

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
(MESTRADO)

DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) NO
MUNICÍPIO DE PETROLINA (PE)

ALMAI DO NASCIMENTO DOS SANTOS

RECIFE/2008

ALMAI DO NASCIMENTO DOS SANTOS

DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) NO MUNICÍPIO DE PETROLINA (PE)

Dissertação apresentada à Universidade Católica de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Tecnologia das Construções

Orientadores: Prof. Dr. Silvio Romero de Melo Ferreira

Prof. Dr. Joaquim Teodoro Romão de Oliveira

S237d

Santos, Almai do Nascimento dos

Diagnóstico da situação dos resíduos de construção e demolição (RCD) no município de Petrolina (PE) / Almai do Nascimento dos Santos ; orientadores Silvio Romero de Melo Ferreira, Joaquim Teodoro Romão de Oliveira, 2008.

xiv, 111 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Pró-reitoria Acadêmica. Coordenação de Pós-graduação. Mestrado em Engenharia Civil, 2008.

1. Construção civil - Eliminação de resíduos - Petrolina (PE).
3. Impacto ambiental - Petrolina (PE). 3. Resíduos sólidos. I. Título.

CDU 628.4.036(81PE)

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – PROESPE.

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

ALMAI DO NASCIMENTO DOS SANTOS

**DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E
DEMOLIÇÃO (RCD) NO MUNICÍPIO DE PETROLINA (PE)**

Banca Examinadora

Professor Dr. Silvio Romero de Melo Ferreira
Orientador – UNICAP-PE

Professor Dr. Joaquim Teodoro Romão de Oliveira
Orientador – UNICAP-PE

Professor Dr. Romilde Almeida de Oliveira
Examinador Interno – UNICAP-PE

Professora Dra. Stela Fucale Sukar
Examinadora Externa – UPE-PE

Aprovada em 25 de Setembro de 2008

Meus avós queridos, Benedito e Nair (*in memoriam*) que ao lado de Deus, razão da existência humana, luz divina de amor e paz, continuam a brilhar e a iluminar os meus caminhos. Obrigada por tudo que sou, obrigada por me amar.

AGRADECIMENTO

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

Ao meu esposo Paulo Roberto Freire a quem dedico todo este trabalho, que com seu carinho e companheirismo vibra comigo cada momento do meu crescimento. Obrigada pelo seu amor, por ser meu porto seguro, por está sempre comigo. Você é tudo para mim.

As minhas filhas, Ana Carolina, Camila e Paula Daniele, razão de todas as minhas conquistas, amor incondicional, obrigada pela paciência com as minhas ausências, pela força, por existirem na minha vida.

À minha mãe Antônia exemplo de luta e proteção. Obrigada mãe, por está sempre acreditando em meu potencial, por está sempre orando por mim, por me fazer existir.

Ao meu mais novo amor, Nicolas Freire anjo que chegou iluminando este trabalho. Netinho amado.

A toda a minha família, irmãos, cunhados, genro que de uma forma ou de outra estiveram presentes colaborando e incentivando o meu trabalho.

Aos meus orientadores Prof. Dr. Silvio Romero e Prof. Dr. Joaquim Teodoro pela intensa dedicação, paciência e compreensão para a concretização deste trabalho.

Aos meus amigos Francisco Alves e Alba Valéria pelo incentivo e orientação na produção deste trabalho.

Ao prof. Francisco Jesus pela valiosa colaboração para o encaminhamento final deste trabalho.

Aos meus colegas de turma, Aliomar, Diogo, Eduardo, Jason, Wellington, Sergio, exemplo de amizade e companheirismo.

À minha internacional sobrinha Sarah Freire pelo abstract mais perfeito da terra. Obrigada pelas brilhantes traduções.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Petrolina-PE.

Aos funcionários da Universidade Católica de Pernambuco pela atenção dispensada durante a realização do trabalho.

Aos órgãos Municipais da cidade de Petrolina pela colaboração no fornecimento dos dados que auxiliou este trabalho.

RESUMO

Apesar de ser uma grande geradora de impactos ambientais devido ao grande consumo de matéria-prima e da grande geração de resíduos, a Construção Civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social do país. Nos países desenvolvidos, a geração de RCD nas obras de demolição entre os anos de 1994 a 1999 variava entre 32 e 99 ton/ano. O que não difere muito do Brasil, que em 2005, através de pesquisas em 11 Municípios, observou-se uma geração de resíduos com média de 59% também, provenientes de obras de reforma, ampliação e demolição. O Município de Petrolina localizado em pleno sertão Pernambucano, atualmente, tem uma população de 268.339 habitantes e ainda não possui um sistema de gerenciamento de RCD, conforme preceitua a Resolução nº. 307 do CONAMA (2002). Visando contribuir com o estudo desta problemática, a presente dissertação realiza um diagnóstico dos RCD do Município verificando sua potencialidade de reciclabilidade. A pesquisa constitui de um trabalho de campo de natureza exploratória e descritiva que visa identificar os materiais descartados pela indústria da construção civil de 10(dez) empresas geradoras de RCD, bem como identificar, para efeito de estudos de impacto ambiental, 11(onze) pontos de deposição irregular de RCD e a possível reutilização desses materiais. Os resultados demonstraram que 91,2% dos materiais são resíduos classe A, com potencial de reciclabilidade, tendo em vista os descartes de materiais cerâmicos representar no total da amostra 45,5% de todo o material observado, seguido de argamassas com (23,6%), de concreto (14,1%) e da areia (8,0%), ficando os 8,8% restantes destinados ao descartes de plásticos, gesso e madeira. Apesar da falta de uma destinação adequada, tanto as empresas quanto o Poder Público do referido município, tentam se adequar ao que determina a Resolução 307, em especial, no que se refere ao beneficiamento dos RCD, implantando uma usina de reciclagem no aterro remediado “Raso da Catarina”, proporcionando assim, emprego e renda à população. Esta pesquisa também propõe ações futuras que poderão colaborar na realização de estudos de viabilidade técnica utilizando agregados de RCD na produção de agregados para pavimentação, confecção de blocos sem função estrutural, peças para o meio fio, entre outros, beneficiando a população e o Município de Petrolina.

Palavras-chave: resíduos sólidos, resíduos de construção civil, geração de RCD.

ABSTRACT

Besides the fact that it is the cause of some environmental impact due to the great consumption of raw material and generation of residues, construction engineering is recognized as one amongst the most important activities that contributes to the economic and social development of our country. Within underdevelopment countries the generation of CDW (Construction and Demolition waste) in demolition works between the years 94-99 varied from 32 to 99 tons/year. CDW in Brazil is not different. In 2005, a research carried in 11 municipalities showed that the medium CDW was 59% as well. The municipality of Petrolina is located in the arid backlands of the state Pernambuco, the current population is 268,339 and still doesn't own a system for management of the CDW as required in the resolution 307 of CONAMA(2002) (National Council for Environmental Issues). Willing to contribute to the solving of this problem, the present dissertation brings a survey of variability of CDW in the municipality of Petrolina and verifies its recycling potential. The research is based on exploratory and descriptive field work and aims to identify the varied waste material discarded through the work of ten civil engineering companies and also to identify 11(eleven) points of irregular discard and the possible re-use of the discarded material. Results show that 91, 2% of residues are class A, waste with recycling potential. 45, 5% of the waste is ceramic, 23, 6% is mortar, 14, 1% is concrete and 8% is sand. The other 8, 8% are discard of wood, plastic and plaster. Despite the lack of place for disposal, private and governmental companies try to adjust themselves to what is required in resolution 307, specially regarding to recycling of CDW. There have been implemented a recycling industry in a disposal area called "Raso da Catarina" therefore providing jobs for the population. The present work of study also suggests some future action that may collaborate in studies for the use of CDW aggregates for paving, blocks with non-structural function and pieces for sidewalk, benefitting population and municipality as a whole.

Keywords: solid waste, construction engineering waste, CDW's generation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Fluxograma de Estudo de Gestão Integrada dos RCD.....	33
Figura 2.2- Relação do ângulo de atrito solo-muro com o ângulo de atrito do solo.....	40
Figura 2.3 - Máquinas e Equipamentos da Usina de RCD de Petrolina/PE.....	47
Figura 2.4 - Máquinas e Equipamentos da Usina de RCD de Petrolina/PE.....	47
Figura 2.5 – Mapa da Região Integrada de Desenvolvimento Econômico Integrado – RIDE São Francisco.....	48
Figura 2.6 - Classificação dos solos do município de Petrolina.....	51
Figura 4.1 - Entulhos lançados no aterro “Raso da Catarina” antes da remediação.....	67
Figura 4.2 - Processo de remediação do aterro “Raso da Catarina”.....	68
Figura 4.3 - Vista geral do aterro em fase final de remediação do aterro.....	68
Figura 4.4 - Construção e equipamentos para a instalação da usina de RCD.....	69
Figura 4. 5 - Localização dos Pontos de Deposição Irregular de RCD.....	70
Figura 4.6 - Disposição e descarrego dos Entulhos no Ponto de Deposição.....	73
Figura 4.7 - Deposição Irregular - Ponto 01, a) localização, b) composição gravimétrica.....	75
Figura 4.8 - Deposição Irregular - Ponto 02, a) Localização, b) Composição gravimétrica.....	75
Figura 4.9 - Deposição Irregular - Ponto 03, a) Localização, b)Composição Gravimétrica.....	76
Figura 4.10 - Deposição Irregular - Ponto 04, a) Localização, b)Composição Gravimétrica.....	77
Figura 4.11 - Deposição Irregular - Ponto 05, a) Localização, b) Composição Gravimétrica.....	78
Figura 4.12 - Deposição Irregular - Ponto 06 a) Localização, b)Composição Gravimétrica.....	78
Figura 4.13 - Deposição Irregular - Ponto 07 a) Localização, b)Composição Gravimétrica.....	79
Figura 4.14 - Deposição Irregular - Ponto 08 a) Localização, b)Composição Gravimétrica.....	80
Figura 4.15 - Deposição Irregular - Ponto 09 a) Localização, b) Composição Gravimétrica.....	80
Figura 4.16 - Deposição Irregular - Ponto 10 a) Localização, b)Composição Gravimétrica.....	81
Figura 4.17 - Deposição Irregular - Ponto 11 a) Localização, b)Composição Gravimétrica.....	82
Figura 4.18 – Composição dos RCD nos locais de deposição irregular.....	82
Figura 4.19 – Composição dos 11 pontos de deposição irregular de RCD.....	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Contribuição Individual das Fontes de Origem em (%) dos RCD.....	27
Quadro 2.2 - Composição do RCD em diversas cidades brasileiras.....	29
Quadros 4.1 - Dados das Empresas.....	57
Quadro 4.2 - Área de atuação das Empresas.....	59
Quadro 4.3 - Procedência dos entulhos gerados no ano de 2007.....	60
Quadro 4.4 - Materiais que constituem o entulho no ano de 2007.....	61
Quadro 4.5 - Tipo de veículo/Responsável pela remoção e Local de deposição.....	62
Quadro 4.6 - Adequação das empresas quanto à minimização de perdas de material.....	63
Quadro 4.7 - Pontos Críticos de Deposição monitorados.....	64
Quadro 4.8 - Quantitativo do volume de resíduos pelas empresas coletoras em 2006.....	66
Quadro 4.9 - Quantitativo do volume de resíduos pelas empresas coletoras em 2007.....	66
Quadro 4.10 - Localização dos Pontos de Deposição de RCD.....	72
Quadro 4.11 - Quantitativo de RCD em pontos irregulares no Município de Petrolina.....	74
Quadro 4.12 - Resumo do Quantitativo de RCD.....	83
Quadro 4.13 - Resíduos classe A com potencial de reciclagem para agregado.....	83
Quadro 4.14 - Composição dos RCD das cidades do Recife/PE e Petrolina/PE.....	85

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

Att's - Áreas de Transbordo e Triagem

BswH - Clima árido, chuvas de inverno, chuvas de verão, seco e quente

CBIC - Câmara brasileira da Indústria da Construção

CC - Construção Civil

CEF - Caixa Econômica Federal

CEFET/PET - Centro Federal de Educação Tecnológica de Petrolina

COHAB/PE - Companhia de Habitação Popular do Estado de Pernambuco

CONAMA - Conselho Nacional do Meio do Meio Ambiente

CREA - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia

CTR - Companhia de Tratamento de Resíduos

CUR - Centro Holandês para Pesquisa e Códigos em Engenharia

DETRAN - Departamento Estadual de Trânsito EDUFBA -

Editora da Universidade Federal da Bahia EMBRAPA -

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

GPS - Global Positioning System - Sistema de Posicionamento Global

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NBR - Norma Brasileira

PED – Pediplanos

PMP - Prefeitura Municipal de Petrolina

POLI/UPE - Escola de Engenharia da Universidade de Pernambuco

PRR - Postos de Recebimento de Resíduos

RCD - Resíduos de Construção e Demolição

RIDE - Região de Desenvolvimento Econômico Integrado

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SAQ - Macro-unidade Arenito-Quartzosa

SER - Macro-unidades Serra e Serrotes

SWANA - Associação de Resíduos Sólidos da América do Norte

TAB – Tabuleiro

TF - Terraço Fluvial

UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

UNIVASF - Universidade Federal do Vale do São Francisco

ZAPE - Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco

Sumário

Capítulo I – Introdução.....	15
1.1.Considerações Gerais.....	15
1.1.1. Identificação do Problema de pesquisa.....	15
1.2. Justificativa.....	17
1.3. Objetivos.....	19
1.3.1. Geral.....	19
1.3.2. Específicos.....	19
1.4. Estrutura da Dissertação.....	19
Capítulo II - Revisão da Literatura.....	21
2.1. Resíduos Sólidos Urbanos – RSU.....	21
2.1.1. Conceitos.....	21
2.1.2. Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos.....	21
2.1.2.1.Quanto à sua Origem.....	21
2.1.2.2 Quanto a Periculosidade.....	22
2.1.3. Classificação de Resíduos de Construção e Demolição.....	23
2.1.3.1.Segundo Características Regionais.....	24
2.1.3.2.Segundo a Resolução 307/02 do CONAMA.....	25
2.2. Geração de RCD.....	26
2.2.1. Definições e Breve Histórico.....	26
2.2.2. Geração de RCD no Brasil e no Mundo.....	27
2.2.3. Geração de RCD na cidade do Recife-PE.....	30
2.2.4.Geração de RCD no município de Petrolina-PE.....	30
2.3. Gestão de RCD.....	31
2.3.1. Redução dos RCD.....	36
2.3.2. Reutilização dos RCD.....	37
2.3.3. Reciclagem dos RCD.....	38

2.4. Legislação	41
2.4.1. Legislação Internacional.....	41
2.4.2. Legislação Nacional.....	41
2.5. Gestão de RCD no município de Petrolina/PE	44
2.6. Características Geo-Ambientais no município de Petrolina-PE	47
2.6.1. Generalidades.....	47
2.6.2. Características Fisiográficas.....	49
2.6.3. Clima e Vegetação.....	49
2.6.4. Características Geológicas, Geomorfológicas e Pedológicas de Petrolina.....	49
 Capítulo III - Materiais e Métodos	 52
3.1. Campo de Aplicação	52
3.2. Tipo e Natureza da Pesquisa	52
3.3. Coleta de Dados	52
3.4. Tratamento e Análise dos Dados	53
3.4.1. Descrição das Empresas Estudadas.....	54
3.4.2. Estimativa de Geração de RCD no Município de Petrolina.....	55
3.4.3. Segregação dos RCD.....	55
3.4.4. Mapeamento do destino final dos RCD.....	56
 Capítulo IV - Resultados e Discussões	 57
4.1. Generalidades	57
4.2. Identificação do setor produtivo – construtoras	57
4.2.1. Dados da Empresa.....	57
4.2.2. Área de Atuação das Empresas.....	58
4.2.3. Procedências dos Entulhos Gerados.....	59
4.2.4. Materiais que Constituem o Entulho.....	60
4.2.5. Tipo de veículo/Responsável pelo bota fora/ Legalidade dos locais de deposição dos RCD.....	62

4.2.6.Adequação Quanto à Minimização de Perdas e Geração de RCD.....	63
4.3.Identificação dos Pontos Críticos de RCD Monitorados pelo Poder Público/ Empresas Coletoras.....	64
4.4.Identificação do Volume de RCD Coletado pelas Empresas Coletoras.....	65
4.5.Identificação de RCD no Aterro do Município.....	67
4.6.Localização dos Pontos de Deposição Irregular de RCD.....	69
4.7.Composição dos RCD em Pontos Irregulares no Município de Petrolina.....	73
4.8.Resumo Geral da Composição de RCD dos Pontos de Deposição Irregular.....	82
4.9. Detalhamento das Informações dos RCD no Município de Petrolina.....	85
4.10.Potencialidade de Reaproveitamento dos RCD em Petrolina.....	86
Capítulo V - Conclusões e Sugestões.....	88
5.1.Conclusão.....	88
5.2.Sugestões para Trabalhos Futuros.....	89
Referências Bibliográficas.....	90
Apêndices.....	96
Glossário.....	110

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1 Considerações gerais

O processo de urbanização por que vem passando o Brasil a partir da década de 1950, com o conseqüente adensamento dos centros urbanos, tem feito com que muitas cidades brasileiras, em especial aquelas que crescem de forma acelerada, sofram graves problemas ambientais, sociais e sanitários.

Os problemas sanitários são provocados principalmente pelo gerenciamento inadequado dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), entre eles os resíduos provenientes da indústria da construção civil. Esses entulhos são lançados de forma desordenada nas ruas, praças, córregos e terrenos baldios provocando riscos ao ser humano e ao ambiente, onde proliferam animais peçonhentos e, principalmente o mosquito transmissor da dengue. Países como os Estados Unidos e Alemanha já adotaram uma política de reciclagem e destino final desses resíduos (JOHN & AGOPYAN, 2003).

No Brasil, a preocupação com resíduos sólidos urbanos, de uma maneira geral, é relativamente recente. A Resolução nº. 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA (2002), em vigor desde 02 de janeiro de 2003, vem direcionando normas que disciplinam as atividades econômicas e de desenvolvimento urbano responsáveis por esse quadro de degradação.

Em decorrência desta resolução, os municípios estão desenvolvendo um plano integrado de gerenciamento de Resíduos da Construção e Demolição (RCD) que estabelece a responsabilidade dos órgãos geradores, sejam públicos ou privados, de implantarem uma política de manuseio desses resíduos.

1.1.1. Identificação do Problema de Pesquisa

Visualizando o problema dos resíduos sólidos no universo da gestão ambiental urbana, o gerenciamento dos Resíduos de Construção e Demolição apresenta-se como uma questão de difícil solução. No Brasil, tal problema ocorre devido ao crescimento da população urbana, impulsionada pelo êxodo rural, e pela melhoria da renda, resultando na necessidade de novas moradias para essa população.

Muito embora, a construção civil brasileira venha introduzindo novos modelos de gestão, novas tecnologias e novos materiais, visando reduzir a geração dos RSU, ainda representa de 13 a 67% em massa dos resíduos sólidos urbanos (JOHN, 2000; ANGULO 2005).

Para o promotor do meio ambiente do Estado de São Paulo, Luís Roberto Jordão Wakim,

“É importante e necessário que os gestores públicos municipais passem a abordar o problema do gerenciamento dos RCD sem soluções emergenciais ou corretivas, que tanto propiciam o aterramento de áreas naturais. É fundamental que o Ministério Público atue ativamente na fiscalização e participe do processo de reflexão para se alcançar uma nova gestão municipal” (WAKIM, 2007).

