



**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO  
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**NOEMI CALDAS BAHIA FALCÃO**

**DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DOS RESÍDUOS  
DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE OLINDA**

Recife, PE  
Outubro, 2011



**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO  
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**NOEMI CALDAS BAHIA FALCÃO**

**DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DOS RESÍDUOS  
DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE OLINDA**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Stela Fucale Sukar

Co-orientador: Prof. Dr. Alexandre Duarte Gusmão

Recife, PE

Outubro, 2011.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Universidade de Pernambuco – Recife

F178d Falcão, Noemi Caldas Bahia  
Diagnóstico da situação atual dos resíduos da construção civil no município de Olinda/ Noemi Caldas Bahia Falcão. – Recife: UPE, Escola Politécnica, 2011.  
127 f.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Stela Fucale Sukar  
Co-Orientador: Pr<sup>o</sup>. Dr. Alexandre Duarte Gusmão  
Dissertação (Mestrado – Construção Civil) Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2011.

1. Resíduo da Construção Civil 2. Sistema de Gestão 3. Geração de RCC em Olinda I. Construção Civil - Dissertação II. Sukar, Stela Fucale (orient.) III. Gusmão, Alexandre Duarte (Co-orient.) IV. Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Mestrado em Construção Civil. IV. Título.

CDU 624.01

NOEMI CALDAS BAHIA FALCÃO

**DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DOS RESÍDUOS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE OLINDA**

**BANCA EXAMINADORA:**

**Orientador:**



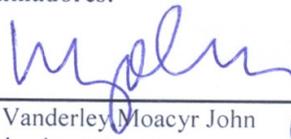
Prof.<sup>a</sup> Stela Fucale Sukar  
Orientadora  
Universidade de Pernambuco

**Co-orientador**

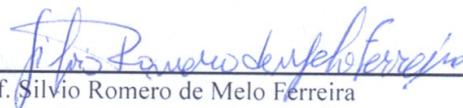


Prof. Alexandre Duarte Gusmão  
Co-orientador  
Universidade de Pernambuco

**Examinadores:**



Prof. Vanderley Moacyr John  
Examinador externo  
Universidade de São Paulo



Prof. Silvio Romero de Melo Ferreira  
Examinador externo  
Universidade Federal de Pernambuco e  
Universidade Católica de Pernambuco



Prof. Kaliny Patrícia Vaz Lafayette  
Examinador interno  
Universidade de Pernambuco

Recife, PE  
Outubro, 2011

“Por mais longa que seja a  
caminhada o mais importante é dar o  
primeiro passo.”

(Vinícius de Moraes)

## AGRADECIMENTOS

A Deus pai todo poderoso que me mostra a cada momento o caminho correto a trilhar.

Aos meus pais, Cleber e Myriam, pela dedicação, carinho e amor e por todo o esforço dedicado à minha educação e por sempre acreditarem em mim.

Ao meu marido Helder Falcão pelo apoio incondicional e paciência durante o mestrado.

Aos meus filhos Ana Carolina e Helder Filho a quem dedico todo este trabalho, razão de todas as minhas conquistas, pela força e por existirem na minha vida.

Aos meus irmãos Guilherme e Cleber Jr., por sempre me apoiarem e admirarem.

Aos meus amigos mais próximos pelo incentivo e orientação na produção deste trabalho.

Aos alunos de Iniciação Científica que estiveram comigo em alguma fase deste trabalho apoiando e colaborando na realização desta dissertação.

À minha querida orientadora, Professora Stela Fucale, por sua orientação, de fundamental importância para a realização deste trabalho, pelo seu apoio, serenidade, acolhimento, força, amizade e confiança acreditando sempre no meu trabalho.

Ao Professor Alexandre Gusmão, pela sua co-orientação, pelas inúmeras contribuições, paciência e apoio durante toda a pesquisa.

Aos demais Professores do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da UPE.

À secretária do PEC, Lúcia Rosani, pelo carinho, atenção, paciência e incentivo durante a realização deste mestrado.

Aos colegas de mestrado, pelos ensinamentos, companheirismo, estímulo e apoio mútuo durante estes 2 anos de convivência.

Ao Secretário Executivo, da Secretaria de Serviços Públicos de Olinda, Dr. Vassil Vieira, pelo apoio, confiança e fornecimento de dados importantes para elaboração desta dissertação.

Ao Departamento de Limpeza Urbana pelo apoio recebido para enriquecimento das informações necessárias à realização deste trabalho.

Ao PEC/POLI/UPE pela oportunidade de continuar meus estudos, promovendo o Mestrado de Construção Civil de excelente qualidade.

E a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

As atividades desenvolvidas pela construção civil tem importante papel no processo de crescimento das sociedades. Em paralelo, estas atividades produzem também efeitos nocivos ao meio ambiente, com grande geração e má deposição de resíduos da construção civil (RCC), contribuindo para o surgimento de vetores causadores de doenças, entre outros problemas. Esta pesquisa tem como objetivo apresentar um diagnóstico da situação atual dos RCC no município de Olinda, Pernambuco. Situada na região metropolitana do Recife e com uma população de 391.433 habitantes, a cidade ainda não possui um sistema de gerenciamento dos RCC como preconiza a Resolução 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2002). A metodologia constitui em revisão da literatura e legislação do tema em estudo, levantamento das características socioeconômicas e de dados de geração de RCC do referido município, bem como da quantidade de áreas construídas licenciadas no período de 2006 a 2009, caracterização dos resíduos e mapeamento dos pontos de deposição regular e irregulares. Avalia-se a dimensão do problema e as alternativas de solução para auxiliar numa proposta futura de gestão integrada dos RCC por parte das administrações municipais. Os resultados indicaram uma estimativa de geração de RCC para o município de 221,35 ton/dia, ou seja 208,05 kg/hab/ano, um mapeamento de 55 pontos de deposição irregulares, observando a inexistência de legislação específica sobre o assunto e a falta de dados gerenciais de forma sistematizada. Os ensaios realizados nas amostras de RCC de pontos irregulares mostram que mais de 90% desse material poderia ser reciclados e nos canteiros de obras esse número é maior que 84%. Com o diagnóstico apresentado espera-se estimular a gestão pública a tomar medidas capazes de evitar a disposição inadequada dos resíduos, reduzindo, assim, os impactos ambientais gerados pela disposição inadequada de tais resíduos, estimulando a prática dos 4R's e contribuindo para resolver um dos grandes problemas urbanos, que é a destinação dos RCC.

Palavras-chave: Construção Civil. Resíduos da Construção Civil. Sistema de Gestão.

## **ABSTRACT**

The construction activities has an important role in the growth of societies. In parallel, these activities also produce harmful effects to the environment, with great evil generation and a disposal civil construction waste (CCW), contributing to the emergence of vectors of disease, among other problems. This research aims to present a diagnosis of CCW in the current situation of the municipality of Olinda. Located in the metropolitan area of Recife, with a population of 391,433 inhabitants, the city does not have a management system as recommended by the CCW Resolution 307 of the National Environment Council (CONAMA, 2002). The methodology is under review of the literature and legislation of the subject under study, the socioeconomic characteristics of survey data and generation of the CCW that municipality as well as the amount of built-up areas licensed for the period 2006 to 2009, waste characterization and mapping of points of regular and irregular deposition. It is estimated the size of the problem and alternative solutions to assist in a future proposal for the integrated management of CCW by the municipal administrations. The results indicated an estimated generation of CCW for the municipality of 221,35 tons / day, ie 208,05 kg / inhabitant / year, 55 points a mapping irregular deposition, noting the absence of specific legislation on the subject and lack of data management in a systematic manner. Tests conducted on samples of CCW rough spots show that over 90% of this material could be recycled and at construction sites that number is greater than 84%. With the diagnosis made is expected to stimulate the public administration to take measures to prevent the improper disposal of waste, thereby reducing the environmental impacts caused by improper disposal of such waste, encouraging the practice of 4R and helping to address one of the great urban problems, which is the destination of the CCW.

**Key-Words:** Construction. Construction Waste. Management System CCW.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Resumo dos Problemas e Desafios da Agenda 21 para Construção Sustentável.	27
Tabela 02 – Participação dos RCC nos RSU em diversas localidades.....	30
Tabela 03 – Geração de RCC em algumas cidades.....	31
Tabela 04 – Índice médio de perda dos materiais de construção (em %)......	34
Tabela 05 – Composição do RCC de algumas cidades brasileiras, em porcentagem.....	34
Tabela 06 – Composição de RCC com resultado de vários autores.....	35
Tabela 07 – Prazos de Adequação dos Agentes Envolvidos.....	39
Tabela 08 – Relação entre o potencial de reciclagem e correta forma de disposição.....	40
Tabela 09 – Indicadores da Sustentabilidade de Gestão Diferenciada.....	43
Tabela 10 – Cumprimentos dos prazos estabelecidos na Resolução CONAMA nº 307/02 pela cidade do Recife.....	48
Tabela 11 – Informações sobre os canteiros de obra.....	68
Tabela 12 – Empresas coletoras, destinação final e possíveis locais de depósitos irregulares	71
Tabela 13 – Áreas licenciadas para construção em Olinda.....	83
Tabela 14 – Peso das caçambas.....	84
Tabela 15 – Geração estimada de RCC por área licenciada para construção.....	85
Tabela 16 – Quantidade de Resíduos coletados por ano (ton).....	89
Tabela 17 – Valores pagos pela coleta e transporte dos resíduos (R\$).....	90
Tabela 18 – Materiais com maior percentual dos resíduos (%).....	94

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Políticas dos 4 R's.....	25
Figura 02 – Total de RCC coletados por Região e Brasil em 2010 e 2009.....	31
Figura 03 - Localização do município de Olinda.....	52
Figura 04 – Mapa do município de Olinda.....	52
Figura 05 – Litoral de Olinda 2004.....	53
Figura 06 – Produto interno Bruto.....	54
Figura 07 – Crescimento populacional de Olinda.....	55
Figura 08 – Resultado da pesquisa quanto às perguntas em relação ao PBQP.....	66
Figura 09 – Percentual de atuação da empresa coletora A de acordo com os tipos de serviços.....	72
Figura 10 – Percentual de atuação da empresa coletora B de acordo com os tipos de serviços.....	73
Figura 11 – Divisão das áreas de Olinda.....	87
Figura 12 - Valores médios dos resíduos volumosos coletados por ano (ton).....	89
Figura 13 – Pesagens recebidas no Aterro de Igarassu.....	91
Figura 14 – Composição gravimétrica do RCC em depósitos irregulares.....	93
Figura 15 – Composição gravimétrica da amostra 1.....	95
Figura 16 – Composição gravimétrica da amostra 2.....	95
Figura 17 – Composição gravimétrica da amostra 3.....	96
Figura 18 – Composição gravimétrica da amostra 4.....	96
Figura 19 – Composição gravimétrica da amostra 5.....	97
Figura 20 – Locação dos pontos de deposição clandestina.....	98

## LISTA DE FOTOS

Foto 01 – RCC ao longo da rua.....	36
Foto 02 – Deposição de RCC em terreno baldio.....	36
Foto 03 – RCC no muro de escola pública.....	36
Foto 04 – RCC depositado ao redor de praça.....	36
Foto 05 – Situação anterior à instalação do primeiro Ecoponto (SÃO CARLOS, 2008).....	45
Foto 06 – Primeiro Ecoponto na região do Botafogo.....	45
Foto 07 – Unidade de Recebimento “Saramenha” em Belo Horizonte.....	45
Foto 08 – Estação de Reciclagem “Estoril” em Belo Horizonte.....	45
Foto 09 – Unidade de beneficiamento de entulho (Petrolina).....	49
Foto 10 – Igreja da Sé.....	51
Foto 11 – Amostras de RCC coletadas de depósitos irregulares.....	60
Foto 12 – Tijolo.....	61
Foto 13 – Argamassa.....	61
Foto 14 – Concreto.....	62
Foto 15 – Separação tátil-visual da amostra.....	62
Foto 16 – Amostra 1.....	63
Foto 17 – Amostra 2.....	63
Foto 18 – Amostra 3.....	63
Foto 19 – Amostra 4.....	64
Foto 20 – Amostra 5.....	64
Foto 21 – Visão global da amostra após separação tátil visual.....	64
Foto 22 - – Expansão imobiliária na orla.....	65
Foto 23 - Obra em fase de conclusão, integrante do escopo deste trabalho, na orla.....	65
Foto 24 - Obra em fase de conclusão, integrante do escopo deste trabalho, em transversal à av. José Augusto Moreira.....	65

Foto 25 - Potencial construtivo da av. Beira Mar de Olinda.....	65
Foto 26 – Resíduos no canteiro de obra 01.....	69
Foto 27 – Resíduos no canteiro de obra 02.....	69
Foto 28 – Resíduos no canteiro de obra 03.....	70
Foto 29 – Resíduos no canteiro de obra 04.....	70
Foto 30 – Vista de frente do Aterro.....	74
Foto 31 – Drenagem vertical dos gases.....	75
Foto 32 – Trator de esteira espalhando e compactando os resíduos.....	75
Foto 33 – Presença de catadores de resíduos.....	75
Foto 34 – Vista geral do aterro.....	78
Foto 35 – Entrada do aterro.....	78
Foto 36 – Laboratório de análise.....	79
Foto 37 – Pesagem do veículo.....	80
Foto 38 – Movimentação dos resíduos.....	81
Foto 39 – Estação final da matéria-prima.....	83
Foto 40 – Depósito irregular próximo ao Hospital Tricentenário.....	97
Foto 41 – Depósito irregular da Cidade Tabajara.....	97
Foto 42 – Depósito irregular próximo a Avenida Chico Science.....	98

## **LISTA DE SIGLAS**

AMBITEC – Grupo de Pesquisa de Engenharia aplicada ao Meio Ambiente

ARO – Associação dos Recicladores de Olinda

ATEPE - Associação Tecnológica de Pernambuco

ATT - Área de Transbordo e Triagem

BDE - Base de Descarga de Entulho

CC – Construção Civil

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CPRH – Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos

CTR – Central de Tratamento de Resíduos

CTRS - Central de Tratamento de Resíduos Sólidos

DLU - Diretoria de Limpeza Urbana

GPS - Global Positioning System

GRS - Grupo de Resíduos Sólidos

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ISO - International Organization for Standardization

LIMPURB - Empresa de Limpeza Urbana de Salvador

NBR – Norma Brasileira

ONU – Organização das Nações Unidas

PAC - Programa de Aceleração do Crescimento

PB – Paraíba

PBQP-H - Programa Brasileiro de Qualidade do Habitat

PE – Pernambuco

PGRCC - Projetos de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil

PIB – Produto Interno Bruto

PIGRCC - Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

PMO – Prefeitura Municipal de Olinda

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

POLI - Escola Politécnica

PVC - Poli Cloreto de Vinila

RCC - Resíduo da Construção Civil

RCD - Resíduos da Construção e Demolição

RMR – Região Metropolitana do Recife

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SEPLAMA - Secretaria de Planejamento, Transporte e Meio Ambiente

TAC - Termo de Ajustamento de Conduta

TG – Taxa de geração

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

UPE – Universidade de Pernambuco

URPV - Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes

## SUMÁRIO

<b>Resumo.....</b>	vi
<b>Abstract.....</b>	vii
<b>Lista de Tabelas.....</b>	viii
<b>Lista de Figuras.....</b>	ix
<b>Lista de Fotos.....</b>	x
<b>Lista de Siglas.....</b>	xii
<b>Capítulo 1 - Introdução.....</b>	17
1.1 Considerações Gerais.....	17
1.2. Justificativa.....	19
1.3 Objetivos.....	20
1.3.1 Objetivo Geral.....	20
1.3.2 Objetivos Específicos.....	20
1.4 Metodologia.....	21
1.5 Estrutura da Dissertação.....	22
<b>Capítulo 2 - Fundamentação Teórica.....</b>	23
2.1 Desenvolvimento Sustentável e Construção Civil.....	23
2.2 Resíduos da Construção Civil.....	28
2.2.1 Introdução.....	28
2.2.2 Geração de RCC.....	29
2.2.3 Perdas Geradas pela Construção Civil.....	31
2.2.4 Composição dos Resíduos da Construção Civil.....	34
2.2.5 Impactos Ambientais, Sociais e Econômicos.....	35
2.2.6 Legislação e Normas.....	37
2.3 Gestão de RCC.....	41
2.3.1 Gestão Corretiva e Diferenciada.....	41
2.3.2 Gestão de RCC em Municípios Brasileiros.....	43
2.3.2.1 São Paulo.....	44
2.3.2.2 Belo Horizonte.....	45
2.3.2.3 Salvador.....	46

2.3.2.4 Recife.....	47
2.3.2.5 Petrolina.....	49
2.3.2.6 Olinda.....	50
2.4 Indicadores básicos do município de Olinda.....	50
<b>Capítulo 3 - Metodologia.....</b>	<b>56</b>
3.1 Pesquisa Documental.....	56
3.2 Entrevistas.....	56
3.3 Identificação e Localização de Depósitos Irregulares de RCC e Mapa da Cidade.....	58
3.4 Estimativa de geração dos RCC.....	59
3.5 Composição Gravimétrica dos RCC.....	60
3.5.1 Depósitos Irregulares.....	60
3.5.2 Canteiros de Obras.....	62
<b>Capítulo 4 – Apresentação e análise dos resultados.....</b>	<b>65</b>
4.1 Canteiro de Obra.....	65
4.2 Transporte.....	71
4.3 Destinação Final.....	73
4.3.1 Aterro de RSU de Aguazinha (Olinda).....	73
4.3.2 Central de Tratamento de Resíduos (Igarassu).....	77
4.3.3 Usina de Beneficiamento de RCC (Camaragibe).....	81
4.4 Estimativa de geração de RCC.....	83
4.4.1 Geração de RCC a partir de áreas licenciadas para novas construções.....	83
4.4.2 Geração de RCC a partir de coletas em pontos de deposição irregular.....	86
4.4.3 Geração de RCC a partir de empresas de transporte.....	92
4.5 Composição gravimétrica dos RCC.....	93
4.5.1 Deposição Irregular.....	93
4.5.2 Canteiros de Obra.....	94
4.6 Locação dos Pontos de Deposição Irregulares em Mapa da Cidade.....	97
<b>Capítulo 5 – Considerações e Sugestões.....</b>	<b>100</b>
<b>Referências.....</b>	<b>106</b>
<b>Apêndices.....</b>	<b>113</b>

Apêndice 01 – Limpeza Urbana .....	114
Apêndice 02 – Canteiro de Obra.....	115
Apêndice 03 – Empresas Coletoras e transportadoras.....	116
Apêndice 04 – Aterro de Aguazinha.....	118
Apêndice 05 - Empreiteiro autônomo.....	119
Apêndice 06 – CTR – PE.....	120
Apêndice 07 – Ciclo Ambiental.....	121
Apêndice 08 – Formulário para mapeamento dos pontos de deposição irregular.....	122
<b>Anexos.....</b>	<b>123</b>
Anexo 01 – Manifesto de Carga.....	124
Anexo 02 – Certificado da CTR – PE.....	125
Anexo 03 – Manifesto de carga da Ciclo Ambiental.....	126
Anexo 04 –Demonstrativo de pesagens recebidas nos aterros de Aguazinha e CTR–PE	127

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Historicamente, a humanidade desenvolveu a exploração contínua dos mais variados recursos naturais sem se preocupar com as ameaças dessa atividade aos ecossistemas. Há indícios que esse caminho leva rapidamente à catástrofe, tais como: problemas relacionados ao consumo energético, como o aquecimento global e a chuva ácida, problemas com a diminuição da camada de ozônio e deposição de resíduos tóxicos, e, ainda, problemas do meio ambiente, como desmatamento e desertificação.

O descontrolado crescimento da população mundial impulsiona o aumento da demanda por bens e serviços. É uma sociedade de consumo e com desperdícios como jamais acontecera na história.

A ação do homem sobre o meio ambiente urbano modificou totalmente as características naturais dos espaços físicos, o que resultou na degradação dos recursos naturais e na poluição do ar, da água e do solo, comprometendo a qualidade de vida presente e futura das cidades (MALHEIROS & ASSUNÇÃO, 2000).

A industrialização e a concentração da população em centros urbanos provocam, de forma descontrolada, a geração de grandes quantidades de resíduos seja na forma sólida, líquida ou gasosa. A construção civil, por exemplo, causa impactos ao meio ambiente em suas diversas fases: ocupação de terras, extração de matéria prima, transporte, processo construtivo, e principalmente a geração e disposição final de seus resíduos.

O desenvolvimento urbano sem critérios ambientais, a pressão do crescimento populacional e a dificuldade das cidades em suprirem a demanda por infraestrutura refletem uma situação caótica. A complexidade desses problemas requer ações dos gestores para buscar soluções permanentes e sustentáveis (MARQUES NETO, 2005).

Segundo Barkokébas Jr. et al.(2002), a problemática dos resíduos sólidos, vem tomando proporções alarmantes nos últimos anos, principalmente no que se refere

aqueles gerados nos grandes centros urbanos, onde os mesmos além de serem produzidos em grandes quantidades, muitas vezes, são depositados em locais inadequados em virtude da escassez de grandes espaços, dentro da área urbana, destinados a disposição final desses resíduos.

Desde junho de 2011 está em vigor a nova Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), onde os agentes públicos e privados ficam responsáveis pela destinação e reaproveitamento do resíduo urbano por eles gerado. A Lei nº 12.305/2010 prevê a elaboração de planos integrados de gerenciamento dos resíduos.

Atualmente, na construção civil há uma expectativa maior de geração de resíduos com os investimentos habitacionais do programa Minha Casa Minha Vida I e II, além das obras de infraestrutura do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 2) e da Copa do Mundo em 2014. Estima-se que entre 40% e 70% do resíduo urbano no país sejam Resíduos da Construção Civil (PINTO, 1999 *apud* GUSMÃO, 2008). Isto equivale a geração de 500 kg/hab/ano de resíduos, sendo que grande parte desses resíduos é depositada em locais impróprios como encostas de rios, vias e logradouros, contaminando o meio ambiente e onerando os cofres dos municípios com a limpeza urbana.

No Estado de Pernambuco apenas 38% dos RCC tem uma destinação final adequada. Com seus 185 municípios apenas Recife e Petrolina receberam estudos recentes sobre o gerenciamento dos seus resíduos. Olinda, local onde foi desenvolvida a pesquisa em questão, é o 3º município mais populoso da Região Metropolitana do Recife, dos 14 que integram a RMR, segundo dados do IBGE (2007).

A presente pesquisa apresenta dados que serão úteis para os gestores do município de Olinda e demais regiões circunvizinhas a estabelecer diretrizes, adoção de leis e elaboração e implantação de planos de gerenciamentos dos RCC produzidos no município, visando minimizar os impactos ambientais causados, a redução dos gastos com a limpeza urbana e o reaproveitamento dos RCC gerados.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A indústria da construção civil é um dos segmentos mais importantes da economia brasileira. Em países em desenvolvimento como o Brasil o setor da construção tem papel de destaque no processo de crescimento e na redução do desemprego pela sua capacidade rápida de gerar vagas diretas e indiretas no mercado de trabalho. Nesse cenário, a construção civil tem o papel estratégico de reduzir o déficit habitacional e o desemprego. Entretanto, a construção civil é uma atividade econômica com efeitos nocivos ao meio ambiente por contribuir para o esgotamento de recursos naturais, consumir energia, poluir o ar, o solo e a água e produzir resíduos. É uma das principais fontes de degradação ambiental, com enorme geração e má deposição de resíduos (MARQUES NETO, 2005).

