

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

BACHARELADO EM CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

MARIANA CORREIA DA SILVA SANTOS

**PANORAMA DA SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS DE  
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO MUNICÍPIO DE  
CRUZ DAS ALMAS/BA.**

CRUZ DAS ALMAS,

2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

BACHARELADO EM CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

MARIANA CORREIA DA SILVA SANTOS

**PANORAMA DA SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS DE  
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO MUNICÍPIO DE  
CRUZ DAS ALMAS/BA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como  
parte dos requisitos para obtenção do título de  
Bacharel em Ciências Exatas e Tecnológicas.

Orientador: Prof. DSc. Renê Medeiros de Souza

CRUZ DAS ALMAS,

2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

BACHARELADO EM CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

MARIANA CORREIA DA SILVA SANTOS

**PANORAMA DA SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS DE  
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO MUNICÍPIO DE  
CRUZ DAS ALMAS/BA.**

Apresentado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2016

EXAMINADORES:

---

Orientador: DSc. Renê Medeiros de Souza  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

---

Examinador 1: DSc. José Humberto Teixeira Santos  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

---

Examinador 2: MSc. Adilson Brito de Arruda Filho  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

CRUZ DAS ALMAS,  
2016.

“Sem fraqueza, aumente sua fé, carregue sua cruz, atente aos sinais eu sei que você é capaz de mover montanhas...”

Bote Fé – Movimento Escalada

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por estar comigo em todos os momentos, por me dar força e nunca me desamparar.

Aos meus pais Antonia e Bartolomeu por me incentivarem sempre, por todo amor, carinho, dedicação e aprendizado recebido.

Ao meu avô Pedro, pelo exemplo de lutador que é. À minha avó Rita, mesmo não estando mais presente entre nós, se manterá eterna em meu coração, e todos da minha família.

À minha amiga e colega de curso Juliane, pela parceria, por me aturar, ajudar nas dúvidas e incentivar que logo estaríamos livres disso. A todos os meus colegas e amigos da universidade, pelos momentos de tristeza e alegria que passamos nessa etapa, sem esquecer é claro, da Galera do Êa! pelos inúmeros momentos de descontração e muita risada.

Agradeço também ao meu orientador Renê Medeiros pela ajuda e troca de conhecimento.

## RESUMO

A construção civil é considerada uma das principais atividades responsáveis pelo avanço socioeconômico, empregada como ferramenta de transformação do ambiente natural em ambiente construído. Diversas cidades brasileiras têm sofrido com o problema do elevado volume de geração de resíduos da construção e demolição, conhecidos como “entulhos de construção” que segundo Levy (1997) é designado como as sobras e rejeitos de materiais minerais oriundos do processo construtivo, seja de novas obras ou de reformas e demolições. Baseado nos estudos e conhecimentos a respeito do que representam os resíduos da construção no cenário brasileiro elaborou-se tal trabalho com o intuito de identificar o processo de gestão dos Resíduos De Construção e Demolição (RCD) no município de Cruz das Almas/BA, sobre os aspectos econômicos e socioambientais, avaliando e quantificando seu desempenho. Os resultados da pesquisa foram obtidos mediante investigações junto à Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento, podendo assim identificar os geradores, os responsáveis, o processo de gerenciamento e o destino final dos resíduos. Apesar de estar em progresso, o município de Cruz das Almas ainda possui deficiência quanto ao gerenciamento de resíduos, apresentando pontos de descarte inadequados, índice considerável de geração de entulho e inexistência de políticas de redução e tratamento, necessitando de um mecanismo que atenda as diretrizes estabelecidas pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA N° 307, de 05 de Julho de 2002, a qual determina que todo município tem o dever de dispor de um Plano de Integrado de Gerenciamento de Resíduos, sendo responsável pela coleta e destinação a fim de minimizar os impactos ambientais.

**PALAVRAS-CHAVES:** Resíduos de construção e demolição, Construção civil, Gerenciamento.

## **ABSTRACT**

Civil construction is considered one of the main activities responsible for the socioeconomic advancement, required as a tool to transform the natural and the built environment. Several Brazilian cities have been suffering with the issue of the high volume of residues generated from construction and demolition, known as “construction debris”, that according to Levy (1997) is designated as the leftovers and wastes of mineral materials prevented from the construction process, either from new building or from reform and demolitions. Based on studies and knowledge concerning the relevance of the construction residues on the Brazilian scenario this work was elaborated in order to identify the process of Management of Construction and Demolition Waste (CDW) in the city of Cruz das Almas/Ba, about the economic and environmental aspects, evaluating and quantifying their performance. The results of this research were obtained through investigation with the Secretary of Planning and Development, and thus can identify the generators, the accountable, the process of management and the final destination of the residues. Despite being under progress, the city of Cruz das Almas still has a deficiency about the residues management, showing inadequate sites of discard, considerable rates of rubbish generation and nonexistence of politics concerning reduction and treatment, requiring a mechanism that meets the guidelines established by Resolution CONAMA No.307, July 05 2002, that determines that the whole municipality has a duty to dispose of an Integrate Plan of Residues Management, being responsible for collection and destination in order to minimize the environmental impacts.

**KEYWORDS:** Construction and Demolition Waste, Construction, Management.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Origem dos RCC em cidades brasileiras.....	20
Figura 2.2 - Fluxograma da Gestão de RCD.....	23
Figura 2.3 - Cadeia de processos da construção civil que geram impactos ambientais.....	29
Figura 2.4 - RCD depositado sobre vegetação.....	30
Figura 2.5 - RCD despejado em estrada.....	30
Figura 3.1 - Mapa da localização do Município de Cruz das Almas.....	33
Figura 4.1 - Coleta do material.....	37
Figura 4.2 - Colocação e transporte.....	38
Figura 4.3 - Caçambas com entulho.....	38
Figura 4.4 - Caçamba de entulho sendo retirada de via pública.....	39
Figura 4.5 - Coleta de RCD por empresa privada.....	39
Figura 4.6 - RCD depositado em calçada de Cruz das Almas.....	41
Figura 4.7 - RCD disposto em via pública de Cruz das Almas.....	42
Figura 4.8 - Antigo Parque Industrial de Cruz das Almas.....	47
Figura 4.9 - Disposição irregular de RCD juntamente com outros lixos em Cruz das Almas.....	48
Figura 4.10 - RCD disposto em área provisória em Cruz das Almas.....	48

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 4.1 - Volume de RCD recolhido em 2013.....44

Gráfico 4.2 - Volume de RCD recolhido em 2014.....44

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 2.1 - Estimativa de geração de RCC em municípios brasileiros.....	21
Quadro 2.2 - Estimativa da geração dos RCC em diferentes países.....	22
Quadro 2.3 - Etapas do Projeto de Gerenciamento de Resíduos.....	25
Quadro 4.1 - Quantidade de entulho coletado em 2013.....	43
Quadro 4.2 - Quantidade de entulho coletado em 2014.....	43
Quadro 4.3 - Gasto Municipal.....	45

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONSEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente

DAM - Documento de Arrecadação Municipal

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPCCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

PBPQ-H – Programa Brasileiro da Produtividade e Qualidade do Habitat

PGRS - Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

RCC – Resíduos da Construção Civil

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

RSM – Resíduo Sólido Municipal

RSU – Resíduo Sólido Urbano

SIQ – Sistema de Qualificação de Construtoras

UFM – Unidade Fiscal Municipal

UFRB – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1 OBJETIVOS.....	13
1.1.1 OBJETIVO GERAL.....	13
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
2.1 RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO .....	14
2.1.1 CONCEITOS.....	14
2.1.2 HISTÓRICO.....	15
2.1.3 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	16
2.1.3.1 QUANTO AO RISCO AO MEIO AMBIENTE E SAÚDE PÚBLICA.....	16
2.1.3.2 QUANTO À ORIGEM.....	16
2.1.4 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL.....	17
2.1.4.1 QUANTO À RESOLUÇÃO CONAMA.....	17
2.2 GERAÇÃO DE RCD.....	18
2.3 GERENCIAMENTO DOS RCD.....	22
2.4 NORMAS E LEGISLAÇÃO.....	25
2.4.1 POLÍTICAS PÚBLICAS.....	26
2.4.2 NORMAS TÉCNICAS.....	27
2.5 IMPACTO AMBIENTAL.....	28
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>32</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	32
3.2 QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE RCD COLETADO.....	33
3.3 CONSUMO DE DIESEL E EMISSÃO DE CO <sub>2</sub> .....	34
3.4 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA E DEPOSIÇÃO FINAL....	35
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>36</b>
4.1 SITUAÇÃO DOS RCD EM CRUZ DAS ALMAS-BA.....	36
4.2 SERVIÇO DE TRANSPORTE.....	36
4.3 COBRANÇA PELA COLETA DE RESÍDUOS.....	39
4.4 ESTIMATIVA DE VOLUME GERADO.....	42
4.5 EMISSÃO DE CO <sub>2</sub> .....	45
4.6 DESTINAÇÃO FINAL.....	46
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>49</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>50</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

O setor da construção civil tem importante papel no desenvolvimento do país, sendo fundamental para a conquista dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável. A indústria da construção é uma das atividades humanas que mais consome recursos naturais.