A administração do município de Petrolina, cidade de aproximadamente 260.000 habitantes, situada à margem esquerda do rio São Francisco, no estado de Pernambuco, atenta à legislação, vem se preocupando com a deposição irregular dos RCD. Para isso, criou um projeto de implantação de uma usina de reciclagem em uma área de deposição de 22 hectares, denominado *Raso da Catarina*, que será utilizada para beneficiar os RCD do município.

Diante do exposto, a questão central deste projeto de pesquisa é: Como equacionar os problemas gerados pelos RCD da cidade de Petrolina/PE?

Visando contribuir com o estudo desta problemática, a presente dissertação realiza um diagnóstico dos RCD, identificando as empresas geradoras de RCD, certificando-se quanto ao atendimento da Resolução 307; quantifica o volume de RCD depositado clandestinamente no Município; identifica a composição gravimétrica desses resíduos; classifica pedologicamente a área de deposição clandestina, além de apresentar a destinação final do RCD no município de Petrolina/PE

1.2. Justificativa

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) têm, cada vez mais, influência direta na qualidade de vida do ser humano, sendo, portanto, fonte de preocupação e de busca de solução por parte do governo federal e seus ministérios. Os RSU são vistos como parte importante do saneamento dos ambientes urbanos. Entre eles, encontram-se os Resíduos de Construção e Demolição – RCD provenientes, segundo a Resolução nº. 307 do CONAMA (2002), de construção, reformas, reparos e demolições de obras de construção.

A grande quantidade de resíduos produzidos pela construção civil está diretamente relacionada a fatores do tipo: falta de qualificação do trabalhador, a não utilização de novas tecnologias (equipamentos e processos construtivos), além do alto grau de desperdício identificados nas obras.

Segundo ZORDAN (1997), existe uma necessidade de maiores estudos no que se refere a uma melhor destinação dos materiais descartados de uma construção dos municípios das cidades brasileiras, do ponto de vista da viabilidade técnica e do uso dos RCD.

Pesquisas indicam que as perdas da construção civil brasileira contribuem para a geração de RCD. Segundo CAVALCANTI (2003), o entulho que sai dos canteiros de obras é composto, em média, por 64% de argamassa, 30% de componentes de vedação, e 6% de

outros materiais. Para SOUZA (2005), este desperdício representa em média 120 kg/m² de RCD por obra.

Estudar a sustentabilidade na construção civil, é tema de grande importância, já que a indústria da construção causa impacto ambiental ao longo de toda a sua cadeia produtiva (SPOSTO, 2006), além de ser, segundo o CIB (2000: 17), a indústria da construção, um grande contribuinte do desenvolvimento sócio-econômico em todos os países.

Nos últimos anos, a construção civil tem avançado na redução dos desperdícios, obtido principalmente por meio de programas de redução de perdas e implantação de sistemas de gestão da qualidade. O aproveitamento de RCD deve ser uma das práticas a serem adotadas na produção de edificações, visando um processo sustentável ao longo dos anos, proporcionando economia de recursos naturais e minimizando o impacto ao meio-ambiente. O potencial de reaproveitamento e reciclagem de RCD é significativo, e a exigência da incorporação destes resíduos em determinados produtos tende a ser benéfica, já que proporciona economia de matéria-prima e energia.

A importância teórica da presente pesquisa está relacionada com a atualidade do tema para a indústria da construção civil brasileira, que passa por profundas mudanças, tentando se adequar a um processo de produção ambientalmente correto, socialmente justo e economicamente viável, bem como da necessidade de se contribuir com o entendimento das transformações por que passa o setor diante tantos desafios.

O trabalho, que servirá também como subsídio ao município de Petrolina e demais municípios circunvizinhos, tomadores de decisões, na elaboração de planos e de gerenciamento de resíduos e reciclagem que estejam voltados à realidade da região na qual está inserida.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

A pesquisa tem como objetivo geral identificar, caracterizar e descrever os Resíduos de Construção e Demolição para as diversas formas de aproveitamento no Município de Petrolina/PE.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar o setor produtivo (empresas construtoras) no município de Petrolina/PE.
- Identificar e caracterizar os locais de deposição de RCD no município de Petrolina/PE.
- Averiguar e mapear as destinações irregulares dos RCD no município de Petrolina/PE.
- Avaliar a composição gravimétrica dos Resíduos de Construção e Demolição do município de Petrolina.

1.4. Estrutura da Dissertação

Esta dissertação esta dividida em cinco capítulos, que estão descritos a seguir:

No Capítulo I, abordam-se as considerações gerais sobre os RCD, a identificação do problema que envolve a pesquisa e os objetivos que regem a mesma.

No Capítulo II, apresenta-se um histórico dos Resíduos de Construção e Demolição - RCD no Brasil e no mundo, do volume gerado em algumas cidades brasileiras, das normas que estabelecem a sua utilização, bem como informações de possíveis tipos de reaproveitamentos dos materiais a partir do acompanhamento das instalações de uma usina de reciclagem no município de Petrolina. Ainda neste capítulo, aborda-se a legislação ambiental

no Brasil, focando a Resolução 307 do CONAMA, sua evolução e seu impacto no Brasil, nas Prefeituras e no mercado de Resíduos da Construção. Também são apresentadas experiências de gerenciamento de RCD nas cidades de São Paulo, Belo Horizonte, Salvador e Recife, verificando como elas estão lidando com a reciclagem de resíduos.

O Capítulo III trata dos materiais e métodos utilizados, verificando o campo de atuação do trabalho, a natureza da pesquisa, bem como o tratamento e a análise de dados levantados pelo estudo.

O Capítulo IV apresenta os resultados obtidos da pesquisa e os interpreta para as condições em que se encontram os RCD no município em estudo, desde o bota fora pelas empresas, aos que são encontrados em terrenos baldios e os que chegam ao aterro remediado.

O Capítulo V apresenta as conclusões obtidas na pesquisa para o emprego em obras de engenharia, além de sugestões de temas de pesquisa para futuros trabalhos acadêmicos.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas que foram utilizadas para fornecer subsídios ao trabalho do pesquisador.

CAPÍTULO II: REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Resíduos Sólidos Urbanos

2.1.1. Conceitos

A ABNT através da NBR 10.004 (1987) define os resíduos sólidos como:

“Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de comunidades, de origem industrial, doméstica, hospitalar, agrícola, de serviços e varrição. Além de lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados de equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos de água ou exijam para isso, soluções técnicas e economicamente inviáveis em face de melhor tecnologia disponível” (ABNT, 1987 p...).

2.1.2. Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos

Entre as classificações dos resíduos, pode-se destacar quanto à origem e à periculosidade.

2.1.2.1. Quanto a sua origem

De acordo com D’Almeida et al. (2000) apud Pinheiro (2005), os resíduos sólidos são classificados, quanto à sua origem, em:

- **Domiciliar** - aqueles oriundos do dia-a-dia das residências, constituídos por restos de alimentos, jornais, revistas, produtos deteriorados, fraldas descartáveis, e tantas outras diversidades de itens;
- **Comercial** - aquele que provém dos vários estabelecimentos comerciais e de serviços, tais com: lojas, supermercados, bancos, bares e outros;

- **Público** - que são originados pelos serviços de limpeza pública (das vias públicas, galerias, córregos e terrenos, restos de podas de árvores, etc.), e de limpeza de feiras livres;
- **De serviços de saúde e hospitalar** - constituem de resíduos sépticos. Que são produzidos em hospitais, clínicas, laboratórios, clínicas veterinárias, farmácias, posto de saúde, etc. Produtos como: seringas, gases bandagens, agulhas, algodões, luvas descartáveis, remédios com prazos de validade vencidos, instrumentos de resina sintética, filmes de Raios-X, etc;
- **De portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários** - basicamente originam-se de material de higiene, asseio pessoal e restos de alimentação que podem encaminhar doenças entre cidades, estados e países;
- **Industrial** - aqueles originados pelas atividades das indústrias de metalurgias, químicas, papelarias, petroquímicas, alimentícias e consideradas tóxicos ao homem e ao meio ambiente. Esses resíduos podem ser representados por: plásticos, cinzas, madeiras, fibras, borrachas, escórias, cerâmicas, vidros, metal, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, etc;
- **Agrícola** - resíduos originados das atividades agrícolas e da pecuária, como: embalagens de adubos, defensivos agrícolas, restos de colheitas, etc;
- **Entulho** - resíduos de construção civil, provenientes das obras de construção e de demolição de obras civis, além de restos de solos de escavações e outros.

2.1.2.2. Quanto a Periculosidade

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) elaborou normas referentes à classificação dos Resíduos através da NB 10.004/1987; lixiviação de resíduos e

procedimentos NB 10.005/1987; solubilização e procedimentos de resíduos NB 10.006/1987; e amostragem dos resíduos NB 10.007/1987, vinculando-as entre si.

A partir de ensaios normatizados, a norma técnica NBR 10.004/2004 (que classifica os resíduos conforme seus riscos ao meio ambiente e a saúde pública), revisada em 2004, a partir de referida norma elaborada em 1987 classifica os resíduos quanto à periculosidade, em três classes correspondentes: Perigosos, Não Inerte e Inerte.

Resíduos perigosos (Classe I): São considerados perigosos, quando suas propriedades físicas, químicas e infecto-contagiosas representam riscos a saúde pública ou ao meio ambiente. A periculosidade é caracterizada por um dos seguintes fatores: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Exemplo: tintas, solventes, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes, composto asfáltico, outros.

Resíduo não perigosos não inertes (Classe IIa): São aqueles que, apesar de não apresentar riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, ainda assim podem ser biodegradáveis (ex.: madeira), combustíveis (ex.: têxteis) ou solúveis em água (ex.: gesso)

Resíduos não perigosos e inertes (Classe IIb): São aqueles que, quando submetidos à ensaios de solubilização (NBR 10006), não liberam compostos que ultrapassem os padrões de potabilidade da água, excetuando cor, turbidez, dureza e sabor. Compostos analisados são: As, Ba, Pb, Cd, Hg, etc. Exemplo: concretos e argamassas endurecidos; alvenaria; componentes de concreto e cerâmico; azulejo; alumínio; vidro; cobre; plástico; papel; outros.

2.1.3. Classificação de Resíduo de Construção e Demolição

Os RCD são classificados segundo características regionais e segundo a Resolução 307 do CONAMA (2002).

2.1.3.1. Segundo as Características Regionais

A composição dos RCD, dentre outros aspectos, varia em função de características regionais. Em sua maioria, compostos por restos de argamassa, tijolo, alvenaria, concreto, cerâmica, gesso, madeira, metais etc.

Com o objetivo de normalizar e facilitar o manuseio e processamento dos RCD nas centrais de reciclagem, muito embora esta classificação não tenha sido adotada oficialmente, LIMA (1999) elaborou uma proposta de classificação dos resíduos de construção e demolição em seis categorias:

■ **Classe 1** - Resíduo de concreto sem impurezas, composto predominantemente por concreto estrutural, simples ou armado, com teores limitados de alvenaria, argamassa e impurezas (gesso, terra, vegetação, vidro, papel etc.);

■ **Classe 2** - Resíduo de alvenaria sem impurezas, composto predominantemente por argamassas, alvenaria e concreto, com presença de outros materiais inertes, como areia e pedra britada, com teores limitados de impurezas;

■ **Classe 3** - Resíduo de alvenaria sem materiais cerâmicos e sem impurezas, composto predominantemente por argamassa, concreto e alvenaria de componentes de concreto, com presença de outros materiais inertes, como areia, pedra britada, fibrocimento, com teores limitados de impurezas;

■ **Classe 4** - Resíduo de alvenaria com presença de terra e vegetação: composto predominantemente pelos mesmos materiais do resíduo da classe 2, mas admitindo a presença de terra ou vegetação até uma certa porcentagem, em volume. Um teor de impurezas superior ao das classes acima é tolerado;

■ **Classe 5** - Resíduo composto por terra e vegetação, predominantemente, com teores acima do admitido no resíduo da Classe 4. Essa categoria de resíduos admite presença de argamassa,

alvenarias e concretos, e de outros materiais inertes, como areia, pedra britada e fibrocimento.

Os teores de impurezas são superiores aos das demais classes;

■ **Classe 6** - Resíduo com predominância de material asfáltico, com limitações para outras impurezas, como argamassas, alvenarias, terra, vegetação, gesso, vidros e outros.

2.1.3.2. Segundo a Resolução 307 do CONAMA (2002)

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N° 307, resolução de âmbito Nacional, homologada em 5 de julho de 2002, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos de construção e demolição, para que sejam disciplinadas as ações necessárias, de forma a minimizar os impactos ambientais. Esta Resolução estabeleceu prazos para o enquadramento de municípios e de geradores de RCD (CONAMA, 2002).

De acordo com esta Resolução podem ser classificados como RCD os resíduos oriundos da construção, reformas e demolição de edifícios ou obras de infra-estrutura. Desta forma, os entulhos podem ser constituídos por telhas, forros, tijolos e blocos cerâmicos, concreto em geral, madeira, argamassa, gesso, tubulações, vidros, entre outros. E são classificados quanto as suas características de reuso e de reciclabilidade, diferenciando os resíduos pétreos dos outros tipos de resíduos em quatro classes:

■ **Classe A** - resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação, e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplenagem;

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

- **Classe B** - resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
- **Classe C** - resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;
- **Classe D** - resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: Tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

2.2. Geração de RCD

A produção de grandes volumes de materiais de construção e a atividade de canteiro de obras de construção, manutenção e demolição – são responsáveis por cerca de 20 a 30% dos resíduos gerados pelos países. A taxa de variação de volumes gerados de resíduos nas médias e grandes cidades do Brasil é de 400 a 700 kg/hab.ano. Essa taxa varia de cidade para cidade dependendo do tamanho da mesma, do seu desenvolvimento econômico e do momento econômico por que passa o país entre outros fatores, ReCESA (2008).

2.2.1. Definições e Breve Histórico

Definem-se Resíduos de Construção e de Demolição como “todo rejeito de material utilizado na execução de etapas de obras de construção civil” (PINTO, 1999). Afastar estes resíduos dos locais onde são gerados é a diretriz predominante nas atividades do sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos (GÜNTER, 2000).

Vários autores como JOHN, PINTO entre outros, realizaram trabalhos mensurando os resíduos gerados na produção de construções tanto no Brasil como no Exterior, chegando à conclusão de que a falta de cultura de reutilização e de reciclagem é a principal causa da geração de entulhos.

Isto explica que depois de gerado o resíduo, e não sendo reaproveitado, o mesmo será disposto em qualquer local. Para isto, as alternativas a esses destinos seria a criação de aterros para a disposição desses resíduos de maneira a não reduzir a vida útil do aterro com as deposições descontroladas.

Visando atender a Resolução 307/02 do CONAMA, após sua publicação em 05 de julho de 2002, os municípios passaram a desenvolver ações de política pública nacional que afetaria na qualidade do gerenciamento público desses resíduos e no volume das perdas.

2.2.2 Geração de RCD no Brasil e no mundo

Investigar a origem da geração de RCD tem sido uma atividade comum em trabalhos de pesquisas tanto para quantificar quanto qualificar os volumes gerados em obras Civis.

Nos países mais desenvolvidos, as obras de demolição são maiores que a de construção e em consequência gera um maior número de resíduos, tendo em vista, ser comum as obras de reforma, renovação e infra-estrutura. Em alguns países como Alemanha, Estados Unidos, Japão e a Europa Ocidental a contribuição na geração de resíduo entre os anos de 1994 a 1999 variavam entre 32 e 99 ton/ano (PINTO, 1999). O Quadro 2.1 identifica a contribuição individual em percentual da geração dos resíduos desses países.

Quadro 2.1 – Contribuição Individual das Fontes de Origem em % dos RCD.

País	RCD Milhões (t/ano)	Resíduo de Construção Milhões (t/ano)	Resíduos de Demolição Milhões (t/ano)	% de Resíduo de Construção no RCD	% de Resíduos de Demolição no RCD	Ano
Alemanha ¹	32,6	10	22,6	31	69	1994
E U A ²	31,5	10,5	21	33	66	1994/ 1997
Brasil ³	70	35	35	30-50	50-70	1999
Japão ¹	99	52	47	52	48	1993
Europa Ocidental ⁴	215	40	175	19	81	Previsão 2000

Fonte: ÂNGULO (2000). 1. LAURITZEN (1994); 2. PENG et al. (1997); 3. PINTO (1999), JOHN (2000); 4. ZORDAN (1997), HENDRICKS (1993).

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

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

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

O nível de desenvolvimento da indústria da construção civil, os tipos de materiais predominantes, o desenvolvimento de obras consideradas especiais juntamente com o desenvolvimento econômico e a demanda de novas construções na região, interferem na quantidade, composição e características dos RCD. Essa variabilidade na composição dos RCD, apresenta características diferenciadas para cada país, estado, cidades e municípios, justificando a heterogeneidade em sua composição (CARNEIRO, 2005). O Quadro 2.2 identifica a composição dos RCD em diferentes estados brasileiros onde é possível observar um maior percentual de resíduos de concreto e argamassa no estado de São Paulo, seguidos por Salvador e Florianópolis.

Quadro 2.2 – Composição do RCD em diversas cidades brasileiras.

Material	Origem			
	São Paulo/SP ¹	Ribeirão Preto/SP ²	Salvador/BA ³	Florianópolis/SC ⁴
Concreto e Argamassa	33	59	53	37
Solo e Areia	32	-	22	15
Cerâmica	30	23	14	12
Rochas	-	18	5	-
Outros	5	-	6	36

Fonte: CARNEIRO (2005). 1. BRITO FILHO (1999) citado por JONH (2000); 2. ZORDAN (1997); 3. PROJETO ENTULHO BOM (2001); 4. XAVIER et al. (2002).

Em 11 municípios brasileiros pôde-se definir a origem e o volume médio de geração de RCD através do manual Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil elaborado pela (CEF, 2005). Foi constatado neste estudo que 20% da geração de resíduos eram provenientes de novas residências, 21% de edificações novas, acima de 300m², e que 59% desses resíduos eram gerados por reformas, ampliações e demolições.

Segundo MORAIS (2006), nas obras de demolições são os tijolos e concretos que se apresentam com maior representatividade nos resíduos. Enquanto que a geração dos RCD, originadas de novas construções, estão nas perdas físicas resultantes do processo construtivo desde a fundação, a elevação das alvenarias, nos revestimentos e acabamentos das edificações.

Na cidade do Recife, SILVA et al. (2007) diagnosticaram que o índice de perda de materiais cerâmicos nas novas construções, em particular na fase de acabamento, chega a atingir uma média de 4,11% durante sua aplicação. São 03(três) tijolos desperdiçados a cada 1,0m² de tijolos assentados, o que representa um índice de perda médio de 13,91% na cidade do Recife (SIQUEIRA et al., 2008).

A geração de resíduos também é influenciada pela forma como se constroem as edificações e como se faz a gestão dos resíduos de construção e demolição (OLIVEIRA et al, 2008). Segundo o autor, 10% de todo o material utilizado em uma obra transforma-se em resíduo, um percentual significativo do custo total de uma obra.

2.2.3 Geração de RCD na cidade do Recife-PE

Segundo SILVA (2003), é bastante significativa a geração de RCD na cidade do Recife. Estima-se que 65% a 70% dos resíduos procedem da demolição de antigas construções enquanto que 30% a 35% dos resíduos são de novas construções.