A construção sustentável também exige a prevenção e redução dos resíduos pelo desenvolvimento de tecnologias limpas, a partir de políticas de controle, coleta, transporte e disposição final e que viabilizem o emprego desses resíduos de construção reciclados como matéria-prima na confecção de novos materiais.

A ausência de gerenciamento dos RCC por parte das administrações municipais e os impactos ambientais, econômicos e sociais que esses resíduos causam impõem a necessidade de traçar novas políticas específicas baseadas em estratégias sustentáveis integradas, como redução na fonte das quantidades geradas, reutilização de sobras de materiais nos canteiros de obras e intensa reciclagem dos resíduos coletados.

Em 02 de janeiro de 2003 a Resolução CONAMA Nº 307/2002 entrou em vigor e constitui um avanço entre os aspectos relacionados à geração e destinação compromissada dos resíduos da construção civil, pois até então só existiam dispositivos legais para os resíduos domiciliares (GUSMÃO, 2008). Esta resolução vem direcionando normas que disciplinam as atividades econômicas e de desenvolvimento urbano responsáveis pelo quadro de degradação ambiental.

A partir desse marco começa a contar os prazos estabelecidos pela própria resolução, definindo para cada agente envolvido a ação que precisa ser desenvolvida. É verdade

que desde então pouco avanço houve nas políticas públicas de gestão integrada dos RCC dos municípios que compõem a Região Metropolitana do Recife – RMR. Apenas o Município do Recife tem participado das discussões sobre o tema, mas ainda assim com avanços muito tímidos.

Dessa forma, o diagnóstico da situação dos RCC no município de Olinda permite não só conhecer as variáveis, como também caracterizá-las quantitativamente, identificar áreas irregulares e regulares de descarte e avaliar a dimensão do problema e as alternativas para uma proposta futura de gestão integrada.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GERAL**

Esta pesquisa tem como objetivo geral fazer o diagnóstico da situação atual dos Resíduos da Construção Civil (RCC) gerados no município de Olinda/PE. Este estudo possibilita fornecer subsídios para o desenvolvimento de soluções adequadas para a gestão desses resíduos por parte dos diversos agentes envolvidos no processo, visando, dessa maneira, reduzir os impactos ambientais, econômicos e sociais causados pela indústria da construção civil, para o referido município.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Dentre os objetivos específicos a serem atingidos nesta pesquisa, destaca-se:

- Elaborar os instrumentos (protocolos e questionários) para a realização do diagnóstico;
- Estimar a geração de Resíduos da Construção Civil no município de Olinda;
- Caracterizar os RCC provenientes da área de estudo;

- Identificar os locais de deposição dos RCC em Olinda (regularizados e ilegais) e levantar os impactos causados no entorno dessas deposições;
- Fornecer subsídios à tomada de decisões adequadas para um eficaz modelo de gestão dos RCC no município de Olinda.

#### **1.4 METODOLOGIA**

A metodologia adotada para atingir os objetivos consta resumidamente dos seguintes itens:

- i) Revisão bibliográfica sobre os temas envolvidos;
- ii) levantamento das características socioeconômicas de Olinda;
- iii) Realização de entrevista estruturada junto às empresas construtoras e transportadoras de RCC atuantes no município;
- iv) Realização de entrevista estruturada junto aos agentes públicos do município envolvidos com o tema;
- v) Levantamento das áreas de construção licenciadas entre no município entre 2006 e 2009;
- vi) Levantamento de volume de RCC depositado regularmente e clandestinamente com base nos dados de empresas coletoras pelo poder público na região;
- vii) Realização de coleta e caracterização (composição gravimétrica) de amostras de RCC em diferentes pontos de deposição irregular e em canteiros de obras;
- viii) Mapeamento de pontos regulares e irregulares de deposição final dos RCC.

## **1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação está dividida em 05 (cinco) capítulos, descritos a seguir:

No Capítulo 1 são abordadas as considerações gerais sobre a importância da construção civil na economia brasileira e os resíduos por ela gerados, a justificativa para realização da pesquisa, os objetivos geral e específicos, a metodologia, além de sua estrutura.

No Capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica sobre os resíduos da construção civil, destacando suas definições, classificação, legislação, normas, impactos gerados, gestão de RCC desenvolvida em outras cidades do Brasil, como São Paulo, Belo Horizonte, Salvador, Recife, Petrolina, entre outros, e alguns indicadores socioeconômicos do município de Olinda.

No Capítulo 3 é descrita a metodologia adotada para realização da pesquisa.

A apresentação e análise dos resultados são mostradas no Capítulo 4.

No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões obtidas da pesquisa, bem como sugestões para futuros.

Por fim, são listadas as referências bibliográficas utilizadas para embasar o trabalho do pesquisador.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E CONSTRUÇÃO CIVIL**

O desenvolvimento econômico significou, por muito tempo, a transformação da natureza de maneira a melhorar a qualidade de vida da população beneficiada. Dentro desta sociedade a função da construção civil é a transformação do ambiente natural no ambiente construído, adequado ao desenvolvimento das mais diversas atividades (JOHN, 2000).

Para John (2000), por meio deste pensamento, criou-se o modelo de produção denominado “modelo linear”, no qual se considerava a quantidade de recurso natural disponível infinita, onde a natureza seria capaz de absorver quantidades ilimitadas de resíduos e a única preocupação era a produção.

Apesar de o modelo linear apresentar-se eficiente para o desenvolvimento econômico, visto que, com esta ideia, a economia mundial quintuplicou de tamanho entre os anos 1950 e 1999 e a população passou de mais de 2,5 milhões para quase 6,0 milhões neste mesmo período de tempo (PNUMA, 1999), o aparecimento de diversos impactos ambientais mostrou que este modelo não era o ideal.

Segundo Milanez (2001), dentro dessa tradicional ideologia econômica, a evolução humana relacionava-se ao progresso industrial. O crescimento quantitativo das economias era capaz de gerar riquezas e erradicar a pobreza, sem se preocupar com a origem dos recursos naturais e o destino dos rejeitos.

Constatada a não sustentabilidade do modelo linear, iniciou-se a busca por uma nova visão de desenvolvimento. Segundo John (2001), a visão de desenvolvimento sustentável surge da incapacidade do atual modelo de desenvolvimento em preservar o meio ambiente e, até mesmo, garantir a sobrevivência da espécie humana.

A Conferência sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente das Nações Unidas (Rio/92) consolida, através da Agenda 21, a visão de que o desenvolvimento sustentável não

apenas demanda a preservação dos recursos naturais de maneira a garantir para as gerações futuras iguais condições de desenvolvimento – igualdade entre gerações – mas também uma maior equidade no acesso aos benefícios do desenvolvimento – a igualdade intergeração. É o crescimento econômico aliado à preservação da natureza e à justiça social, modificando as relações culturais das nações em decorrência nos padrões de consumo.

A Agenda 21, sendo um conjunto amplo e diversificado de diretrizes que possui como foco atingir o desenvolvimento sustentável 21, trata-se de um volume de 48 capítulos, dos quais 13 envolvem o setor da construção civil.

De acordo com Milaré (2005), não obstante sua característica de documento voltado para ordem internacional, a Agenda 21 só tem sentido na medida de sua efetivação por parte das agendas nacionais, e estas, por sua vez, dependerão das agendas locais. No caso do Brasil, federação de Estados e Municípios, o êxito da agenda nacional dependerá das agendas estaduais, as quais, no seu âmbito, dependerão das agendas locais.

Com seu cumprimento facultativo, ou seja, dependendo apenas do compromisso ético e de vontade política dos governantes a aludida agenda foi criada para a sociedade adotá-la. E, para atingir os objetivos desta, faz-se necessário seguir, dentre outras políticas, os 4 R's (Figura 01).

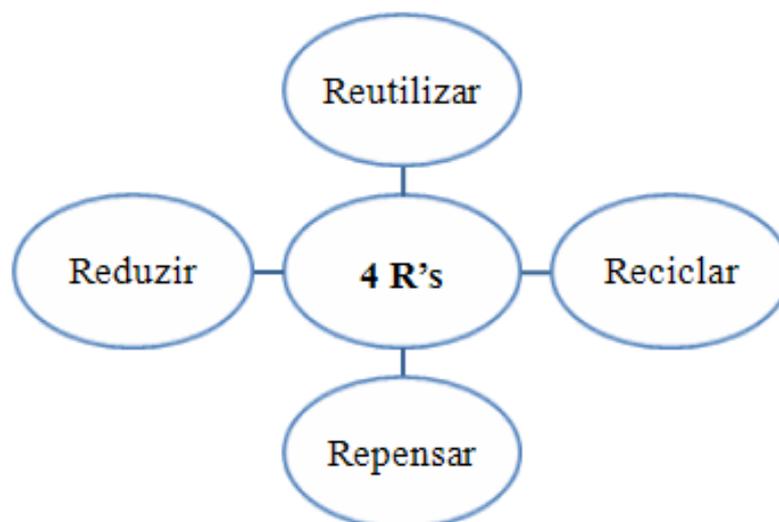


Figura 01 – Política dos 4 R's (Adaptado de Recicla Morumbi, 2009).

A primeira política, a do Reduzir, trata da minimização da geração de resíduo e dos objetos dispensáveis, apoiando a utilização de produtos mais duráveis. A segunda, Reutilizar, diz respeito à reutilização do que se fabrica e evitar do uso de “materiais descartáveis” sempre que possível, apoiando ações como venda, troca e doação de tudo aquilo que ainda pode ter utilidade para alguém. A política do Reciclar se refere à fabricação de novos produtos a partir de materiais usados ou resíduos e, para que esta seja possível é preciso adotar a prática da coleta seletiva, pois certos materiais como plásticos, vidros, metais e papéis precisam estar separados e em grande quantidade. Já a quarta política é a do Repensar, sobre os hábitos de consumo e as consequências que o mesmo pode trazer ao planeta como: poluição da água, ar, solo, esgotamento de reservas naturais, dentre outros.

Assim, desenvolvimento sustentável pode ser definido como aquele que permite atender as necessidades básicas de toda população e garante a todos a oportunidade de satisfazer suas aspirações para uma vida melhor sem, no entanto, comprometer a habilidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades. Dessa forma, o paradigma do desenvolvimento sustentável vai implicar na produção de uma maior quantidade de bens com uma menor quantidade de recursos naturais e poluição. O desenvolvimento sustentável vai exigir a desvinculação entre o desenvolvimento (crescimento) e a geração de impactos ambientais.

Com o novo conceito de desenvolvimento, torna-se imprescindível à otimização de todos os recursos empregados e a redução de geração de resíduos a um mínimo reciclável, gerando um modelo de ciclo fechado. Sabe-se que o ciclo nunca chegará a ser completamente fechado, pois perdas na construção civil são inevitáveis, porém este novo modelo permite avanços significativos para o desenvolvimento sustentável (JOHN, 2000).

Para Vázquez (2001) *apud* Marques Neto (2005), a construção sustentável baseia-se na redução da geração de resíduos pelo desenvolvimento de tecnologias limpas, na utilização de materiais recicláveis, reutilizáveis ou secundários e na coleta e deposição de inertes.

Segundo Costa (2003), a construção sustentável é a forma de a indústria alcançar o desenvolvimento sustentável dos pontos de vista ambiental, socioeconômico e cultural. A Tabela 01 apresenta um resumo dos principais problemas e desafios para a construção sustentável.

Tabela 01 - Resumo dos Problemas e Desafios da Agenda 21 para Construção Sustentável.

<b>Ações e desafios para o setor de construção</b>	<b>Conteúdo</b>
Gerenciamento e organização	<p>Melhorar o projeto de processos;  Melhoria dos padrões ambientais da indústria de construção;  Reengenharia do processo construtivo;  A penetração de novas tecnologias definirá um novo conceito de edificação;  Melhorar o desempenho de todos os participantes do processo, uso de ferramentas da qualidade, tecnologia da informação;  Promover o treinamento em multitarefas;  Incorporar a sustentabilidade no processo de tomada de decisão;  Educação e treinamento do grupo de atores do setor;  Garantir a completa aceitação do público do conceito de sustentabilidade via projetos demonstrativos e campanhas de informação;  Promover o uso de selos ambientais, certificação e padrões ambientais.</p>
Aspectos de edifícios e produtos de construção	<p>Análise do desempenho ambiental das edificações;  Melhoria da qualidade do ar interno das edificações;  Reduzir a quantidade de materiais e energia durante a fabricação dos produtos;  Diminuir as emissões dos produtos;  Reparar e reciclar;  Uso da ferramenta avaliação do ciclo de vida do produto;  Padronização dos métodos para avaliar a qualidade ambiental das edificações;  Utilizar materiais reciclados ou fabricados com recursos renováveis;  Padronização e modularização de componentes;  Melhorar a logística para a reciclagem de ciclo fechado;  Utilizar a ferramenta de análise de ciclo de vida.</p>
Consumo de recursos	<p>Reduzir a demanda de energia nos processos e durante a vida da edificação;  Uso de novas tecnologias para diminuir energia em novos edifícios e no estoque atual;  Uso de recursos renováveis e materiais reciclados;  Seleção de materiais na fase de construção;  Uso eficiente da terra;  Projetar para longa vida de serviço;  Adaptação/conservação de edifícios existentes.</p>
Impactos da construção sobre o desenvolvimento sustentável urbano	<p>Melhoria da qualidade do ambiente: reduzir os problemas de poluição sonora e do ar;  Gerenciamento de recursos como água, terra, energia, matéria-prima  Gerenciamento do risco;  Crescimento urbano: fixar o crescimento urbano, uso do conceito de cidades compactas;  Uso de recursos e gerenciamento de resíduos: aplicar o conceito de metabolismo circular.</p>

Fonte: Costa (2003).

## **2.2 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

### **2.2.1 INTRODUÇÃO**

Apenas nas últimas décadas a questão da geração dos Resíduos Sólidos Urbanos – RSU vem sendo tratado como parte importante do saneamento dos ambientes urbanos, uma vez que tem influência direta na qualidade de vida da população. Entre os resíduos gerados no meio urbano, estão os Resíduos da Construção e Demolição – RCD, hoje chamados de Resíduos da Construção Civil – RCC, que de acordo com a Resolução nº 307 do CONAMA (2002) são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos.

A NBR 10004 (ABNT/2004) define RSU como sendo “aqueles resíduos nos estados sólido ou semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola e de varrição...”. Desta maneira, os resíduos originados na indústria da construção civil, como por exemplo, 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, dentre outros, se encontram inseridos nesta norma.

Resultado do intenso crescimento populacional, da industrialização e da diversificação dos bens e serviços, o aumento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) tem influenciado negativamente na qualidade de vida da sociedade. Isto se deve aos inúmeros problemas ambientais, econômicos e sociais, que ocorrem, por exemplo, por conta da escassez de local para deposição do material e por causa do alto custo do transporte até os aterros sanitários.

Segundo Souza et al. (2003), até 2025 a população mundial terá crescido 50% em relação a de 1996, e 2/3 desta população estará vivendo em áreas urbanas. Diante deste acelerado crescimento, há uma procura por bens de consumo e moradias, gerando grande quantidade de resíduos. Para manter a salubridade no ambiente urbano, a

administração pública passou a gerenciar os RSU, com grandes dificuldades, gastos altos e poucas áreas disponíveis para sua destinação final.

Grande parte dos RSU é composto pelos RCC e esses começaram a ficar em evidência devido aos problemas causados pelo mau gerenciamento. A deposição dos resíduos em áreas públicas, cursos d'água e terrenos baldios acabaram por criar um problema maior, tornando-se um ponto de vetores causadores de doenças (SOUZA, 2007).

Contudo, a indústria da construção civil não deve ser vista apenas sob o aspecto negativo, pois além de gerar conforto e segurança para a sociedade, a mesma é garantia de desenvolvimento de um país, permitindo o surgimento de empregos de forma direta e indireta no mercado de trabalho. Com participação de 9,2% na formação do PIB nacional em 2008, esta indústria tem grande importância para a economia nacional. Os investimentos no setor passaram de R\$ 168 bi em 2005 para R\$ 259 bi em 2008. Nos últimos três anos, os empregos aumentaram cerca de 20%, e o PIB teve um crescimento de 27% em termos reais (ABRAMAT, 2009).

### **2.2.2 GERAÇÃO DE RCC**

Percebe-se que tudo que está ao nosso redor um dia se tornará resíduo. A cada ano, o grande volume de resíduos descartados, em todo o mundo, causa impactos decorrentes do consumo desordenado de matéria-prima e pela redução das áreas de disposição.

A cada dia é mais notável os problemas gerados pelo mau gerenciamento dos resíduos, influenciando negativamente na qualidade de vida da sociedade. Contudo, observa-se que todos os segmentos sociais vêm se conscientizando da importância de encontrar alternativas para redução dos impactos causados pelo alto volume de resíduos gerados.

Estudos mais recentes (ABRELPE, 2010) mostram que a geração de RSU no Brasil registrou um crescimento expressivo de 2009 para 2010, superando a taxa de crescimento populacional urbano que foi de cerca de 1%. A comparação da quantidade total gerada em 2010 com o total de resíduos sólidos urbanos coletados mostra que 6,7

milhões de toneladas de RSU deixaram de ser coletados no ano de 2010 e, por consequência, tiveram destino impróprio.

Os RCC estão inclusos entre os Resíduos Sólidos Urbanos – RSU e a sua participação varia de acordo com a sua localidade, conforme apresentado na Tabela 02.

Tabela 02 – Participação dos RCC nos RSU em diversas localidades.

<b>Localidades</b>	<b>Participação de RCC na massa total de RSU (%)</b>
Santo André / SP	54
São José do Rio Preto / SP	58
São José dos Campos / SP	67
Ribeirão Preto / SP	70
Jundiaí / SP	62
Belo Horizonte / MG	54
Campinas / SP	64
Salvador / BA	41
Vitória da Conquista / BA	41
Europa Ocidental	66
Suíça	45
Alemanha	60
EUA	39
Vermont State (EUA)	48

Fonte: Pinto (1999).

Conforme mostra a Figura 02 (ABRELPE, 2009 e 2010.), os municípios coletaram cerca de 31 milhões de toneladas de resíduos de construção civil – RCC – em 2010, 8,7% a mais do que em 2009, e as quantidades são expressivas em todas as regiões do país, o que exige atenção especial dos municípios no destino final dado aos mesmos, principalmente porque as quantidades reais são ainda maiores, visto que os municípios em geral coletam somente o RCC lançados nos logradouros públicos.

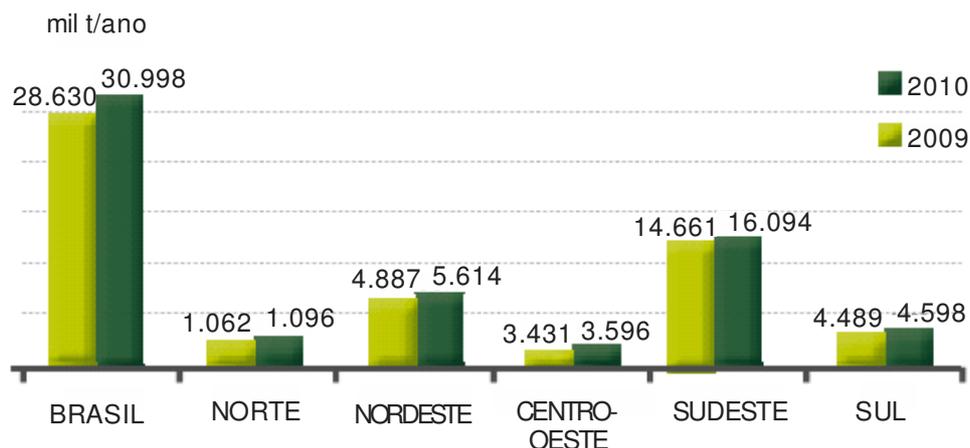


Figura 02 – Total de RCC coletados por Região e Brasil em 2010 e 2009.

Conforme a Tabela 03 observe-se que a geração de RCC em várias cidades com padrão de desenvolvimento semelhante, onde Recife mostra o menor valor, o que sugere que o mesmo de estar subdimensionado.

Tabela 03 – Geração de RCC em algumas cidades.

Municípios	População (mil)	Taxa (ton/hab/ano)
Recife	1.487	0,28
S. J. dos Campos	539	0,47
Ribeirão Preto	505	0,71
Santo André	649	0,51
S. J. do Rio Preto	359	0,66
Jundiaí	323	0,76
Vitória da Conquista	262	0,40
Uberlândia	501	0,68
Guarulhos	1.073	0,38
Diadema	357	0,40
Piracicaba	329	0,59

Fonte: Gusmão (2008)

### 2.2.3 PERDAS GERADAS PELA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil tem sido caracterizada como um setor produtivo com baixo nível tecnológico e elevado nível de perdas (ZORDAN, 1997).

As perdas podem se apresentar de duas formas: a incorporada, ou seja, o material que permanece em excesso na obra, e o entulho, originado de várias etapas do ciclo de vida da obra. A fase de planejamento pode ser responsável por desperdícios ao decidir, por exemplo, a construção de uma estrutura não necessária. Na fase de projeto a seleção de uma tecnologia inadequada ou superdimensionamento da solução construtiva também pode causar desperdícios ou necessidades de retrabalho. A fase de execução é certamente geradora da parcela mais visível das perdas inclusive porque é somente nesta fase que as decisões anteriores ganham dimensão física, consumindo recursos naturais (JOHN, 2000).

Considerando-se os aspectos econômicos, é extremamente necessário reduzir os índices de perdas de materiais utilizados, pois, tal redução pode ser determinante para a sobrevivência das empresas diante de um mercado cada vez mais competitivo. Com relação aos aspectos ambientais, a redução das perdas significa menor consumo de recursos naturais, acarretando uma diminuição do entulho, cujas áreas para sua deposição estão se exaurindo, principalmente nos grandes centros urbanos (PALIARI et al. 2002).

As perdas e os desperdícios de materiais nos processos produtivos, durante muitos anos, não foram estimados. Não havia informações sobre a natureza das atividades construtivas, da participação dos diversos agentes na construção das edificações e da origem dos resíduos. Hoje, as informações obtidas mostram índices de perdas na construção e de geração de resíduos que resultam numa alta incidência na composição dos resíduos sólidos urbanos (MARQUES NETO, 2005).

Segundo Siqueira (2005), as empresas devem manter uma permanente observação do consumo de materiais em seus canteiros de obras, para que seja possível a redução das perdas. Os técnicos do setor ressaltam que a principal vantagem do acompanhamento de consumo é a conquista de um subsídio para intervenções no processo construtivo, visando à melhoria contínua das obras. A busca de qualidades no processo produtivo pode trazer uma série de benefícios, além das vantagens econômicas.

Apesar dos altos índices de desperdício não serem uma exclusividade da indústria da construção, estes são destaque porque o consumo desnecessário de material resulta em uma alta produção de resíduos, causa diversos transtornos nas cidades, reduz a disponibilidade futura de materiais e energia, e provoca uma demanda desnecessária no sistema de transporte (GUSMÃO, 2008).

De acordo com Gusmão (2008), considerando-se as diversas fases de uma construção, a geração de resíduos encontra-se como um processo inerente a todas as atividades, sendo algumas dessas:

1 - construção, os RCC se originam, na grande maioria, por motivo de desperdício de materiais devido à aplicação de técnicas e procedimentos rudimentares já consagrados no setor; Também a incompatibilidade dos projetos, bem como a falta de conhecimento dos trabalhadores nos procedimentos executivos adotados, levam a desperdícios;

2 - manutenção e/ou reformas, os mesmos surgem por motivos de mudanças arquitetônicas e decorativas desejáveis pelos proprietários nos imóveis visando à modernização, ou por problemas técnicos que possam aparecer devido ao processo construtivo executado de forma precária;

3 - demolições, na maioria dos casos, também se apresentam como uma fonte geradora, uma vez que, de um modo geral, vêm sendo realizadas sem processos racionalizados e sem qualquer tipo de segregação.

