

## Monografia

# "GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – ANÁLISE DO CENÁRIO NACIONAL QUANTO À DESTINAÇÃO E TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL"

Autor: Vernei Luís Grehs

Orientador: Prof. White José dos Santos

FEVEREIRO/2016

VERNEI LUÍS GREHS

**" GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – ANÁLISE DO  
CENÁRIO NACIONAL QUANTO À DESTINAÇÃO E TRATAMENTO DOS  
RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL”**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil  
da Escola de Engenharia UFMG

Orientador: Prof. White José dos Santos

Rio de Janeiro

Escola de Engenharia da UFMG

2016

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha esposa Cristiane Costa pelo apoio e pela peculiar calma e paciência que enfrenta as incertezas da vida, o que me inspira a enfrentar os desafios.

Agradeço ao meu filho Daniel Grehs por seus questionamentos e sua eterna curiosidade no mundo, sempre em busca de esclarecimentos.

Agradeço à ArcelorMittal por acreditar e investir na qualificação profissional da cadeia da construção civil e por confiar em mim como partícipe do processo.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	8
2	OBJETIVOS .....	10
	2.1 Objetivos específicos: .....	10
3	METODOLOGIA .....	11
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	12
	4.1 Histórico da Gestão de Resíduos da Construção Civil (RCC) .....	12
	4.2 Panorama no Brasil da Disposição e Tratamento de RCC .....	13
	4.2.2 Políticas Públicas para Gestão de RCC .....	15
	4.3 A Indústria da Reciclagem e sua Cadeia Produtiva .....	39
	4.3.1 A Gestão de Resíduos nas Construtoras .....	46
5	PROPOSTAS DE DIRETRIZES .....	54
6	CONCLUSÃO .....	57
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
8	BIBLIOGRAFIA .....	65

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 4.1</b> - Aterro de Gramacho fechado em 2012 pelo governo municipal do Rio de Janeiro .....	34
<b>Figura 4.2</b> - Gráfico representativo da quantidade de trabalhos de produção científica com tema voltado a reciclagem de resíduos da construção civil desde o primeiro publicado no Brasil em 1986 .....	43
<b>Figura 4.3</b> - Desperdício no processo construtivo da alvenaria sem projeto executivo de alvenaria .....	50
<b>Figura 4.4</b> - Alvenaria estrutural – redução da geração de resíduos .....	51
<b>Figura 4.5</b> - Alvenaria modular em estrutura convencional com projeto executivo de alvenaria .....	51
<b>Figura 4.6</b> - Tecnologia para desmonte de concreto com jato d'água de alta pressão .....	53
<b>Figura 5.1</b> - Segregação de resíduos sólidos de RCC em canteiro de obras com metas à certificação LEED .....	54

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 4.1</b> - Dispositivos legais de abrangência nacional referentes aos resíduos de construção civil e demolição.....	17
<b>Tabela 4.2</b> - Classificação e destinação dos resíduos segundo Resolução 307/2002 após alterações sucedâneas.....	18
<b>Tabela 4.3</b> - Estados com a Política Estadual de Resíduos Sólidos.....	22
<b>Tabela 4.4</b> - Política e Legislação no Município de São Paulo .....	27
<b>Tabela 4.5</b> - Política e Legislação no Município do Rio de Janeiro.....	33
<b>Tabela 4.6</b> - Locais para destinação de Resíduos Sólidos da Construção Civil no Município do Rio de Janeiro (atualizado em 05 dezembro de 2013) .....	36
<b>Tabela 4.7</b> - Política e Legislação no Município de Belo Horizonte .....	38
<b>Tabela 4.8</b> - Exemplos de cidades com usinas de reciclagem, aterros de inertes e/ou ATT. ....	41
<b>Tabela 4.9</b> - Normas técnicas brasileiras relacionadas aos resíduos sólidos e aos RCC .....	44
<b>Tabela 8.1</b> - Principais trabalhos de pesquisa relacionados à reciclagem de RCC .....	79

## RESUMO

Os problemas derivados da destinação inadequada de resíduos sólidos oriundos da construção civil e demolição são agravados, principalmente nas grandes cidades, com o aumento do número de habitantes. Este trabalho busca realizar um diagnóstico do cenário nacional, através de pesquisa bibliográfica, quanto à geração de resíduos no setor da construção civil, sua segregação, destinação e tratamento e, ainda, as mudanças observadas após a publicação das resoluções do CONAMA e da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Para um estudo mais aprofundado foram selecionados os municípios de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, visando uma análise da forma como os governos municipais estão buscando soluções para os problemas de destinação dos RCC. As construtoras foram também alvo de análise por sua fundamental participação como geradores e pela responsabilidade quanto à busca de medidas necessárias para a redução da geração dos resíduos. No desenvolvimento deste trabalho foi constatado na última década o aumento da quantidade de trabalhos científicos publicados no Brasil com temas direcionados ao aproveitamento dos resíduos de construção civil, provavelmente, impulsionados pelas novas políticas governamentais ou ainda pelo interesse da indústria de reciclagem que vislumbra bons negócios neste setor. Apesar dos avanços da política pública quanto às diretrizes para orientar a adequada destinação e tratamento dos resíduos, muita ainda há que ser realizado para que alcancemos os patamares desejados da qualidade de vida e do meio ambiente, como o desenvolvimento da indústria de reciclados; a qualificação dos profissionais e empresas da construção civil; a padronização da coleta de dados e informações sobre resíduos sólidos; melhor eficácia da fiscalização da adequada destinação, além da atualização da normatização técnica de materiais reciclados. Com o envolvimento da sociedade civil, da classe acadêmica e de políticos e empresários é eminente implementarmos com base em políticas mais modernas, sistemas e processos mais eficazes que nos possibilitem não gerar, reduzir, reutilizar, reciclar e tratar os resíduos sólidos da construção civil e finalmente dispor apenas os rejeitos em local ambientalmente adequado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos da Construção Civil e Demolição, Reciclagem, Gestão de Resíduos.

## 1 INTRODUÇÃO

A melhoria do meio ambiente, a qualidade de vida, a saúde pública e o bem-estar da população são objetivos do conjunto de ações e programas de saneamento básico ambiental regulamentados pelo governo federal. Os grupos de ações de saneamento ambiental classificados na Lei 11.445/2007 são: captação, tratamento e abastecimento de água; coleta e tratamento de esgoto; e grupo de resíduos sólidos e líquidos industriais e de fossa (BRASIL, 2007).

Os temas ambientais têm sido constantes e cada vez mais presentes nos debates e discussões da sociedade civil, evidenciados através dos temas em seminários realizados pelo setor como na ENIC – Encontro Nacional da Indústria da Construção e também na ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, assim como pela constituição de diversas comissões de meio ambiente em instituições do setor da construção civil como CBIC e nos SINDUSCON. A qualidade de vida e a sobrevivência da espécie humana é objetivo cada vez mais frequentes nestes fóruns. A preservação do meio ambiente não pode mais ser tratada apenas como um discurso “bonito e social”. Os resultados destas discussões têm encontrado alternativas mais sustentáveis para a questão dos resíduos em todo o mundo (RABELO, 2012).

Segundo a CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção, vem aumentando a participação do setor da construção civil no PIB de 3,69% em 2008 para 5,69% em 2014. Portanto, o setor tem grande participação na produção de resíduos sólidos e responsabilidade para encontrar medidas de redução.

Nas considerações finais do Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil do IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Fernandez (2012) estima que cada habitante produza por ano 0,50 tonelada de RCC nos municípios avaliados pelos diagnósticos, confirmando o índice identificado por Pinto (1999).

Sendo assim, o setor produtivo da indústria da construção tem grande responsabilidade quanto a encontrar e a talhar caminhos adequados ao tratamento que devem ser dados

aos resíduos sólidos da construção civil (RCC), buscando alternativas para seu reaproveitamento ou não geração.

Segundo a ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, em seu Panorama do Resíduos Sólidos do Brasil de 2014 foram coletados em neste mesmo ano pelas empresas municipais 45 milhões de toneladas de RCD – Resíduos Sólidos de Demolição. Comparando com 2013 é observado um aumento de 4,1%. Levando em conta que este levantamento não inclui o RCD retirado pelos grandes geradores e por empresas privadas de transporte de resíduos, constatamos que o volume total é muito maior.

A construção civil é grande consumidora dos recursos naturais. Desperdiçar os materiais no canteiro de obra significa desperdiçar estes recursos que hoje são tão caros para sociedade e cada vez mais escassos. Portanto, a construção civil está no centro das discussões com o dever de absorver critérios sustentáveis em sua rotina produtiva (FERREIRA & MOREIRA, 2013).

## **2 OBJETIVOS**

O objetivo geral é realizar o diagnóstico do cenário brasileiro e mais especificamente nos principais centros urbanos do país quanto ao tratamento dado aos RCC e avaliar a eficácia das mais recentes ações e programas realizados pelo poder público quanto à orientação e à fiscalização da disposição, transporte e geração dos RCC.

### **2.1 Objetivos específicos:**

- Avaliar os resultados da implementação da Resolução CONAMA nº 307/2002, até o momento percebida como a normativa mais significativa específica para o setor da construção civil, em municípios de grande porte;
- Avaliar os impactos e mudanças provocados pela Política Nacional do Resíduos Sólidos no que tange ao RCC;
- Coletar informações e indicadores que possibilitem orientar órgãos, entidades e agentes públicos e privados para o gerenciamento de resíduos da construção civil e nas ações de melhorias quanto à disposição e tratamento dos resíduos sólidos gerados por este setor.
- Questionar e discutir caminhos possíveis e adequados para o tratamento dos resíduos como: a adequada disposição, o aproveitamento e reciclagem de parte ou de todo o resíduo gerado e a redução/eliminação da geração de resíduos nos canteiros de obra.

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido através de pesquisas na rede mundial de computadores, em documentos digitais e impressos.

As principais fontes de dados foram:

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA);
- Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS);
- Associação Brasileira de Resíduos da Construção Civil (ABRECON);
- Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC);
- Prefeitura dos Municípios de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte;
- Ministério do Meio Ambiente;
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entre outros.

Através dos dados coletados foi realizada uma análise das principais documentos legais e estratégicos com as orientações que devem ser aplicadas quanto ao tratamento dos resíduos sólidos da construção civil.

Foram selecionadas os dois mais populosos municípios da federação Rio de Janeiro e São Paulo e a cidade de Belo Horizonte por ser pioneira em ações para solução dos problemas quanto à destinação de resíduos sólidos, a fim de possibilitar o aprofundamento do estudo, focando os 3 exemplos de gestão pública.

Buscou-se avaliar as consequências da política pública federal nos três municípios com a publicação da Resolução CONAMA nº 307 e da Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

Todo o trabalho foi direcionado na busca de encontrar as principais causas dos problemas quanto à disposição irregular, consequência da má gestão destes resíduos oriundos da construção civil. Destacando as formas e ações preventivas mais eficientes na busca de minizar os impactos ambientais causados.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Alguns estudos consultados para elaboração deste trabalho, como é o caso do Panorama dos Resíduos Sólidos da ABRELPE e o Relatório de Pesquisa Setorial da ABRECON utilizam a sigla RCD (resíduos da construção civil e demolição) para designar os resíduos sólidos advindos da atividade de construção, manutenção, reformas e demolição. No entanto, a Resolução CONAMA nº 307/2002 define: “*Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha*”, ou seja, RCC. Portanto, ambas as siglas serão utilizadas neste trabalho.

### 4.1 Histórico da Gestão de Resíduos da Construção Civil (RCC)

Antes de ser suprimido em 1986, o PLANASA - Plano Nacional de Saneamento possibilitou, desde a década de 1970, investimentos, prioritariamente, na área de abastecimento de água, em seguida coleta de esgoto e só então, tratamento dos resíduos líquidos. A política centralizadora do regime autoritário do governo, à época, construiu um sistema baseado nas concessionárias estaduais de saneamento básico como a SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, CEDAE – Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro, COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais, EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento, CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento, entre outras, que priorizavam suas metas nos aspectos de abastecimento, menosprezando os de coleta, ficando em segundo plano as preocupações com a destinação dos resíduos líquidos e muito menos dos resíduos sólidos. Neste período inibia-se, através desta política, as ações dos municípios, verdadeiros responsáveis pela limpeza pública urbana (PINTO,1999). Foi somente depois da derrocada deste modelo administrativo, nos final da década de 1990 e início dos anos 2000 que os resíduos sólidos urbanos passaram a pertencer às pautas

de administradores e legisladores. A partir de 2002 os resíduos da construção civil tiveram sua gestão orientada com a publicação da Resolução CONAMA nº 307 de 05 de julho de 2002 (SCHNEIDER, 2003).

Ainda no início dos anos 2000, Schneider (2003) identificou a ausência de uma política pública nacional voltada para a gestão dos resíduos da construção civil e demolição. Este cenário somente começou a se alterar com a publicação da Resolução nº 307, afetando, significativamente, a qualidade do gerenciamento público desses resíduos.

Na evolução deste novo cenário nacional, em 2010 foi publicada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que além de visar à regulamentação da gestão adequada dos resíduos, também incluiu questões para o desenvolvimento econômico e social, bem como para a manutenção da qualidade ambiental (FERNANDEZ, 2012).

O setor da construção civil tem grande relevância econômica e social para economia brasileira, haja vista sua participação no PIB de 5,69% em 2014, e o emprego de mais de 3 milhões de trabalhadores com carteira assinada, segundo a CBIC – Confederação Brasileira da Indústria da Construção. Como grande consumidor de recursos e grande poluidor o setor da construção civil pode ser imensamente nocivo ao meio ambiente, caso não entenda e implemente, com urgência, os conceitos e ações de sustentabilidade (RABELO, 2012).

#### ***4.2 Panorama no Brasil da Disposição e Tratamento de RCC***

Enchentes, entupimento de galerias com perda de eficácia da infraestrutura de drenagem, assoreamento de canais, proliferação de vetores, poluição nas encostas e margem de estradas, além de excessivo e desnecessário aumento dos custos da administração pública são em larga escala causados pela disposição irregular dos resíduos sólidos provenientes da construção civil e da demolição. Há cidades em que estes resíduos ainda são destinados e depositados em aterros sanitários, causando ainda mais desperdício de dinheiro. A reciclagem dos resíduos da construção é uma das formas de reduzir estes impactos negativos (ABRECON, 2015).

A coleta de dados e informações quanto à geração, ao transporte, ao descarte e à disposição dos resíduos sólidos no Brasil são difíceis de serem obtidos com precisão. É verificado que a obtenção de informações e dados para levantamento das características dos RCC são realizadas por diferentes metodologias, por não haver controle ou padronização nas formas adotadas de estimativas da geração destes resíduos (FERNANDEZ, 2012).

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) confirma em seu relatório Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2014, que nada trouxe mais impactos para os responsáveis da gestão de resíduos sólidos do que a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, orientando com base em conceitos amplos e modernos, para uma nova sistemática na gestão dos resíduos e que, com clareza, estipula prazos para que os avanços pretendidos sejam implementados.

Em face do ambiente econômico desfavorável que ora o país atravessa, é registrada uma situação crítica para a gestão de resíduos, já que os prazos firmados pela PNRS venceram em agosto de 2014 e os principais objetivos não foram alcançados, sendo ainda, evidenciados lixões em todas as regiões do país.

A Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) enfatizou no ano de 2002 em seu Plano de Desenvolvimento do Setor de Agregados da Região Metropolitana do Rio de Janeiro a necessidade da implantação de usinas de processamento e beneficiamento de resíduos da construção e demolição e a importância de uma rápida atualização tecnológica deste processo. Porém, após 10 anos o parque industrial no Estado do Rio de Janeiro e o mercado de materiais reciclados de RCC não davam sinais de estruturação (SILVA, 2012 *apud* FERREIRA & MOREIRA, 2013).

As informações sobre a geração e a destinação de RCC no Brasil são escassas, mas a participação no Produto Interno Bruto do setor de atividade da qual se originam é significativa. O que se observa, porém, é que a participação em massa de RCC em relação aos resíduos sólidos urbanos varia em cerca de 40 a 70% (PINTO, 1999). Segundo Ferreira & Moreira (2013) esta estimativa ainda se mantém, pois não foram realizados estudos significativos que a tenha atualizado.

Em 2008, o IBGE realizou pesquisa sobre o saneamento básico no Brasil (PNSB) e constatou que houve melhorias no quadro da destinação final dos resíduos sólidos nos últimos 20 anos, principalmente nas Regiões Sul e Sudeste. Entretanto, ainda 50,8% dos municípios brasileiros destinavam seus resíduos sólidos para vazadouros a céu aberto, os chamados lixões, sendo que mesmo com soluções e combinações pactuadas entre os agentes responsáveis, a pesquisa concluiu que seriam necessárias ainda profundas mudanças sociais, econômicas e culturais para que o cenário se modifique significativamente.

Considerando a produção média anual de RCD no Brasil de 500 kg/hab, previsto por Pinto (1999). Índice até 2012 ainda mantido (ABRECON, 2013) e ainda considerando que em julho de 2015 o IBGE previu 204.450.649 de habitantes no país e que a massa unitária do RCD é de 1200 kg/m<sup>3</sup>, pode-se estimar uma geração anual de RCD de 85.187.770 m<sup>3</sup> (atualizado de ABRECON, 2015).

#### **4.2.2 Políticas Públicas para Gestão de RCC**

A redução das perdas, ou seja, redução de geração de resíduos na construção civil significa redução do custo final da obra, o que certamente é motivo de mobilização do setor da construção na busca de soluções. A taxaçoão da geração de resíduos, controle do transporte e disposiçoão dos RCC são medidas que o poder público deve lançar mão, como já é feito, com sucesso e há muitos anos em diversos países, a exemplo da Inglaterra (JOHN, 2000 *apud* JOHN & AGOPYAN, 2001).

Para Ferreira & Moreira (2013), o cenário histórico da indústria da reciclagem de RCC no Brasil destaca-se em três períodos distintos até então: primeiro antes da Resolução CONAMA nº 307/2002, segundo após sua publicação até a promulgaçoão da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNSR) e terceiro após a regulamentação desta política através da Lei nº 12.305 de 2 de agosto 2010.

Na Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, ficou claramente determinado que o gerador é responsável pelo gerenciamento de seus resíduos, devendo segregá-los em diferentes classes, preferencialmente no local de

geração e ainda responsabilizar-se pelo seu transporte e pela destinação final apropriada de acordo com às classes dos resíduos determinadas pela resolução. Instituído-se pela primeira vez o conceito de poluidor-pagador no setor da construção civil.