Por ser uma metrópole em desenvolvimento, vem apresentando alto índice de novas construções em acelerado processo de verticalização, o que é muito preocupante, tendo em vista, segundo BARKOKÉBAS Jr. et al. (2002), só existir até o ano de 2004, uma área para deposição para todos os tipos de resíduos da cidade. Ainda segundo os autores, causando inúmeros pontos de deposição irregular com a falta de fiscalização por parte do Poder Público no que se refere ao cumprimento das leis vigentes.

Em geral, são as construções de prédios de múltiplos andares as principais fontes geradoras de RCD no Recife, em média 57% do total coletado. Seguida de 17% provenientes de reformas e ampliações térreas, 10% pelas construções de residências térreas, 7% de coleta industrial e serviços, 6% de demolições e 3% geradas por serviços de limpeza de terrenos (CARNEIRO, 2005). Ainda segundo o autor, são 840m³ de volume diário de RCD coletado na região, sendo os bairros de Boa Viagem, Graças, Espinheiro e Boa Vista os maiores geradores de RCD, tendo em vista o grande número de edificações de múltiplos andares existentes no local.

2.2.4 Geração de RCD no Município de Petrolina-PE

Nos últimos anos, a indústria da construção civil, em Petrolina, tem se destacado pelo crescimento do número de edificações de múltiplos andares. Porém, as pesquisas sobre a geração de RCD ainda é incipiente, PEREIRA JÚNIOR (2006). O volume de RCD gerados no município de Petrolina-PE, segundo PINHEIRO (2006), é bastante significativo. 48,67 % dos RCD gerados na região são provenientes de obras demolições, 30,83% têm procedência

de limpeza de terrenos e movimentação de terras, 15,08% têm procedência de perdas no processo construtivo e 5,42% têm outras procedências. A análise dos estudos mostrou que os resultados obtidos são provenientes de obras de demolições e que os resíduos de alvenaria e revestimento representam 25,25% de todo o volume de entulho gerado no município.

2.3 Gestão de RCD

Para definir um modelo de gestão de RCD seja através de instrumentos legais e ou através 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 desses resíduos.

Portanto, os atuais 48,67% de RCD gerado no Município de Petrolina-PE precisam ser reconhecidos e adotados pelos seus geradores de limpeza urbana, assim como se faz necessário, obter soluções duráveis para a absorção eficiente desses volumes (PINHEIRO, 2006).

Para isso, ainda segundo o autor, a proposta de uma gestão diferenciada dos resíduos de construção e de demolição é fundamental para a compreensão da destinação adequada dos resíduos e deve ser constituída de:

1. captação máxima de RCD por meio de áreas de atração diferenciada para pequenos e grandes geradores e coletores;
2. reciclagem dos resíduos captados em áreas especialmente definidas para beneficiamento;
3. alteração de procedimentos e culturas quanto à intensidade da geração, à correção da coleta e da disposição e à possibilidade de reutilização dos resíduos reciclados.

A gestão de RCD tem como objetivo a melhoria da limpeza urbana, redução dos custos, facilidade de disposição de pequenos volumes gerados e os descartes dos grandes volumes gerados, preservação ambiental, incentivo às parcerias e à redução da geração de

resíduos nas atividades construtivas bem como na preservação do sistema de aterros para a sustentação do desenvolvimento. Neste pensamento, MARQUES NETO (2005), conforme (Figura 2.1), propõe ao município de São Carlos/SP um sistema de gestão integrada entre as prefeituras e o setor gerador, constando de: aprovação de Programas Municipais de Gerenciamento de RCD, execução de Projetos de Gerenciamento de RCD, instalação e implementação de áreas licenciadas de triagem e reciclagem de RCD, redução, reutilização e reciclagem dos RCD. Este sistema apresenta propostas de ações estruturadas em um planejamento sustentável e diferenciado para os RCD que eliminam a possibilidade de ações corretivas e não preventivas podendo ainda, ser adotado em várias localidades.

A publicação da Resolução 307 do CONAMA de 05 de julho de 2002 veio oferecer reforço no combate aos problemas de geração e de destinação dos resíduos de construção e de demolição em âmbito tanto nacional, como estadual e municipal.

Alguns estados e municípios programam medidas de redução dos RCD, analisando os princípios gerais para a gestão dos resíduos no canteiro, direcionando os trabalhos para a redução, reutilização, a reciclagem e a valorização dos resíduos da construção, além de propor ações de melhoria na gestão desses resíduos.

Algumas cidades brasileiras como São Paulo, Belo Horizonte e Salvador já apresentam sistemas de gerenciamento dos RCD e algumas delas mesmo antes da Resolução 307/02 do CONAMA.

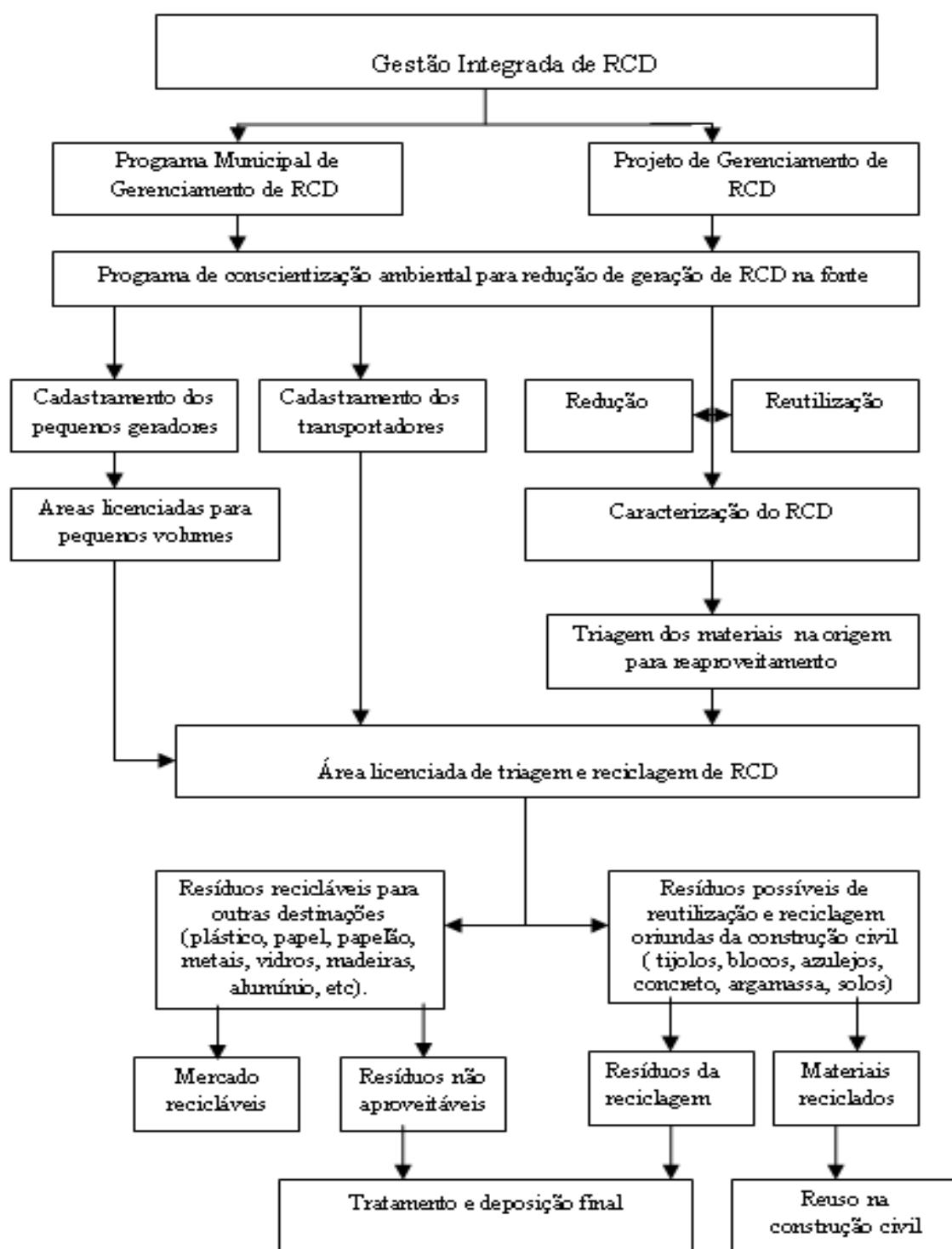


Figura 2.1 – Fluxograma de Estudo da Gestão Integrada dos RCD (MARQUES NETO, 2005).

Na cidade de Belo Horizonte, desde 1993, foi criado um plano pioneiro denominado “Programa de Correção Ambiental e Reciclagem dos Resíduos de Construção” (PINTO, 1999). Este programa de gestão diferenciada prevê ações específicas de captação, reciclagem, informação ambiental e recuperação de áreas degradadas com quatro unidades de recebimento para captação de RCD. Esse programa fez parte de um conjunto de ações que constituiu um modelo de gestão de resíduos sólidos de Belo Horizonte premiada pela Fundação Getúlio Vargas e a Fundação Ford em 1996, como melhores experiências de gestão municipal brasileira. Além disso, a cidade conta com duas usinas de reciclagem que processam os materiais utilizando-os em pavimentação e manutenção de vias urbanas, e em serviços como preparação de vias internas e células no aterro municipal, substituindo o solo importado.

Na cidade de São Paulo, para solucionar o problema dos descartes indevidos de resíduos de construção, conciliando o crescimento econômico da cidade com a qualidade do ambiente para a população, foi criado em 18 de setembro de 1998 o decreto nº. 37 633 que “Regulamenta a coleta, transporte, a destinação final de entulho, terras e sobras de materiais de construção, de que trata a lei nº. 10 315, de 30 de abril de 1987, e das outras providências” (PONTES, 2007).

Segundo CARNEIRO (2005), o Decreto nº. 42. 217/02 da Prefeitura municipal de São Paulo veio definitivamente solucionar o problema dos RCD, criando as Áreas de Transbordo e Triagem de Entulhos, as chamadas ATT's, que prevê a instalação de pontos de entregas voluntárias desses resíduos.

Em Salvador, a adoção de medidas para minimizar os problemas de geração de resíduos acontece desde 1981. Em 1996, através do Projeto Entulho Bom, EDUFBA (2001), foram mapeados pontos de deposição irregular de resíduos de construção com objetivo de melhorar o ambiente urbano, reduzir os custos com a coleta e beneficiar os pequenos geradores. Tais ações visavam a instalação de pontos de descarga de resíduos, a educação

ambiental, fiscalização e monitoração desses pontos e por fim, a remediação de áreas degradadas.

Em Recife, as medidas para solucionar os problemas gerados pelos descartes de RCD oriundos da construção civil, foram iniciadas somente a partir da Resolução 307/02 do CONAMA. Foi através da cartilha Projeto Entulho Limpo/PE de agosto de 2003 elaborada pelo grupo AMBITEC da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco - POLI/UPE e pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, e aprovada pelo SEBRAE/PE, que determinou os princípios e técnicas de produção mais limpa para as empresas construtoras e a promoção de educação ambiental nos canteiros de obra. O resultado do projeto, segundo CARNEIRO (2005), forneceu subsídios para a tomada de decisões por parte das construtoras e do poder público.

Através da referida cartilha, o poder público além de elaborar um Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção civil sob a forma da lei municipal nº.17. 072 (2005) criou pontos para coleta de até 1m³ de pequenos volumes de RCD.

Quanto às empresas construtoras geradoras de RCD da cidade de Recife, as mesmas encontram-se desenvolvendo trabalhos no sentido de se adequarem à Resolução evitando o desperdício e vislumbrando técnicas de reutilização desses resíduos. Através de pesquisa realizada por PONTES (2007), as empresas que adotaram a metodologia Obra Limpa – SP e ou as que estão desenvolvendo outras adaptações para atender à Resolução 307 encontram dificuldades em conscientizar os funcionários quanto à importância do gerenciamento dos resíduos na obra, ou seja, em criar consciência ambiental aos seus funcionários. Uma outra dificuldade está na falta de solução para a destinação final de alguns resíduos, em especial o gesso. Porém, segundo observação do autor, todas as empresas apresentam um canteiro de obra mais limpo e procuram se adequar às determinações da Resolução 307/CONAMA. Para

o que se faz necessário, um maior acompanhamento da metodologia adotada e uma maior fiscalização por parte do Poder Público.

No geral, os projetos de gerenciamento que deverão ser implantados nos canteiros de obras, visam à segregação dos resíduos, promovendo de acordo com a classe a destinação adequada para cada tipo de material. Sendo então, de responsabilidade do grande gerador fazer a triagem, o acondicionamento e o transporte desses resíduos.

A mesma resolução determina que os geradores dos RCD devam ter como objetivo principal a não geração desses resíduos, e secundariamente, a redução, reutilização e reciclagem. E com essa visão, várias pesquisas estão sendo desenvolvidas, buscando novas possibilidades de reciclagem dos RCD.

2.3.1 Redução dos RCD

A principal forma de se ter uma política de redução dos RCD é um planejamento adequado de cada passo da obra, evitando-se os desperdícios pelo retrabalho e/ou pela falta de previsão de uma determinada etapa. Segundo SCHNEIDER (2003), o planejamento de minimização dos RCD deve acontecer já no início da obra, em especial, especificando os materiais quanto à sua durabilidade e uma possível reciclabilidade. Ainda segundo o autor, alguns países como: Alemanha, Coréia e Japão, introduziram instrumentos regulatórios ou econômicos nessa área. Com leis de recomendações para o maior uso de materiais reciclados e ou recicláveis.

Na cidade de São Paulo, até o ano de 2002, o município limitava-se a proibir a deposição em vias e logradouros públicos estabelecendo a responsabilidade ao poder público quanto à coleta transporte e destinação de até 50 kg /dia por gerador (SANTOS, 2007).

Em Recife, a forma encontrada para redução dos RCD, veio a partir de 04 de janeiro de 2005 através da lei municipal nº.17.072 que estabelece critérios de gerenciamento desses resíduos para o município. São eles:

- 1 - identificar os grandes e pequenos geradores;
- 2 - proibir qualquer volume de deposição de RCD, de poda e jardinagem em volumes superior a 100 l/dia;
- 3 - classificar, segregar e identificar os RCD gerados no local de origem;
- 4 - obter a licença de operação da obra para o início das atividades, bem como a aprovação do órgão de limpeza urbana do município através de um projeto de gerenciamento para cada canteiro de obra;
- 5 - apresentar à Secretaria de Planejamento juntamente com o pedido de alvará, o projeto de gerenciamento dos RCD;
- 6 - criações de Instalações para o recebimento dos RCD (os PRR - Posto de Recebimento de Resíduos).

2.3.2. Reutilização dos RCD

Segundo a resolução 307 do CONAMA, reutilização é o processo de reaplicação de um resíduo, sem que o mesmo tenha sido transformado.

O reaproveitamento de resíduos sólidos como materiais para a construção civil, segundo BRUM et al. (2000), são de fundamental importância, pois são alternativas de controle e de minimização dos problemas ambientais causados pela geração de subprodutos de atividades urbanas e industriais.

Estudos mostram que os resíduos produzidos numa obra podem ser reutilizados na mesma obra, desde que utilizados procedimentos adequados e disponibilidade de recursos que poderão ser utilizados para esse aproveitamento. Esses procedimentos e disponibilidades de

recursos dependerão das características socioeconômicas e culturais de cada município. Aterramento, base e sub-base de pavimentação, são alguns dos mais usuais procedimentos de reutilização dos RCD.

Em países como: Holanda, (1997); Dinamarca, (1997); Bélgica, (1998); Alemanha, (2001) e Suécia, (2002), um dos instrumentos mais utilizados para facilitar o reaproveitamento dos RCD, são a triagens obrigatórias desses materiais no local de sua geração com o intuito de prevenir o solo quanto à deposição de materiais recicláveis e reutilizáveis (MURAKAMI et al., 2002).

Em Recife, estudos desenvolvidos por CARNEIRO (2005), identificam a reutilização do RCD para o município que segundo a autora, deve atingir um menor custo e um aproveitamento ambientalmente adequado em uso na produção de componentes de concreto, em base e sub-base de pavimentação e em aterramento. Segundo ROCHA e SPOSTO (2005), respeitando sempre as características sócio-econômica e cultural da região.

2.3.3. Reciclagem dos RCD

Na escala social, além dos benefícios trazidos pela aplicação de materiais reciclados como forma de geração de emprego e redução nos custos de construção de habitações populares, pode-se afirmar através dos estudos (EPA, 1998, citado por JOHN, 2000, p.30), que estes benefícios aumentam a competitividade.

A reciclagem de RCD iniciou-se na Europa, onde a fração de material reciclado provenientes de resíduos de construção chega a atingir cerca de 90%. É o caso da Holanda, que segundo HENDRICKS (2000), já discute a certificação do produto reciclado. Diferente do que se encontra no Brasil, onde a reciclagem de materiais de RCD encontra-se ainda em fase de pesquisa LIMA (2003).

Apesar do pequeno número de estudos realizados no Brasil em RCD utilizados em dosagens estruturais, os resíduos de construção se comparado com outros resíduos apresentam grande potencial de reciclabilidade (OLIVEIRA et al., 2007).

Existem no Brasil, aproximadamente, 13 usinas de reciclagem de RCD. A primeira, inaugurada em 1991, denominada usina de entulho de Itainga, localizada na zona sul de São Paulo, e outras como as de Londrina no Paraná e as de Belo Horizonte em Minas Gerais (ZORDAN, 1997 citado por SANTOS, 2007). Desde então, vários municípios brasileiros, geralmente controlados pelo Poder Público, prosseguem com as construções das unidades de instalações de reciclagem. Em geral, não há reciclagem massiva no Brasil, muito embora, exista uma preocupação crescente para com o beneficiamento desse material.

Em dezembro/2007 foi inaugurada no Brasil mais uma usina de reciclagem para beneficiamento de RCD com capacidade de até 300m³/dia. A mesma encontra-se localizada no bairro de Mangabeira, situada na cidade de João Pessoa no Estado da Paraíba.

Para a reciclagem dos materiais e redução na extração da matéria prima do meio-ambiente bem como na diminuição da poluição, algumas possibilidades de reciclagem já estão sendo utilizadas em algumas cidades brasileiras, como confecção de blocos de concreto para vedação e pavimentação de estradas.

Em Recife, alguns pesquisadores apresentam propostas para a utilização dos materiais recicláveis, a exemplo de FERREIRA et al. (2006), que desenvolveu estudos que envolvem a interação solo-concreto convencional com o agregado reciclado em obras de contenção. O estudo foi desenvolvido em dois bairros da cidade do Recife e avalia a rugosidade das superfícies em contato com dois tipos de solos, um de areia argilosa (SC) e um outro com argila de baixa compressibilidade (CL) de Formação Barreiras. O resultado obtido pelos autores apresenta a relação entre o ângulo de atrito solo-muro e o ângulo de atrito do solo

(■) variando de 3/4 a 1 na areia argilosa (SC) no bairro do Ibura e de 1/3 a 3/4 em função da rugosidade da superfície de contato na argila (CL) do bairro da Nova Descoberta (Figura 2.2).

