per capita* de RCC internacionais variam de 130 a 3000 kg/hab.ano. Esta grande variabilidade nos valores é devida à classificação dos resíduos, pois, alguns estudos incluem a remoção de solo enquanto outros não. Além disso, essa amplitude deve-se as diferentes tecnologias de construção empregada nos diferentes países.

No Brasil, os autores encontraram valores estimados entre 230-760 kg/hab.ano. Entretanto, a mediana destes valores, 510 kg/hab.ano, é que mais se aproxima dos valores internacionais.

Tabela 4 – Estimativa da geração dos RCC em diferentes países

País	Taxa de geração Kg/hab.ano	Fonte
Suécia	136 – 680	TOLSTOY, BÖRLUND & CARLSON (1998); EU (1999)
Holanda	820 – 1300	LAURITZEN (1998); BROSSINK; BROUWERS & VAN KESSEL (1996); EU (1999)
EUA	463 – 584	EPA (1998); PENG, GROSSKOPF, KIBERT(1994)
UK	880 – 1120	DETR (1998); LAURITZEN (1998)
Bélgica	735 – 3359	
Dinamarca	440 – 2010	LAURITZEN (1998), EU (1999)
Itália	600 – 690	
Alemanha	963 – 3658	
Japão	785	KASAT (1998)
Portugal	325	EU (1999)
Brasil	230-760	PINTO (1999)

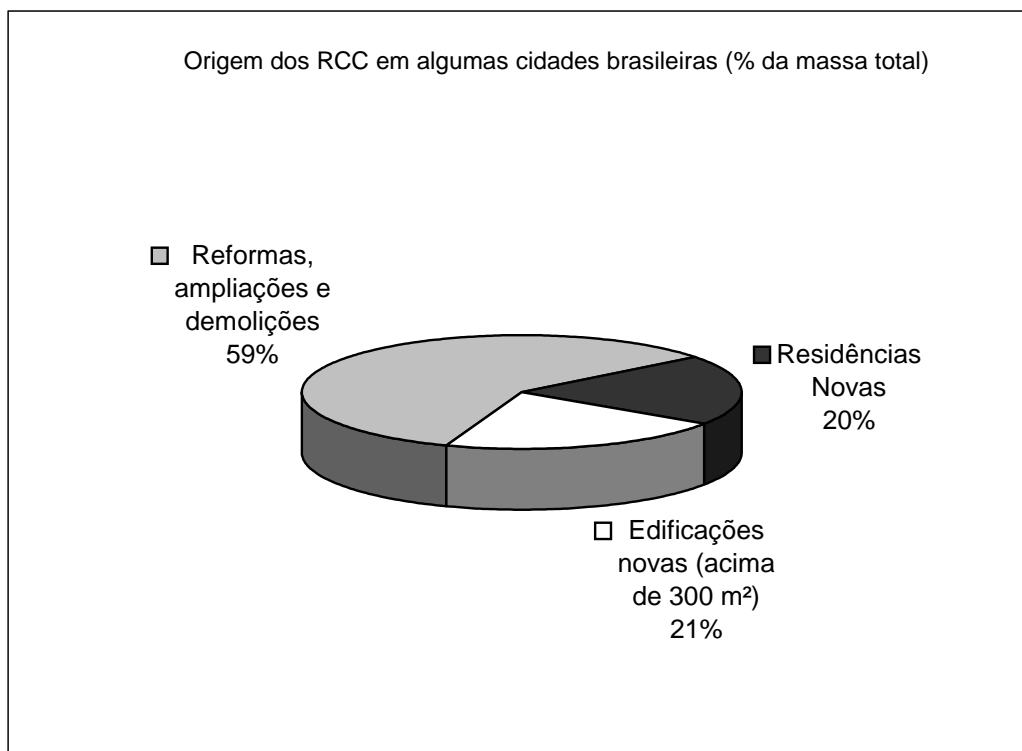
Fonte: Adaptado de JOHN & AGOPYAN (2005).

A maioria dos valores apresentados demonstra que a geração de RCC em vários países é sempre maior que as estimativas de geração dos resíduos sólidos domésticos, com exceção dos Estados Unidos.

Conforme a Agência de proteção Ambiental Americana (EPA, 1998), os Estados Unidos é um país em que a geração dos RCC é inferior a quantidade de resíduos sólidos domésticos, ou seja, a taxa de geração de RCC é de 463 kg/hab.ano contra 790 kg/hab.ano de resíduos sólidos urbano. Esta disparidade pode ser explicada pela pequena participação da construção civil norte-americana na atividade econômica deste país, pois, a atividade de construção participa somente com 6,5% do PIB, em quanto no Brasil, corresponde a quase 15% do PIB (JOHN 2000).

2.4.3 – Origem e composição dos RCC

De acordo com PINTO E GONZÁLES (2005), os resíduos da construção civil no Brasil têm diferentes origens, mas, destaca-se conforme a figura 4, a grande quantidade de resíduos que são gerados em reformas, ampliações e demolições.



Fonte: adaptado de PINTO (2005).

Figura 4 – Quantificação em massa da origem dos RCC em algumas cidades brasileiras.

PINTO (2005), apontou que em alguns municípios brasileiro mais de 75% dos resíduos da construção civil são provenientes de construções informais (obras não licenciadas) enquanto 15% a 30% são oriundas de obras formais (licenciadas pelo poder público)

BOSSINC *et al.* (1996 *apud* JOHN, 2000), explica que a Alemanha e a Europa Oriental geram em torno de 66% dos seus RCC nas obras de manutenção e demolição e o restante na construção.

Nos Estados Unidos, segundo a Environmental Protection Agency – EPA (EPA,1998), os RCC produzidos são considerados como residencial e não residencial. No estudo da agência ambiental americana, verificou-se que dos 43% dos resíduos residencial, 11% são oriundos de construções, 34% de demolição e 55% de remodelação. Já os RCC não residenciais (resíduos originados da

construção de estradas e pontes, por exemplo), 57% do total produzido nos EUA, 8% são originários da construção, 48% de demolição e 44% da conservação e remodelação.

Além das diferentes origens dos RCC, estes também apresentam elementos de diferentes naturezas, tais como: solo; rocha; concreto armado ou não; argamassa de cimento e cal; metais, madeiras e etc. Estes elementos apresentam-se em diferentes proporções e dependem basicamente: da origem do RCC, fases da obra, tecnologia construtiva e da natureza da construção.

De acordo com XAVIER & ROCHA (2001), das 636,12 t/dia de geração de RCC em Florianópolis-SC, 23% é composta de solo, poda, resíduos; 28% de papel, papelão, aço, madeira; e 49% de resíduo passível de reciclagem para a construção civil (cimento, argamassa, concreto, tijolo).

CASSA *et al.* (2001), investigando a geração de RCC dispostos em um aterro na cidade de Salvador-BA, encontrou, conforme mostra a figura 5, para os 2.044 m³/dia de resíduo, 94% da composição com alto potencial para reciclagem. Desta quantidade, destaca-se que 53% é formado por resto de concreto e argamassa; 14% de material cerâmico; 5% de rocha; e 22% de solo e areia.

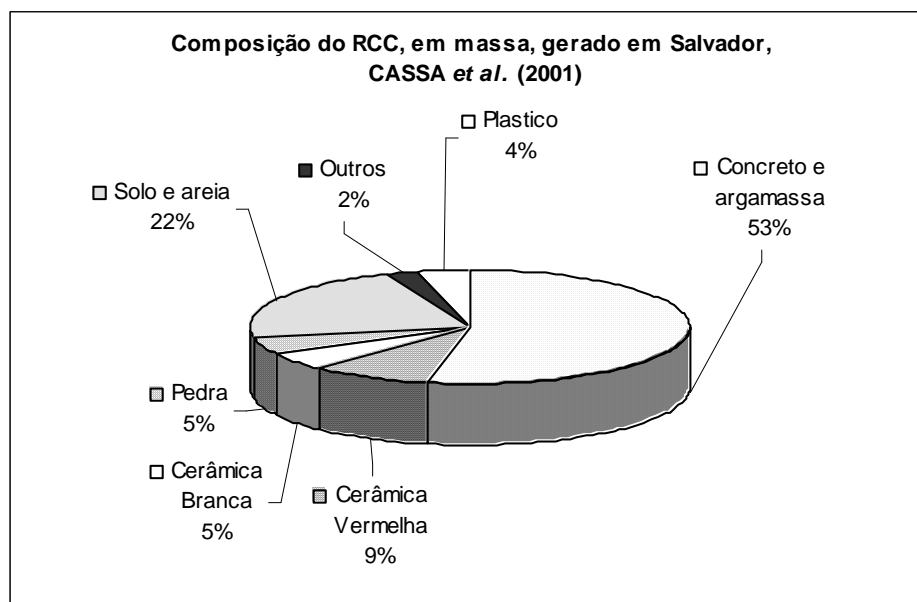


Figura 5 – Composição dos RCC de Salvador-BA.

No estudo realizado em Passo Fundo-RS por BONFANTE *et al.* (2002), utilizando parte da metodologia proposta por CASSA *et al.* (2001), os autores encontraram uma geração de 2.700 m³/mês de RCC. Conforme mostra a figura 6, os RCC são compostos por: 38% de cerâmica; 15% de concreto; 20% de solo e areia; 1% de podas; 2% de madeira; 1% de metal e 23% de rejeito (resíduo doméstico, resíduo orgânico, latas de tinta, estopas com óleo e etc.).

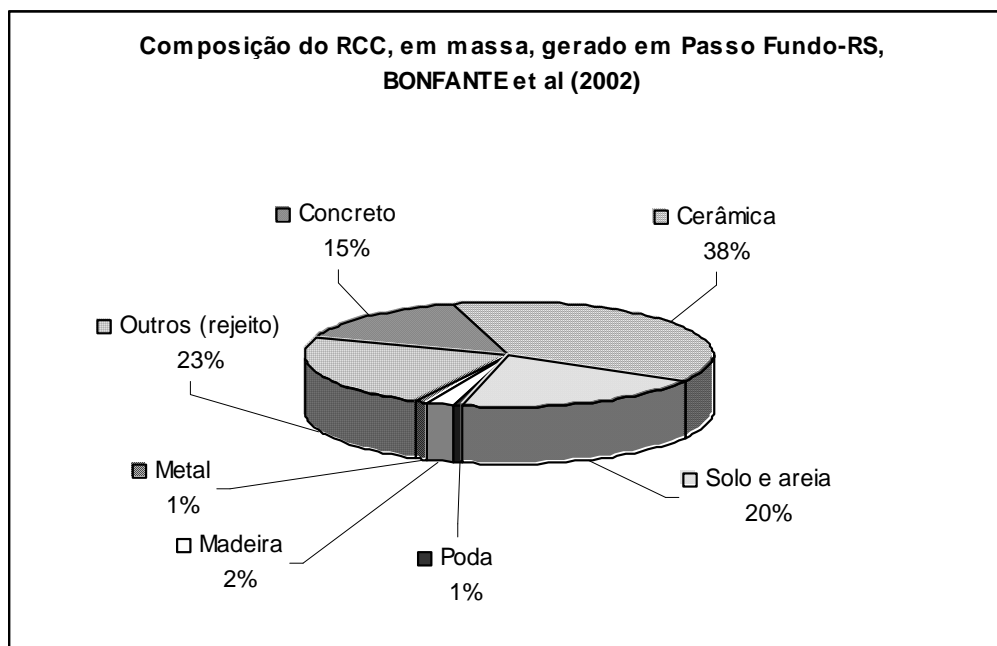


Figura 6 – Composição do RCC gerado em Passo Fundo-RS.