Segundo John (2000), a indústria da construção civil consome entre 15% a 50% de todos os recursos extraídos da natureza. Esse dado é baseado no conceito de ciclo de vida de uma edificação, que parte desde a fabricação dos materiais de construção até obra propriamente dita, seguindo pela vida útil da edificação até a demolição e deposição final dos materiais.

No Brasil, Pinto (1986) estimou um índice médio de produção de entulho de 0,9 tonelada por metro quadrado construído e, aplicando este índice para a cidade de São Carlos, por exemplo, obteve o cálculo de treze mil toneladas de entulho ao mês. Segundo Leite (2001) mostra-se que no Brasil é gerado 0,52 tonelada de entulho por habitante por ano, representando de 54% a 61% da massa total de resíduos sólidos urbanos. Outro fator de grande relevância na geração de resíduos é o nível de desenvolvimento sociocultural e econômico dos centros urbanos, pois o crescimento econômico ocasiona, também, o crescimento do setor de construção, o que acarreta um aumento na demanda de matéria prima e energia, e que por ingerência dos processos pode aumentar também a geração de resíduos. Vale ainda salientar que no Brasil, por exemplo, o déficit habitacional é um dos agentes propulsores para construção de novas habitações, o que conseqüentemente contribui para geração de resíduos.

De acordo com Levy e Helene (2000) outro fator que contribui para geração de resíduos foram as construções, em um passado não muito distante, de muitas estruturas de concreto confeccionadas sem o conhecimento técnico necessário sobre a sua durabilidade, o que levou, e leva, ainda hoje, à redução da vida útil das estruturas, causando aumento no volume dos resíduos gerados.

No Brasil existe um sério problema no ramo da construção civil, que é a falta de cultura de reciclagem nas reformas e demolições, o que contribui de forma significativa na geração de resíduos; a isso se somam os fatores acima citados.

Resultante a esta situação tem-se o elevado índice de resíduos produzidos nas áreas urbanas, dispostos de maneira indiscriminada e desregrada em locais de fácil acesso, como em terrenos baldios, originando problemas ambientais, principalmente em cidades em processo de expansão e transformação, o que demonstra a necessidade dos municípios inserirem políticas públicas voltadas ao gerenciamento destes.

Em razão disso, buscando a implementação de medidas para atenuar os impactos ambientais oriundos das atividades do setor da construção civil, o CONAMA formulou a Resolução 307/02, que estabelece critérios e procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil, responsabilizando os geradores de resíduos do processo construtivo, como também de reformas, reparos e demolições de estruturas e rodovias, bem como por aqueles provenientes da remoção de vegetação e escavação de solos, por sua destinação final.

Diante do cenário apresentado, faz-se necessário um estudo referente à gestão dos RCD no município de Cruz das Almas, com um levantamento que avalia a geração e identificação dos locais de descarte dos mesmos, como também buscando evidenciar a existência ou não de medidas que estejam enquadradas com o que é determinado pela Resolução CONAMA N° 307/02.

## 1.1.Objetivos

### 1.1.1.Objetivo Geral

Avaliar a gestão e gerenciamento dos Resíduos de Construção e Demolição no Município de Cruz das Almas – Bahia.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Analisar o processo de gerenciamento dos RCD em Cruz das Almas;
- Identificar as áreas de descarte de RCD;
- Quantificar o volume de resíduos gerados;
- Relacionar o transporte dos resíduos com as emissões de CO<sub>2</sub>.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Resíduos de Construção e Demolição

#### 2.1.1. Conceitos

Os resíduos de construção civil - RCC - são compostos por diversos tipos de materiais, formando um resíduo heterogêneo, podendo ser composto por qualquer material que faça parte de um edifício ou infraestrutura e, ainda, por restos de outros materiais utilizados durante uma obra.

Ângulo (2005) define o RCD como “todo e qualquer resíduo oriundo das atividades de construção, sejam elas de novas construções, reformas, demolições que envolvam atividades de obras e limpezas de terreno com presença de solos ou vegetação”.

Os resíduos da construção e demolição segundo a Resolução nº 307 do CONAMA, de 05 de julho de 2002, que estabelece critérios, diretrizes e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção e demolição são definidos como:

*“Resíduos da construção civil são 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.”*

Além dessa definição, a Resolução CONAMA N° 307/02 adota e define outros termos necessários e importantes para o entendimento deste trabalho:

Geradores: são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos;

Aterro de resíduos da construção civil: é a área onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe “A” no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ ou futura utilização de área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente;

Áreas de destinação de resíduos: são áreas destinadas ao beneficiamento ou à disposição final dos resíduos.

Transportadores: são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação;

Gerenciamento de resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos.

### 2.1.2. Histórico

A primeira utilização impactante de RCD se evidenciou após o término da 2ª guerra mundial, pois devido à destruição de inúmeras edificações, muitos escombros ficaram dispostos pelas cidades e fatores como a destinação a ser dada ao grande volume de entulho gerado, a necessidade de obter matéria-prima e da própria reconstrução das cidades, culminaram com a reutilização parcial dos resíduos.

Para Levy e Helene (2000) o marco para o desenvolvimento de técnicas para utilização dos resíduos da construção e demolição se deu em 1946. Na década de 70, no Japão, foram lançadas as primeiras normas de utilização de agregado reciclado de concreto (LEITE, 2001).

Os indicativos para ocorrência de perdas na construção civil como na geração de resíduos de construção e demolição eram pouco conhecidos. Os estudos e a importância de se detectar as perdas na construção foram também desencadeados pela pesquisa nacional “Alternativas para a Redução do Desperdício de Materiais em Canteiros de Obras”, promovida pela ITQC – Instituto brasileiro de Tecnologia e Qualidade na Construção Civil. A pesquisa envolveu diversas universidades responsáveis por pesquisar o fluxo de materiais em 99 diferentes canteiros de obra (SOUZA et.al, 1998).

A partir daí diversas pesquisas e estudos foram surgindo e expandindo sobre a questão dos resíduos de construção até as técnicas mais recentes de que se tem conhecimento.

### 2.1.3. Classificação dos Resíduos Sólidos

Para classificação dos resíduos sólidos podem-se destacar as seguintes:

#### 2.1.3.1. Quanto ao risco ao meio ambiente e saúde pública - Norma ABNT NBR 10.004/2004

a) Resíduos Classe I – Perigosos: aqueles que apresentam periculosidade, ou uma das características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade.

b) Resíduos Classe II – Não perigosos

- Resíduos Classe II A – Não Inertes: aqueles que não se enquadram na classificação de Resíduos Classe I – Perigosos ou de resíduos Classe II B – Inertes. Os resíduos Classe II A podem ter propriedades como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

- Resíduos Classe II B – Inertes: quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Assim, de acordo com a NBR 10.004/2004 os resíduos da construção civil pertencem à Classe II B – Inertes. Entretanto, devido a características específicas de cada obra e à composição dos materiais gerados nela, há a possibilidade de encontrarem-se resíduos da Classe II – Não Inertes, bem como os classificados como perigosos, a exemplo de telhas de cimento amianto, cujo pó é cancerígeno.

#### 2.1.3.2. Quanto à origem

Domiciliar - aqueles oriundos do dia-a-dia das residências, constituídos por restos de alimentos, jornais, revistas, produtos deteriorados, fraldas descartáveis, e tantas outras diversidades.

Comercial - aquele que provém dos vários estabelecimentos comerciais e de serviços, tais com: lojas, supermercados, bancos, bares e outros;  
Público - que são originados pelos serviços de limpeza pública (das vias públicas, galerias, córregos e terrenos, restos de podas de árvores, etc.), e de limpeza de feiras livres.

De serviços de saúde e hospitalar - constituem de resíduos sépticos. Que são produzidos em hospitais, clínicas, laboratórios, clínicas veterinárias, farmácias, posto de saúde, etc. Produtos como: seringas, gases bandagens, agulhas, algodões, luvas descartáveis, remédios com prazos de validade vencidos, instrumentos de resina sintética, filmes de Raios-x, etc.

De portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários - basicamente originam-se de material de higiene, asseio pessoal e restos de alimentação que podem encaminhar doenças entre cidades, estados e países.