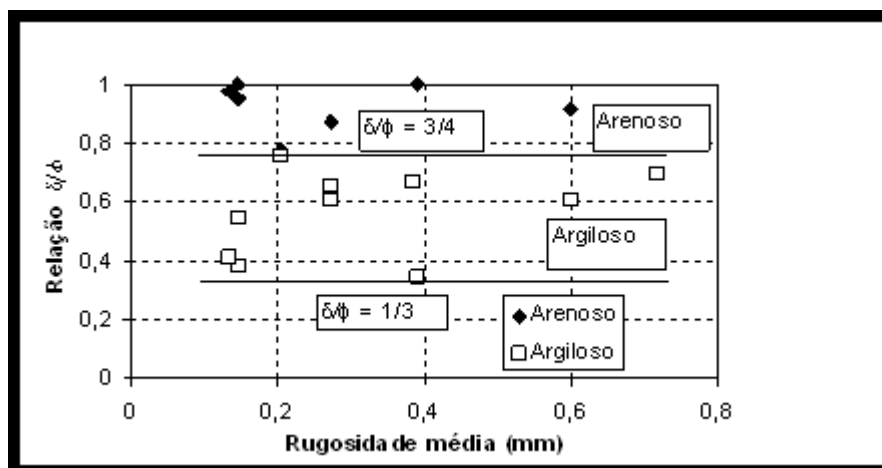


Figura 2.2 - Relação do ângulo de atrito solo-muro com ângulo de atrito do solo.
Fonte: FERREIRA et al.(2006).

Um outro estudo também desenvolvido na cidade do Recife foi elaborado por OLIVEIRA et al. (2007), que avaliou a resistência à compressão do concreto com uso de agregado de RCD, onde fora observado através de ensaios uma menor resistência à compressão e um maior consumo de cimento, consequentemente obtendo um maior custo para a produção do concreto. Mesmo assim, segundo os autores, o aproveitamento desses resíduos trará grande benefício ambiental cujo valor é de difícil mensuração e contribui para resolver um dos problemas urbanos, que é a destinação final dos RCD.

Estudos relatam ainda a utilização de RCD reciclado como agregado miúdo em obras de melhoramento de solo que, segundo SILVA et al. (2008), este RCD na forma reciclada apresenta grande potencialidade de uso em estacas de compactação de areia e brita devido à similaridade encontrada entre as amostras de RCD e o pó de pedra. Tal uso tende a provocar uma redução nos custos das obras de melhoramento do solo, além de contribuir para a preservação do meio ambiente.

2.4. Legislação

A legislação e as Normas Técnicas existentes para os RCD, constituem fundamental importância para a elaboração de trabalhos científicos bem como para direcionar os agentes geradores de resíduos, a sua aplicabilidade e reutilização nos canteiros de obras.

2.4.1. Legislação Internacional

Preocupados com as questões ambientais, países como Estados Unidos, Japão, Alemanha e Holanda, criaram instituições para o desenvolvimento de reciclagem de materiais de RCD. São elas;

■ **Estados Unidos:** Associação de Resíduos Sólidos da América do Norte (SWANA);

■ **Japão:** Sociedade de Construtores do Japão (B.S.S.J.); Comitê Técnico 121 – DRG (Demolition and Reuse of Concrete) da União Internacional de Laboratórios de Ensaios e de Pesquisas sobre Materiais e Construções (RILEM).

■ **Alemanha:** Instituto Alemão para a Identificação e Garantia de Qualidade (RAL); Comunidade Européia: Comitê CEN/TC-154 AHG – Recycled Aggregates;

■ **Holanda:** Centro Holandês para Pesquisas e Códigos em Engenharia (CUR);

2.4.2. Legislação Nacional

Segundo COSTA (2003), as normas técnicas representam importante instrumento para viabilizar o exercício da responsabilidade para os agentes públicos e os geradores de resíduos. Para isso, foram preparadas normas técnicas;

■ Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação – NBR 15.112/2004 – possibilitam o recebimento dos resíduos para posterior triagem e valorização. Têm importante papel na

logística da destinação dos resíduos e poderá se licenciados para esta finalidade, processar resíduos para valorização e aproveitamento.

■ Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação – NBR 15.113/2004 – solução adequada para disposição dos resíduos Classe A, de acordo com a Resolução CONAMA nº. 307, considerando critérios para reservação dos materiais para uso futuro ou disposição adequada ao aproveitamento posterior da área.

■ Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação – NBR 15.114/2004 – possibilitam a transformação dos resíduos da construção classe A em agregados reciclados destinados a reinserção na atividade da construção;

■ Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil-Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos; – NBR 15.115/ 2004.

■ Agregados reciclados de resíduos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos – NBR 15.116/ 2004.

Na esfera Federal, a legislação Brasileira está estruturada em vários órgãos, a saber: Órgão superior (Conselho do Governo), Órgão Central (Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República), Órgão Consultivo Deliberativo (Conselho Nacional do Meio Ambiente), Órgão Executor (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis)-IBAMA, Órgãos Seccionais Estaduais, Órgãos Locais. Como disposto pela lei de nº. 8.028 de 1990, o CONAMA é um órgão consultivo e deliberativo com finalidade de assessoria, estudos e propostas ao conselho governamental, estabelecendo políticas e diretrizes relativas ao meio ambiente e recursos naturais.

A assinatura do decreto de nº. 4 875/2006, realizada na cidade de São Paulo, tornou obrigatório o uso de material proveniente da reciclagem de RCD nas obras e serviços de

pavimentação de vias públicas da capital paulista. Uma importante iniciativa, pois prevê que as contratações de serviços de engenharia bem como os seus projetos, deverão contemplar o uso de materiais reciclados (PONTES, 2007).

Analisando a legislação na esfera Estadual, a lei nº. 12.008 de 2001 que dispõe sobre a política de resíduos sólidos e suas providências para o estado de Pernambuco, tem como objetivo: proteger o meio ambiente, evitar o agravamento dos problemas dos resíduos sólidos, estabelecerem políticas governamentais para a gestão dos resíduos e amplia o nível de informações existentes integrando o cidadão às questões de resíduos sólidos.

No âmbito municipal, a cidade do Recife esta amparada pela lei municipal nº. 16.377 de 1998, pelo decreto nº. 18.082 de 1998 que dispõe sobre transporte e os resíduos de construção e outros não abrangidos pela coleta regular do município, prestação de serviços de coleta, transporte e destinação final de resíduos. E pela lei nº. 17.072 de 2005 criada para atender a resolução do CONAMA, que estabelece as diretrizes e critérios para o Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a qual define o grande gerador; enquadra os pequenos geradores a $1\text{m}^3/\text{dia}$; obriga a classificação, separação e identificação dos resíduos gerados; exige a licença de operação desses resíduos e a criação de instalações para receber os resíduos em seus pontos de coleta (PONTES, 2007).

Apesar da atenção que se tem dado em atender as leis e normas estabelecidas no Brasil sobre os resíduos de construção, a atual legislação ainda é pouco expressiva se comparada especialmente com as vigentes em outros países (ANGULO et al., 2004), muito embora, após a implantação dos critérios e procedimentos estabelecidos pela resolução 307 do CONAMA (2002), isso tenha mudado representando uma importante iniciativa para a redução dos materiais de RCD e conseqüentemente uma minimização nos impactos ambientais.

2.5. Gestão de RCD no município de Petrolina/PE

Em Petrolina/PE, é significativa a geração de resíduos sólidos urbanos no município, acarretando grandes danos sociais, econômicos e ambientais para uma população de aproximadamente 268 000 habitantes. É comum identificar deposição irregular de RCD em vários pontos da cidade. É prática comum haver montes de entulhos em praças, terrenos baldios, estradas e margens do Rio São Francisco. Nesse entendimento e na necessidade de se criar critérios para atendimento da Resolução 307 do CONAMA, a Prefeitura de Petrolina/PE criou um plano de trabalho que contemplará no ano de 2008, a construção de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil, primeira usina do Estado de Pernambuco com capacidade de processamento de 20 toneladas/hora, visando minimizar o impacto ambiental causado pelo volume de geração de RCD e reaproveitar esses resíduos na fabricação de produtos para a construção civil, bem como gerar emprego e renda para a população carente da região combatendo assim, a exclusão social.

O projeto contará com a parceria da Universidade do Vale do São Francisco - UNIVASF, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Petrolina - CEFET, do Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura - CREA, da Empresa de Limpeza Urbana Municipal, da Secretaria de Urbanismo da Prefeitura Municipal, da Secretaria de Desenvolvimento Social Juventude e Cidadania da PM e da Associação e/ou Cooperativa de Catadores de Lixo de Petrolina.

O valor total desse projeto, em 2005, orçado em R\$ 1.252.661,56 (hum milhão, duzentos e cinquenta e dois mil, seiscientos e sessenta e hum reais e cinquenta e seis centavos), sendo 88,77 % deste valor oriundo do Ministério da Ciência e Tecnologia do Governo Federal, que serão utilizados em despesas correntes para obtenção de material de consumo, serviços de terceiros e compra de máquinas e de equipamentos e, 11,23% do mesmo, a título de contrapartida, de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Petrolina,

para aquisição do terreno que será utilizado para a instalação da usina (PREFEITURA MUNICIPAL DE PETROLINA, 2005).

Os resíduos de construção que serão beneficiados funcionarão principalmente como base e sub-base para pavimentação de ruas e estradas, agregados em pré-moldados para a construção civil além de argamassas e concretos. Pode substituir areia e brita, total ou parcialmente, contribuindo para redução do impacto ambiental causado pela extração destes materiais.

O desenvolvimento de produtos para a construção civil a partir do entulho reciclado no município de Petrolina/PE será feito inicialmente em Laboratório. Serão pesquisados processos para fabricação de blocos para alvenaria e bloquetes para pavimentação, peças para meio-fio, etc.

A estimativa do volume de resíduos de construção gerado na cidade, verificando a situação atual da deposição final e a avaliação dos principais componentes do resíduo, será executada pela equipe técnica contratada pela prefeitura que caracterizarão o material beneficiado através de ensaios de: Massa Específica, Massa Unitária, Granulometria por peneiramento, Teor de Material Pulverulento, Impurezas Orgânicas, Inchamento da Areia e de Abrasão Los Angeles.

Além desses ensaios, serão feitos estudo do aproveitamento dos resíduos reciclados em produtos para a construção civil através de testes laboratoriais, estabelecendo-se traços indicativos para as diversas finalidades. São testes de: Resistência a Compressão, Resistência de Aderência à Tração, Absorção de Água por Imersão, Absorção de Água por Capilaridade, Retenção de Água em argamassas e de Resistência à tração por compressão diametral.

Para implantação da usina de reciclagem, foram quantificadas e especificadas máquinas e equipamentos para a sua instalação, são eles: Alimentador Vibratório com capacidade de 30 m³/h motor elétrico trifásico, Transportador de Correia fixa com capacidade

de transporte de 30 m³/h motor elétrico blindado trifásico, Britador de Impacto de 20 t/h em circuito aberto passantes em peneira de 60 mm, Calha Metálica em chapa de aço, Transportador de Correia Fixo de capacidade de transporte de 40 m³/h motor elétrico blindado trifásico, Transportador de Correia Móvel com capacidade de transporte de 30 m³/h para leira de estoque até 4,5m trifásico, Imã Permanente, Quadro Elétrico de comando de proteção de motores acima de 40CV, Sistema Antipó para controle ambiental, com capacidade de 40 V/min, Sistema Anti-Ruído para controle ambiental, com manta de borracha antichoque/ruído, Estrutura Metálica de Sustentação tipo desmontável, Bicas de Transferência em chapa de aço, Peneira Vibratória Apoiada com capacidade de 25 m³/h e área de peneiramento 2,5 m², Plataforma Metálica completa com guarda-corpo de segurança e escada de acesso, Pá Carregadeira com potência bruta do motor maior ou igual a 150 hp, Caminhão Poliguindaste com capacidade de movimentar container de 5,0 m³ de capacidade volumétrica, Caminhão Basculante com Caçamba e capacidade de carga útil com equipamento 8,9 t com caçamba basculante de 5,0 m³ de capacidade volumétrica. Betoneira Giratória com capacidade volumétrica de 0,35 m³, com motor elétrico trifásico, Mesa Vibratória com superfície mínima de 400 x 150 cm de baixa rotação, Conjunto de Formas para produção de pré-moldados do tipo; bloquetes para pavimentação; bloco de fechamento e vedação e peças para meio-fios e guias, além de um Micro-Computador e uma Impressora Matricial (Figura 2.3 e 2.4).



Figura 2.3 – Máquinas e Equipamentos da Usina de RCD de Petrolina-PE.
 a) Vista do eletroímã e correias transportadoras; b) Vista parcial do britador.
 Fonte: O Autor (2008).

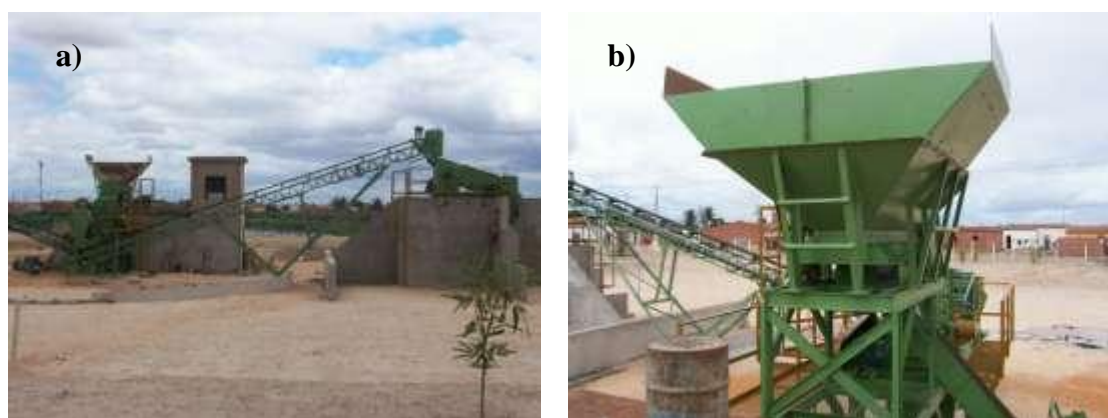


Figura 2.4 – Máquina e Equipamentos da usina de RCD de Petrolina – PE.
 a) Obra civil da cabine de comando; b) Vista do britador.
 Fonte: O Autor (2008).

2.6. Características Geo-Ambientais no município de Petrolina/PE

2.6.1 Generalidades

Pernambuco apresenta condições agroecológicas distintas, com grandes variações em termos de clima, vegetação, solo, recursos hídricos, dentre outros; apresentando ambientes com diferentes potencialidades de exploração. O conhecimento destas variações é de fundamental importância quando se pretende implantar uma estratégia de desenvolvimento rural em bases sustentáveis.

Petrolina, município do estado de Pernambuco, que em 1840 servia apenas como travessia do Rio São Francisco, para os viajantes vindo do Ceará, Piauí e Pernambuco com destino a Bahia e ao Sul do País, chamava-se “Passagem de Juazeiro”. (<http://www.mp.sp.gov.br/acesso> em: 4/10/2007).

Localizada em pleno sertão, Petrolina encontra-se às margens do Rio São Francisco, faz divisa com o estado da Bahia. Possui terras férteis o que proporciona crescimento e desenvolvimento à cidade, abrindo portas ao turismo e a execução de obras de Engenharia. Forma o maior aglomerado humano do semi-árido. Integra em conjunto com os municípios de Lagoa Grande, Santa Maria da Boa Vista, estes localizados em Pernambuco, e os municípios baianos de Juazeiro, Remanso, Casa Nova e Sobradinho, a Região de Desenvolvimento Econômico Integrado - RIDE - São Francisco (Figura 2.5). (EMBRAPA SEMI-ÁRIDO – 2001).

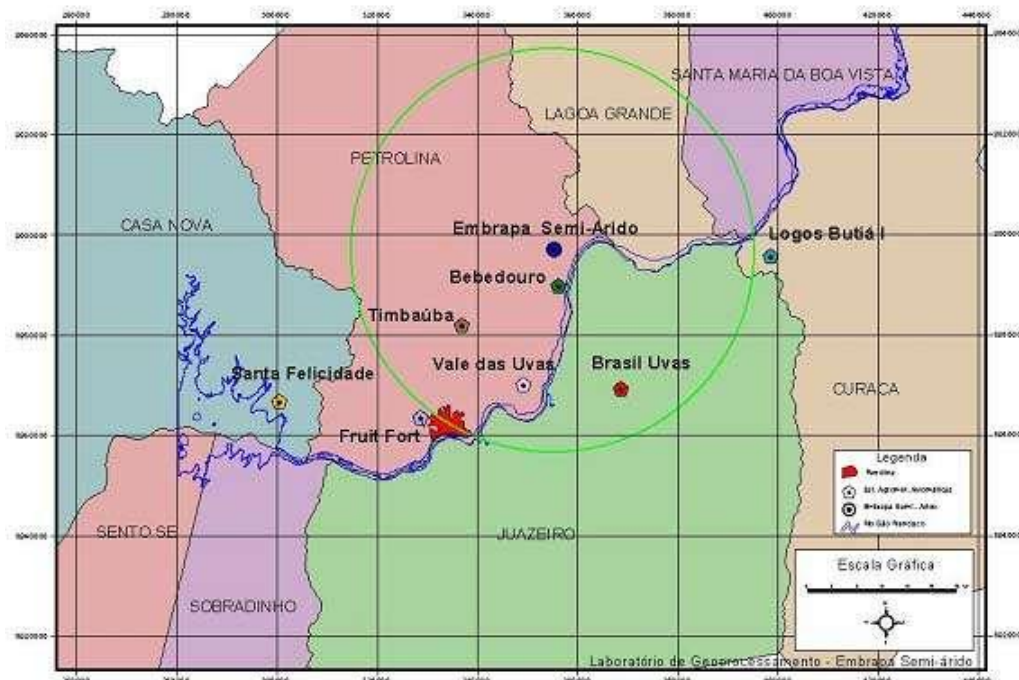


Figura 2.5 – Mapa Político do Estado de Pernambuco Brasil
Fonte: EMBRAPA SEMI-ÁRIDO - 2001

2.6.2 Características Fisiográficas do Município

Petrolina está situada à margem esquerda do rio São Francisco distante 734 km da capital Pernambucana, estando a uma altitude de 376 metros. A sede do município de Petrolina está localizada na Latitude 9°23' 55" sul e uma Longitude 40°30' 03" oeste com uma população de 268.339 habitantes e uma área de 4.756,8 Km² (IBGE, 2007).

2.6.3 Clima e Vegetação

O clima nesta área, segundo a classificação de Köppen, apresenta-se como tropical semi-árido, tipo BswH, seco e quente na parte norte e semi-árido quente estípico na parte sul, caracterizado pela escassez e irregularidade das precipitações com chuvas no verão e forte evaporação em consequência das altas temperaturas. A temperatura é uniforme durante todo o ano apresentando uma média diária de 25 a 35°C com precipitação média anual de 400 e 600 mm, concentrada no período de dezembro a abril e a evapotranspiração em torno de 5-6 mm por dia. A vegetação é constituída por plantas xerófilas devidas às características climáticas da região. Esta vegetação é conhecida como "Caatinga" sendo representada pela família das Cactáceas, das Malváceas e das Euforbiáceas (EMBRAPA, 2000).

