



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ**

**GUSTAVO SILVEIRA NEVES**

**DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO  
PARA ELABORAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DA GESTÃO INTEGRADA  
DOS RCD NO MUNICÍPIO DE GUANAMBI - BA**

**Guaratinguetá  
2013**

GUSTAVO SILVEIRA NEVES

**DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO  
PARA ELABORAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DA GESTÃO INTEGRADA  
DOS RCD NO MUNICÍPIO DE GUANAMBI - BA**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Wellington Cyro de Almeida Leite

Guaratinguetá

2013

N51  
8d

Neves, Gustavo Silveira

Diagnóstico dos resíduos de construção e demolição para elaboração e implantação da gestão integrada dos RCD no município de Guanambi – BA / Gustavo Silveira Neves – Guaratinguetá : [s.n], 2013.

57 f. : il.

Bibliografia : f. 56-57

Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013.

Orientador: Prof. Dr. Wellington Cyro de Almeida Leita

1. Construção Civil 2. Resíduos sólidos 3. Implantação (Estratégia)

I. Título

CDU 69

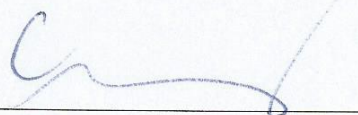
**DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO  
PARA ELABORAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DA GESTÃO INTEGRADA DOS  
RCD NO MUNICÍPIO DE GUANAMBI – BA**

**GUSTAVO SILVEIRA NEVES**

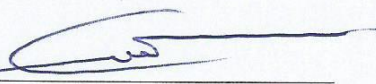
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO  
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
**GRADUADO EM ENGENHARIA CIVIL**  
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Prof. Dr. Yzumi Taguti  
Coordenador

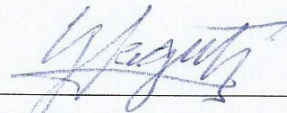
**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. Dr. Wellington Cyro de Almeida Leite  
Orientador – UNESP/FEG



Prof. Dr. Enos Arneiro Nogueira Silva  
UNESP/FEG



Prof. Dr. Yzumi Taguti  
UNESP/FEG

Novembro de 2013

## **DADOS CURRICULARES**

**GUSTAVO SILVEIRA NEVES**

NASCIMENTO	21.01.1988 – BARRETOS / SP
FILIAÇÃO	Gilberto Carlos Batista Neves Virleine Silveira Neves
2009/2013	Curso de Graduação em Engenharia Civil Universidade Estadual Paulista – “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Guaratinguetá.

Dedico esta monografia aos professores que marcaram minha caminhada desde os primórdios de minhas lembranças, que com muita tenacidade buscam o despertar da curiosidade dos humanos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço enormemente aos meus pais, Bebeto e Virlaine, pelo amor e esforços para a educação de seus filhos, muitas vezes sacrificando as vaidades joviais e por vezes as próprias carreiras para complementar a educação e compartilhar experiências.

Aos meus irmãos, Gal e Jú, que comigo travaram épicas batalhas e dignas de uma boa infância e adolescência, e que hoje podemos desfrutar na paz o riso e amizade do amor fraterno.

Agradeço a UNESP e a UFSC, que através dessas pessoas jurídicas, ingressei no universo acadêmico contando com grupo seletivo de professores, colegas de salas, concorrentes e grandes amigos.

Ao Prof. Dr. Wellington Cyro de Almeida Leite, que me auxiliou no trabalho de graduação quando estava distante da Universidade para obter experiências em campo.

Aos professores do departamento da engenharia civil da UNESP – Guaratinguetá, em especial, Enos Arneiro, Auro Tanaka e Antônio Wanderley Terni, este que ainda devo desculpas.

Aos grandes amigos e colegas da família 69, Civil 09, e FEG, em especial Wallace, pela força e amizade nesses anos de Guaratinguetá.

E, supremamente e mais importante, ao Divino Criador que projeta e realiza com perfeição a vida no universo.

**“Corra atrás de seus sonhos antes de acordar para a vida”**



NEVES, G.S. **Diagnóstico dos resíduos de construção e demolição para elaboração e implantação da gestão integrada dos RCD no município de Guanambi - BA.** 2013. 57 p. Trabalho de Graduação (Graduando em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

#### RESUMO

Tomando como partida o impacto ambiental, social e econômico causado pelos resíduos de construção e demolição nas cidades brasileiras, foram criados mecanismos legais para gestão e manejo, procurando minimizar ao máximo os impactos, visto que as deposições irregulares podem se caracterizar como crime ambiental. A Resolução CONAMA Nº 307 de 2002, institui a obrigatoriedade da implantação de um Sistema de Gestão Integrada de Resíduos de Construção e Demolição, orientando na classificação e denominação dos resíduos, agentes geradores, agentes coletores e transportadores, e as áreas de descarte e disposição dos resíduos. A parceria técnica entre o Ministério das Cidades, o Ministério do Meio Ambiente e a Caixa Econômica Federal, coordenada por Pinto & Gonzáles (2005) na obra Manejo e gestão de resíduos da construção civil, propuseram um manual de orientação para nortear a implantação de um Sistema de Gestão Integrada de Resíduos de Construção Civil nos Municípios. O município de Guanambi, no estado da Bahia, em plena ascensão econômica, carece de uma gestão dos resíduos de construção e demolição, visto que não apresenta áreas próprias para o destino dos resíduos, sendo proposto neste trabalho o diagnóstico da geração de resíduos do município como parte integrante da metodologia proposta pela obra de Pinto & Gonzáles (2005).

**PALAVRAS-CHAVE:** Construção Civil; Resíduos Sólidos; Gestão; Implantação; Reciclagem.

NEVES, G.S. **Diagnosis of construction waste and demolition for development and implementation of integrated RCD in the municipality of Guanambi - BA.** 2013. 57 f. Trabalho de Graduação (Graduando em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

#### **ABSTRACT**

Taking as starting the environmental, social and economic impact of construction and demolition waste in Brazilian cities were created legal mechanisms for management and administration, seeking to minimize the impacts to the maximum, since the irregular deposition can be characterized as environmental crime. CONAMA Resolution No. 307 of 2002 establishing the mandatory implementation of an Integrated Management System Construction Waste and Demolition, guiding the classification and designation of the waste generating agents, collection agents and transporters, and the areas of culling and disposal of waste. The technical partnership between the Ministry of Cities, the Environment Ministry and the Caixa Econômica Federal, coordinated by Pinto & Gonzales (2005) Management in the work and management of construction waste, proposed a guidance manual to guide the implementation of a System Integrated Management of Construction Waste in Municipalities. The municipality of Guanambi in the state of Bahia, in full economic rise, lacks a waste management of construction and demolition, since there has areas for the disposal of waste being proposed in this paper the diagnosis of waste generation in the municipality as part of the methodology proposed by the work of Pinto & Gonzales (2005).

**KEYWORDS:** Civil Construction; Solid Waste; Management; Implantation; Recycling.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação do macro complexo industrial da construção civil.....	20
Figura 2 – Presença dos diversos componentes nos resíduos sólidos urbanos, em massa .....	24
Figura 3 - Gráfico: Origem do RCD em algumas cidades brasileiras (% da massa total).....	28
Figura 4 - Localização do município de Guanambi no estado da Bahia.....	42
Figura 5 – Bairros de Guanambi .....	43
Figura 6 - Gráfico: Resumo do processo de construção no município de Guanambi-BA.....	45
Figura 7 – Dimensões da caçamba de 5m <sup>3</sup> .....	49
Figura 8 - Panorama da disposição dos aterros no estado da Bahia.....	50
Figura 9 - Deposição irregular no acesso ao lixão, na Estrada da Matina .....	51
Figura 10 - Deposição irregular de RCD na Av. Gov. Nilo Coelho .....	51
Figura 11 - Deposição irregular de RCD em área de Várzea na Av. Sem. Nilo Coelho.....	52
Figura 12 – Deposição irregular de RCD em área de várzea atrás da Rodoviária .....	52
Figura 13 - Deposição irregular de RCD no bairro Brasília.....	53
Figura 14 - Deposição Irregular de RCD na Av. Pref. José Neves Teixeira.....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Processo de construção no município de Guanambi – BA .....	44
Tabela 2 – Resumo dos processos de construção em Guanambi - BA .....	45
Tabela 3 – Estimativa da geração de RCD por área licenciadas em Guanambi a partir da taxa de PINTO (1999).....	46
Tabela 4 - Resumo de estimativa da geração de RCD por áreas licenciadas em Guanambi – BA .....	46
Tabela 5 - Estimativa do volume transportado no município de Guanambi - BA .....	47
Tabela 6 - Volume estimado de RCD removido pelas empresas coletoras .....	47
Tabela 7 - Estimativa da quantidade de resíduos gerada em reformas, ampliações e demolições .....	49
Tabela 8 - Estimativa total de RCD gerado no município .....	49

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Classificação e destinação dos RCD segundo a Resolução CONAMA 307/02 .....	25
Quadro 2 - Descrição dos pontos de descarte e destinação dos RCD .....	29

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVOS.....	18
2.1. OBJETIVO GERAL.....	18
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3. JUSTIFICATIVA.....	19
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
4.1. A CONSTRUÇÃO CIVIL E OS PROBLEMAS AMBIENTAIS.....	21
4.2. RESÍDUOS SÓLIDOS: DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO.....	23
4.3. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO.....	25
4.4. RESOLUÇÃO CONAMA 307 DE 2002.....	27
4.5. PLANO INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	28
4.6. IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES ENVOLVIDOS NA GERAÇÃO, TRANSPORTE E RECEPÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO.....	28
4.7. ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE RCD GERADA NO MUNICÍPIO.....	32
4.7.1. RESÍDUOS GERADOS EM EDIFICAÇÕES NOVAS.....	33
4.7.2. RESÍDUOS GERADO EM REFORMAS, AMPLIAÇÕES E DEMOLIÇÕES.....	34
4.7.3. RESÍDUOS REMOVIDOS DE DEPOSIÇÕES IRREGULARES.....	35
4.7.4. ESTIMATIVA DO TOTAL DE RCD GERADO NO MUNICÍPIO.....	35
4.8. RECICLAGEM E GESTÃO DE CANTEIRO.....	36
5. METODOLOGIA.....	39
5.1. INDICADORES BÁSICOS DO MUNICÍPIO.....	39
5.2. GERAÇÃO DE RCD.....	40
5.3. CÁLCULO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS ATRAVÉS DE ÁREAS LICENCIADAS.....	40
5.4. CÁLCULO DO MOVIMENTO DE CARGAS DAS EMPRESAS COLETORAS.....	40
5.5. ESTIMATIVA DA QUANTIDADE TOTAL DE RCD GERADA NO MUNICÍPIO.....	41
5.6. ÁREAS DE DESCARTE DE RCD.....	41
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
6.1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE GUANAMBI.....	43
6.1.1. ASPECTOS ECONÔMICOS.....	44
6.2. GERAÇÃO DE RCD NO MUNICÍPIO.....	45