A Tabela 04 apresenta uma previsão quanto à geração de entulho estimada em estudos de diversos autores.

Tabela 04 – Índice médio de perda dos materiais de construção (em %).

<b>Materiais</b>	<b>Souza<sup>1</sup></b>	<b>Soibelman<sup>1</sup></b>	<b>Pinto<sup>2</sup></b>	<b>Agopyan et al.<sup>2</sup></b>	<b>Skoyles<sup>2</sup></b>	<b>Souza<sup>3</sup></b>
Areia	44	46	39	76	12	-
Cimento	56	84	33	95	12	-
Pedra	-	-	-	75	-	-
Cal	36	-	-	97	-	-
Concreto	9	13	1	9	6	-
Aço	11	19	26	10	4	-
Placas Cerâmicas	-	-	-	-	-	16
Gesso em pasta	-	-	-	-	-	45
Blocos e Tijolos	13	13	27	17	13	12,7
Argamassas	-	87	91	18	12	4,5

Fonte: Gusmão (2008)<sup>1</sup>; Marques Neto (2005)<sup>2</sup>; Souza (2007)<sup>3</sup>.

Observa-se a dificuldade de adotar como referência o índice de perda dos materiais dada à variação apresentada, na tabela acima, por diferentes autores.

#### 2.2.4 COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A composição do RCC pode variar de acordo com o local onde a obra se encontra, a tecnologia empregada, a metodologia adotada e as várias fases da construção. Segundo Carneiro (2005), apesar da variabilidade apresentada na composição dos resíduos, verifica-se que para todas as localidades, a maior parte dos resíduos gerados é formada por parcelas potencialmente recicláveis.

A Tabela 05 apresenta uma previsão quanto à perda de resíduos de construção civil estimada em estudos de diferentes autores.

Tabela 05 - Composição do RCC de algumas cidades brasileiras, em porcentagem.

<b>Material</b>	<b>Origem (%)</b>			
	<b>São Carlos</b>	<b>São Paulo</b>	<b>Ribeirão Preto</b>	<b>Salvador</b>
Concreto e argamassa	69	33	59	53
Solo e areia	--	32	--	22
Cerâmica	29	30	23	14
Rochas	1	--	18	5
Outros	1	5	--	6

Fonte: Oliveira (2008).

A composição gravimétrica dos RCC apresenta-se com diferentes valores de acordo com a realidade das regiões, etapa da obra e evolução dos métodos construtivos adotados. Este parâmetro é um dos indicadores que os construtores devem acompanhar de perto visando reduzir as perdas dos materiais dentro dos seus canteiros de obras.

A Tabela 06 apresenta o percentual de resíduos gerados em diferentes regiões do Brasil.

Tabela 06 – Composição de RCC com resultado de vários autores.

AUTOR	Leite (2001)	Vieira e Molin (2004)	Carneiro (2005)	Morais (2006)	Santos (2008)	Bernardes (2008)
CIDADE	Porto Alegre	Maceió	Recife	Uberlândia	Petrolina	Passo fundo
MATERIAIS	%	%	%	%	%	%
Argamassa	28	28	24	22	19	30
Cerâmica Polida	-	3	2	24	-	3
Cerâmica	26	48	17	1	30	24
Concreto	15	19	14	38	-	14
Pedras	31	-	9	-	-	14
Outros	-	2	7	2	37	5
Solo/Areia	-	-	27	13	14	10

### 2.2.5 IMPACTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICOS

A construção civil é responsável por um elevado consumo de recursos naturais. De acordo com Sjöström (1996) *apud* Schneider (2003), estima-se que ela consome entre 20 e 50% de todos os recursos naturais disponíveis, renováveis e não renováveis.

Sabe-se que o consumo desnecessário destes materiais ocasiona aumento no custo das obras. Segundo pesquisa realizada pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP), em 100 canteiros de obras, este valor foi acrescido em torno de 5%. Neste estudo, constatou-se que antes do diagnóstico a perda de argamassa, por exemplo, era de 17% e, após adoção de ações corretivas, este valor passou a ser 8,7%, resultando numa diminuição de 50% de resíduo gerado (REVISTA TECHNE, 2009). Destaca-se que o impacto financeiro vai além de gastos com materiais para o canteiro de obras, envolve também custos com transportes e destinação final dos resíduos.

A deposição de resíduos é a mais antiga e tradicional forma de destinação adotada pelo homem. Porém, inexistência de política pública, ausência de compromisso dos geradores e coletores de RCC, e falta de consciência ambiental por parte da sociedade são responsáveis pelo aparecimento de lixões e depósitos clandestinos que, conseqüentemente, originam impactos ambientais como proliferação de agentes transmissores de doenças, assoreamento de rios e córregos, obstrução de sistemas drenagem, entre outros.

Como observa-se nas Fotos de 1 a 4, a deposição irregular de RCC dificulta o tráfego dos veículos e dos moradores ao longo dos logradouros, sempre dispostos junto aos muros das edificações existentes na área.



Foto 1 – RCC ao longo de rua.



Foto 2 – Deposição de RCC em terreno baldio



Foto 3 – RCC no muro de escola pública.



Foto 4 – RCC depositado ao redor de praça.

Estes depósitos irregulares ocorrem também devido ao adensamento urbano crescente, que faz com que haja um esgotamento das áreas mais próximas dos centros urbanos

destinadas ao recebimento de resíduos e a necessidade de áreas cada vez mais periféricas, causando o distanciamento dos bota-foras. Torna-se um fator complicador, pois o componente “custo de coleta” é determinante, mesmo em cidades onde os percursos sejam extremamente menores em relação às regiões metropolitanas.

Quando não são tratados corretamente, os RCC causam ainda impactos sociais, visto que são responsáveis pelo surgimento de certas doenças que atingem a comunidade, afetando o bem-estar da população; e pelo aparecimento de catadores informais sem capacitação que trabalham em condições desumanas, sofrem com o preconceito da população local e com falta de incentivo e apoio do poder público.

Reduzir a poluição, a partir do uso racional de matéria-prima, água e energia, significa uma opção ambiental, econômica e definitiva. Diminuir os desperdícios implica em maior eficiência no processo industrial e menores investimentos para soluções de problemas ambientais. A transformação de matérias-primas, água, energia em produtos, e não em resíduos, torna uma empresa mais competitiva (SENAI, 2010). Trata-se ainda de um tema social, pois também há uma melhora na qualidade do ambiente de trabalho.

## **2.2.6 LEGISLAÇÃO E NORMAS**

A primeira vez que a Constituição Federal Brasileira deu ênfase ao meio ambiente considerando-o patrimônio nacional e das futuras gerações foi em 1988, recomendando-se uma maior fiscalização dos órgãos responsáveis pelo setor, no qual o art. 30 deixa claro que: compete aos municípios “organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial”. Contudo, nesta, não houve especificação para os RCC.

No âmbito dos resíduos gerados pelas atividades da indústria da construção civil, tem-se a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, que define os mesmos como todo e qualquer resíduo proveniente de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção, e os resultados da preparação da escavação de terrenos, tais como

tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, entre outros.

Apesar do RCC possuir isoladamente materiais classificados pela NBR 10.004/2004 – Resíduos Sólidos como inertes (tijolos, vidros, alguns plásticos), materiais estes que não apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade e quaisquer que, quando amostrados de forma representativa, e submetidos a contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme teste de solubilização, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, executando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor, não há, até hoje, análises sobre o RCC como um todo que garantam que o mesmo esteja enquadrado na classe dos resíduos inertes.

A Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, consiste no primeiro instrumento legal que foca a questão dos RCC estabelecendo diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão, onde os geradores de resíduos passaram a ser tratados como responsáveis pelos impactos ambientais, sendo adotado o princípio de poluidor-pagador. Vale destacar que no caso de deposições clandestinas as empresas coletoras e os transportadores são considerados como cúmplices dos crimes ambientais.

Dentre os vários aspectos tratados pela resolução aludida, ressalta-se o art.3º que trata da obrigatoriedade da elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC), o qual deve incorporar:

- Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil instituído e fiscalizado pelos municípios e Distrito Federal. Este deve estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores (art. 7º);
- Projetos de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil - PGRCC elaborados e implementados pelos grandes geradores. Tem o objetivo de

estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos (art.8º).

A supracitada resolução estabelece prazos para adequação dos agentes envolvidos à mesma (Tabela 07), apresenta a classificação quanto ao potencial de reciclagem e as formas de disposição adequada dos RCC (Tabela 08).

Tabela 07 – Prazos de Adequação dos Agentes Envolvidos.

<b>Agente Envolvido</b>	<b>Ação</b>	<b>Prazo</b>
Município e Distrito Federal	Elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC).	02/01/2004
Município e Distrito Federal	Implementação do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC).	07/07/2004
Município	Projeto e construção de aterro para inertes, visando à eliminação da disposição dos resíduos da construção e, aterros domiciliares e áreas de “bota-foras”.	07/07/2004
Grandes Geradores	Inclusão dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) nos projetos de obras a serem submetidos à aprovação ou ao licenciamento ambiental dos órgãos competentes.	07/01/2005

Fonte: Gusmão (2008).

Ressalta-se que no âmbito do Estado de Pernambuco, apenas o município de Recife atendeu às ações 1ª e 4ª presentes na Tabela 07. Em 04 de janeiro de 2005, a Prefeitura do Recife sancionou a lei nº 17.072, que estabelece as diretrizes e critérios para o Programa de Gerenciamento de RCC.

Em atendimento a ação 03, onde o agente envolvido é o município, deve-se salientar que Petrolina já possui uma unidade de beneficiamento de RCC (CTR – Petrolina), em funcionamento desde dezembro de 2006, onde desenvolve, junto à Prefeitura, um programa de recolhimento de entulho na cidade. Este consiste na disponibilidade de caixas estacionárias que são colocadas em locais previamente definidos através de solicitações da comunidade em geral. Os resíduos da construção são dispostos nestes

dispositivos de coleta e transportados à CTR Petrolina para então serem beneficiados, contribuindo assim para melhoria da qualidade do meio ambiente. Recife, também já possui uma unidade de beneficiamento de resíduos, a Ciclo Ambiental, em funcionamento desde outubro de 2010.

Tabela 08 – Relação entre o potencial de reciclagem e correta forma de disposição.

<b>Classe</b>	<b>Quanto ao potencial de reciclagem</b>	<b>Formas de disposição dos resíduos</b>
A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de 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.	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
B	São os 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.
C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (nova redação dada pela Resolução nº 348/04).	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: CONAMA nº 307/2002

A Resolução CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004, altera a Resolução CONAMA nº 307/2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. E em 2011, a Resolução CONAMA nº 431, de 24 de maio de 2011 transfere a classificação do gesso de C (materiais que não possuem tecnologia para reciclagem) para B (resíduos recicláveis para outras destinações).

No que se refere às normas técnicas brasileiras relacionadas aos RCC, as mesmas foram elaboradas em 2004, são elas:

- NBR 15.112 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15.113 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes. Aterros. Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15.114 – Resíduos sólidos da construção civil. Áreas de Reciclagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15.115 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Execução de camadas de pavimentação. Procedimentos;
- NBR 15.116 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

## **2.3 GESTÃO DE RCC**

### **2.3.1 GESTÃO CORRETIVA E DIFERENCIADA**

Analisando dados do IBGE (2000), Nunes *et al.* (2004) verificou que dos 5.507 municípios brasileiros, 4.690 realizavam algum tipo de coleta de RCC. Porém concluíram que quase toda essa quantidade de resíduos era disposta em lixões e/ou aterros, frequentemente misturados com resíduos sólidos domiciliares.

Isto mostra que, a grande maioria das cidades brasileiras adota a Gestão Corretiva de RCC, caracterizada por atuar de maneira ineficaz no sistema de gestão dos RCC e, quando apresenta soluções, estas são sempre emergenciais e inconvenientes, não evitando deposições clandestinas, existindo estas enquanto houver falta de consciência

ambiental, deficiência na fiscalização e disponibilização de áreas de aterramento nos locais próximos aos grandes geradores de resíduos. Sendo, portanto, insustentável por apresentar medidas de alto custo, repetitivas e não preventivas, provocando um aumento de depósitos irregulares.

De acordo com Pinto (1999), nos municípios de médio e grande porte, surgiu a necessidade de aplicação de novas políticas específicas para o domínio dos resíduos de construção civil. Por isso, algumas cidades brasileiras estão se adequando à Gestão Diferenciada dos RCC qual possibilita às mesmas o exercício de competências que lhe estão designadas por lei e que nunca puderam ser assumidas, apresentando certos objetivos como: redução dos custos municipais com a limpeza urbana, com a destinação dos resíduos e com a correção dos impactos ocorrentes na Gestão Corretiva; disposição facilitada dos pequenos volumes de RCC gerados; descarte racional dos grandes volumes gerados; preservação do sistema de aterros como condição para a sustentação do desenvolvimento, entre outros.

O supracitado autor construiu uma situação hipotética a partir de uma situação real e de dados obtidos em alguns municípios do estado de São Paulo, apresentando uma comparação entre os parâmetros da Gestão Corretiva e os propostos pela Gestão Diferenciada. A partir deste estudo, pode-se notar uma redução de custo de R\$ 52.211,00 entre o primeiro e o segundo modelo (Tabela 09).

Tabela 09 – Indicadores da Sustentabilidade de Gestão Diferenciada.

<b>Municipalidade em situação hipotética</b>			
População – 414.188 habitantes		Geração de RCC – 857t/dia	
Remoção de Deposições Irregulares – 132t/dia		Rede de Atração com 13 áreas	
Consumo típico agregados convencionais – 357t/dia		Central de Reciclagem: 01 (260t/dia)	
Parâmetros da Gestão Corretiva		Parâmetros da Gestão Diferenciada	
Custo Remoção	R\$ 11,22t/dia	Custo Rem. Res. Densos	R\$ 7,60/ton
		Custo Rem. Res. Leves	R\$ 8,40/ton
Custo Mensal Remoção	R\$ 38.373	Custo Mensal Rede Atração	R\$ 14.300
		Custo Mensal Gestão	R\$ 24.065
Custo Mensal Aterramento	R\$ 1.560	Custo Mensal Aterramento	R\$ 125
Custo Aquisição Agregados	R\$ 12,51/ton	Custo Reciclagem	R\$ 5,00/ton
Custo Mensal Agregado	R\$ 84.568	Custo Mensal Reciclagem	R\$ 33.800
<b>Despesas Totais com Correção</b> <b>R\$ 124.501</b>		<b>Despesas Totais com Gestão</b> <b>R\$ 72.290</b>	

Fone: Pinto (1999).

Nos resultados encontrados, nota-se que a gestão diferenciada é extremamente atraente, pois apresenta menor custo.

Para Fontes (2008), o modelo de Gestão Diferenciada dos RCC pode ser uma possibilidade de contraposição a todas as deficiências diagnosticadas na Gestão Corretiva, atingindo a qualidade no serviço de limpeza urbana: satisfação dos munícipes como usuário dos serviços e dos espaços urbanos e reconquista da qualidade ambiental desses espaços.

### 2.3.2 GESTÃO DE RCC EM MUNICÍPIOS BRASILEIROS

Para definir um modelo de gestão de RCC, seja através de instrumentos legais e/ou de um plano de diretrizes do município, o que se deve levar em conta é a organização e a orientação do setor quanto a melhor destinação destes resíduos.

Segundo Santos (2008), a gestão de RCC tem como objetivo a melhoria da limpeza urbana, redução dos custos, facilidade de disposição de pequenos volumes gerados e os descartes dos grandes volumes, preservação ambiental, incentivo às parcerias e a redução da geração de resíduos nas atividades construtivas bem como na preservação do sistema de aterros para sustentação do desenvolvimento.

Alguns estados e municípios brasileiros programam medidas de redução de RCC, analisando os princípios gerais para gestão nos canteiros de obra direcionando os trabalhos para a política dos 3 R's (Redução, Reutilização e Reciclagem) e valorização dos RCC.

### **2.3.2.1 SÃO PAULO**

A Prefeitura de São Paulo/SP implementou em 2004 o Plano Municipal de Gestão Sustentável de Entulho, que tem como diretriz a ampliação do número de áreas disponíveis para o descarte de resíduos gerados pela construção civil, a facilitação e a ampliação da reciclagem desses materiais, atendendo à Resolução CONAMA nº 307 (2002).

Visando solucionar o problema do RCC despejado em vias públicas, o plano gestor estimula a iniciativa privada a implantar e operar Áreas de Transbordo e Triagem de Entulho, as chamadas ATT's regulamentadas pelo Decreto 42.217/02, e prevê a instalação de Ecopontos (pontos de entrega voluntária de RCC) em áreas públicas de cada um dos 96 distritos municipais. Outra ação adotada pela Prefeitura foi o aumento considerável nas atividades de fiscalização para coibir a deposição irregular desses resíduos em espaços públicos (CARNEIRO, 2005).

São Paulo possui, até 2008, 07 (sete) Ecopontos implantados para o recebimento de resíduos (Foto 05 e 06). E, em março de 2010, foi concedida a liberação da construção do 8º Ecoponto no bairro de São Carlos.



Foto 05 – Situação anterior à instalação do primeiro Eco ponto.



Foto 06 – Primeiro Eco ponto na região do Botafogo.

### 2.3.2.2 BELO HORIZONTE

De acordo com Pinto (1999), apesar de não ter sido pioneiro, Belo Horizonte/MG é indicado como exemplo pelo resultado obtido na aplicação da Gestão Diferenciada dos RCC. Com a proposta denominada Programa de Correção Ambiental e Reciclagem dos Resíduos de Construção, em 1993 houve maior preocupação com a captação de resíduos, reciclagem, informação ambiental e recuperação de áreas degradadas. Criou-se 04 (quatro) áreas para entrega voluntária de resíduos chamadas de Unidades de Recebimento (Foto 07) e o município contava também com duas Estações de Reciclagem descentralizadas (Foto 08).



Foto 07 - Unidade de Recebimento “Saramenha” em Belo Horizonte (PINTO, 1999).

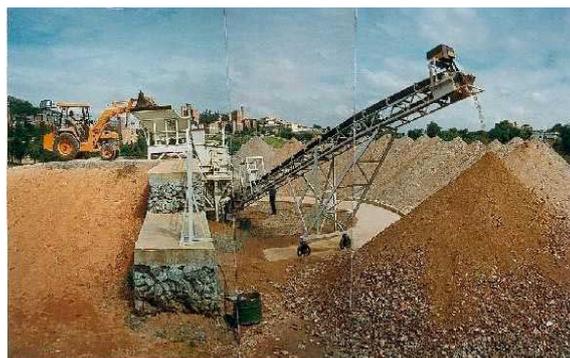


Foto 08 - Estação de Reciclagem “Estoril” em Belo Horizonte (PINTO, 1999).

A adoção destas diretrizes, num conjunto de ações, que também objetivem a minimização dos resíduos, a maior responsabilidade dos geradores e a exploração do potencial de reciclagem, enquanto atividade econômica permite iniciar o caminho rumo

a um sistema de ciclo fechado para os materiais utilizados na construção civil (PINTO, 1999). O bom funcionamento do programa adotado pode ser medido pela diminuição do número de deposições irregulares, que caiu de 35, em 1995, para 08, em 1999 (COSTA, 2003).

De acordo com Silva (2007), Belo Horizonte possui 28 Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV's), que são distribuídas em pontos estratégicos da cidade, sempre próximo a áreas de descartes clandestinos, com 2.500 carroceiros cadastrados; existe mais uma estação de reciclagem no bairro Califórnia, instalada na Central de Tratamento de Resíduos Sólidos (CTRS) da BR 040, funcionando em caráter experimental e pode ter sua capacidade de produção de agregados duplicada dependendo da demanda municipal (SLU-BH, 2005) e tem um aterro sanitário.

### **2.3.2.3 SALVADOR**

Em 1997, aprovou-se, em Salvador/BA, o Decreto Municipal nº 11.664/97 que prevê a implantação de:

- 05 Bases de Descarga de Entulho: área preparada e disponibilizada para receber entulho, com limites de recepção por transportador sem limite de recepção;
- 22 Postos de Descarga de Entulho: área preparada e disponibilizada para receber entulho, com limites de recepção por transportador, de até, 2m<sup>3</sup> com o objetivo de transferí-lo para a Base de Descarga de Entulho – BDE.

A partir deste decreto, a Prefeitura de Salvador e a LIMPURB (Empresa de Limpeza Urbana de Salvador) estão desenvolvendo e monitorando o correto gerenciamento dos RCC, com elaboração e implantação do Projeto Gestão Diferenciada de Entulho de Salvador. Este projeto, segundo Fontes (2008), se caracteriza pela descentralização do tratamento e destino final do resíduo, por meio de implantação de áreas, estrategicamente localizadas próximas à geração de entulho da construção civil, denominadas Postos e Bases de Descargas de Entulhos, para o recebimento do RCC. Algumas medidas foram adotadas, como:

- A remoção de entulho nos pontos de descarte;
- A sinalização, fiscalização e punição dos lançamentos clandestinos;
- A criação de locais adequados para recebimento de entulho.

Estas ações permitiram o mapeamento, no ano de 1996, de 420 pontos de disposição clandestina, LIMPURB (2004) *apud* Fontes (2008). Este número pôde ser reduzido para 160 pontos, entre os anos de 1997 e 1999, apenas com a adoção deste conjunto de ações e áreas disponíveis (Fontes 2008). Além disso, adotaram-se ações de educação ambiental, fiscalização e recuperação de áreas degradadas.

Segundo Sanches (2004) *apud* Fontes (2008), a gestão dos RCC, praticada no Município de Salvador, ainda não tem uma contribuição efetiva para a gestão sustentável de RCC, sendo então recomendadas algumas mudanças estruturais no modelo de gestão diferenciada.

#### **2.3.2.4 RECIFE**

Na cidade do Recife/PE foi desenvolvido, em agosto de 2003, o Projeto Entulho Limpo/PE, financiado pelo SEBRAE/PE e coordenado pelo grupo de pesquisa AMBITEC da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI/UPE) e tendo como parceiro o SINDUSCON/PE. O objetivo desse projeto foi promover a educação ambiental nos canteiros de obras e divulgar princípios e técnicas de produção mais limpa para as empresas construtoras através do treinamento dos trabalhadores, conscientizando-os da importância ambiental, social e econômica; da adoção de recipientes, por exemplo, bombonas e espaços específicos, como baias, permitindo a coleta seletiva de madeira, metal, plástico e papel; da efetivação de check-list para a avaliação periódica do canteiro em relação à limpeza, segregação e destinação dos materiais descartados, dentre outros.

A partir deste projeto surge, em novembro de 2008, o Fórum Pernambucano de Construção Sustentável, onde são discutidas ações referentes à gestão dos RSU do Estado.

No que diz respeito às ações da administração pública, pode-se destacar, além da elaboração do Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil - sob a forma da Lei Municipal nº 17.072 (2005) - a criação de pontos para coleta de pequenos volumes de RCC (até 1 m<sup>3</sup>) e a realização de estudos para definir a área onde será instalado um aterro, este com a função de receber exclusivamente resíduos inertes (CARNEIRO, 2005).