2.6.4 Características Geológicas, Geomorfológicas e Pedológicas de Petrolina.

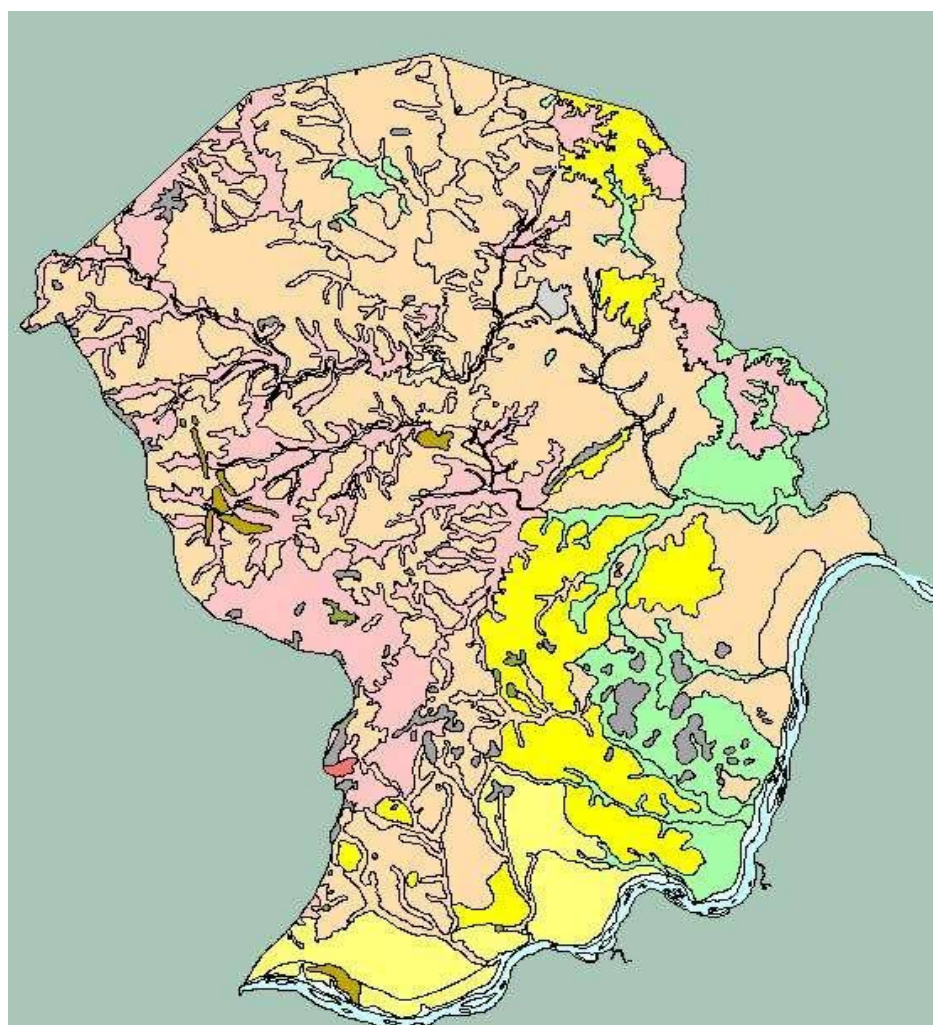
Segundo MOTTA (2004), as características geológicas da região de Petrolina são constituídas litologicamente de paragnaisse, micaxisto e granito, os quais se apresentam cortados por finos veios de quartzos, aplitos e pegmatitos que, no micaxisto, chegam a apresentar acentuadas espessuras. Em meio a este micaxisto, têm-se intercalações lenticulares locais de quartzito e bastante granada. Estas rochas apresentam-se bastante dobradas e trabalhadas pelo metamorfismo regional que ocorreu na área, como também por processos hidrotermais, quer decorrentes do metamorfismo regional, quer como consequência das

últimas fases do magmatismo que determinou a intrusão do granito. A seqüência de rochas na região, repousando discordante sobre um gnaissé pórfiro de seqüência mais antiga, tem, no paragneissé o seu membro mais inferior, sobre o qual repousa concordantemente o micaxistó, sendo ambas as rochas cortadas pelo granito e por falhamento, portanto, mais recentes que as citadas rochas, que apresentam características que sugerem a sua correlaçãó com a Formaçãó Parelhas, da Sérié Ceará, de idade algonquiana.

Quanto a sua Geomorfologia, Petrolina, segundo a EMBRAPA (2000), apresenta quatorze unidades geomorfológicas distintas. Estas unidades foram reunidas em cinco macro-unidades, de acordo com suas similaridades. É a Macro-unidade Tabuleiro, denominada TAB, que abrange as unidades tabuleiro Típico, Misto e Degradado que juntos ocupam cerca de 64% do território municipal; a Macro-unidade Pediplano, denominada PED e abrange as unidades Pediplanos “Plânico”, “Podzólico”, “Vértico” e “Litólico”, ocupando cerca de 26% da área do município; a Macro-unidade Arenito-Quartzosa, denominada de SAQ e compreende as unidades morfológicas Superfícies Arenito-Quartzosa 1 e 2, esta macro-unidade ocupa cerca de 4,5% da área; encontra-se ainda, a Macro-unidade Terraço Fluvial, denominada de TF, ocupando área de 2,5% e compreende as unidades Terraço fluvial 1, 2 e 3 e por fim, a Macro-unidade Serras e Serrotes, denominada de SER, que compreendem as unidades geomorfológicas Serras e Serrotes 1 e 2. Corresponde a apenas cerca 1% da área do município de Petrolina.

Segundo MOTTA, (2004), as classes de solos que representam a pedologia e que são predominantes no município de Petrolina são os Latossolos Amarelo e Vermelho-Amarelo; os Podzólicos Amarelo e Vermelho-Amarelo; Podzólicos pedregosos (concrecionários e não); Podzólicos Vermelhos-Amarelos (profundos e pouco profundos); Podzólicos vermelhos (rasos e pouco profundos); Podzólico Vermelho-escuro; os Planassolos, Cambissolos,

Vertissolos, Regossolos, Solos Aluviais, Areias Quartzosas e os Solos Litólicos que estão indicados na Figura 2.6.



Legenda de Classes de Solos























	Água		Brunos Não Cálculos (NC)		Solos Litólicos (R)
	Solos Aluviais (A)		Podzóis (P)		Regossolos (RE)
	Areias Quartzosas (AQ)		Podzólicos Amarelos (PA)		Solos de Mangue (SM)
	Areias Quartzosas Marinhas (AQM)		Podzólicos Vermelho-Escuros (PE)		Terras Roxas Estruturadas (TR)
	Cambissolos (C)		Planossolos (P)		Vertissolos (V)
	Gleissolos (G)		Planossolos e Solonetz Solodizados (PL/SS)		Área Urbana
	Latosolos Amarelos (LA)		Podzóis Hidromórficos (PH)		
	Latosolos Vermelho-Amarelos (LV)		Podzólicos Vermelho-Amarelos (PV)		

Figura 2.6 - Classificação dos solos do município de Petrolina
Fonte – ZAPE-EMBRAPA-2001

CAPÍTULO III – MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Campo de Atuação

O campo de atuação desta pesquisa é o setor secundário da economia, especificamente na indústria da construção de edifícios de múltiplos andares do município de Petrolina, situada à margem do Rio São Francisco.

Observa-se a diversidade das obras de engenharia, desde o arrojo de sua arquitetura com edifícios de mais de 12 pavimentos, como nos diferentes processos construtivos utilizados em sua execução.

Além das obras civis, serão analisados para efeito de estudos de impacto ambiental, os descartes dos RCD em áreas de deposição irregular que causam degradação ao ambiente e ao ser humano.

3.2. Tipo e Natureza da Pesquisa

O estudo em questão consiste em uma pesquisa de campo de natureza exploratória e descritiva, visando a identificação dos materiais descartados pela indústria da construção civil e a possível reutilização desses materiais, seja em blocos ou subleitos de estradas.

3.3. Coleta de Dados

A coleta de dados abrange cinco momentos distintos.

■ No primeiro momento, inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, com o objetivo de estabelecer um marco teórico que possibilite a elucidação quanto à importância do tema proposto, como também, identificar os impactos gerenciais da adoção de tecnologias de reutilização dos RCD, nas empresas de construção civil. A pesquisa

bibliográfica fornecerá as bases conceituais para a definição das variáveis e indicadores da pesquisa de campo.

- No segundo momento, a pesquisa de campo utilizou questionários, que conforme em anexo, e serviram para obter as informações das empresas de engenharia da região em relação a seus RCD.
- No terceiro momento solicitou-se o aceite das empresas para participar do estudo, e indicação do responsável técnico para fornecer os dados necessários para a execução da pesquisa. O procedimento para a pesquisa de campo, descrita a partir deste momento, será adotada para as dez empresas de engenharia que farão parte desta pesquisa.
- No quarto momento foram realizadas reuniões do pesquisador com os responsáveis técnicos das empresas contatadas bem como o departamento de obras da Prefeitura Municipal de Petrolina, onde foram apresentados os objetivos da pesquisa e solicitados a responderem ao questionário.
- No quinto momento, foi conduzida a análise dos resíduos descartados pelas obras de construção e de demolição, identificando o processo de segregação desses materiais e verificando sua devida destinação. Neste momento, foi o confronto dos dados levantados pelo questionário e a observação direta do pesquisador, inclusive com registro fotográfico das principais atividades.

3.4. Tratamento e Análise dos Dados

Considerando a natureza da pesquisa, os dados receberam um tratamento qualitativo e quantitativo, e foram interpretados e expressos com base no marco teórico que contorna a pesquisa. Desse modo foram realizadas as seguintes atividades:

- Uma descrição global das empresas estudadas, observando-se algumas características como: identificação da empresa, principais materiais de entulhos gerados, volume e destino final desses entulhos, entre outros;
- Um mapeamento do destino final dos entulhos gerados pela indústria da construção civil do município de Petrolina;

3.4.1. Descrição das empresas estudadas

- Para realização desta etapa, optou-se pela entrevista padronizada, onde o entrevistador segue um roteiro já estabelecido, acompanhado de um formulário previamente elaborado com perguntas pré-determinadas e entrevistado já selecionado.
- Para a realização da entrevista, considerou-se o universo das empresas construtoras geradoras de entulhos do município, a empresa pública licenciada para coleta desses resíduos bem como o local de deposição, o aterro sanitário Raso da Catarina.
- Foram contatadas 10(dez) empresas de Engenharia para a realização da pesquisa, onde todas elas se mostraram favoráveis em colaborar com o projeto.
- Através de visitas in loco, conheceu-se a área de 22.000 m² de deposição de RCD licenciada pela prefeitura de Petrolina, que atualmente passa pelo processo de remediação emergencial pela Companhia de Tratamento de Resíduos - CTR em atendimento a Resolução 307 do CONAMA.
- Foi feito um trabalho de entrevista com a CTR que possibilitou ao pesquisador conhecer as etapas de remediação e conhecer as instalações da usina de reciclagem que existirá no local. Além de observar as deposições feitas pelas empresas coletoras de resíduos do município.

3.4.2. Estimativa de geração de RCD no município de Petrolina

Para realização desta etapa do trabalho, foram coletados dados da Prefeitura Municipal de Petrolina, mais especificamente na Secretaria de Obras do Município, que relatou as formas de coleta de entulhos da cidade e que estabelece o índice de geração de RCD e o volume de recebimento do material no aterro. Coletou-se dados de volume diário de materiais bem como apresentação dos pontos críticos por bairros, de deposição irregular de RCD no município junto às empresas coletoras. Além disso, foram obtidos dados do volume diário de materiais que chegam ao aterro Raso da Catarina, única área autorizada pela prefeitura para recebimento de descartes de materiais do município, conhecendo as empresas cadastradas e o volume diário de RCD que chega ao local.

Em seguida, foi executado pelo pesquisador, um trabalho de campo de forma visual e de análise volumétrica e gravimétrica, que permitiu conhecer o volume depositado de materiais que chegam a pontos distintos da cidade. Em geral, caminhões do tipo caçamba com capacidade de 4 a 4,5 toneladas, para então relacionar ao que de fato chega na central de deposição licenciada pela Prefeitura.

3.4.3. Segregação dos RCD

Em virtude do grande volume de entulho espalhado pela cidade, foram visitados “in loco” os diversos pontos de deposição de RCD do município, monitorados ou não pela Prefeitura de Petrolina.

Entretanto, para o desenvolvimento da pesquisa, foram escolhidos 11 pontos distintos da cidade que foram devidamente analisados, quantificados e registrados pelo pesquisador.

Para a separação do material foi necessária a definição do tamanho da amostra, que possibilitou definir em percentual os diversos tipos de resíduos descartados no município. A partir de então, de forma visual e aleatória, em cada um dos 11 pontos estudados foi coletada

uma amostra de 300 kg de resíduos, que foram separados por material sendo eles: (blocos cerâmicos, concreto, areia, telha, argamassa, plástico, madeira e gesso). Esses foram pesados em uma balança mecânica com capacidade/divisão de 150 kg /50g e quantificados em relação ao tamanho da amostra.

3.4.4. Mapeamento do destino final dos RCD

Depois de identificado os pontos, observada a quantidade de entulho no local lançada por caminhão do tipo caçamba, foram levantadas as coordenadas geográficas de cada um dos 11 pontos de deposição, fazendo-se uso de um aparelho GPS (Global Positioning System – sistema de posicionamento global) de navegação com aproximação de 15m. Em seguida, as coordenadas foram plotadas em um mapa da região que foi localizado fazendo uso do software Google Earth e, em seguida, foram classificados pedologicamente os tipos de solos existentes no local da deposição em um mapa utilizando-se um mapa pedológico obtido através do site da EMBRAPA-Semi-Árido.

Durante toda a pesquisa, foram realizados registros fotográficos de cada ponto de deposição, com o objetivo de verificar visualmente os possíveis impactos ambientais causados pela deposição desses entulhos, e em seguida, foram elaborados quadros e figuras que servirão para análises dos resultados.

CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 - Generalidades

Com base nas informações das empresas públicas e privadas responsáveis pelo trabalho de acompanhamento dos RCD do município e através da obtenção da estimativa do volume de geração de RCD no município de Petrolina-PE, realizado a partir da visita em campo pelo pesquisador, foi possível realizar uma sistematização das informações entre o que de fato chega à área de deposição regulamentada pela Prefeitura com as que são descartadas de forma irregular por toda a periferia da cidade.

4.2 – Identificação do Setor Produtivo-Empresas Construtoras

4.2.1 Dados das Empresas.

De acordo com as informações obtidas, no ano de 2007, das 10(dez) principais construtoras atuantes da região de Petrolina-PE, verificou-se através de questionários, como mostra o Quadro 4.1, o porte das empresas construtoras da região, o número de funcionários contratados, a forma de vínculo empregatício em que as empresas enquadram seus funcionários e o conhecimento por parte das empresas da Resolução nº 307 do CONAMA (2002).

Quadro 4.1 – Dados das Empresas

Empresa	Porte			Nº. Funcionários			Vínculo Empreg. %			Conhece a Resolução 307	
	P	M	G	20 a 99	100 a 499	mais de 500	fixo	Temp.	terc.	sim	não
A		x		x			10	80	10	x	
B	x			x			10	90		x	
C		x				x	35	50	15	x	
D		x			x		10	90			x
E		x		x			10	90		x	
F	x				x		10	90			x
G		x			x		10	80	10	x	
H	x			x			10	90			x
I	x			x			15	80	5	x	
J		x		x			20	80		x	

Das 10(dez) empresas entrevistadas, 06(seis) afirmaram que são de médio porte e 04 (quatro) de pequeno porte. Para a Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil-CBIC que classifica as empresas com um número de 20 a 99 empregados como sendo de pequeno porte, 100 a 499, médio porte, e mais de 500 empregados, como sendo de grande porte, pode-se notar que as empresas A, E e J, apesar de afirmarem ser de médio porte, encontram-se enquadradas segundo a CBIC, como sendo de pequeno porte, o que contradiz a informação obtida. A empresa C, respondeu estar enquadrada como média empresa, porém, observando-se o número de funcionários da mesma e o que preceitua a CBIC, pode-se afirmar ser esta de grande porte. Um outro critério a se observar quanto ao porte das empresas segundo o SEBRAE, é o faturamento bruto anual das mesmas. Contudo, face às dificuldades encontradas no que diz respeito à obtenção destes dados, não foi possível averiguar estas informações, uma vez que a questão financeira não constitui objeto da pesquisa.

As empresas afirmam contar entre 20 e 500 funcionários, dentre estes, 14% são de funcionários com vínculo empregatício fixos, 82% de empregados temporários e 4% deles terceirizados. Justificando um maior percentual de empregados temporários em função da sazonalidade na execução das obras de engenharia. Quanto ao conhecimento da Resolução 307, se verifica que 70% delas dizem conhecer o que rege a normatização, enquanto 30% revelam não conhecer.

4.2.2 Área de Atuação das Empresas

A área de atuação das empresas de engenharia no ano de 2007 do município de Petrolina, teve destaque em obras de edificações, obras de artes, pavimentação e estradas, barragens, entre outras, recuperando e/ou ampliando obras já existentes, Quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Área de atuação das Empresas.

Empresa	Área de Atuação das Empresas e Obras executadas no ano de 2007 em m ²									
	Edificações		Obras de Arte		Pavimentação. e estradas		Barragens		Outros	
	Área %	Nº. obras m ²	Área %	Nº. obras m ²	Área %	Nº. obras m ²	Área %	Nº. obras m ²	Área %	Nº. obras m ²
A	40	3500		-			60	10000		
B	80	4000		-	20	1200				
C	100	12000		-						
D	80	3300	5	1000	15	3000				
E	40	5000		-	60	5000				
F	100	4800		-						
G	90	15000		-	5	1800			5	2000
H	70	12500		-					30	5000
I	90	4000		-	10	800				
J	80	10000		-			10	2000	10	2500
Total		74100		1000		11800		12000		9500

Do total de 108.400m² de obras de engenharia executadas no Município pelas empresas pesquisadas, onde 74.100m² foram de obras de edificações de múltiplos andares, 11.800m² de obras de pavimentação de estradas, 12.000m² de construção, ampliação e reformas de barragens, 1.000m² em construção e ou reforma de obras de arte e 9.500 m² em serviços diversos da engenharia. As obras de edificações representaram no período um maior volume de obras (68,36%) executadas, seguida pelas obras de barragens com (11,07%), as de pavimentação e estradas com (10,88%), das obras de arte (0,92%) e de outros serviços de engenharia em (8,77%). São as obras de edificações as responsáveis pelo aquecimento na produção da indústria da Construção Civil, muito embora 80% dessas empresas desenvolvam atividades de engenharia em pelo menos duas áreas de atuação e apenas 20% delas atuam num só segmento.

4.2.3 Procedência do Entulho Gerado

A procedência dos entulhos, bem como a estimativa do volume gerado pelas empresas construtoras, são detectadas por meio do tipo de obra que esteja sendo executada.

O Quadro 4.3 mostra em percentual a procedência dos entulhos gerados no município de Petrolina no ano de 2007, que corresponde às obras de demolição, movimentação de terras, perdas no processo construtivo e de outras procedências, além de apresentar um diagnóstico de empresas que estimam ou não o volume gerado de entulhos em suas obras.