A seguir, na tabela 4.1, são apresentadas os principais dispositivos legais que determinam os critérios e orientam quanto à gestão dos resíduos sólidos e resíduos derivados do setor da construção civil no país.

Tabela 4.1 - Dispositivos legais de abrangência nacional referentes aos resíduos de construção civil e demolição

Fonte: MMA (2015)

<b>Documento</b>	<b>Descrição</b>
Resolução CONAMA nº 469/2015	Altera art. 3º da Resolução CONAMA nº 307/2002, incluindo embalagens vazias de tintas imobiliárias na classe B de resíduos recicláveis
Resolução CONAMA nº 448/2012	Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307. Revoga os arts. 7º, 12 e 13 da mesma Resolução.
Resolução CONAMA nº 431/2011	Altera art. 3º da Resolução CONAMA nº 307/2002, transferindo o gesso da classe C para classe B
Decreto nº 7.404/2010	Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a PNRS, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos sistemas de logística reversa, e dá outras providências.
Lei Federal nº 12.305/2010	Institui a PNRS, altera a Lei no 9.605 de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
Lei Federal nº 11.445/2007	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis no 6.766, de 19 de dezembro de 1979, no 8.036, de 11 de maio de 1990, no 8.666, de 21 de junho de 1993 e no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 348/2004	Altera a Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.
Resolução CONAMA nº 307/2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Lei Federal nº 10.257/2001	Estatuto das Cidades: regulamenta os Artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.
Lei Federal nº 9.605/1998	Lei de Crimes Ambientais: dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei Federal nº 6.938/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Um dos principais legados da Resolução CONAMA nº 307/2002 foi a categorização dos resíduos da construção civil em quatro classes A, B, C e D, sendo as classes A e B reutilizáveis ou recicláveis, a classe C sem mercado ou tecnologia para sua reciclagem e a classe D como resíduos tóxico ou contaminante, veja tabela 4.2. Em 2004, através da

resolução CONAMA nº 348/04, a Resolução nº 307 foi alterada com a inclusão do amianto na classe D e em 2011, o gesso passou de classe C para classe B com a publicação da Resolução nº 431/11.

Tabela 4.2 - Classificação e destinação dos resíduos segundo Resolução nº 307/2002 após alterações sucedâneas

Fonte: SANTOS (2012)

CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	DESTINAÇÃO, após triagem.
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, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;	deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros.
Classe B	são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;	deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura. Considerar o sistema de logística reversa para as embalagens de tinta.
Classe C	são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;	deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
Classe D	são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.	deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Em 2012, nova alteração da Resolução nº 307 através da Resolução nº 448/12, sem modificar a classificação dos resíduos, porém modernizou algumas definições, como por exemplo: “Aterro de resíduos da construção civil” passou a ser nomeado como “Aterro de

*resíduos classe A de reservação de material para usos futuros” e “Áreas de destinação de resíduos” passou a ser nomeada como “Área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT)”. Em 2015 foi, por fim, alterada mais uma vez a classificação dos resíduos pela resolução nº 469/15 quando estabelece que as embalagens de tintas imobiliárias devem pertencer na classe B de resíduos, considerando que estas embalagens devem estar vazias ou contendo apenas filme seco de tinta, ou seja, não devem conter a forma líquida da tinta.*

Esta mais recente resolução introduz, já por inspiração da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), a primeira vez pelo CONAMA, o conceito de logística reversa de RCC, por enquanto, apenas para a destinação das embalagens de tinta. Compreende-se logística reversa pela definição descrita na própria Lei nº 12.305/2010, como: *“instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.”*

A orientação para que a triagem do resíduo anteceda a sua destinação foi ressaltada na Resolução CONAMA nº 448, de 18 de janeiro de 2012, fortalecendo o conceito e necessidade de uma triagem eficiente a fim de tornar o processo de destinação e reciclagem mais eficaz e menos oneroso.

Para as usinas de reciclagem é grande benefício que se tenha procedimentos de triagem no canteiro de obra. No Estado de São Paulo, foi verificado em uma usina privada que após a adoção de uma regra estabelecendo critérios de recebimento de resíduos apenas segregados, ou seja, resíduos limpos ou resíduos de concreto, foi possível reduzir o número de funcionários pela metade, sem a necessidade de ter uma equipe de triagem que consumia 1 funcionário para cada 50 m<sup>3</sup>/dia de resíduos recebidos, pois era estimado 90% de resíduos mistos e 10% de resíduos classe B (MIRANDA *et al.*, 2009).

Após longos vinte e um anos de discussões o Congresso Nacional marcou o início de uma forte e essencial articulação institucional que envolveu os três entes federados – União, Estados e Municípios, o setor produtivo e a sociedade civil com a aprovação da Lei nº 12.305 em 12 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), inaugurando uma nova e esperançosa etapa na busca de soluções para

problemas graves e prementes causados pelos resíduos sólidos, imensamente prejudiciais à qualidade de vida dos brasileiros (BRASIL, 2011).

Alguns pontos principais imperam na atual Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) são eles:

- A meta de fechamento definitivo dos lixões até o fim de 2014;
- Que aos aterros sanitários sejam destinados apenas rejeitos, ou seja, resíduos sólidos que têm esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis;
- Implementar sistemas de logística reversa;

Difundir e implementar o conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, envolvendo de forma individualizada ou encadeada os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

No Plano Nacional de Resíduos Sólidos de 2011, que ora é disponibilizado no site do Ministério do Meio em Ambiente, ainda em versão preliminar, apresenta diagnóstico identificando 2.906 lixões no Brasil, distribuídos em 2.810 municípios. O estado da Bahia é o que apresenta mais municípios com presença de lixões (360), seguido pelo Piauí (218), Minas Gerais (217) e Maranhão (207). Outras informações relevantes é que 98% dos lixões existentes concentram-se nos municípios de pequeno porte e 57% dos lixões identificados localizam-se na região nordeste (BRASIL, 2011).

Portanto, pouco ou nada parece indicar que até o momento da elaboração deste trabalho, as metas ambiciosas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos quanto à extinção dos lixões tenham sido alcançadas. O que observa-se até o momento é a constante formulação e atualização da legislação e políticas ambientais no âmbito Nacional, Estadual e Municipal, ampliando as ferramentas jurídicas, porém sem muitos ganhos e resultados práticos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos vincula, no artigo 16 da Lei nº 12.305/2010, a elaboração do Plano Estadual de Resíduos Sólidos ao acesso a recursos da União.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos tem como diretriz fundamental, eixo central estratégico, a seguinte ordem de prioridades: não geração → redução → reutilização → reciclagem → tratamento dos resíduos sólidos → disposição final ambientalmente adequada apenas dos rejeitos

Definido como rejeitos, *“resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada”* (BRASIL, 2010).

O relatório Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil realizado pela ABRELPE em 2014 indica que a situação da destinação final dos RSU – resíduos sólidos urbanos no Brasil não mudou muito em relação ao ano de 2013. Pois constatou-se que a destinação final adequada em 2014 teve um índice de 58,4%, 0,1% a mais comparando com o ano anterior. Permanecendo ainda significativo a quantidade de RSU, totalizando 29.659.170 toneladas no ano, que foram destinados a locais inadequados como lixões ou aterros controlados, os quais do ponto de vista ambiental pouco se diferenciam dos lixões, pois não possuem o conjunto de sistemas necessários para a proteção do meio ambiente e da saúde pública.

São apresentados na tabela 4.3 os instrumentos legais e políticos já elaborados pelos estados brasileiros e distrito federal. Observam-se destacados em amarelo os estados que não possuem legislação específica nem Plano de Resíduos Sólidos.

Dos 26 estados brasileiros e 1 distrito federal, 3 estados não instituíram nenhum plano político ou documento legislativo para planejamento ou busca de soluções para destinação dos resíduos de RCC, 4 estados iniciaram a elaboração de seus planos sobre os resíduos sólidos, porém sem nenhum instrumento legal estadual, 7 estados já possuem legislação a respeito e, em fase de elaboração do plano 4 estados possuem o plano de resíduos sólidos porém sem nenhum dispositivo legal. O distrito federal publicou legislação, porém não iniciou o plano de resíduos sólidos previsto no PNRS. Por fim a maioria, ou seja, 8 estados da federação possuem o plano estadual de resíduos sólidos e legislação que orienta a destinação dos resíduos de RCC.

Tabela 4.3 - Estados com a Política Estadual de Resíduos Sólidos

Fonte: MMA (2015)

Estado	Legislação – Resíduos Sólidos	Possui Plano de Resíduos Sólidos
<b>Região Norte</b>		
Rondônia	Lei Estadual nº 1.145, de 12/12/2002	Em elaboração
Acre	-----	Sim, 2012
Amazonas	-----	Em elaboração
Roraima	-----	-----
Pará	Lei Estadual nº 7731 DE 20/09/2013 Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento	Sim, 2014
Amapá	-----	-----
Tocantins	-----	Em elaboração
<b>Região Nordeste</b>		
Maranhão	-----	Sim, 2012
Piauí	-----	Em elaboração
Ceará	Lei Estadual nº 13.103, de 24/01/2001	Em elaboração
Rio Grande do Norte	-----	Sim, 2012
Paraíba	-----	-----
Pernambuco	Lei Estadual nº 14.236, de 13/12/2010	Sim, 2012
Alagoas	Lei Estadual nº 7749 DE 13/10/2015	Sim, 2015
Sergipe	-----	Sim, 2014
Bahia	Lei Estadual nº 12.932/2014	Em elaboração
<b>Região Sudeste</b>		
Minas Gerais	Lei Estadual nº 18.031, de 13/01/2009M regulamentada por Decreto 45.181/2009.	Em elaboração
Espírito Santo	Lei Estadual nº 9.264, de 16/07/2009	Em elaboração
Rio de Janeiro	Lei Estadual nº 4.191, de 30/09/2003 - Alterada pela Lei 6.805, de 18/06/2014	Sim, 2013
São Paulo	Lei Estadual nº 12.300, de 16/03/2006	Sim, 2014
<b>Região Sul</b>		
Paraná	Lei Estadual nº 12.493, de 22/01/1999 alterada pela Lei 15.862/2008	Sim, 2013 (em revisão)
Santa Catarina	Lei Estadual nº 13.557, de 17/11/2005	Sim, 2014 (em revisão)
Rio Grande do Sul	Lei Estadual nº 14.528, de 15/04/2014	Sim, 2012
<b>Região Centro-Oeste</b>		
Mato Grosso do Sul	-----	Em elaboração
Mato Grosso	Lei Estadual nº 7.862, de 19/12/2002	Em elaboração
Goiás	Lei Estadual nº 14.248, de 29/07/2002	Em elaboração
Distrito Federal	Lei nº 3.232, de 03/12/2003	-----

A coleta, transporte e destinação final dos resíduos formam o conjunto de atividades da gestão de resíduos sólidos. Ao município cabe gerenciar estes resíduos sólidos urbanos para garantir a limpeza pública urbana e diminuição dos impactos ambientais e sociais

causados pela disposição inadequada. Portanto, nos itens a seguir foi analisado o cenário atual nas duas mais populosas capitais brasileiras São Paulo e Rio de Janeiro e em Belo Horizonte por seu histórico pioneiro na busca de soluções para o adequado gerenciamento dos resíduos sólidos da construção.

#### ***4.2.2.1 Panorama no Município de São Paulo***

Os números em São Paulo são sempre grandiosos, sendo a sexta cidade mais populosa do mundo, São Paulo enfrenta também problemas grandiosos quando abordado o tema de resíduos sólidos gerados neste centro urbano.

São Paulo possui atualmente uma população estimada em 11.967.825 habitantes (IBGE, 2015). Estimasse que em 2040 esta cidade abrigará 12,7 milhões de pessoas, embora atualmente haja comportamento decrescente da taxa de crescimento geométrico, pois que na primeira década do século XXI ficou em 0,8%, enquanto na década de 1980 a 1990 a taxa de crescimento era de 3,7%. Ainda assim, é previsto um aumento de 1,5 milhões de 2012 a 2040, esta é a projeção da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano – SMDU. Toda essa força de trabalho, que corresponde a 5,9% da população do Brasil, produz 12% do PIB do país, com o maior parque industrial, maior centro financeiro e grande pólo comercial (SÃO PAULO, 2014).

Embora tenha reduzido a sua representatividade no número de usinas de reciclagem que em 2013 era de 58% e em 2015 passou para 54%, São Paulo ainda é o estado com maior quantidade de usinas de reciclagem. No Rio de Janeiro houve crescimento do número de usinas hoje representado 7% do total do país, quando em 2013 era de 3%. (ABRECON, 2015). O que pode explicar a predominância do número de usinas no estado de São Paulo são a escassez de recursos naturais próximos ao centro urbano, o que eleva o custo de transporte dos minerais; a escassez de espaço disponível e alto custo da disposição em terreno; os incentivos fiscais governamentais para a implantação de usinas de beneficiamento dos resíduos de construção civil; o alto valor do agregado natural que promove vantagens para utilização do agregado reciclado (FERREIRA & MOREIRA, 2013).

Em 2012, a prefeitura de São Paulo entregou à população o Plano de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos da Cidade de São Paulo (PGIRS), preconizado pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), no entanto, por não atender diretrizes e conteúdo mínimo exigidos pela Lei 12.305/2010, como a elaboração do plano com a participação popular e também pela inobservância de diretrizes da Política Nacional sobre Mudanças do Clima, que orienta quanto a redução da geração de gases de efeito estufa – GEE, foi necessária nova mobilização para revisão e complementação do PGIRS (SÃO PAULO, 2014).

Portanto, com a publicação do Decreto nº 53.924, de 17 de maio de 2013 que convoca a Conferência Municipal de Meio Ambiente e cria o Comitê Intersecretarial para a Política Municipal de Resíduos Sólidos, a atual gestão ampliou o escopo do PGIRS (SÃO PAULO, 2014), enfrentando os desafios impostos pelas prerrogativas e metas estabelecidas na PNRS.

Entre agosto e setembro de 2013 ocorreu em São Paulo a IV Conferência Municipal de Meio Ambiente e com intensa participação popular o PGIRS foi reelaborado, sendo hoje o principal documento municipal que orienta quanto às estratégias que serão adotadas pelo Município com visão perspectiva de 20 anos. O foco da conferência foi a Política Nacional de Resíduos Sólidos, organizada em 58 eventos com a participação de cerca de 7.000 pessoas, alcançando seu objetivo com a finalização o PGIRS de 2014.

A AMLURB – Autoridade Municipal de Limpeza Urbana, autarquia que vem substituindo desde 2002 a LIMPURB – Departamento de Limpeza Urbana da Prefeitura de São Paulo, tem pautado suas ações gerenciais dando predominância na normatização, regramento e controle de contratos anteriores, quase que exclusivamente voltados para coleta indiferenciada dos resíduos e transporte com disposição em aterros sanitários, o oposto determinado pela Lei 12.305 de 2010. (SÃO PAULO, 2014). O PGIRS vem modificar e reorientar a política de gestão pública municipal de São Paulo.

O Decreto nº 53.924/2013 também criou 5 grupos de trabalho coordenados pelo Comitê Intersecretarial de Implementação da Política Municipal de Resíduos Sólidos, um deles o GT – 4, com a seguinte atribuição: coordenar e implementar as ações de manejo dos Resíduos da Construção Civil – RCC estabelecidas no PGIRS.

Com o crescimento populacional e com modelo ultrapassado de gestão de resíduos cresce vertiginosamente a deposição em locais inadequados e consome-se rapidamente os espaços nos aterros, que se localizam cada vez mais distantes dos centros urbanos. Os custos com transporte aumentam, como também o desperdício de materiais recicláveis, na ordem de 3 milhões de toneladas por ano no município de São Paulo. O reaproveitamento e reciclagem dos resíduos e o depósito mínimo possível nos aterros sanitários, sob a responsabilidade de agentes públicos ou privados, são metas do moderno PGIRS (SÃO PAULO, 2014). A mudança imediata da cultura pública e popular quanto ao manejo dos resíduos sólidos torna-se premente.

Estas mudanças estão apoiadas em um conjunto de leis e decretos aprovados pela prefeitura de São Paulo, que desde de 2002, com a publicação da Lei Municipal nº 13.478/2002, chamada Lei da Limpeza Urbana, vem modernizando os instrumentos legais. Esta lei dispõe sobre o Sistema de Limpeza Urbana do Município de São Paulo, regulando as relações dos grandes geradores, a serem cadastrados junto à Prefeitura, como também as empresas de coleta e a correta destinação a unidades licenciadas. A gestão adequada de RCC é definida pelo Decreto Municipal nº 42.217/2002, que estabeleceu procedimentos de licenciamento e operação de áreas privadas de transbordo e triagem (ATT), passo importante para criação de mercado dos reciclados de RCC, como também foi o Decreto Municipal nº 48.075 de 2006, que determina a utilização de agregados reciclados, oriundos de RCC, em obras e serviços de pavimentação das vias públicas do Município.

A Norma PMSP ETS-01/2003, – Camadas de Reforço do Subleito, Sub-base e Base Mista de Pavimento com Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos da Construção Civil, e a Norma PMSP ETS-02/2009 – Base de Material Fresado com Espuma de Asfalto, são especificações técnicas da Prefeitura Municipal de São Paulo e permitem aplicar os RCC constituídos de misturas asfálticas extraídas do pavimento urbano (SÃO PAULO, 2014). Estas orientações ajudam a consolidar a valorização dos reciclados da construção civil e a minimizar a falta de conhecimento e portanto, de confiança na utilização dos resíduos reciclados por parte dos profissionais consumidores deste produto.

As empresas de construção civil, como grandes geradores por determinação da resolução CONAMA nº 307/2002 estão obrigadas a homologar nos órgãos competentes municipais, para fins de licenciamento, os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da

Construção Civil, definido na Lei Municipal nº 14.803/2008, que disciplina a ação dos geradores e transportadores destes resíduos no âmbito do Sistema de Limpeza Urbana do Município de São Paulo. O mesmo procedimento tem sido incorporado na legislação de outros municípios do país como o Rio de Janeiro.

A disposição acima de 200 kg/dia de resíduos volumosos devem ser removidas pelos próprios geradores através de contratação de empresas que operam caçambas e que são obrigadas a comprovar a correta destinação dos resíduos ou então destinar pequenos volumes destes resíduos nos ecopontos, este dispositivo está na Lei 13.478/2002.

Na tabela 4.4 a seguir é apresentada a evolução das ferramentas legais disponíveis para o município de São Paulo.