Apesar de existir um avanço nas políticas públicas de gestão integrada dos RCC em Recife, para Gusmão (2008), este ainda é considerado tímido. A Tabela 10 apresenta os cumprimentos dos prazos estabelecidos na Resolução CONAMA nº 307/02 pela cidade do Recife.

Tabela 10 - Cumprimentos dos prazos estabelecidos na Resolução CONAMA nº 307/02 pela cidade do Recife.

<b>Ação</b>	<b>Prazo</b>	<b>Situação Atual</b>
Elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC).	02/01/2005	Aprovação da Lei nº 17.072/2005 em 04 de janeiro de 2005.
Implementação do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC).	07/07/2004	Falta da regulamentação do PIGRCC no município.
Projeto de Construção de aterro para inertes, visando à eliminação da disposição dos resíduos da construção em aterros domiciliares e áreas de “bota-foras”.	07/07/2004	Disposição de resíduos sólidos urbanos no Aterro da Muribeca (único local apropriado temporariamente).
Inclusão dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) nos projetos de obras a serem submetidos à aprovação ou ao licenciamento ambiental dos órgãos competentes.	02/01/2005	Em vigor na cidade desde março de 2005.

Fonte: Gusmão (2008).

Atualmente a Região Metropolitana do Recife (RMR) possui 02 (dois) aterros de RSU, os quais estão licenciados para recebimento de RCC, são CTR Candeias, em Jaboatão dos Guararapes (com operação desde o ano de 2007) e o CTR Pernambuco (com operação desde o ano de 2008). Desde o final de 2010 existe uma unidade de beneficiamento de RCC licenciada, a Ciclo Ambiental, localizada em Camaragibe/PE responsável por receber RCC, estocar, beneficiar e comercializar os agregados lá produzidos.

### **2.3.2.5 PETROLINA**

De acordo com Santos (2008), o fato do aterro “Raso da Catarina”, presente em Petrolina/PE, não dispor de local apropriado para deposição de RCC, associado com a “isenção” da responsabilidade ambiental por parte do Poder Público Municipal e das empresas de Construção Civil, houve o surgimento de 11 pontos de depósitos clandestinos distribuídos pela cidade.

Sendo a prática de deposições irregulares de RCC comum em Petrolina/PE, a Prefeitura inaugurou em 2009, respaldada pela Resolução CONAMA nº 307 (2002), a primeira usina de reciclagem do estado de Pernambuco (Foto 09). A finalidade desta é minimizar o impacto ambiental, reaproveitar os resíduos da construção civil na confecção de produtos recicláveis (blocos intertravados) e gerar empregos e renda locais.



Foto 09 – Unidade de beneficiamento de entulho (Petrolina).

Atualmente, Petrolina conta com uma unidade de beneficiamento de entulho, instalada no Centro de Tratamento de Resíduos (CTR Petrolina). A unidade consiste em um maquinário capaz de transformar o entulho em quatro tipos de granulometria diferentes, os quais após o processo podem ser integrados novamente aos materiais de construção.

Para obtenção deste material, a CTR Petrolina desenvolve junto à Prefeitura da cidade um programa de recolhimento de entulho, onde são colocadas caixas estacionárias em pontos previamente definidos pelas solicitações da sociedade. Os resíduos são dispostos nestas caixas e posteriormente direcionados à CTR Petrolina para seu beneficiamento.

### **2.3.2.6 OLINDA**

A cidade de Olinda/PE ainda não possui uma Lei Municipal que aborde a questão dos resíduos de construção civil, cabendo à Secretaria de Obras, por meio da Secretaria Executiva de Manutenção Urbana, os serviços de manutenção e conservação de vias e logradouros públicos e de execução de limpeza urbana em todo o território do município.

A Secretaria de Obras adota ações de conscientização da população no que diz respeito aos riscos gerados pela incorreta deposição de resíduos sólidos urbanos, realizando abordagens educativas, através de panfletos, quanto ao acondicionamento adequado dos mesmos.

Como não houve a adequação do referido município à Resolução CONAMA nº 307 (2002), nesta área utiliza-se a Gestão Corretiva com soluções emergenciais. Desta maneira, Olinda/PE não possui a geração, a destinação e a fiscalização compromissada dos RCC.

## **2.4 INDICADORES BÁSICOS DO MUNICÍPIO DE OLINDA**

Fundada em 1535, o município de Olinda é considerado Patrimônio Histórico e Cultural da Humanidade pela UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) desde 1982, sendo uma das mais bem preservadas cidades coloniais do

Brasil (Foto 10). Com 43,55 km<sup>2</sup> de área, é a terceira maior cidade do estado de Pernambuco, possuindo 36,73 km<sup>2</sup> (98%) de área urbanizada e 6,82 km<sup>2</sup> de área rural (OLINDA, 2010). Sua população, segundo IBGE (2007), tem 391.433 habitantes, representando 9.122,11 pessoas por km<sup>2</sup>.

Na Foto 10 pode-se ver uma imagem da cidade de Olinda, em destaque a igreja da Sé, localizada no centro histórico da cidade.



Foto 10 – Igreja da Sé.

Olinda situa-se na região nordeste do Brasil, distante 6 km da capital do estado de Pernambuco, Recife. Limita-se ao norte com o município de Paulista, ao sul e oeste com Recife e a leste com o Oceano Atlântico. O município está a uma altitude de 16m, seu clima é quente e úmido, com temperatura média anual de 27°C e amplitude térmica de 5°C. Sua posição geográfica é 08°01'48" de latitude e 34°51'42" de longitude.

Olinda é um dos 14 municípios que compõem a Região Metropolitana do Recife (RMR), sendo a 12<sup>a</sup> maior densidade urbana do Nordeste e a 54<sup>a</sup> do país (IBGE, 2007). A RMR abrange os municípios de: Jaboatão dos Guararapes, Olinda, Paulista, Igarassu, Abreu e Lima, Camaragibe, Cabo de Santo Agostinho, São Lourenço da Mata, Araçoiaba, Itamaracá, Ipojuca, Moreno, Itapissuma e Recife.

As Figuras 03 e 04 mostram, respectivamente, a localização do município de Olinda e um mapa com alguns de seus bairros.



Figura 03 – Localização do município de Olinda (IBGE, 2007).

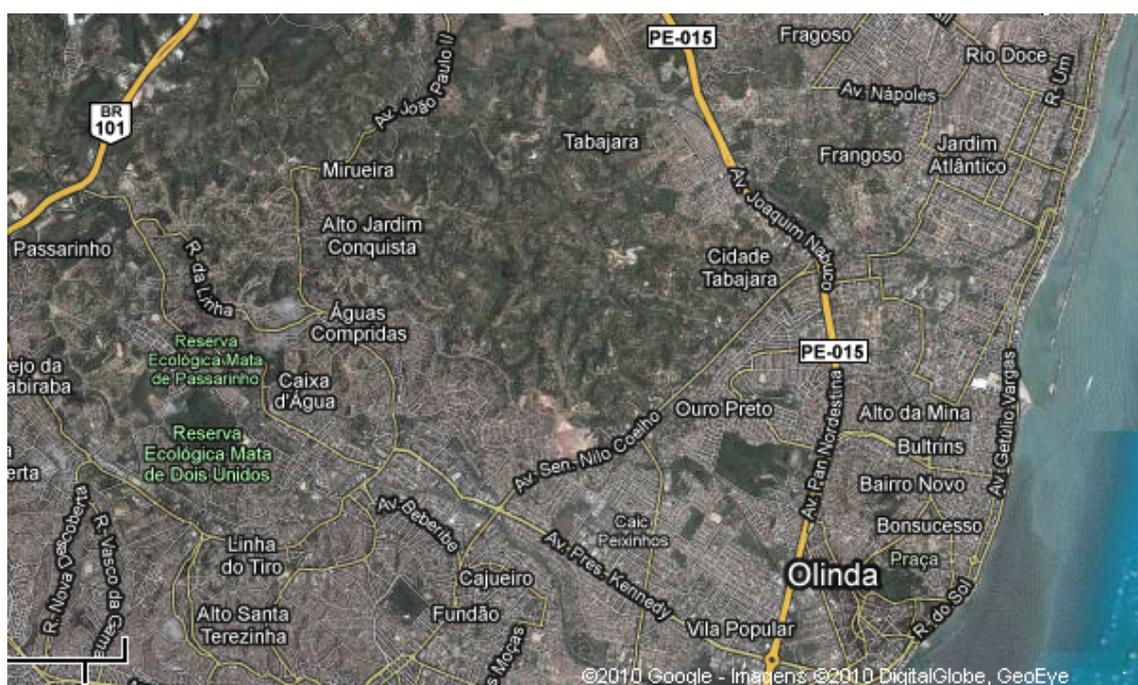


Figura 04 – Mapa do município de Olinda (GOOGLE, 2010).

Para Pedrosa (2007), do ponto de vista geológico, o município de Olinda é constituído por uma faixa sedimentar costeira que existe desde o Lineamento Pernambucano, nas proximidades da cidade de Recife, até o alto estrutural de Mamanguape ao norte de João Pessoa. A Figura 05 apresenta o litoral de Olinda com a geologia e área construída no ano de 2004.



Figura 05 – Litoral de Olinda 2004 (PEDROSA, 2007).

O município tem duas bacias hidrográficas: a Bacia do Beberibe, que abrange 18,32 km<sup>2</sup> (44,87%) do território e apresenta Canal Lava Tripa, Canal Azeitona, Canal da Malária, Lagoas de Jardim Brasil, Lagoa de Santa Tereza e Lagoa da Pulsação como afluentes; e a Bacia do Paratibe, com 24,51 km<sup>2</sup> (55,13%) da área da cidade e com os afluentes Riacho da Mirueira, Riacho Frágoso (Piaba de Ouro), Riacho Ouro Preto, Canal dos Bultrins, Canal Bultrins Frágoso, Canal das Tintas e Lagoa do Frágoso (OLINDA, 2010).

Olinda tem sua importância não só pela história do local, mas também pela economia, visto que é o 5º maior PIB do nosso estado, participando com 3,5%. Embora o município não possua um pólo industrial, destaca-se a importância do setor de serviços na geração de emprego e renda e para o crescimento econômico do município, Figura 06, conforme IBGE (2007). Segundo dados da Prefeitura de Olinda, dos 62.033 trabalhadores do município, mais da metade, 39.196 ou 63,19%, desenvolve atividades econômicas na área de serviços (OLINDA, 2010).

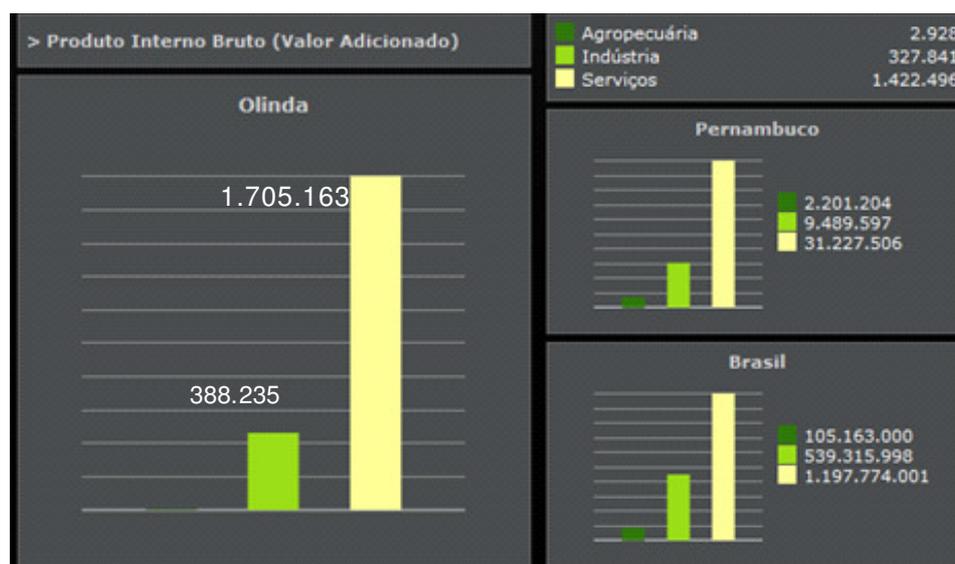


Figura 06 – Produto interno Bruto, valores em R\$ (IBGE, 2007).

As belezas naturais, a cidade ainda começando a se verticalizar e a vida tranquila em Olinda tem feito com que várias pessoas procurem o município como refúgio e como sinônimo de descanso. Observa-se, através dos anos, o forte crescimento populacional do município, como pode ser comprovado na análise da Figura 07 (IBGE, 2007). Com isso, torna-se evidente a necessidade de uma infraestrutura para a população e proceder ao desenvolvimento de forma sustentável.

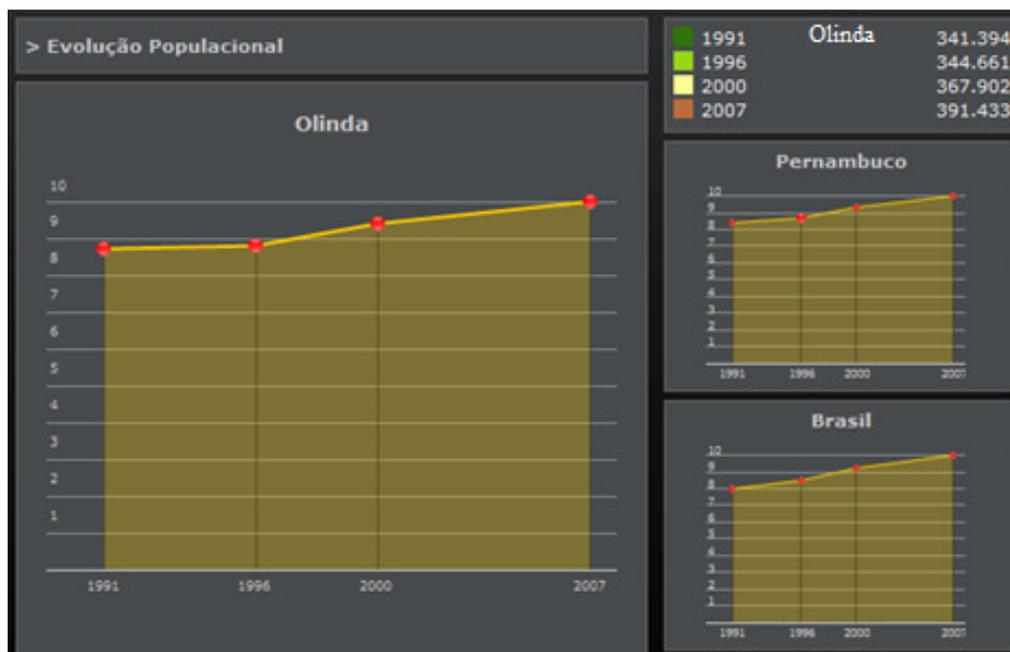


Figura 07 – Crescimento populacional de Olinda (IBGE, 2007).

Do quadro acima se observa que a população de Olinda nos anos de 1991, 1996, 2000 e 2007 é de 341.394, 344.661, 367.902 e 391.433, respectivamente representando um crescimento de 15% nos 18 anos e entre 2000 e 2007 essa variação foi de 6%.

Da mesma forma a população de Pernambuco nos anos de 1991, 1996, 2000 e 2007 é de 7.127.855; 7.361.368; 7.918.344; 8.485.386, respectivamente representando um crescimento de 19% nesses 18 anos. Entre 2000 e 2007 essa variação foi de 7%.

Já com relação ao Brasil, para os mesmos anos a população é de 146.825.475; 156.032.944; 169.799.170; 183.987.291, respectivamente. O crescimento populacional no Brasil nesses 18 anos é de 25%. Entre 2000 e 2007 essa variação foi de apenas 8%. Nota-se que o crescimento populacional, nos últimos 07 anos, de Pernambuco e do Brasil tem praticamente a mesma variação de Olinda.

É importante ressaltar que a partir de 2008, verifica-se um aquecimento imobiliário significativo em municípios de Pernambuco, o que demonstra um momento propício para a elaboração dessa pesquisa, com um diagnóstico da gestão de resíduos da construção civil (RCC) no município, face ao volume crescente a ser gerado.

### **3. METODOLOGIA**

O modelo utilizado para diagnosticar a situação dos RCC em Olinda/PE é baseado em alguns preceitos presentes na metodologia adotada por Marques Neto (2005). O referido autor sugere a descrição dos aspectos básicos do município, a caracterização quantitativa dos resíduos, a composição percentual dos materiais presentes no entulho e o mapeamento de áreas de deposição clandestina, além de depósitos autorizados pela prefeitura. Além disto, houve a identificação das ações de adequação à Resolução CONAMA nº 307 (2002) e o contato direto com os atores envolvidos (por meio de entrevistas).

#### **3.1 PESQUISA DOCUMENTAL**

A pesquisa documental assemelha-se à pesquisa bibliográfica. A diferença essencial entre ambas está na natureza das fontes. Enquanto a pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de materiais que não recebem ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa tais como: documentos de arquivos públicos, relatórios de pesquisas, cartas, contratos, diários, biografias, relatos de viagens, fotografias, gravações, filmes, mapas, dentre outros.

A coleta de dados consistiu no levantamento do estado da arte relativo às características do município de Olinda, das quais várias informações foram pesquisadas, como história, extensão territorial, localização, número de habitante da cidade, nível cultural, relevo, bacias hidrográficas existentes, desenvolvimento do setor econômico, entre outros.

#### **3.2 ENTREVISTAS**

Segundo Marcone e Lakatos (2002) *apud* Carneiro (2005), a entrevista padronizada ou estruturada é aquela em que o entrevistador segue um roteiro previamente estabelecido; as perguntas feitas ao indivíduo são predeterminadas e o inquirido tem opções de escolha para as respostas.

Vale ressaltar que ao longo das entrevistas foram feitas algumas alterações e adequações a fim de garantir a eficácia da técnica adotada e a veracidade das informações coletadas, definindo a atual situação ambiental no que se refere aos resíduos originados pelas atividades de construção civil local.

As entrevistas foram previamente agendadas e realizadas durante o ano de 2010, e após sua aplicação os dados coletados fizeram parte de um tratamento quantitativo e qualitativo, tabulados e posteriormente analisados. Apenas a entrevista aplicada à Central de Tratamento de Resíduos (Igarassu) e à Usina de Beneficiamento de RCC (Camaragibe) foi realizada no ano de 2011.

No setor de Limpeza Urbana do município, foi aplicado um formulário (Apêndice 01), com pessoas qualificadas para tal, com foco nas informações e dados fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa.

A entrevista estruturada, constante no apêndice 02, apresenta uma série de perguntas buscando identificar o perfil das empresas, desde sua qualificação profissional, através de certificados de qualidade, até seu nível de conhecimento quanto à legislação existente no que se refere aos RCC. Em seguida, as perguntas foram focadas no gerenciamento dos RCC na obra, buscando informações quanto à sua geração, armazenamento, reaproveitamento e destinação final.

Dando continuidade as entrevistas estruturadas, aplicou-se nas empresas coletoras e transportadoras mais atuantes de Olinda (Apêndice 03), no Aterro Controlado de Aguazinha (Apêndice 04), em um empreiteiro autônomo responsável pela maioria das demolições realizadas (Apêndice 05), na CTR – PE (Apêndice 06) e na Ciclo Ambiental (Apêndice 07), permitindo, assim, o fornecimento de subsídios para o desenvolvimento deste estudo.

Para a aplicação das entrevistas nos canteiros de obras, foram consideradas as 05 (cinco) empresas construtoras mais influentes de Olinda, selecionadas por meio de visitas preliminares, visto que estas empresas são geradoras e responsáveis pelos impactos ambientais causados pelos resíduos e, em alguns casos, possuem um baixo nível

tecnológico e um elevado nível de perdas de materiais. Foram selecionadas as obras mais importantes e significativas de cada uma das construtoras. Todos os canteiros escolhidos são referentes a obras de edificação vertical e de utilização multifamiliar. Ressalta-se que, primeiramente foi feito um teste piloto com o roteiro da entrevista a ser aplicada aos responsáveis por cada uma das obras a serem visitadas, que continham perguntas abertas e fechadas. Após tal teste, foram feitas as modificações necessárias e os resultados obtidos não foram tabulados, ou seja, foram desprezados.

Com relação às empresas coletoras e transportadoras de RCC, foram selecionadas as 02 (duas) mais atuantes do município, por meio de indicações das empresas construtoras contatadas na etapa anterior, já que a Prefeitura de Olinda não possui o cadastramento das mesmas.

Para explorar mais amplamente a questão dos RCC e fornecer a devida dimensão dos impactos no Aterro Controlado de Resíduos Sólidos de Aguazinha, entrevistou-se o responsável pela operação do mesmo.

Depois de verificar as ações atuais praticadas pelos atores em questão, com base na técnica de observação direta intensiva, foram realizados registros fotográficos para posterior análise.

### **3.3 IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DE DEPÓSITOS IRREGULARES DE RCC EM MAPA DA CIDADE**

Como o levantamento de áreas de descarte clandestino de RCC mostra a real dimensão dos impactos causados pelos mesmos, fez-se uma pesquisa de campo para a identificação dos diversos pontos de deposição irregular, locados dentro dos limites da área de estudo, por meio de informações de moradores do município, de empresas construtoras, de empresas coletoras, de autônomos que transportam os resíduos originados pelo setor da construção civil, de pessoas ligadas à prefeitura do município, além da observação direta.

Realizou-se ainda nesta fase o registro fotográfico dos pontos de deposição identificados, a fim de analisar visualmente alguns impactos ambientais causados.

### **3.4 ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE RCC**

Segundo Gusmão (2008), não existe no Brasil uma metodologia consagrada no meio técnico para a construção de indicadores sobre a produção de RCC nos municípios. A metodologia mais utilizada é a proposta por Pinto (1999), a qual pode ser realizada a partir de três bases de informação:

- Estimativa da área construída no município;
- Deposição dos resíduos nas áreas utilizadas como destino final de RCC;
- Transporte de RCC pelas empresas de coleta.

Para realização desta etapa da pesquisa foram coletados dados da Prefeitura Municipal de Olinda, especificamente no Departamento de Controle Urbano, da Secretaria de Planejamento, Transporte e Meio Ambiente da Prefeitura de Olinda (SEPLAMA), onde foi obtida a informação de todas as licenças de construção expedidas nos anos de 2006, 2007, 2008 e 2009, com suas respectivas áreas, que serão utilizadas para elaboração dos cálculos de resíduos gerados, aplicando-se taxa de geração de RCC obtida na pesquisa.

Com relação ao transporte de RCC, as informações foram obtidas a partir das duas empresas coletoras entrevistadas, tendo uma delas fornecido todo o quantitativo de RCC gerado durante a execução de uma obra.

Em seguida, foi realizada visita ao Departamento de Limpeza Urbana de Olinda para coleta de informações com relação à deposição de RCC em áreas utilizadas como destino final, a fim de estimar o volume depositado destes resíduos em pontos distintos do município. Com os dados a serem fornecidos, a quantidade de RCC coletado nesses pontos serão acrescidos aos valores das demais bases de informação.

### 3.5 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RCC

De acordo com Marques Neto (2005), a caracterização qualitativa dos RCC nos municípios tem importante papel na definição de estratégias de reciclagem, como programas de coleta seletiva. Seus dados são utilizados também para dimensionamento de usinas de reciclagem de entulho, pois contêm os tipos de materiais e seus percentuais encontrados nesses resíduos.