Industrial - aqueles originados pelas atividades das indústrias de metalurgias, químicas, papelarias, petroquímicas, alimentícias e consideradas tóxicos ao homem e ao meio ambiente. Esses resíduos podem ser representados por: plásticos, cinzas, madeiras, fibras, borrachas, escórias, cerâmicas, vidros, metal, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, etc.

Agrícola - resíduos originados das atividades agrícolas e da pecuária, como: embalagens de adubos, defensivos agrícolas, restos de colheitas, etc.

Entulho - resíduos de construção civil, provenientes das obras de construção e de demolição de obras civis, além de restos de solos de escavações e outros.

#### 2.1.4. Classificação dos Resíduos da Construção Civil

##### 2.1.4.1. Quanto a Resolução CONAMA

De acordo com a Resolução CONAMA N° 307/2002 os RCD podem ser classificados como os resíduos oriundos da construção, reformas e demolição de edifícios ou obras de infraestrutura, podendo ser classificados em:

I – Classe A - resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc..) argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II – Classe B - resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

III - Classe C - resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

IV – Classe D – resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

## 2.2. Geração de RCD

A construção civil, apesar de ser uma das atividades mais antigas do mundo, ainda apresenta fortes aspectos que preservam traços e características artesanais, o que contribui para um aumento na geração de resíduos. (SANTOS,2007).

A partir de meados da década de 90, a geração de RCC cresceu consideravelmente nas cidades. Esses resíduos são provenientes de obras de infraestrutura urbana, da iniciativa privada na construção de novas edificações, nas ampliações e reformas existentes e demolição de obras que já atingiram o final de sua vida útil, proporcionando novos usos para o local (PINTO; GONZÁLES, 2005).

A produção de insumos para a construção civil, além de consumir recursos naturais, também produz resíduos. Para John (2001), em geral, a geração de RCD antecede ao início da obra.

Segundo Angulo (2000), as principais fontes de ocorrência para a geração dos RCD, estão:

- Na elaboração do projeto, resultando em erro de contratos e ou modificações no projeto;
- Na intervenção, causando excesso ou ausência de ordens, além de erros no fornecimento;
- Na manipulação dos materiais, provocando danos durante o transporte e realizando estoques inadequados dos materiais;
- Na operação e outras ações, causando mau funcionamento dos equipamentos, uso de materiais incorretos, sobras de materiais em dosagens, vandalismos e roubos.

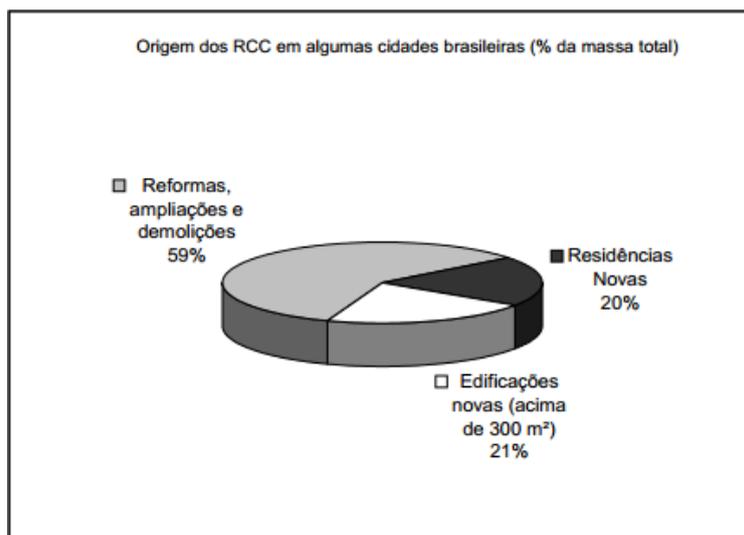
Porto e Silva (2010) diz que existem três fases nas quais os RCC são gerados: fase de construção, fase de reforma e fase de demolição.

Conforme Lima (2005) é na etapa de construção que normalmente são encontrados materiais que ainda não foram utilizados em qualquer fase da construção, devido ao desperdício resultante da própria característica artesanal da construção. Em demolições e reformas podem-se encontrar os materiais que não mais apresentam serventia para aquele empreendimento, tal como paredes de alvenaria, pisos revestidos e concreto armado.

Os resíduos da construção civil no Brasil, de acordo com Pinto e Gonzáles (2005), têm diversas origens, mas a maioria dos resíduos são gerados em reformas, ampliações e demolições, conforme a Figura 2.1.

Pinto (2005), apontou que em alguns municípios brasileiros mais de 75% dos resíduos da construção civil são originários de construções informais (obras não licenciadas) já 15% a 30% são provenientes de obras formais (licenciadas pelo poder público).

**Figura 2.1 – Origem dos RCC em cidades brasileiras**



Fonte: Adaptada de PINTO (2005).

Por meio de estudos feitos nos municípios brasileiros Pinto (1999) estimou que as perdas de materiais da construção civil no Brasil correspondem a 20% a 30% dos resíduos gerados nos canteiros de obra, e que nas fases de construção, manutenção e demolição esses resíduos representam cerca de 41% a 70% dos resíduos sólidos urbanos.

**Quadro 2.1 - Estimativa de geração de RCC em municípios brasileiros**

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

Fonte: Adaptado de XAVIER & ROCHA (2001).

Em países mais desenvolvidos, as obras de demolição são mais intensas que a de construção gerando um maior número de resíduos. Em alguns países como Alemanha, Estados Unidos, Japão e a Europa Ocidental a contribuição na geração de resíduo entre os anos de 1994 a 1999 variavam entre 32 e 99 ton/ano (PINTO, 1999).

## Quadro 2.2 – Estimativa da geração dos RCC em diferentes países

País	Taxa de geração Kg/hab.ano	Fonte
Suécia	136 - 680	TOLSTOY, BORLUND& CARLSON (1998); EU (1999)
Holanda	820 - 1300	LAURITZEN (1998); BROSSINK; BROUWERS &VAN; KESSEL (1996); EU (1999)
UK	880 - 1120	DETR (1998); LAURITZEN (1998)
EUA	463 - 584	EPA (1998); PENG, GROSSKOPF, KIBERT (1994)
Bélgica	735 - 3359	
Itália	600 – 690	LAURITZEN (1998), EU (199)
Dinamarca	440 - 2010	
Alemanha	963 - 3658	
Japão	785	KASAT (1998)
Portugal	325	EU (1999)
Brasil	230-760	PINTO (1999)

Fonte: Adaptado de JOHN & AGOPYAN (2005).

O grau de desenvolvimento da indústria da construção civil, os materiais predominantes, aliado ao desenvolvimento econômico e a demanda de novas construções, interferem na quantidade, composição e características dos RCD. A diversidade na composição dos RCD apresenta características distintas para cada país, estado, cidades e municípios, justificando a heterogeneidade em sua composição (CARNEIRO, 2005).

### 2.3. Gerenciamento

O gerenciamento de RCD deve, primeiramente, não atuar como uma ação corretiva, mas como uma ação educativa, criando condições para que as empresas envolvidas na cadeia produtiva possam exercer suas responsabilidades sem produzir impactos socialmente negativos (SCHNEIDER, 2000).

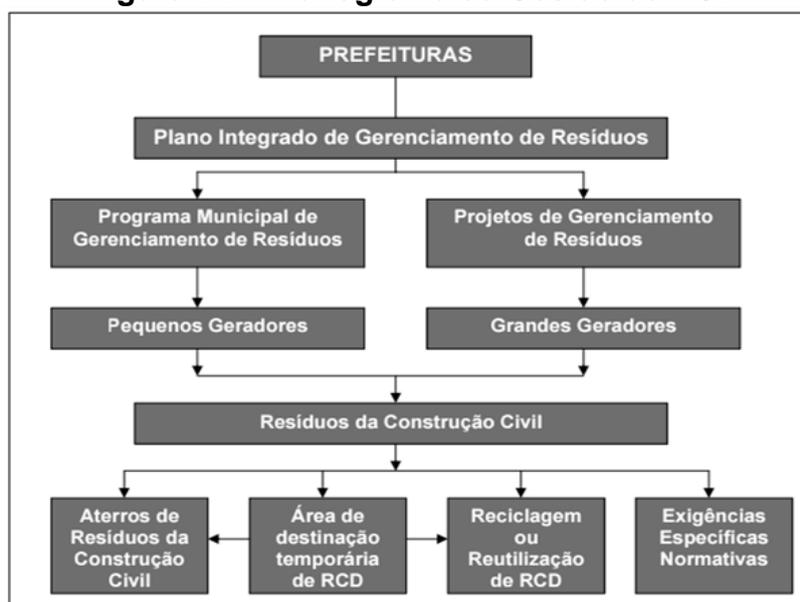
Pinto (2000), explica que a gestão dos RCD inicia-se no canteiro de obras, com o confinamento de grande parte dos resíduos no seu local de origem, evitando que a remoção para fora venha gerar problemas e gastos públicos. O autor afirma que a utilização da reciclagem pelo construtor representa sua

responsabilidade ambiental e atuação correta como gerador, sendo economicamente vantajoso, pois possibilita um avanço na qualidade de seus processos e produtos. Além disso, existem diversas vantagens ao se aplicar a gestão de resíduos desde o canteiro de obras, tornando o ambiente mais organizado e racional.