**Tabela 4.4 - Política e Legislação no Município de São Paulo**

Fonte: SÃO PAULO (2015)

<b>Documento</b>	<b>Descrição</b>
Decreto nº 55.747, de 3 de dezembro de 2014	Aprova o Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social em Resíduos Sólidos do Município de São Paulo 2014/2033, bem como cria o Comitê Intersecretarial de Implementação do referido Programa
Decreto nº 54.991, de 2 de abril de 2014	Aprova as alterações e consolida o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de São Paulo (2014/2033)
Decreto nº 53.924, de 17 de maio de 2013	Convoca a Conferência Municipal de Meio Ambiente e cria o Comitê Intersecretarial para a Política Municipal de Resíduos Sólidos
Decreto nº 53.323, de 30 de julho de 2012	Aprova o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de São Paulo
Decreto nº 51.907, de 5 de novembro de 2010	Estabelece prazo e normas para o cadastramento dos Grandes Geradores de Resíduos Sólidos a que se referem os artigos 140, 141 e 142 da Lei nº 13.478, de 30 de dezembro de 2002; dispõe sobre as ações fiscalizatórias a serem adotadas nos casos de infração; dá nova redação aos artigos 1º e 3º do Decreto nº 46.958, de 1º de fevereiro de 2006
Lei nº 14.803 de 26 de junho de 2008	Dispõe sobre o Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos e seus componentes, o Programa Municipal de Gerenciamento e Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil conforme previstos na Resolução CONAMA nº 307/2002; disciplina a ação dos geradores e transportadores destes resíduos no âmbito do sistema de limpeza urbana do município de São Paulo e dá outras providências
Decreto nº 48.075 de 28 de dezembro de 2006	Dispõe sobre o uso de agregados em obras públicas municipais
Decreto nº 47.839 de 1º de novembro de 2006	Altera disposições e Anexos do Decreto nº 46.594, de 3 de novembro de 2005, com a redação dada pelo Decreto nº 46.777, de 12 de dezembro de 2005.
Decreto nº 46.777, de 12 de dezembro de 2005	Acrescenta § 5º ao artigo 4º e prorroga o prazo previsto no "caput" do artigo 39, ambos do Decreto nº 46.594, de 3 de novembro de 2005, que regulamenta a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final de resíduos inertes de que trata a Lei nº 13.478, de 30 de dezembro de 2002, com as alterações subsequentes
Decreto nº 45.885, de 9 de maio de 2005	Regulamenta disposições da lei nº 13.478, de 30 de dezembro de 2002, alterada pela lei nº 13.522, de 19 de fevereiro de 2003, relativas à cobrança da taxa e fiscalização dos serviços de limpeza urbana - FISLURB
Decreto nº 46.594, de 3 de novembro de 2005	Regulamenta a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final de resíduos inertes, de que trata a lei nº 13.478, de 30 de dezembro de 2002, com as alterações subsequentes
Decreto nº 45.668, de 29 de dezembro de 2004	Regulamenta os artigos 123 e 140 da Lei 13.478/2002, que dispõe sobre a organização do Sistema de Limpeza Urbana no Município de São Paulo, e dá outras providências
Decreto nº 42.992, de 20 de março de 2003	Regulamenta disposições da Lei 13.478/2002, alterada pela Lei 13.522/2003, que instituiu a Taxa de Resíduos Sólidos Domiciliares (TRSD) e a Taxa de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde (TRSS), relativamente ao procedimento tributário
Lei nº 13.522, de 19 de fevereiro de 2003	Dá nova redação a dispositivos e aos anexos i, iii, iv e vi da lei nº 13.478, de 30 de dezembro de 2002, que dispõe sobre a organização do sistema de limpeza urbana do município de São Paulo; cria e estrutura seu órgão regulador; autoriza o poder público a delegar a execução dos serviços públicos mediante concessão ou permissão; institui a taxa de resíduos sólidos domiciliares - TRSD, a taxa de resíduos sólidos de serviços de saúde - TRSS e a taxa de fiscalização dos serviços de limpeza urbana - fislurb; cria o fundo municipal de limpeza urbana - FMLU, e dá outras providências

Ao passo que a população de São Paulo foi crescendo e os problemas com a disposição dos resíduos sólidos aumentando, a prefeitura de São Paulo foi criando alternativas para solucionar a questão. Com a necessidade de fechamento dos lixões e fim da operação dos incineradores que são altamente poluentes e o início da criação dos aterros sanitários a Prefeitura, em 1989, teve a primeira experiência pública com o incentivo da coleta seletiva de materiais secos. Esta experiência foi repetida em 2002 de forma mais organizada e rendeu alguns frutos, pois foi constatada a diminuição da disposição dos resíduos recicláveis nos aterros sanitários, justamente no período de implementação do Programa Coleta Seletiva Solidária da cidade, quando foram implementadas as Centrais de Triagem e estabelecidos convênios com os catadores. Neste período, também, foram implantados os Ecopontos e diversos incentivos a formação das ATTs – Área de Transbordo e Triagem, quando se deu o início da organização do Sistema de Gestão de Resíduos da Construção e Demolição (SÃO PAULO, 2014).

A fim de melhor administrar e gerenciar as 20,1 mil toneladas de resíduos gerados por dia, dados estimados de 2012, a Prefeitura, a partir de 2004, optou por dividir a cidade em dois agrupamentos, um com 13 subprefeituras e outro com 18 subprefeituras à época, hoje com 19. Cada agrupamento é administrado por concessionárias independentes com seus próprios contratos para coleta e transporte dos resíduos sólidos (SÃO PAULO, 2014).

No relatório PGIRS a equipe técnica responsável por sua elaboração optou por 3 parâmetros distintos para estimar o volume total de geração de RCC no município de São Paulo (SÃO PAULO, 2014):

- 1) Pelo número de habitantes do município e considerando a mesma taxa que o Sistema de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de 2004 considerou para seus estudos, 520 kg/ano por habitante para geração de RCC, próximo ao valor determinado por Pinto (1999) que foi de 500 kg/ano por habitante. Estimando 18,8 mil toneladas diárias, ou seja, na ordem de 5,85 milhões de toneladas anuais. Levando-se a mesma taxa para 2015, a partir de dados do IBGE que estima uma população de 11.967.825 de habitantes, o volume diário gerado, atualmente, passa para 19,94 mil toneladas por dia.

- 2) Pela relação entre a geração de resíduos domiciliares com RCC, que indica o dobro da geração de RCC comparado ao que é gerado de resíduos domiciliares, tem-se que a estimativa para o ano de 2012, quando a geração de resíduos domésticos foi em média 12,3 toneladas por dia, portanto de RCC seria de 24,6 mil toneladas/dia, ou 7,69 milhões toneladas anuais. Esta relação de 2:1, surge, repetidas vezes em levantamentos de inventários realizados em municípios de médio porte do interior paulista, onde a probabilidade de acerto das estimativas é maior pelo universo da amostragem.
  
- 3) Por fim a estimativa de geração de RCC pode ser obtida através do dado de consumo de agregados naturais do DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, a estimativa da geração de RCC a partir do consumo aparente de agregados naturais e tomando-se a última estimativa conhecida do DNPM, que apresenta o consumo médio de 4,1 toneladas anuais *per capita*. Desta forma o total de RCC do município em 2014 ficaria na ordem de 5,77 milhões de toneladas anuais, ou 18,5 mil toneladas diárias.

O PGIRS apresenta, portanto, a hipótese que a geração paulista de RCC está entre 18,50 mil toneladas/dia e 24,6 mil toneladas/dia (SÃO PAULO, 2014).

Nota-se que não há metodologia de levantamento de dados padronizada para o cálculo de estimativas da geração de resíduos sólidos da construção civil no país, pois observa-se que nos diagnósticos dos demais municípios e estados da federação diferentes parâmetros foram utilizados. Tal diferença pode prejudicar ou tornar inconsistente a comparação dos dados entre as diversas regiões do Brasil.

Para efeitos da elaboração PGIRS, o grupo de trabalho considerou, por cálculos da época, a geração de 18,5 mil toneladas diárias de RCC, considerando também as estimativas do volume recebido de RCC nos 3 aterros em 2012, registrados na AMLURB, na ordem de 4,3 mil toneladas diárias (SÃO PAULO, 2014).

A Prefeitura da Cidade de São Paulo tem contratado três aterros de resíduos da construção civil que recebem os resíduos triados de acordo com as classes determinadas no CONAMA nº 307/2002, e com obrigação de reciclar ao menos 10% destes resíduos, são eles:

- Riúma, situado no distrito de Pirituba, que recebeu, em 2012, 434 mil toneladas de RCC (28% do total estimado da produção neste ano);
- CTRLumina, situado no distrito do Grajaú, recebeu 586 mil toneladas (37% do total);
- Itaquareia, situado no Município vizinho de Itaquaquecetuba, recebeu 302 mil toneladas de RCC (19% do total estimado para o ano de 2012).

Os resíduos indiferenciados foram recebidos pelo Centro de Disposição de Resíduos Pedreira – CDR Pedreira, no distrito do Tremembé, que representou 16% do total de RCC produzidos no ano de 2012 no município de São Paulo (SÃO PAULO, 2014).

No entanto, os resíduos de construção civil gerados em São Paulo são destinados a outras instalações adjacentes, são 5 ATTs licenciadas no município. Os transportadores que coletam no município de São Paulo também recorrem a cerca de 30 outras instalações localizadas em Guarulhos e ao leste, na região do ABC e na região de Osasco (SÃO PAULO, 2014).

A Prefeitura de São Paulo identificou e relatou em seu PGIRS que existem 4.500 pontos viciados, que seriam locais de despejo inadequados de RCC, insistentemente utilizados pela população e que não se mantêm limpos, mesmo com a intensa ação das concessionárias de limpeza urbana, em diversas regiões da cidade, apontado como o principal problema a ser combatido para garantir a melhoria das condições ambientais dos seus habitantes no que diz respeito a gestão de resíduos da construção civil. Para isto pretende ampliar o número de ecopontos em locais próximos aos pontos viciados, já que então esta solução mostrou-se a mais eficiente (SÃO PAULO, 2014).

O GT 04, grupo de trabalho responsável pela coordenação para implementação do plano de gestão de resíduos de construção civil, se reuniu em oficinas técnicas após a realização da IV Conferência do Meio Ambiente e definiu metas a serem alcançadas, tais como:

- Ampliar a Rede de Ecopontos em 140 Ecopontos até o final de 2016 e 300 Ecopontos até final 2020; com o planejamento coordenado e com a participação

das Subprefeituras e Distrito. Em 2013 a cidade de São Paulo possuía 52 ecopontos;

- Fim dos pontos viciados mapeados, eliminando 50% deles, ou seja, 2.250 pontos até o final de 2018;
- Melhorar a fiscalização dos transportadores através de rastreamento dos veículos e monitoramento georeferenciado dos ecopontos, através de sistema eletrônico, chamado CTR On line, até 2014. A Resolução nº 058/AMLURB/2015 trata da implementação do sistema e define o regramento para cadastro e quais os procedimentos. Foi publicado no diário oficial de 19 de junho de 2015, portanto ainda em fase inicial, com um prazo de 12 meses para finalização dos cadastro de 100% dos transportadores. Em fase de cadastramento também estão as empresas construtoras e responsáveis legais
- Atingir as metas de consumo dos agregados reciclados pelo poder público, cumprindo o Decreto nº 48.075 de 28 de dezembro de 2006, pelo menos 20% em 2014, 30% em 2015 e 50% em 2016 (SÃO PAULO, 2014).

Mesmo com algum atraso, parte das metas estabelecidas estão sendo cumpridas, observa-se que dentre as capitais avaliadas por este trabalho, o município de São Paulo tem o maior desafio e metas mais claras definidas em busca da melhoria da gerenciamento de resíduos de construção civil.

Embora não tenha uma caracterização dos RCC, de forma conclusiva, estima-se que os resíduos classes A e B representem 80% e 18%, respectivamente, dos volume total gerado, enquanto os demais resíduos, ou seja, classes C e D representam o restante de 2% (SÃO PAULO, 2014).

O PGIRS do município de São Paulo apresenta em seu relatório estratégias importantes para minimizar os problemas de deposição inadequado dos resíduos. Dentre os mais relevantes é o incentivo a ampliação da indústria do reciclado, não somente para o setor da construção civil, mas também a promoção da cultura de valorização do produto beneficiado para reaproveitamento e reutilização dos resíduos sólidos descartados.

A logística reversa também tem sido constantemente tema para minimizar os problemas da destinação dos resíduos, embora já conste como meta na PNRS, ainda não foram criados mecanismos legais e práticos para viabilização deste procedimento.

#### **4.2.2.2 Panorama no Município do Rio de Janeiro**

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS do município do Rio de Janeiro, a exemplo dos demais estados e municípios, começou a ser elaborado por força da promulgação da Lei Municipal nº 4.969, de 03 de dezembro de 2008, que dispõe sobre objetivos, instrumentos, princípios e diretrizes para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos no âmbito do município do Rio de Janeiro. Também por cumprimento da exigência constante na Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Lei Federal nº 12.305/2010), que determina a elaboração do PMGIRS, inclusive como condição para terem acesso a recursos federais, através de incentivos e financiamentos e que o gerenciamento de resíduos contemple o conjunto de ações exercidas nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação e disposição final dos resíduos (RIO DE JANEIRO, 2012). Por fim, encontra-se em vigor a Lei Municipal de Mudanças Climáticas, instituída pela Lei Municipal nº 5.248, de 27.01.2011, que estabelece em seu artigo 5º, determinação para que conste no PMGIRS as metas de redução de emissões antrópicas de GEE – Gases de Efeito Estufa, estabelece para o Município do Rio de Janeiro as seguintes metas:

- ano de 2012 deveria reduzir em 8%;
- até o final do ano de 2016 deve reduzir 16% e;
- até o ano de 2020 deve reduzir 20% das emissões de GEE

As ações da Prefeitura do Rio de Janeiro não foram suficientes para o alcance das metas estabelecidas para 2012 de 8% de redução, conforme relatado no Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro em 2012 e Atualização do Plano de Ação Municipal para Redução das Emissões. Entretanto, o mesmo documento é otimista e prevê para 2016, que se implantadas as ações previstas, o índice chegará bem próximo de atingir a meta de 16% (RIO DE JANEIRO, 2013).

A seguir a tabela 4.5 apresenta os instrumentos legais referentes ao gerenciamento de resíduos sólidos no município do Rio de Janeiro.

Tabela 4.5 - Política e Legislação no Município do Rio de Janeiro

Fonte: SMAC (2015)

<b>Documento</b>	<b>Descrição</b>
Resolução SMAC nº 604 de 23 de novembro de 2015	Disciplina a apresentação de Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC – para fins de licenciamento ambiental. Revoga integralmente as Resoluções SMAC nº 387/2005, nº 512/2012, nº 515/2012 e nº 519/2012
Decreto nº 37.775 de 10 de outubro de 2013	Institui o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS da Cidade do Rio de Janeiro
Decreto nº 33971 de 13 de junho de 2011	Dispõe sobre a obrigatoriedade da utilização de agregados reciclados, oriundos de resíduos da construção civil - RCC em obras e serviços de engenharia realizados pelo Município do Rio de Janeiro, dá outras providências e revoga os arts. 35 e 36 do Decreto nº 27.078, de 27.09.2006
Lei Complementar nº 111 de 1º de fevereiro de 2011.	Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências
Lei Municipal nº 5.248 de 27 de janeiro de 2011	Institui a Política Municipal sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável, dispõe sobre o estabelecimento de metas de redução de emissões antrópicas de gases de efeito estufa para o Município do Rio de Janeiro e dá outras providências.
Art. 5º do Decreto Municipal nº 31.416 de 30 de novembro de 2009	Determina que o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos PGIRS Público considere os objetivos de redução de emissão de gases de efeito estufa (GEE) na Cidade do Rio de Janeiro
Lei Municipal nº 4.969, de 3 de dezembro de 2008	Dispõe sobre objetivos, instrumentos, princípios e diretrizes para a gestão integrada de resíduos sólidos no Município do Rio de Janeiro e dá outras providências.
Decreto nº 27.078 de 27 de setembro de 2006	Institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e dá outras providências.
Decreto nº 21.305 de 19 de abril de 2002	Regulamenta a Lei nº 3.273, de 6 de setembro de 2001, que dispõe sobre a Gestão dos Serviços de Limpeza Urbana e dá outras providências.
Lei Municipal nº 3.273 de 6 de setembro de 2001	Dispõe sobre a Gestão do Sistema de Limpeza Urbana no Município do Rio de Janeiro

Considerando a necessidade de disciplinar a apresentação dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil - PGRCC para os geradores de resíduos e visando promover a agilidade na análise do licenciamento ambiental das obras, em conformidade com a Resolução CONAMA nº 448, de 18.01.2012, inicialmente tratados pela Resolução SMAC nº 387/2005 e suas sucedâneas Resolução SMAC nº 512/2012 e 519/2012, foi publicada recentemente a Resolução SMAC Nº 604 de 23 de novembro de 2015 que traz como principal mudança a exigência de apresentação do

PGRCC, não mais considerando os limites das antigas resoluções que eram estabelecidos da seguinte forma: edificações com área total construída igual ou superior a 10.000 m<sup>2</sup>, empreendimentos ou obras que requeiram movimento de terra com volume superior a 5.000 m<sup>3</sup> e demolições de edificações com área total construída igual ou superior a 10.000 m<sup>2</sup>, ou volume superior a 5.000 m<sup>3</sup> de resíduos. Portanto, qualquer gerador de resíduo de RCC para obras de construção e demolição sujeitas a licenciamento ambiental devem apresentar o PGRCC.

No artigo 3º, inciso VII, do Decreto Municipal nº 27.078/2006, o SMAC define como grande gerador aquele que produz mais de 2 m<sup>3</sup>/semana de resíduos.

O Prefeito do Rio de Janeiro empenhou-se no cumprimento da PNRS e fechou o aterro de Gramacho em 2012, mesmo antes do prazo. O problema é que, com a pressa, a ação de fechamento não foi baseada em um planejamento para a destinação diária dos resíduos domiciliares e também não previu ações sociais para os catadores informais que tinham no aterro de Gramacho seu meio de sobrevivência. Considerando-se os problemas gerados com esta ação, questiona-se as tomadas de decisão com viés apenas político em detrimento de questões socioambientais (FERREIRA & MOREIRA, 2013). A PNRS, tendo estabelecido metas duras e iguais para todo o país, desconsiderou as peculiaridades de cada município, visto que as diferenças da realidade são muitas em um país com dimensões continentais como o Brasil.