Comparando os dados obtidos em Passo Fundo e Salvador, os quais utilizam metodologias de investigação semelhantes, encontramos uma grande diferença entre resíduos denominados como rejeito (outros).

Isto ocorreu, por que no estudo realizado em Salvador, os autores descartavam, na investigação qualitativa, as cargas que possuíam quantidades expressivas de resíduos considerados como rejeitos.

De acordo com resultados de outros estudos realizados no país, e o encontrado por BONFANTE *et al.* (2002), a metodologia utilizada por CASSA *et al.* (2001), mascara a verdadeira gestão realizada atualmente, onde os resultados

demonstram que os contêineres utilizados para o transporte de RCC, também são utilizados para outros resíduos.

Na tabela 5, são apresentados dados comparativos da composição de RCC gerados em diversos países e algumas cidades brasileiras.

Tabela 5 – Comparação, em percentagem, da composição dos RCC gerados em diversos países e cidades brasileiras.

Material	Reino Unido	Hong Kong	São Carlos	São Paulo	Ribeirão Preto	Salvador
Concreto e argamassa	9	17	69	12-33	59	53
Solo e areia	75 (+rocha)	19	-	82-32	-	22
Cerâmica	5	12	29	3-30	23	14
Rocha	-	23	1	-	18	5
Outros	11	28	1	3-5	-	6

Fonte: Adaptado de NETO (2005).

Conforme os dados encontrados nos diferentes estudos sobre a composição dos RCC, conclui-se que a geração dos resíduos é retrato da enorme gama de produtos utilizados em obras, das diferentes tecnologias construtivas, dos tipos de materiais predominantes numa região e, provavelmente, da qualidade e treinamento da mão-de-obra (CASSA *et al.*, 2001).

2.4.4 – Impactos causados pela grande geração de RCC

De acordo com CASSA *et al.* (2001), são várias as conseqüências negativas causadas pelo fluxo irracional e descontrolado do grande volume de RCC gerado nos municípios. Dentre os problemas causados por este ineficaz gerenciamento desses resíduos, que foi denominado por PINTO (1999) de gestão corretiva, podemos destacar o impacto ambiental e o econômico.

Os impactos ambientais causados pela má gestão dos RCC é devido a não captação compromissada dos resíduos da construção civil, a inexistência de políticas públicas que disciplinem a destinação dos resíduos e tudo isso associado a um ineficaz gerenciamento ambiental de alguns agentes ligados à gestão dos RCC, impõe-se à população um expressivo número de áreas degradadas denominadas, conforme PINTO & GONZÁLES (2005), de **bota-foras clandestinos** ou de **deposições irregulares**.

De acordo com os autores, a diferença entre bota-fora clandestino e deposição irregular é a seguinte:

Bota-foras clandestinos - é uma área procedente da deposição irregular de resíduos executada, principalmente, por empresas privadas de transporte de RCC, o qual utilizam grandes áreas sem licenças ambientais ou com consentimento tácito, ou explícito, das administrações locais;

Deposição irregular - é o resultado da disposição de resíduos gerados por pequenas obras e reformas realizadas pela população mais carente, que não dispõem de recursos financeiros para contratar empresas de transporte. Em geral a uma maior número deste tipo de área em relação aos bota-foras e são mais próximas dos locais de origem dos resíduos.

Entretanto, essas duas áreas estão quase sempre localizadas nas periferias das cidades onde há maior número de áreas livres e, vizinhas a estas áreas, encontra-se a população mais carente, a quais são mais afetadas pelos problemas causados pela disposição incorreta dos RCC.

Independentemente das características técnicas entre os dois tipos de áreas, as duas causam os seguintes problemas ambientais:

- Os locais de deposição incorreta dos RCC provocam atração de outros tipos de resíduos como, por exemplo, resíduos domésticos, industriais e etc. e, dessa forma, tornam-se ambiente de proliferação de vetores transmissores de doenças;
- As deposições dos RCC em várzeas causam assoreamento dos cursos d'água, degradação de áreas de manancial e de proteção ambiental permanente;
- A deposição em vales pode causar instabilidade de encostas;
- O acúmulo dos resíduos em zonas de tráfego podem causar obstrução de vias de pedestres e de veículos;

- As deposições destes resíduos, perto de redes de drenagem, podem causar obstrução do sistema de drenagem.

Esta situação demonstra claramente a despreocupação dos agentes envolvidos na gestão dos RCC, com os custos sócio-ambientais que estão envolvidos na gestão corretiva (PINTO & GONZÁLES, 2005).

Conforme PINTO & GONZÁLES (2005), os RCC além de causarem impactos ambientais e, conseqüentemente, na qualidade de vida, também impactam sobre maneira a economia dos municípios.

Conforme mostra a tabela 6, a correção da má disposição dos RCC no ambiente urbano implica em grandes somas de recursos financeiros e comprometem de forma interligada custos sociais, tanto pessoais como públicos.

Tabela 6 – Levantamento de custos da gestão corretiva de alguns municípios de São Paulo.

Município	Operador da atividade	Tipo de Remoção	Custo Unitário R\$/m ³	R\$/ano por habitante
Guarulhos (2001)	Administração direta	Manual	43,38	3,22
		Mecânica	34,76	
Diadema (2001)	Administração direta	Manual	44,11	4,95
		Mecânica	----	
Piracicaba (2001)	Administração direta	Manual	----	1,04
		Mecânica	24,37	
São Paulo (2004)	Empreiteira	Manual	54,11	2,12
		Mecânica	29,62	
Salvador (2004)	Empreiteira	Manual	44,79	4,59
		Mecânica	28,67	

Fone: Adaptado de PINTO & GONZÁLES (2005).

Os autores explicam que os custos de cada município dependem da quantidade de mão-de-obra empregada, tipos de equipamento – caminhão, carregadeiras, tratores de esteiras –, das características dos resíduos removidos, da distância de transporte dos resíduos e etc..

BRITO FILHO (1999 *apud* JOHN, 2000), aponta que na cidade de São Paulo a prefeitura municipal recolhe cerca de 4 mil toneladas de RCC ao custo mensal de 4,5 milhões de reais. Este estudo também mostra que o recolhimento dos RCC ainda pode variar entre 5,4 a 14,8 U\$/ton.

Nestes custos apontados, não estão incluídos os custos de remoção dos resíduos das obras e da disposição compromissada dos resíduos da construção civil para um ambiente saudável, pois, resumidamente, conforme PINTO (1999), esta gestão corretiva está baseada em remover os RCC de bota-foras clandestinos para outro bota-fora legalizado pelos órgãos públicos.

2.5 – Legislação e afins referentes à gestão dos RCC

O marco divisor da gestão dos resíduos da construção civil pode ser considerado a Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de 05 de julho de 2002, e que entrou em vigor no dia 03 de janeiro de 2003.

Essa resolução define, classifica, estabelece quem são os agentes envolvidos na gestão dos resíduos e sugere as possíveis destinações que os RCC devem ter.

A Resolução 307 do CONAMA (BRASIL, 2002), é baseada no princípio de priorizar a não geração de resíduos, a proibição da disposição final dos resíduos em locais inapropriados como, por exemplo, aterros sanitários, bota-foras, locais de proteção ambiental, encostas e outras áreas protegidas por lei.

Além disto, a resolução também se fundamenta no princípio da viabilidade técnica e econômica da fabricação de materiais produzidos a partir da reciclagem de parte dos RCC. Tudo isso, aliado ao princípio da gestão integrada destes resíduos para proporcionar a população benefícios de ordem social, econômica e ambiental.

Em termos de responsabilização, a resolução impõe que os municípios elaborem um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil que incorpore:

- Programa municipal de gerenciamento para geradores de pequenos volumes, que segundo PINTO (2005), podem corresponder a 75% dos resíduos gerados em alguns municípios;
- Projeto de gerenciamento em RCC, o qual aprovará os projetos de gerenciamentos desenvolvidos pelos grandes geradores.

Na legislação também há a cobrança para os grandes geradores, elaborem e apresentem para aprovação junto aos órgãos competentes municipais o plano de gerenciamento da obra a ser executada. Neste plano deverá ser caracterizados o resíduo produzido, os procedimentos de triagem, acondicionamento, transporte e destinação final.

Além disso, a Resolução 307 do CONAMA (BRASIL, 2002) definiu que após sua entrada em vigor, dia 02 de janeiro de 2003, o plano integrado e o programa municipal deveriam ser aprovados até o dia 02 de janeiro de 2004 e implementados até julho de 2004. Além disso, os projetos de gerenciamento devem ser apresentados e implementados até o dia 02 de janeiro de 2005.

Outro dispositivo importante que vem auxiliando a boa gestão dos RCC, é o Programa Brasileiro da Produtividade e Qualidade do Habitat (PBPQ-H) que, através do Sistema de Qualificação de Empresas e Serviços e Obras (SIQ – Construtoras), exige para certificação de empresas no nível “A”, prevejam os impactos e o sistema de tratamento de resíduos sólidos e líquidos produzidos pela obra.

As empresas que não aderirem ao PBPQ-H poderão ser penalizadas com restrições de créditos financeiros de financiadoras que exijam tal qualificação como critério de aprovação de seleção.

2.6 - Gerenciamento dos resíduos da construção civil - gestão corretiva versus gestão diferenciada

NUNES *et al.* (2004), analisando dados de IBGE de 2000, verificou que dos 5.507 municípios brasileiros, 4.690 realizavam algum tipo de coleta de RCC. No entanto, os autores concluíram que quase toda essa quantidade de resíduos era disposta em lixões e/ou aterros, freqüentemente misturados com resíduos sólidos domiciliares.

Isso mostra que a maioria das administrações municipais brasileiras, ainda atua de maneira ineficaz no sistema de gestão dos RCC e, quando apresenta

soluções, estas são sempre emergenciais e inconvenientes. A esses procedimentos, PINTO (1999) denominou de Gestão Corretiva.

De acordo CASSA *et al.* (2001), não há mais condições de os municípios de grande e médio porte suportar a chamada gestão corretiva, pois a elevada geração dos resíduos da construção civil e a extensão dos impactos por eles causados estão, sobremaneira impactando o meio ambiente, a saúde pública bem como os aportes financeiros municipais com a remoção dos RCC de locais impróprios.

PINTO (1999), coloca como rompimento da ineficaz Gestão Corretiva dos RCC à chamada Gestão Diferenciada. Essa gestão é baseada em ações que solidificam a sustentabilidade ambiental do gerenciamento dos resíduos, através dos seguintes procedimentos:

Facilitação da disposição – Esse objetivo é atingido através da construção de uma rede de atração de resíduos. Essa rede é constituída basicamente por Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), os quais são dispositivos dedicados a receber os resíduos de pequenos geradores, e por áreas licenciadas para receber os RCC transportados pelos chamados “tele entulhos”, pelos geradores e os resíduos advindo dos PEVs;

Segregação na captação – Criação e estruturação de procedimentos e regras, que visam à segregação do resíduo no local de geração. Basicamente, isto é alcançado através de estabelecimento de regras de transporte e aceitação dos RCC nos locais licenciados para o recebimento dos resíduos. Além disso, deve-se proibir a disposição dos RCC em lixões, aterros controlados e/ou aterro sanitários.