Mecanismos de gerenciamento dos RCD já são desenvolvidos por alguns estados e municípios, em que as ações são direcionadas para a redução, reutilização, reciclagem e valorização dos resíduos. Cidades como Salvador, Belo Horizonte e São Paulo são alguns exemplos.

É de responsabilidade dos Municípios – elaborarem o Plano Integrado de Gerenciamento que incorpore o Programa Municipal de Gerenciamento (para geradores de pequenos volumes), como também Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC – (para aprovação dos empreendimentos dos geradores de grandes volumes). Quanto aos Geradores é de responsabilidade dos mesmos elaborar e implementar o PGRCC com o objetivo de estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente correta no decorrer da construção da obra por meio de caracterização dos resíduos e indicação de procedimentos para triagem, acondicionamento, transporte e destinação, conforme estabelecido pela resolução do CONAMA, nº 307/2002. (GUERRA, 2009).

**Figura 2.2 - Fluxograma da Gestão de RCD**



Fonte: Carneiro, 2005.

O Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, deve apresentar as seguintes ações:

- Diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores e transportadores;
- Projetos que orientem o compromisso de ação correta por parte dos grandes geradores de resíduos;
- Cadastramento de áreas para recebimento, triagem e armazenamento de pequenos volumes;
- Processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;
- Proibição da disposição inadequado dos RCD;
- Incentivo à reinserção de resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;
- Definição de medidas para o cadastramento de transportadores;
- Ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;
- Ações educativas a fim de reduzir a geração de resíduos.

**Quadro 2.3 - Etapas do Projeto de Gerenciamento de Resíduos**

<b>ETAPAS DO PROJETO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS</b>	
<b>CARACTERIZAÇÃO</b>	Os resíduos devem ser identificados e quantificados pelo gerador.
<b>TRIAGEM</b>	Realizada pelo gerador na origem ou nas áreas de destinação licenciadas, respeitando as classes dos resíduos.
<b>ACONDICIONAMENTO</b>	Confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando quando possível as condições de reutilização e reciclagem.
<b>TRANSPORTE</b>	Realizado de acordo com as etapas anteriores e conforme as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos.
<b>DESTINAÇÃO</b>	Deve atender a Resolução CONAMA 307 conforme descrito em “Destinação dos Resíduos da Construção Civil”.

Fonte: Adaptado de GAEDE (2008).

Para que uma política de gestão adotada tenha êxito é necessário empenho, responsabilidade e transparência de todos os agentes envolvidos no processo, e, principalmente, uma fiscalização rigorosa que garanta o funcionamento das ações propostas.

#### 2.4. Normas e legislação

A necessidade de defesa e preocupação com as consequências das atividades humanas sobre o meio ambiente se encontra registrada na legislação da maioria dos países. A publicação de normas, leis e resoluções tratando sobre resíduos de construção civil compreende regras de gerenciamento, de transporte, de coleta e disposição final, impondo ao Poder Público e à coletividade o dever de

se responsabilizarem pelos efeitos causados, o que vem levando países a adotarem políticas que tratem do desenvolvimento sustentável.

#### 2.4.1. Políticas Públicas

- Resolução CONAMA N° 307 - Gestão dos Resíduos da Construção Civil, de 5 de julho de 2002

A principal ação efetivada, em termos legais no âmbito federal é a Resolução 307 do CONAMA, de julho de 2002. Essa resolução estabelece diretrizes e prazos para o enquadramento dos municípios e do Distrito Federal tenham mecanismos para desenvolver políticas de gestão de RCD.

Segundo a legislação os resíduos não devem ser dispostos em áreas de bota-fora, encostas, corpos d'água, lotes vagos nem em áreas protegidas por lei. Dependendo da classificação, esses resíduos devem ser reaproveitados ou reciclados em forma de agregados, ou conduzidos à áreas de aterro de resíduos de construção civil, de modo que seja possível sua utilização ou reciclagem futura, ou ainda deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com normas técnicas específicas.

A Resolução CONAMA também cobra dos geradores que elaborem e apresentem um plano de gerenciamento da obra a ser executada. No plano deve conter características do resíduo a ser produzido, os procedimentos de triagem, acondicionamento, transporte e destinação final.

- Resolução CONSEMA N° 017/01

De acordo com a Resolução 017/01 do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA), as ações de saneamento ambiental apontam medidas que garantem a adequada ocupação do solo urbano, a exemplo do abastecimento de água, o gerenciamento de resíduos sólidos, o esgotamento sanitário, obras de drenagem urbana, controle de vetores e focos de doenças transmissíveis, como também a melhoria das condições de habitação e a educação ambiental. Assim, a partir da diretriz de estabelecimento do saneamento ambiental no município, devem ser implementados programas específicos pertinentes aos itens citados. Em relação aos resíduos sólidos, tem-

se o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil, que visa implementar condições para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos urbanos nos municípios. Este Plano deve ser elaborado em duas fases, onde na primeira realiza-se o diagnóstico da situação atual dos serviços e na segunda, as propostas selecionadas ou já definidas, abordando as etapas de limpeza, coleta, transporte, tratamento e disposição final.

- Resolução CONSEMA N° 109/05

A Resolução 109/05 do CONSEMA parte do princípio do desenvolvimento sustentável, onde os municípios devem incentivar atividades conjuntas entre os sindicatos da construção civil, órgãos ambientais, empresas transportadoras e outros setores da sociedade, objetivando a educação ambiental dos trabalhadores da indústria da construção civil, tanto de empresas privadas como de órgãos públicos, priorizando as ações de minimização da geração, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada para os RCC. A resolução também afirma que é de responsabilidade do poder público promover a divulgação do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

- PBPQ-H – Programa Brasileiro da Produtividade e Qualidade do Habitat

O Programa Brasileiro da Produtividade e Qualidade do Habitat (PBPQ-H) é outro importante dispositivo que auxilia na gestão dos RCD. Através do Sistema de Qualificação de Empresas e Serviços e Obras (SIQ- Construtoras), o PBPQ-H prevê em seu escopo os impactos e o sistema de tratamento de resíduos sólidos e líquidos produzidos pela obra (entulhos, esgotos, águas servidas), definindo um destino adequado para os mesmos.

#### 2.4.2. Normas Técnicas

As normas técnicas representam importante instrumento para reger um procedimento e indicar a maneira mais adequada de fazê-lo com responsabilidade para os agentes públicos e os geradores de resíduos, podendo assim posteriormente poder fiscalizar e cobrar o cumprimento do especificado na norma.

- Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - NBR 15112:2004: Diretrizes para projeto, implantação e operação - possibilitam o recebimento dos resíduos para posterior triagem e valorização. Têm importante papel na logística da destinação dos resíduos e poderão, se licenciados para esta finalidade, processar resíduos para valorização e aproveitamento.
- Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – NBR 15113:2004 Diretrizes para projeto, implantação e operação - solução adequada para disposição dos resíduos classe A, de acordo com a Resolução CONAMA nº 307, considerando critérios para reservação dos materiais para uso futuro ou disposição adequada ao aproveitamento posterior da área.
- Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - NBR 15114:2004: Diretrizes para projeto, implantação e operação – possibilitam a transformação dos resíduos da construção classe A em agregados reciclados destinados à reinserção na atividade da construção.
- Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos – NBR 15115:2004.
- Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos – NBR 15116:2004.

O exercício das responsabilidades pelo conjunto de agentes envolvidos na geração, destinação, fiscalização e controle institucional sobre os geradores e transportadores de resíduos está relacionado à possibilidade da triagem e valorização dos resíduos, que por sua vez será viável na medida em que haja especificação técnica para o uso de agregados reciclados pela atividade da construção (PINTO, 2005).