Figura 4.1 - Aterro de Gramacho fechado em 2012 pelo governo municipal do Rio de Janeiro

Fonte: REVISTA TN PETRÓLEO (2015)

Como o objetivo de incentivo às empresas de beneficiamento e reaproveitamento de materiais recicláveis provenientes da coleta de lixo do município, a CONSEMAC –

Conselho Municipal de Meio Ambiente através da Câmara Técnica de Gestão de Resíduos elaborou e redigiu com o apoio da Secretaria Municipal de Fazenda proposta de lei para isenção de IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano, submetida ao Prefeito em 2012 (RIO DE JANEIRO, 2012). Até o momento da elaboração deste trabalho a lei não foi aprovada.

Além de incentivos fiscais a Câmara Técnica de Gestão de Resíduos, coordenada pela SMAC – Secretaria Municipal de Meio Ambiente, vem propondo medidas de ação para fomentar a cadeia produtiva da reciclagem, como, por exemplo, a obrigatoriedade de uso de artefatos reciclados de resíduos da construção civil em obras da administração pública municipal, a utilização de misturas asfálticas contendo borracha de pneumáticos inservíveis na pavimentação de vias e rodovias municipais (RIO DE JANEIRO, 2012).

Em seu estudo Ferreira & Moreira (2013) verificaram a abundância de jazidas próximas à cidade do Rio de Janeiro, o que reduz custos de transporte. Associando o fato do baixo valor de mercado do agregado natural no município, a arrecadação de impostos significativa através das atividades de mineração e ainda o preconceito e desconhecimento do setor construtivo consumidor quanto à utilização dos agregados reciclados, tem-se com resultado o baixo crescimento da indústria de reciclados de RCC neste município.

Levando em conta o mês de dezembro de 2011, o relatório PGIRS de 2012 com o diagnóstico de município quanto a geração de resíduos sólidos levantou que o total de resíduos de RCC que foram encaminhados para os aterros de Gericinó e Gramacho foi de 1.149 ton/dia. Na tabela 4.6 a seguir constam os locais licenciados, constantes no site do SMAC, para disposição dos resíduos de RCC no município.

Tabela 4.6 - Locais para destinação de Resíduos Sólidos da Construção Civil no Município do Rio de Janeiro (atualizado em 05 dezembro de 2013)

Fonte: SMAC (2015)

Empresas	Tipo de RCC	Endereço
AMB & TECH Soluções	A, B, C, D	Av. Almeida Garret, 250 - Chácaras Rio – Petrópolis Endereço de contato: Rua Cândido Portinari, s/n - R2 Q3 C21 - Pendotiba – Niterói
Arco da Aliança	A, B, C	Rua da Pátria e Av. Gov. Carlos Lacerda, s/nº - Água Santa – Rio de Janeiro
CTRCC Centro de Tratamento de Resíduos da Construção Civil	A, B, C	SEstrada Vereador Alceu Carvalho, lote 01 – PAL 42.403 – parte – Recreio dos Bandeirantes – Rio de Janeiro – RJ
Central de Tratamento de Resíduos – CTR - Nova Iguaçu	A, B, C	Estrada de Adrianópolis, 5213 – Santa Rita Nova Iguaçu
Cerâmica Marajó LTDA	B (madeira)	Rodovia BR 101, km 277 – Pinhão – Tanguá – RJ
Chaco-Vaco Transportes, Comércio e Beneficiamento DE MADEIRA LTDA	B (madeira)	R. Tocantins s/n.- Quadra 4 – Lotes 01, 38, 39 e 40 – Jardim Gramacho – Duque de Caxias – RJ
EMASA Mineração S/A	A, B, C	Av. Santa Cruz, 7.333 Senador Câmara – RJ
ESSENCIS RJ – CTR Magé	D	Rodovia Rio-Teresópolis, Km 121,5 Magé – RJ
Industria Extrativa e Comercial POP LTDA ME	A, B	Rodovia Presidente Dutra s/n. Km 183,2 – Comendador Soares – Nova Iguaçu – RJ
Haztec – Magé	D	Estrada Municipal Adam Blumer, 5942 – Jardim Esmeralda – Magé
Pedreira Anhanguera	desmonte de rocha	R. Cherente, 340 – Inhaúma
Pedreira Copacabana LTDA	A, B, C	R. Dr. Odim Góes, 250 – Taquara – Jacarepaguá
Pedreira Nacional Sociedade Nacional de Engenharia e Construção Ltda	A	Estr. Adhemar Bebiano, 3.686 Inhaúma – RJ CEP. 26.766-721
SPE Bandeirantes Projeto Empreendimentos Imobiliários S.A.	A	Estrada dos Bandeirantes, 10333 - Curicica
Tamoio Mineração S.A.	A, B, C	Etr da Ligação, 1397 - Taquara - Jacarepaguá
Concretran S.A.	A	Praça Professor São Paulo, 30, Inhaúma
BRASRIO Terminal de Transportes SPE LTDA	A	Lote rural nº 313 a 317 da 4ª Gleba do Núcleo Colonial São Bento – Pilar, município de Duque de Caxias

#### **4.2.2.3 Panorama do Município de Belo Horizonte**

Em 1993 a Superintendência de Limpeza Urbana (SLU) de Belo Horizonte iniciou um projeto que é tido como referência nacional, pois desenvolveu um plano de gestão de RCD no município que inclui ações para captação, reciclagem, divulgação de informação ambiental e recuperação de áreas degradadas. Após 10 anos o programa já utilizava duas estações de reciclagem que em 2003 processavam cerca de 117.312 toneladas de RCD. Ainda neste mesmo ano, em fase de implantação, mais uma unidade e em fase de projeto uma quarta unidade. Este programa, denominado Programa de Correção Ambiental e Reciclagem dos Resíduos de Construção, previa já ações para coleta de material de pequenos geradores, com até 2 m<sup>3</sup>, chamadas de Unidades de Recebimentos de Pequenos Volumes (URPV). Esta ação foi pioneira no país e um diferencial do programa. O município de Salvador também implantou medida semelhante quando disponibilizou pequenos espaços para coleta de RCD estrategicamente localizados próximos aos principais centros geradores (NICOLAU, 2008 *apud* ABRECON, 2015).

O programa iniciou um processo de implantação das Centrais de Reciclagem, implementou 4 estações de reciclagem e 4 unidade de recebimento de resíduos e foi evoluindo gradativamente. Foi observado grande impacto ambiental positivo no entorno destas áreas de recebimento. Passando de 35 deposição inadequadas de resíduos em 1995 a 8 deposições inadequadas em 1999 (PINTO, 1999).

Pinto (1999) constatou elevado volume de resíduos reciclados, frente às expectativas da época, em 104.400m<sup>3</sup> de 1995 até junho 1999.

Em 1999, Pinto observou que a gestão diferenciada de RCD está totalmente implementada na região metropolitana de Belo Horizonte, até mesmo com uma estrutura gerencial competente e comprometida na Superintendência de Limpeza Urbana – SLU.

Na tabela 4.7 estão listadas os dispositivos legais do município de Belo Horizonte em vigor.

Tabela 4.7 - Política e Legislação no Município de Belo Horizonte

Fonte: CMBH (2015)

<b>Documento</b>	<b>Descrição</b>
Lei Municipal nº 10.885 de 27 de novembro de 2015	Altera a Lei nº 10.534/12, que dispõe sobre a limpeza urbana, seus serviços e o manejo de resíduos sólidos urbanos no Município, e dá outras providências
Decreto Municipal nº 15.745/2014	Cria o Comitê Diretor, o Conselho Consultivo e a Secretaria Executiva para elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS do Município de Belo Horizonte e dá outras providências.
Lei Municipal nº 10.534 de 10 de setembro de 2012	Dispõe sobre a limpeza urbana, seus serviços e o manejo de resíduos sólidos urbanos no Município, e dá outras providências
Lei Municipal nº 10.522 de 24 de agosto de 2012	Institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - SGRCC - e o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - PMRCC, e dá outras providências.
Decreto Municipal nº 5.940 de 25 de outubro de 2006	Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências
Lei Municipal nº 9.193 de 30 de agosto de 2006	Dispõe sobre a implantação de usina de reciclagem de resíduos sólidos e dá outras providências
Lei Municipal nº 8714 de 02 de junho de 2003	Dispõe sobre incentivo e apoio a coleta seletiva de resíduos e dá outras providências.
Lei Municipal nº 8.357 de 29 de abril de 2002	Institui o Programa de Coleta Seletiva de Resíduos Controlada por Produtor e dá outras providências

Com a publicação do Decreto Municipal nº 15.745/2014, a Prefeitura deu início ao processo de elaboração do PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, convocando a população para participar de sua formulação exatamente como orienta a PNRS.

O PMGIRS será desenvolvido segundo as seguintes etapas:

- Plano de Comunicação e Mobilização Social (PCMS);
- Diagnóstico dos Resíduos Sólidos;
- Identificação das Possibilidades de Gestão Associada;
- Planejamento das Ações do PMGIRS;
- Apresentação e Divulgação da versão final do PMGIRS.

Em dezembro de 2015 foram realizadas 3 audiências públicas para desenvolvimento do diagnóstico do município com o panorama de como está o gerenciamento dos resíduos sólidos na cidade de Belo Horizonte. Os estudos e análises do plano deverão considerar as regiões limítrofes da Região Metropolitana de Belo Horizonte (BELO HORIZONTE, 2015).

A empresa responsável para elaboração do PMGIRS é Tramitty Serviços Ltda contratada pela Superintendência de Limpeza Urbana do Município de Belo Horizonte e deve desenvolver o plano municipal de gerenciamento integrado de resíduos sólidos com planejamento para um horizonte de 20 anos (BELO HORIZONTE, 2015).

Das 3 usinas previstas no programa de 1995 duas estão em funcionamento, a de Pampulha, criada em 1996 localizada na Rua Policarpo Magalhães Viotti, 450, Bandeirantes e a Usina BR-040 , km 531, Jardim Filadélfia, criada em 2006. Estas duas usinas produziram, no ano de 2013, 109 toneladas de material britado. Segundo o portal da prefeitura de Belo Horizonte (BELO HORIZONTE, 2015).

Os dados da geração de resíduos no município de Belo Horizonte estão ultrapassados e merecem atualização, meta que ora se aponta como premissa no momento em que se desenvolve o diagnóstico dos resíduos sólidos no município, fase inicial do PGMIRS de Belo Horizonte.

#### ***4.3 A Indústria da Reciclagem e sua Cadeia Produtiva***

Dentre os fatores que contribuem para a geração de resíduos da construção civil estão a má gestão em canteiros de obras, o despreparo profissional, perdas e desperdícios de materiais e o consumo excessivo de recursos naturais devido ao superdimensionamento de serviços da construção (MARQUES NETO, 2009).

Os benefícios ambientais gerados a partir da redução de resíduos da construção civil são maiores comparados ao beneficiamento destes, considerando que a viabilidade econômica da reciclagem do entulho está diretamente vinculada a intensidade da geração (JOHN, 2000 *apud* JOHN & AGOPYAN, 2001). Entende-se, desta forma, que o

retorno financeiro da atividade de reciclagem depende do grande volume de resíduos gerados, o que conduziria a situação no sentido contrário aos princípios de sustentabilidade.

Devido a alta densidade demográfica, escassez de recursos naturais, exíguo espaço que possa ser destinado ao depósito de resíduos sólidos e desenvolvimento tecnológico e industrial elevado, países desenvolvidos como Japão, EUA e países da Europa já possuem políticas amadurecidas e consolidadas que foram pioneiras em pesquisas na busca de conhecimento para o controle e destinação dos resíduos da construção civil e demolição. Diante do cenário cada vez mais crítico quanto a temática dos resíduos sólidos, o Brasil tem buscado desenvolver soluções para este problema, percebe-se vários exemplos de esforços dos municípios, regiões metropolitanas e estados da federação na definição de políticas e estruturas de apoio (PINTO, 1999).

Sendo assim, ações visando a minimização dos impactos referentes à geração de resíduos devem ser analisadas previamente, de acordo com cada tipo e fase da obra (JOHN, 2000 *apud* RÖHM *et al.*, 2013). Entretanto, a produção de resíduos é inevitável e John (2000) *apud* John & Agopyan (2001) considera a reciclagem uma das variáveis mais importantes da gestão. A instalação de usinas de beneficiamento é a solução mais adequada para reciclagem do entulho, gerando agregados reciclados utilizados pelo próprio setor da construção civil (MIRANDA *et al.*, 2009).

Desde de 1986 há no Brasil o registro de atividades de usinas de reciclagem (MIRANDA *et al.*, 2009). No entanto, nos anos seguintes a publicação da Resolução nº 307 do CONAMA em 2002 houve um acelerado aumento da quantidade de unidades (ABRECON, 2013).

Em trabalho realizado por Miranda *et al.* (2009), foram identificadas 47 usinas de reciclagem no país, sendo aproximadamente 50% sob gerenciamento público. A estimativa do volume total de reciclados abrangia 3,6% de resíduos da construção civil. Em último relatório apresentado pela ABRECON em 2015, resultado de pesquisa em 105 empresas que realizaram atividades de reciclagem e responderam ao questionário, estima-se a existência de ao menos 310 usinas no país, com a produção 16% de resíduos da construção civil reciclados (ABRECON, 2015). Miranda *et al.* (2009) abordam

a evolução do volume de reciclados de resíduos de construção e demolição no Brasil que passou a ter aumento mais significativo a partir de 2004.

Pela pesquisa da ABRECON (2015) o maior número de usinas de reciclagem estão no Estado de São Paulo, provavelmente por este estado produzir maior volume de RCD ou por fatores, como a fiscalização mais eficaz e o valor maior dos agregados naturais. Entretanto, comparativamente aos resultados de 2013, a representatividade do estado de SP caiu de 58% para 54%, enquanto houve um aumento de 3% para 7% no Estado do Rio de Janeiro. São apresentados a seguir na tabela 4.8 alguns municípios que possuem usinas de reciclagem, aterros de inertes e/ou área de transbordo e triagem (ATT) em atividade no país.

Tabela 4.8 - Exemplos de cidades com usinas de reciclagem, aterros de inertes e/ou ATT

Fonte: ABRECON (2015)

CIDADE	U.F.
Salvador	BA
Cajazeiras, Timbu	CE
Sobradinho	DF
Serra	ES
Aparecida de Goiânia	GO
Cuiabá	MT
Passos, Coronel Fabriciano, Sete Lagoas	MG
João Pessoa	PB
Curitiba, Almirante Tamandaré, Campo largo, Ponta Grossa, Foz do Iguaçu, Prudentópolis, Cascavel	PR
Camaragibe, Petrolina	PE
Rio de Janeiro, Nova Iguaçu, Macaé	RJ
São Gonçalo do Amarante, São José do Mipibu	RN
Santa Rosa, Santa Maria, Canoas, Passo Fundo, São Leopoldo	RS
Gaspar, Tubarão, Camboriú	SC
São Paulo, São Bernardo do Campo, Guarulhos, Socorro, Jundiaí, Taubaté, etc	SP

Angulo (2000) atentou para necessidade de abordagem da reciclagem de resíduos de forma sistêmica devido a sua complexidade e suas muitas variáveis, enfatizando, ainda, a necessidade de pesquisas científicas antes da aplicação dos resíduos no mercado, conhecendo seus riscos de contaminação e potenciais aplicações, assim como sua qualidade, limitações e aspectos técnico-econômicos.

Na cartilha do SEBRAE, Como Montar um Serviço de Coleta de Resíduos da Construção (RABELO, 2012), é descrito que o resíduo da construção civil, chamado de entulho, apresenta em sua composição a predominância de materiais inertes próprios para serem

reaproveitados. Indica-se a produção de agregados como areia e brita para uso em pavimentação, contenção de encostas, canalização de córregos e uso em argamassas e concreto, a partir do beneficiamento destes resíduos, ou seja, há uma grande oportunidade de negócio utilizando-se como matéria prima o resíduo de obra.

Santos (2012) observa que a preocupação com o esgotamento das reservas naturais de matéria-prima e com as questões de preservação ambiental motivaram um crescimento internacional, a partir da década de 1980, no número de pesquisas direcionadas ao reaproveitamento dos resíduos industriais em geral e dos resíduos urbanos. Em especial às instituições de pesquisas cabe a missão de demonstrar que o desempenho de materiais alternativos ou reciclados podem ser iguais ou melhores que os tradicionais.

As primeiras pesquisas científicas, envolvendo o uso de agregados reciclados em argamassas, pavimentos e em concreto, foram realizadas entre 1986 e 1997 (MIRANDA *et al.*, 2009). Com a crescente atividade da reciclagem, associada ao estabelecimento das diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil em 2002 através da Resolução CONAMA nº 307, houve um aumento de pesquisas científicas brasileiras na primeira década a partir do ano 2000. Angulo (2000) considerou como entrave à aplicação dos agregados reciclados de RCC a possível variabilidade de sua composição com diferentes percentuais de argamassa, concreto, materiais cerâmicos, gesso, asfalto, etc. em massa, granulometria, absorção de água, massa específica, entre outras propriedades.

Neste período, universidades e institutos como a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – IPT, a Universidade Federal de Minas Gerais, o Centro de Tecnologia Mineral, a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, entre outras instituições, desenvolveram técnicas e pesquisas que muito contribuíram para o aprimoramento do tratamento de RCC. Dentre sistemáticas pesquisas foram abordados a variabilidade dos agregados, o uso de agregados reciclados em argamassas, concretos pré-moldados e concretos em geral. São apresentadas a partir da página 79 no Anexo 1 tabela 8.1 os 101 trabalhos científicos relacionados ao tema desenvolvidos pelas principais instituições brasileiras desde 1986. Esta amostragem evidencia o crescimento da pesquisa tecnológica sobre reciclados de RCC, iniciando com 1 trabalho publicado em 1986 e a crescente produção

científica até o ano de 2015. Após um hiato entre 1986 e 1997, não houve um ano em que não se tenha publicado ao menos um trabalho científico.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos instituída pela Lei 12.305/2010 reconhece em seus princípios que os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis são um bem econômico de valor social, gerador de trabalho, renda e promotor de cidadania. Um dos instrumentos desta política é a pesquisa científica e tecnológica.

Na figura 4.2 nota-se o gráfico representativo do crescimento da quantidade dos trabalhos de pesquisa sobre reciclagem de RCC na última década no país, provavelmente fruto do fomento estabelecido pela Resolução do CONAMA nº 307/2002 e políticas governamentais.

Ainda neste período, com o objetivo de revisar e aperfeiçoar a norma NBR 10.004:1987, a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - criou a Comissão de Estudo Especial Temporária de Resíduos Sólidos, a CEET-00.01.34, por considerar a crescente preocupação da sociedade brasileira quanto às questões ambientais e consequente necessidade de orientação técnica para garantir um adequado desenvolvimento sustentável da sociedade (ABNT, 2004).