Reciclagem para alteração da destinação – A sustentabilidade ambiental da gestão dos RCC é alicerçada, principalmente, na construção de áreas de reciclagem dos resíduos. O objetivo disto é a criação de áreas perenes de recebimento de RCC, através da substituição de aterramento contínuo de materiais plenamente reaproveitáveis, com a inserção de resíduos reciclados no mercado.

Todos estes dispositivos deveram ser projetados, implantados e operacionalizados de acordo com a Resolução nº 307 do CONAMA (BRASIL, 2002) e as Normas Técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os resumos destas normas são apresentados na tabela 7.

Tabela 7 – Apresentação das Normas Técnicas referentes à construção dos dispositivos que fazem parte da Gestão Diferenciada dos RCC.

Norma	Publicação	Descrição	Comentários
NBR15.112	06/2004	Resíduos da Construção civil e resíduos volumosos – área de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.	Descreve diretrizes da construção de uma área de recebimento dos resíduos e posterior triagem e valorização.
NBR15.113	06/2004	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.	Descreve as diretrizes para a construção de aterro de resíduos Classe A, de acordo com a Resolução N° 307 do CONAMA (BRASIL,2002)
NBR15.114	06/2004	Resíduos sólidos da construção civil – Área de reciclagem – Diretrizes para projetos, implantação e operação.	Descreve a operação de reciclagem do resíduo Classe A em agregado reciclado

Fonte: ABNT

PINTO (1999), aponta como as principais vantagens da mudança de modelo de gestão, os seguintes aspectos:

- Redução dos custos municipais de limpeza urbana;
- Preservação dos sistemas de aterros;
- Redução de RCC gerados na fonte, através do estabelecimento das regras de aceitação dos resíduos em áreas específicas;
- Incentivo a reinserção de um resíduo com grande possibilidade de reciclagem;
- Melhoria na limpeza urbana;
- Preservação da paisagem e melhoramento da qualidade de vida no ambiente urbano.

O autor demonstra na tabela 8, através de dados hipotéticos baseados no resultado de seus estudos, a sustentabilidade econômica da substituição da gestão corretiva para diferenciada.

Nos resultados encontrados, nota-se que a gestão diferenciada é extremamente atraente para cidades de médio e grande porte, as quais poderão

concretizar a junção de menores custos de limpeza urbana, diminuição de impactos ambientais e ganhos na questão de saúde pública, com o benefício de substituição de agregados condicionais por agregados reciclados.

Tabela 8 – Indicadores da sustentabilidade da gestão diferenciadas

Municipalidade em situação hipotética			
Dados:			
População – 414.188 habitantes			
Remoção de RCC em deposições irregulares - 132 t/dia			
Consumo típico de agregados convencionais - 357 t/dia			
Geração de RCC – 857 t/dia			
Rede de atração de RCC – 13 áreas			
Central de reciclagem – 01 com capacidade de produção de 260 t/dia			
Parâmetros da Gestão Corretiva		Parâmetros da Gestão Diferenciada	
Custo remoção	R\$ 11,22/t	Custo mensal da remoção de resíduos denso	R\$ 7,60/t
Custo Mensal da correção	R\$ 38.373,00	Custo mensal da remoção de resíduos leve	R\$ 8,40/t
Custo mensal com aterramento	R\$ 1.560,00	Custo mensal da rede de atração	R\$ 14.300,00
Custo de aquisição de agregados convencionais	R\$ 12,51/t	Custo Mensal da Gestão	R\$ 24.065,00
Custo mensal de aquisição de agregado	R\$ 84.568,00	Custo mensal com aterramento	R\$ 125,00
		Custo da reciclagem	R\$ 5,00/t
Custo total da gestão corretiva	R\$ 124.501,00	Custo mensal da reciclagem	R\$ 33.880,00
		Custo total da gestão diferenciada	R\$ 72.290,00

Fonte: Adaptado de PINTO (1999).

2.7 - Reciclagem dos RCC

Dentre uma visão de sustentabilidade e diminuição do impacto ambiental e econômico, a gestão dos resíduos da construção civil deve-se respeitar, respectivamente, a seguinte hierarquia:

1. Redução da geração de resíduo na fonte;
2. Reutilização do resíduo;
3. Reciclagem;
4. E por último, a disposição final dos resíduos.

No entanto, sabe-se que dentre essa hierarquia, é inevitável a geração dos RCC por várias razões. Um exemplo disso é a construção de uma edificação que gera resíduos tanto na fase da construção propriamente dita, na manutenção predial (pintura, reparos e etc.), na remodelação e, por fim, no fim da sua vida útil (demolição). Assim, por mais durável que seja um produto, em algum momento pós-consumo, inevitavelmente, o produto se transformará em resíduo (JOHN, 2000).

Desta forma, a reutilização/reciclagem dos RCC é a principal condição para a sustentabilidade e diminuição dos impactos ambientais provocados pela indústria da construção civil.

Entretanto, essa afirmativa somente será verdadeira se após uma análise do ciclo da vida dos materiais construídos através da reciclagem, não apresentarem outras formas de contaminação ao meio ambiente bem como tenham viabilidade técnica e econômica. Se após estes estudos a reciclagem mostrar-se viável, ter-se-á os seguintes benefícios (JOHN, 2000).

- Preservação dos Recursos naturais;
- Prolongamento da vida útil das reservas naturais; fauna e flora devido à diminuição, por exemplo, da extração de matérias de jazida natural de solos e rochas;

- Redução do custo energético para produzir um produto e transportá-lo;
- E o aumento da vida útil das áreas de destinação final dos RCC.

CASSA *et al.* (2001), dividem a reciclagem dos RCC de duas formas diferentes, são elas:

- Reciclagem Primária – que é a reciclagem de um material dentro do mesmo processo responsável por sua geração;
- Reciclagem Secundária – que é a reciclagem de um material fora do processo que originou a geração do resíduo.

Além de classificar dessa forma, estes autores concluem que a reciclagem secundária é muito mais vantajosa econômica e tecnicamente. Pois, a reciclagem primária do RCC, é bastante limitada pela quantidade de resíduo gerado bem como, a tecnologia construtiva que a obra utiliza.

Já a reciclagem secundária, onde, por exemplo, aconteça numa área de destinação final, que receba resíduos de várias obras de diferentes processos construtivos e diferentes etapas, mais viável será a quantidade de resíduo utilizado na reciclagem bem como, diferentes tipos de materiais reciclados poderão ser produzidos.

2.7.1 – Usinas de reciclagem de RCC

Para obtenção do agregado reciclado, que é o material granular proveniente do beneficiamento dos RCC, as usinas de reciclagem devem, numa primeira etapa, receber os RCC, triar e separar os resíduos classe A.

Após a separação das diferentes tipologias de resíduos Classe A, estes devem estar isentos de impurezas para, dessa forma, iniciar o processo de britagem, peneiramento e estocagem do agregado reciclado. Nota-se que há grande semelhança entre a produção de agregado convencional e o reciclado.

Na figura 7 é apresentada a estrutura básica da gestão dos RCC numa usina de reciclagem dos resíduos da construção civil.



Figura 7 – Sistema de gestão dos RCC numa unidade de reciclagem.

Segundo BRITO FILHO (1999 *apud* LEITE, 2001), para o incentivo à reciclagem dos RCC é necessário à construção de uma usina de reciclagem onde, para o sucesso da usina, é fundamental que essa unidade possua os seguintes pré-requisitos:

- Conhecer o volume de resíduo da construção civil que é possível de ser reciclado;
- O tipo de material beneficiado e seu uso;
- Local de instalação da usina. Essa deve estar localizada o mais próximo possível do núcleo gerador, para que haja sustentabilidade econômica à usina, tanto no sentido de facilitar a disposição do RCC como no fornecimento do material reciclado ao mercado.

De acordo com vários estudos que discutem sobre os custos de montagem e operação de áreas de recebimento de resíduos associadas com usinas de reciclagem, os itens que deverão estar presentes na avaliação de sua viabilidade econômica, devem ser:

- Conhecimento do volume e da qualidade de RCC a ser recebido na área;
- Localização e custo da área necessária para gestão dos resíduos;
- O custo com escritório e pessoal de gerenciamento da área;
- Os custos envolvidos com o manejo das diferentes classes de RCC;
- Os custos de compra e manutenção de equipamentos utilizados na triagem e britagem dos RCC;
- E qual a política de gestão desse resíduo que o município irá aprovar e/ou cobrar.

2.8 – Principais utilizações dos RCC

2.8.1 - Utilização em pavimentos

Segundo ZORDAN (2006), a forma mais simples de reciclagem dos resíduos da construção civil é a sua utilização em pavimentação. Nesse uso, podem-se utilizar os mais diversos tipos de RCC classe A e, até mesmo, com solo misturado, desde que nessa mistura, o solo não se faça presente numa quantidade maior que 50% do peso da mistura.

Os resíduos podem ser utilizados, dependendo de suas características, no reforço do sub-leito, na sub-base ou no próprio pavimento.

A ABNT padronizou o uso de agregado reciclado na execução de camadas de pavimentação através da NBR 15.115:2004. Isto demonstra que essa utilização, já possui uma tecnologia consolidada.

ZORDAN (2006), explica que as principais vantagens da utilização dos resíduos na pavimentação são:

- A menor utilização de tecnologia e baixo custo operacional;
- A possibilidade de uso de todos minerais constituintes do entulho;
- A economia de energia de britagem do entulho, por manter a granulometria graúda.

2.8.2 – Utilização como agregado para o concreto

O agregado reciclado pode ser utilizado como agregado para concreto não estrutural, substituindo os agregados convencionais como, por exemplo, areia e brita (ZORDAN, 2006).

O uso do agregado reciclado em concreto não estrutural está normatizado pela ABNT através da norma NBR 15.116:2004. Essa norma possui as seguintes definições:

Concreto de cimento Portland sem função estrutural, com agregado reciclado: Material destinado a usos como enchimento, contrapiso, calçadas, e fabricação de artefatos não estruturais, como blocos de vedação, meio-fio (guias), sarjetas, canaletas, mourões, e placas de muro. Estas utilizações em geral implicam o uso de concretos de classe de resistências C10 e C15 da ANBT NBR8953.

Agregado de resíduo de concreto (ARC): É o agregado reciclado obtido do beneficiamento de resíduo pertencente à Classe A, composto na sua fração graúda, de no mínimo de 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas. Sua composição deve ser determinada conforme Anexo A e atender aos requisitos de aplicações específicas.

Agregado de resíduo misto (ARM): É o agregado reciclado obtido do beneficiamento de resíduo Classe A, composto na sua fração graúda com menos de 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas. Sua composição deve ser determinada conforme anexo A e atender aos requisitos das aplicações específicas.