6.3. CÁLCULO DA GERAÇÃO DE RCD PELOS PARÂMETROS DE ÁREAS LICENCIADAS.....	45
6.4. CÁLCULO DO VOLUME DE RCD POR MOVIMENTO DAS EMPRESAS COLETORAS.....	47
6.5. ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE RCD GERADA NO MUNICÍPIO.....	50
6.6. CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE DESCARTE DE RCD.....	51
7. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO.....	55
8. BIBLIOGRAFIA.....	56

## 1 INTRODUÇÃO

A contínua urbanização dos países traz consigo algumas consequências com a evolução do processo de aglomeração de pessoas, sendo necessárias soluções urbanísticas e de gestão em diversas disciplinas para uma melhor qualidade de vida da população residente e imigrante das cidades.

A crescente população urbana é uma geradora contínua de resíduos, dentre os quais os resíduos de construção e demolição (RCD) tem acarretado sérios problemas de gestão das cidades e países (Rodriguez et al., 2007 apud de Melo, 2011). Tomando tais fatos como problemas a busca de novos modelos de desenvolvimento e gestão são estudados e aplicados para que possamos interagir de maneira sustentável com o meio ambiente, objetivando um relacionamento harmônico entre o homem e a natureza.

A indústria da construção é a maior geradora de resíduos sólidos do mundo (Agency, 2010; Kartam et al., 2004; Meyer, 2009; Poon et al., 2001; Rao et al., 2007; apud Ulsen et al., 2012). Sua deposição inadequada, e com alta frequência, representam a parcela mais significativa dos problemas de saneamento ambiental em áreas urbanas, provocando graves impactos ambientais, sociais e econômicos. Estando entre os principais impactos: alagamentos, deslizamento de encostas, proliferação de vetores de doenças e peçonhentos e poluição, contribuindo para a baixa qualidade de vida das população e aumento de custos com saúde e sociais (Fontes, 2008).

Segundo De Melo *et al.* (2011), os problemas ambientais resultantes da disposição dos RCD são motivos preocupantes por causa do impacto que deposições ilegais (que ocorrem rotineiramente) tem sobre as cidades e seus arredores. Esse assunto tem sido amplamente debatido e tem estimulado soluções ecologicamente sustentáveis. Nesse contexto, leis ambientais têm tornando-se mais austeras, com a tendência de tornar os geradores de resíduos responsáveis pelos próprios resíduos, direcionando-os para adoção de políticas de minimização e reciclagem dos resíduos.



Com o intuito de equacionar a situação o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), publicou a Resolução nº 307 de 2002 (Fontes, M.T.M. – 2008), que estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de RCD, onde municípios teriam que preparar seus “Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos de Construção e Demolição” para que os RCD não fossem depositados em terrenos domiciliares, lixões, encostas, ao longo dos rios, terrenos baldios e em áreas protegidas por alguma legislação (Nunes *et al* – 2009).

Segundo Sinduscon-MG (2005), fica definido as responsabilidades e deveres da Resolução citada, fomentando a necessidade de licenciamento de áreas para disposição final dos resíduos, fiscalização da cadeia logística do resíduo gerado e implementação do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil por cada município. Entretanto, em caráter nacional, as práticas municipais de RCD estão longe dos parâmetros determinados pela Resolução (Nunes *et al.*, 2009).

A cidade de Guanambi, localizada no sudoeste baiano, não foge do cenário supracitado, encontrando-se em processo de aprovação do Plano Municipal Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos, no qual engloba de maneira superficial a gestão de RCD. Entretanto mostra-se a frente no processo de aprovação do plano perante as cidades ao seu entorno, sendo, portanto, importante diagnosticar a problemática do assunto na cidade e o comportamento regional.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Diagnosticar a situação dos resíduos de construção e demolição no município de Guanambi no estado da Bahia, segundo a Resolução CONAMA 307/2002.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

A elaboração do diagnóstico será um estudo de caso baseado no levantamento das informações sobre os assuntos referentes aos Resíduos Sólidos e Resíduos de Construção e Demolição, procurando identificar os seguintes itens:

- Potencial de geração de resíduos no município;
- Geradores e transportadores;
- Locais de deposição atual, autorizados e clandestinos, e suas características;

### 3. JUSTIFICATIVA

O presente trabalho pode ser justificado pela importância em que as questões ambientais vêm se tornando alvo contínuo de estudo para melhoria contínua dos ambientes e a tentativa de uma harmoniosa convivência do ser humano com o meio ambiente, a fim de amenizar os impactos causados pelas atividades antrópicas.

Segundo o PMIGRS do município de Guanambi:

*“o manejo de resíduos de construção e demolição no município de Guanambi necessita ser organizado, de maneira que incentive a redução desses resíduos, assim como incentive a reciclagem e contribua para a redução de sua geração.”*

Com a inexistência de políticas públicas para a movimentação e disposição final dos resíduos de construção e demolição associadas ao descompromisso ambiental dos geradores no manejo e disposição final, pode acarretar o custo de operação de limpeza e a não solução dos impactos ambientais, alguns descritos abaixo (SINDUSCON-SP, 2005):

- Degradação das áreas de manancial e de proteção permanente;
- Proliferação de vetores de doenças;
- Assoreamento dos rios e córregos;
- Obstrução do sistema de drenagem, tais como sarjetas, galerias, piscinões;
- Ocupação de vias e logradouros públicos por resíduos, com prejuízo a circulação de pessoas e veículos;
- Poluição e degradação da paisagem urbana;
- Existência e acúmulo de resíduos que podem gerar riscos por sua periculosidade;

Levando ainda em consideração eventos como o ECO 92, e o programa de ação Agenda 21, que são tentativas abrangentes, para em escala mundial, promover uma nova diretriz para o desenvolvimento humano, como também a Resolução CONAMA 307 de 2002, que regulamenta e cria parâmetros à destinação do RCD, conclui-se que o tema anseia por estudos e resoluções.

#### 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O processo macro da construção civil (figura 1) consiste na movimentação, alteração e transformação de materiais e um alto consumo de energia, bens naturais e mão de obra para realização dos projetos desenvolvidos, de maneira que todo esse processo gera uma parcela significativa de perdas e resíduos, além de geração de poeira, ruídos, dentre outros poluentes industriais.



Figura 1 - Representação do macro complexo industrial da construção civil

A preocupação das questões de saneamento já não deve ser tratada como básico e sim como saneamento ambiental, de forma a integralizar os diversos componentes (água, esgoto, resíduos sólidos, drenagem e controle de vetores) que influem na qualidade do meio urbano (Pinto, 1999).

##### 4.1. A CONSTRUÇÃO CIVIL E OS PROBLEMAS AMBIENTAIS

É amplamente conhecido que a indústria da construção não é ambientalmente amigável. Atividades construtivas não consomem apenas uma enorme quantidade

de recursos naturais, materiais e energia, mas também geram níveis inaceitáveis de resíduos sólidos. Ainda o setor de construção consome 25% de madeira virgem e 40% de pedra britada, cascalho e areia usados mundialmente por ano. A produção e manufatura dos componentes construtivos, ao longo de todo o processo da construção, envolve a extração e movimentação de 6 bilhões de toneladas de materiais básicos anualmente. (Yuan et al, 2011).

“Avaliando todo o processo produtivo da construção civil, desde a exploração da matéria prima até o acabamento das obras, conclui-se que a área de construção civil é uma das maiores consumidoras de matérias-primas naturais. É estimado que a construção civil utilize cerca de 20 a 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade e que cerca de 80% da energia utilizada na produção de um edifício seja consumida na produção e transporte de materiais” (CASSA, BRUM e CARNEIRO, 2001 apud FONTES, 2008).

“A busca de conceitos modernos de gestão dos resíduos sólidos que apontem para a redução na fonte, reaproveitamento, reciclagem e participação comunitária não poderá significar a dedicação dos técnicos, administradores e legisladores apenas a bandeiras como a da coleta seletiva de embalagens recicláveis e outros produtos contidos nos resíduos domiciliares. Deverá significar, na perspectiva do saneamento ambiental, o avanço de ações integradas que ataquem o conjunto dos problemas, possibilitando, ao nível dos RSU, além da necessária coleta seletiva, perspectivas eficientes para a compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos, soluções para os resíduos perigosos e volumosos e o equacionamento dos sérios problemas que vêm sendo causados pelos RCD. E será necessário, definir objetivos claros de restrição à geração de resíduos para a redução dos problemas ambientais e poupança de recursos não renováveis” (PINTO, 1999).

No Brasil apenas 0,2% tem centros instalados ou em construção de reciclagem de resíduos de construção e demolição, concluindo que no Brasil os RCD não são reciclados. De acordo com IBGE (2000), em 4690 municípios brasileiros (85,2% do total) apresentavam algum tipo de coleta pública de RCD, sendo que 94,5% dos resíduos têm sido depositados em lixões e aterros. Fica

evidente que a maioria dos RCD coletados por autoridades públicas eram, e provavelmente continua sendo, depositado em lixões e aterros, junto com todos os tipos de resíduos sólidos (Nunes, Mahler and Valle, 2009).

Ainda conforme Nunes, Mahler e Valle (2009), baseado nas informações apresentadas, podem ser visto que as práticas municipais de gestão de RCD estão distantes do requerido pela Resolução CONAMA 307 de 2002.