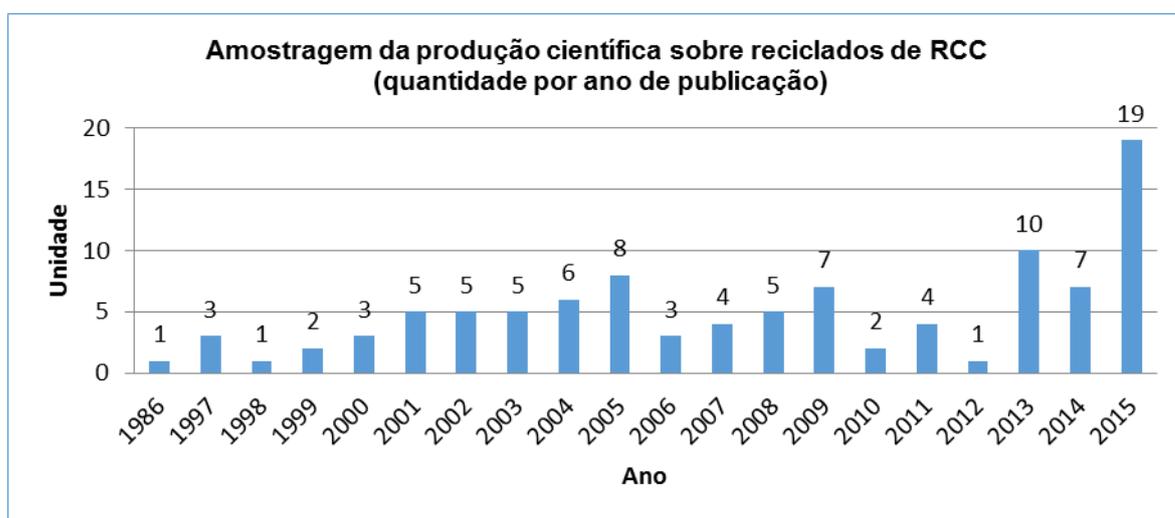


Figura 4.2 – Gráfico representativo da quantidade de trabalhos de produção científica com tema voltado a reciclagem de resíduos da construção civil desde o primeiro publicado no Brasil em 1986

Fonte: próprio autor

Especificamente para tratar dos resíduos inertes da construção civil, a ABNT mobilizou o Comitê Brasileiro de Construção Civil (ABNT/CB-02), através da Comissão de Estudo de Resíduos Sólidos da Construção Civil para Projeto, Implantação e Operação de Construções e Instalações para o seu Manejo e suas Aplicações (CE-02:130.06) que elaborou as normas NBR 15112:2004, NBR 15113:2004 e a NBR 15114:2004 (ABNT, 2004).

Já a norma NBR 15115:2004 foi elaborada pela Comissão de Estudo de Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil para Pavimentação (CE-02:130:05), também sob coordenação do Comitê Brasileiro de Construção Civil (ABNT/CB-02).

A ABNT NBR 15116:2004, trata dos requisitos para utilização dos agregados reciclados de RCC em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural, foi elaborada no Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados (ABNT/CB-18), pela Comissão de Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos da Construção Civil (CE-18:200.05), (ABNT:2004). Tais normas apresentam-se ordenadas na tabela 4.9.

Tabela 4.9 - Normas técnicas brasileiras relacionadas aos resíduos sólidos e aos RCC

Fonte: ABNT (2015)

<b>Norma</b>	<b>Descrição</b>
NBR 10.004:2004	Resíduos sólidos (classificação)
NBR 15.112:2004	RCC e resíduos volumosos - áreas de transbordo e triagem (diretrizes para projetos, implantação e operação)
NBR 15.113:2004	RCC e resíduos inertes - aterros (diretrizes para projetos, implantação e operação)
NBR 15.114:2004	RCC - áreas para reciclagem (diretrizes para projetos, implantação e operação)
NBR 15.115:2004	Agregados reciclados de RCC - execução de camada de pavimentação (procedimentos)
NBR 15.116:2004	Agregados reciclados de RCC - utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural (requisitos)

Torna-se indubitável a positiva influência da legislação relativa ao estabelecimento das diretrizes para a gestão dos RCC, assim como das orientações técnicas definidas pela ABNT sobre a evolução na quantidade de usinas de reciclagem instaladas e aumento do volume de produção de agregados de RCC no Brasil. Associado a isto, conforme ABRECON (2013) houve aumento de interesse do setor privado em investir na

reciclagem de resíduos da construção civil devido ao favorável percentual de retorno financeiro proporcionado.

Uma questão que vale ressaltar refere-se a todas as normas da ABNT que tratam especificamente dos RCC nas quais nota-se que a descrição da classificação destes resíduos ainda segue o determinado na Resolução CONAMA nº 307 de 2002, desconsiderando as alterações posteriores, somando-se o fato destas normativas já terem ultrapassado mais de 5 anos da sua publicação, período máximo sugerido pela ABNT (Instrução Administrativa 07.20.02/2014) para revisão das normas. Propõe-se o início, o mais breve, de uma nova avaliação e atualização destas normas pelos comitês designados.

Na área de pesquisa e tecnologia, a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição afirma que já existe tecnologia suficientemente desenvolvida para aplicação de agregados reciclados com garantia de desempenho em diversos serviços da construção civil, concretos, argamassas, contenções, pavimentos e revestimentos asfálticos, drenagem, saneamento, etc. (ABRECON, 2013). O que também demonstra uma evolução, além da grande contribuição dos pesquisadores neste setor.

O controle de qualidade dos produtos reciclados de RCC ainda não é atividade rotineira nas usinas de reciclagem (ABRECON, 2015), o que aumenta a desconfiança para o consumo dos agregados reciclados. O desenvolvimento de tecnologias, normas técnicas e programas de qualidade que orientem o setor da indústria de reciclados é fator preponderante para evolução e desenvolvimento destas empresas.

A falta de incentivo de políticas públicas e fiscalização ineficaz da destinação dos resíduos é outro fator que vigora como obstáculo para o desenvolvimento da indústria de reciclados. Alguns municípios publicaram decretos que estabelecem exigências na utilização de agregados reciclados em obras públicas, porém estes decretos são constantemente desconsiderados pelas instituições (ABRECON, 2015).

Mesmo assim, diante de tal cenário, 68% das empresas de reciclagem entrevistadas pela Pesquisa Setorial 2014/2015 da ABRECON pretendem ampliar seus negócios nos

próximos dois anos. Comparando com o resultado do relatório de 2013 este percentual diminuiu 17,7%, provavelmente resultado da desmotivadora situação econômica do Brasil.

#### **4.3.1 A Gestão de Resíduos nas Construtoras**

Na opinião de Pacheco (2011), a qualificação das empresas de construção civil é fator preponderante para redução dos impactos ambientais causados por este setor. O autor identifica que a implementação do PBQP-H - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat contribui com estes objetivos, pois as empresas construtoras podem, através da adesão e cumprimento dos requisitos do programa, melhorar sua competitividade, reduzindo os desperdícios, melhorando a formação de seus profissionais e utilização de materiais e serviços de melhor qualidade, além da necessidade de adequarem-se às normas técnicas, normas regulamentadoras e cumprir os requisitos legais.

O PBQP-H instituído pela Portaria nº 134, de 18 de dezembro de 1998 do Ministério do Planejamento e Orçamento e coordenado pelo Departamento de Habitação da Secretaria de Política Urbana tem, desde então, promovido a qualificação das indústrias da cadeia da construção civil, não só das empresas construtoras através da certificação com base nos requisitos do Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviço e Obras de Construção – SiAC, como dos produtores de insumos deste setor através dos PSQ – Programas Setoriais da Qualidade. O escopo do programa tem, ao longo de quase duas décadas, ampliado e se adequado conforme as diretrizes e estratégias governamentais.

Em 2012 a coordenação e o conselho técnico do PBQP-H alterou o regimento do SiAC – especialidade técnica execução de obras, incluindo a palavra sustentabilidade no documento, criando a obrigatoriedade das empresas em coletar e monitorar indicadores de consumo de energia, consumo de água e geração de resíduos, os chamados indicadores de sustentabilidade. Os indicadores de resíduos devem ser calculados da seguinte forma:

- *“Indicador de geração de resíduos ao longo da obra: volume total de resíduos descartados (excluído solo) por trabalhador por mês – medido mensalmente e de modo acumulado ao longo da obra em m<sup>3</sup> de resíduos descartados / trabalhador.*
- *Indicador de geração de resíduos ao final da obra: volume total de resíduos descartados (excluído solo) por m<sup>2</sup> de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra em m<sup>3</sup> de resíduos descartados / m<sup>2</sup> de área construída.”*

O requisito do SiAC quanto aos indicadores de sustentabilidade tem gerado números interessantes e esclarecedores para a melhoria do sistema de gestão das empresas. Se bem utilizados podem auxiliar os gestores na determinação de medidas corretivas ou preventivas com o objetivo de reduzir o volume de resíduos gerados no canteiro de obras ou ainda melhorar a qualidade da triagem dos resíduos no local de sua geração, ou seja, no canteiro de obra.

Além disto, as empresas construtoras localizadas em municípios onde se torna obrigatório a homologação do PGRCC e o Relatório de Acompanhamento de Geração de Resíduos, devem manter inventários atualizados com o montante gerado de resíduos. Portanto, estes registros são apresentados para fins de habite-se aos departamentos e secretarias municipais, levando a crer que dados significativos quanto ao quantitativo de resíduos gerados nos canteiros de obra licenciados, estão a disposição destes departamentos. Propõe-se aqui, a elaboração de estratégia sistêmica para coleta e organização destes dados.

A segregação do resíduo no canteiro de obra é muito importante para possibilitar o seu aproveitamento. A destinação dos resíduos para Áreas de Triagem e Transbordo (ATT) deve sempre que possível e da melhor forma ser antecedida da separação dos resíduos com base nas classes definidas pelas normas ou ainda pelo tipo de resíduos (coleta seletiva). A qualidade da separação deve ser controlada pelo gerador, como também a forma de armazenamento destes resíduos no canteiro que pode ser em baias, caçambas ou ainda “*bigbags*”. A separação pode ocorrer na fonte, ou seja, no local da produção ou em área destinada no canteiro (PACHECO, 2011). No momento da elaboração do PGRCC o planejador deve avaliar as condições do canteiro para tomar a decisão mais adequada quando ao gerenciamento dos resíduos no canteiro, sem que prejudique a logística e o andamento da produção da obra. É fundamental que o plano de gestão de

resíduos seja elaborado com significativa antecipação do início das atividades do canteiro.

A gestão de materiais, a fase de planejamento e organização do canteiro são etapas muito importantes, podendo causar, se negligenciadas, prejuízos, desperdícios e impactos ambientais diminuindo a possibilidade de reutilização e reciclagem dos RCC (SOUSA *et al.*, 2004 *apud* SANTOS, 2012).

O desperdício gerado nos empreendimentos de construção civil está vinculado a decisões tomadas no desenvolvimento do projeto e ao longo de sua execução, Santos (2012) afirma que há disponíveis estudos diversificados para o desenvolvimento da construção civil bastante próximos do conceito de sustentabilidade e que podem proporcionar a evolução econômica e social da humanidade sem maiores prejuízos e impactos ambientais. O planejamento e gerenciamento do resíduos pretendem proporcionar melhoramentos nos processos construtivos, quando adotam a premissa da não geração de resíduos.

Pacheco (2011) obteve resultado de estudo de caso comparando a geração de resíduos em quatro obras, sendo duas com objetivos de certificação LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design* - e duas sem este objetivo. Este autor conclui, apesar de não poder generalizar o resultado, pois considera a unidade amostral muito pequena, que as obras com objetivos a certificação geraram menos resíduo por m<sup>2</sup> construído, 119,23 kg/m<sup>2</sup> similar a índices de países desenvolvidos. O resultado do estudo confirma a percepção de que o planejamento para gestão de resíduos e a melhor eficiência no gerenciamento de resíduos no canteiro de obras pode reduzir o volume de resíduos gerados e destinados a deposição inadequada, causando menor impacto ao meio ambiente.

Estão cadastradas no SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento coordenado pela SNSA – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental - 97 unidades que se destinam a deposição, processamento ou reciclagem de resíduos de construção civil sendo deste total 29 unidades de áreas de transbordo e triagem (ATT) que recebem resíduos de outras fontes também; aterros de construção civil com 42 unidades, que por vezes se confundem com os “bota-foras”; e por fim as estações de reciclagem de RCC que somam 26 unidades cadastradas e prestadoras de informações ao sistema (SNSA,

2015). Nota-se que os dados relatados no diagnóstico do SNIS não coincidem com as mesmas informações disponibilizadas pela ABRECON em 2015, que embora tenha avaliado 105 empresas com atividade na indústria de reciclagem de RCC prevê a existência de 310 usinas de reciclagem de RCC no país. Mais uma vez constata-se a necessidade de metodologia específica para obtenção de dados relacionados aos resíduos da construção e demolição que possam servir de parâmetros confiáveis para tomada de decisões estratégicas com fim a solução dos problemas encontrados quanto à disposição inadequada de RCC.

As áreas de transbordo e triagem (ATT), aterros que recebem resíduos de construção civil e áreas de reciclagem informaram para o SNIS que receberam 3,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos. Diante da dificuldade de mensuração para deduzir o quanto deste total foram especificamente de resíduos de construção civil, mais adequado considerarmos o que foi encaminhado especificamente para as unidades de reciclagem de RCC. Neste caso o total enviado no mesmo ano foi de 1 milhão de toneladas, porém este número é muito superior ao que foi informado no ano anterior 440 mil toneladas. (SNSA, 2015). Podemos supor que os dados informados no sistema SNIS estão sendo ano após ano melhorados e tornando os resultados apresentados pelo diagnóstico mais críveis.

As usinas de reciclagem hoje em funcionamento estão preparadas para produzir mais agregados reciclados do que revelam os valores de produção, somente 11% das usinas de reciclagem conseguem alcançar o patamar máximo da sua produção nominal que é em torno de 10.000 m<sup>3</sup>/mês para 30% das usinas. A maioria das usinas tem uma capacidade de produção entre 5.000 e 10.000 m<sup>3</sup>/mês. O principal fato apontado pelas empresas de reciclagem para explicar a produção inferior a capacidade nominal instalada é a falta de matéria prima, ou seja, de resíduos sólidos da construção civil separados e limpos adequadamente (ABRECON, 2015).

Lima (2013) afirma que é preciso criar um mercado para os produtos reciclados, como os agregados para o concreto, com políticas públicas orientando para compra destes produtos.

Pode-se classificar duas formas de desperdício de materiais na construção civil: a perda incorporada através do superdimensionamento dos elementos da construção no

momento da execução, divergindo do que foi projetado, excessos na espessura de revestimento, por exemplo; a outra forma de perda é mais perceptível, pois se torna resíduo da obra. Pinto (1999) determinou que a proporção entre as duas formas é de 50%, ou seja, metade do que é perdido tornar-se RCC. A FINEP através do Programa HABITARE financiou uma grande pesquisa que envolveu 18 Universidades e 52 empresas com o objetivo de mensurar as perdas no canteiro de obra. Esta pesquisa, realizada em 1998, foi a mais importante pesquisa feita com este foco até o momento (AGOPYAN *et al.*, 1998 *apud* JONH & AGOPYAN, 2001).

Resultado importante a se ressaltar desta pesquisa é a evidência da grande variação da quantidade e classe de resíduos gerados se comparado entre as diversas obras da mesma empresa que utilizaram as mesmas tecnologias construtivas, o que ressalta que o gerenciamento do canteiro e do processo construtivo no que diz respeito à melhoria de projetos, qualificação dos profissionais, organização de canteiro, logística e transporte vertical e horizontal e utilização de materiais adequados são fatores determinantes que podem reduzir as perdas e geração de resíduos no canteiro. A adoção de novas tecnologias construtivas podem reduzir a geração de resíduos, como por exemplo a execução da alvenaria estrutural ou modular, composta de blocos de furos verticais, que permitem embutir as tubulações sem a necessidade da quebra parcial da alvenaria e posterior recomposição com argamassa, como feita na alvenaria convencional (Figura 4.3). Por outro lado, a simples adoção de novas tecnologias pode não significar a redução da geração de resíduos, como é o caso dos revestimentos à base de gesso que apresentam ainda grande perda no processo de execução (JOHN & AGOPYAN, 2001).



(a)



(b)

Figura 4.3 - Desperdício no processo construtivo da alvenaria sem projeto de executivo de alvenaria

Fonte: PAULUZZI (2016)



Figura 4.4 - Alvenaria estrutural – redução da geração de resíduos

Fonte: AECWEB (2016)



Figura 4.5 - Alvenaria modular em estrutura convencional com projeto executivo de alvenaria

Fonte: PAULUZZI (2016)

O prolongamento da vida útil das edificações e de seus elementos, com a adoção de tecnologia e materiais mais duráveis, a motivação para que os donos das edificações optem por reformar e não demolir, a adoção de tecnologias de desmonte e demolição planejadas que facilitem o reaproveitamento do material demolido são requisitos que podem reduzir a geração de resíduos. Os profissionais e acadêmicos envolvidos no tema da construção geralmente não possuem formação suficiente para busca de soluções construtivas mais duráveis (JOHN & AGOPYAN, 2001). A recém publicada norma de desempenho NBR 15.575:2013 traz a definição e incorpora o conceito de vida útil da edificação:

*“VIDA ÚTIL – VU- Período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos, com atendimento dos níveis de desempenho previstos nesta Norma, considerando a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção (a vida útil não pode ser confundida com prazo de garantia legal ou contratual)*

*VIDA ÚTIL DE PROJETO – VUP - Período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado a fim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos nesta Norma, considerando o atendimento aos requisitos das normas aplicáveis, o estágio do conhecimento no momento do projeto e supondo o atendimento da periodicidade e correta de Uso, Operação e Manutenção (a VUP não pode ser confundida com tempo de vida útil, durabilidade, prazo de garantia legal ou contratual).” (CBIC,2013)*

Certamente os relatores da nova norma citada, pretendem conjugar os conceitos de vida útil para valorizar o produto oferecido ao consumidor, agregando valores e garantia do desempenho dos imóveis, como auxiliar à incorporação os conceitos de sustentabilidade. É fundamental que o setor da construção busque qualificar seus profissionais de projeto e execução da construção para possibilitar a adequação destes novos requisitos impostos pela norma de desempenho, como na modernização de seus processos e aprofundar seus conhecimentos quanto a previsão da vida útil das edificações e seus componentes.