Segundo ZORDAN (2006), as principais vantagens dessa utilização são:

- A utilização dos vários componentes do RCC para a produção do agregado de resíduo misto;
- A economia de energia no processo de moagem do entulho para o uso de concreto não estrutural, o qual requer agregado com granulometria graúda, em relação à sua utilização em argamassas;
- A possibilidade de melhorias no desempenho do concreto em relação aos agregados convencionais, quando se utiliza baixo consumo de cimento.

As principais limitações desse concreto estão na baixa resistência à compressão do concreto, devido às faces polidas do material cerâmico (ZORDAN, 2006).

Conforme a tabela 9, já existem empresas no estado de São Paulo que disponibilizam para o mercado vários tipos de resíduos reciclados que são utilizados para a manufatura de diversos tipos de materiais.

Tabela 9 - Usos recomendados para resíduos reciclados.

Produto	Características	Uso recomendado
Areia Reciclada	Material com dimensões máxima característica inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, provenientes da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Argamassa de assentamento de alvenaria de vedação, contrapiso, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação.
Pedrisco Reciclado	Material com dimensões máxima característica de 6,3 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros.
Brita Reciclada	Material com dimensões máximas característica inferior a 39 mm, isento de impurezas, provenientes da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagem.
Bica Corrida	Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil (blocos de concreto, resto de cerâmicas e etc.), livre de impurezas, com dimensão máxima característica de 63 mm.	Obras de base e sub-base de pavimentação, reforço e subleito de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros e nivelamento topográfico de terreno.
Rachão	Material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, isentos de impurezas, provenientes da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Obras de pavimentação, drenagem e terraplanagem.

Fonte: TÉCHNE (2006).

Apesar dos fatores positivos da reciclagem dos RCC, o uso dos materiais reciclados ainda é restrito, comparado com o grande potencial de utilização. Isto se deve, principalmente, na ineficiência das usinas que ainda não possuem tecnologia madura para separação e segregação dos agregados reciclados (TÉCHNE, 2006).

Os benefícios da reciclagem dos RCC, tanto ambientais como econômicos, ainda necessitam do desenvolvimento de métodos e equipamentos que possam aumentar a eficiência nas usinas, para que estas viabilizem um uso mais nobre dos RCC e, além disso, possibilitem uma padronização de oferta de agregado reciclado para o mercado (TÉCHNE, 2006).

2.9 – Diagnóstico da gestão dos RCC em municípios brasileiros

NUNES *et al.* (2004), em um estudo que avaliou a gestão dos RCC no país, verificaram que até o final do ano de 2003, dos 5.507 municípios brasileiros, apenas 12 municípios do país (0,2% do total) apresentavam centrais de reciclagem RCC. Além disso, os autores analisaram 14 municípios brasileiros que apresentavam os maiores avanços em relação à gestão sustentável dos RCC, ou seja, **facilitação da disposição**, com o construção de PEVs para o recebimento dos RCC de pequenos geradores; **segregação na captação**, com regras de aceitação dos resíduos nas áreas licenciadas e **reciclagem para alteração da destinação**, com objetivo de reciclar os RCC e a realizar sua inserção no mercado.

Conforme a tabela 10, os autores verificaram que apenas a cidade de Belo Horizonte – MG apresentava as três diretrizes da gestão sustentável dos RCC. Os municípios de Piracicaba – SP, Vinhedos – SP, Guarulhos – SP e Ribeirão Pires – SP, apresentavam pelo menos uma das três diretrizes e, os outros municípios, possuíam algum elemento.

Tabela 10 - Situação da implantação de gestão sustentável de RCC em municípios brasileiros.

Município	Gestão Sustentável dos RCC (Gestão Diferenciada)		
	Facilitação da Disposição	Segregação dos RCC na captação	Alteração na destinação Possui Central/Esta em Operação
Rio de Janeiro/RJ	Parcialmente. Novos pontos estavam sendo implantados	Parcialmente	Não
Salvador/BA	Sim	Sim	Não
São Paulo	Parcialmente. Novos pontos estavam sendo implantados	Sim	Sim/Não
Ribeirão Preto/SP	Não	Não	Sim/Não
S. J. dos Campos/SP	Parcialmente	IND*	Sim/Não
Piracicaba/SP	Parcialmente	Sim	Sim/Sim
Vinhedo/SP	Parcialmente	Sim	Sim/Sim
Guarulhos/SP	Parcialmente. Novos pontos estavam sendo implantados	Sim	Sim/Sim
Ribeirão Pires/SP	Parcialmente	Parcialmente	Sim/Sim
S. J. do Rio Preto/SP	Parcialmente	Sim	Estava em implantação
Belo Horizonte/MG	Sim	Sim	Sim/Sim
Londrina/PR	Não	Não	Sim/não
Brasília/DF	Infor. não disponível	IND*	Sim Duas/Uma paralisada e outra em operação
Macaé/RJ	Não	Não	Sim/Sim

IND* – informação não disponível

Fonte: Adaptado de NUNES *et al.* (2004)

Conforme os dados apresentados na tabela 11, as centrais de reciclagem estudadas tinham capacidade de disponibilizar diferentes produtos, tais como: bica corrida, brita 1, brita 2, brita 3, entre outros. Porém, a principal saída era de bica corrida que, operacionalmente, é o produto mais fácil e mais barato de se produzir nestas usinas.

Todas as usinas tinham como principal cliente as Prefeituras Municipais, excetuando-se, as centrais de Belo Horizonte e Vinhedos, que forneciam para empresas privadas.

NUNES *et al.* (2004), salientam a significativa dispersão dos valores encontrados de rejeitos (resíduos não classificados como RCC) nas usinas, que podem variar de 3% (Guarulhos-SP) a 50% (São José dos Campos-SP).

Tabela 11 - Principais informações da reciclagem dos RCC em 12 municípios brasileiros.

Município	Principais Produtos	Quantidades Escoadas	Principais Cliente e Utilizações
São Paulo/SP	Bica Corrida	Antes da parada de produção: 230 t/dia	Prefeitura/Regularização de vias municipais de calçadas
Ribeirão Preto/SP	Bica Corrida	Antes da parada de produção: 80t/dia	Prefeitura/Regularização de estradas e ruas municipais
São José dos Campos/SP	Bica Corrida	Antes da parada de produção: 60 t/dia	Prefeitura/Regularização de vias rurais sem pavimentação
Piracicaba/SP	Bica Corrida e artefatos de concreto	Media diária: Bica Corrida:140 t/dia Blocos: 1.350 unidades	Prefeitura/Base, sub-base, regularização de ruas, cobertura de lixão.
Vinhedos/SP	Cascalho,areia, pedrisco Brita 1 e 4	Areia 20 m³/ano, pedrisco 15 m³/ano, pedra 150 m³/ano, cascalho 900m³/ano	Prefeitura e empresas privadas/Regularização de vias e calçadas
Guarulhos/SP	Bica Corrida	Informação não disponível	Prefeitura/ Pavimentação e correção de ruas
Ribeirão Pires/SP	Brita 1, Brita 3, pedrisco e bica corrida	Informação não disponível	Prefeitura/Regularização de vias públicas
São José do Rio Preto/SP	Brita 1 e 2, bica corrida, e artefatos de concreto	Central a Ser implantada	Prefeitura/Base e sub-base, artefatos de concreto e em vias públicas
Belo Horizonte – Estoril/MG	Bica Corrida e artefatos de concreto	Média mensal: 4.888t Média diária: 222 t	Prefeitura e empresas privadas/ Base e sub-base de estradas, pequena parcela de artefatos de concreto não estrutural
Belo Horizonte – Pampulha/MG	Bica Corrida e artefatos de concreto	Valor não identificado	Prefeitura e empresas privadas/ Base e sub-base de estradas, pequena parcela de artefatos de concreto não estrutural
Londrina/PR	Areia, Brita 1 e 3 e pedrisco	Antes da parada de produção: 1.500 blocos/dia	Prefeitura/Confecção de artefatos de concreto não estrutural
Brasília – Aterro Jóquei/ DF	Bica Corrida	100t/dia	Informação não disponível/Regularização das vias internas do aterro
Brasília - Ceilândia/DF	Desativada	Desativada	Desativada
Macaé/RF	Blocos, pavimentação, meio-fio, e bica corrida	Bica corrida: 32 t/dia Blocos: 950 unid. Pavimentação 1638 uni Meio-fio: 34 unid	Prefeitura/Peças de pavimentação e material para base e sub-base de pavimentação e material para aterro

Fonte: Adaptado de NUNES *et al.* (2004)

Nota-se, a partir dos dados da tabela 12, que das 14 centrais de reciclagem do país, 5 estavam paradas e 8 estavam operando. Todas as usinas são de propriedade dos municípios e as operações estão nas mãos da administração municipal, terceirizadas e/ou mistas.

NUNES *et al.* (2004), apontam como as principais causas da paralisação das usinas a mudanças na política de reciclagem dos RCC nos municípios, cortes nos orçamentos públicos, roubo e/ou vandalismo das instalações e problemas com as vizinhanças.

Tabela 12 - Características das operações das usinas de reciclagem do Brasil.

Município	Início das atividades	Propriedade dos equipamentos/operação	Estado no período estudado
São Paulo/SP	1991	Município/terceirizado	Parado
Ribeirão Preto/SP	1996	Município/municipal	Parado
São José dos Campos/SP	1996	Município/municipal	Desativada
Piracicaba/SP	1997	Município/terceirizado	Operando
Vinhedos/SP	2001	Município/municipal e terceirizado	Operando
Guarulhos/SP	1999	Empresa de economia mista	Operando
Ribeirão Pires/SP	2002	Município/municipal	Operando
São José do Rio Preto/SP	2004	Município/não definido	Operando
Belo Horizonte – Estoril/MG	1995	Município/municipal	Operando
Belo Horizonte – Pampulha/MG	1996	Município/municipal	Operando
Londrina/PR	1994	Município/terceirizado	Parado
Brasília – Aterro Jóquei/ DF	2001	Distrito Federal/terceirizado	Operando
Brasília - Ceilândia/DF	2001	Distrito Federal/Parada	Parado
Macaé/RF	2000	Município/terceirizado	Operando

Fonte: Adaptado de NUNES *et al.* (2004)

Os diferentes diagnósticos apontados por NUNES *et al.* (2004), comprovam que o país possui pouca experiência da gestão sustentável dos RCC e, mesmo assim, a gestão mostrou-se incompleta e com bastante falha das administrações públicas.

A consequência disso, é que nas próximas estratégias de desenvolvimento da gestão sustentável dos RCC, tanto no setor privado como os municipais, devem-se reformular as análises de viabilidade econômica e administrativa, principalmente, das usinas de reciclagem.

3 - METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia aplicada neste estudo fundamentou-se na investigação dos aspectos relacionados com a geração quantitativa e o manejo dos locais de disposição final dos resíduos da construção civil do município de Santa Maria-RS.

A partir dos dados encontrados nessa investigação, serão buscados subsídios para a elaboração e estabelecimento da gestão dos RCC, conforme a necessidade particular do município e as diretrizes definidas pela Resolução nº307 do CONAMA.