## 2.5. Impactos Ambientais

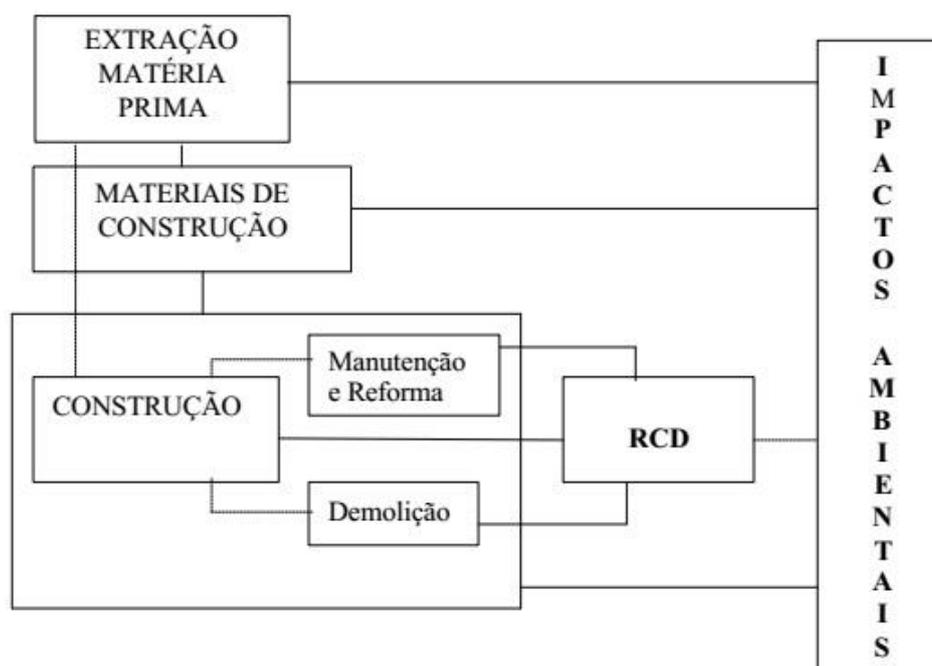
Segundo a Resolução CONAMA N°01/1986, a definição para impactos é:

*“Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos naturais”.*

A indústria da construção civil tem forte papel no desenvolvimento social e econômico do país, no entanto, paralelo a isso, o setor também vem gerando impactos negativos para o meio ambiente.

Os impactos ambientais causados estão relacionados a todas as etapas do processo construtivo, desde a extração da matéria prima, produção e transporte de materiais, até a construção e demolição.

**Figura 2.3 - Cadeia de processos da construção civil que geram impactos ambientais**



Fonte: PUT *apud* SCHNEIDER (2003).

Fatores como coleta irregular dos RCD, destinação inadequada e ineficácia no gerenciamento, só agravam a questão ambiental, podendo afetar tanto o meio, como a população.

Os impactos ambientais trazidos pela deposição irregular do RCD são diversos. Há uma desvalorização imobiliária das áreas próximas a deposição clandestina e essas áreas se transformam em pequenos lixões por acabarem atraindo todo

e qualquer tipo de resíduos, inclusive o resíduo sólido municipal (RSM), que expõe a população a riscos de saúde pela proliferação de vetores como, ratos, baratas, escorpiões (PINTO, 1999).

**Figura 2.4 - RCD depositado sobre vegetação**



Fonte: Autor, 2014.

**Figura 2.5 - RCD despejado em estrada**



Fonte: Autor, 2014.

Outro fator relacionado os RCD e impactos ambientais é a emissão de gases do efeito estufa, como o CO<sub>2</sub>, provenientes dos combustíveis utilizados tanto por parte do transporte de matéria prima como na coleta dos resíduos.

O setor de transporte responde por cerca de 20% das emissões globais de CO<sub>2</sub>, que é um dos principais gases causador do efeito estufa, sem considerar a emissão de outros gases também nocivos ao meio ambiente. No Brasil, segundo informações do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), o setor de transporte responde por cerca de 9% das emissões totais de CO<sub>2</sub>, sendo que as queimadas respondem por mais de 70% delas (CNT, 2009).

### 3 METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste estudo fundamentou-se na investigação dos aspectos relacionados com a geração quantitativa e os locais de disposição final dos RCD do município de Cruz das Almas-BA. A partir dos dados encontrados, foi possível identificar os agentes envolvidos no processo de geração, transporte e disposição final dos resíduos:

Agentes geradores: responsáveis pela geração de volume (executores de reformas, ampliações, construções e demolições).

Agentes coletores: envolvidos no processo de coleta e transporte dos RCD (caminhões, caçambas); preços vigentes e total de veículos em operação.

#### 3.1. Caracterização da Área de Estudo

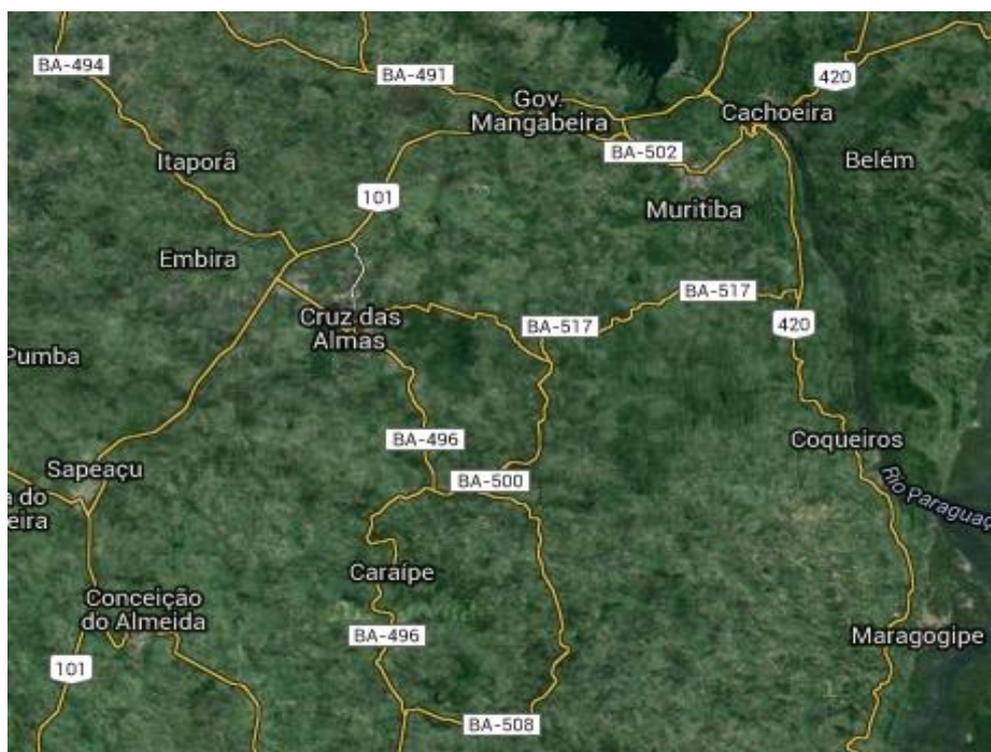
A pesquisa foi realizada no município brasileiro de Cruz das Almas - BA, localizado no Recôncavo Sul Baiano, o qual limita-se ao Norte com Governador Mangabeira, ao sul com São Felipe, a oeste com Conceição do Almeida e Sapeaçu e a leste com São Félix, distando 146 quilômetros da capital do Estado, Salvador.

A população do município, estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2015 era de 64.197 habitantes, apresentando grande contingente de estudantes universitários com uma densidade demográfica de 386,3 habitantes por quilômetro quadrado.

É considerado como um importante centro sub-regional de nível "B", sendo a segunda cidade mais importante do Recôncavo Sul. A cidade é sede da reitoria da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), e abriga grandes centros de pesquisa agrícola como Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, destacando-se como um polo regional de tecnologia.

Cruz das Almas destaca-se também na região por ter sua economia bem definida em todos os setores, principalmente reconhecida no setor primário voltado para agricultura que é muito famosa com o comércio do fumo.

**Figura 3.1 - Mapa da localização do Município de Cruz das Almas**



Fonte: Google Maps (2016).

### 3.2. Quantificação do volume de RCD coletado

Para realização desta etapa do trabalho, foram coletados dados da Prefeitura Municipal de Cruz das Almas, mais especificamente na Secretaria de Desenvolvimento Urbano/ Limpeza Pública, que relatou as formas de coleta de entulhos da cidade e o volume de recebimento do material no Aterro Controlado nos anos de 2013 e 2014.

A quantificação do volume de RCD gerado no município será baseada no cálculo do movimento das cargas transportadas pela Prefeitura que chegam até o Aterro Controlado da região.

Neste estudo, não foi calculada a quantidade de resíduos transportados pelas empresas privadas que executam o trabalho de coleta no município, já que as mesmas não possuem um controle da quantidade de volume recolhido.

Para a estimativa da geração dos RCD transportados, em volume, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\mu = \frac{m}{v}$$

Onde:  $\mu$  - massa específica [kg/m<sup>3</sup>]

m - massa [kg]

v – volume em [m<sup>3</sup>]

A massa específica adotada foi de 1.200 kg/m<sup>3</sup> para o RCD, conforme verificado por PINTO & GONZÁLES (2005).