Novas tecnologias de desmonte e demolição ainda estão sendo desenvolvidas e merecem empenho do setor para seu aprimoramento. É o caso do processo de desmonte utilizando jatos d'água de alta pressão que permite separar o concreto do vergalhão e de outros elementos possibilitando que o resíduos do concreto sejam totalmente reutilizados ao serem sugados e acondicionados em grandes sacos (LOUZAS, 2016).



Figura 4.6 - Tecnologia para desmonte de concreto com jato d'água de alta pressão

Fonte: LOUZAS (2016)

O Relatório Pesquisa Setorial da ABRECON (2013) afirma que no mundo, em média, o volume de RCD pode ser o dobro do volume de lixo urbano e que no Brasil este percentual é de 60%, e ainda que 70% deste volume de RCD pode ser reaproveitado.

Santos (2012) resume que é necessário que se tenha critérios bem definidos para que se possa avaliar cuidadosamente a reciclagem deste resíduos oriundos da construção civil, analisando bem quais as vantagens e desvantagens do processo, com regras claras e definidas pelos órgãos governamentais e privados.

Mesmo que ainda pequeno o mercado de consumo de resíduos reciclados aumentou em 21% nos último 5 anos e ainda com a previsão otimista das usinas recicladoras que pretendem investir no negócio no próximos 2 anos. As usinas que participaram da pesquisa da ABRECON 2015 e em 2013, apontam os mesmos problemas a serem enfrentados pelo setor a falta de incentivo por parte da política publica na busca do aumento do consumo de materiais reciclados, a ineficiência de fiscalização na triagem e destinação do RCC e o excesso de tributos aplicados ao setor de reciclados (ABRECON, 2015).

## 5 PROPOSTAS DE DIRETRIZES

O impacto ambiental causado pela construção civil são enormes e, talvez, um dos principais atores nas mazelas ambientais urbanas. Portanto, como meta principal do gerenciamento do RCC deve-se contar com seu reaproveitamento e processamento para mitigar os efeitos indesejados (FERREIRA & MOREIRA, 2013).

O crescimento da indústria de reciclagem aponta como principal diretriz a ser seguida pelo setor como solução mitigadora dos problemas quanto a destinação inadequada dos resíduos sólidos da construção civil. Com um gerenciamento eficaz destes resíduos desde o seu local de geração até o seu beneficiamento e comercialização podemos diminuir em curto período o volume de resíduos depositados irregularmente.

- **Reciclagem dos RCC:**

Inicia-se portanto, com as sugestões expostas pela ABRECON como primeiras diretrizes a serem consideradas na busca do fortalecimento da indústria da reciclagem.

As metas apontadas para o desenvolvimento do setor de reciclados de RCC, constantes no Relatório de Pesquisa Setorial da ABRECON (2015), são:

- > elaboração e implementação de um programa de qualificação setorial, viabilizando financeiramente procedimento sistêmico de controle tecnológico dos agregados produzidos pelas empresas associadas à ABRECON, a fim de tornar o produto ofertado mais adequado aos consumidores, além de aumentar também a produtividade;

- > promoção de eventos de treinamento e qualificação das empresas e de seus profissionais como curso e seminários, também com o objetivo de aumento da qualidade e da produtividade das usinas;

- > apoio dos órgãos públicos para melhorar e aumentar a fiscalização quanto a destinação e triagem dos RCC, implementar política eficaz a fim de fomentar o consumo de agregados reciclados e redução da carga tributária do setor de reciclados.

- **Gestão de RCC no Canteiro:**

Torna-se necessária qualificação das empresas de construção civil na busca de melhorar seus processos de gerenciamento do canteiro de obras a fim de tornar mais eficaz a triagem do entulho melhorando a qualidade do resíduos destinado às áreas de reciclagem. Portanto, incentivos a programas de qualidade, certificações com foco na sustentabilidade, aumento de fiscalização devem ser fomentadas pelos órgãos públicos e privados no sentido de valorizar as empresas que buscam a melhoria de seus processos e orientar aquelas que não o fazem ou por desconhecimento ou por descaso. A segregação dos resíduos na fonte, ou seja, no canteiro de obras com critérios claros e bem esclarecidos aos colaboradores é etapa essencial para possibilitar a disposição de resíduos de qualidade nos locais de reciclagem. A figura 5.1 ilustra um canteiro de obra, com metas de certificação LEED, que dispõe local adequado para disposição do resíduo segregado.



Figura 5.1 Segregação de resíduos sólidos de RCC em canteiro de obras com metas à certificação LEED

Fonte: próprio autor

- **Política de Gestão para os Reciclados:**

Os Decretos Municipais nº 33.971 de 13 de junho de 2011 do Rio de Janeiro e o Decreto nº 48.075 de 28 de dezembro de 2006 de São Paulo que dispõem, resumidamente sobre a obrigatoriedade da utilização de agregados reciclados em obras públicas municipais

são bem-vindos. Porém, trazem em seu texto elementos que podem tornar as orientações inócuas por excluírem desta obrigatoriedade as obras com caráter emergencial, técnica ou economicamente não viáveis e por fim quando não há disponibilidade do material reciclado no mercado. Estas exceções produzem na prática o efeito de anulação dos Decretos. Sugere-se a permanente modernização das ferramentas políticas que ora se apresentam a disposição da sociedade.

- **Dados e Informações:**

Os dados coletados neste trabalho não foram suficientes para determinar com segurança a quantidade dos volumes são gerados de resíduos sólidos da construção civil no país, observou-se divergências e inexistência de padrões ou metodologias para determinação deste números. Sugere-se maior fomento financeiro e empenho político a projetos e programa vinculados a instituições educacionais e de pesquisa que possam realizar trabalhos na busca de melhoria da qualidade dos dados coletados, como se percebe na evolução, embora ainda incipiente, do sistema nacional de informação sobre o saneamento o SNIS.

## 6 CONCLUSÃO

Após décadas de paralisia política quanto à definição de estratégias para coleta e disposição de resíduos sólidos, a busca de soluções para o problema de depósitos irregulares de resíduos sólidos provenientes da construção civil somente foi iniciada na última década do século XX, sendo que o Estado brasileiro, através do Conselho Nacional de Meio Ambiente, concretizou o primeiro passo com o objetivo de orientar e estabelecer estratégias e regras para a geração, transporte e deposição destes resíduos, com a publicação da Resolução CONAMA nº 307 em 2002. A partir de então, o caminho para cumprimento de metas de preservação do meio ambiente, no que diz respeito aos RCC, foi ficando mais claro e ganhando força para estruturar um sistema de gerenciamento mais eficaz.

Após análise dos instrumentos legais existentes, desde a primeira publicação a respeito dos resíduos gerados pela construção civil, percebemos que há um movimento político e governamental para busca de soluções. Embora, ainda, inicial e sem um planejamento abrangente de toda situação quanto ao tratamento dos resíduos sólidos de construção civil nos municípios, observou-se pressão existente da sociedade neste sentido. O Estado de São Paulo recentemente realizou a maior mobilização popular para discutir os problemas dos resíduos, com a participação de 7000 pessoas realizando em 2014 a IV Conferência do Meio Ambiente. As metas estipuladas ainda não foram alcançadas na sua totalidade, porém o documento originário desta cúpula (PGIRS) é hoje o mais completo do país. O que se percebe é que a implementação dos planos de gestão elaborados é na maioria dos casos mais morosa do que se tem como expectativa. Da mesma forma, o PNRS previa a eliminação total dos lixões em todo país até o final de 2014, fato que não ocorreu e que aparentemente ainda está longe de uma solução.

Destaca-se como principais metas: o crescimento e valorização da indústria de reciclagem, qualificação de toda a cadeia da construção civil (fornecedores, construtores, transportadores e recicladores), evolução das pesquisas e da tecnologia é a modernização dos instrumentos normativos técnicos e legislativos.

Com isto e com a participação uníssona da sociedade civil, classe acadêmica, políticos e empresários é possível que se possa chegar a patamares já alcançados por outras sociedades que hoje enfrentam os mesmos obstáculos e dificuldades para conciliar a vida em sociedade, em um planeta povoado por mais de 6 bilhões de habitantes ávidos por uma melhor qualidade de vida e bem-estar .

## 7 REFERÊNCIA BIBLIOGRAFIA

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Catálogo**. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br>. Acesso em 21 de Dez. 2015.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Instrução Administrativa 07.20.02** - Elaboração de Norma Brasileira. 2014.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004:2004** - Resíduos sólidos – Classificação. 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15112:2004** - Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – Áreas de Transbordo e Triagem -Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação. 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15113:2004** - Resíduos da Construção Civil e Resíduos Inertes – Aterros - Diretrizes para Projetos, Implantação e Operação. 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15114:2004** - Resíduos da Construção Civil – Áreas de Reciclagem - Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação. 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15115:2004** – Agregados Reciclados de Resíduos da Construção Civil – Execução de Camada de Pavimentação - Procedimentos. 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15116:2004** - Agregados Reciclados de Resíduos da Construção Civil – Utilização em Pavimentação e Preparo de Concreto sem Função Estrutural - Requisitos. 2004.

ABRECON - Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção. **Pesquisa Setorial da Reciclagem de Resíduos da Construção 2014/2015**. 2015. Relatório 2. 26 p.

ABRECON - Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção. **Pesquisa Setorial da Reciclagem de Resíduos da Construção 2012/2013**. 2013. Relatório 1. 22 p

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2014. 118 p.

AECWEB. **Alvenaria Estrutural - Cerâmica City – Aplicada na Construção de Parede**. Disponível em: <http://www.aecweb.com.br>. Acesso em 23 de Jan. 2016.

ANGULO, S. C. **Variabilidade de Agregados Graúdos de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados**. Tese (Mestrado em Engenharia). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000

BELO HORIZONTE. **Plano Municipal de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh>. Acesso em 27 de Dez. 2015

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2013**. Brasília, DF, 2015. 154 p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. **Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil - SiAC**. Brasília, DF, 2012. 115 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Guia para elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos**. Brasília – DF: 2011. 289 p.

BRASIL. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Versão Preliminar para Consulta Pública**. Brasília: 2011. 102 p.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 de Ago. de 2010.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 de dez. de 2010.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Resíduos Sólidos: Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil: guia do profissional em treinamento: nível 2**. Belo Horizonte: ReCESA, 2008. 68 p.

BRASIL. Lei Nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 de Jan. de 2007.

BRASIL. Ministério das Cidades, Ministério do Meio Ambiente, Caixa Economia Federal. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios**. Brasília: CAIXA, 2005. v. 1. 196 p.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de Edificações Habitacionais: Guia Orientativo para Atendimento à Norma ABNT NBR 15575/2013**. 2. ed. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. 308 p.

CMBH – CÂMARA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **Atividade Legislativa**. Disponível em: <http://www.cmbh.mg.gov.br>. Acesso em 27 de Dez. 2015.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resoluções do CONAMA. Resoluções Vigentes Publicadas entre Setembro de 1984 e Janeiro de 2002**. Brasília, MMA, 2012. 1226 p.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece Diretrizes, Critérios e Procedimentos para a Gestão dos Resíduos da Construção Civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 de Jul. de 2002.

FERNANDEZ, J. A. B. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil - Relatório de Pesquisa**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: 2012. 34 p.

FERREIRA, A. R. L., MOREIRA, H. C. **Análise Crítica da Gestão de Resíduos de Construção Civil: Estudo de caso do Município do Rio de Janeiro**. Projeto de Graduação (Graduação em Engenharia). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em 27 de Dez. 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Rio de Janeiro: 2008. 219 p.

JOHN, V. M. AGOPYAN, V. Reciclagem de Resíduos da Construção. **Anais do Seminário – Reciclagem de Resíduos Sólidos Domiciliares**. São Paulo, 2001.

LIMA, F. M. R. S. **A Formação da Mineração Urbana no Brasil – Reciclagem de RCD e a Produção de Agregados**. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2013.

LOUZAS, R. Robô que Recicla Concreto Cria Nova Forma de Demolição de Edifícios. **Revista Piniweb**. Artigo Técnico. Disponível em: <http://piniweb.pini.com.br/construcao/tecnologia-materiais/>. Acesso em 23 de Jan. 2016.

MARQUES NETO, J. C. **Estudo da Gestão Municipal dos Resíduos de Construção e Demolição na Bacia Hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI-15)**. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). São Carlos: Universidade de São Paulo, 2009.

MIRANDA, L., ANGULO, S. C., CARELI, E. D. A Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição no Brasil: 1986-2008. **Ambiente Construído** (Online). v. 9, p. 57-71, 2009.

MMA- Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em 21 de Dez. 2015.

PACHECO, T. C. **Diagnóstico da Gestão de Resíduos na Construção Civil – Comparação de Obras no Rio de Janeiro visando a Certificação LEED e Obras sem Certificação**. Tese (Mestrado em Engenharia Ambiental). Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2011.

PAULUZZI. **Alvenaria de Vedação**. Disponível em: <http://www.pauluzzi.com.br/vedacao.php>. Acesso em 23 de Jan. 2016.

PINTO, T. P. **Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana**. Tese (Doutorado em Engenharia). São Paulo: Universidade de São Paulo, 1999.

RABELO, D. **Coleta e Reciclagem de Resíduos da Construção Civil**. Cartilha do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE, Brasília: 2012. 75 p.

RABELO, D. **Como Montar um Serviço de Coleta de Resíduos da Construção**. Cartilha do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE, Brasília: 2012. 46 p.

REVISTA TN PETROLEO. **Reduc Usará Biogás Produzido em Gramacho.** Disponível em: <http://tnpetroleo.com.br>. Acesso em 21 de Dez. 2015.

RIO DE JANEIRO. **Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro em 2012 e Atualização do Plano de Ação Municipal para Redução das Emissões.** Rio de Janeiro: 2013. 62 p.

RIO DE JANEIRO. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: 2012. 121 p.

RÖHM, D. G., MARQUES NETO, J. C., RÖHM, S. A. Gestão dos Resíduos da Construção Civil (RCC) em Canteiros de Obras de Empresas Construtoras da Cidade de São Carlos-SP, Brasil. **Revista de Engenharia Civil - UM.** Número 45, p. 21-36, 2013.

SANTOS, W. J., BARBOSA, M. T. G., OLIVEIRA, I. M. Proposta de Análise e Gerenciamento de Resíduos na Construção Civil. **Anais do XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.** Juiz de Fora: 2012.

SÃO PAULO – Prefeitura de São Paulo. **Legislação.** Disponível em: <http://www.capital.sp.gov.br>. Acesso em 10 de Dez. 2015.

SÃO PAULO. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade de São Paulo.** São Paulo: 2014. 456 p.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições Irregulares de Resíduos da Construção Civil na Cidade de São Paulo.** Tese (Mestrado em Saúde Pública). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2003.

SMAC – Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Legislação.** Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/>. Acesso em 21 de Dez. 2015.

SMAC – Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Relação de Empresas Licenciadas para a destinação Ambiental de Resíduos da Construção Civil – RCC.** Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/>. Acesso em 21 de Dez. 2015.

SMAC – Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Resolução SMAC n.º 604, de 23 de novembro de 2015. Disciplina a Apresentação de Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC. **Diário Oficial do Município do Rio de Janeiro,** Rio de Janeiro, 24 de Nov. de 2015.

SMAC – Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Resolução SMAC n.º 519, de 21 de agosto de 2012. Disciplina a Apresentação de Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC. **Diário Oficial do Município do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 27 de Ago. de 2012.

SMAC – Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Resolução SMAC n.º 387, de 24 de maio de 2005. Disciplina a Apresentação de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC. **Diário Oficial do Município do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 25 de Maio de 2005.

SNSA - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2013**. Brasília: MCIDADES.SNSA. 2015. 154 p.

## 8 BIBLIOGRAFIA

ABI-ACKEL, E. **Uso dos Resíduos da Construção Civil para a Produção de Pavimento Intertravado Base de Concreto de Cimento Portland e Escória**. Tese (Mestrado em Construção Civil). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

ALTHEMAN, D. **Avaliação da Durabilidade de Concretos Confeccionados com Entulho de Construção Civil**. Relatório (Iniciação Científica). Campinas: Universidade de Campinas, 2002.

ANGULO, S.C., SILVA, R. B., CHOTOLI, F. F., QUARCIONI, V. A., MASSOLA, C. P., SILVA, D. P. MORAES, S. L. **Relatório Técnico IPT 140 652-205: Desenvolvimento de Tecnologia para a Produção de Cimento de Resíduos de Construção e Demolição**. São Paulo: IPT, 2014.

ANGULO, S. C., JOHN, V. M., ULSEN, C., KAHN, H., MUELLER, A. Separação Óptica do Material Cerâmico dos Agregados Mistos de Resíduos de Construção e Demolição. **Ambiente Construído** (Online). v. 13, p. 61-73, 2013.

ANGULO, S. C., JOHN, V. M. Recycling in Brazil: An Overview of the Present Situation of CDW in Managing and Recycling (item 3.2). In: VASQUEZ, E. (Org.). **Progress of Recycling in the Built Environment: Final report of the RILEM Technical Committee 217-PRE**. 1ed. Holanda: v. 8, p. 37-173. 2013.

ANGULO, S. C., MARTINS, L. A., SILVA, R. B., ULSEN, C., CAMARINI, G. Tratamento Térmico e Moagem de Resíduos de Concreto com Diferentes Classes de Resistência. **Anais do III Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção Civil**, 2013.

ANGULO, S. C., GUILGE, M. S., QUARCIONI, V. A., BARROS, J. M. C. **Relatório Técnico IPT 132166-205: Estudos para o Desenvolvimento de Produtos Inovadores a partir de RCD**. 2013.

ANGULO, S. C., SILVA, R. B., OLIVEIRA, V. L., ULSEN, C. Caracterização das Propriedades Físicas dos Agregados Gráudos de RCD Reciclados por Picnometria de Pó e de Gás. **Anais do 54º Congresso Brasileiro do Concreto**. Maceió, 2012.

ANGULO, S. C., TEIXEIRA, C. E., CASTRO, A. L. de, NOGUEIRA, T. P. Resíduos de Construção e Demolição: Avaliação de Métodos de Quantificação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v.16, n.3, p. 299-306, Jul/Set. 2011.

ANGULO, S. C., FIGUEIREDO, A. D. Concreto com Agregados Reciclados. **Concreto: Ciência e Tecnologia**. 1. ed. São Paulo: Arte Interativa, 2011. 2 v., p. 1731-1768.