Para estes fins, esta pesquisa baseou-se na avaliação dos seguintes aspectos:

- Aspectos relevantes do município de Santa Maria – RS;
- Quantificação da geração dos RCC do município. Essa quantificação será fundamentada no cálculo do movimento das cargas transportadas pelas empresas legalizadas para efetuar o transporte dos RCC do município;
- Avaliação dos locais de disposição final dos RCC.

3.1 - Aspectos relevantes do município

Primeiramente, foram investigados alguns aspectos básicos relativos ao município de Santa Maria. Esta investigação foi realizada através de uma pesquisa bibliográfica e de outros relevantes índices estatísticos para que se conheçam os seguintes aspectos:

- Estudo dos aspectos físicos do município;
- Estudo dos aspectos populacionais;
- Estudo dos aspectos econômicos.

3.2 - Quantificação da geração dos RCC

A quantificação da geração dos resíduos da construção civil, gerados no município será baseada no cálculo do movimento das cargas transportadas pelas empresas legalizadas para o transporte dos RCC do município.

Os dados para esse cálculo foram extraídos dos relatórios de atividades que as empresas transportadoras dos RCC apresentaram à Secretaria Municipal de Proteção Ambiental (SMPA) no ano de atividade de 2004. Esta pesquisa avaliou os seguintes aspectos contidos nos relatórios, são eles:

- A quantidade de empresas que atuam no transporte de RCC;
- A capacidade instalada das empresas;
- Levantamento das quantidades de cargas transportadas pelas empresas durante o ano de 2004.

Neste estudo, não foi calculada a quantidade de resíduos transportados pelas empresas que executam o trabalho de terraplanagem (obras de terra). Essa atitude foi tomada porque essas empresas não foram cadastradas pelo órgão ambiental e também, por que existem várias pequenas empresas clandestinas que trabalham neste ramo.

Para a estimativa da geração per capita dos RCC transportados pelas empresas, adotou-se uma massa específica de 1.200 kg/m^3 conforme verificado por PINTO & GONZÁLES (2005).

3.3 - Diagnóstico das áreas de disposição final dos RCC

Para diagnosticar a atual situação do manejo dos RCC do município, foram realizadas visitas *in loco* nos locais de disposição final dos resíduos. Além disto, foi investigado qual é a atual forma de gestão dos resíduos, realizado entre o gerador e as empresas transportadoras legalizadas no município.

4 - ÁREA DE ESTUDO

Santa Maria, conforme mostra a figura 8, situa-se na região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, e tem suas coordenadas geográficas com longitude $53^{\circ} 48'25''$ latitude $29^{\circ}41'03''$ e uma altitude de 151 m (GEOLIVRE, 2005).

O município possui uma população estimada de 253.333 mil habitantes sendo que 242.070 na zona urbana e 11.263 na zona rural (FEE, 2004).

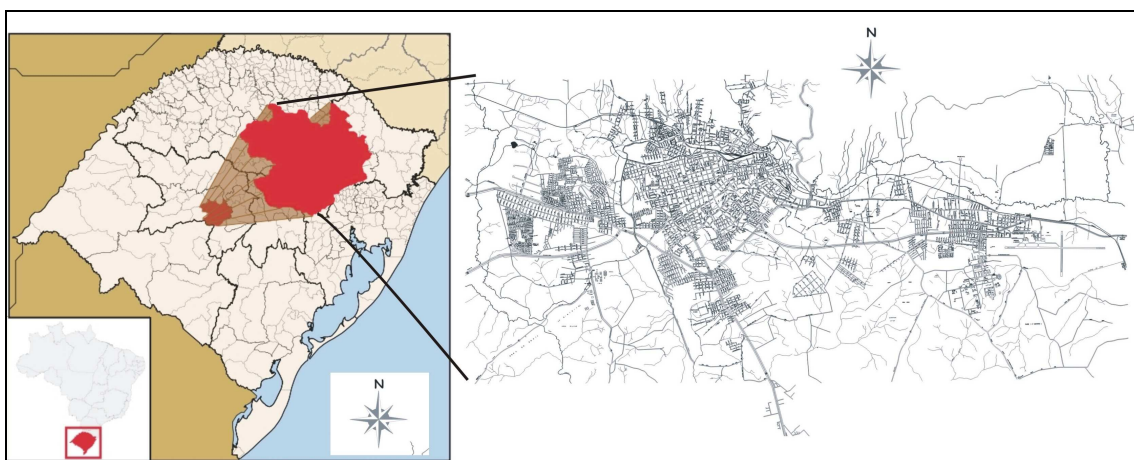


Figura 8 – Localização do Município de Santa Maria.

Devido à posição geográfica do município, ele apresenta-se como um pólo regional e, além disso, apresenta um grande número de funcionários públicos decorrentes de que a cidade possui uma universidade federal, inúmeros quartéis do Exército e uma Base Aérea da Aeronáutica. Atualmente, Santa Maria vem consolidando sua excelência como pólo educacional com a criação de mais cinco centros universitários.

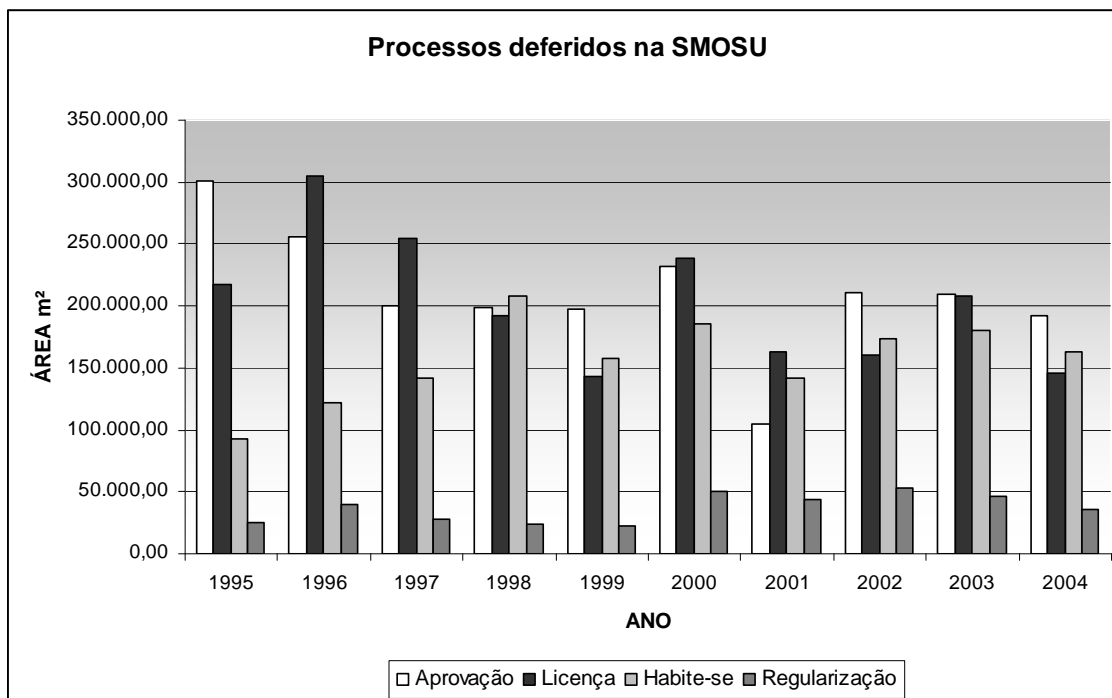
Devido a estas características, a cidade possui aptidão econômica baseada na prestação de serviço. Cerca de 80% da população economicamente ativa do município é absorvido por este setor, em segundo lugar aparece o setor primário seguido pela indústria. Para se ter uma idéia de valores, dados da prefeitura demonstram que das 6.010 empresas comerciais do município, 4.653 são de prestação de serviços e apenas 755 indústrias de pequeno e médio porte voltadas, principalmente, para atender as necessidades do setor primário.

O município tem um Produto Interno Bruto (PIB) de R\$ 1.003.540.000,00 /ano e uma renda per capita de R\$ 4.199,99 /ano (PMSM, 2006). Em relação a dados comparativos do PIB gaúcho, a cidade possui o 13º lugar, enquanto o segmento agrícola ocupa a 9ª posição e o PIB industrial a 44ª posição. Em relação ao PIB *per capita*, Santa Maria ocupa 181ª posição no Rio Grande do Sul. Essa péssima colocação é decorrente da falta da atividade industrial no município.

Embora a atividade da industrial do município seja de baixa intensidade, a cidades ainda possui uma indústria da construção civil bastante ativa principalmente, pela demanda de novas moradias para acomodar as pessoas que vem para ocupar cargos federais e vagas no ensino médio e superior.

Para servir este mercado imobiliário, estão inscritos no município cerca de 164 engenheiros e arquitetos e 156 empresas de construção civil, sendo que a grande maioria, cerca de 50% destas empresas, são filiadas de forma organizada no Sindicato da Indústria da Construção civil de Santa Maria –SINDUSCON-SM.

Entretanto, e segundo dados da prefeitura municipal, essa indústria vem acompanhado a recessão do mercado brasileiro. Essa recessão pode ser bem explicada pelo decréscimo da área licenciada e aprovada para construção de edificações desde o ano de 1995 conforme mostra a figura 9.



Fonte: Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos.- SMOSU

Figura 9 – Diagnóstico da construção civil do município de Santa Maria.

Em relação a todos anos investigados, o ano de 2004 apresenta uma redução de 8,32% de aprovação de obras e 28,2 % de licenciamento de obras em relação a média do histórico desde o ano de 1995. Até agora, estes índices da construção civil do município retratam a recessão do cenário brasileiro, o qual apresenta sua economia de crescimento lento e penoso. Mas, segundo notícias divulgadas pela mídia e o governo, o cenário da construção civil deve reverter-se com as expectativa de crescimento econômico do país. Desta forma, a indústria da construção civil de Santa Maria deve preparar-se para acompanhar o desenvolvimento econômico e social do país.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo é dividido, basicamente, em dois tópicos principais. No primeiro será apresentado o diagnóstico do sistema de serviços e transporte realizado pelas empresas transportadoras de RCC do município, a estimativa da geração dos resíduos e a avaliação do fluxo dos RCC na cidade. No segundo tópico, é apresentada uma proposta de gestão dos RCC para o município de Santa Maria. Nesta proposta são apontados os principais agentes da gestão dos RCC do município bem como, as principais ações que estes deverão tomar.

5.1 – Diagnóstico da situação dos RCC em Santa Maria

5.1.1 – Serviços de transporte de RCC

A análise das informações dos documentos obtidos junto ao órgão ambiental municipal demonstrou que os serviços de transporte e disposição final dos RCC são realizados por 04 (quatro) empresas privadas especializadas na remoção desses resíduos.

Todas as empresas de transporte atuantes em Santa Maria surgiram na década de 90. Segundo PINTO & GONZÁLES (2005), este período é registrado como o momento que há um crescimento do número de empresas privadas na prestação de serviço de remoção de entulhos no Brasil.