Na pesquisa foram coletadas amostras de RCC em 04 (quatro) pontos de deposição irregular assim como em 05 (cinco) canteiros de obras visitados, conforme descrito no item seguinte.

#### 3.5.1 DEPÓSITOS IRREGULARES

Para a caracterização gravimétrica dos resíduos originados pela construção civil em Olinda, com deposição irregular, coletou-se 04 (quatro) amostras de RCC, onde cada uma foi recolhida em um local distinto do município, pesando 13 kg. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em baldes, com volume de 20L, identificados e transportados para um canteiro de obras de Olinda, a fim de se iniciar o ensaio propriamente dito, Foto 11.



Foto 11 – Amostras de RCC coletadas de depósitos irregulares.

As amostras de RCC foram espalhadas sobre uma lona plástica, com o objetivo de não haver mistura com o solo. Em seguida, cada amostra foi separada tátil-visualmente, por

tipo de constituinte, ou seja, em concreto, tijolo, argamassa, cerâmica, material miúdo ( $\square \leq 4,8\text{mm}$ ), mármore/granito, material misto (tijolo e argamassa) e outros (papel, plástico, madeira e vidro). Pesando-se, em seguida, cada constituinte, permitindo, assim, a determinação da porcentagem em massa de cada tipo de material da amostra, ou seja, a composição gravimétrica da amostra. As Fotos 12, 13, 14 e 15 mostram os materiais já segregados.



Foto 12 – Tijolo.



Foto 13 – Argamassa.



Foto 14 – Concreto.



Foto 15 – Separação tátil-visual da amostra.

### 3.5.2 CANTEIROS DE OBRAS

Para a caracterização gravimétrica dos resíduos originados pela construção civil em Olinda, gerados em canteiros de obras, foram visitados 05 (cinco) locais distintos, onde, coletou-se 01 (uma) amostra de RCC, pesando 13 kg, cada uma. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em sacos tipo Sisal, identificadas e transportadas para o Laboratório de Mecânica dos Solos da Escola Politécnica de Pernambuco (POLI/UPE), a fim de iniciar o ensaio propriamente dito. Os procedimentos deste ensaio são os mesmos mencionados no item 3.5.1.

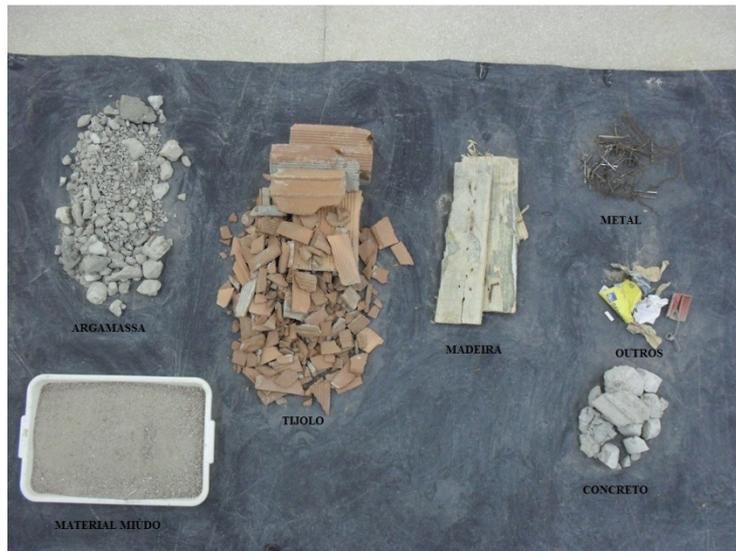


Foto 16 – Amostra 1.



Foto 17 – Amostra 2.



Foto 18 – Amostra 3.



Foto 19 – Amostra 4.



Foto 20 – Amostra 5.



Foto 21 – Visão global das cinco amostras após separação tátil visual.

## 4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 CANTEIRO DE OBRA

Nos últimos dez anos Olinda tem apresentado uma expansão imobiliária que pode ser notada principalmente na sua Av. Beira Mar, nas duas paralelas seguintes, Av. José Augusto Moreira e Av. Carlos de Lima Cavalcante, e transversais, abrangendo os bairros de Bairro Novo, Casa Caiada, Jardim Atlântico e Rio Doce.



Foto 22 – Expansão imobiliária na orla.



Foto 23 – Obra em fase de conclusão, integrante do escopo deste trabalho, na orla.



Foto 24 – Obra em fase de conclusão, integrante do escopo deste trabalho, em transversal à av. José Augusto Moreira.



Foto 25 – Potencial construtivo da av. Beira Mar de Olinda.

Estas construções caracterizam-se por serem edificações verticais, com mais de cinco pavimentos, de uso multifamiliar. Durante a visita de campo, foi observado que as

construtoras responsáveis pelas obras de maior vulto totalizam em número de 05 (cinco).

Neste cenário foram selecionadas 04 (quatro) empresas construtoras para responderem às entrevistas, o que representa uma amostragem de 80%, sendo, portanto de grande representatividade.

Inicialmente, no que se referem às ações realizadas pelas empresas construtoras nos canteiros de obras do município de Olinda, o estudo buscou dados sobre a existência de certificação no PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade do Habitat) e na ISO (International Organization for Standardization), além do conhecimento da Resolução CONAMA n° 307 (2002) por parte do engenheiro responsável pela obra, para com isto, definir o nível de normatização e a conscientização sobre a gestão de RCC entre as construtoras mais atuantes do município. Dentre as 04 (quatro) empresas pesquisadas, 01 (uma) possui certificação no PBQP-H, 03 (três) têm ISO 9001 e 03 (três) engenheiros, de um total de 04 (quatro), conhecem a Resolução CONAMA n° 307/2002. (Figura 08)

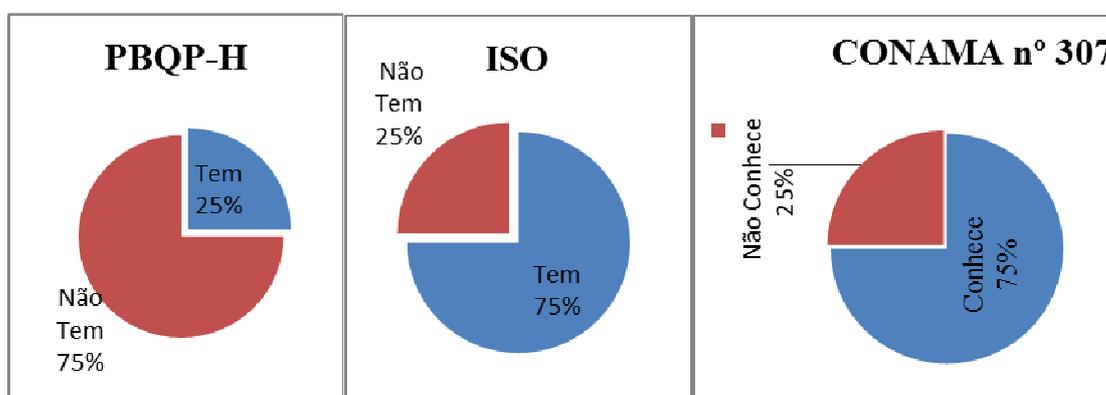


Figura 08 – Resultado da pesquisa quanto às perguntas em relação ao PBQP – H, ISO 9001 e CONAMA n° 307.

No que se refere ao volume de resíduos gerados, pelos canteiros de obras das empresas construtoras investigadas, apenas 01 (uma) faz o controle por meio de fichas de produtividade, comparando-se o material adquirido e utilizado na obra, porém não tinha a informação sistematizada para fornecer este dado. Nenhuma das empresas tem registro do volume de RCC gerado em seus canteiros de obra, nem o número de caçambas

retiradas da obra, ou seja, apesar de efetuarem o pagamento para a retirada das mesmas, elas não têm a informação consolidada para servir de indicador gerencial, inclusive para o processo de tomada de decisão.

Quanto ao fornecimento de orientação aos funcionários no que se refere à redução de desperdícios de materiais durante a execução dos trabalhos, todos entrevistados nos canteiros de obras afirmaram oferecê-las. Já no que diz respeito às ações efetivas que visem à redução de resíduos, constatou-se que apenas 02 (duas) empresas adotam alguma prática. Uma realiza o treinamento dos funcionários, na própria obra, instruindo a melhor forma de execução dos serviços a serem executados, e a outra faz o controle de espessura de fachadas e contra piso, onde há maior desperdício de material.

Procurando observar a dimensão da obra e o tratamento dado aos RCC, levantou-se alguns dados, tais como, área construída ( $m^2$ ) a existência de segregação dos resíduos, de reaproveitamento do mesmo na própria obra, além do volume em  $m^3$  da caçamba ou caminhão basculante utilizado. E, para facilitar a análise, compilaram-se os resultados na Tabela 11. As Fotos 22, 23, 24 e 25 mostram os resíduos nos canteiros de obras visitados.

Tabela 11 – Informações sobre os canteiros de obra.

Canteiro de obra	Certificações	Área construída (m <sup>2</sup> )	Segregação	Reaproveitamento dos RCC	Volume da caçamba ou caminhão basculante (m <sup>3</sup> )
01	PBQP-H ISO	30.552	Sim	O material usado em aterro é reutilizado nas outras obras da própria construtora	8
02	PBQP-H ISO OHSAS	15.000	Sim	Reutiliza a madeira, todo material possível para reaterro e cerâmica em trinchos	Não informado
03	-	5.486,94	Não	Reutiliza argamassa peneirada como areia	4 a 5
04	-	4.000	Sim	A massa única é peneirada e acrescentada na mistura do cimentado para piso	6 a 8

O canteiro de obra 01 tem a maior área construída, pois trata de dois blocos de apartamentos, com 33 pavimentos cada um e segrega apenas madeira, vendendo-as para padarias; o canteiro 02 possui três blocos, com 14 pavimentos; o canteiro 03 tem dois blocos e tem uma proposta de implantação da coleta seletiva; e o 04 trata-se de um bloco, com 15 pavimentos e possui segregação de resíduos Classe B, destinando o ferro, plástico, papelão para empresas de reciclagem e madeira para panificadoras.

Com relação aos resíduos de madeira, as 04 (quatro) empresas informaram que: a mesma é vendida para as padarias da região, pois são utilizadas como combustível nos seus fornos. Para o caso de gesso, o subempreiteiro contratado para execução deste tipo de serviço é o responsável por retirar o material desperdiçado, onde parte deste material é reutilizado na confecção de nova pasta de gesso, já o restante, não informou-se qual era o destino. Com relação aos mármores e granitos, nos canteiros 02 e 03, a própria construtora reutiliza as sobras para serem aplicadas nas áreas de convivência dos canteiros e nos canteiros das obras 01 e 04, o subempreiteiro responsável pela sua aplicação leva a sobra para sua empresa. Já as cerâmicas, pela sua facilidade de

armazenamento e seu uso constante em diversas partes da obra, as construtoras separam e as utilizam como trincho e também são aplicadas nas áreas de convivência dos canteiros. O canteiro de obra 02 possuía um local apropriado para armazenamento do resíduo de cerâmica em função do tamanho dos trinchos.



Foto 26 – Resíduos no canteiro de obra 01.



Foto 27 – Resíduos no canteiro de obra 02.



Foto 28 – Resíduos no canteiro de obra 03.



Foto 29 – Resíduos no canteiro de obra 04.

A partir das Fotos 26 a 29 referentes às 04 (quatro) obras visitadas, observa-se que os RCC estão empilhados em área reservada no térreo, porém eles não estão segregados por tipo de materiais conforme informado por 03 (três) construtoras. Pode-se observar principalmente tijolos, argamassa e inclusive gesso misturados a outros materiais, inclusive casca de coco e papelão.

E, finalizando esta etapa do trabalho, buscou-se informações, junto aos construtores, sobre o responsável pela coleta dos RCC, e se havia conhecimento a respeito da destinação dada aos resíduos, assim como da existência de depósitos irregulares (Tabela 12). Vale frisar que as empresas coletoras entrevistadas nesta pesquisa foram denominadas de A e B.

Tabela 12 – Empresas coletoras, destinação final e possíveis locais de depósitos irregulares.

<b>Canteiro de obra</b>	<b>Empresa coletora</b>	<b>Destinação dos RCC</b>	<b>Depósitos Irregulares</b>
01	Autônomo	Aterros legalizados	Não tem conhecimento
02	A	Não tem conhecimento	Próximo de canais no bairro Bultrins
03	B	Não tem conhecimento	Não tem conhecimento
04	B	Não tem conhecimento	Não tem conhecimento

Observa-se que apenas 02 (duas) empresas coletoras são responsáveis pela coleta de 75% dos canteiros de obras visitados (02, 03 e 04), sendo a empresa A responsável por 25% e a empresa B por 50%. Em um dos canteiros (01), o responsável pela coleta dos resíduos é um profissional autônomo contratado para a retirada de resíduos. O mesmo também atua em várias outras obras no município, e tendo sido posteriormente entrevistado nesta pesquisa.

Com relação à destinação final, nos canteiros 02, 03 e 04 não tem-se conhecimento para onde vão os RCC. No caso do canteiro 01, o transportador autônomo informou que o material retirado era utilizado em aterros, principalmente para terrenos e ruas de Olinda, mas, também muito aproveitado no município de Paulista para a mesma finalidade.

## **4.2 TRANSPORTE**

A Prefeitura de Olinda, de acordo com entrevista feita na DLU, não possui o cadastramento das empresas coletoras e transportadoras de resíduos que operam no município, ou seja, as mesmas não têm licença prévia para atuar no município, exceto quando são contratadas diretamente pela prefeitura para recolhimento dos entulhos encontrados em pontos irregulares. Apesar do Aterro Controlado de Aguazinha não receber RCC diretamente das empresas geradoras, a prefeitura é responsável pela coleta desses resíduos, ou seja, ao longo dos logradouros, calçadas, margens de rios e canais, dentre outros.

Para tal recolhimento, a DLU utiliza-se de empresa terceirizada (aqui denominada C), previamente cadastrada, contratada através de processo licitatório, a qual descarregava, até dezembro de 2010, os resíduos no Aterro Controlado de Aguazinha, como volumosos, sendo a maior contribuição de RCC. A Limpeza Urbana também recolhe diariamente até 200 litros, por unidade habitacional, de RCC ou volumosos deixados na porta da residência.

Outras empresas do seguimento também atuam diretamente com o grande gerador de RCC, uma vez que são contratadas pelo mesmo para transportarem os resíduos por eles gerados e o município não fiscaliza essa atividade.

Estando a 11 anos no mercado, a empresa coletora A não possui licença para operação expedida pela prefeitura de Olinda porque o município não exige. Ela atua com 90 caçambas, com volume de 5 m<sup>3</sup> cada, cobrando, em média, R\$ 150,00 por caçamba. Sua frota é composta de 03 caminhões tipo poli guindastes operando de segunda a sábado e coletando em média 03 caçambas por dia, em Olinda. Como destino final os RCC são depositados no Aterro Controlado de Aguazinha ou em terrenos particulares. Quando perguntado sobre as deposições de RCC em pontos irregulares ela informou desconhecer e também que não comercializava os mesmos. Normalmente utiliza uma rota até o Aterro Controlado de Aguazinha que passa pela Perimetral, Avenida Beberibe, Presidente Kennedy. Mais de 80% do material recolhido por ela, em Olinda, trata-se de RCC com as participações em percentual expostas na Figura 09. A empresa mostrou-se favorável à implantação de usinas de reciclagem na região, mas não possuía nenhuma sugestão.

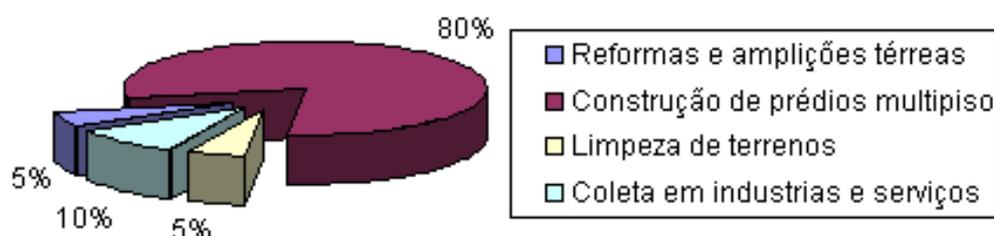


Figura 09 – Percentual de atuação da empresa coletora A de acordo com os tipos de serviços.

A outra empresa coletora, aqui chamada de B, envolvida na pesquisa, tem 13 anos de operação, com um efetivo de 20 funcionários e possuindo 150 caçambas disponíveis para o transporte de resíduos, cobrando R\$ 130,00 por caçamba. Ela possui também caminhões do tipo poliguindastes. A deposição dos RCC coletados é realizada no Aterro Controlado de Aguazinha assim como, em área particular, não licenciada, disponibilizada pelo proprietário para este fim em Camaragibe. A empresa afirma que 90% dos materiais coletados são RCC, com participação em percentual mostrada na Figura 10.

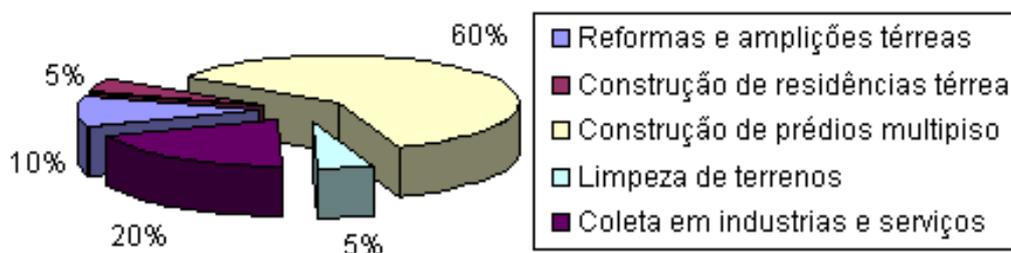


Figura 10 – Percentual de atuação da empresa coletora B de acordo com os tipos de serviços.

### 4.3 DESTINAÇÃO FINAL

#### 4.3.1 ATERRO DE RSU DE AGUAZINHA (OLINDA)

O município de Olinda possuiu até 2010 um aterro controlado de RSU, denominado de Aguazinha, o qual era operado pela administração pública, por meio da DLU (Diretoria de Limpeza Urbana). O referido aterro está situado na II Perimetral, no bairro de mesmo nome, na zona norte da Região Metropolitana do Recife.

O aterro possui uma área de 19 hectares e licenciado para receber os resíduos sólidos coletados pela prefeitura. Durante seus últimos anos de funcionamento eram destinadas aproximadamente 450 toneladas de resíduos por dia, entre matéria orgânica (resíduos domiciliares), volumosos (entulhos e raspagem), recicláveis (vidro, plástico, metal e outros), acumulando cerca de 12.000,00 toneladas/mês. O material proveniente da poda era depositado em área separada para retirada de galhos mais grossos, utilizados como lenhas, e o restante dos resíduos era levado para as células. Embora o aterro de

Aguazinha não fosse licenciado para receber resíduos de RCC, os mesmos eram encaminhados ao local como material volumoso, segundo informações do engenheiro residente do aterro.

O aterro iniciou suas atividades em 1986, como depósito a céu aberto, lixão, permanecendo assim até 1998, quando iniciou um processo de transformação da área em aterro controlado. Os trabalhos não foram concluídos e em 2004 a prefeitura de Olinda recomeçou sua recuperação, concluindo em 2007. Para tanto foi contratada uma empresa de operação e o grupo de resíduos sólidos da UFPE, para realização do monitoramento ambiental. Suas atividades de recebimento de resíduos encerraram-se em dezembro de 2010.

As Fotos 30 a 33 mostram as condições do aterro nos últimos meses de funcionamento.



Foto 30 – Vista de frente do Aterro.



Foto 31 – Drenagem vertical dos gases.



Foto 32 – Trator de esteira espalhando e compactando os resíduos.



Foto 33 – Presença de catadores de resíduos.

O serviço de coleta de resíduos sólidos urbanos realizado pela DLU do município atende aproximadamente 90% da população de Olinda. Quando ainda em operação, o aterro de aguazinha recebia os resíduos coletados por meio de caminhões de empresa contratada para executar o serviço regular de limpeza urbana da cidade. Também havia resíduos de empresas terceirizadas, que trabalham no município diretamente contratadas pelos grandes geradores. As empresas particulares pagavam para depositar os resíduos em Aguazinha.

Um outro aspecto a se destacar é a ausência de local para destinação final do RCC gerado no município, seja referente ao pequeno ou grande gerador. O único aterro existente em Olinda é o Aterro Controlado de Aguazinha, licenciado para receber apenas resíduos domiciliares, contudo, desde 2003, registra-se que no máximo 03 (três) caçambas de RCC por transportador, por dia, são encaminhados para o local. Ressalta-se que não há dados da quantidade exata deste material depositado, pois na entrada do aterro o mesmo é registrado como “volumosos”, incluindo, além dos resíduos de construção, material oriundo da conservação urbana, como varrição e capinação, podaço de árvores, bem como resíduo domiciliar, se misturado.

A presença do grupo de resíduos sólidos (GRS) da UFPE é um dos pontos fortes para o gerenciamento das atividades do aterro, tornando a sua parte operacional tão boa quanto a de um aterro privado. Por outro lado, com relação às instalações físicas, é preciso melhorar, entre outras coisas, a cerca de proteção do local para evitar a entrada de animais de grande porte e também da população circunvizinha.

No ano de 2005 foi celebrado um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) entre o Estado de Pernambuco, o Município de Olinda, a CPRH, a ARO e o Conselho Tutelar, com o Ministério Público de Estado de Pernambuco e o Ministério Público do Trabalho, que entre outras obrigações de caráter emergencial, ficou estabelecido que a vida útil do aterro se esgotaria em 2010.

O Aterro Controlado de Aguazinha tinha previsão de fechamento para julho/2010, porém diante da impossibilidade real do município deixar de colocar seus resíduos no aterro, essa data foi reprogramada para dezembro/2010. Os resíduos, a partir de janeiro

de 2011, estão sendo encaminhados para um aterro privado, Central de Tratamento de Resíduos - CTR Pernambuco, existente em Igarassu - PE. Em 2010, o custo de operação mensal do aterro de Aguazinha era da ordem de R\$ 300.000,00 e no novo aterro esse valor passa a ser de R\$ 617.000,00, acarretando um aumento de 106%.

O Aterro de Aguazinha passará a ser uma estação de transbordo, onde os caminhões compactadores e caçamba (15 m<sup>3</sup> e 06 m<sup>3</sup> respectivamente) descarregarão os resíduos e outro caminhão, tipo carreta (42 m<sup>3</sup>), transportará esses resíduos para o CTR Pernambuco visando uma diminuição nos custos de transporte. Devido à mudança na destinação final dos resíduos há um acréscimo no transporte da ordem de 70 km, o que equivale a um aumento de aproximadamente 2h no trajeto. Esta iniciativa trará mais agilidade para o sistema de coleta, evitando que todos os caminhões tenham que ir ao CTR Pernambuco para realizar o descarte dos resíduos.

#### **4.3.2 CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS (IGARASSU)**

Diante da perspectiva do encerramento das atividades do aterro de Aguazinha, em 2009 a prefeitura de Olinda realizou um certame licitatório para escolha do novo local de destino dos resíduos coletados na cidade. A Central de Tratamento de Resíduos de Pernambuco (CTR – PE) foi a vencedora.

Com este novo cenário, a partir de janeiro de 2011, todos os resíduos coletados pela prefeitura de Olinda estão sendo destinados à CTR – PE, em Igarassu.