Em função desta realidade, vários países têm adotado políticas ambientais para o setor. Nos Estados Unidos, a *Civil Engineering Research Foundation* (CERF) entidade dedicada a promover a modernização da construção civil, verificou que a “questão ambiental” foi à segunda preocupação da área e definiu 38 propostas de pesquisa para avançar neste sentido (JOHN, 2001).

Na Europa, desde 1996, a *European Construction Industry Federation* possui agenda específica para o aproveitamento de RCC e a *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* (CIB) criou uma agenda específica para o setor, a Agenda 21 para a construção sustentável. Esta Agenda foi elaborada a partir da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Rio 92, por 170 países membros. Este documento trata de um amplo programa para o desenvolvimento sustentável do planeta e escreve que a Agenda 21:

Deve ter uma estrutura conceitual, que defina elos entre o conceito global de desenvolvimento sustentável e o setor da construção, e permita outras agendas locais ou subsetoriais sejam comparadas e coordenadas, visando definir medidas detalhadas e apropriadas ao contexto local (CIB, 2000, p. 18).

#### 4.2. RESÍDUOS SÓLIDOS: DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Podemos definir resíduos sólidos como a parcela indesejada, inúteis e/ou descartáveis de uma gama de materiais ou de atividades antrópicas e/ou naturais

que não apresentam mais utilidade aos desfrutadores desta parcela. Ainda apresentam caráter problemático de conteúdo sanitário, ambiental, econômico e estético (Mattos, 2011).

Segundo a “Cartilha de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para a Construção Civil” do SINDUSCON-MG (2005), resíduos sólidos ficam definidos como:

Materiais resultantes do processo de produção, transformação, utilização ou consumo, oriundos de atividades humanas, de animais, ou resultantes de fenômenos naturais, cuja destinação deverá ser ambientalmente e sanitariamente adequada.

A classificação dos resíduos sólidos é categorizada de acordo com suas características físicas, composição química, origem, biodegradabilidade e periculosidade. Através das características citadas, a NBR 10.004, classificou os resíduos sólidos da seguinte maneira:

- Resíduos Classe I – Perigosos: resíduos que apresentam periculosidade (apresentam riscos à saúde pública e riscos ao meio ambiente), inflamabilidade (caracterizado como inflamável), corrosividade (qualificado como corrosivo), reatividade (resíduo reativo), toxicidade (resíduos caracterizado tóxico) e patogenicidade (caracterizado como patogênico).
- Resíduos Classe II – Não Perigosos: ; Esta classe subdivide em II A e II B
  - Resíduos Classe IIA – Não Inertes: Resíduos que não se enquadram-se na Classe I –Perigosos ou Resíduo classe II B – Inertes. Nestes é possível ter propriedade como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
  - Resíduos Classe IIB – Inertes: Resíduos que não tiveram seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se a aspectos, sabor, dureza, cor e turbidez.

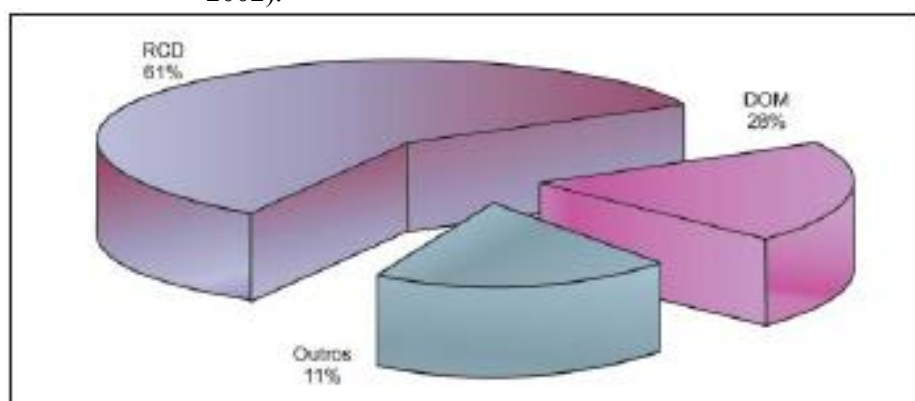


A caracterização dos resíduos sólidos tem por objetivo principal qualificar e quantificar os resíduos sólidos para posteriormente apresentar melhores soluções de destino para os mesmos, buscando a reinserção dos resíduos reutilizáveis e recolher materiais aproveitáveis que sobram e não serão mais utilizados (SINDUSCON-MG, 2005).

#### 4.3 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Tratando-se de um tipo de resíduos que representa 61% do volume dos resíduos sólidos totais, conforme a figura 2 (Pinto e González, 2005), a classificação para os resíduos de construção de demolição foi definida pela Resolução 307 do CONAMA, que diz:

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 (CONAMA, 2002).



**Figura 2 - Presença dos diversos componentes nos resíduos sólidos urbanos, em massa**  
 fonte: I&T Informações e Técnica

Obs.: RCD – Resíduos de Construção e Demolição (não incluída a movimentação de solo); DOM – Resíduos Domiciliares (incluídos resíduos de comércio e serviços, varrição etc.); "Outros" abrangem os RSS – Resíduos dos Serviços de Saúde e os resíduos volumosos (podas, móveis e inservíveis).

A classificação é feita segundo a resolução CONAMA 307/02, no seu artigo 3º, conforme Quadro 1 abaixo.

**Quadro 1 - Classificação e destinação dos RCD segundo a Resolução CONAMA 307/02**

<b>Classificação</b>	<b>Características</b>	<b>Destinação</b>
<b>Classe A</b>	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como componentes cerâmicos, argamassa, concreto e outros inclusive solos.	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregado; ou encaminhados a áreas de aterro de RCD, onde deverão ser dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura.
<b>Classe B</b>	Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros.	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
<b>Classe C</b>	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem e recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.	Deverão ser armazenados, transportados e receber destinação adequada, em conformidade com as normas técnicas específicas.
<b>Classe D</b>	Resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, como o amianto, ou aqueles efetiva ou potencialmente contaminados, oriundos de obras de clínicas radiológicas, instalações industriais e outras.	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e receber destinação adequada, em conformidade com a legislação e as normas técnicas específicas.

Fonte: CONAMA 307/02

Mesmo com o aumento das empresas interessadas com a exploração dos RCD, incluindo transporte e reciclagem, ainda sim as empresas brasileiras se esbarram nas ações das municipalidades, que objetivam a redução dos custos e do impacto ambiental negativo devido à deposição irregular de grandes volumes de entulho (Fontes, 2008).

Cada município deve dispor seus resíduos de acordo com as exigências técnicas de cada classe e suas peculiaridades, ficando a critério da CETESB o licenciamento de quaisquer exigências técnicas específicas, relacionadas tanto ao tratamento quanto disposição final e local adequado e licenciado para devidas utilizações (Mattos, 2011).

#### 4.4. RESOLUÇÃO CONAMA 307 DE 2002.

Com o objetivo de regulamentar as atividades de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição – RCD, no dia 05 de julho de 2002 o Conselho Nacional do Meio Ambiente publicou a resolução nº 307.

“A Resolução CONAMA nº. 307/2002 que trata do gerenciamento e disposição final dos RCC e estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil por meio da implementação de ações visa contribuir para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil (Fontes, 2005).

A Resolução CONAMA 307/2002 estabelece as responsabilidades quanto a questão da geração de resíduos das atividades da construção civil de forma ampla, preocupando-se também com a classificação e detalhamento de cada classe de resíduos, objetivando a possibilidade de reutilização, reciclagem e inserindo o conceito de planejamento para seu gerenciamento, de maneira a indicar uma destinação final em caso de desperdícios e não reaproveitamentos.

Segundo a Resolução CONAMA 307/2002, fica definido “as responsabilidades dos geradores, dos transportadores, o gerenciamento interno e externo, a reutilização, a reciclagem, o beneficiamento, aterro de resíduos, áreas de destinação de resíduos, assim como a classificação segundo as características físico-químicas. Esta resolução prevê, ainda o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil como instrumento para implementação da gestão da construção civil, a ser elaborado pelos Municípios e Distrito Federal, o qual deverá incorporar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.”.

#### 4.5. PLANO INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com Pinto e González (2005) já existe na maioria dos municípios uma parte do processo do gerenciamento de resíduos sólidos, no caso a coleta dos resíduos de maior agressividade ao homem, sendo eles os domiciliares e os dos serviços de saúde por apresentarem características putrescíveis. Porém, os RCD não apresentam a mesma eficácia por serem menos incômodos, mas causando impactos sobre a qualidade de vida urbana.

Para confecção dos Planos Integrados de Gerenciamento, Pinto e González (2005) definiram no Manual de Gestão de Resíduos da Construção Civil os princípios gerais que orientam a composição do mesmo, sendo eles:

- Facilitar a ação do conjunto dos agentes envolvidos;
- Disciplinar sua ação institucionalizando atividades e fluxos; e
- Incentivar sua adesão tornando vantajosos os novos procedimentos;

Com base nos princípios supracitados, realiza-se o diagnóstico da situação atual do município, levantando as características locais para definir e estruturar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil com as diretrizes técnicas e procedimentos para definir as responsabilidades e ações dos pequenos geradores e transportadores, para posteriormente, contar com um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil que virá a disciplinar a esfera que contempla os grandes geradores, podendo ser eles tanto públicos quanto privados.