O município de Santa Maria não exige o licenciamento ambiental para as empresas de remoção de RCC, demonstrando a pouca importância dedicada à gestão desses resíduos. Este fato pode estar relacionado à problemática, ainda não equacionada, dos resíduos sólidos domésticos (RSD), sendo que a disposição final de tais resíduos ainda é realizada em aterro controlado. Ressalta-se que a gestão dos resíduos de serviço de saúde (RSS) está em um estágio mais avançado,

contemplando as várias etapas do fluxo dos resíduos. O município possui um serviço de desinfecção dos RSS por autoclavagem e a disposição final é em aterro sanitário em outro município.

Entretanto, após a resolução 307 do CONAMA, a Secretaria Municipal de Proteção Ambiental – SMPA iniciou os trabalhos de disciplinamento das empresas especializadas na remoção dos RCC. Atualmente é realizado um cadastro técnico no qual essas informaram o seu sistema de trabalho, capacidade instalada e um inventário dos seus trabalhos realizados no ano de 2004.

Neste cadastramento técnico das empresas que a SMPA realizou, não foram englobadas as empresas de transporte de terra, as quais usam sistema de transporte com caminhão basculante. No entanto, observa-se no município que essas empresas também transportam grande volume de resíduos da construção civil, principalmente de obras de demolição.

A tabela 13 apresenta a síntese da capacidade instalada de operação das empresas especializadas na remoção dos RCC.

Tabela 13 - Avaliação da capacidade instalada das empresas transportadoras de RCC.

Empresa	Nº de caçambas	Volume médio das caçambas (m³)	Nº de caminhões
A	45	4,5	2
B	30	3,5	1
C	38	4,0	1
D	90	4,0	2

A infra-estrutura das empresas de transporte consiste de caminhões equipados com poliguindaste e caçambas estacionárias metálicas. Três das empresas possuem uma capacidade operacional relativa entre 30 a 45 caçambas. A quarta empresa apresenta a maior capacidade instalada, com um total de 90 caçambas estacionárias. A capacidade de carga das caçambas varia entre 3,5 a 4,5 m³, sendo o valor médio de 4,0 m³ adotado para as estimativas deste trabalho.

Os custos dos serviços de aluguel, transporte e disposição final dos RCC prestados pelas empresas variam em função da capacidade de carga da caçamba. Os valores médios praticados pelas empresas estão entre R\$ 35,00 e R\$ 50,00, para caçambas de 3,5 e 4,5 m³, respectivamente.

A solicitação de serviço de transporte dos RCC é realizada através de contato telefônico entre o gerador e a empresa. Por este motivo, tais empresas são popularmente denominadas de “tele-entulho”.

As empresas transportam as caçambas até o local determinado pelo gerador, e ficam disponíveis por um período de tempo. Esse tempo é determinado pela demanda do gerador, ou seja, somente é recolhida a caçamba através de outro contato telefônico entre ambos.

No contrato de prestação de serviço de transporte de RCC, não é indicado o destino final dos resíduos produzidos pelo gerador. Este aspecto demonstra a falta de conhecimento das obrigações do gerador, pois a atual legislação responsabiliza-o pela destinação final dos seus resíduos. Além disso, essa atitude demonstra a falsa impressão de transferência de responsabilidade do gerador para o transportador no ato de contratação dos serviços.

5.1.2 – Estimativa da geração de RCC

Na estimativa da geração de RCC, utilizou-se as informações da massa de RCC transportados pelas empresas cadastradas pela SMPA. A tabela 14 demonstra a quantidade de movimento de cargas mensais realizadas pelas empresas durante o ano de 2004.

Tabela 14 – Inventário do transporte de RCC realizados pelas empresas no ano de 2004.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média mensal de caçambas
A	200	230	220	226	186	180	182	178	189	210	230	240	206
B	0	0	0	73	70	61	54	58	63	69	72	74	66
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	124	149	135
D	390	360	430	395	430	355	378	326	365	380	408	452	389

Considerando-se que o número de caçambas contratadas mensalmente é de 796 caçambas/mês e o volume médio das caçambas de 4,0 m³, obtém-se um volume médio RCC de 3.184 m³/mês, que equivale a 106 m³/dia.

Adotando-se uma massa específica dos RCC de 1.200 kg/m³, obtém-se uma geração de 3820 t/mês ou 127 t/dia. Considerando a população urbana de 242.000 habitantes, estima-se uma geração *per capita* de 0,52 kg/hab.dia ou 189 kg/hab.ano. Verifica-se que o valor de 189 kg/hab.ano encontrado está abaixo da faixa de valores de 230-760 kg/hab ano relatados por PINTO (1999).

Segundo dados analisados por GOMES (2005), o aterro controlado de Santa Maria recebe cerca de 150 t/dia de resíduos doméstico, ou seja, uma quantidade maior que os RCC identificados por essa pesquisa (127 t/dia). Essa diferença contraria os valores encontrados na literatura existente, as quais indicam que a massa de RCC sempre é igual ou maior que a massa de RSD.

Ressalta-se que na estimativa deste trabalho consideraram-se apenas os RCC transportados por empresas cadastradas junto ao órgão ambiental municipal. Além disso, sabe-se que parte dos RCC são transportados e dispostos de forma clandestina por empresas de remoção de solo que não são licenciadas ou cadastradas pela SMPA.

Adotando-se o valor mediano de geração de RCC do Brasil de 510 kg/hab ano (PINTO, 1999), podemos inferir que apenas 37 % dos RCC estão sendo transportados por empresas especializadas na remoção destes resíduos do município. Desta forma, supõe-se que a quantidade restante dos RCC gerados deve ter os seguintes destinos:

- Transporte e disposição final dos resíduos podem ter sido executado por empresas não licenciadas e/ou cadastradas pela SMPA;
- Possibilidade das empresas construtoras utilizarem seu próprio sistema de transporte de RCC;
- Possibilidade dos resíduos serem reutilizados nas obras de origem;
- Parte dos RCC podem estar sendo transportados pela coleta dos resíduos doméstico do município.

Os 63% dos RCC não identificados nesse trabalho, estão próximos dos 75% dos RCC que PINTO (2005) avaliou como sendo resíduos produzidos por eventos informais, tais como: obras, reformas, reformas e demolições. Todas estas realizadas pelos próprios usuários dos imóveis. Já os 37% dos RCC de Santa Maria, também estão próximos dos números avaliados pelos autores, entre 15% e 30%, que são resíduos oriundos de geradores de obras formais, ou seja, licenciadas pelos órgãos municipais.

Segundo dados avaliados por PINTO & GONZÁLES (2005), os autores analisaram que, em algumas cidades brasileiras 80 a 90% dos RCC gerados são transportados pelas empresas com o mesmo sistema de transporte que as quatro (4) cadastradas pela SMPA. Se isso for realidade no município, será mais simples, em ações futuras, o disciplinamento do elo Gerador-Transportador-Destino final. Mas essa afirmação somente poderá ser mais bem analisada, após a criação de uma infra-estrutura que possa reavaliar os dados do município, principalmente com o uso do sistema de controle de transporte de resíduo – CTR e a construção de um local de destinação final dos RCC. Nesse local poderá haver uma avaliação mais prolongada e rígida acerca dos dados levantados nesse estudo

5.1.3 – Avaliação do fluxo dos RCC

A qualidade dos serviços prestados pelas empresas transportadoras foi avaliada através de observações *in loco* do manejo do sistema de transporte.

Verificou-se que as caçambas em uso nos canteiros de obras e estacionadas nas vias públicas não possuem qualquer tipo cobertura e identificação volumétrica das caçambas. Também é inexistente a indicação de quais os resíduos que tal recipiente pode abrigar e transportar. Apenas duas (2) das empresas utilizam sistema de cobertura para o transporte de RCC. Mas, mesmo assim, não é rotina o uso de cobertura para todas as cargas transportadas pelas mesmas.

Os munícipes, principalmente os que trafegam em vias públicas, utilizam as caçambas estacionadas em vias públicas para depósito de outros tipos de resíduos como, por exemplo, resíduo sólido domiciliar, conforme mostra a figura 10.

Tal atitude é totalmente tomada por falta de conscientização ambiental dos munícipes, pois toda a cidade é servida de coleta regular de resíduos sólidos domésticos e por uma boa quantidade de lixeiras públicas, principalmente no centro da cidade onde foram tiradas as fotos da figura 10.

Estes problemas descritos acima são causados, principalmente, pela falta de informação e conhecimento da atual legislação pelos geradores, transportadores e o órgão ambiental municipal.

Associado a isso, também há falta de disciplinamento e fiscalização, por órgão ou departamentos competentes, dos serviços prestados, principalmente, pelas quatro empresas transportadoras de RCC da cidade, as quais deveriam estar disciplinadas a utilizarem caçambas com sistema de proteção contra cargas não identificadas como RCC e proteção para transporte, a fim de evitar derramamento de resíduos pelas vias públicas.



Figura 10 – Caçambas estacionárias sem cobertura de proteção.

A inexistência de um sistema de triagem, reutilização, reciclagem e infraestrutura básica para a disposição final dos RCC, evidenciam a grande problemática dos RCC no município. Mesmo as empresas que operam regularmente a coleta e transporte dos RCC promovem o descarte de forma incorreta, em locais denominados de “bota-fora”.

Na figura 11, são demonstrados alguns dos locais, entre vários identificados durante a pesquisa, que além de serem utilizados para disposição final de resíduos por empresas transportadoras cadastradas no município, também são utilizados por geradores de pequenos volumes de RCC e por empresas de transporte que utilizam caminhões basculantes. Essa atitude é tomada, porque estes “bota-foras” tornam-se locais atrativos para vários geradores.

Destaca-se na figura 11 A,B e C a disposição de RCC em “bota-foras”, figura 11 D a disposição em área de preservação ambiental (banhado) com presença de fogo e a figura 11 E e F o despejo de RCC na drenagem urbana.

Notou-se que os pequenos geradores de RCC utilizam veículos como carroças, carros, camionetes, entre outros. Esses veículos apresentam custos de remoção de RCC abaixo do praticado pelas empresas transportadoras. O transporte é realizado, principalmente, por empreiteiros de obras informais, que para diluírem custos, utilizam os seus próprios veículos para transportar os resíduos.



Figura 11 – Alguns casos da disposição incorreta dos RCC no município.

Devido à maneira incorreta de disposição dos RCC, os “botas-foras” tornam-se locais atrativos de outros tipos de resíduos como, por exemplo, resíduos domésticos, resíduos comercial, além de resíduos perigosos como lâmpadas fluorescentes, latas de tintas e etc.. Observa-se ainda a presença de catadores nestes locais, além da atração de macrovetores, tais como: cães, gatos, ratos.

Verificou-se em algumas situações, a disposição dos RCC dentro de mananciais prejudicando a drenagem urbana e em áreas de preservação ambiental como os banhados e as faixas marginais de mananciais.

5.2 - Proposta de gestão dos RCC para o município de Santa Maria

Diante dos resultados desta pesquisa, este trabalho apresentará um modelo gestão dos RCC simplificado que busca não alterar substancialmente as relações já estabelecidas na sociedade, respeitando as características intrínsecas do município, e as diretrizes da Resolução nº307 do CONAMA.

Estas ações são importantes, para que o gerenciamento dos RCC seja aplicado imediatamente objetivando resultados a curto e médio prazo, uma vez que o município apresenta-se bastante atrasado em relação às diretrizes determinadas pelo CONAMA e com graves impactos ambientais.