A Central de Tratamento de Resíduos de Pernambuco (CTR – PE) é uma empresa privada, focada em tratamento e disposição final de resíduos públicos e privados, classe II-A (não inertes), classe II-B (inertes) e classe I (perigosos), conforme classificação da NBR 10004 (2004), funcionando 24h por dia, para garantir a preservação do meio ambiente.

Instalada em terreno próprio, com 116 hectares, sendo 26 de reserva legal, ou seja, cercada por um cinturão verde, e certificada pelos órgãos ambientais competentes. É um

complexo de tratamento de resíduos com infraestrutura e tecnologia de ponta, incluindo laboratório, Fotos 34 a 36.



Foto 34 – Vista geral do aterro.



Foto 35 – Entrada do aterro.



Foto 36 – Laboratório de análise.

Desde o início de suas operações, abril de 2008, a empresa recebe e trata os resíduos de classe II e só a partir de setembro de 2009 os materiais classe I.

Hoje o valor praticado para o recebimento dos resíduos classe II é de R\$ 45,00/tonelada e para os resíduos classe I, este valor é de R\$ 350,00.

A CTR – PE foi projetada para receber 3.000 ton/dia de resíduos, mas tem recebido em média 1.800 ton/dia, dando uma vida útil de 22 anos para recebimento dos resíduos classe II, podendo chegar até 30 anos devido ao adensamento, e 07 anos para os resíduos classe I, chegando até 10 anos. Apesar da CTR – PE ser licenciada para receber resíduos classe II, não há estímulo por parte da empresa pra recebimento de RCC pelo fato de ser o mesmo grupo que atua na Unidade de Beneficiamento, Ciclo Ambiental, em Camaragibe, pois nesta os RCC ao invés de serem apenas dispostos no solo, como no caso do CTR – PE, eles são beneficiados e transformados em agregados para posterior venda.

Com relação aos resíduos públicos recebidos na central, estes são provenientes dos municípios de Igarassu, Abreu e Lima, Itapissuma, Olinda e parte do Recife, além dos clientes privados da área comercial e industrial de diversas outras localidades. De Olinda, no primeiro semestre de 2011, foi recebido um total de 89.727,41 ton, sendo

50.100,31 ton, referentes aos resíduos domiciliares, 22.125,81 ton de resíduos volumosos e 17.498,29 ton de outras categorias.

O controle da entrada dos materiais é feita através de uma pesagem inicial, depois uma conferência visual, e em seguida vai para ser descarregado em local apropriado. Por fim, no retorno à balança, o caminhão é pesado novamente. A diferença entre os pesos é o material descarregado.



Foto 37 – Pesagem do veículo.

Durante a conferência visual dos resíduos é necessário estar em mãos o manifesto de carga, Anexo 01, que é preenchido pelo gerador e transportador dos resíduos, para verificar a veracidade das informações atestadas. Todo resíduo que entra na CTR é aterrado, Foto 38. Não há reaproveitamento de material, mesmo que este pudesse ser reciclado.



Foto 38 – Movimentação dos resíduos.

Todos os clientes, empresa ou município, da CTR – PE por estarem dispostos a depositar seus resíduos no aterro sanitário recebem um Certificado de Destinação e Tratamento Final dos Resíduos da própria CTR, Anexo 02, de acordo com a legislação ambiental brasileira.

#### **4.3.3 USINA DE BENEFICIAMENTO DE RCC (CAMARAGIBE)**

Com o desenvolvimento do trabalho de pesquisa e após a visita realizada à CTR – PE, tomou-se conhecimento da única Usina de Beneficiamento de RCC da Região Metropolitana do Recife, denominada Ciclo Ambiental, localizada em Camaragibe – PE.

É pioneira na região em reciclagem industrial de resíduos classe II A e II B, conforme classificação da Resolução CONAMA Nº 307 (2002), ou seja, concreto, tijolo, argamassa, metais, pedra, cerâmica, gesso, madeira, entre outros. Ela desenvolve ações sustentáveis para a construção civil pernambucana com solução eficaz para a problemática dos entulhos largados irregularmente nas ruas, avenidas e canais, bem como para o pequeno e grande gerador responsável pela destinação final dos RCC por ele gerados.

Instalada em Camaragibe numa área de 03 hectares, começou sua operação em outubro de 2010, mas a sua constituição é de setembro de 2009. Tem como clientes as grandes construtoras da região e as demais, totalizando mais de 100 empresas cadastradas, incluindo as empresas construtoras entrevistadas nesta pesquisa. As empresas coletoras e transportadoras A e B entrevistadas neste trabalho também são clientes desta unidade, porém na época em que foram consultadas, a Usina de Beneficiamento de RCC não estava em operação.

Até o momento, esta unidade de beneficiamento de RCC não recebeu resíduos do município de Olinda, recebendo de Suape, Cabo de Santo Agostinho, Paiva e Recife.

No período de março a julho de 2011 a empresa recebeu 25.000 ton de material, dando uma média mensal de 5.000 ton. Desse material apenas em torno de 40% é beneficiado, o restante é vendido como expurgo. Recebe em média 60 fornecedores por dia, a maioria caçambas estacionárias, totalizando um beneficiamento médio de 200 ton/dia.

Os controles de entrada dos resíduos são feitos através dos tickets de pesagem e manifesto de controle dos resíduos, modelo CPRH, Anexo 03. O caminhão é pesado na entrada e na saída e a diferença é o peso do material recebido. Após a descarga são retirados os materiais que não serão reciclados, como papel, plástico, madeira, ferro, gesso, entre outros e o concreto, argamassa, tijolo, pedra são processados para a produção de subprodutos como brita 25, brita 19, cascalhinho e pó de pedra, Foto 39. Esses materiais são, posteriormente, estocados e vendidos.



Foto 39 – Estação final da matéria-prima.

#### 4.4 ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE RCC

##### 4.4.1 GERAÇÃO DE RCC A PARTIR DE ÁREAS LICENCIADAS PARA NOVAS CONSTRUÇÕES

Para efeito deste estudo foram consideradas as informações obtidas a partir da Prefeitura de Olinda, em entrevista estruturada realizada no Departamento de Controle Urbano da SEPLAMA. As áreas licenciadas, nos anos de 2006 a 2009 estão registradas em livro próprio de onde se obteve as seguintes informações, conforme Tabela 13.

Tabela 13 – Áreas licenciadas para construção em Olinda.

Parâmetros analisados	Olinda			
	2006	2007	2008	2009
Área total licenciada (m <sup>2</sup> )	38.634,11	47.530,93	106.477,07	86.432,40
% licenciado (ano base 2006)	-	23	176	124

Em 2008, tomando-se como parâmetro o ano de 2006, houve um aumento na quantidade de área licenciada da ordem de 176%, o que representa um crescimento da indústria da construção civil no município 2,76 vezes maior. Em 2009, este crescimento diminuiu para 124% sendo também um valor de grande expressão.

Observa-se um aquecimento imobiliário significativo a partir de 2008, o que demonstra um momento propício para a elaboração dessa pesquisa, com uma proposta de um diagnóstico da situação atual dos resíduos da construção civil no município de Olinda, face ao volume crescente de RCC a ser gerado.

Em uma das obras visitadas, que já se encontrava em fase de entrega dos apartamentos aos proprietários, foi possível coletar a informação de dados de geração de RCC.

A obra estudada é uma edificação vertical, de uso multifamiliar, com área construída de 6.042,43 m<sup>2</sup> (19 pavimentos tipo, com 02 apartamentos por andar, e mais 02 pavimentos de garagem). Foram retiradas da obra 128 caçambas com resíduos, as quais possuíam 5m<sup>3</sup> de volume cada, com isso, o volume gerado de resíduos foi da ordem de 640 m<sup>3</sup>, ou seja, para cada m<sup>2</sup> de área construída, gera-se 0,11 m<sup>3</sup> de resíduo.

Para se estimar a geração de RCC a partir das áreas licenciadas, foi determinada a taxa de geração por área construída de uma obra típica do município de Olinda.

Para avaliação do peso específico do RCC foi tomado uma amostra com o seguinte perfil mensal, conforme Tabela 14.

Tabela 14 - Peso das caçambas.

CAÇAMBA	PESO (kg)
1	5.640
2	6.820
3	7.420
4	8.110
5	8.550
6	7.850
7	4.180
8	6.880
9	7.470
10	3.610
11	8.450
12	7.010
13	5.090
<b>TOTAL</b>	<b>87.080</b>

Admitindo-se o peso médio de 6.700 kg e volume de 5 m<sup>3</sup> das caçambas estacionárias, obteve-se um peso específico médio de 1,34 ton/m<sup>3</sup>.

Valores de peso específico de RCC determinados por outros autores indicaram valores de 1,2 ton/m<sup>3</sup>, Segundo Nóbrega (2002) *apud* Marques Neto (2005), em Campina Grande-PB; e 1,4 ton/m<sup>3</sup> (CARNEIRO, 2005), em Recife/PE. Gusmão (2008) considera que o valor médio adotado para peso específico para RCC é de 1,35 ton/m<sup>3</sup>. O valor obtido na presente pesquisa ratifica os valores adotados pela literatura.

Utilizando-se o peso específico de RCC obtido (1,34 ton/m<sup>3</sup>), tem-se que a quantidade de resíduos gerados na obra em estudo foi de 857,60 toneladas. Logo, a taxa de geração desta obra foi 141,93 Kg/ m<sup>2</sup>.

A taxa de geração encontrada de 141,93 Kg/m<sup>2</sup> de área construída está muito próxima dos valores apresentados em Gusmão (2008), ou seja, 150,00 Kg/m<sup>2</sup>.

Em seguida, com a estimativa da taxa de geração de resíduo por m<sup>2</sup> de área construída, é possível estimar a geração de RCC ao longo dos anos, a partir do licenciamento de áreas para construção no município.

A partir dos dados coletados das áreas licenciadas para construção anos de 2006 a 2009, estimou-se o quantitativo de resíduo da construção gerado (ton) ao longo do ano, do mês e/ou dia, conforme Tabela 15.

Tabela 15 - Geração estimada de RCC por área licenciada para construção

Parâmetros analisados	Olinda			
	2006	2007	2008	2009
Área total licenciada (m <sup>2</sup> )	38.634,11	47.530,93	106.477,07	86.432,40
Taxa de geração RCC (Kg/m <sup>2</sup> )	141,93	141,93	141,93	141,93
Geração de RCC (ton./ano)	5.483,34	6.746,06	15.112,29	12.267,35
Geração de RCC (ton./mês)	456,95	562,17	1.259,36	1.022,28
Geração de RCC (ton./dia)	17,58	21,62	48,44	39,32

Com base na metodologia de Pinto (1999) *apud* Gusmão (2008), as obras licenciadas no ano de 2009 para novas construções devem gerar o seguinte volume de RCC:

- Área construída: 86.432,40 m<sup>2</sup>
- Taxa de geração de RCC: 141,93 kg/m<sup>2</sup>
- Total de RCC gerado: 12.267,35 ton
- Geração de RCC diária (26 dias por mês): 39,32 ton/dia

#### **4.4.2 GERAÇÃO DE RCC A PARTIR DE COLETAS EM PONTOS DE DEPOSIÇÃO IRREGULAR**

A responsabilidade pelo gerenciamento e execução dos serviços de limpeza urbana de Olinda é da Diretoria de Limpeza Urbana – DLU, nos quais estão inclusos coletas, varrição, pintura de meio-fio, limpeza de praias, remoção de entulho, poda de árvores, entre outros.

Ela está estruturada para atuar desde a coleta regular dos resíduos domiciliares até o recolhimento dos resíduos depositados de forma irregular (volumosos) ao longo dos logradouros, praças, canais, entre outros, além dos materiais provenientes do serviço de poda.

Os serviços de coleta e de limpeza são executados 100% por empresa terceirizada, contratada pela administração, onde se divide a área em lotes 1 e 2, conforme Figura 11.

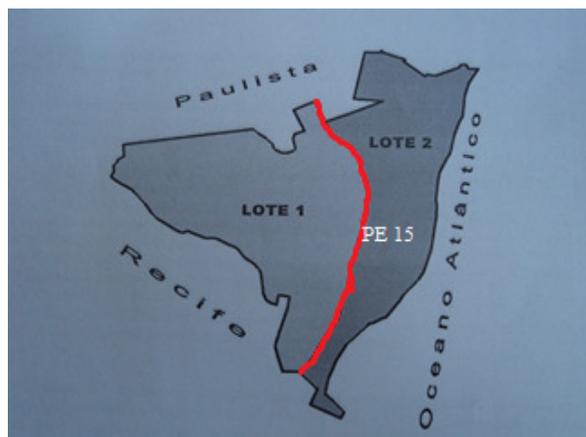


Figura 11 – Divisão das áreas de Olinda.

A área física dos lotes 1 e 2 é composta da seguinte forma:

**Lote 1:** Abrangem todos os Bairros da margem esquerda da área, que começa na interseção da Av. Agamenon Magalhães (exclusa) limite com o Município de Recife, seguindo por esta até a Av. Pan Nordestina (exclusa), seguindo por ela até a Av. Joaquim Nabuco (exclusa), continuando por esta até o encontro com a PE – 15 (inclusa), seguindo por esta até o limite Olinda/Paulista, assim denominados: Alto do Sol Nascente, Alto da Conquista, Alto da Bondade, Passarinho, Águas Compridas, Caixa D’água, Sapucaia, São Benedito, Aguazinha, Cidade Tabajara, Ouro Preto, Jardim Brasil, Vila Popular, Peixinhos, Sítio Novo e parte do bairro de Salgadinho.

**Lote 2:** Abrangem todos os Bairros da margem direita da área, que começa na interseção da Av. Agamenon Magalhães (inclusa) limite com o Município de Recife, seguindo por esta até a Av. Pan Nordestina (inclusa), seguindo por ela até a Av. Joaquim Nabuco (inclusa), continuando por esta até o encontro com a PE-15 (inclusa), seguindo por esta até o limite Olinda/Paulista, assim denominados: parte do bairro de Salgadinho, Santa Tereza, Varadouro, Amparo, Carmo, Guadalupe, Bom Sucesso, Alto da Nação, Bultrins, Monte, Amaro Branco, Bairro Novo, Casa Caiada, Jardim Fragoso, Jardim Atlântico e Rio Doce.

De acordo com a Diretoria de Limpeza Urbana (DLU), cada um dos lotes acima esta subdividido em duas áreas, ou seja, lote 1-1; 1-2; 2-1 e 2-2. Para se situar melhor territorialmente, a beira-mar está localizada à direita do lote 2 e a linha divisora dos

lotes 1 e 2 é a PE-15. Dessa forma, cada uma das áreas possui um supervisor da DLU responsável pela fiscalização dos resíduos colocados na rua, de forma irregular, pela população.

Cada uma das áreas compreende os seguintes bairros ou localidades:

Lote 1 – 1: Cidade Tabajara, 4 de Outubro, Ouro Preto incluindo Jatobá 1, Jatobá 2, 7º RO (Cohab), Vila Popular, Salgadinho, Peixinhos, Jardim Brasil I, Loteamento Tamandaré, Alto Mataripe, Jardim Brasil II.

Lote 1 – 2: Aguazinha, Jardim Brasil V, Sapucaia, São Benedito, Caixa D'água, Córrego do Abacaxi, Passarinho, Alto da Bondade, Alto Sol Nascente, Alto da Conceição, Alto da Conquista e Águas Compridas.

Lote 2 – 1: Santa Tereza, Ilha do Maruim, Umuarama, Varadouro (subdividido em V-8, Milagres e v-9), Carmo, incluindo Sítio Histórico, Amaro Branco, Bonsucesso e Alto do Monte, Bairro Novo, Bultrins e Alto Mina, Jardim Fragoso, 7º RO, Barreira Rozário e Guadalupe.

Lote 2 – 2: Casa Caiada, Jardim Atlântico e Jardim Atlântico Inocoope, Jardim Rio Doce, 1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª etapa, Loteamento Nova Olinda e Tabajara, Loteamento Boa Fé (Rio Doce).

Conforme dados obtidos da Secretaria de Serviços Públicos, (Anexo 04) apresenta-se na Tabela 16 a quantidade de resíduos coletados em Olinda por ano.

Tabela 16 – Quantidade de Resíduos coletados por ano (ton) - Olinda.

<b>(Em toneladas)</b>						
	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011.1*</b>
Resíduos domiciliares	78.537,06	89.136,98	90.298,11	91.418,21	97.968,07	50.100,31
<b>Resíduos de Volumosos</b>	<b>33.435,21</b>	<b>24.761,60</b>	<b>36.822,57</b>	<b>29.739,43</b>	<b>31.196,21</b>	<b>22.125,81</b>
Outros**	42.475,78	36.687,94	43.314,82	30.764,78	20.361,88	17.498,29
<b>Total</b>	<b>154.448,05</b>	<b>150.586,52</b>	<b>170.435,50</b>	<b>151.922,42</b>	<b>149.526,16</b>	<b>89.724,41</b>

\*Corresponde ao 1º Semestre.

\*\*Varrição, capinação, lavagem de vias e pátios de feiras, limpeza de faixa de areia, operações especiais, coleta manual em sacada, podaço e caixas brooks.

Nos resíduos coletados como volumosos, de pontos irregulares, a maior parte é composta de RCC. Observa-se que o percentual médio dos volumosos é de 21% em relação ao total de resíduos coletados e de 57% em relação aos resíduos domiciliares, considerando o período de 2006 ao 1º semestre de 2011. A partir dos dados do 1º semestre de 2011 e comparando com os valores médios do 1º semestre de 2010, pode-se avaliar um crescimento da coleta de resíduos volumosos da ordem de 42%, Figura 12.

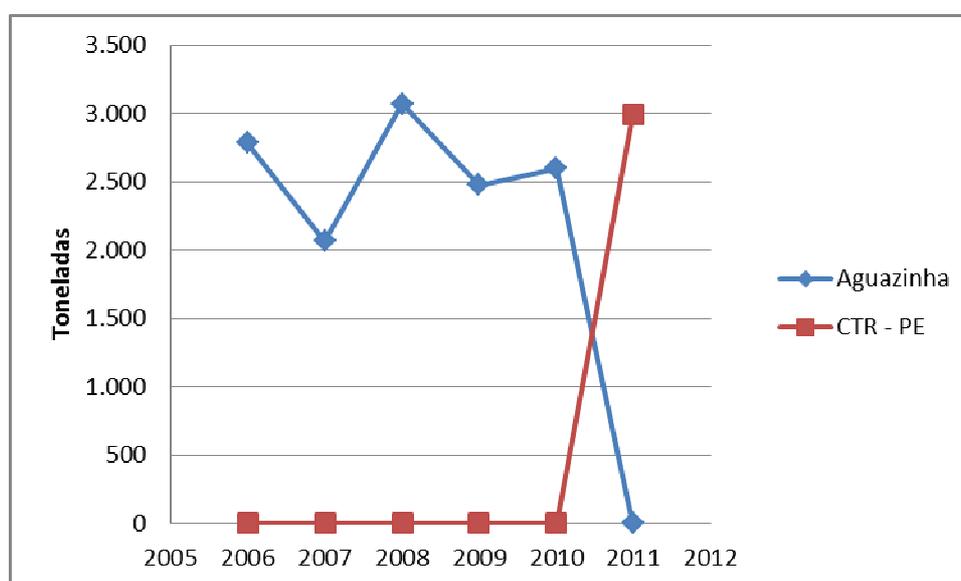


Figura 12 - Valores médios dos resíduos volumosos coletados por ano (ton).

Com base na metodologia de Pinto (1999) *apud* Gusmão (2008) para o cálculo de geração de RCC coletados dos pontos de deposição irregular, em 2011, tem-se:

- Peso médio de RCC (depositado no CTR – PE) = 3.687,64 ton/mês

- Média (26 dias) = 141,93 ton/dia.

Para os anos de 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010 temos:

- Peso médio de RCC (depositado no Aterro de Aguazinha) = 2.599,25 ton/mês
- Média (26 dias) = 100 ton/dia.

Foi utilizado o valor médio de 2011, ou seja, 141,83 ton/dia pelo fato desses dados serem mais atuais e corresponderem ao local de deposição final atual.

Com relação aos gastos financeiros com a coleta e transporte dos resíduos, são apresentados os seguintes dados.

Tabela 17 – Valores pagos pela coleta e transporte e destino final dos resíduos (R\$).

<b>Olinda (em R\$)</b>						
	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011.1*</b>
Resíduos domiciliares	3.460.385	4.304.820	4.536.180	5.065.723	6.071.820	3.519.232
<b>Resíduos de Volumosos</b>	<b>1.234.750</b>	<b>1.014.031</b>	<b>1.571.494</b>	<b>1.391.040</b>	<b>1.638.004</b>	<b>1.247.689</b>
Outros**	5.392.621	5.019.445	4.685.224	5.115.848	4.095.195	3.048.264
<b>Total</b>	<b>10.087.756</b>	<b>10.338.296</b>	<b>10.792.898</b>	<b>11.572.611</b>	<b>11.805.019</b>	<b>7.815.185</b>

\*Corresponde ao 1º Semestre.

\*\*Varrição, capinação, lavagem de vias e pátios de feiras, limpeza de faixa de areia, operações especiais, coleta manual em sacada, podaço e caixas brooks.

Observa-se que o gasto de coleta dos resíduos volumosos representa, no 1º semestre de 2011, 35% dos valores com a coleta dos resíduos domiciliares e 16% dos gastos totais de coleta. Representa, ainda, 76% do valor pago, para resíduos volumosos, em todo o ano de 2010.

No 1º semestre de 2011, o item “outros” esta acrescido do valor de R\$ 1.694.174,55, pois refere-se ao pagamento do complemento de 70 km de transporte de todos os

resíduos até a CTR-PE, tendo em vista o fechamento do Aterro Controlado de RSU de Aguazinha.

A Figura 13 ilustra um demonstrativo das pesagens dos materiais recebidas no Aterro de RSU em Igarassu (CTR PE), que iniciou suas atividades em meados de dezembro de 2010. Esses dados são referentes aos resíduos provenientes exclusivamente de Olinda, sendo os de classe II-a, não-inertes, e os de classe II-b, inertes.

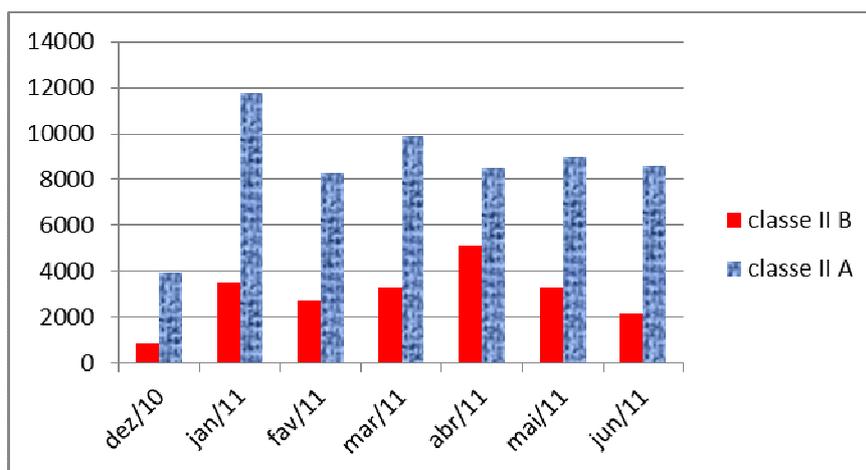


Figura 13 – Pesagens recebidas no CTR PE - Aterro de Igarassu, do município de Olinda, em toneladas.