Quadro 4. 3 - Procedência dos entulhos gerados no ano de 2007

Empresa	Procedência do Entulho %				Estima volume	
	Demolição	Movimento Terra	Perda no Processo	outros	Sim	Não
A	30	60	10		x	
B	90	5	5		x	
C	60		40		x	
D	90		10		x	
E	75	10	10	5	x	
F	40	30		30	x	
G	45	30	10	15	x	
H	-	-	-	-		x
I	-	-	-	-		x
J	40	10	30	20	x	

Aproximadamente 59% dos entulhos gerados são provenientes de obras de demolição, enquanto que os 41% restantes procedem de entulhos de movimentação de terra, perdas no processo construtivo e de outras procedências. Das empresas pesquisadas, 80% delas dizem estimar o volume de entulhos gerados na obra enquanto que 20% desconhecem esse quantitativo.

As empresas B, D e E, no ano de 2007 em relação as demais, foram responsáveis por aproximadamente 55% do RCD gerado nas obras de demolição. Para o quesito movimentação de terra, perdas no processo construtivo e outros entulhos destacam-se as construtoras A, F, G e J com maior percentual (74,24%).

4.2.4 Materiais que Constituem o Entulho

Embora duas empresas não estimem seus resíduos, grande parte dos materiais que constituem esses entulhos é visivelmente observado pelos empreiteiros durante a execução de

suas obras, em especial pelo fato de ser as obras de demolições as maiores produtoras de RCD no município. O Quadro 4.4, mostra os materiais que constituem os entulhos no município de Petrolina no ano de 2007.

Quadro 4.4 – Materiais que constituem o entulho no ano de 2007

Empresa	Tipos de Materiais %								
	Solo	Concreto Argamassa	Mad.	Gesso	Alven./Rev. Cerâmico	Metais	Tintas, verniz	Emb.	Outros
A	30	10	5	10	30	1	1	5	8
B	10	15	10	10	35	5	5	5	5
C	20	20	5	10	30	2	1	2	10
D	10	20	10	10	30	5	5	5	5
E	25	15	5	5	20	5	5	5	15
F	10	20	10	15	25	6	4	5	5
G	5	20	5	20	30	5	5	0	10
H	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
J	5	30	0	10	40	0	0	0	15

Os maiores percentuais são apresentados por alvenarias/ revestimentos cerâmicos, com um percentual médio de 30% dos entulhos, seguido dos demais materiais que constituem o entulho tais como resto de solo (14,37%), concretos /argamassas (18,75%), madeiras (6,25%), gesso (11,25%), metais (3,62%), tintas e vernizes (3,25%), embalagens (3,38%) e outros (9,13%). As empresas B, C, D, G e J contribuem com um maior percentual de geração de entulhos somadas as alvenarias/revestimentos cerâmico e os concretos/argamassas em aproximadamente 33,75%, ficando as demais empresas responsáveis por um percentual de 66,25% desses entulhos. As empresas H e I, não estimaram o volume gerado, assim não houve conhecimento da composição dos resíduos.

As empresas H e I não quantificaram, apenas lançam seus entulhos em locais próximos às obras, facilitando sua remoção por caçambeiros para serem utilizados em aterros particulares, justificando assim a não participação nos percentuais levantados.

4.2.5 Tipo de veículo/Responsável pelo Bota Fora/ Legalidade dos locais de deposição dos RCD

No Quadro 4.5, observa-se o tipo de veículo utilizado na remoção dos entulhos, a responsabilidade pelo Bota Fora e o local de deposição dos RCD, segundo as 10 empresas construtoras pesquisadas.

Quadro 4.5 – Tipo de veículo/Responsável pela remoção e Local de deposição

Empresa	Tipo de Retirada dos Entulhos			Responsável Pelo Bota Fora		Local de Deposição		
	Caçamba metálica	Carroça tração animal	Caminhão	Construtora	Terceiros	Área autorizada Prefeitura	Terreno baldio autorizado	Área sem Autorização
A			x		x			x
B	x			x				x
C	x			x			x	x
D			x		x		x	x
E	x				x	x		
F	x				x	x		
G			x		x			x
H	x	x			x		x	x
I	x	x			x		x	x
J	x			x				x

Segundo as empresas, 70% da responsabilidade pelo bota fora dos RCD das obras do Município fica a cargo de coletores terceirizados de remoção de entulhos da região, ficando uma pequena parcela (30%) sob a responsabilidade das próprias construtoras. Em geral 70% delas, removem seus entulhos em caminhões do tipo caçamba de capacidade média compreendida entre 4,0 e 4,5 toneladas. Oitenta por cento (80%) das empresas geradoras de RCD admitem depositar os entulhos em terrenos sem autorização por parte do Poder Público e em terrenos baldios autorizados pelos proprietários para servirem de aterro, enquanto que apenas 20% delas admitem lançar seus resíduos em terrenos autorizados pela Prefeitura.

Tal procedimento, só confirma a necessidade de uma política de gestão para uma maior fiscalização no que estabelece o artigo 13 da Resolução 307 do CONAMA.

4.2.6 Adequação quanto à minimização de perdas e geração de RCD

Para a maioria das empresas construtoras se adequarem às normas que estabelecem a resolução 307 do CONAMA, no que se refere à minimização de perdas de material, evitando-se assim a geração dos RCD, foi preciso conscientizar o quadro funcional através de palestras e reuniões quanto ao conhecimento desta Resolução. O Quadro 4.6 apresenta dados indicadores do envolvimento dessas empresas nos programas de gestão e seleção de RCD, tipos de materiais segregados nas obras e enfatiza o treinamento tendo como fim a redução de perdas de materiais envolvidos nessas obras.

Quadro 4.6 – Adequação das empresas quanto à minimização de perdas de material.

Empresa	Programa de Gestão RCD		Processo Seletivo RCD		Tipos de Materiais Segregados						Treinamento Minimização de Perdas	
	Sim	Não	Sim	Não	Met.	Plás.	Mad.	Alv.	Conc.	Out.	Sim	Não
A	x		x		x			x	x		x	
B	x		x		x		x	x	x		x	
C	x		x			x	x	x	x	x	x	
D	x		x			x	x	x			x	
E	x		x		x		x		x		x	
F	x		x		x		x	x	x	x	x	
G	x		x			x	x	x	x		x	
H		x		x								x
I		x		x								x
J	x		x		x		x	x	x	x	x	

As empresas pesquisadas tentam se adequar ao que preceitua a Resolução 307 do CONAMA, visto que, 80% dessas empresas questionadas treinam seus funcionários visando minimizar perdas de materiais no processo construtivo durante a execução de suas obras, utilizam programas próprios de gestão de resíduos para o melhor aproveitamento de seus materiais durante e depois da obra, além de utilizarem processo seletivo de materiais em seus canteiros, segregando os materiais de construção por categorias.

As empresas H e I não participam dos programas de gestão por desconhecimento da Resolução 307. Porém, existe a expectativa por parte da direção dessas em se adequar à referida resolução.

Outro fator observado pelo pesquisador é que, com exceção das duas empresas que não participam do processo de minimização de perdas de materiais, as demais segregam seus entulhos com o objetivo de manter o canteiro de obra limpo e facilitar o transporte dos materiais para seu lugar de deposição.

4.3 – Identificação dos pontos críticos de RCD monitorados pelo Poder Público e Empresas Coletoras

Para identificar os pontos de deposição de RCD que são monitorados pelo Poder Público de Petrolina, foi necessário conhecer o cronograma de coleta executada pelas empresas licenciadas do município.

Através do cronograma, pode-se observar que os pontos autorizados para deposição desses resíduos são conhecidos como “pontos críticos de deposição” e estão divididos por áreas denominadas Área I, Área II, Área III e Área IV, conforme apresentado no Quadro 4.7.

Quadro 4.7-Pontos Críticos de Deposição Monitorados.

<u>Áreas</u>	<u>Locais</u>
Área I	- Rua Maurício Wanderley – Centro (atrás de Rubinho Car) - Orla II (às margens do Rio São Francisco) - Av. das Nações - Próximo ao Cemitério, ao lado do escritório da Free Way (Antigo La Taverna)
Área II	- Lateral da Escola Adelina Almeida - Lateral do DETRAN - Av. Paraíba - Av. Caminho do Sol
Área III	- Rua Maurício de Nassau - Palhinhas (por trás da Rua do Redentor)
Área IV	- COHAB Massangano (frente e lateral) - Frente e fundos do QUATI - Av. de acesso aos Bairros do Rio Claro, Rio Corrente e COHAB VI - Av. Principal - do Bairro do São Gonçalo

Fonte: Secretaria de Obras do Município de Petrolina/2007

Nessas áreas estão localizados quatorze endereços de deposição de RCD que mensalmente são monitorados por fiscais da prefeitura da cidade no intuito de acompanhar o crescimento desses entulhos lançados de forma irregular pelos seus geradores.

Segundo informações da secretaria de obras do município, a prefeitura em conjunto com a empresa coletora identifica o volume de deposição nessas áreas e planeja ações de combate a limpeza desses pontos.

4.4 – Identificação do Volume de RCD Coletado pelas Empresas Coletoras

Segundo as empresas pesquisadas, foram 29.759 toneladas de RCD coletados no ano de 2006, enquanto que no ano de 2007 o volume de coleta executada por essas empresas nos cinco primeiros meses do ano foi de 4.265 toneladas. Os Quadros 4.8 e 4.9 identificam o volume mensal e total anual dos RCD das empresas coletoras do município, as quais foram denominadas de Empresa 1 e Empresa 2.

A média mensal de RCD removidos pelas Empresas 1 e 2 no ano de 2006 foi de 2.479,91 toneladas/mês de entulhos. Destaque para os meses de março e abril da Empresa 1 com um volume maior de remoção devido a um período de aquecimento das obras da Construção Civil na região.

Para o ano de 2007, conforme demonstrado no Quadro 4.9, a média mensal do volume de coleta de RCD pelas Empresas 1 e 2 nos primeiros cinco meses do ano foi de 852 tonelada/mês, que segundo as mesmas, a falta de resultados nos meses seguintes deve-se ao fato das mudanças ocorridas no setor público neste período e na transferência de responsabilidade, passando para a prefeitura e para as empresas geradoras a destinação final dos RCD gerados no município.

Quadro 4.8 - Quantitativo do volume de resíduos pelas empresas coletoras em 2006.

Empresa	Meses do Ano em 2006/ toneladas												Total t/ano	Média t/mês
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
1	1250	3000	4600	3500	2350	2320	2350	600	1000	2580	2160	1000	26710	2225,83
2	240	260	203	230	290	198	379	347	192	267	251	192	3049	254,08
total	1490	3260	4803	3730	2640	2518	2729	947	1192	2847	2411	1192	29759	2479,91

Quadro 4.9 - Quantitativo do volume de resíduos pelas empresas coletoras em 2007.

Empresa	Meses do Ano em 2007/ toneladas												Total t/ano	Média t/mês
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
1	1100	480	900	410	240	-	-	-	-	-	-	-	3130	625
2	235	229	181	250	240	-	-	-	-	-	-	-	1113	227
total	1335	709	1081	660	480	-	-	-	-	-	-	-	4265	852

4.5 – Identificação de RCD no Aterro do Município

Conforme entrevista com o administrador do aterro “Raso da Catarina”, antes do processo de remediação os entulhos provenientes das obras de Construção Civil do município eram depositados de forma aleatória junto aos RSU da cidade. De acordo com a foto 4.1, os entulhos chegavam ao aterro e eram depositados sem a preocupação de separar esses materiais dos resíduos domiciliares da cidade.



Figura 4.1–Entulhos lançados no aterro “Raso da Catarina” antes da remediação (2006).

a) Próximo à área residencial; b) Misturados aos RSU.

Em 2006, com o início do processo de remediação do aterro “Raso da Catarina” e em atendimento à resolução 307 do CONAMA, o local deveria deixar de receber os RCD, sendo, porém estas destinações ignoradas pelo administrador privado do aterro. Segundo a foto 4.2, ainda há registro por parte da administração do aterro a presença de RCD misturados aos RSU no local, algo representado em torno de 10% das 150 toneladas diárias de resíduos.



Figura 4.2 – Processo de remediação do aterro “Raso da Catarina. ”. (2006).

a) Área compactada; b) Formação de células de compactação.

Em 2007, com o aterro em fase final de remediação (Foto 4.3), iniciaram-se os trabalhos de implantação da usina de reciclagem que será instalada naquele local para beneficiamento dos RCD do Município (Foto 4. 4).

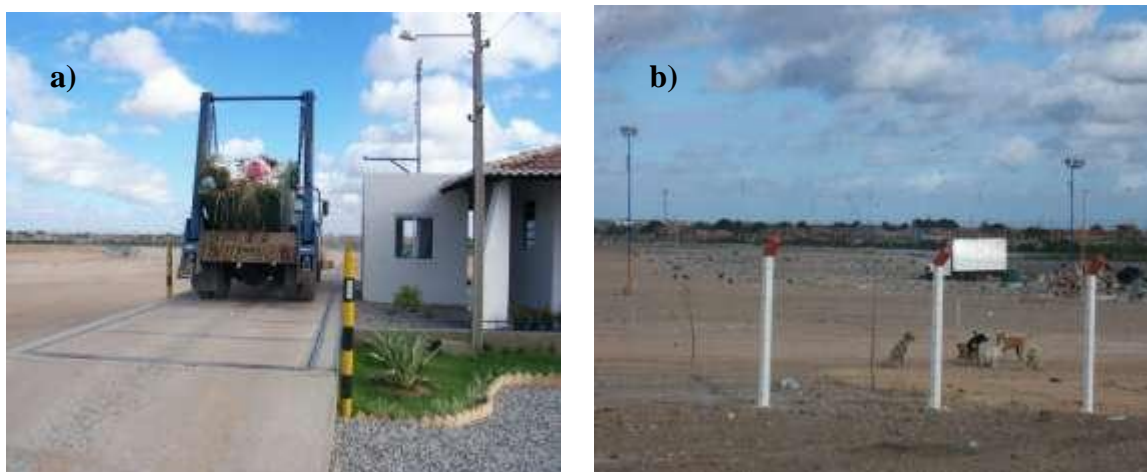


Figura 4.3 – Vista geral do aterro em fase final de remediação do aterro (2007).

a) Balança de pesagem; b) Área compactada do aterro.



Figura 4.4 – Construção e equipamentos para a instalação da usina de RCD (2007).

a) Obras civis; b) Equipamentos da usina de reciclagem de RCD.

4.6 - Localização dos Pontos de Deposição Irregular de RCD

Embora exista os pontos oficiais autorizados pelo Poder Público para deposição dos RCD no município, os geradores muitas vezes desconhecem esses locais e lançam os entulhos de forma indiscriminada em pontos distintos da cidade, provocando vários impactos ambientais que influenciam na vida da população.

Para localizar os pontos de deposição irregular de RCD, o pesquisador percorreu diversos locais da área urbana da cidade e pôde verificar uma parcela significativa de entulhos que estão dispostos nestes locais.

Os 11(onze) pontos de deposição irregular de RCD que fora denominados pelo pesquisador de (P1, P2, P3, P4, P5..., P11), foram localizados no mapa de solos de Petrolina e apresentados na Figura 4.5.

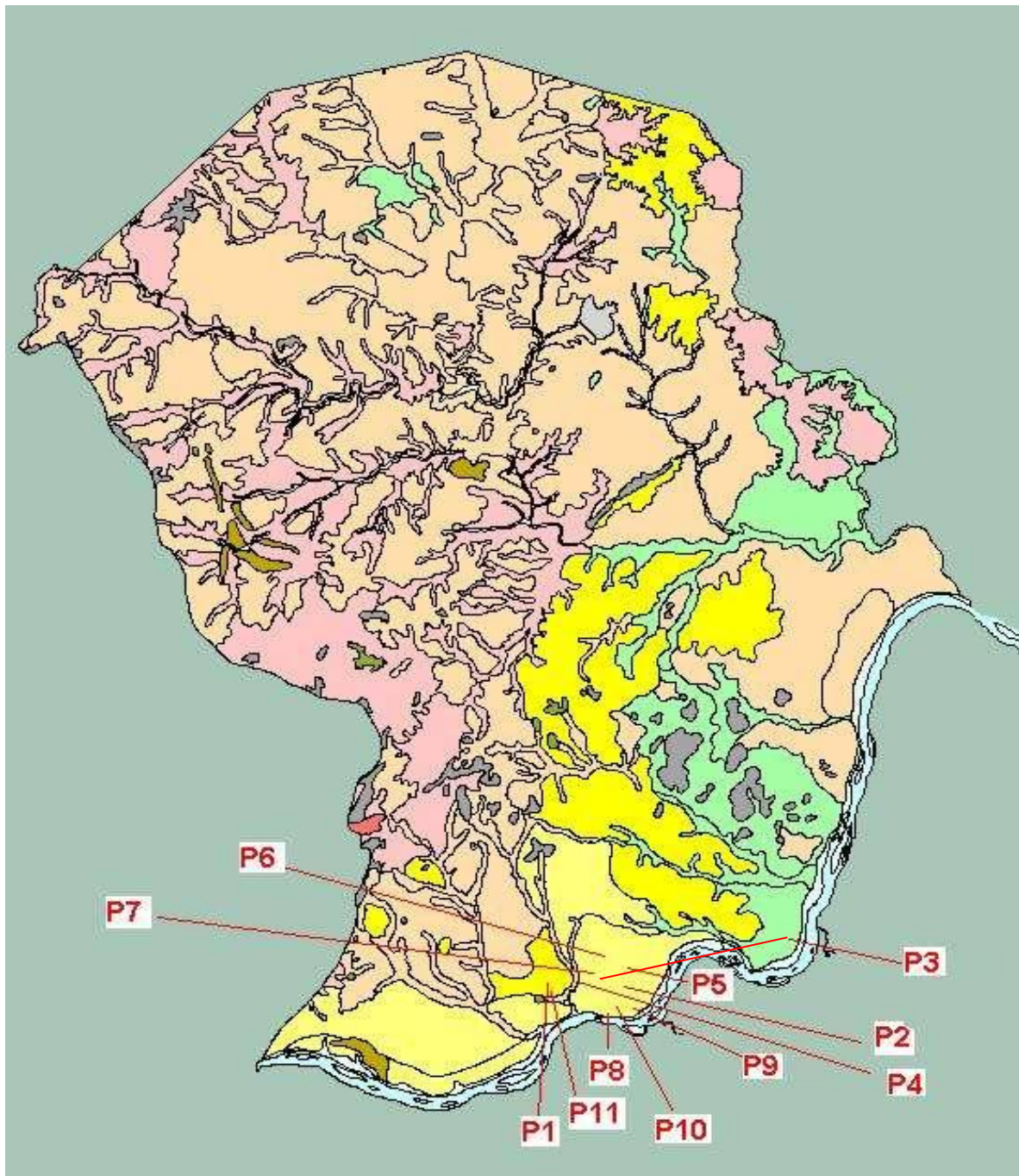


Figura 4. 5 - Localização dos Pontos de Deposição Irregular de RCD.

Fonte – ZAPE-EMBRAPA-2001

Legenda de Classes de Solos

Água	Brunos Não Cálculos (NC)	Solos Litólicos (R)
Solos Aluviais (A)	Podzóis (P)	Regossolos (RE)
Areias Quartzosas (AQ)	Podzólicos Amarelos (PA)	Solos de Mangue (SM)
Areias Quartzosas Marinhas (AQM)	Podzólicos Vermelho-Escuros (PE)	Terras Roxas Estruturadas (TR)
Cambissolos (C)	Planossolos (P)	Vertissolos (V)
Gleissolos (G)	Planossolos e Solonetz Solodizados (PL/SS)	Área Urbana
Latossolos Amarelos (LA)	Podzóis Hidromórficos (PH)	
Latossolos Vermelho-Amarelos (LV)	Podzólicos Vermelho-Amarelos (PV)	

Os locais dos pontos de deposição irregular de RCD, identificados pelo GPS, foram inseridos no Levantamento de Reconhecimento de Baixa e Média Intensidade dos Solos do Estado de Pernambuco, inserido, no Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (ZAPE) publicado pelo EMBRAPA (2001) em escala de (1:100.000), para a identificação dos solos, Figura 4.5.