O modelo de gestão está alicerçado em pequenas alterações nas relações já estabelecidas entre geradores e empresas transportadoras de RCC do município e na estruturação de uma Área de Transbordo e Triagem de Resíduos da Construção Civil – ATT (NBR 15112, 2004). Essa ATT, que está em fase de licenciamento junto a SMPA, é de capital privado e localiza-se, conforme mostra a figura 12, numa região próxima ao centro do município.

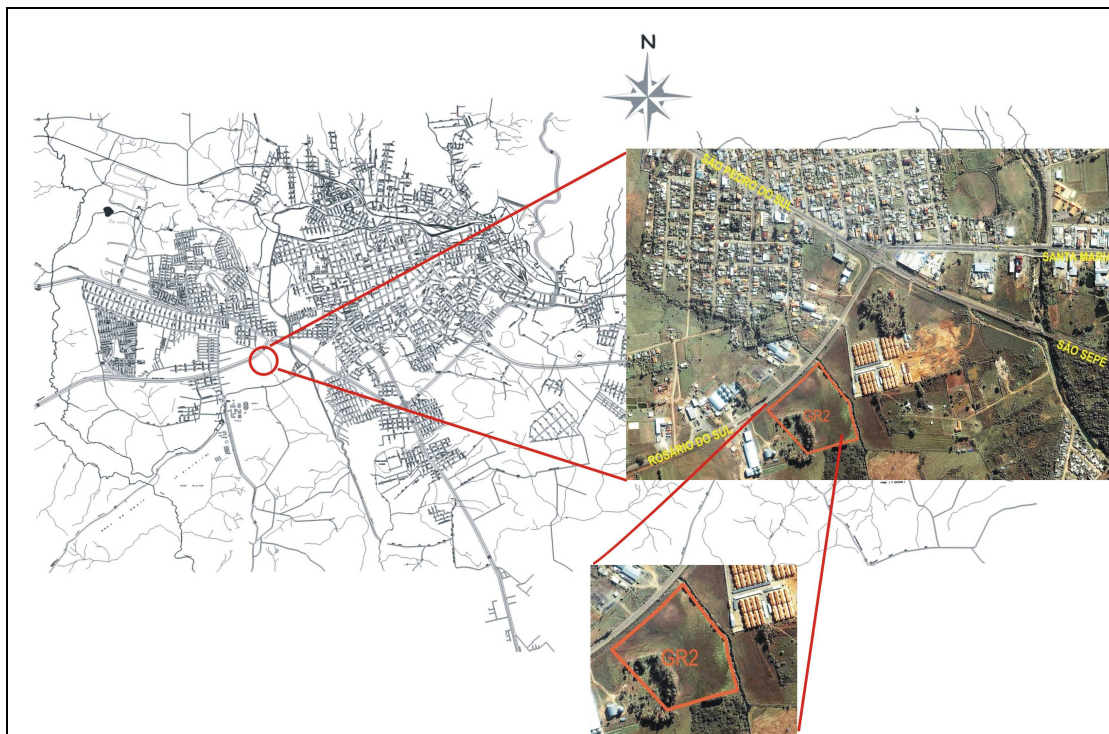


Figura 12 – Localização da futura ATT do município de Santa Maria.

Paralelamente ao licenciamento, a Secretaria Municipal de Proteção Ambiental, as empresas privadas de transporte e destinação final do município, o Sindicato da Indústria da Construção Civil de Santa Maria – SINDUSCON-SM e o Ministério Público Estadual de Santa Maria deverão realizar um Termo de Ajuste de Conduta (TAC) com os seguintes propósitos:

- Criar um núcleo gestor dos RCC, com o intuito de melhorar o sistema de gestão sustentável dos resíduos da construção civil do município;
- O núcleo gestor deverá ser um sistema preservado mesmo que alterem os gestores públicos municipais;
- Buscar através do TAC uma base legal, sob o lastro da presença do Ministério Público Estadual, o estabelecimento de um prazo maior para que os atores envolvidos na gestão dos RCC do município cumpram as diretrizes ditadas pela Resolução n°307 do CONAMA;

- Buscar através da presença do SINDUSCON-SM, sindicato que agrega vários geradores do município, difundir de forma abrangente as propostas de gestão dos RCC da cidade bem como, capacitar ambientalmente os geradores associados a ele.

Juntamente com a criação da infra-estrutura para a correta gestão dos resíduos e do núcleo gestor, é necessário o desenvolvimento de ações que divulguem o projeto junto aos atores do sistema de gestão. Outro pilar para a consolidação do sistema de gestão é o estabelecimento de um programa de fiscalização ambiental municipal abrangente, rigoroso, capaz de ampliar e difundir a necessidade do exercício dos agentes que tenham compromissos legais em realizar a gestão de RCC de maneira sustentável.

A figura 13 apresenta o fluxograma da proposta de gestão dos RCC em Santa Maria e a seguir serão descritas as principais ações e propostas para os agentes envolvidos.

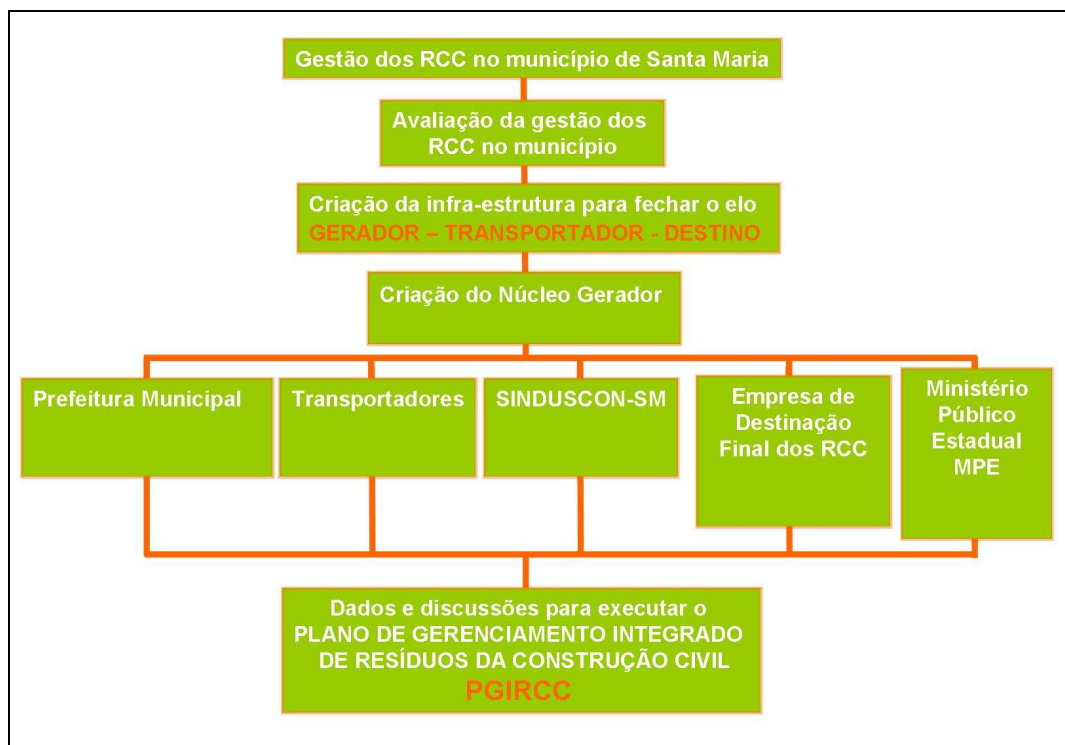


Figura 13 – Fluxograma da proposta de gestão dos RCC para o município.

5.2.1 - Agente e ações propostas – Prefeitura Municipal através do órgão ambiental municipal

1. Identificação, mapeamento, fechamento, exigência de recuperação ambiental e monitoramento dos locais de disposição irregulares de RCC encontrados no município;
2. Identificar, cadastrar e exigir que as empresas de obras de terra e transportadoras de RCC busquem legalização ambiental para o transporte de RCC;
3. Exigir que as empresas de transporte legalizadas confeccionem e operem os seus trabalhos baseados no sistema de Controle de Transporte de Resíduos (CTR);
4. O CTR é um documento que deverá conter as seguintes informações: identificar o gerador e origem dos resíduos, identificar o transportador, qualificar os resíduos transportados, data de recolhimento de resíduos e identificar a área de destinação final dos RCC;
5. A prefeitura, através da SMPA, deverá fornecer as diretrizes e licenciar ambientalmente o plano de gestão dos RCC dos empreendedores que não utilizarem o sistema de transporte e destinação final licenciada pelo município;
6. A prefeitura deve exigir nas licitações de execução de obras, que as empresas realizem e executem um plano de gestão dos RCC;
7. Exigência da apresentação de um plano de gestão de resíduos da construção civil, aprovado pelo órgão ambiental, dos geradores que buscarem licenciamento de demolição, construção e reformas e ampliações de suas obras;
8. Exigir no *habite-se* das obras, certificados do destino final dos resíduos. Isto pode ser realizado através do CTR e/ou do Plano de gestão dos RCC licenciado pelo município;
9. Os geradores de obras informais estarão englobados na gestão pelas ações propostas aos transportadores, áreas de destinação final e as ações fiscalizadoras do município;

10. O órgão ambiental municipal deve exigir dos empreendimentos que executarem obras de terra, a comprovação da legalização ambiental da empresa para executar o corte, carga e transporte. Além disso, o responsável técnico do empreendimento deverá apresentar o plano de gestão dos resíduos licenciado pelo município;
11. Ampliar a fiscalização ambiental. Esse passo é importante para que se de sustentabilidade no plano de gestão;
12. O órgão ambiental municipal deve exigir, na renovação de licença ambiental de operação dos transportadores e das áreas de recebimento e/ou reciclagem dos resíduos da construção civil, os CTR arquivados por eles;
13. Através do sistema integrado das secretarias municipal e do sistema de fiscalização, o órgão ambiental deverá investigar a geração de RCC do município. Neste processo, a prefeitura deverá identificar quem são os pequenos e grandes geradores, quantificar a geração de resíduos da construção civil e criar índices para balizar os planos de gestão de resíduos dos geradores;
14. E, por fim, o município deve incentivar discussões e palestras com o núcleo gestor e a sociedade civil organizada, para que se possa iniciar a discussões das diretrizes que nortearão o Plano Integrado de Gestão dos Resíduos da Construção Civil – PGIRCC.

5.2.2 - Agente e ações propostas – transportadores de RCC

1. Os transportadores deverão credenciar-se e legalizar-se ambientalmente no órgão ambiental;
2. Confeccionar os CTR conforme exigências legais;
3. Somente transportar cargas de resíduos quando o gerador, ou seu representante legal, assinar o CTR;
4. Produzir documentos informativos sobre o novo sistema de gestão do município, e entregá-lo ao gerador no momento de contato com o contratante do serviço;

5. Trafegar com resíduo com no mínimo o CTR assinado pelo transportador e gerador;
6. Somente descarregar os resíduos em áreas licenciadas ou conforme plano de gestão licenciado pelo órgão ambiental e apresentado pelo gerador;
7. Não transportar cargas que não sejam constituídas por resíduos da construção civil. Se o gerador manejou de forma incorreta o carregamento do material, a empresa deverá exigir que este descarregue o material e, se não for obedecida esta exigência, o transportador poderá acionar a fiscalização ambiental do município.
8. As empresas deverão ficar com uma cópia dos CTR, assinadas por todos autores envolvidos na gestão, e apresentá-las ao órgão ambiental quando realizarem a renovação da licença ambiental das empresas.