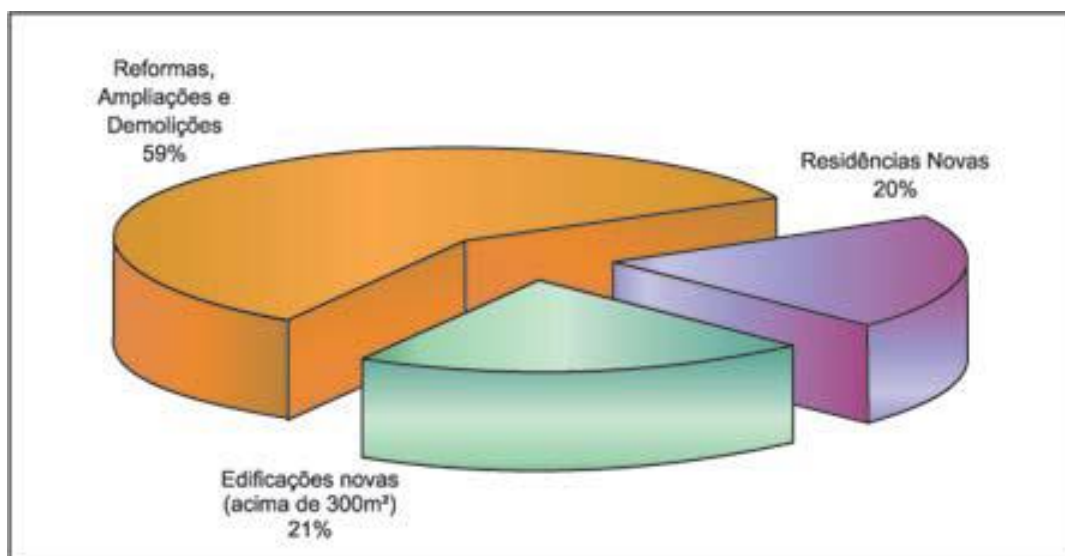
#### 4.6. IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES ENVOLVIDOS NA GERAÇÃO, TRANSPORTE E RECEPÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO.

Em acordo com o trabalho de Pinto e González (2005), a identificação e caracterização dos geradores de RCD é facilitada pelos transportadores dos

resíduos. Assim, os principais geradores de grandes volumes significativos considerados no diagnóstico são:

- Executores de reformas, ampliações e demolições que, no conjunto, consistem na fonte principal desses resíduos;
- Construtores de edificações novas, térreas ou de múltiplos pavimentos com áreas de construção superiores a 300 m<sup>2</sup>, cujas atividades quase sempre são formalizadas;
- Construtores de novas residências, tanto aquelas de maior porte, em geral formalizadas, quanto às pequenas residências de periferia, quase sempre autoconstruídas e informais.

Fica retratado pela figura 3 a seguir, o diagnóstico de cada grupo de agente gerador na geração dos RCD de alguns municípios brasileiros.



**Figura 3 – Gráfico: Origem do RCD em algumas cidades brasileiras (% da massa total)**

fonte: I&T Informações e Técnicas

Para efeito de definição, segundo resolução 307 do CONAMA (2002):

- Geradores: são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem resíduos de construção civil.

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

Os transportadores, também chamados de coletores, são responsáveis pela remoção e locomoção do RCD para locais onde cada classe de resíduos tenha sua devida destinação, sendo necessário o local ser legalizado para deposição e manejo, procurando sempre a reinserção desses materiais no ciclo construtivo através da reciclagem e reutilização em outras obras e/ou serviços.

Com maior representatividade no cenário nacional, as caçambas estacionárias metálicas deslocadas com caminhões equipados com poliguindastes, quando utilizadas devem respeitar as especificações legais municipais, principalmente em relação à segurança e identificação (Pinto e González, 2005). Por apresentarem fácil locomoção, deve-se registrar a destinação dos resíduos para as áreas qualificadas para recebimento que sejam cadastradas no banco de dados da prestadora de serviços junto ao órgão público municipal.

As áreas de recebimento deverão estar em conformidade com as condições descritas no quadro a seguir proposto por Pinto e González (2005):

**Quadro 2 - Descrição dos pontos de descarte e destinação dos RCD**

<b>Tipo de área</b>	<b>Descrição</b>	<b>Condições para utilização</b>	<b>Observações</b>
<b>Pontos de entrega</b>	Área pública ou viabilizada pela administração pública apta para o recebimento de pequenos volumes de resíduos da construção civil.	Disponibilizada pela administração pública local como parte integrante do Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil	Restrição ao recebimento de cargas de resíduos de construção civil constituídas predominantemente por resíduos da construção civil perigosos e não-inertes (tintas, solventes, óleos, resíduos provenientes de instalações industriais e outros), enquadrados como Classe I da NBR 10004:2004

<b>Áreas de Transbordo e Triagem (ATT)</b>	Estabelecimento privado ou público destinado ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos gerados e coletados por agentes privados, e que deverão ser usadas para a triagem dos resíduos recebidos, eventual transformação e posterior remoção para adequada disposição.	Licenciada pela administração pública municipal.	Restrição ao recebimento de cargas predominantemente constituídas por resíduos classe D.
<b>Área de Reciclagem</b>	Estabelecimento privado ou público destinado à transformação dos resíduos classe A em agregados	Licenciada pela administração pública municipal. No âmbito estadual, licenciamento pelo órgão de controle ambiental, expresso nas licenças de Instalação e Operação.	
<b>Aterros de Resíduos da Construção Civil</b>	Estabelecimento privado ou público onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil classe A no solo, visando à reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.	Licenciamento municipal de acordo com legislação específica.  Licenciamento estadual com possível envolvimento de CETESB, DAIA, DUSM e DEPRN, condicionado ao porte da área, a sua capacidade de recepção de resíduos e localização (condições estabelecidas pela Resolução SMA nº 41).	Os resíduos classe B, C e D poderão apenas transitar pela área para serem, em seguida, transferidos para destinação adequada.

fonte: SINDUSCON - SP

#### 4.7. ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE RCD GERADA NO MUNICÍPIO

É notório que a grande maioria dos municípios brasileiros apresenta gerenciamento de RCD de cunho emergencial, ou seja, ocorre as intervenções apenas quando as problemáticas dos RCD aparecem, ficando periódica a limpeza desse tipo de resíduo (Fontes, 2005; pág. 31).

Ainda segundo a autora, o desaparecimento com os RCD são tão grandes que falta suporte das políticas públicas, visto que, apenas a Resolução 307 do CONAMA regulamenta os resíduos inertes. Conclui-se que a coleta de dados e inventários dos fluxos dos RCD fica comprometida com a baixa importância impressa pelas políticas públicas, dificultando o levantamento e exigindo fontes diversificadas de dados sobre os RCD para que se monte um estudo fidedigno.

Para obter uma estimativa das quantidades geradas, o método sugerido por Pinto e Gonzáles (2005; pág. 19) é a soma das três variáveis a seguir:

- A quantidade de resíduos oriundos de edificações novas construídas na cidade, num determinado período de tempo (dois anos, por exemplo);
- A quantidade de resíduos provenientes de reformas, ampliações e demolições, regularmente removidas no mesmo período de tempo;
- A quantidade de resíduos removidos de deposições irregulares pela municipalidade, igualmente no mesmo período.

Para a concepção dos indicadores relacionados à produção de RCD são baseadas em cima de três fontes de informação: das estimativas de área construída; da movimentação de carga por coletores; do monitoramento de descargas nas áreas utilizadas como destino dos RCD (PINTO, 1999).

Para estimar a geração de RCD tomam-se como base os indicadores de taxa de geração de RCD por metro quadrado edificado, proposto por Pinto (1999), após estudar algumas regiões do país, com base nos dados a seguir para composição de indicadores referência:



- Massa estimada para as edificações, executada predominantemente por processos convencionais = 1.200 kg/m<sup>2</sup>;
- Perda média de materiais nos processos construtivos, em relação à massa de materiais levados ao canteiro de obra = 25%;
- Percentual da perda de materiais, removido como entulho, durante o transcorrer da obra = 50%.

Tomando como partida essas estimativas como referencial, define-se uma “taxa de geração de RCD” na média de 150 kg por metro quadrado construído.

#### 4.7.1. RESÍDUOS GERADOS EM EDIFICAÇÕES NOVAS

O processo tradicional de construção, o qual continua a ser a maneira mais usual para o cenário da construção no país, apresentam perdas significativas, as quais estão em constante estudo para melhoria, apresentam intensidade de perdas entre 20 e 30% de massa total dos materiais empregados no processo (Pinto, 1989 apud Pinto, 1999).

O levantamento deste indicador consiste na coleta de informações da quantidade de aprovação de projetos (alvarás e licenças) com respectiva área construída, junto à prefeitura municipal, Isso levando em consideração que uma parcela pequena dos projetos aprovados não são executados (Pinto e Gonzáles, 2005).

Para fins de cálculo na composição do indicado dos resíduos em novas edificações é considerado mês com 26 dias, e descartando as edificações novas em bairros de baixa renda na zona periférica do município (autoconstrução e outros eventos) pois os resíduos gerados, geralmente, são descartados em deposições irregulares, não sendo, portanto, contemplado nesse item mas sim no item correspondente.

Desta forma, Pinto e Gonzáles (2005), apresenta o indicador a partir da equação 1, utilizando a estimativa para composição desse indicador a taxa de geração de RCD de  $150 \text{ kg/m}^2 = 0,150 \text{ t/m}^2$ .

$$F = \frac{E}{(12 \times 26)}; \quad (1)$$

Correspondendo:

$E = D * 0,150$  ; Total de resíduos (t/ano)

$D = C/B$  ; Média anual (m<sup>2</sup>)

$C$  : Área total aprovada (m<sup>2</sup>)

$B$  : Número de anos (referente ao período analisado)

#### 4.7.2. RESÍDUOS GERADO EM REFORMAS, AMPLIAÇÕES E DEMOLIÇÕES

Quando os projetos de reformas, ampliações e demolições são aprovados junto aos órgãos públicos, o que representa pequena parte do total que não são traduzidas em grandes volumes de RCD quando executadas. Entretanto quando obtida informações dos transportadores dos RCD, principalmente quando se trata de empresas credenciadas no município, fica evidente o elevado percentual na geração de RCD (Pinto e Gonzáles, 2005).