Verifica-se que no mês de abril/2011 há uma elevação muito grande no volume dos resíduos classe II-b, coletados. Isso se deveu ao fato de ter sido modificado o procedimento da coleta, passando-se a retirada dos resíduos volumosos dos pontos irregulares a ser executada com uma pá mecânica e não mais com o processo manual de coleta. Com o processo mecânico, o trator além de retirar os resíduos retirava também o solo do local, aumentando o peso a ser transportado. Devido a DLU já fazer um acompanhamento mensal dos volumes coletados foi possível, de imediato, ser suspenso esse novo processo de recolhimento e voltar a se adotar o método anterior, manual.

#### 4.4.3 GERAÇÃO DE RCC A PARTIR DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE

Conforme as informações recebidas do aterro de RSU de Aguazinha, cada uma das 02 (duas) empresas transportadoras entrevistadas descarregavam 03 caçambas/dia no local e segundo as informações, em 2011 elas não colocam seus resíduos na CTR – PE. Considerando os RCC transportados por elas, segundo a mesma metodologia, temos:

- Empresas de coleta e transporte de RCC: 02
- Nº de caçambas: 03
- Volume da caçamba: 5 m<sup>3</sup>
- Volume total diário: 30m<sup>3</sup>
- Peso total (admitindo 1,34 ton/m<sup>3</sup>): 40,2 ton/dia

Diante dos 03 cálculos efetuados tem-se o seguinte valor estimado para geração de RCC, por dia, em Olinda de:

- Novas construções: 39,32 ton/dia (item 4.4.1)
- Deposição irregular: 141,83 ton/dia (item 4.4.2)
- Empresas transportadoras: 40,20 ton/dia (item 4.4.3)

Totalizando 221,35 ton/dia.

Considerando uma população, segundo o Censo de 2007, de 391.433 habitantes teremos a seguinte taxa de geração:

$$\frac{221.350 \text{ kg/dia}}{391.433 \text{ hab}} = 0,57 \text{ kg/hab/dia}$$

O que equivale a uma taxa de 208,05 kg/hab/ano, ou seja, 0,21 ton/hab/ano.

Comparando-se com as taxas de geração de resíduos de Recife que segundo Carneiro (2005) é 0,28 ton/hab/ano e com as demais taxas encontradas em outras cidades, conforme Pinto e Gonzáles (2005), Olinda está apresentando a menor taxa, mesmo sendo considerado o porte da cidade. Este resultado deve-se ao fato dos valores estarem subdimensionados tendo em vista a ausência de dados que complementaríamos as informações.

## 4.5 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RCC

### 4.5.1 DEPOSIÇÃO IRREGULAR

A composição gravimétrica média das 04 (quatro) amostras de RCC coletadas em pontos distintos de deposição irregular está apresentada na Figura 16.

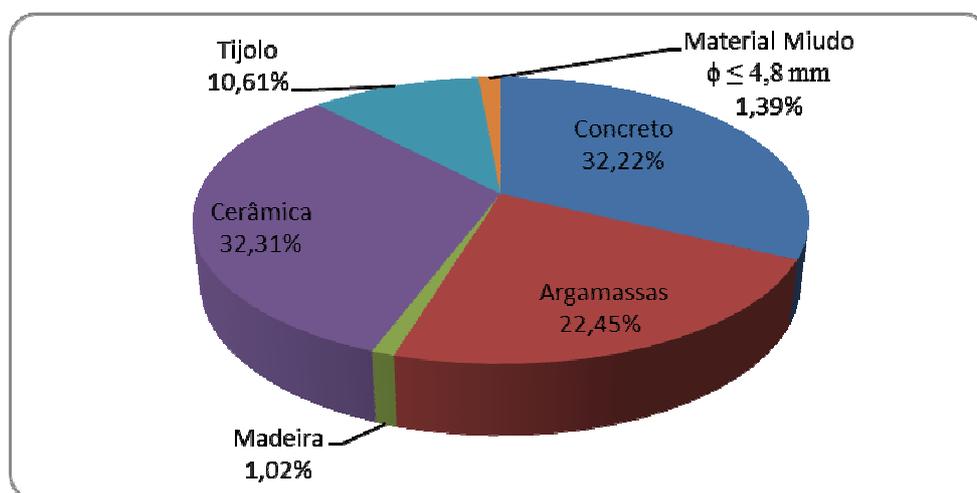


Figura 14 – Composição gravimétrica do RCC em depósitos irregulares.

É possível verificar na Figura 14 que os componentes predominantes dos RCC coletados em pontos irregulares são constituintes por materiais cimentícios, 32,22% (concreto) e 22,45% (argamassa); os demais, por materiais cerâmicos (32,31%), tijolo (10,61%), material miúdo (1,39%) e madeira (1,02%). É importante ressaltar que o

concreto, por exemplo, é um material nobre e de alta representatividade no custo final das obras, sendo fundamental a reutilização/reciclagem do mesmo no processo construtivo das obras.

#### 4.5.2 CANTEIROS DE OBRAS

A Tabela 18 apresenta a composição gravimétrica dos RCC gerados em 05 (cinco) canteiros de obra situados no município em estudo, levando-se em conta apenas os materiais recicláveis como argamassa, concreto, tijolo e madeira:

Tabela 18 - Materiais com maior percentual nos resíduos (%).

<b>Material</b>	<b>Obra 1</b>	<b>Obra 2</b>	<b>Obra 3</b>	<b>Obra 4</b>	<b>Obra5</b>
Argamassa	19	26	55	31	9
Concreto/Brita	7	5	-	26	53
Tijolo	37	14	2	7	12
Material Miúdo	33	43	42	21	21
Cerâmica	-	6	1	-	-
Outros*	4	6	-	15	5
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

\*Outros: Metal, gesso, tubo de PVC e madeira.

Nas Figuras 15, 16, 17, 18 e 19 pode-se observar que o percentual de resíduos indesejáveis é menor que 1%, nas 05 amostras coletadas. O percentual de materiais que podem ser reaproveitados é, em média, superior ou igual a 50% o que mostra que grande parte do material de RCC produzido nas obras de construção civil poderia ter uma destinação melhor, beneficiando a sociedade e o meio ambiente, seja através da reciclagem dos materiais ou por uma correta deposição final.

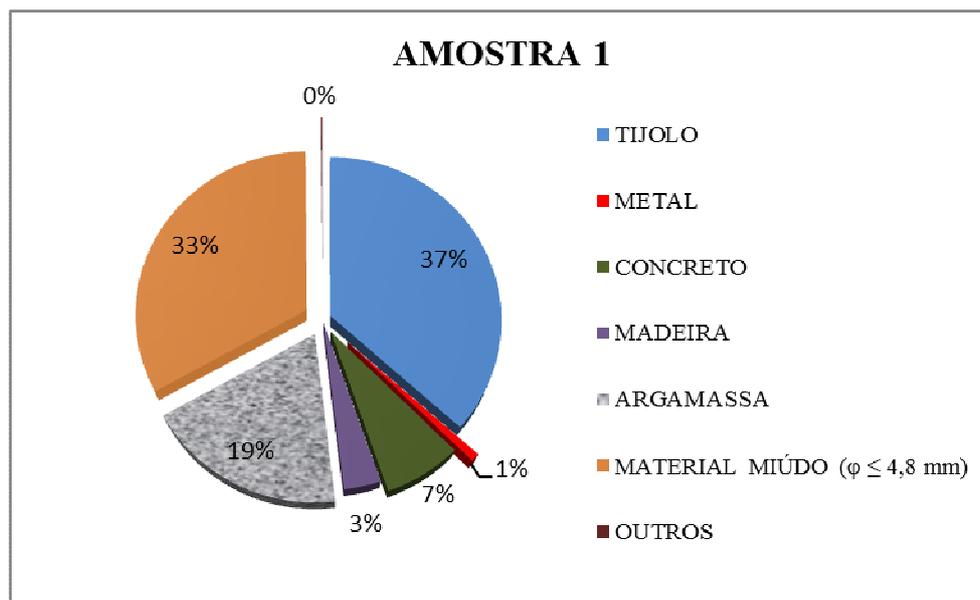


Figura 15 – Composição gravimétrica da amostra 1.

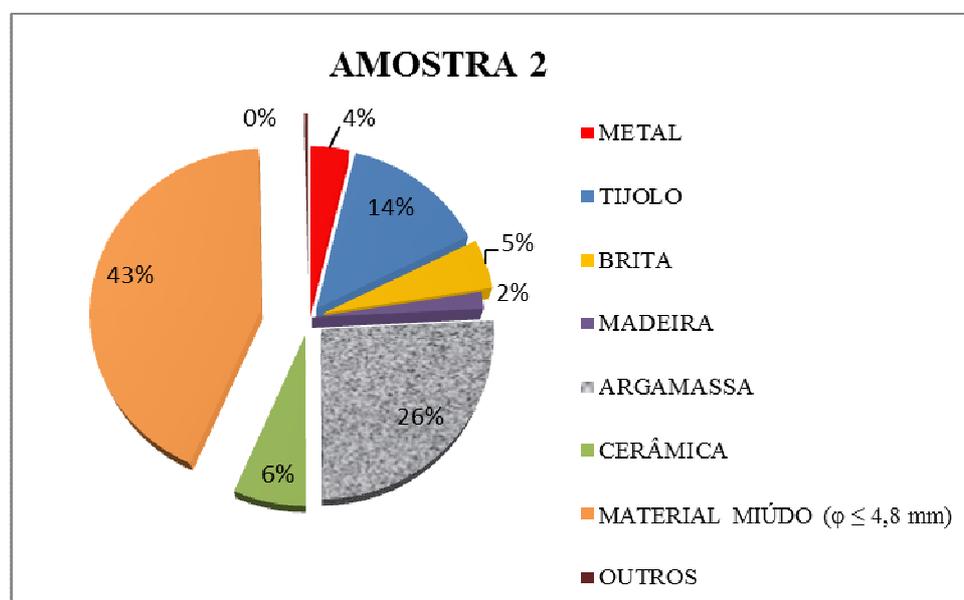


Figura 16 – Composição gravimétrica da amostra 2.

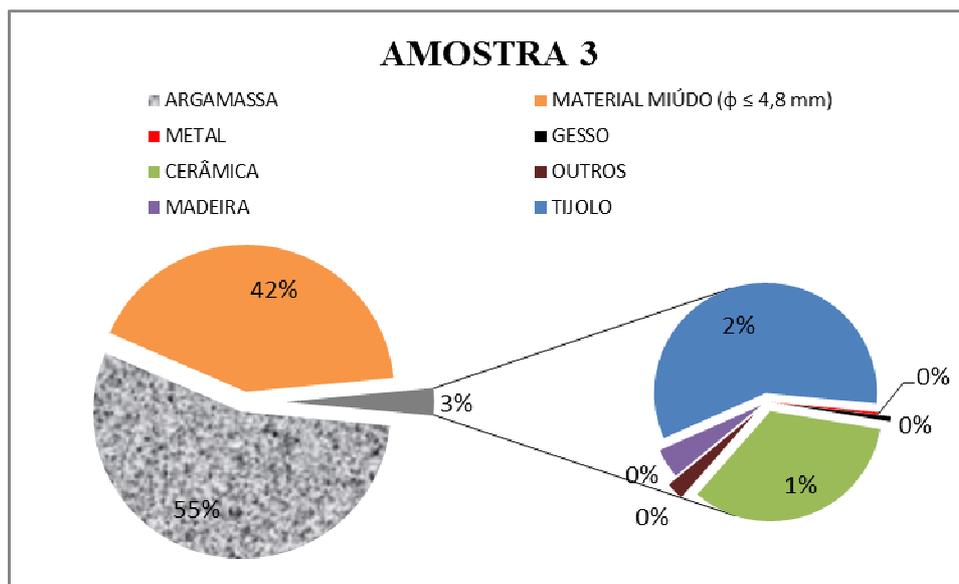


Figura 17 – Composição gravimétrica da amostra 03.

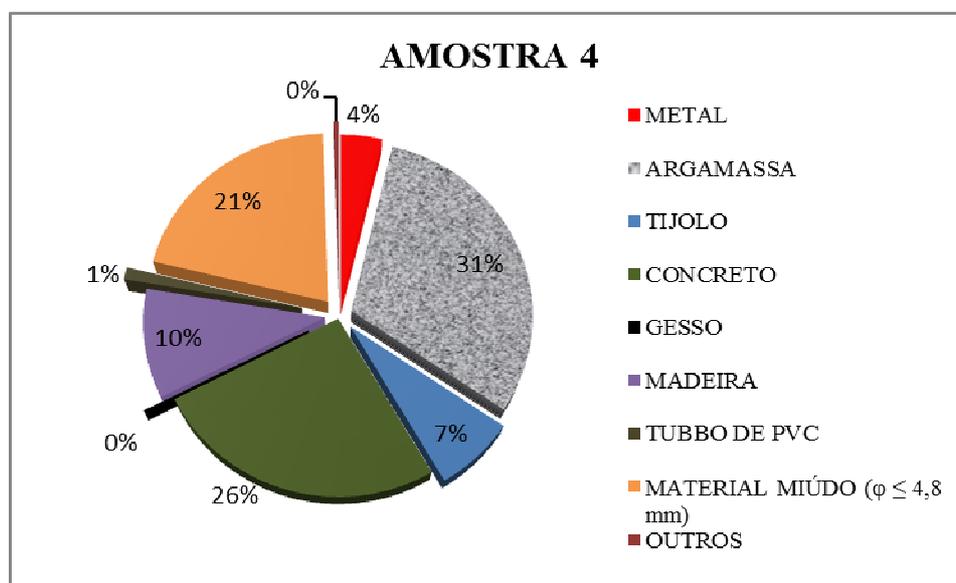


Figura 18 – Composição gravimétrica da amostra 4.

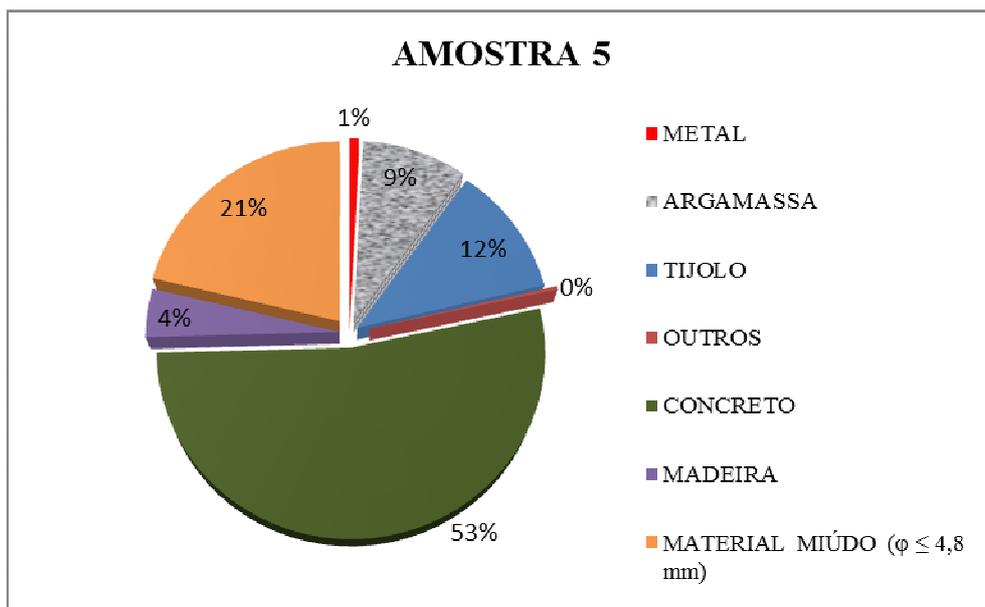


Figura 19 – Composição gravimétrica da amostra 5.

#### 4.6 LOCAÇÃO DOS PONTOS DE DEPOSIÇÃO IRREGULAR EM MAPA

Nesta etapa da pesquisa, foram identificados 55 pontos de deposição irregular de RCC, encontrados, normalmente, em áreas de preservação ambiental, como mangues e lagoas; cursos d'água; vias públicas; e próximo a construções habitacionais ilegais de populações de baixa renda (Fotos 40, 41 e 42).



Foto 40 – Depósito irregular próximo ao Hospital Tricentenário.



Foto 41 – Depósito irregular da Cidade Tabajara.



Foto 42 – Depósito irregular próximo a Avenida Chico Science.

Na Figura 20 é apresentada a imagem de satélite do município de Olinda, com a locação dos 55 (cinquenta e cinco) pontos de deposição irregular, sendo 26 visitados em julho de 2010, em amarelo, e 25 visitados em julho de 2011, em verde. Em vermelho, estão identificados os 04 (quatro) pontos em que foram realizadas as coletas de amostras de RCC para o ensaio de composição gravimétrica.

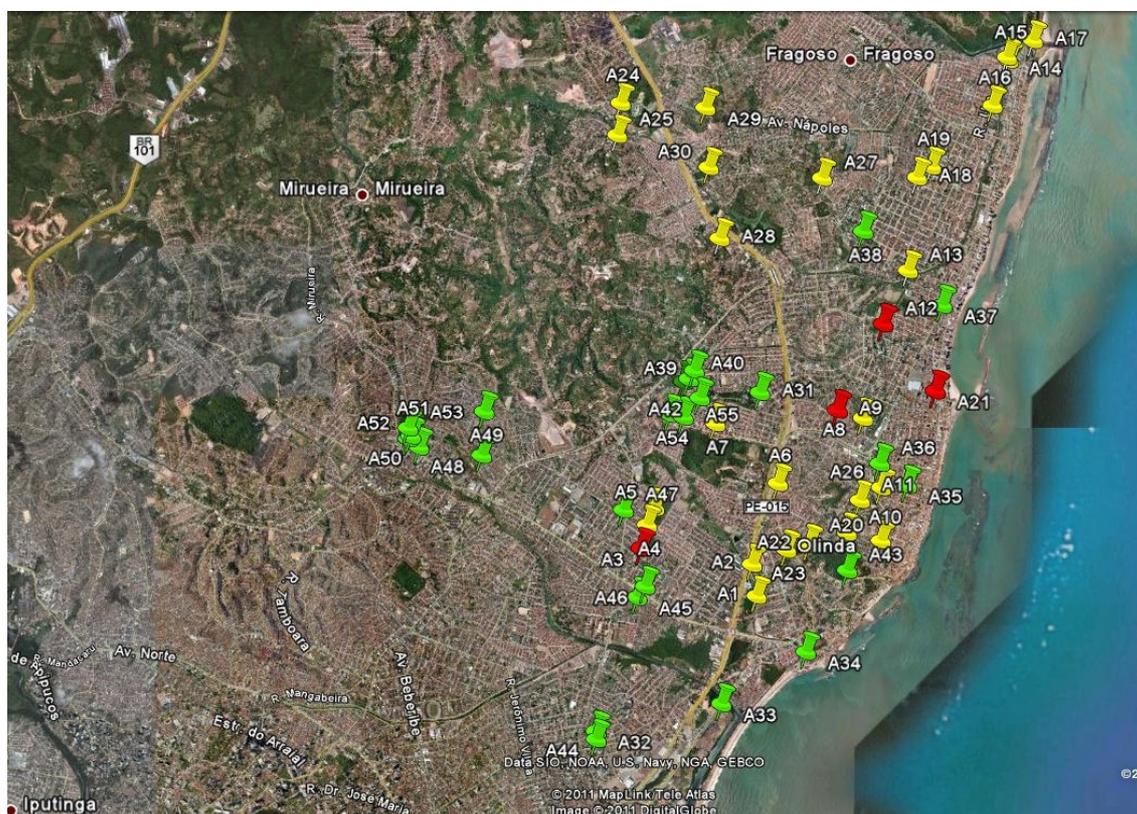


Figura 20 – Localização dos pontos de deposição clandestina.

Diante do levantamento realizado observa-se que tanto o Lote 1 como o Lote 2 apresentam uma quantidade equivalente de pontos de deposição irregular. Nas localidades mais habitadas encontramos maior quantidade de resíduos dispostos ao longo dos logradouros bem como nos leitos de cursos d'água. A área onde se observa poucos pontos de deposição de resíduos deve-se ao fato de ter menor densidade demográfica. Nos bairros onde se tem maior poder aquisitivo a população paga às transportadoras para recolherem os resíduos gerados. Nos bairros de Carmo, Bairro Novo e Bultrins, Lote 2.1, e em Ouro Preto, Lote 1.1, encontramos uma maior concentração de pontos de deposição irregular.

## 5. CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES

Com a análise do setor da construção civil dos últimos anos no município de Olinda, observado a partir das áreas de construção licenciadas, tem mostrado tendências de crescimento urbano com conseqüente aumento na produção de resíduos. A área total licenciada para a construção civil, no período de 2006 a 2009, foi de 297.074, 51 m<sup>2</sup>, com um crescimento médio anual de 41,33%. Em 2009, responsável por 86.432,40 m<sup>2</sup>, correspondeu a um crescimento de 124% em relação a 2006.

De acordo com os resultados obtidos no diagnóstico da situação atual dos RCC em Olinda, é possível afirmar que a região vem apresentando dificuldades. A falta de informações tanto por parte dos órgãos municipais responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos, bem como por parte das empresas construtoras, grandes geradoras de RCC, principalmente com relação às quantidades geradas e o monitoramento da sua destinação final, torna difícil programar ações que visem a um crescimento sustentável do município.

De acordo com a Diretoria de Limpeza Urbana do município de Olinda, não existe uma política de gestão de RCC no município e outro dado importante obtido a partir das entrevistas é que a Prefeitura Municipal de Olinda não possui atributo legal, pois não possui decreto que estabeleça o Plano Integrado de Gerenciamento dos RCC no município – PIGRCC, onde instituiria diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos, expondo ainda ações de orientação, fiscalização e controle dos agentes envolvidos. Como consequência, o município de Olinda não cobra dos grandes gerados, como construtoras, indústrias e outros, o Projeto de Gerenciamento de RCC – PGRCC, a serem submetidos à aprovação ou ao licenciamento ambiental dos órgãos competentes e posterior fiscalização.

Com a inexistência do PIGRCC, por parte do município, e do PGRCC, por parte dos geradores, deixa de haver um relato orientando que os RCC deveriam ser preferencialmente segregados na origem e transportados de forma diferenciada para o reaproveitamento, tratamento ou destino final, evitando que os materiais sejam descartados em locais impróprios ou encaminhados para aterros sanitários. Destaca-se

que a Resolução CONAMA nº 307 (2002) proíbe que as prefeituras recebam os RCC em aterros sanitários.

A falta de compromisso dos geradores de resíduos da construção civil com sua destinação final acarreta uma série de problemas como os relacionados com a saúde pública, assoreamento dos cursos d'água, fonte de degradação ambiental, além de onerar os cofres públicos, em caso de deposição irregular, necessitando do recolhimento deste material, por parte da Prefeitura.

Com uma destinação correta dos RCC haveria uma diminuição da extração dos agregados na natureza, uma reutilização/reciclagem dos resíduos gerados, a partir de uma diminuição dos impactos ambientais, econômicos e sociais, causados pelo mau gerenciamento dos mesmos.

Com o fechamento do único aterro municipal, o de Aguazinha, em dezembro de 2010, por esgotamento de sua vida útil, o município passa a destinar seus RSU para um aterro privado, CTR – PE, localizado no município de Igarassu, para recebimento dos resíduos classe II A (não inertes) e II B (inertes), focando o tratamento e a disposição final. Com isso houve um aumento nos gastos públicos, pois além de pagar para sua deposição, houve um aumento de transporte da ordem de 70 km.