### 3.3. Estimativa do consumo de diesel e emissão de CO<sub>2</sub>

Para determinação do consumo de diesel utilizou-se a informação referente ao preço do diesel na cidade (R\$ 2,89) e a quantidade de litros gastos para o transporte dos resíduos em um mês, estimando-se a partir daí o gasto para 1 ano.

Para cálculo da geração de CO<sub>2</sub> pode-se considerar duas situações:

- Situação A: Consumo de combustível conhecido
  - Litros consumidos
  - Emissão total = litros consumidos x fator de emissão do combustível
  
- Situação B: Consumo de combustível desconhecido
  - Consumo a partir da distância e do meio de transporte utilizado
  - Emissão total = quilômetros rodados x fator de emissão do combustível

por Km

Devido à falta de informações sobre a extensão média das viagens por transporte público, foram consideradas nos cálculos deste trabalho a Situação A.

Os veículos movidos a diesel emitem mais CO<sub>2</sub> por unidade de volume ou peso de combustível em relação aos demais modais motorizados. Utilizou-se neste trabalho um fator de emissão médio de 2,63 kg de CO<sub>2</sub> para cada litro de diesel queimado na combustão.

Há certa variação na literatura para esse valor médio em função das premissas adotadas para caracterização do perfil da frota. Soares et al. (2009) utiliza um valor médio final de 4 kg de CO<sub>2</sub>/l. Alguns sites que calculam emissões setoriais apresentam valores de emissões apenas na combustão, próximos ao considerado no trabalho, como 2,67 de kg CO<sub>2</sub>/l;<sup>5</sup> 2,4 de kg CO<sub>2</sub>/l;<sup>6</sup> e o valor calculado no manual do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) de 2,67 kg de CO<sub>2</sub>/l, com dados de emissões de veículos pesados europeus que se assemelham com os veículos brasileiros (ÁLVARES, 2009).

#### 3.4 Identificação das áreas de disposição final de RCD

Para identificar a situação do manejo de RCD do município, foram realizadas visitas *in loco* nos locais de coleta e disposição final dos materiais, onde foi executado um trabalho de campo de forma visual.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1. Situação dos RCD no município de Cruz das Almas**

Em Cruz das Almas/BA, é significativa a geração de resíduos sólidos urbanos no município, podendo acarretar danos sociais, econômicos e ambientais para sua população. É comum identificar montes de entulho em praças, terrenos baldios e calçadas. Nesse sentido e na necessidade de se criar mecanismos para atender a Resolução 307 do CONAMA, a Prefeitura de Cruz das Almas decretou uma lei visando minimizar o impacto ambiental e visual causado pela geração de RCD. A Lei Complementar Nº17/2010, de 20 de dezembro de 2010 surgiu do dever de regulamentação da coleta de lixo, pois o serviço realizado pela Prefeitura apresentava alto custo para a mesma, impossibilitando de coletar todos os resíduos dispostos em vias públicas, o que representava perigo para a população, já que muitos acidentes estavam ocorrendo devido a essa situação.

O Artigo 8 da presente Lei, afirma que o Poder Executivo Municipal é responsável pela coleta, varrição, limpeza e remoção de todo o lixo, de acordo com as características físicas e sociais de cada área do município, promovendo o reaproveitamento da parcela reciclável e da parcela orgânica.

Para efeito do serviço de coleta domiciliar de lixo não serão passíveis de recolhimento os resíduos industriais, os restos de material de construção ou entulho provenientes de obras ou demolições, bem como, folhas, galhos de árvores dos jardins e quintais particulares. Esse tipo de lixo deve ser removido às custas dos respectivos proprietários, locatários, residentes e/ou responsáveis, depositando-os em locais previamente designados e autorizados pela Prefeitura Municipal. Caso não seja cumprido, os proprietários dos imóveis ou responsáveis serão notificados para que em até 48 horas após o recebimento da notificação remover o lixo, sob pena de pagamento de multa, arcando também com o preço público pela retirada se houver necessidade de intervenção pública. O não pagamento da multa e/ou do preço público implicará na inscrição do devedor na Dívida Ativa do Município e cobrança judicial.

### **4.2. Serviço de Transporte**

Para remoção dos RCD a Prefeitura dispõe de uma empresa contratada por licitação, a qual presta serviço de transporte. A empresa possui máquinas, caminhões com polinguidaste e 4 caçambas estacionárias metálicas de 5m<sup>3</sup> cada, e conta com o apoio dos funcionários da Limpeza Pública que executam o serviço com auxílio de pás e retroescavadeiras.

A coleta apesar de ser feita diariamente é variável, pois tem como base o número de solicitações ou notificações feitas pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano. O número de viagens realizadas durante o dia depende da quantidade de material a ser coletado em cada solicitação.

Além da Prefeitura, no município de Cruz das Almas também existem empresas privadas, especializadas nesse tipo de remoção, como a VH Cidade Limpa e a Marissan que prestam serviço de transporte de RCD. A VH Cidade Limpa, por exemplo, está na cidade há um ano, possui 15 caçambas com capacidade de carga de 5 m<sup>3</sup> cada, e funcionários preparados para remoção de entulho.

A solicitação de serviço de transporte dos RCD é realizada através de contato telefônico entre o gerador e a empresa, ou pela ida do gerador até a empresa. Por este motivo, tais empresas são popularmente conhecidas como “disk-entulho”.

As empresas transportam as caçambas até o local determinado pelo gerador, e ficam disponíveis por um período de tempo. Esse tempo é determinado pela demanda do gerador, já acordado na contratação ou através de outro contato telefônico entre ambos para recolhimento da caçamba.

**Figura 4.1 - Coleta do material**



Fonte: Autor, 2015.

### Figura 4.2 - Colocação e transporte



Fonte: Autor, 2015.

Nas Figura 4.1 e 4.2 observa-se a coleta (Figura 4.1) e a colocação do RCD no caminhão caçamba (Figura 4.2) para posterior transporte.

Nessa situação, registrada na Figuras 4.1 e 4.2, o transporte de resíduos foi realizado através da equipe da Limpeza Pública Municipal.

### Figura 4.3 - Caçambas com entulho



Fonte: Autor, 2016.

**Figura 4.4 - Caçamba de entulho sendo retirada de via pública**



Fonte: Autor, 2016.

**Figura 4.5 - Coleta de RCD por empresa privada**



Fonte: Autor, 2016.

Nas figuras 4.3 e 4.4 observa-se a retirada e transporte de RCD por empresas privadas solicitadas pelo gerador.

#### 4.3. Cobrança pela coleta de resíduos

A gestão de resíduos apresenta significativa necessidade de recursos financeiros, tanto para investimentos como compra de caminhões, instalação de aterros sanitários como para custeio de operações – pagamento de funcionários, aquisição de material de consumo, etc.

Embora haja essa necessidade muitos locais disponibilizam esse serviço à população sem cobrança direta. Normalmente o uso de taxas de limpeza pública são decididos pelas Câmaras Municipais durante votação do orçamento, o que nem sempre garante que estes recursos tenham a utilização prevista. É comum essas taxas serem embutidas nos impostos territoriais e prediais e reunidas no tesouro municipal.

Além de gerar receita, a cobrança por esses serviços poderia servir de meio para transmitir mensagens à sociedade e educar a população quanto à necessidade de se reduzir a quantidade de resíduos gerados. Entretanto, quando a cobrança está embutida nos impostos territoriais, por exemplo, perde-se esse fator educativo. O sentimento de que gerenciar o lixo não custa nada permite o aumento inconsequente da geração dos RSU. Além disso, o custo marginal é inexistente; gerando ou não resíduos, as pessoas pagam o mesmo valor. Existem importantes críticas a tal posicionamento, uma vez que informar aos cidadãos os custos da coleta e disposição dos resíduos, pelos quais já pagam, poderia incentivar a redução da geração de resíduos (DENISON e RUSTON, 1990).

Nesse sentido, há muitos que defendem não apenas a cobrança por serviços de coleta de resíduos, mas que esta seja efetuada sob a forma de tarifa. Uma vez que tornaria não apenas mais transparente o uso do dinheiro, mas também porque teria a capacidade de induzir a diminuição da quantidade de resíduos gerada, no caso de se aplicar a cobrança progressiva pela geração de resíduos (MAGALHÃES, 2009).

Desde de maio de 2011, a Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico, de Cruz das Almas, setor da Secretaria de Desenvolvimento Urbano recebe pedidos de coleta diretamente da população ou construtora que tenha gerado resíduo. A Secretaria envia o pedido através do Requerimento de

Solicitação de Serviço de Coleta de Entulho para a Limpeza Pública que é responsável pela coleta do material.