Identificadas o grupo de RCD (no caso de reformas, ampliações e demolições) junto aos transportadores, verificar a quantidade média de viagens mensais, a massa total transportada por viagem, para posteriormente aplicar o percentual do grupo de resíduos de reformas, ampliações e demolições, para assim estimar o indicador, demonstrado com a equação 2, considerando também mês com 26 dias:

$$D = (B \times C) / 26 ; \quad (2)$$

Sendo:

$C$  : Viagens em reformas, ampliações e demolições (%);

$B$  : Massa total transportada (t/mês);

$D$  : Indicador dos resíduos em reformas, ampliações e demolições;

#### 4.7.3. RESÍDUOS REMOVIDOS DE DEPOSIÇÕES IRREGULARES

Por ser uma forma irregular de manejo do RCD as ações são corretivas e geralmente tomadas pelos órgãos públicos, que junto aos RCD também aproveitam realizar a limpeza urbana, englobando outros tipos de resíduos. Desta forma é necessário analisar o percentual de RCD para estimativa desse indicador (Pinto e Gonzáles, 2005).

Geralmente a fonte dos dados é a empresa contratada pelo município para realização da limpeza urbana, a qual detém as informações sobre os quantitativos relativos ao volume e peso transportado, sendo também considerado para esse indicador mês com 26 dias, conforme as equações 3 e 4:

$$E = D/26 ; \quad (3)$$

$$D = B \times C \times \text{carga típica} ; \quad (4)$$

Sendo:

B : Número de viagens mensais;

C : Viagens exclusivas com RCD (%);

D : Indicador dos resíduos em deposições irregulares (t/dia);

#### 4.7.4. ESTIMATIVA DO TOTAL DE RCD GERADO NO MUNICÍPIO

Compostos todos os indicadores através das informações levantadas junto aos órgãos públicos, empresas coletoras de RCD e empresa de limpeza urbana, atento às informações para não computar duplamente o mesmo item em diferentes indicadores. Podendo ainda avaliar a entrada de resíduos depositados ao longo dos cursos d'água das vias públicas, que são de pequeno volume. Assim a equação 5 simplifica os volume total geral:

$$F = (D \times 26 \times 12) / E ; \quad (5)$$

$$\mathbf{D = A + B + C ; \text{ ou } D = A + B ;} \quad (6)$$

Sendo:

A : Indicador dos resíduos em novas edificações (t/dia);

B : Indicador dos resíduos em reformas, ampliações e demolições (t/dia)

C : Indicador dos resíduos em deposições irregulares (t/dia);

D : Estimativa da geração de RCD (t/dia);

E : População atual (mil habs.);

F : Taxa (t/ano por hab.);

Nesse estudo, para eliminar a possibilidade de sobreposição de dados em indicadores diferentes, foi optado por não utilizar o indicador C da equação 6.

#### 4.8. RECICLAGEM E GESTÃO DE CANTEIRO

A construção civil caracteriza-se pelo grande consumo de matéria-prima e também como grande geradora de resíduos, entretanto com alto potencial de reinserção dos materiais residuais em outras etapas construtivas, além de empregar resíduos de outros processos industriais em suas etapas construtivas, como por exemplo, a escória de alto forno, que apresenta composição semelhante ao cimento (Fontes, 2005).

Problemas ambientais resultantes da disposição de RCD são causas de interesse por causa dos impactos das áreas de deposições ilegais (a qual ocorre rotineiramente) nas cidades e seus arredores. Esse assunto tem sido extensamente debatido e tem estimulado interesse em soluções ambientalmente sustentáveis (Melo et al, 2011). Alguns estudos endereçados aos benefícios econômicos da reciclagem de RCD podem ser achados na literatura (Duran et al, 2006 apud Melo et al, 2011).

A resolução 307 do CONAMA (2002) identifica as responsabilidades no processo de geração, manejo, transporte e disposição final, objetivando a não geração de resíduos, e fomentando a reciclagem e a reutilização, para isso propõe alguns critérios:

a) resíduos de Classe A deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados áreas de aterro de resíduos de construção civil, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura;

b) resíduos de Classe B deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir sua reutilização ou reciclagem futura;

c) resíduos de Classe C e Classe D deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas do produto.

Segundo o Guia Profissional Para uma Gestão Correta dos Resíduos da Construção (CREA, 2005) a gestão do canteiro de obras influencia na minimização dos resíduos e para um tratamento racionalizado, tomando como base três aspectos maiores:

- Limpeza do canteiro;
- Segregação dos resíduos;
- Garantia do controle sobre o destino final;

Princípios os quais podem ser obtidos através de um conjunto de iniciativas básicas que podem ser adotadas no canteiro, sendo as principais ações:

- Organização do canteiro, dos espaços de trabalho, dos estoques de matérias e locais para resíduos, criando rotinas de resgate e redistribuição dos materiais eventualmente não utilizados (aparas);
- Adoção de dispositivos adequados para o acondicionamento e movimentação dos materiais, para se evitar desperdícios e viabilizar o reaproveitamento que possam ser reutilizadas;
- Manutenção de um patamar de limpeza no canteiro de obras que possibilite alcançar um nível superior de produtividade no trabalho;
- Adoção de medidas e rotinas de trabalhos que permitam, sempre que possível, além da reutilização dos materiais, a reciclagem dos resíduos no próprio canteiro;
- Procedimentos de desmontagem seletiva em obras com demolição, de forma a possibilitar o reaproveitamento de componentes;

- Planejamento cuidadoso dos locais para segregação dos resíduos na obra, agrupando-os por tipo, segundo a classificação da Resolução 307 do CONAMA, visando à redução dos custos de sua destinação final.
- Adições de condições contratuais com empreiteiros e fornecedores que formalizem os compromissos de cumprimento de suas responsabilidades ambientais (limpeza da obra após a tarefa, aceitação do retorno de resíduos e embalagens, dentre outras);
- Escolha criteriosa do transportador e do receptor de resíduos, entre agentes legalmente licenciados, para que seja garantida a destinação dos resíduos em conformidade com a legislação;
- Exigência do uso do CTR – Controle de Transporte de Resíduos<sup>1</sup> - pelos transportadores e retorno desse documento à obra, como comprovante do destino correto dos materiais, compondo, com outros documentos, a Caderneta de Controle de Obra;

Com o tema sobre sustentabilidade como objeto central de discussões, a reciclagem tem se mostrado uma alternativa recorrente ao assunto, os quais pesquisas e desenvolvimentos têm inserido no mercado uma nova tendência que são os produtos reciclados, inclusive no campo da construção civil, sendo representada principalmente na forma de agregados na composição de blocos, tubos e lajotas de concreto, com qualidade similar aos correspondentes.

Objetivando definir as tecnologias que serão empregadas e as estratégias de implantação do projeto na implantação de um programa por parte da prefeitura municipal, um bom diagnóstico deve ser realizado para identificar as principais problemáticas e interações das partes responsáveis da geração resíduos, além de estudar a viabilidade econômica do empreendimento e seus possíveis benefícios à sociedade (Mattos, 2011).

A prefeitura ainda pode fomentar o emprego dos materiais reciclados na construção civil, exigindo o emprego deste em programa populares e em obras de infraestrutura. Assim contribuindo para a redução dos gastos com limpeza pública, incentiva a destinação adequada dos resíduos, trazendo benefícios para sociedade e elevando a qualidade de vida da população.

## 5. METODOLOGIA

Para elaborar o diagnóstico do RCD do município de Guanambi, localizado no estado da Bahia, foi tomando como principais referências o manual publicado pela Caixa Econômica Federal com apoio do Ministério das Cidades e o Ministério do Meio Ambiente, *Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil*, este que se baseia, também, na Resolução 307 do CONAMA de 2002.

O diagnóstico é etapa imprescindível para identificar o nível de comprometimento de cada parte envolvida na geração, armazenamento, transporte, e disposição final do RCD com o meio ambiente e as leis existentes, assim identificando os impactos causados e suas possíveis correções e prevenções.

Esse estudo parte de uma revisão bibliográfica na literatura existente, objetivando a coleta de informações sobre RCD, para que os dados que serão compilados apresentem maior respaldo científico. Sendo necessário o conhecimento do objeto que será estudado, a fim de conhecer sua natureza, características físicas e químicas, agressividade, problemáticas em potencial, localização das áreas de deposição, leis vigentes que normatizam e delimitam o gerenciamento dos resíduos sólidos.

A caracterização do município é também relevante para entender sua dinâmica, tecnologias de construção, clima, relevo, quantidade de habitantes, para análise do potencial de geração de RCD.

### 5.1. INDICADORES BÁSICOS DO MUNICÍPIO

O levantamento dos dados referentes ao município é importante para o trabalho, pois é ferramenta na composição dos índices referenciais para determinar seu potencial de geração de RCD, os quais serão analisados através de levantamentos bibliográficos, índices estatísticos e mapas, seguindo a seguinte sequência:

- Estudo dos aspectos físicos (localização, relevo, hidrografia, vegetação);

- Estudo dos aspectos populacionais;
- Estudo dos aspectos econômicos;

## 5.2. GERAÇÃO DE RCD

A metodologia será composta analisando o setor econômico e seu desenvolvimento ao longo dos anos, para determinar indicadores de geração de RCD, utilizando a análise estatística para compilação dos índices e dados dos últimos cinco anos (2009 a 2013).

Para determinar o quantitativo de RCD serão utilizados os métodos propostos por Pinto & Gonzáles (2005), sendo eles: cálculo da geração de resíduos através do método de áreas licenciadas nos últimos cinco anos; cálculo da movimentação de resíduos das principais empresas coletoras; e o cálculo das áreas de descarte de RCD no município.

Posteriormente a coleta e análise dos dados, serão estimadas a quantidade geradora de RCD per capita.

## 5.3. CÁLCULO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS ATRAVÉS DE ÁREAS LICENCIADAS

O quantitativo da geração de RCD em massa e volume do município será quantificado através do parâmetro das áreas licenciadas pela prefeitura, segundo o procedimento a seguir:

- Levantamento do total de áreas licenciadas (aprovadas) no município nos últimos cinco anos (2005 a 2009), através do formulário do Alvará de Licença;
- Cálculo da massa total produzida diariamente através da relação entre áreas totais licenciadas no município e uma taxa de geração de RCD (massa/área) estimada empiricamente, oriunda da composição dos RCD.