Dos 11 pontos identificados, aproximadamente 64% deles, especificamente nos pontos P2, P5, P6, P7, P8, P9, P10 são encontrados em sua composição Areia Quartzosa, apresentando horizonte A e C fraco e moderado, a vegetação do tipo caatinga, o relevo plano e de suaves ondulações, possui boa drenagem, favorável a captação de águas subterrâneas. Este solo apresenta permeabilidade alta facilitando a contaminação das camadas sub superficial. A região tem um clima semi-árido com déficit hídrico que facilita a posterior concentração destes materiais na superfície.

Os pontos P4 e P11 encontram-se caracterizado pelo solo do tipo Podzolicos Amarelo e Vermelho-Amarelo de textura média e médio argilosa com o Podzólico Acinzentado todos com horizonte A fraco e moderado, a vegetação do tipo caatinga, apresenta características de baixa permeabilidade, fácil escavabilidade e alta erodibilidade. No ponto P1, foi identificado solo do tipo Latossolos Amarelo e Vermelho-Amarelo + Latossolos Amarelo e Vermelho-Amarelo moderado de textura média, com vegetação do tipo caatinga, de relevo plano e suaves ondulações, apresenta perfis bem drenados e boa capacidade de suporte.

Enquanto que no ponto P3, identificou-se o solo tipo Planossolo e Solonetz Solodizado + Podzólicos Amarelo e Vermelho-Amarelo de textura mediana com cascalho, todos com horizonte A fraco e moderado, com vegetação, também predominante da caatinga, com relevo plano e suave ondulações. Sua origem deve-se fundamentalmente a sua drenagem imperfeita, que dificulta o processo de lixiviação, possibilitando o acúmulo de sais solúveis e

argila. A altitude em que se encontravam os pontos de deposição determinadas pelo GPS, variava entre 355m e 389m.

Grande parte das deposições irregular de RCD encontrados na região estava localizada na área central de Petrolina, próximo a residências, lagoas, rodovias e prédios comerciais. Em todos os pontos visitados foi identificado, como mostra o Quadro 4.10, os endereços da deposição, a localização geográfica e o peso estimado de material existente no local da deposição.

Quadro 4.10 - Localização dos Pontos de Deposição de RCD.

Ponto Visitado	Endereço	Localização geográfica	Peso do Resíduo (Kg)
P1	COHAB Massangano ao lado do Supermercado Oliveira	S 09°22'50.6" WO 40°32'28.8" Elevação 384m	18.000
P2	Bairro Pedro Raimundo às margens da estrada da Banana, lado direito, sentido saída de Petrolina, frente ao loteamento N. S.ra de Fátima	S 09°22'01.5" WO 40°31'46.6", Elevação 389m.	35.000
P3	Bairro Jardim São Paulo às margens da Estrada da Banana,	S 09°21'40.8" WO 40°31'25.6", Elevação 379m.	80.000
P4	Bairro Ouro Preto ao lado da Rodoviária Cassimiro de Paiva Neto às margens da BR 407	S 09°23'15.9" WO 40°31'28.9" Elevação 378m	25.000
P5	Bairro Arco-íris, às margens da Lagoa de estabilização "Manoel dos Arroz", na Rua Anízio M. Leal	S 09°22'55.0" WO 40°30'16.9" Elevação 386m	100.000
P6	Bairro Caminho do Sol, ao lado do imóvel 122 na Avenida Sete de Setembro, às margens da Lagoa de estabilização	S 09°22'41.8" WO 40°30'20.4" Elevação 377m	180.000
P7	Bairro Vila Eduardo, em frente ao 72 BI, ao Lado da oficina do artesão Mestre Quincas	S 09°23'04.0" WO 40°29'01.6" Elevação 368m.	16.000
P8	Bairro Jatobá, na Avenida Jatobá, após o Condomínio Ilha do Sol, nas proximidades da Lagoa do Jatobá,	S 09°23'52.5" WO 40°28'06.0" Elevação 355m	100.000
P9	Orla II no centro de Petrolina, ao lado da Pizzaria Punto e do edifício Monte Everest	S 09°23'58.7" WO 40°30'37.0" elevação 382m	40.000
P10	Distrito Industrial "Paulo Coelho", nas imediações do canteiro de obras do supermercado Makro	S 09°23'40.0" WO 40°31'11.6" Elevação 370m	80.000
P11	Bairro COHAB VI, Avenida Mário Rodrigues Coelho	S 9°23'46.0" WO 40°32'37.0" Elevação 379m.	40.000

Os dados de geração de resíduos encontrados nos pontos de deposição foram determinados, fazendo-se uma relação entre o número de descarregos visto no local e a capacidade das caçambas usadas no transporte com tara média de 4,5 toneladas.



Figura 4.6 – Disposição e descarrego dos Entulhos no Ponto de Deposição

a) Vista de RCD em área urbana; b) Flagrante de um descarrego irregular

4.7 Composição dos RCD em Pontos Irregulares no Município de Petrolina

Para a avaliação de composição dos RCD, foi selecionada de forma aleatória, uma amostra de 300 kg de entulhos em cada um dos 11 pontos de deposição. Em seguida, de forma táctil, era feita a segregação do material, onde o mesmo era pesado separadamente em uma balança mecânica com capacidade 150 kg.

No Quadro 4.11 é apresentada a composição das amostras de RCD coletadas, identificando de forma percentual o quanto cada material representa no total de cada amostra observada. Verifica-se que os materiais típicos que compõe essas amostras são blocos cerâmicos, areia, concreto, madeira, gesso, plásticos/papel e argamassas, todos os materiais são provenientes das obras de Construção Civil.

Quadro 4.11 – Quantitativo de RCD em pontos irregulares no Município de Petrolina

Pontos	Amostra		Material Observado													
	Peso (KG)	Percentual (%)	Bloco Cerâmico		Areia		Concreto		Madeira		Gesso		Plástico/Papel		Argamassa	
			(Kg)	(%)	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)	(Kg)	(%)
P1	300,0	9,1	109,5	36,5	24,6	8,2	54,0	18,0	10,0	3,3	23,1	7,7	5,0	1,7	73,8	24,6
P2	300,0	9,1	115,5	39,2	18,6	6,2	45,5	15,2	9,0	3,0	19,0	6,3	3,5	1,2	86,9	29,0
P3	300,0	9,1	193,7	64,6	6,2	2,1	26,8	8,9	6,2	2,1	23,7	7,9	1,2	0,4	42,2	14,1
P4	300,0	9,1	113,3	37,8	25,6	8,5	44,3	14,8	8,3	2,8	38,2	12,7	0,0	0,0	70,3	23,4
P5	300,0	9,1	194,9	65,0	17,4	5,8	24,5	8,2	9,4	3,1	20,7	6,9	2,4	0,8	30,7	10,2
P6	300,0	9,1	162,6	54,2	14,8	4,9	44,0	14,7	3,0	1,0	5,8	1,9	0,0	0,0	69,8	23,3
P7	300,0	9,1	133,2	44,4	12,9	4,3	36,8	12,3	2,8	0,9	16,9	5,6	1,7	0,6	95,7	31,9
P8	300,0	9,1	109,1	36,4	43,0	14,3	65,0	21,7	4,5	1,5	20,4	6,8	0,0	0,0	58,0	19,3
P9	300,0	9,1	115,5	38,5	45,9	15,3	35,1	11,7	6,0	2,0	12,0	4,0	3,0	1,0	82,5	27,5
P10	300,0	9,1	123,6	41,2	24,0	8,0	42,9	14,3	6,0	2,0	9,0	3,0	1,5	0,5	93,0	31,0
P11	300,0	9,1	126,3	42,1	30,6	10,2	46,2	15,4	0,9	0,3	19,5	6,5	0,0	0,0	76,5	25,5
TOTAL	3300,0	100,0	1499,2	45,5	263,6	8,0	465,1	14,1	66,1	2,0	208,3	6,3	18,3	0,5	779,4	23,6

O **Ponto P 01** está localizado próximo à área urbana da cidade (Figura 4.7a). Entre os componentes dos 18.000kg de RCD, há uma maior contribuição dos blocos cerâmicos (36,5%), argamassa com 24,6% e dos resíduos de concreto (18%), Figura 4.7b.

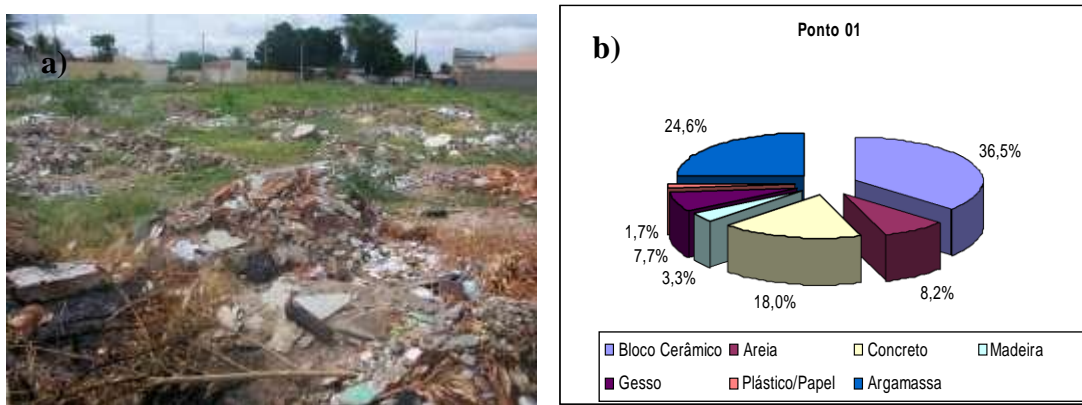


Figura 4.7 - Deposi o Irregular -Ponto 01 a) Localiza o, b) Composi o gravimétrica.

No **Ponto P 02**, localizado em rodovia próxima a saída da cidade (Figura 4.8a), os resíduos de constru o apresentavam características de obras de demoli o, motivadas talvez pelas reformas das residências próximas ao local dos entulhos e pelo afastamento do ponto de deposi o em rela o ao grande centro urbano. Em sua composi o, conforme apresentada na Figura 4.8b, os resíduos com maior representatividade de entulhos são os blocos cerâmicos e as argamassas, 39,2% e 29% respectivamente.

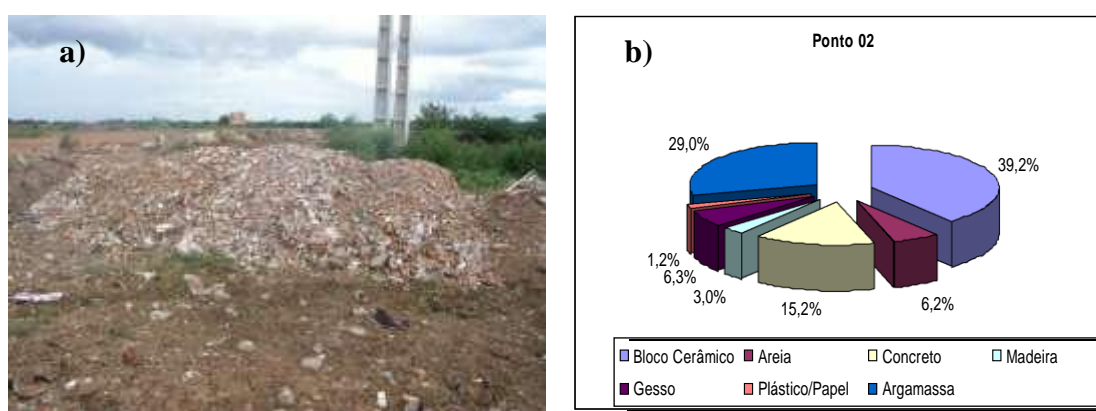


Figura 4.8 - Deposi o Irregular-Ponto P 02, a) Localiza o, b) Composi o Gravimétrica.

No terceiro ponto visitado, **Ponto P 03**, também localizado, nas proximidades da saída da cidade foi encontrado um volume considerável de entulhos da Construção Civil (Figura 4.9 a). Estes estavam dispostos na forma de pilhas organizadas por descarregos e no momento da visita do pesquisador, estavam sendo espalhados e compactados com uso de máquinas e equipamentos. Pode-se observar através da composição desses entulhos, uma proporção elevada dos materiais cerâmicos representando um percentual de 64,6% do total de entulho naquele local, seguido das argamassas (14,1%), concreto (8,9%), gesso (7,9%) e um percentual mínimo, menos de um por cento, para os resíduos de plásticos/papel (0,4%), Figura 4.9 b).

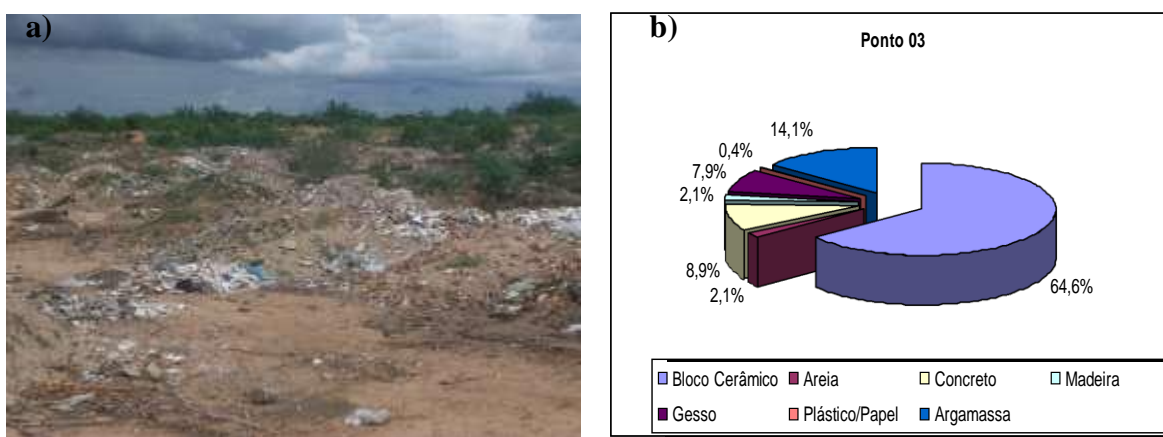


Figura 4.9 - Deposição Irregular- Ponto P 03, a) Localização, b) Composição Gravimétrica

O **Ponto P 04** está localizado às margens da BR 407 no bairro do Ouro Preto, local de vários prédios comerciais, onde a presença desses entulhos mostra características da sua utilização como aterro em terrenos baldios, segundo Figura 4.10.

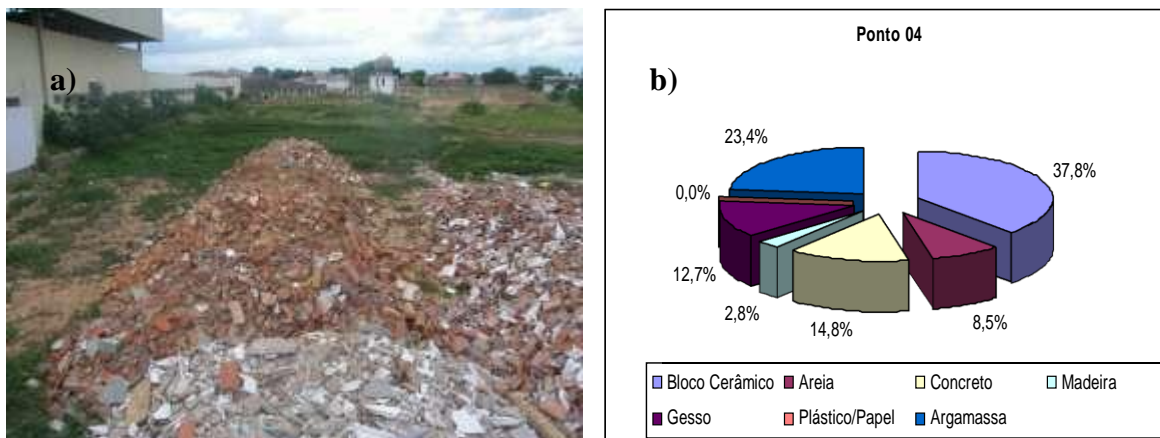


Figura 4.10 - Deposição Irregular-Ponto P 04, a) Localização, b) Composição Gravimétrica.

Os entulhos se caracterizam em sua maioria por blocos cerâmicos, argamassa e concreto, com pouca representatividade de areia (8,5%). No momento da observação, encontrava-se no local 25.000 Kg de RCD, que eram imediatamente espalhados e compactados com a finalidade de uniformizar a superfície do terreno. Neste local, pôde-se observar que os entulhos estavam dispostos de forma uniforme para facilitar seu espalhamento. Foi identificado entre os componentes dos RCD que os blocos cerâmicos (37,8%), seguido das argamassas (23,4%), eram os materiais de maior representatividade neste local, Figura 4.10b. Neste ponto, pode-se constatar indícios de deposição de materiais de forma segregada, com características bem definidas quanto ao que se encontrava no local, indicando ser entulhos de uma única obra (Figura 4.10a).

O **Ponto P 05**, este localizado ao lado da lagoa de estabilização da cidade (local de tratamento d'água) é também foco de deposição irregular dos geradores do município em proporções muito elevada (Figura 4.11a). Foi encontrado aproximadamente 100.000 Kg de entulhos provenientes das obras de engenharia no momento da visita. Na composição desses entulhos estava presente 65% de resíduos provenientes de material cerâmicos, seguido de apenas 10,2% de argamassa, Figura 4.11b.