ANGULO, S. C., ULSEN, C., LIMA, F. M. R. S., COSTA, L. N. S., JOHN, V. M. Investigation of CDW Heterogeneity in Brazil: a Proposal of Low-Cost Recycling Plant. **Anais da 2<sup>nd</sup> International RILEM Conference on Progress of Recycling in the Built Environment**, v. 1, p. 431-439, 2011.

ANGULO, S. C., CARRIJO, P. M., FIGUEIREDO, A. D., JOHN, V. M., CHAVES, A. P. On the Classification of Mixed Construction Demolition Waste Aggregate by Porosity and Its Impact on the Mechanical Performance of Concrete. **Materials and Structures**. v. 43, p. 519-528, 2010.

ANGULO, S., ULSEN, C., JOHN, V. M., KAHN, H., CINCOTTO, M. A. Chemical Mineralogical Characterization of CD Waste Recycled Aggregates from São Paulo, Brazil. **Waste Management**, v. 29, p. 721-730, 2009.

ANGULO, S. C., MUELLER, A. Determination of Construction and Demolition Recycled Aggregates Composition, in Considering their Heterogeneity. **Materials and Structures**. v. 42, p. 739-748, 2009.

ANGULO, S. C., ULSEN, C., LIMA, F. M. R. S., CHAVES, A. P., JOHN, V. M. Processamento de Resíduos de Construção e Demolição em Usinas de Reciclagem Europeias. **Anais do Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção**, Feira de Santana, 2009.

ANGULO, S. C., MUELLER, A., SCHNELLERT, T. Upgrade of Mixed CDW Recycled Aggregates Quality by Automatic Sorting. **Anais do Global Symposium on Recycling**, Cancun, 2008.

ANGULO, S. C. **Caracterização de Agregados de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados e a Influência de suas Características no Comportamento Mecânico dos Concretos**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005.

ANGULO, S. C., CHAVES, A. P., JOHN, V. M., ALMEIDA, S. L. M., LIMA, F. M. R. S., GOMES, P. C. Análise Comparativa da Tecnologia de Processamento na Reciclagem da Fração Mineral dos Resíduos de Construção e Demolição. **Anais do XXI Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa**. Natal, 2005.

ANGULO, S. C., JOHN, V. M., CHAVES, A. P., ALMEIDA, S. L. M., LIMA, F. M. R. S., GOMES, P. C. Aperfeiçoamento da Reciclagem da Fração Mineral dos Resíduos de Construção e Demolição - Uso Em Concretos. **Anais do II SUFFIB: O uso da fração fina da britagem**. 2005.

ANGULO, S. C., JOHN, V. M., ULSEN, C., KAHN, H. Caracterização de Agregados de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados Separados por Líquidos Densos. **Anais da I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. São Paulo, 2004.

ANGULO, S. C., JOHN, V. M. Variabilidade dos Agregados Graúdos de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados. **E-Mat**. Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 22-32. 2004.

ANGULO, S. C., ULSEN, C., CARRIJO, P. M., SILVA, R. M., JOHN, V. M., KAHN, H. Characterization of Brazilian Construction and Demolition Coarse Recycled Aggregate. **International RILEM Conference on the use of recycled materials in buildings and structures**, v. 1, p. 87-96, 2004.

ANGULO, S. C., JOHN, V. M., AGOPYAN, V. Sobre a Necessidade de uma Metodologia de Pesquisa e Desenvolvimento para Reciclagem. **Fórum das Universidades Públicas Paulistas - Ciência e tecnologia em resíduos**, São Pedro, 2003.

ANGULO, S. C., JOHN, V. M., KAHN, H., ULSEN, C. Characterisation and Recyclability of Construction and Demolition Waste in Brazil. **Anais da The Fifth International Conference on The Environmental and Technical Implications of Construction with Alternative Materials**, p. 209-218, 2003.

ANGULO, S. C., KAHN, H., JOHN, V. M., ULSEN, C. Metodologia de Caracterização de Resíduos de Construção e Demolição. **Anais do Seminário Desenvolvimento Sustentável e a reciclagem na construção civil**, 2003.

ANGULO, S. C., JOHN, V. M. Normalização dos Agregados Graúdos de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados para Concretos e a Variabilidade. **Anais do IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 2002.

ANGULO, S. C., MIRANDA, L., JOHN, V. M. Construction and Demolition Waste, its Variability and Recycling in Brazil. **Anais do Sustainable buildings 2002**. Oslo, 2002.

ANGULO, S. C., ULSEN, C., KAHN, H., JOHN, V. M. Desenvolvimento de Novos Mercados para a Reciclagem Massiva de RCD. **Anais do V Seminário sobre desenvolvimento sustentável a reciclagem na construção civil**. São Paulo, 2002.

ANGULO, S. C., JOHN, V. M. Determinação dos Teores de Concreto e Argamassa em Agregados Graúdos de RCD Reciclados. **Anais do 43º Congresso Brasileiro do Concreto**. Natal, 2001.

ANGULO, S. C., MIRANDA, L., SELMO, S. M. S., JOHN, V. M. **Utilização de Pilhas de Homogeneização para Controle de Agregados Miúdos de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados**. Anais do Encontro Nacional da Construção, p. 713-720, 2001.

ANGULO, S. C., ZORDAN, S. E., JOHN, V. M. Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil. **Anais do IV Seminário Desenvolvimento sustentável a reciclagem na construção - práticas recomendadas**. 2001.

ANGULO, S. C., MORALES, G., CECILIATO, A. C. Produção de Concreto de Cimento Portland Utilizando Entulho de Obra Reciclado. **Anais do Encontro Nacional de Tecnologia e Ambiente Construído**. Salvador, 2000.

ANGULO, S. C., MORALES, G., CECILIATO, A. C. Verificação do desempenho do entulho de obra reciclado para a produção de concreto de cimento portland. **Anais do V Congreso Iberoamericano de Patología de las Construcciones y VII Congreso de Control de Calidad**. Montevideo, 1999.

ANGULO, S. C., MORALES, G., CECILIATO, A. C. Verification of the Acting of the Recycled Building Material for the Production of Rigid Paviments in Concrete of Portland Cement. **Anais do 8th International Symposium on Concrete Roads**. Lisbon, 1998.

ARAÚJO, E. G., TENÓRIO, J. A. S. Agente Expansor de Concreto à Base de Escórias de Alumínio. **Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais CBECIMAT**. Natal, 2002.

ARAÚJO, M. C. P. B., CHAVES, A. P., ESPINOSA, D. C. R., TENÓRIO, J. A. S. Reciclagem de Fios e Cabos Elétricos Cabo Paralelo. **REM - Revista Escola de Minas**. Ouro Preto, v. 61, p. 391-396. 2008.

BALTAR, L., ALENCAR, C., MIRANDA, L. F. R. Avaliação da Reciclagem de Resíduos de Gesso em Canteiro de Obra do Recife. **Anais do Congresso Internacional de Tecnologia Aplicada para a Arquitetura e Engenharia Sustentáveis**. Olinda, 2008.

BENVENUTO, SUZUKI, C., F. K. S. Plano Integrado de Gerenciamento Regional de Resíduos de Construção Civil e Volumosos – Ferraz de Vasconcelos, Poá E Suzano. **Revista Limpeza Pública**. Artigo Técnico. Disponível em: [http://www.geotech.srv.br/imagens/noticias\\_artigo\\_tecnico\\_1.pdf](http://www.geotech.srv.br/imagens/noticias_artigo_tecnico_1.pdf). Acesso em 17 de Dez. 2015.

BICALHO, F. C. **Sistema de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras de Pequeno Porte**. Tese (Mestrado em Construção Civil). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

BODI, J. Experiência Brasileira com Entulho Reciclado na Pavimentação. **Anais do 29. Reciclagem na Construção Civil, Alternativa Econômica para a Proteção Ambiental**. São Paulo: POLI /UPE, 1997.

BRANDÃO, M. F. **Análise e Avaliação da Gestão de Resíduos da Construção Civil em Belo Horizonte**. Tese (Mestrado em Construção Civil). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

BUTLER, A. M. **Concreto com Agregados Graúdos Reciclados de Concreto: influência da idade de reciclagem nas propriedades dos agregados e concretos reciclados**. Tese (Mestrado em Engenharia). São Carlos: Universidade de São Paulo, 2003.

CABRAL, A. E. B., MOREIRA, K. M. DE V. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Fortaleza: SINDUSCON-CE, 2011. 43 p.

CARMO, D. de S., MAIA, N. da S., CÉSAR, C. G. Avaliação da Tipologia dos Resíduos de Construção Civil Entregues nas Usinas de Beneficiamento de Belo Horizonte. **Eng Sanit Ambient**. v.17, n.2, p. 187-192, Abr/Jun. 2012.

CARNEIRO, F. P. **Diagnóstico e Ações da Atual Situação dos Resíduos de Construção e Demolição na Cidade do Recife**. Tese (Mestrado em Engenharia Urbana). João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2005.

CARVALHO, G. M. X., MANSUR, W. L. V., ORÉFICE, R. L. Obtenção de Compósitos de Resíduos de Ardósia e Polipropileno. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**. São Carlos, v. 17, n. 2, p. 98-103. 2007.

CASSA, J. C. S., BRUM, I. A. S.de, CARNEIRO, A. P., COSTA, D. B. Diagnóstico dos Setores Produtores de Resíduos na Região Metropolitana de Salvador/Bahia. **Reciclagem de Entulho para a Produção de Materiais de Construção**. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001. 312 p.

CHAVES, A. P., ANGULO, S. C., ALMEIDA, S. L. M., LIMA, F. M. R. S., JOHN, V. M. Tecnologia Mineral e suas Aplicações na Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição. **Anais do 61. Congresso Anual da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais**. Rio de Janeiro, 2006.

CHOTOLI, F. F., QUARCIONI, V. A., ANGULO, S. C., OLIVEIRA, M. C. B. The Use of Alternative Raw Materials for Cement Production: JICA-IPT cooperation and new trends. **Anais do Simpósio Brasil-Japão**. São Paulo, 2008.

CÓRDOBA, R. E. **Estudo de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção e Demolição do Município de São Carlos – SP**. Tese (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). São Carlos: Universidade Federal de São Paulo, 2010.

CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na Construção Civil**. Monografia (Especialização em Construção Civil). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

COSTA, L. N. S., ANDRADE, M. C., ALMEIDA, S. L. M., LIMA, F. M. R. S., ANGULO, S. C., FERREIRA, R. D., CHAVES, A. P., JOHN, V. M. Separação Densitária de Britas de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) Por Jigue. **Anais do XXIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa**. Gramado, 2009.

COSTA, L. S. N., ALMEIDA, S. L. M. Caracterização Tecnológica dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) da Cidade de Macaé – RJ. **I Jornada do Programa de Capacitação Interna**. 2007.

CREA-SP – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo. **Guia Profissional para uma Gestão Correta dos Resíduos da Construção**. São Paulo: 2005. 44 p.

DAMINELI, B. L. **Estudo de Métodos para Caracterização de Propriedades Físicas de Agregados Graúdos de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados**. Tese (Mestrado em Engenharia Civil). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.

DAMINELI, B. L., ANGULO, S. C., RAMALHO, P. C., JOHN, V. M. Comparação entre Métodos de Caracterização de Propriedades Físicas de Agregados Graúdos de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados. **Anais do VII Seminário Desenvolvimento Sustentável e Reciclagem na Construção Civil**. São Paulo, 2006.

DANILO AGUIAR NIZA. **Concretos secos com RCD: otimização granulométrica e uso de aditivos lubrificantes**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, . Início: 2014.

DIAS, J. F. **Avaliação de Resíduos da Fabricação de Telhas Cerâmicas para seu Emprego em Camadas de Pavimento de Baixo Custo.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004.

ELIAS, M. D. **Gestão de Resíduos da Construção Civil no Município de Fortaleza - CE.** Monografia (Especialização em Direito Ambiental). Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 2008.

FARIAS, I. P. **Resíduos Sólidos na Construção Civil: A Realidade nos Canteiros de Obra na Cidade de Teresina.** Tese (Mestrado em Geografia). Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2010.

GAEDE, L. P. F. **Gestão dos Resíduos da Construção Civil no Município de Vitória-ES e Normas Existentes.** Monografia (Especialização em Construção Civil). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

GEHRKE, A. E. B. **Indicadores de Sustentabilidade como Ferramenta de Apoio a Gestão Pública de resíduos da Construção Civil em Municípios de Pequeno Porte.** Tese (Mestrado em Engenharia). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

JACOBI, P. R., BESEN, G. R. **Gestão de Resíduos Sólidos em São Paulo: Desafios da Sustentabilidade.** **Estudos Avançados.** São Paulo, v. 25, n. 71, p. 135-158, Jan./Abr. 2011.

JADOVSKI, I. **Diretrizes Técnicas e Econômicas para Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição.** Tese (Mestrado em Engenharia). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

JOHN, V. M., ANGULO, S. C. **Sustainability and Recycling Construction Waste (item 2.1).** In: VASQUEZ, E. **Progress of Recycling in the Built Environment: Final report of the RILEM Technical Committee 217-PRE.** 1ed. Holanda, v. 8, p. 5-35. 2013.

JOHN, V. M., ANGULO, S. C., KAHN, H. **Controle da Qualidade dos Agregados de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados para Concretos a partir de uma Ferramenta de Caracterização.** **Construção Civil e Meio Ambiente.** Porto Alegre, v. 7, p. 168-207. 2006.

JOHN, V. M., ANGULO, S. C. **Metodologia para Desenvolvimento de Reciclagem de Resíduos.** In: ROCHA, J. C., JOHN, V. M. **Utilização de resíduos na construção habitacional.** Porto Alegre: ANTAC, 2003. 4 v. p. 4-272.

JUNIOR PIOVEZAN, G. T. A. **Avaliação dos Resíduos da Construção Civil (RCC) Gerados no Município de Santa Maria.** Tese (Mestrado em Engenharia Civil). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

KARPINSK, L. A., PANDOLFO, A., REINEHR, R., KUREK, J., PANDOLFO, L., GUIMARÃES, J. **Gestão Diferenciada de Resíduos da Construção Civil : Uma Abordagem Ambiental.** Porto Alegre : Edipucrs, 2009. 163 p.

KARPINSK, L. A., PANDOLFO, A., REINEHR, R., GUIMARÃES, J., PANDOLFO, L. KUREK, J., ROJAS, J. W. J. **Gestão De Resíduos Da Construção Civil: Uma Abordagem Prática no Município de Passo Fundo - RS. Estudos tecnológicos.** v. 4, n. 2, p. 69-87, Mai./Ago. 2008.

KNEIPP, J. M., ROSA, L. A. B., PERLIN, A. P., GOMES, C. M., FRIZZO, K. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos: Um Estudo em Municípios do Estado do Rio Grande do Sul. REDES - Rev. Des. Regional.** Santa Cruz do Sul, v. 17, n. 2, p. 175 - 194, Maio/Ago. 2012.

LAPA, J. S. **Estudo de Viabilidade Técnica de Utilização em Argamassas do Resíduo de Construção Oriundo do Próprio Canteiro de Obra.** Tese (Mestrado em Construção Civil). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

LEITE, V. F. **Certificação Ambiental na Construção Civil – Sistemas Leed e Aqua.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

LEITE, F. C. **Comportamento Mecânico de Agregado Reciclado de Resíduo Sólido da Construção Civil de Base e Sub-Base de Pavimentos.** Tese (Mestrado em Engenharia Civil). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.

LEITE, M. B. **Avaliação das Propriedades Mecânicas de Concretos Produzidos com Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição.** Tese (Doutorado em Engenharia). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

LEVY, S. M. **Reciclagem do Entulho de Construção Civil para Utilização como Agregado de Argamassas e Concretos.** Tese (Mestrado em Engenharia Civil). São Paulo: Universidade de São Paulo, 1997.

LIMA, R. S., LIMA R. R. R. Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. **Série de Publicações Temáticas do CREA-PR**. Curitiba, n. 1. 2009. 57 p.

LUZ, A. C. S., FREITAS, J. S., OLIVEIRA, R. D. Descarte de Resíduos Sólidos das Construções Cíveis na Cidade de Altamira Pará. **Revista Geonorte**. Ed.Especial, v.3, n.4, p. 84-93, 2012.

MAIA, A. L., MACHADO, F. M., FREITAS, F. A. M., SILVA, L. M. C., SANTOS, R. R. D., FERREIRA, R. H. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil – PGIRCC**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2009. 44 p.

MARINHO, J. L. A., SILVA, J. D. Gerenciamento dos Resíduos da Construção e Demolição: Diretrizes para o Crescimento Sustentável da Construção Civil na Região Metropolitana do Cariri Cearense. **E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**: Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 102-119, 2012.

MIRANDA, L. F. R. **Contribuição ao Desenvolvimento da Produção e Controle de Argamassas de Revestimento com Areia Reciclada Lavada de Resíduos Classe A da Construção Civil**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005.

MIRANDA, L. F. R. **Estudo de Fatores que Influem na Fissuração de Revestimentos de Argamassa com Entulho Reciclado**. Tese (Mestrado em Engenharia Civil). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000.

MORAIS, G. M. D. **Diagnóstico da Deposição Clandestina de Resíduos da Construção e Demolição em Bairros Periféricos de Uberlândia: Subsídios para uma Gestão Sustentável**. Tese (Mestrado em Engenharia Civil). Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2006.

MOTTA, R. S. **Estudo Laboratorial de Agregado Reciclado de Resíduo Sólido da Construção Civil para Aplicação em Pavimentação de Baixo Volume de Tráfego**. Tese (Mestrado em Engenharia Civil). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005.

MOTTA, S. R. F. **Sustentabilidade na Construção Civil: Crítica, Síntese, Modelo de Política e Gestão de Empreendimentos**. Tese (Mestrado em Construção Civil). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

MOURA. W. A., GONÇALVES, J. P., LEITE, R. S. Utilização de Resíduos de Corte de Mármore e Granitos em Argamassas de Revestimento e Confecção de Latojas para Piso. **Sitientibus**. Feira de Santana: n. 26, p. 49-61, Jan./Jun. 2002.

NASCIMENTO, F. J. F., PIMENTEL, L. L. Reaproveitamento de Resíduo de Gesso. **Anais do XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Canelas, 2010.

NETO, A. G. C. **Construção Civil Sustentável: Avaliação da Aplicação do Modelo de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do SINDUSCON-MG em um Canteiro de Obras - um Estudo de Caso**. Tese (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

NUNESMAIA, M. F. A Gestão de Resíduos Urbanos e suas Limitações. **TECBAHIA – Revista Baiana de Tecnologia – SSA**. v.17, n.1, p. 120-129, Jan/Abr. 2002.