## 5.4. CÁLCULO DO MOVIMENTO DE CARGAS DAS EMPRESAS COLETORAS



A seleção dos principais coletores do município influencia em uma amostra mais representativa e homogênea na hora da caracterização e composição dos índices para fins de cálculo, identificando assim sua origem, sendo ela de novas construções, reformas e demolições. O quantitativo é levantado através do veículo utilizado no transporte das cargas, podendo o transportador ser uma empresa privada, pessoa física ou poder público.

A caracterização do resíduo é analisada através da pesquisa com as empresas e observação nos locais de depósito das empresas, nos quais são estimado os seguintes itens para compor o indicador:

- Avaliação percentual da origem dos RCD no município de Guanambi.
- Cálculo do volume de RCD pelo movimento de cargas das empresas coletoras.

#### 5.5. ESTIMATIVA DA QUANTIDADE TOTAL DE RCD GERADA NO MUNICÍPIO

O método trás consigo algumas considerações para que alguns dados não sejam computados em duplicidade, podendo gerar dados não precisos na estimativa da geração de RCD. Considera-se que a estimativa através do transporte das cargas de RCD geradas, representem em sua maioria as obras de reformas e demolições, visto que, esse tipo de empreendimento não buscam autorizações dos órgãos competentes para aprovação das modificações. Se fazendo necessária a exclusão das construções novas do item 5.4.

Contudo a estimativa é realizada com a somatória dos resíduos gerados nas construções novas, reformas e demolições, que são representadas pelas áreas licenciada pela prefeitura, pelas informações adquiridas das empresas coletoras em relação aos quantitativos de geração de RCD através de reforma e demolições.

#### 5.6. ÁREAS DE DESCARTE DE RCD

As áreas de descartes de RCD serão identificadas seguindo as seguintes etapas:

- Áreas cadastradas para deposição do RCD autorizadas pela prefeitura municipal, com base nos dados informados pelo arquiteto da Secretaria de Infra-estrutura Michel Fernandes;
- Levantamento fotográfico e mapeamento das áreas irregulares de deposição de RCD, *in loco*;

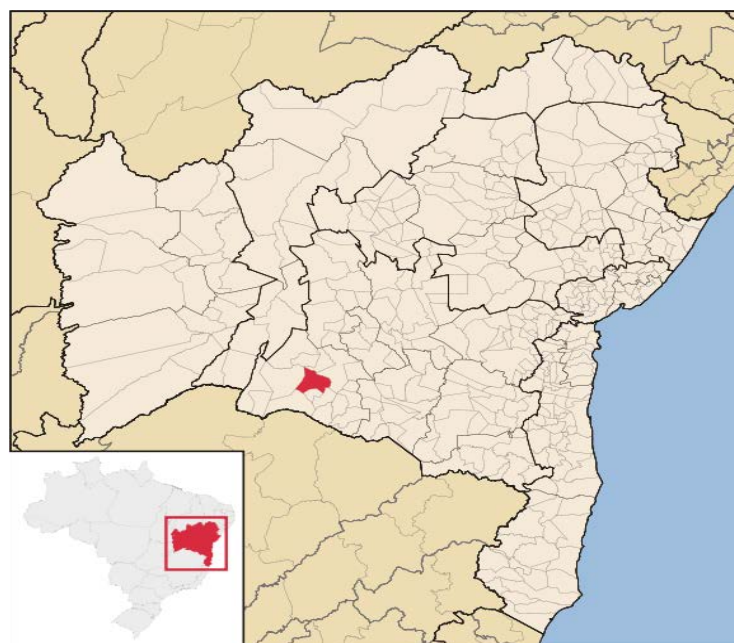
## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta parte do trabalho serão apresentados os dados coletados, junto com o diagnóstico, segundo metodologia proposta, do município, introduzindo uma proposta de implantação de uma Gestão Integrada dos Resíduos de Construção e Demolição do município de Guanambi, no estado da Bahia.

### 6.1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE GUANAMBI

O município de Guanambi encontra-se no sudoeste baiano, distante 796 km de Salvador, sendo seus municípios limítrofes Caetité, a leste; Riacho de Santana, ao norte; Palmas de Monte Alto, a oeste; e Urandi e Pindaí, ao sul. Apresentando as coordenadas geográficas a latitude sul de 14°13'22" e a longitude oeste de 42°46'51". O relevo do município é pouco acidentado, mais parecendo uma planície, cercada por desníveis considerados isolados, entre os quais a Serra do Espinhaço, no limite com Caetité. Com uma população estimada em 2013, pelo IBGE, de 84.645 habitantes, sendo que em dia de forte comércio a população fluente chega a 110.000 pessoas das regiões próximas a cidade.

Segue abaixo a localização do município no estado da Bahia:



**Figura 4 – Localização do município de Guanambi no estado da Bahia**

Fonte: Wikipédia, acesso 13/11/2013



## 6.2. GERAÇÃO DE RCD NO MUNICÍPIO

O sudoeste baiano, localizado na bacia média do rio São Francisco, a qual localiza-se o município em estudo, encontra-se em ascensão econômica com investimentos de infraestrutura e energia, tais como a construção da ferrovia Leste-Oeste, iniciando em Ilhéus na Bahia, passando por Guanambi e terminando na cidade de Figueirópolis no estado do Tocantins, favorecendo o escoamento da produção agrícola e industrial do país, como também a implantação do Complexo Eólico de Guanambi, contando com 14 parques, onde serão instaladas 184 aerogeradores, tornando-se um dos maiores geradores de energia renovável da América Latina.

Acompanhando esse desenvolvimento econômico, a construção de novas obras é predominante na cidade, subsequente a este desenvolvimento e crescimento no número de construção, o aumento significativo dos resíduos de construção e demolição gerados.

## 6.3. CÁLCULO DA GERAÇÃO DE RCD PELOS PARÂMETROS DE ÁREAS LICENCIADAS

As informações descritivas sobre as edificações podem ser encontradas nos formulários de Alvará de Licença para construção, demolição e inclusão. Que contém dados referentes à finalidade do documento, área de construção, demolição e inclusão; tipologia da edificação industrial, comercial, residencial e institucional; A tabela 1 exibe as áreas licenciadas para construção por diferentes tipologias ao longo do período de 2005 a 2009.

**Tabela 1 - Processo de construção no município de Guanambi – BA**

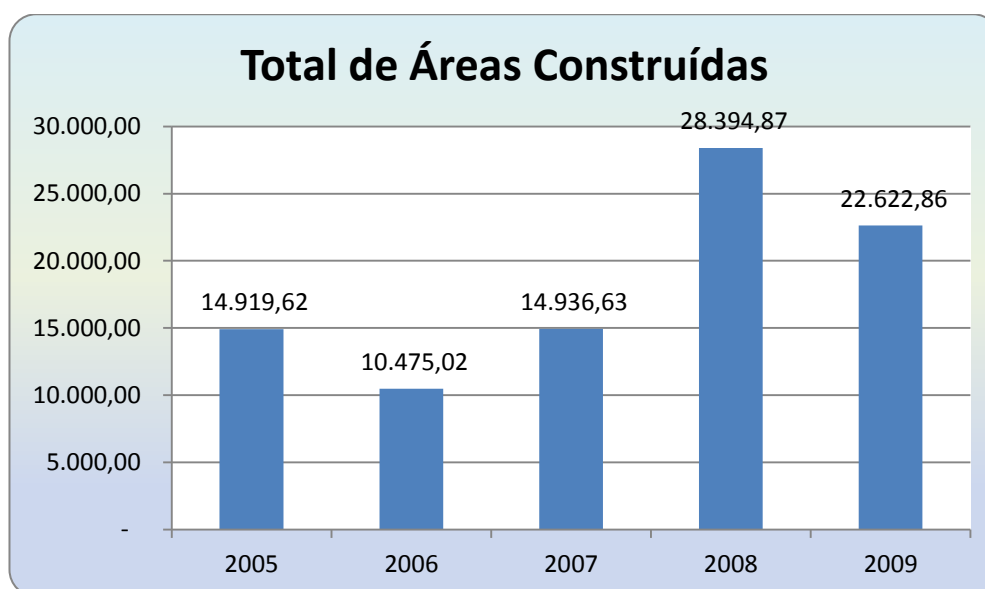
	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Comercial</b>	11.148,74	7.696,81	9.718,07	13.550,86	14.972,40
<b>Institucional</b>	0,00	82,00	0,00	2.261,96	402,04
<b>Residencial</b>	3.770,88	2.696,21	5.218,56	12.582,05	7.248,42
<b>TOTAL</b>	14.919,62	10.475,02	14.936,63	28.394,87	22.622,86

Para composição dos resultados da tabela 2, foram utilizados valores referenciados, neste caso o fator de geração de RCD de Pinto (1999), sendo considerado no valor de 150kg/m<sup>2</sup>. Valor adotado majoritariamente nos trabalhos referentes à RCD, inclusive pelo I&T e o Governo Federal segundo manual desenvolvido por Pinto e Gonzáles (2005).

**Tabela 2 - Resumo dos processos de construção em Guanambi - BA**

	<b>Unidades</b>	<b>Soma no Período</b>	<b>Média anual</b>
<b>Comercial</b>	101,00	57.086,88	11.417,38
<b>Institucional</b>	5,00	2.746,00	549,20
<b>Residencial</b>	190,00	31.516,12	6.303,22
<b>TOTAL</b>	296,00	91.349,00	18.269,80

fonte: secretaria de infraestrutura de Guanambi - BA



**Figura 6 – Gráfico: Resumo do processo de construção no município de Guanambi-BA**

Fonte: Secretaria de Infraestrutura de Guanambi

Fica demonstrado na tabela 3 o resumo da geração das informações da geração de RCD por áreas licenciadas:

**Tabela 3 - Estimativa da geração de RCD por área licenciadas em Guanambi a partir da taxa de PINTO (1999)**

	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Áreas Licenciadas (m<sup>2</sup>)</b>	14.919,62	10.475,02	14.936,63	28.394,87	22.622,86
<b>Taxa de Geração (kg/m<sup>2</sup>)*</b>	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
<b>Geração de RCD (t/ano)</b>	2.237,94	1.571,25	2.240,49	4.259,23	3.393,43
<b>Geração de RCD (t/mês)</b>	186,50	130,94	186,71	354,94	282,79
<b>Geração de RCD (t/dia)**</b>	7,17	5,04	7,18	13,65	10,88

\*taxa adotada por PINTO (1999)

\*\*Mês com 26 dias

O período analisado apresenta, portanto, uma média de 8,78 t/dia, conforme Tabela 4.