O serviço é executado pela Prefeitura Municipal com custos pagos pelo requerente, através de Documento de Arrecadação Municipal (DAM), emitido pela Secretaria Municipal da Fazenda. A taxa cobrada pela coleta em 2014 foi de R\$ 81,92 por caçamba, sendo este valor modificado a cada ano.

A Limpeza Pública possui uma equipe de fiscalização, que verifica diariamente locais onde existam RCD dispostos em vias públicas e notifica a Secretaria de Desenvolvimento Urbano quem são proprietários e/ou responsáveis. Após feita a notificação, a Secretaria verifica se a solicitação para coleta desse material já foi feita, caso não tenha ocorrido, é enviado para residência uma notificação de solicitação de retirada. O gerador tem um prazo de 48 horas para fazer o pedido de recolhimento do entulho. Passado esse prazo, como previsto na Lei Nº17/2010, o gerador/responsável além de pagar a taxa referente, também pagará uma multa por desrespeito à Lei. Essa dívida é colocada ativa no cadastro do imóvel, dessa forma o proprietário a qualquer momento que vier precisar de documentos, como emissão de certidão negativa vai estar automaticamente obrigado a pagar o débito.

Anterior a este período, o serviço de coleta era de responsabilidade apenas da Prefeitura, sem que houvesse pedidos de solicitação por parte dos geradores dos RCD, conseqüentemente sem cobrança de taxa.

**Figura 4.6 - RCD depositado em calçada de Cruz das Almas**



Fonte: Autor, 2015.

**Figura 4.7 - RCD disposto em via pública de Cruz das Almas**



Fonte: Autor, 2015.

O gerador também tem a possibilidade de contratar uma empresa particular de sua escolha para retirada dos resíduos.

Como citado anteriormente, na cidade existem algumas empresas que prestam esse serviço a exemplo da Marissan e da VH Cidade Limpa. Para esta última é cobrado um valor de R\$ 80,00 por caçamba de entulho.

Os custos dos serviços de aluguel, transporte e disposição final dos RCD variam em função de cada empresa.

#### 4.4 Estimativa de volume gerado

Na estimativa da geração de RCD, utilizou-se as informações da massa de RCD transportados pela Prefeitura Municipal. Os quadros 4.1 e 4.2 demonstram a quantidade de movimento de cargas mensais realizadas pela Prefeitura durante os anos de 2013 e 2014.

**Quadro 4.1 – Quantidade de entulho coletado em 2013**

MÊS	Kg
Janeiro	508.530
Fevereiro	514.150
Março	980.690
Abril	786.700
Maio	397.340
Junho	924,42
Julho	559.920
Agosto	666.880
Setembro	555.430
Outubro	687.540
Novembro	181.870
Dezembro	424.140
Total	7.187.610

Fonte: Autor, 2016.

**Quadro 4.2 – Quantidade de entulho coletado em 2014**

MÊS	Kg
Janeiro	361.850
Fevereiro	375.330
Março	240.950
Abril	857.260
Maio	1.416.80
Junho	3.237.790
Julho	484.230
Agosto	280.850
Setembro	353.050
Outubro	387.570
Novembro	555.400
Dezembro	710.160
Total	9.261.240

Fonte: Autor, 2016.

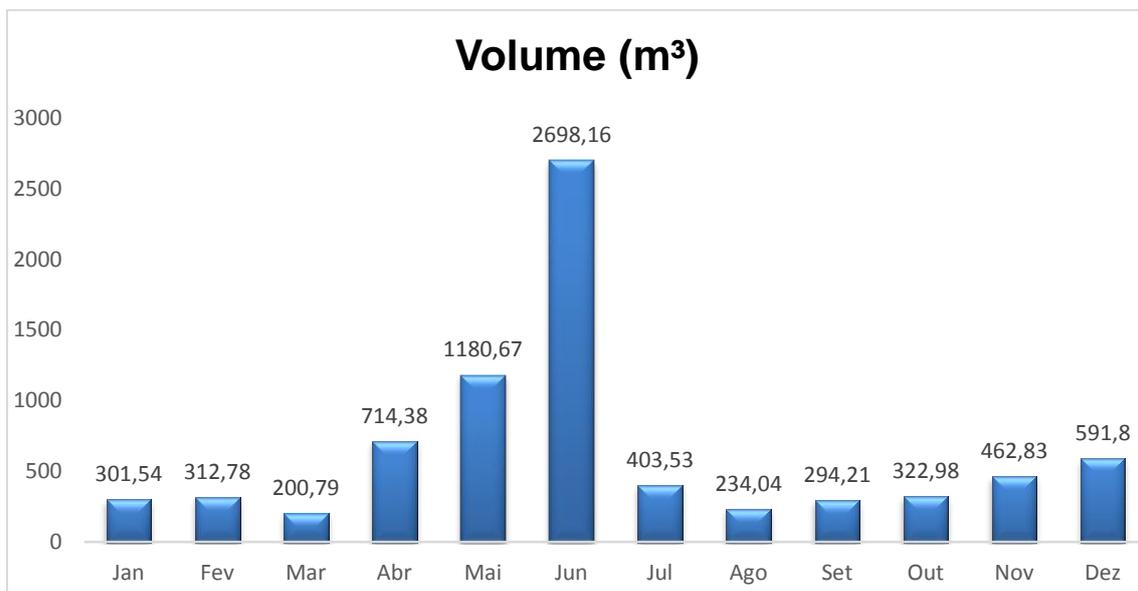
No diagnóstico da situação dos RCD em Cruz das Almas, a caracterização quantitativa forneceu a dimensão da geração. A partir dos quadros acima que identificam a quantidade mensal e total anual dos RCD coletados do município, e utilizando-se uma massa específica de 1.200 kg/m<sup>3</sup> estimou-se o volume de resíduo gerado para os anos apresentados, representados nos gráficos abaixo.

**Gráfico 4.1 - Volume de RCD recolhido em 2013**



Fonte: Autor, 2016.

**Gráfico 4.2 - Volume de RCD recolhido em 2014**



Fonte: Autor, 2016.

Considerando-se que o número de caçambas contratadas mensalmente é variável, os volumes mensais para os dois anos analisados não são constantes.

Segundo os dados obtidos, foram coletadas 7.187,61 toneladas de RCD no ano de 2013 com média mensal de 598,97 t/mês de entulhos. Para o ano de 2014 esse valor foi de 9.261,24 toneladas, obtendo-se a média mensal do volume de coleta de RCD de 771,77 t/mês.

Do Gráfico 4.1 obtém-se volume médio de RCD de 499,14 m<sup>3</sup>, que corresponde a aproximadamente a 99,93 caçambas de 5 m<sup>3</sup>. Já para o ano de 2014 o volume médio é de 643,14 m<sup>3</sup>, equivalente a 128,63 caçambas de 5 m<sup>3</sup>.

Destaque para o mês de junho 2013/2014 com um volume maior de remoção devido à proximidade do período junino, aquecendo as obras e reformas das residências da região e março de 2013 decorrente do período no qual há maior número de construções e reformas para atender a demanda de estudantes no início do semestre letivo da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, que possui campus na cidade.

Os valores encontrados revelam que a cada ano é crescente a geração de resíduos no município, tornando-se necessário mecanismos de gestão mais adequados e eficientes para redução dos mesmos.

#### 4.5 Emissão de CO<sub>2</sub>

Em Cruz das Almas, o maior impacto dos RCD com a emissão de CO<sub>2</sub> é dado pelo óleo diesel, principal combustível consumido pelo transporte dos mesmos, devido a sua necessidade nos motores de veículos pesados e que apresenta grandes quantidades de carbono em suas moléculas.

Segundo o Secretário de Serviços Públicos a Prefeitura possui um controle de todos os seus gastos anuais, porém dados relacionados ao consumo de diesel ainda estão sendo organizados. Por isso o valor obtido para consumo de diesel foi um valor hipotético, estimado por ele e pelo responsável do serviço de transporte dos RCD. De acordo com eles, o consumo semanal em reais de diesel é de R\$ 900,00 a R\$ 1100,00. Adotou-se para cálculo a média entre esses valores que corresponde a R\$ 1000,00.

**Quadro 4.3 - Gasto Municipal**

Consumo	Diesel (Real)	Diesel (Litros)	CO <sub>2</sub> (Kg/l)	CO <sub>2</sub> (kg/hab)
Litro	2,89			
Mensal	4000,00	346	909,98	0,014
Anual	48000,00	4152	10.919,76	0,17

Fonte: Autor, 2016.