Dando continuidade às mudanças, decorrente do encerramento do aterro de Aguazinha como local para destinação final dos resíduos, a DLU/Olinda definiu criar no local uma estação de transbordo, que entrará em funcionamento antes do final de 2011. Os resíduos coletados pelos caminhões compactadores e os caminhões caçamba, com capacidade respectivamente de 15 m<sup>3</sup> e 06 m<sup>3</sup>, descarregarão o material coletado e um caminhão carreta com capacidade de 42 m<sup>3</sup> levará o material para a CTR – PE. É uma ação do agente público visando minimizar o impacto financeiro causado pela mudança do destino final dos seus resíduos.

Vale destacar a existência da única empresa de reciclagem de resíduos instalada na RMR, em Camaragibe, a Ciclo Ambiental, que oferece ao setor da construção civil infra-estrutura para receber e reciclar os RCC, públicos e privados, produzindo um

agregado de resíduo misto, brita e areia, resultante do beneficiamento dos resíduos classe II - A, com qualidades que atendem ao mercado. Em funcionamento desde outubro de 2010 recebe resíduos de Suape, Cabo de Santo Agostinho, Paiva e Recife. Até o momento, os RCC gerados no município de Olinda não são encaminhados para este local. A reciclagem do RCC é uma prática necessária visando atenuar o impacto ambiental gerado pelo setor, minimizar a extração de recursos naturais e ainda reduzir em até 30% os custos da matéria prima reciclada, conseqüentemente da obra.

Outro dado importante obtido da pesquisa foi durante a visita aos canteiros de 04 (quatro) obras, representando 80% das construtoras responsáveis pelas obras verticais de maior vulto em Olinda, de uso multifamiliar, onde, apesar de 25% das entrevistadas possuírem o PBQP-H, 75% ter a certificação ISO e conhecer a Resolução 307 do CONAMA (2002), nenhuma tinha conhecimento da quantidade de RCC gerado na obra, apesar de pagarem às empresas transportadoras para retirada dos resíduos, assim como desconheciam o número de caçambas utilizadas para tal serviço.

Um aspecto bastante positivo foi que todas as empresas construtoras entrevistadas afirmaram que seus funcionários recebem orientação para reduzir os desperdícios de materiais na obra e 50% já possuem ações efetivas da redução da geração de RCC.

No que se refere à segregação e reaproveitamento dos RCC, 75% responderam que segregam alguns resíduos na própria obra e todas reaproveitam madeira e trinchos de cerâmica na própria obra. Com relação à madeira, ela também é vendida para as padarias da região, enquanto que a responsabilidade da destinação final do gesso é transferida para o subempreiteiro que executa o serviço.

Finalizando as entrevistas no canteiro, 75% responderam que não têm conhecimento para onde vão os RCC gerados, sendo de responsabilidade da transportadora e apenas em 01 (uma) obra, por ter o RCC transportado por um autônomo, informou que o material é utilizado para aterro de ruas e terrenos em Olinda e também em Paulista.

A visita aos canteiros de obra permitiu conhecer a realidade da geração e destinação final dos RCC produzidos pelos grandes geradores, propiciando descarte de maneira

irregular, causando danos ao meio ambiente, devido à falta de fiscalização do poder público.

No que se refere à identificação de pontos irregulares de deposição de resíduos, foram mapeados 55 locais no município. Os resíduos foram localizados em:

- a) Encostas, provocando sobrecarga, destruição da vegetação e, por conseguinte, podendo afetar a estabilidade dos taludes;
- b) Dentro de cursos d'água, prejudicando a drenagem urbana e contaminando as águas;
- c) Em áreas de preservação ambiental como sítio histórico de Olinda;
- d) Em logradouros, tornando-se locais atrativos para outros tipos de resíduos e para proliferação de vetores;
- e) Próximo a hospitais, tornando o ambiente ainda mais insalubre.

As amostras de RCC retiradas de pontos de deposição irregular mostram que mais de 90% do material pode ser reciclado. Já com relação às amostras coletadas dos canteiros de obra esse valor é de 84%. Todos esses resíduos poderiam ser beneficiados a partir de britagem, resultando em matéria prima reciclada pronta para ser comercializada e reintroduzida no mercado, inclusive com menor custo e preservando-se a matéria prima *in natura*.

Quanto à participação das diversas empresas transportadoras, pode-se afirmar que 100% delas não possuem licença para atuação no município, pois não há tal exigência. Todas as empresas transportadoras, mencionadas durante a visita aos 04 (quatro) canteiros de obra, foram entrevistadas. Elas transportam por dia, em Olinda, em média 03 caçambas, de 5 m<sup>3</sup> cada, onde uma delas descarrega os resíduos no aterro de Aguazinha e a outra descarrega em aterro de propriedade privada, sem custo, em Camaragibe, cedido para este fim. Após o fechamento de Aguazinha desconhecemos para onde está sendo destinado o RCC.

Com relação à estimativa de RCC gerado, o poder público do município desconhece tal informação. Utilizou-se nessa pesquisa uma metodologia consagrada no meio técnico para construção de indicadores sobre a produção de RCC nos municípios, obtendo-se um total de 39,32 ton/dia referente ao licenciamento de novas construções, 40,20 ton/dia, das empresas transportadoras e 141,83 ton/dia, em pontos de deposição irregular, totalizando uma geração de 221,35 ton/dia. Desse valor apenas 55% estão chegando a aterros. Considerando uma população de 391.433 habitantes resulta numa taxa de geração de 208,05 kg/hab/ano, sendo Recife responsável por uma taxa de 280 kg/hab/ano.

O município de Olinda é carente de ações que envolvam os RCC. Isso explica o porquê de quase 55% dos resíduos produzidos no município serem dispostos em áreas irregulares, coletados pelo departamento de limpeza urbana, onerando os cofres públicos e destinados a aterro. Segundo Piovezan Jr. (2007), a gestão corretiva, comumente utilizada para esconder os resultados da disposição incorreta dos RCC, mostra ações custosas e repetitivas que não sanam o problema. Essa situação merece atenção das autoridades, pois se não for resolvida de maneira eficiente, irá provocar um aumento nos danos ambientais e à saúde pública.

Por fim, o município de Olinda apresenta-se bastante atrasado em relação às diretrizes determinadas pela Resolução CONAMA nº 307 (2002) e, com isso, apresenta graves impactos ambientais, sociais e financeiros.

#### **Sugestões para trabalhos futuros:**

- Realizar pesquisa nos canteiros de obras das empresas construtoras que atuam em Olinda avaliando a gestão do RCC e determinando os índices de geração de resíduos para as principais atividades;
- Realizar estudo nos canteiros de obras para avaliar o índice de perdas por materiais;
- Elaborar junto ao município levantamento das empresas transportadoras de RCC;

- Avaliar os planos de gerenciamento de RCC elaborados por outros municípios do Brasil de mesmo porte de Olinda;
- Elaborar proposta de Plano Integrado de Gerenciamento de RCC a luz dos existentes em municípios de mesmo porte.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15.112, Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15.113, Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes. Aterros. Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15.114, Resíduos sólidos da construção civil. Áreas de Reciclagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15.115, Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Execução de camadas de pavimentação. Procedimentos.** Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15.116, Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2004.

ABRAMAT (2009). Disponível em:

[http://www.abramat.org.br/files/090914\\_NotaTecnica\\_CadeiaProdutiva.pdf](http://www.abramat.org.br/files/090914_NotaTecnica_CadeiaProdutiva.pdf). Acesso em 03 de maio de 2010.

ABRELPE. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/downloads/Panorama2010.pdf>. Acesso em 08 de AGOSTO DE 2011.

BARKOKÉBAS JR, BÉDA, CERNEIRO, F. P., SOUZA, P. C. M., et al. **Estudo sobre a Gestão de Resíduos Sólidos da Indústria da Construção Civil na Região Metropolitana do Recife.** Vol. no 6. Recife: Editora Edupe, 2002. 15p.

BRASIL. **CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**, de 05 de outubro de 1988. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm). Acesso em 15 de julho de 2010.

BRASIL. **Lei nº 12.305/2010**, de 02 de agosto de 2010. Institui a política nacional de resíduos sólidos. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em 20 de agosto de 2011.

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

CECI (2010). Disponível em: <http://www.ceci-br.org/istmo/>. Acesso no dia 01 de agosto de 2010.

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução n. 001**. Brasília, 1986.

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução n. 307**. Brasília, 2002.

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução n. 348**. Brasília, 2004.

COSTA, N. A. A. (2003). **A Reciclagem do Resíduo de Construção e Demolição: uma Aplicação da Análise Multivariada**. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis.

CTR - PETROLINA. Disponível em: <http://www.ctrpetrolina.com.br/>. Acesso em 08 de agosto de 2011.

EDUFBA (2001). **Reciclagem de Entulho para a Produção de Materiais de Construção PROJETO ENTULHO BOM.** EDUFBA, Salvador.

FONTES, M. T. M. (2008). **A Gestão dos Resíduos Sólidos da Construção Civil na Cidade de Salvador e a Implementação da Resolução CONAMA nº 307/2002.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal da Bahia Escola Politécnica Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana, Salvador.

GOOGLE (2010). Disponível em [www.google.com.br](http://www.google.com.br). Acesso em 15 de julho de 2010.

GUSMÃO, A. D. (2008). **Manual de Gestão dos Resíduos da Construção Civil.** Recife/PE. Gráfica Editora.

IBGE (2007). Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=260960>. Acesso em 01 de agosto de 2010.

IBGE (2009). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 16 de abril 2010.

IBGE (2010). Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=260960>. Acesso em 08 de agosto de 2011.

JOHN, V. M. (2000). **Reciclagem de Resíduos na Construção Civil: Contribuição à Metodologia de Pesquisa e Desenvolvimento.** Tese (Livre Docência), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PCC), São Paulo.

JOHN, V. M. **Aproveitamento de Resíduos Sólidos como Materiais de Construção.** In: CASSA, J. C. S., CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S. Reciclagem de Entulho para Produção de Materiais de Construção: Projeto Entulho Bom. EDUFBA/ Caixa Econômica Federal, Salvador, 2001, pp. 26-45.

MALHEIROS, T. F.; ASSUNÇÃO, J. V. **Indicadores ambientais para o desenvolvimento sustentável: um estudo de caso de indicadores da qualidade do ar.** In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., 200, Porto Alegre, RS. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2000.

MARQUES NETO, J. C. (2005). **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Brasil.** São Carlos: Rima.

MILANEZ, B. **Contextualização de princípios de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa, PB. *Anais...* João Pessoa: ABES, 2001. 11 p.

MILARÉ, É. (2005). **Direito do ambiente: doutrina, jurisprudência, glossário.** São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2005. 4ª ed. rev., atual. e ampl.

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

OLINDA (2010). Disponível em: <http://www.olinda.pe.gov.br/>. Acesso no dia 01 de agosto de 2010.

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.

PALLIARI, José C. *et al.* **Avaliação das perdas de concreto usinado nos canteiros de obras.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, Foz do Iguaçu. *Anais...* São Paulo: ANTAC, 2002. CD-ROM.

PEDROSA, F. J.A (2007). **Aspectos da Evolução da Linha de Costa e da Paisagem Litorânea do Município de Olinda entre 1915 e 2004: Evidências do Tecnógeno em Pernambuco**. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Pernambuco, Pós-Graduação em Geociências.

PETROLINA. Disponível em <http://www.petrolina.pe.gov.br/2009>. Acesso em 28 de abril de 2010.

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

PINTO, t. P.; GONZÁLEZ, J. R. L. **Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil**. Ministério das Cidades, Brasília, 2005, p. 196.

PIOVEZAN JR., G. T. A. (2007). **Avaliação dos resíduos da construção civil (RCC) gerados no município de santa Maria**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

PNUMA - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Perspectivas del Médio Ambiente Mundial 2000: panorama general**. Nairobi, 1999. Disponível em: <<http://www.unep.org/>>. Acesso em 02 mar. 2007

RECICLA MORUMBI. Disponível em:

<http://www.reciclamorumbi.com.br/index.php?os-4-rs>. Acesso em 16 de abril 2010.

RECICLAGEM. Disponível em:

[http://www.reciclagem.pcc.usp.br/des\\_sustentavel.htm](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/des_sustentavel.htm). Acesso em 03 de maio de 2010.

RECIFE. **Lei nº 17.072**, de 04 de janeiro de 2005. Estabelece as diretrizes e critérios para o Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/diariooficial>>. Acesso em 23 de agosto de 2009.

REVISTA TECHNE. Disponível em <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/113/artigo31830-1.asp>. Acesso em 21 de agosto de 2010.

SALVADOR. **Lei nº 11.667**, de julho de 1997. Dispõe sobre manejo, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e destino final dos resíduos resultantes das obras de construção civil e dos empreendimentos com movimento de terra. Disponível em [www.meau.ufba.br/site/system/files/cp085293.pdf](http://www.meau.ufba.br/site/system/files/cp085293.pdf). Acesso em 03 de maio de 2010.

SÃO PAULO. **Lei nº 42.217**, de 24 de julho de 2002. Estabelece rito de licenciamento e regra operação de áreas de transbordo e triagem e pontos de entrega voluntária de resíduos da construção. Disponível em [http://www.sindusconsp.com.br/downloads/juridico/decreto/dec42217\\_240602.pdf](http://www.sindusconsp.com.br/downloads/juridico/decreto/dec42217_240602.pdf). Acesso em 03 de maio de 2010.

SANTOS, E. C. G. (2007). **Aplicação de Resíduos da Construção e Demolição reciclados (RCD-R) em Estruturas de Solos Reforçados**. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

SANTOS, A. N. (2008). **Diagnóstico da Situação dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) no Município de Petrolina (PE)**. Dissertação (Mestrado), Universidade Católica de Pernambuco Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Recife.

SÃO CARLOS (2008). Disponível em <http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/noticias/2008/153004-residuos-urbanos.html>. Acesso em 22 de agosto de 2010.

SCHNEIDER, D. M. (2003). **Deposições Irregulares de Resíduos da Construção Civil na Cidade de São Paulo**. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, São Paulo.

SENAI (2010). Disponível em <http://www.senairs.org.br/ctrl/>. Acessado em 03 de maio de 2010.

SIQUEIRA, M. S. (2005). **Análise da Situação Ambiental dos Resíduos de Construção na Cidade do Recife**. Relatório de Iniciação Científica Pibic/Poli, 2004/2005, Recife, 2005.

SOUZA, Paula Christyan de Medeiros Souza; CARNEIRO, Fabiana Padilha; BARKOKÉBAS JÚNIOR, Béda; MONTEIRO, Eliana Cristina Barreto. **Identificação da atual da situação ambiental dos resíduos de construção e demolição na Região Metropolitana do Recife**. In: VI Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil, 2003, São Paulo.

SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; AGOPYAN, V. e ANDRADE, A. C. (2004). **Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva**. Associação Nacional de Tecnologia e Ambiente Construído. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 4, n.4, pg. 33-46.

SOUZA, P. C. M. (2007). **Gestão de resíduos da construção civil em canteiros de obras de edifícios multipiso na cidade do Recife/PE**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE 01

### Limpeza Urbana

- 1- Existe local de deposição de RCC para grandes geradores?
- 2- O município licencia as empresas coletoras atuantes em Olinda?
- 3- Há conhecimento dos pontos de deposição irregular de RCC?
- 4- Qual a quantidade de RCC produzido em Olinda?
- 5- Qual a quantidade de RCC depositado irregularmente?
- 6- Quais são os gastos com a coleta de RCC em pontos de deposição irregular?
- 7- Há alguma política para o gerenciamento do RCC?
- 8- Há intenção de ser cobrado aos grandes geradores o PGRCC dos canteiros de obras?
- 9- Qual o volume pago para remoção dos resíduos de pontos irregulares entre 2006 e 2011?
- 10- Teria como fornecer o mapa representando a divisão do município em lote 1 e 2 para coleta dos resíduos?
- 11- Como está o Aterro de Aguazinha hoje?
- 12- Onde estão sendo depositados os RSU's?
- 13- Quais os volumes recebidos pela CTR Pernambuco, nos 2 trimestres de 2011.

**APÊNDICE 02****Canteiros de Obras em Olinda**

1. A empresa construtora é certificada pelo PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat)?  
 SIM       NÃO
2. Há existência de procedimento de quantificação de resíduos no canteiro de obra?  
 SIM       NÃO
3. A empresa desenvolve ações específicas que visem à redução de resíduos? Quais?
4. Existe a classificação dos resíduos, em relação as suas características físicas, químicas e/ou biológicas, no canteiro de obra?
5. É realizado, no próprio canteiro de obra, o reaproveitamento de algum resíduo?  
 SIM       NÃO
6. A empresa oferece aos funcionários orientação para que contribua na redução de desperdício de materiais durante a execução dos trabalhos?  
 SIM       NÃO
7. O engenheiro responsável pela obra tem conhecimento da Resolução CONAMA nº 307 que trata da gestão de resíduos na Construção Civil?  
 SIM       NÃO
8. Quantos m<sup>2</sup> tem a obra?
9. Qual o volume de m<sup>3</sup> da caçamba?
10. Qual o número de caçambas de RCC retiradas da obra nas seguintes fases de construção:
  - a. Terraplenagem \_\_\_\_\_
  - b. Fundações \_\_\_\_\_
  - c. Estrutura \_\_\_\_\_
  - d. Alvenaria \_\_\_\_\_
  - e. Revestimento \_\_\_\_\_
  - f. Acabamento \_\_\_\_\_
11. Qual o responsável pelo recolhimento do resíduo da obra?
12. Qual a destinação dos resíduos?
13. Tem conhecimento de locais de deposição irregular de resíduos? Onde?

**APÊNDICE 03****Empresas Coletoras e Transportadoras**

1. Possui licença da prefeitura?

SIM       NÃO

2. Quanto tempo de atuação tem a empresa?

3. Qual o número de funcionários da empresa?

4. Quais os bairros de maior atuação?

5. Quantas caçambas a empresa possui para coleta? Qual o volume médio delas?

6. Dispõe de quantos veículos para coleta? De que tipo são? Qual o volume médio do caminhão?

7. Qual o número médio de caçambas que é coletado por dia? Inclui sábado?

8. Como e quanto é cobrado para o recolhimento do entulho?

9. Possui poliguindastes?

SIM       NÃO

10. Qual o percentual, do total de custos, gastos com os itens abaixo:

- Deslocamentos \_\_\_\_\_
- Mão-de-obra \_\_\_\_\_
- Administração \_\_\_\_\_
- Taxa de descarte em bota-foras \_\_\_\_\_

11. Onde é depositado o resíduo coletado?

12. Quais as rotas principais no transporte dos resíduos até o depósito?

13. Em média, qual a participação dos RCC no total de resíduos coletados?

14. Qual a participação dos seguintes itens no total de RCC coletados?

- Reformas e ampliações térreas \_\_\_\_\_
- Construção de residências térreas \_\_\_\_\_
- Construção de prédios multipiso \_\_\_\_\_
- Limpeza de terrenos \_\_\_\_\_
- Coleta em indústrias e serviços \_\_\_\_\_
- Demolições \_\_\_\_\_

15. Possui algum registro da quantidade de resíduos coletados nos anos anteriores? Pode disponibilizar?
16. Tem conhecimento de locais de deposição irregular dos resíduos? Onde?
17. Qual a sua opinião a respeito da implantação de usinas de reciclagem? Tem alguma sugestão?

## APÊNDICE 04

### Aterro de Aguazinha

- 1) Qual o tempo de existência do aterro?
- 2) Qual a vida útil do aterro?
- 3) Qual a área ocupada por Aguazinha?
- 4) Qual a quantidade de células e as características de cada uma?
- 5) Quais os tipos de tratamento que são adotados (percolado/gás)?
- 6) Qual o sistema de drenagem adotado nas células (percolado/gás)?
- 7) Qual o sistema de drenagem adotado para as águas pluviais?
- 8) Qual a percentagem da população de Olinda atendida pelo aterro?
- 9) Qual a composição típica dos resíduos que chegam ao aterro?
- 10) Quais os tipos de resíduos que chegam ao aterro?
- 11) Há recebimento de RCC neste aterro?
- 12) Existe uma série histórica da quantidade de resíduos, por tipo, que é recebida em cada ano?
- 13) Quem trás os resíduos para Aguazinha?
- 14) O que é feito com os resíduos recicláveis?
- 15) Quais outras ações são desenvolvidas no aterro?
- 16) Qual o papel da Universidade Federal de Pernambuco neste aterro?
- 17) De que forma o município de Olinda poderia contribuir na melhora de Aguazinha?
- 18) Quais os pontos fortes do aterro?
- 19) Quais os pontos que ainda podem melhorar?
- 20) Há o conhecimento para onde são levados os RCC produzidos em Olinda?

**APÊNDICE 05****Empreiteiro Autônomo**

- 1) Área de atuação?
- 2) Qual a destinação final dos RCC?
- 3) Sugestões?
- 4) Qual a quantidade de RCC transportada?
- 5) O senhor tem registro dos pontos irregulares onde é colocado esse material?

**APÊNDICE 06****Aterro CTR – PE**

- 1) Desde quando esta empresa está em operação?
- 2) Que tipo de resíduos são recebidos (RSU, RCC, Volumosos, Podação, Varrição)?
- 3) De onde vêm esses resíduos?
- 4) Qual o volume médio de cada caçamba?
- 5) Qual o volume/peso recebido de cada tipo de resíduo?
- 6) Qual o volume/peso de cada tipo recebido por município?
- 7) Em torno de quantas caçambas vocês recebem por dia?
- 8) Como é feito o controle dos volumes recebidos? (solicitar planilha)?
- 9) Como é o funcionamento operacional desta empresa?
- 10) Qual a destinação final dos resíduos?
- 11) Vocês têm algum processo para reaproveitamento dos resíduos?
- 12) Qual o custo para recebimento dos resíduos?
- 13) Quanto os municípios têm gasto mensalmente? Recife, Olinda, Igarassu?
- 14) Qual a capacidade para recebimento de resíduos?
- 15) Qual a capacidade para reciclagem diária?
- 16) Qual a vida útil estimada para este centro?

## **APÊNDICE 07**

### **Ciclo Ambiental**

- 1) Desde quando esta empresa está em operação?
- 2) Que tipo de resíduos são recebidos (RSU, RCC, Volumosos, Podação, Varrição)?
- 3) De onde vêm esses resíduos?
- 4) Qual o volume médio de cada caçamba?
- 5) Qual o volume/peso recebido de cada tipo de resíduo?
- 6) Qual o volume/peso de cada tipo recebido por município?
- 7) Quantas caçambas vocês recebem por dia?
- 8) Como é feito o controle dos volumes recebidos? (solicitar planilha)?
- 9) Como é o funcionamento operacional desta empresa?
- 10) Qual a destinação final dos resíduos?
- 11) Vocês têm algum processo para reaproveitamento dos resíduos?
- 12) Qual o custo para recebimento dos resíduos?
- 13) Quanto os municípios de Recife, Olinda e Igarassu têm gasto mensalmente?
- 14) Qual a capacidade para recebimento de resíduos?
- 15) Qual a capacidade para reciclagem diária?
- 16) Qual a vida útil estimada para este centro?
- 17) Quanto tempo entre a produção e a estocagem?



**ANEXOS**

**ANEXO 01**

**Manifesto de Carga da CTR - PE**

**ANEXO 02**

**Certificado da CTR – PE**

**ANEXO 03**

**Manifesto de Carga da Ciclo Ambiental**

**ANEXO 04**

**Demonstrativo de pesagens recebidas nos aterros de Aguazinha e CTR - PE**