**Tabela 4 - Resumo de estimativa da geração de RCD por áreas licenciadas em Guanambi – BA**

Período Analisado (anos)	Nº de anos	Área total aprovada (m <sup>2</sup> )	Média anual (m <sup>2</sup> )	Total de resíduos (t/ano)	Indicador dos resíduos em Novas Edificações (t/dia)
A	B	C	D=C/B	E=D*0,150	F=E/(12*26)
2005 - 2009	5,00	91349,00	18269,80	2740,47	8,78

#### 6.4. CÁLCULO DO VOLUME DE RCD POR MOVIMENTO DAS EMPRESAS COLETORAS

O município de Guanambi apresenta como as principais empresas coletoras de RCD atuando entre 8 a 2 anos no mercado, tendo como principal fonte de armazenamento do RCD caçambas de 5,00 m<sup>3</sup>, e caminhões poliguindaste para transporte das caçambas, ficando estacionadas por um período entre 4 e 6 dias. Como a cidade não apresenta Área de Transbordo e Triagem (ATT), os RCD são

descartados em áreas ilegais e utilizados como aterro de terrenos em baixadas, muitas vezes de maneira desforme às normas vigentes.

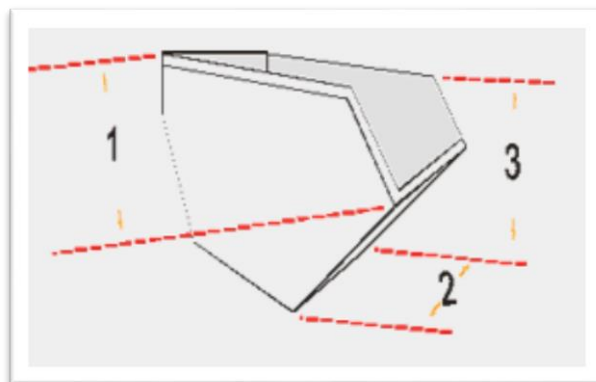


Figura 7 – Dimensões da caçamba de 5m<sup>3</sup>

Capacidade: 5m<sup>3</sup>  
 Comprimento: 3,40 mts. ( 1 )  
 Largura: 1,70 mts. ( 2 )  
 Altura: 1,26 mts. ( 3 )

A coleta dos dados para confecção das estimativas foram através de entrevistas com os proprietários das empresas, os quais forneceram valores médios mensais, para quantitativo do indicador, conforme Tabela 5.

**Tabela 5 - Estimativa do volume transportado no município de Guanambi – BA**

Empresas	AGOSTO		SETEMBRO		OUTUBRO	
	Nº de viagens	Volume Transportado (m <sup>3</sup> )	Nº de viagens	Volume Transportado (m <sup>3</sup> )	Nº de viagens	Volume Transportado (m <sup>3</sup> )
Coleta						
Entulho	14,00	70,00	17,00	85,00	19,00	95,00
Disk Entulho	23,00	115,00	28,00	140,00	22,00	110,00
Papa Entulho	30,00	150,00	24,00	120,00	32,00	160,00

Segue a seguir na Tabela 6, o resumo quantitativo das viagens realizadas e os volumes totais dos RCD coletado e transportado pelas principais empresas da cidade.

**Tabela 6 - Volume estimado de RCD removido pelas empresas coletoras**

	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	MÉDIA
Nº de viagens	67,00	69,00	73,00	69,00
Volume Transportado (m <sup>3</sup> /mês)	335,00	345,00	365,00	345,00



Segundo a metodologia proposta por Pinto e Gonzáles (2005), a média do volume de reformas e demolições é a média entre os dados de coleta e descartado, entretanto o município não apresenta ponto de coleta de RCD, sendo descartado em áreas irregulares e também muito utilizado em aterros de terrenos. Devido esse motivo adotaremos o RCD coletado pelas empresas como base de cálculo dos resíduos de reformas e demolições, que para estimar a quantidade de RCD geradas segue o seguinte procedimento:

$$V_{\text{médio}}/26 = V_{\text{total}} [\text{m}^3 / \text{dia}]; \quad (3)$$

Sendo:

$V_{\text{médio}}$  – Volume de RCD transportado;

26 – Número de dias no mês;

Assim, tem-se:

$$V_{\text{total}} = 345/26 = 13,27 \text{ m}^3/\text{dia};$$

Para cálculo da massa de RCD transportado no município, utilizaremos como densidade aparente o valor publicado por Filho *et al* (2006) quantificado em 1235,00 kg/m<sup>3</sup>, também caracterizado como, 1,235 t/m<sup>3</sup>. Obtendo, portanto, a geração diária de resíduos como segue a equação 7:

$$\mathbf{M = V_{\text{total}} \times \rho \text{ [t/dia]}} \quad (7)$$

Sendo:

$V_{\text{total}}$  – Volume diário (m<sup>3</sup>/dia)

$\rho$  – Densidade aparente (t/m<sup>3</sup>)

Assim, tem-se:

$$13,27 \times 1,235 = \mathbf{16,39 \text{ t/dia}}$$

A Tabela 7 exprime o resumo dos resultados conforme proposto pelo manual de Pinto & Gonzáles (2005):

**Tabela 7 - Estimativa da quantidade de resíduos gerada em reformas, ampliações e demolições.**

Nº de viagens mensais	Massa total transportada (t/mês)	Viagens em reformas, ampliações e demolições (%)	Indicador dos resíduos em reformas, ampliações e demolições (t/dia)
A	B	C	$D = (B*C)/26$
69,00	345,00	46,43	6,16

Como os resíduos de novas construções também são recolhidos pelas empresas coletoras e transportadoras, totalizando um montante de 8,78 t/dia e considerando a coleta 16,39 t/dia, o resíduo faltante que é de 7,61 t/dia, que é considerada de reformas e demolições, correspondente a 46,43% dos RCD coletados.

#### 6.5. ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE RCD GERADA NO MUNICÍPIO

Para estimar a quantidade total de RCD gerado no município, os indicadores anteriormente desenvolvidos compõem os cálculos e assim evitando que o mesmo resíduo seja incluído novamente no processo, evitando uma sobreposição de valores, propostas na metodologia de Pinto & Gonzáles (2005).

Desta forma a Tabela 8 exibe a estimativa final do quantitativo de resíduos de construção e demolição geradas no município de Gunambi, sendo o resultado final expresso em massa anual de RCD per capita.

**Tabela 8 - Estimativa total de RCD gerado no município**

Indicador dos resíduos em novas edificações (t/dia)	Indicador dos resíduos em reformas, ampliações e demolições (t/dia)	Estimativa da geração de RCD (t/dia)	População atual (mil hab.)*	Taxa de geração (t/hab. Ano)
A	B	$D = A+B$	E	$F = (D*26*12)/E$
8,78	6,16	14,94	77,966	59,79

fonte: IBGE

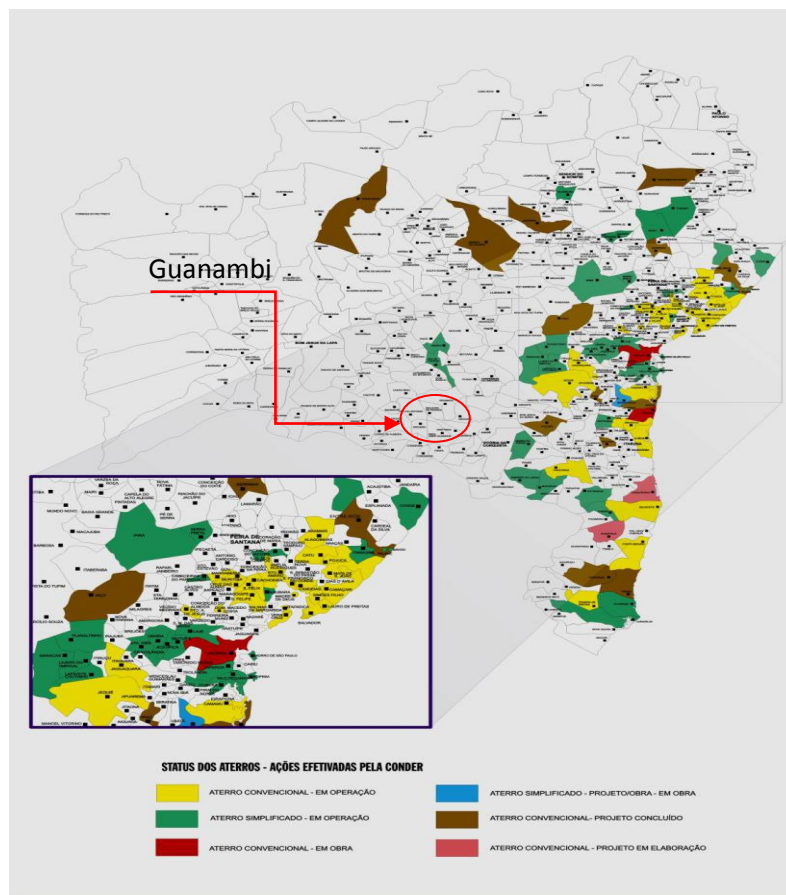
## 6.6. CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE DESCARTE DE RCD

A cidade de Guanambi localizada no sudoeste baiano busca seu desenvolvimento perante as questões de gestão de resíduos sólidos, entretanto essa preocupação é recente, tendo aprovado o Plano Municipal Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em 2013.

A situação em que se encontra o município é de uma tentativa de reaproveitamento dos RCD como aterro de terrenos onde há acúmulo d'água no período de chuvas, para loteamentos e como forma de regularização do terreno, entretanto não são realizadas com RCD previamente selecionado ou beneficiado para correta utilização dos mesmos.