O setor de transportes é responsável por, aproximadamente, 50% do consumo de petróleo, na forma de diesel e gasolina, sendo, portanto, um grande emissor. Segundo a ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, para o Brasil em 2008, foram 120 mil toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas por óleo diesel, significando 49,6% da emissão total. O óleo diesel é o combustível mais consumido no país, tendo passado de 35,2 para 49,4 bilhões de litros de consumo anual, entre 2000 e 2011. O consumo de diesel estimado em Cruz das Almas para um ano foi de 4.152 litros, valor consideravelmente alto quando comparado a emissão do país.

Dados do IBGE mostram que a emissão per capita da população total proveniente do consumo de combustíveis no Brasil em 2000 era de 1,30 toneladas CO<sub>2</sub> e 1,28 toneladas CO<sub>2</sub> em 2008, havendo uma redução de 0,37% ao ano, evidenciando um lento ajuste, contudo essa redução na emissão per capita nacional é significativa quando se considera o aumento de 14,1% da população entre 2000 (166 milhões de habitantes) e 2008 (189 milhões de habitantes).

No caso de Cruz das Almas, considerando a população estimada pelo IBGE para 2015 de 64.197 habitantes, a emissão anual foi de 0,17 CO<sub>2</sub> Kg/hab, revelando uma matriz produtiva pesada em emissão de carbono. Esse valor representa uma alerta para a administração municipal, que deve desenvolver políticas públicas mais eficientes, visando uma melhor qualidade na gestão.

As informações de emissões por habitantes permitem observar que o uso de combustíveis para fornecer bens e serviços necessários à população ainda revela uma matriz energética potencialmente poluidora. Os dados estimados de emissão por habitante são importantes para se identificar o processo de consumo e de produção e a tendência destes indicadores, demonstrando se a elevação do bem-estar está diretamente atrelada às emissões de CO<sub>2</sub> e estão convergindo a um modelo ocidental que já se conhece como insustentável ou se o modelo está seguindo outra tendência. (GOMES, 2009).

#### 4.6. Destinação final

De acordo com o Secretário de Serviços Públicos parte do RCD coletado pela Prefeitura é direcionado ao Aterro Sanitário da região, único local legal para recebimento destes, onde o material é disposto juntamente com o lixo, tornando-se inutilizável para um posterior reaproveitamento. O Aterro recebe material dos municípios de Cruz das Almas, Sapeaçu, São Felipe e Conceição do Almeida em regime consorciado, não dispondo de um tratamento adequado para os resíduos.

A outra fração de resíduo é levada para uma área próxima ao canil de Cruz das Almas, antigo Parque Industrial, onde é depositado provisoriamente até que surja eventual necessidade de reuso da população ou da própria Prefeitura para preenchimento de buracos, pavimentação de ruas e reformas de praças.

**Figura 4.8 - Antigo Parque Industrial de Cruz das Almas**



Fonte: Autor, 2014.

Esse local de disposição é uma área aberta, de fácil acesso, próximo a residências, o que contribui para o recebimento de outros lixos, podendo acarretar problemas ao meio e a população.

**Figura 4.9 - Disposição irregular de RCD juntamente com outros lixos em Cruz das Almas**



Fonte: Autor, 2015.

**Figura 4.10 - RCD disposto em área provisória em Cruz das Almas**



Fonte: Autor, 2015.

As empresas privadas que realizam serviço de coleta de RCD também os direciona para o Aterro Sanitário, não dispondo de tratamento adequado. Uma das empresas da cidade afirma possuir uma outra área de descarte temporário localizada próxima a UFRB; lá o entulho possível de reutilização é vendido por R\$ 60,00/caçamba a quem se interessar.

## 5 CONCLUSÕES

- A gestão do RCD no município é feita pela Secretaria de Serviços Públicos. A secretaria designa funcionários para realizar o transporte e coleta do resíduo.
- Os resíduos gerados pelo município são utilizados em obras da própria Prefeitura ou encaminhados ao Aterro Controlado, não recebendo nenhum tratamento, sendo depositado juntamente com lixo.
- O Aterro Controlado recebe material tanto da Prefeitura como de empresas privadas que prestam serviço de coleta em Cruz das Almas.
- O transporte dos RCD é feito por caminhão caçamba, da Prefeitura Municipal ou de empresas privadas solicitados pelo gerador/responsável pelo entulho.
- Os veículos para transporte dos resíduos são abastecidos com combustíveis fósseis, contribuindo com a emissão de gases do efeito estufa, a exemplo do CO<sub>2</sub>.
- Os resíduos gerados são provenientes de reforma, demolição e construção de edificações, compostos em sua maioria por sobras de telhas, tijolos, gesso e argamassa.
- O volume de RCD gerado no município é consideravelmente relevante, e vem crescendo a cada ano.
- O município de Cruz das Almas não trata o RCD produzido segundo as diretrizes estabelecidas na Resolução nº 307 do CONAMA (BRASIL, 2002).
- O Poder Público do Município de Cruz das Almas, assim como as Empresas de “Pega-entulho” vem buscando adequar-se a legislação preconizada na Resolução CONAMA nº 307/02.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Resíduos Sólidos: Classificação. NBR – 10.004. Rio de Janeiro: novembro, 2004.

ANGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos reciclados de resíduos de construção e demolição reciclados**. 2000. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ANGULO, S. C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos**. 2005. 167 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

BERNADES, A. et al. **Quantificação dos resíduos da construção e demolição coletas no município de Passo Fundo, RS**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 65-76, jul./out. 2008.

BARRETO, I. M. C. B. do N. **Gestão de Resíduos na Construção Civil**. Aracaju: SENAI/ SE; SENAI/DN; COMPETIR; SEBRAE/SE; SINDUSCON/SE, 2005. 40p.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 307, de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

CARNEIRO, Fabiana Padilha. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife**. 2005. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

CIB. **Agenda 21 para a construção sustentável**. 1. ed. Tradução por: Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PCCUSP). São Paulo: Editora PCC-USP, 2000.

**CIDADES – IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Disponível em:

<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=290980>. Acesso em: dez/2015.

DANTAS, T.R. **DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) NO MUNICÍPIO DE ANGICOS (RN)**. Monografia (Graduação) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Campus Angicos - RN, 2011.

GOMES, V. M.; FARIA, A. M. M.; DALLEMOLE, D. **ESTIMATIVA DA EMISSÃO DE GÁS CARBÔNICO DERIVADO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS DO BRASIL E MATO GROSSO ENTRE 2000 E 2008**: Identificando Contenção de Externalidades Negativas e Tendências de Ajustamento a uma Economia de Baixo Carbono. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção**. Seminário Reciclagem de Resíduos Sólidos Domiciliares, 2000, São Paulo. Anais... São Paulo. 2000.

JUNIOR, O. M. A.; ANTONIO, R.R. **METODOLOGIA SIMPLIFICADA DE CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA DE FROTAS DE VEÍCULOS NO BRASIL**. 20 p.

JUNIOR, T. A. P. **AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) GERADOS NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2007.

KARPINSK, L. A.; et al. **Gestão Diferenciada de Resíduos da Construção Civil: Uma abordagem ambiental**. Porto Alegre: Edipucrs, 2009. 164 p.

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

LIMA, F. S. N. de S. **Aproveitamento de resíduos de construção na fabricação de argamassas**. 2005. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

MACÊDO, R.F. **Inventário de Emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) Geradas por Fontes Móveis no Estado do Rio Grande do Norte.** – PERÍODO DE JANEIRO DE 2003 A JUNHO DE 2004. Curso de Engenharia Química - Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, 2004.

MARIANO, L. S. **Gerenciamento de resíduos da construção civil com reaproveitamento estrutural: estudo de caso de uma obra com 4.000m<sup>2</sup>.** 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. 108 f.

MONTEIRO, J. H. P.; et al. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 204 p.

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

OLIVEIRA, P. E. S. de; OLIVEIRA, J. T. R. de; FERREIRA, S R. de M. **Avaliação do Desempenho do Concreto com uso de Agregados de Resíduos de Construção e Demolição – RCD:** Publicação de Resumo nos anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto- IBRACON – CBC 2008; Salvador – BA.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** 1999. 189 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Departamento de Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R.. **Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil:** Como Implantar um Sistema de Manejo e Gestão dos Resíduos da Construção Civil nos Municípios. Brasília: Caixa, 2005. 138 p.

SANTANA, J. B. S.. **Análise da Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição em Quatro Municípios do Recôncavo Baiano Entre os Anos de 2009 e 2010.** 2010. 57 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2010.

SANTOS, A. do N. **Diagnóstico da situação dos resíduos de construção e demolição (RCD) no município de Petrolina (PE)**. 2008. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2008.

SCHNEIDER, D.M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto. Campinas**. 1999. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, Campinas- SP, 1997.