5.2.3 - Agente e ações propostas – SINDUSCON – SM

1. Caberá ao SINDUSCON-SM divulgar entre seus associados às novas regras de gestão dos RCC do município;
2. Promover palestras e/ou cursos de capacitação ambiental de seus associados;
3. Levar até os integrantes do Núcleo Gestor, as dúvidas e sugestões de seus integrantes, sobre as dificuldades encontradas na execução da gestão proposta.

5.2.4 - Agente e ações propostas – agente privado responsável pela destinação final dos RCC

1. Deverão estar licenciados ambientalmente para operarem as áreas de destinação e/ou reciclagem de RCC;
2. Deve exigir do transportador o CTR com sua assinatura e a do gerador;

3. Deverão arquivar todos os CTR recebidos pelos geradores e transportadores, para apresentarem uma cópia destes quando pedirem renovação de licenciamento ambiental de operação;
4. Não aceitar resíduos de transportadores que não possuam CTR ou plano de gestão dos seus RCC aprovado pelo órgão ambiental;
5. Deverão apresentar aos órgãos ambientais a destinação dos resíduos reutilizados, reciclados ou destinados para outros fins.

5.2.5 - Agente e ações propostas – Ministério Público Estadual – MPE

1. Manter as propostas assinadas pelos integrantes do TAC, até o momento que esse for substituído pelo PIGRCC;
2. Fiscalizar as ações da prefeitura municipal, empresas de transporte e destinação de resíduos e os geradores dos RCC;
3. Aplicar sanções e/ou multa aos que desrespeitarem as exigências firmadas no TAC;
4. Manter o núcleo gestor independente das mudanças da gestão pública.

6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Santa Maria, como a maioria dos municípios brasileiros, ainda não maneja seu resíduo da construção civil, de acordo com as diretrizes preconizadas pela Resolução nº 307 do CONAMA (BRASIL, 2002).

Grande parte dos problemas causados pela ineficiente gestão dos RCC é motivada pela falta de uma infra-estrutura básica que crie condições mínimas para a gestão dos RCC. O município possui sistema de transporte eficiente, porém não possui um local adequado de disposição final e, além disto, muitos geradores desconhecem ou ignoram a atual legislação.

De acordo com as estimativas, as 04 (quatro) empresas transportadoras de RCC cadastradas no órgão ambiental do município, os chamados “tele-entulhos”, transportam mensalmente 3.184 m³/mês, que equivale a 106 m³/dia de resíduos.

Estimou-se que a geração dos RCC em massa corresponde a 3820 t/mês ou 127 t/dia. Considerando a população urbana de 242.000 habitantes, verifica-se uma geração *per capita* de 0,52 kg/hab.dia ou 189 kg/hab.ano.

De acordo com os resultados deste estudo, Santa Maria possui uma taxa de geração *per capita* abaixo dos valores encontrados na bibliografia. Isso pode ser explicado porque na investigação da geração dos RCC, somente foram identificados os resíduos transportados por empresas legalizadas. Devido a isso, há uma necessidade de identificar outros transportadores e/ou geradores e reavaliar a taxa de geração do município.

As propostas de gestão recomendadas neste trabalho objetivam inicialmente, a curto e médio prazo, o disciplinamento de todos os envolvidos na gestão dos RCC – gerador, transportador e destino final - bem como, ações visando criar condições para que a sociedade organizada discuta e elabore o PGIRCC.

Todo sistema de gestão de resíduos da construção civil, somente alcançará os seus objetivos de redução, reutilização e reciclagem, se o município criar um sistema de informação, divulgação e, principalmente, um sistema de fiscalização ambiental eficiente.

O modelo de gestão apresentado está alicerçado num conjunto de ações de gestão que desonera economicamente o município, descentraliza atitudes político-administrativa e incentiva parceria entre gerador e iniciativa privada e, dessa forma, gerando renda e emprego. Neste sentido, o modelo buscou dar solução ambiental com vantagem econômica e social e, somado a isso, buscou integrar a particularidades de gestão do município com as premissas definidas pela Resolução 307 do CONAMA.

Em fim, a indústria da construção civil deve enfrentar os grandes desafios de diminuição do déficit habitacional, a criação e melhoramento da infra-estrutura de transporte, saneamento, energia e etc., sem desassociar-se dos problemas ambientais causados por essa demanda.

Neste contexto, e de acordo com JOHN (2001), nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que o complexo da indústria da construção civil, setor esse que dá suporte para o desenvolvimento da sociedade, sofra grandes transformações.

As soluções dos problemas ambientais da construção civil devem fazer parte da rotina das empresas, e do gerenciamento das obras pelos engenheiros. Isso deve ocorrer, não só com o intuito de proporcionar uma melhor qualidade de vida atual, mas também, proporcionar às futuras gerações, a equidade no acesso do meio ambiente socialmente justo.

7 – BIBLIOGRAFIA

AGOPYAN, V. **Números do desperdícios**. Revista Técnica, São Paulo: Editora Pini, n.53, p. 30-33, agosto de 2001.

ÂNGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. São Paulo, 2000. Dissertação de mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT. **NBR 15112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro,2004.

_____. **NBR 15113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Áterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro,2004.

_____. **NBR 15114**: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro,2004.

_____. **NBR 15115**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro,2004.

_____. **NBR 15116**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro,2004.

BARROS, V. S; AQUINO, M. D; MOTA, S. **Proposta de gestão sustentável dos resíduos da construção civil no município de Fortaleza**. In: 23º Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental. Campo Grande, 2004. 1 CD-ROM.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos. EESC/USP. 1999.120p.

BONFANTE, A. L. S.; MISTURA, C. M.; NAIME, R. **Avaliação quanti e qualitativa dos entulhos produzidos no município de Passo Fundo-RS**. In: VI – Seminário nacional de resíduos sólidos. Gramado-RS, 2002. 1 CD-ROM.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE,CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. **Resolução nº 307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios, procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília-DF.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE,CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. **Resolução nº 348**, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.Brasília-DF.

BRASIL. Republica Federativa do Brasil. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Relatório das principais atividades industriais do Brasil**. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em 16 de novembro de 2005.

BRASIL. **Republica Federativa do Brasil. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior**. Relatório das principais atividades industriais do Brasil (1996) Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em 16 de novembro de 2005.

CASSA, J. C.; CARNEIRO, A. P. ;BRUM, I. A. S. **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção: projeto entulho bom**. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001.312p.

CAVALCANTI, C. **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez, 1995. 429 pg.

CIB – International Council for Research and Innovation in Building and Construction. **Agenda 21 on Sustainable Construction**. Rotterdam: CIB Report Publication 237, 1999. Disponível em: <www.cibworld.nl>. Acesso em novembro de 2005.

DEGANI, C. M. **Sistema de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios**. 2003. 223p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

EPA – Environmental Protection Agency. **Office of solid waste. Characterization of bulding related construction and demolition debris in the United States**. Junho, 1998.

FEE – Fundação de Economia e Estatística. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. **Estimativa da população, por município e situação de domicílio, Rio Grande do Sul - 2004**. Disponível em:< [http:// www.fee.rs.gov.br](http://www.fee.rs.gov.br)>. Acesso em: 10 de novembro de 2004.

GAIA, G. F. **Educação ambiental: princípios e praticas**. 4º Ed. São Paulo: Gaia,1992. Cap. 3, p. 140-141.

GEOLIVRE. **Mapa dos municípios do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.geolivres.gov.br>> Acesso em: 10 de maio 2005.

GOMES, T. L. **Avaliação quali-quantitativa de percolado gerado no aterro controlado de Santa Maria,RS**.2005.96 f. Dissertação mestrado em engenharia civil – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa anual da indústria da construção (PAIC) de 2003**. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 de novembro de 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional de saneamento básico (PNSB) de 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 de novembro de 2005.

JOHN, V. M. **A construção, o meio ambiente e a reciclagem**. Artigo. São Paulo: PCC-EPUSP. Disponível em <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br>>. Acesso em: 10 de outubro de 2005 a.

JOHN, V. M. **Aproveitamento de resíduos sólidos como material de construção**. In: CASSA, J. C.; CARNEIRO, A. P. ;BRUM, I. A. S. (Organ.). Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção: projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001. p.28-45.

JOHN, V. M. **Desenvolvimento sustentável, construção civil, reciclagem e trabalho multidisciplinar**. Artigo. São Paulo: PCC-EPUSP. Disponível em <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br>>. Acesso em: 10 de outubro de 2005 b.

JOHN,V.M.; AGOPYAN,N. **Reciclagem de resíduos da construção**. Artigo. São Paulo: PCC-EPUSP. Disponível em <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br>>. Acesso em: 15 de julho de 2005.

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

NETO, J. da C. M. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Paulo: RiMA, 2005. 162p.

NUNES, K. R. *et al.* **Diagnósticos das gestões municipais de resíduos sólidos da construção**. In: 23º Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental. Campo Grande, 2004. 1 CD-ROM

OLIVEIRA, M. J. E.; ASSIS, C. S. **Resíduos da construção: desenvolvimento sustentável**. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. João Pessoa, 2001. 1 CD-ROM.

PINTO, T. P. **Gestão ambiental dos resíduos da construção civil**: a experiência do SindusCon-SP. São Paulo: SindusCon, 2005.47p.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 200p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. (Coord.).**Manejo e gestão dos resíduos da construção civil. Volume 1 – Manual de orientação**: como implementar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília: CAIXA,2005.194p.

PMSM - PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. Dados econômicos. Disponível em:< <http://www.santamaria.rs.gov.br>>. Acesso em: 10 de setembro de 2006.

REISDÖFER, A. F. **O desafio de tornar as cidades sustentáveis**. Revista mensal do Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura do Rio Grande do Sul, nº4, p. 12-14,dezembro de 2004.

SISSINO, C. L. S. ; OLIVEIRA, R. M. (Coord.) **Resíduos sólidos, ambiente e saúde** : Uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000.190p.

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. Outubro/Dezembro 2004.

THÉCHNE. **Reciclagem: uso de resíduos da construção**. Revista Técnica: a revista do engenheiro civil, São Paulo: Editora Pini, n.112, p. 32-35, julho de 2006.

VÁSQUEZ, E. **Introdução**. In: CASSA, J. C.; CARNEIRO, A. P. ;BRUM, I. A. S. (Organ.). Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção: projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001. p.22-25..

XAVIER, L. L.; ROCHA, J. C. **Diagnóstico do resíduo da construção civil – Início do caminho para o uso potencial do entulho**. In: IV Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na construção civil - materiais reciclados e suas aplicações. CT206 - IBRACON. São Paulo - SP. 2001.

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

ZORDAN; S.E. **Entulho da indústria da construção civil**. Artigo. São Paulo: PCC-EPUSP. Disponível em <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2006.