OLIVEIRA, L. S., QUATTRONE, M., ANGULO, S. C., JOHN, V. M. Emissões de CO<sub>2</sub> dos Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição (RCD): Dois Estudos de Caso. **Anais do III Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção Civil**, 2013.

PINTO, M. S. **Adoção de Critérios Ambientais por parte de Empresas Envolvidas no Setor da Construção Civil: Uma Proposta de Entendimento Multidisciplinar**. Tese (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

PINTO, T. P. **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil: A Experiência do SINDUSCON – SP**. São Paulo: SINDUSCON, 2005. 48 p.

PINTO, T. P. **Utilização de Resíduos de Construção: Estudo do uso em Argamassas**. Tese (Mestrado em Engenharia Civil). São Carlos: Universidade de São Paulo, 1986.

PUCCI, R. B. **Logística de Resíduos da Construção Civil – Atendendo a Resolução CONAMA 307**. Tese (Mestrado em Engenharia). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006.

QUATTRONE, M., ANGULO, S. C., JOHN, V. M. Energy and CO<sub>2</sub> from High Performance Recycled Aggregate Production. **Resources, Conservation and Recycling**. v. 90, p. 21-33, 2014.

QUATTRONE, M., ANGULO, S. C., DAMINELI, B. L., JOHN, V. M. Influence of Recycled Aggregate in Binder Intensity of Concretes. **Anais da Concrete Innovation Conference 2014 - CIC 2014**. Oslo, 2014.

ROCHA, J. C., CHERIAF, M. Aproveitamento de Resíduos na Construção. **Coletânea HABITARE - Utilização de Resíduos na Construção Habitacional**. Porto Alegre, v. 4, p. 72-93, 2003.

RODRIGUES, F. S. S. O. **Gestão de Resíduos de Construção e Demolição - Análise ao Concelho de Fafe**. Tese (Mestrado em Engenharia do Ambiente). Porto: Universidade do Porto, 2009.

SANTOS, A. L. **Diagnóstico Ambiental da Gestão e Destinação dos Resíduos da Construção e Demolição (RCD): Análise das Construtoras Associadas ao SINDUSCON/RN e Empresas Coletoras Atuantes no Município de Parnamirim-RN**. Tese (Mestrado em Ciências e Engenharia de Produção). Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

SANTOS, W. F., QUATTRONE, M., ANGULO, S.C. Treatments on CDW Recycled Aggregates Surface Using Silane-Based Water Repellent. **Anais da 15th International Conference on Non-conventional Materials and Technologies** Pirassununga, 2014.

SANTOS, W. F. **Tratamento Superficial dos Agregados Reciclados de RCD com Silano**. Tese (Mestrado em Engenharia Civil). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2015.

SANTOS, W. J., DARDENGO, C. F. R., CORDEIRO, C., ALVARENGA, R. C. S. S., SILVA, R. C. Prescrições para Construções de Edificações Residenciais Multifamiliares com Base nas Patologias Identificadas na Cidade de Viçosa-MG. **Revista de Engenharia e Tecnologia**. Ponta Grossa, v. 6, n. 2, p. 104-123 Ago. 2014.

SANTOS, W. J., BRANCO, L. A. M. N., P. P. A. Utilização de Elementos Pré-Moldados de Concreto na Construção Civil - Estudo de Caso em uma Obra Industrial na Região Metropolitana de Belo Horizonte. **REUCP**. Petrópolis, v. 8, n. 1, p. 59-74. 2013.

SARDÁ, M. C. **Diagnóstico do Resíduo da Construção Civil Gerado no Município de Blumenau-SC. Potencialidades de Uso em Obras Públicas**. Tese (Mestrado em Construção Civil). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

SILVA, A. F. F. **Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de Acordo com a Resolução CONAMA nº. 307/02 – Estudo de Caso para um Conjunto de Obras de Pequeno Porte**. Tese (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

SILVA, E. C. R., MIRANDA, L. F. R., MELO, D. V. P., NETO, E. A., ARAÚJO, M. C., GOMES, T. O. Propriedades de Agregados Reciclados Produzidos a partir de RCD Gerado em Canteiros de Obras de Recife/PE para Uso em Argamassas. **Anais do Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas**. Curitiba, 2009.

SILVA, P. C. G. da, MIRANDA, L. F. R. Análise da Influência do Controle Granulométrico nas Características Físicas e Mecânicas de Agregados Reciclados para Pavimentação. **Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Fortaleza, 2008.

SILVA, P. J., BRITO, M. J. Práticas de Gestão de Resíduos da Construção Civil: Uma Análise da Inclusão Social de Carroceiros e Cidadãos Desempregados. **Gestão & Produção**. v. 13, n. 3, p. 545-556, Set./Dez. 2006.

SILVEIRA, G. T. R. **Metodologia de Caracterização dos Resíduos Sólidos como Base para uma Gestão Ambiental. Estudo de Caso: Entulhos da Construção Civil em Campinas - São Paulo**. Tese (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1993.

SOUZA, C. A. de. **Utilização de Resíduo de Concreto como Agregado Miúdo para Argamassa de Concretos Estruturais Convencionais**. Tese (Mestrado em Construção Civil). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

SOUZA, J. G. G. **Contribuição ao Estudo da Relação entre Propriedades e Proporcionamento de Blocos de Concreto: aplicação ao uso de entulho como agregado reciclado**. Tese (Mestrado em Engenharia Civil). Brasília: Universidade de Brasília, 2001.

SOUZA U. E. L., PALIARI, J. C., AGOPYAN, V., ANDRADE, A. C. 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, Out./Dez. 2004.

SOUZA, U. E. L., PALIARI, J. C. Evaluating Material Waste in Pouring Concrete. **Anais do CIB Joint W55/W65 Triennial Symposium On Customer Satisfaction: A Focus For Research Practice**. Cape Town, 1999.

TAKENAKA, E. M. M., ARANA, A. R. A., ALBANO, M. P. Construção Civil e Resíduos Sólidos: Coleta e Disposição Final no Município de Presidente Prudente – SP. **VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 8, n. 12, p. 177-186. 2012.

TAVARES, D. M. L. **Gestão ambiental e sustentabilidade: uma proposta para o tratamento dos resíduos da construção civil de Santiago – RS.** 2009. Disponível em: <http://br.monografias.com/trabalhos3/gestao-ambiental-sustentabilidade/gestao-ambiental-sustentabilidade.shtml>. Acesso em 17 de Dez. 2015.

ULSEN, C., KAHN, H., HAWLITSCHKEK, G., MASINI, E. A., ANGULO, S. C. Separability Studies of Construction and Demolition Waste Recycled Sand. **Waste Management**, v. 33, p. 656-662, 2013.

ULSEN, C., KAHN, H., Angulo, S. C., JOHN, V. M. Composição Química de Agregados Mistos de Resíduos de Construção e Demolição do Estado de São Paulo. **Revista da Escola de Minas**, v. 63, p. 339-346, 2010.

ULSEN, C., HAWLITSCHKEK, G., KAHN, H., ANGULO, S. C., JOHN, V. M. Recycled Sand from Brazilian Construction and Demolition Waste. **Anais da First International Conference on Sustainable Urbanization**. Hong Kong, 2010.

ULSEN, C., HAWLITSCHKEK, G., KAHN, H., ANGULO, S. C., JOHN, V. M. Technological Characterization of Fine Fraction from CD Waste. **Anais do 2nd International RILEM Conference on Progress of Recycling in the Built Environment**. 2009.

ULSEN, C., KAHN, H., ANGULO, S. C., JOHN, V. M. Caracterização Tecnológica De Resíduos De Construção E Demolição (RCD). **Brasil Mineral**. São Paulo, v. 242, n. 242, p. 154-162. 2005.

ULSEN, C., KAHN, H., ANGULO, S. C., JOHN, V. M. Caracterização Química Dos Produtos Da Separação Densitária De Agregados Reciclados. **Anais do XXI Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa**. Natal, 2005.

ULSEN, C., KAHN, H., ANGULO, S. C., JOHN, V. M. Applied Mineralogy Characterization of Construction and Demolition Waste from Brazilian Recycling Plants. **Anais do 8<sup>th</sup> International Congress on Applied Mineralogy**. São Paulo, 2004.

ULSEN, C., KAHN, H., ANGULO, S. C., JOHN, V. M. Caracterização de Resíduos de Construção e Demolição. **Anais do I Simpósio Ibero-Americano de Engenharia de Minas**. São Paulo, 2004.

ULSEN, C., KAHN, H., HAWLITSCHKEK, G., MASINI, E.A., ANGULO, S.C., JOHN, V.M. Production of Recycled Sand from Construction and Demolition Waste. **Construction Building Materials**. v. 40, p. 1168-1173. 2013.

WIENS, I. K., HAMADA, J. Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – Uma Introdução à Legislação e Implantação. **Anais do XIII SIMPEP**. Bauru: 2006.

VENTURIM, A. B., SIMAN, R. R. Diagnóstico do Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil No Município de Vitória: Dificuldades e Inovações. Apresentação no **I Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Disponível em: <http://www.acquacon.com.br/cobesa/apresentacoes/pap/pap001974.pdf>. Acesso em 22 de Dez. 2015.

ZORDAN, S. E. **A Utilização do Entulho como Agregado, na Confecção do Concreto**. Tese (Mestrado em Engenharia). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1997.

## ANEXO 1

Tabela 8.1 - Principais trabalhos de pesquisa relacionados à reciclagem de RCC

Título do trabalho de pesquisa de reciclados de RCC	Ano de publicação
Utilização de resíduos de construção: estudo do uso em argamassas	1986
A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto	1997
Reciclagem do entulho de construção civil para utilização como agregado de argamassas e concretos	1997
Experiência brasileira com entulho reciclado na pavimentação	1997
Verification of the acting of the recycled building material for the production of rigid paviments in concrete of portland cement	1998
Utilização de pilhas de homogeneização para controle de agregados miúdos de resíduos de construção e demolição reciclados	1999
Verificação do desempenho do entulho de obra reciclado para a produção de concreto de cimento portland	1999
Produção de concreto de cimento portland utilizando entulho de obra reciclado	2000
Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados	2000
Estudo de fatores que influem na fissuração de revestimentos de argamassa com entulho reciclado	2000
Determinação dos teores de concreto e argamassa em agregados graúdos de RCD reciclados	2001
Utilização de pilhas de homogeneização para controle de agregados miúdos de resíduos de construção e demolição reciclados	2001
Desenvolvimento sustentável e a reciclagem na construção civil	2001
Avaliação das Propriedades Mecânicas de Concretos Produzidos com Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição	2001
Contribuição ao estudo da relação entre propriedades e proporcionamento de blocos de concreto	2001
Normalização dos agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados para concretos e a variabilidade	2002
Construction and demolition waste, its variability and recycling in Brazil	2002
Desenvolvimento de novos mercados para a reciclagem massiva de RCD	2002

Título do trabalho de pesquisa de reciclados de RCC (cont.)	Ano de publicação
Agente expansor de concreto à base de escórias de alumínio	2002
Metodologia para desenvolvimento de reciclagem de resíduos	2003
Avaliação da durabilidade de concretos confeccionados com entulho de construção civil	2002
Sobre a necessidade de uma metodologia de pesquisa e desenvolvimento para reciclagem	2003
Characterisation and recyclability of construction and demolition waste in Brazil	2003
Metodologia de caracterização de resíduos de construção e demolição	2003
Concreto com agregados graúdos reciclados de concreto	2003
Caracterização de resíduos de construção e demolição	2004
Applied mineralogy characterization of construction and demolition waste from Brazilian recycling plants	2004
Characterization of Brazilian construction and demolition coarse recycled aggregate	2004
Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados separados por líquidos densos	2004
Variabilidade dos agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados	2004
Avaliação de resíduos da fabricação de telhas cerâmicas para seu emprego em camadas de pavimento de baixo custo	2004
Caracterização química dos produtos da separação densitária de agregados reciclados	2005
Aperfeiçoamento da reciclagem da fração mineral dos resíduos de construção e demolição - uso em concretos	2005
Análise comparativa da tecnologia de processamento na reciclagem da fração mineral dos resíduos de construção e demolição	2005
Caracterização tecnológica de resíduos de construção e demolição (RCD)	2005
Caracterização de Agregados de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados e a Influência de suas Características no Comportamento Mecânico dos Concretos. 2005.	2005
Contribuição ao desenvolvimento da produção e controle de argamassas de revestimento com areia reciclada lavada de resíduos classe a da construção civil	2005
Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego	2005

Título do trabalho de pesquisa de reciclados de RCC (cont.)	Ano de publicação
Comparação entre métodos de caracterização de propriedades físicas de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados	2006
Tecnologia mineral e suas aplicações na reciclagem de resíduos de construção e demolição.	2006
Controle da qualidade dos agregados de resíduos de construção e demolição reciclados para concretos a partir de uma ferramenta de caracterização	2006
Caracterização tecnológica dos resíduos de construção e demolição (RCD) da cidade de MACAÉ - RJ	2007
Obtenção de compósitos de resíduos de ardósia e polipropileno	2007
Estudo de métodos para caracterização de propriedades físicas de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados	2007
Comportamento mecânico de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil de base e sub-base de pavimentos	2007
Upgrade of mixed CDW recycled aggregates quality by automatic sorting	2008
The use of alternative raw materials for cement production: JICA-IPT cooperation and new trends	2008
Reciclagem de fios e cabos elétricos cabo paralelo	2008
Avaliação da reciclagem de resíduos de gesso em canteiro de obra do Recife.	2008
Análise da influência do controle granulométrico nas características físicas e mecânicas de agregados reciclados para pavimentação	2008
<i>Chemical mineralogical characterization of CD waste recycled aggregates from São Paulo, Brazil</i>	2009
<i>Determination of construction and demolition recycled aggregates composition, in considering their heterogeneity</i>	2009
A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008	2009
Processamento de resíduos de construção e demolição em usinas de reciclagem européias	2009
<i>Technological characterization of fine fraction from CD waste</i>	2009
Separação densitária de britas de resíduos de construção e demolição (RCD) por jigue	2009
Propriedades de agregados reciclados produzidos a partir de RCD gerado em canteiros de obras de Recife/PE para uso em argamassas. 2009.	2009
<i>On the classification of mixed construction demolition waste aggregate by porosity and its impact on the mechanical performance of concrete</i>	2010

Título do trabalho de pesquisa de reciclados de RCC (cont.)	Ano de publicação
Composição química de agregados mistos de resíduos de construção e demolição do estado de São Paulo	2010
<i>Recycled sand from Brazilian construction and demolition waste</i>	2011
<i>Investigation of CDW heterogeneity in Brazil: a proposal of low-cost recycling plant</i>	2011
Concreto com agregados reciclados	2011
Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação	2011
Caracterização das propriedades físicas dos agregados gráudos de RCD reciclados por picnometria de pó e de gás	2012
Proposta de mistura sustentável a ser empregada na confecção de pisos intertravados de concreto	2012
Separação óptica do material cerâmico dos agregados mistos de resíduos de construção e demolição	2013
<i>Production of recycled sand from construction and demolition waste</i>	2013
<i>Separability studies of construction and demolition waste recycled sand</i>	2013
<i>Recycling in Brazil: an overview of the present situation of CDW in managing and recycling</i>	2013
<i>Sustainability and recycling construction waste</i>	2013
Tratamento térmico e moagem de resíduos de concreto com diferentes classes de resistência	2013
Emissões de CO <sub>2</sub> dos agregados reciclados de resíduos de construção e demolição (RCD): dois estudos de caso	2013
Separabilidade de agregados reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição de diferentes origens	2013
Relatório técnico IPT 132166-205: estudos para o desenvolvimento de produtos inovadores a partir de RCD	2013
Tratamento superficial dos agregados reciclados de RCD com silano	2013
<i>Energy and CO<sub>2</sub> from high performance recycled aggregate production</i>	2014
<i>Influence of recycled aggregate in binder intensity of concretes</i>	2014
<i>Treatments on CDW recycled aggregates surface using silane-based water repellent</i>	2014

Título do trabalho de pesquisa de reciclados de RCC (cont.)	Ano de publicação
Relatório técnico IPT 140 652-205: desenvolvimento de tecnologia para a produção de cimento de resíduos de construção e demolição	2014
Concretos secos com RCD: otimização granulométrica e uso de aditivos lubrificantes	2014
<i>Treatments on CDW recycled aggregates surface using silane-based water repellent</i>	2014
Concretos secos com RCD: otimização granulométrica e uso de aditivos lubrificantes	2014
Caracterização dos agregados reciclados de construção civil.	2015
Avaliação da eficiência do controle granulométrico na melhoria de desempenho de brita corrida reciclada produzida em usinas de reciclagem	2015
Viabilidade econômica de usina de reciclagem de resíduos da construção civil: estudo de caso da usiben - João Pessoa/PB	2015
Estudo comparativo do comportamento de argamassas com substituição do agregado natural por RCD de argamassa e RCD misto	2015
Avaliação do uso de resíduo de vidro comum para produção de pisos polidos	2015
Influência da adição de resíduos de construção civil como agregado no concreto	2015
Estudo da produção de concretos reciclados utilizando agregados de argamassa	2015
Reaproveitamento de resíduos de gesso na produção de artefatos	2015
Controle da relação água/cimento de concretos com cinza de casca de arroz no estado fresco pelo emprego do método da resistividade elétrica	2015
Estudo do uso da terra diatomácea residual como pozolana para incremento da durabilidade de compósitos reforçados com fibras de sisal	2015
Utilização do RCD na substituição parcial de agregado graúdo para produção de concreto estrutural	2015
Avaliação do uso do pó de rolagem de ágata em substituição ao agregado miúdo de calcário em argamassas de cimento Portland branco	2015
Proposta de avaliação ambiental de produtos com resíduos para a construção civil por lixiviação – método Unisinos/Inovatec	2015
Dosagem e caracterização de argamassas de assentamento e revestimento com agregados de resíduos da construção civil	2015
Avaliação do potencial de aplicação de resíduos de RCC como agregados reciclados em concretos estruturais	2015
Estabilização por solidificação de cromo em concreto por lixiviação: comparação do método nen 7375 com método unisinos/inovatec adaptado	2015
Estudo da variabilidade do lodo de estação de tratamento de água para emprego como matéria prima na produção de cerâmica vermelha	2015
Gesso e fosfogesso reciclados: avaliação das propriedades nos estados fresco e endurecido	2015
Granulometria e forma de agregados reciclados por análise dinâmica de imagens	2015