A Bahia em relação aos aterros e gestão com os resíduos fica a desejar na quantidade de municípios que manejam com uma área própria para descarte, como demonstrada pela figura 8 a seguir:

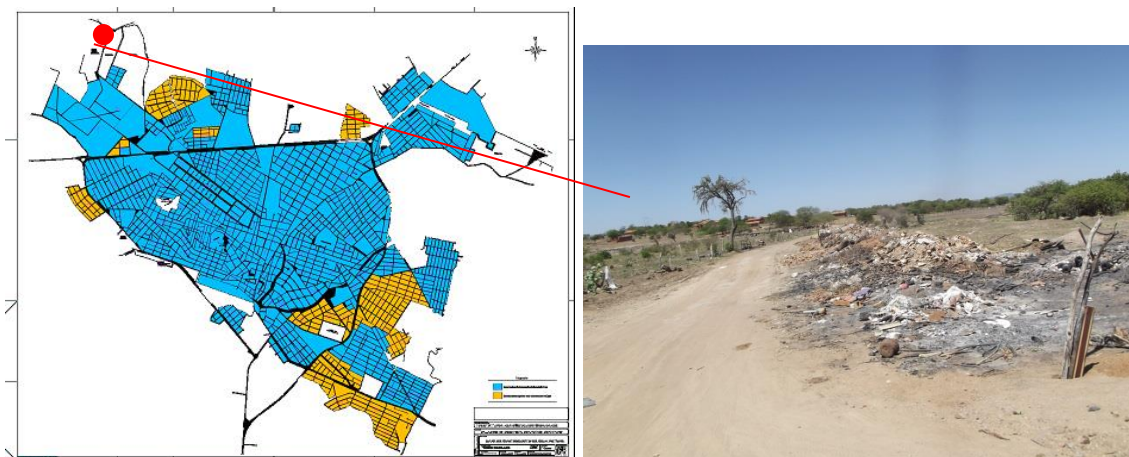
Figura 8 – Panorama da disposição dos aterros no estado da Bahia



Fonte: Conder

É notória a quantidade de RCD visto nas zonas periféricas da cidade e ao longo de vias expressas depositadas de maneira irregular, causando impactos socioambientais e a saúde pública, como atração de vetores de doenças, animais peçonhentos, causando assoreamento da rede pluvial do município, como demonstrada na relação a seguir:

Figura 9 – Deposição irregular no acesso ao lixão, na Estrada da Matina



Fonte: Autor

Figura 10 – Deposição irregular de RCD na Av. Gov. Nilo Coelho

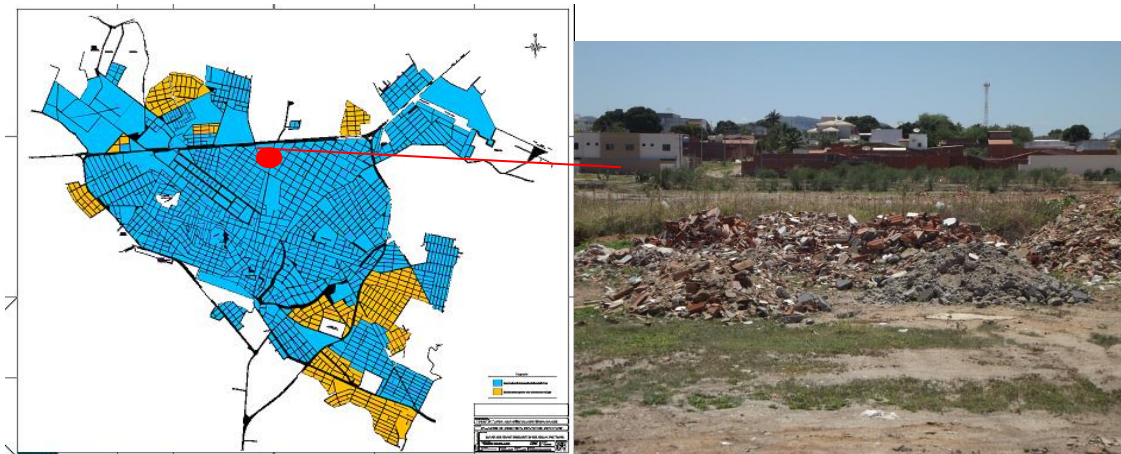


Fonte: Autor

As regiões demonstradas encontra no vetor de crescimento industrial da cidade, de maneira a deposição irregular da figura 10, há acúmulo de RCD para reaproveitamento como aterro compactado, entrtanto não houve triagem ou beneficiamento do resíduo, contendo materiais imprópreis para utilização em aterro.

Nas fotos a seguir, verifica-se deposição irregular próximos a bairros residenciais com alta taxa de construção, localizando-se nas regiões periféricas da cidade entretanto com alto potencial de crescimento residencial.

Figura 11 – Deposição irregular de RCD em área de Várzea na Av. Sem. Nilo Coelho



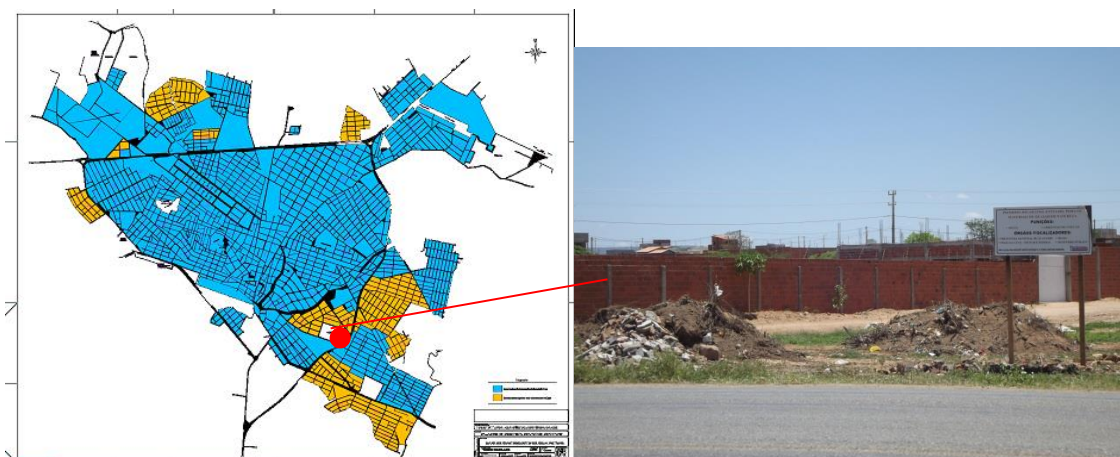
Fonte: Autor

Figura 12 – Deposição irregular de RCD em área de várzea atrás da Rodoviária



Fonte: Autor

Figura 13 – Deposição irregular de RCD no bairro Brasília



Fonte: Autor

Figura 14 – Deposição Irregular de RCD na Av. Pref. José Neves Teixeira



Fonte: Autor

A grande quantidade de resíduos depositados irregularmente, sem fiscalização e limpeza dos órgãos competentes, sendo que na figura 13 apresenta uma placa com as punições caso seja pego o flagrante de deposição irregular e ao lado uma quantidade significativa de resíduos.

Mas os RCD não são exclusividade apenas das regiões periféricas, alguns bairros centrais é facilmente encontrado alguns terrenos baldios com menores quantidades de resíduos.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cidade de Guanambi está reunindo forças para reverter o quadro atual em relação aos resíduos sólidos, confeccionando convênio com municípios vizinhos para construção de aterro sanitário licenciado. E também sonda algumas empresas para confecção do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil.

Identificado os principais agentes geradores, e sua localidade, propõem-se pontos de coleta voluntária onde se concentra pequenos geradores, para diminuir a distância aos locais apropriados para disposição e manejo, e exigir projetos que contemplem a implantação da obra e prévia separação dos resíduos de acordo com sua classificação, segundo Resolução N°307/02 do CONAMA, assim como a criação de uma central de transbordo e triagem, para beneficiamento do RCD e posterior utilização, exigindo das construtoras que as transportadoras destinem de forma correta o resíduo gerado.

A criação de folders orientadores e manuais para nortear as construtoras, pequenos construtores e as empresas coletoras, como também a conscientização da população perante aos danos causados pelos resíduos sólidos à saúde do município.

## 8. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

DE MELO, A.B; GONÇALVES, A.F; MARTINS, I.M. **Construction and demolition waste generation and management**. Resources, Conservation and Recycling 55 (2011) 1252-1264.

FONTES, M.T.M. **A gestão dos resíduos sólidos da construção civil na cidade de Salvador e a implementação da Resolução CONAMA N°307/2002**. Salvador, 2008. 176p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia.

GUANAMBI. **Plano Municipal Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. 2013 – 64p.

I&T, INFORMAÇÕES E TÉCNICAS. **Textos técnicos**. Disponível em: <http://www.ietsp.com.br/>>. Acesso em: 05 nov. 2011.

MATTOS, T. L. **Diagnóstico dos Resíduos de Construção e Demolição para Elaboração e Implantação da Gestão Integrada dos RCD no município de Guaratinguetá – SP**. 2011. 67 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011

NUNES, K.R.A; MAHLER, C.F; VALLE, R.A. **Reverse logistics in the Brazilian construction industry**. Journal of Environmental Management 90 (2009) 3717-3720

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

PINTO, T.P; GONZÁLEZ, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Manual de orientação: Como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Vol. 01. Brasília - DF: Caixa, 2005. 177p.

Resolução CONAMA 307. Dispõe sobre gestão dos resíduos da construção civil. Resolução CONAMA n. 307. Brasília, 2002.



SINDUSCON-MG; SENAI-MG. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil**. 3°. Ed. Rev. e Aum. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2008. 72p. Disponível em: < <http://www.sinduscon-mg.org.br/site/arquivos/up/comunicacao/GerenciamentoResiduos3Edicao.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2013

ULSEN, C; KAHN, H; HAWLITSCHKEK, G; MASINI, E.A; ANGULO, S.C. **Separability studies of construction and demolition waste recycled sand**. Waste Management 33 (2013) 656-662

YUAN, H; CHINI, A.R; LU, Y; SHEN, L. **A dynamic model for assessing the effects of management strategies on the reduction of construction and demolition waste**. Waste Management 32 (2012) 521-531.