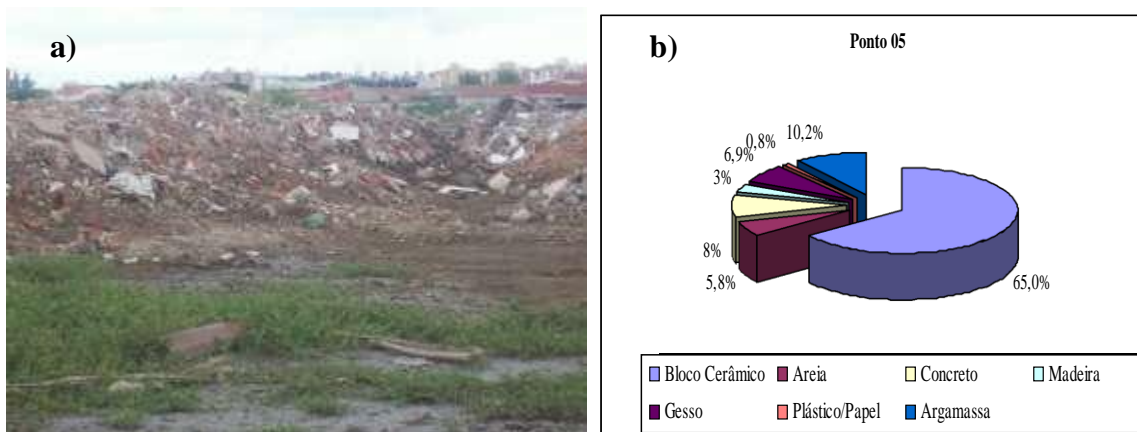


Figura 4.11 - Deposição Irregular-Ponto P 05, a) Localização, b) Composição Gravimétrica

O **Ponto P 06**, também localizado próximo a lagoa de estabilização, no bairro Caminho do Sol, apresentou uma estimativa aproximada de 180.000 Kg de entulhos no dia da visita, Figura 4.12a. Havia no local um volume bastante significativo de RCD, embora a área de deposição esteja situada nas proximidades de prédios comerciais da cidade. Outra particularidade deste ponto era a chegada dos entulhos no terreno e a distribuição imediata do mesmo como aterro no próprio terreno, o que permitiu ao pesquisador a oportunidade de encontrar o terreno completamente aterrado. Na composição desses entulhos foram encontrados 54,2% de materiais cerâmicos, 23,3% de argamassa e 15% de concreto, Figura 4.12b

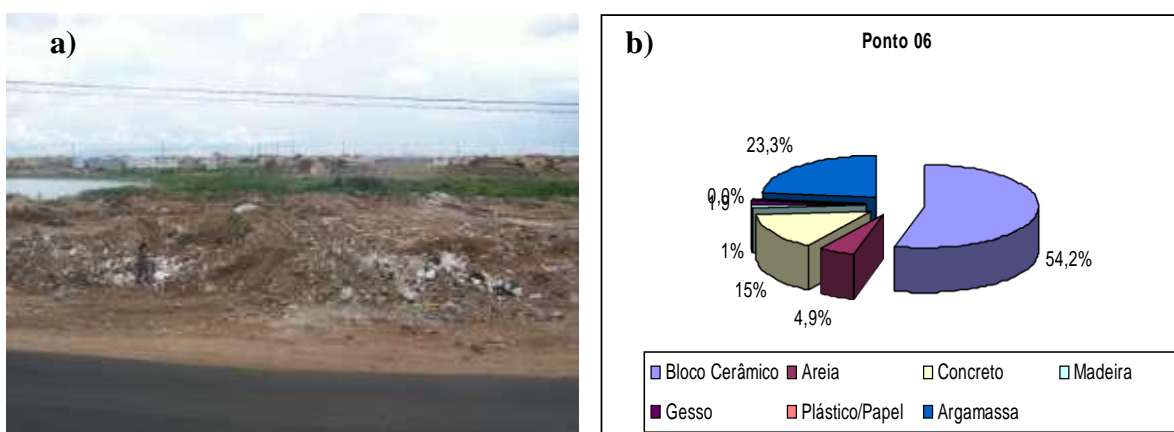


Figura 4.12 - Deposição Irregular-Ponto P 06. a) Localização; b) Composição Gravimétrica.

Visitando o **Ponto P 07**, localizado no bairro Vila Eduardo, foi encontrado no local aproximadamente 16.000 Kg de entulhos depositados de forma aleatória pelos geradores do município, Figura 4.13a. Este ponto chamou a atenção pelo fato da deposição está localizada próximo à oficina do artesão “Mestre Quincas”, um dos pontos turístico da cidade. Entre os componentes de RCD, os materiais cerâmicos apresentam-se em maior percentual (44,4%), seguida da argamassa com (31,9%), Figura 4.13b.

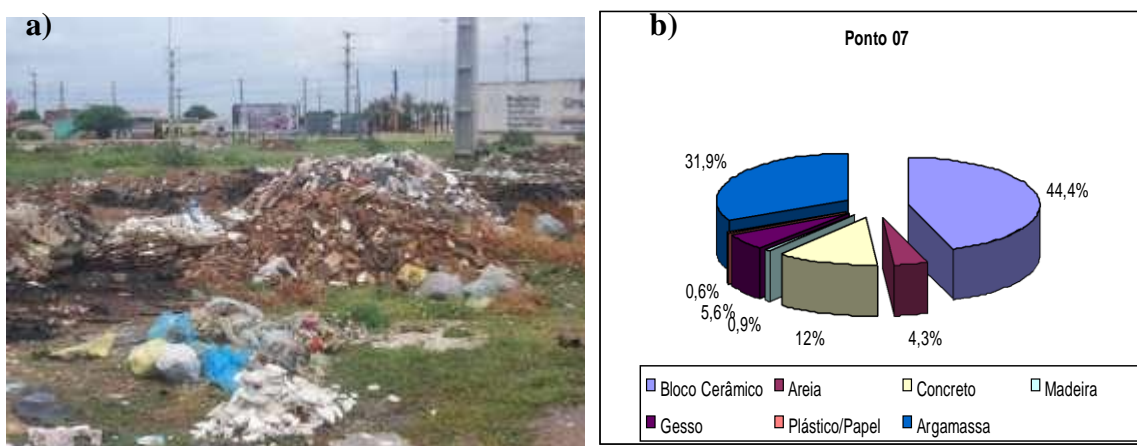


Figura 4.13 - Deposição Irregular-Ponto P 07. a) Localização; b) Composição Gravimétrica.

O **Ponto P 08**, está localizado nas proximidades da lagoa do Jatobá, na avenida do bairro Jatobá, Figura 4.14a. Havia no local aproximadamente 100.000 Kg de resíduos da construção. Pôde-se observar que os entulhos depositados neste local eram utilizados para aterro da referida lagoa ao mesmo tempo em que se fazia a limpeza do terreno. A composição desses materiais está representada na Figura 4.14b, que revelam um percentual de 36,4% de materiais cerâmicos, 21,7% de concreto, seguida de 19,3% de argamassas. Neste ponto o percentual de concreto predominou sobre as argamassas.

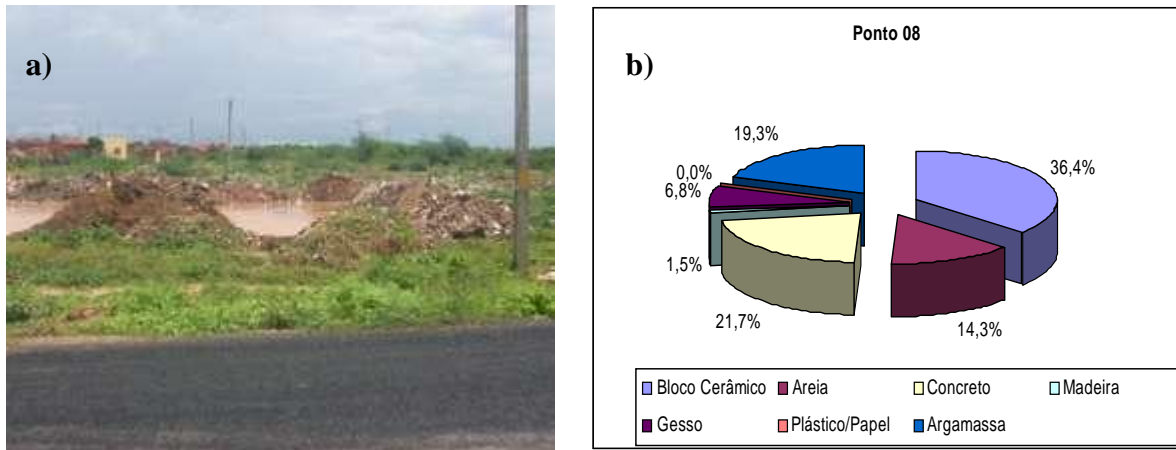


Figura 4.14 - Deposição Irregular-Ponto P 08. a) Localização, b) Composição Gravimétrica.

Ao visitar o **Ponto P 09**, que está localizado na área nobre da cidade, por encontrar-se na orla de Petrolina (as margens do Rio São Francisco), foi encontrado aproximadamente 40.000 Kg de entulhos da construção civil. Nesta área estão presentes obras de múltiplos andares de padrão classe A (Figura 4.15a). Foi observado que, em geral, esses entulhos são depositados no local sob a responsabilidade dos grandes geradores da cidade, em especial, pela existência de execução de novas obras constantemente edificadas na orla da cidade. A partir da Figura 4.15b (composição gravimétrica), verifica-se a incidência de material cerâmico com 38,5%, seguido de argamassa com 27,5%, e neste local, destaque para os resíduos da areia com 15,3% superando, em relação a outras deposições, o concreto que apresentou apenas 11,7%.

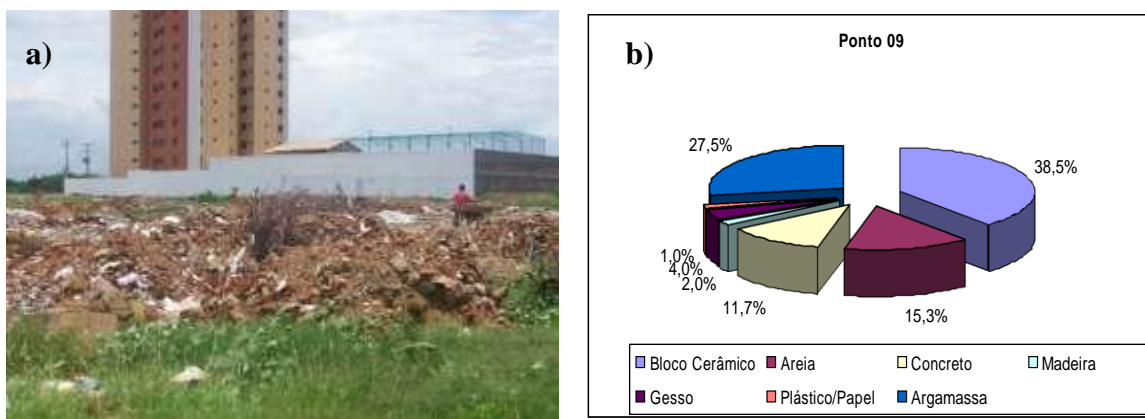


Figura 4.15 - Deposição Irregular-Ponto P 09. a) Localização, b) Composição Gravimétrica.

No **Ponto P10**, foi identificado 80.000 kg de RCD localizado no Distrito Industrial de Petrolina, área que predomina as instalações das Indústrias do Município, Figura 4.16a. Na composição desses materiais, o material cerâmico e a argamassa se destacam em relação aos outros componentes do entulho, correspondem a 41,2% e 31%, respectivamente. Vale salientar, que na época da realização da visita, havia obras vizinhas sendo executadas (Figura 4.16a e b).

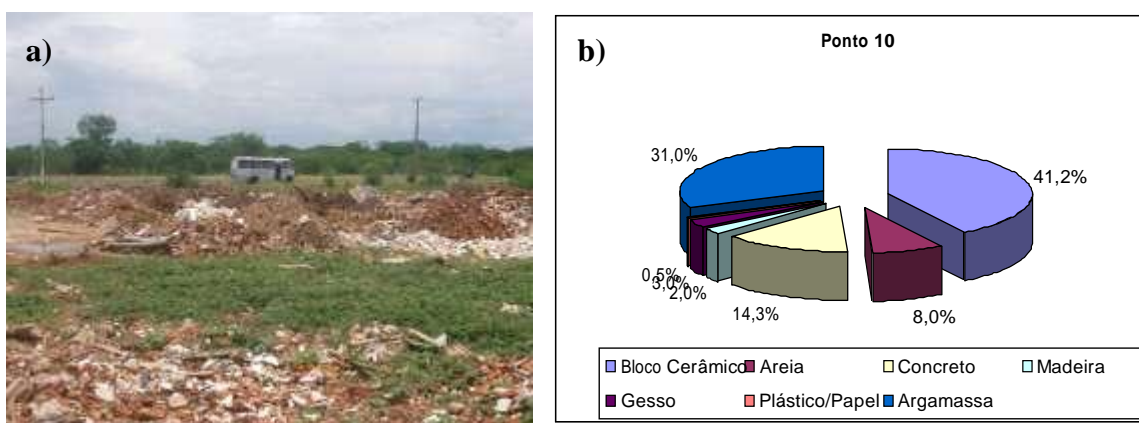


Figura 4.16 - Deposi o Irregular-Ponto P 10. a) Localiza o; b) Composi o Gravimétrica.

Por fim, ao visitar o **Ponto P 11**, encontrou-se depositado aproximadamente 40.000 Kg de entulhos localizado nas proximidades da Avenida Mário Rodrigues Coelho, no bairro da COHAB VI,  rea residencial no subúrbio da cidade (Figura 4.17a). Na composi o dos materiais que estão apresentados na Figura 4.17b, identifica-se que 42,1% dos resíduos são de materiais provenientes de blocos cerâmicos, 25,5% de argamassas e 15,4% de concreto. Havia neste ponto uma quantidade significativa de resíduos de gesso. O que representou 6,5% da quantidade de entulhos lançados naquele local.

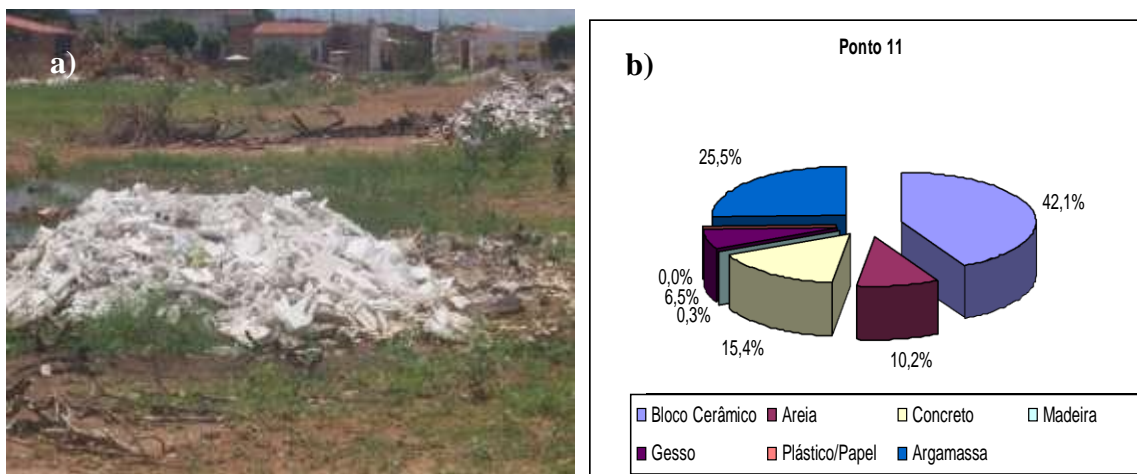


Figura 4.17 - Deposição Irregular-Ponto P 11. a) Localização; b) Composição Gravimétrica.

4.8 - Resumo Geral da Composição de RCD dos Pontos de Deposição Irregular

A composição do RCD dos 11 locais de deposição irregular no município de Petrolina é apresentada na Figura 4.18 e o resultado geral do quantitativo de RCD no Quadro 4.11.

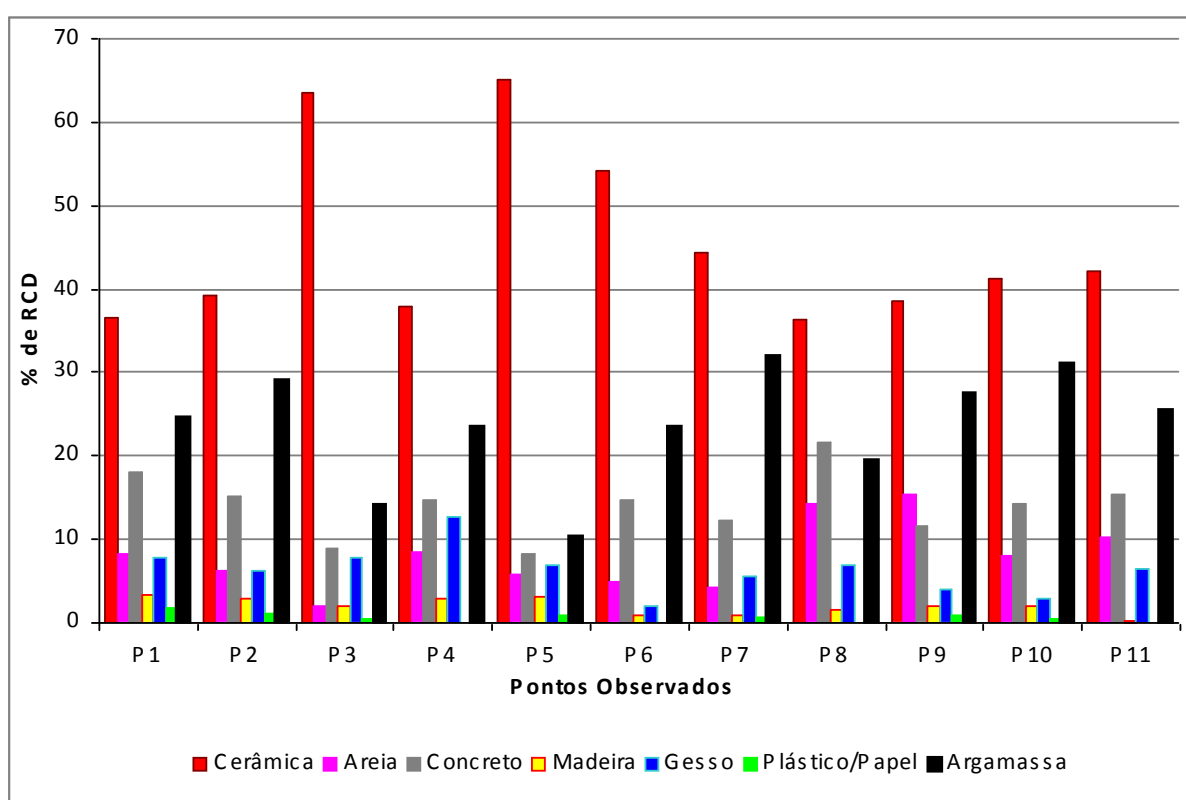


Figura 4.18 – Composição dos RCD nos locais de deposição irregular

O resultado geral do quantitativo de RCD que foi observado nos 11 pontos de deposição irregular do município de Petrolina, (Quadro 4.12), define a quantidade estimada de material em todos os pontos e norteia um panorama geral das deposições irregulares desses resíduos.

Quadro 4.12 – Resumo do Quantitativo de RCD

Material presente observado	Quantidade observada na amostra em kg	Percentual de material por amostra %	Quantidade estimada total de material nos pontos em kg
Bloco cerâmico	1499,2	45,5	324.870
Areia	263,6	8,0	57.120
Concreto	465,1	14,1	100.674
Madeira	66,1	2,0	14.280
Gesso	208,3	6,3	44.982
Plástico	18,3	0,5	3.570
Argamassa	779,4	23,6	168.504
Total	3300,0	100	714.000

Os resíduos provenientes dos materiais cerâmicos têm relevância em relação aos demais materiais, representando no total da amostra 45,5% de todo o material observado, seguido dos descartes de argamassas com 23,6%, do concreto com 14,1% e da areia com 8,0%. Todos os resíduos classe A apresentam-se com potencialidade de reciclagem como agregado para a construção civil, (91,2%), (Quadro 4.13), justificando assim a urgência na instalação da usina de reciclagem no município. Os demais materiais, tais como plástico/papel e madeira, resíduos classe B (2,5%), com potencialidade para reuso em outros fins, e o gesso (6,3%), resíduo classe C, ainda sem normatização para seu reuso.

Quadro 4.13 – Resíduo classe A com potencial de reciclagem para agregado

Material presente observado	Percentual de material por amostra %
Cerâmica	45,5
Argamassa	23,6
Concreto	14,1
Areia	8,0
Potencial de Reciclabilidade	91,2

Todo o material encontrado nos diversos pontos de deposição irregular é proveniente das obras de construção e demolição, gerados pelo setor formal e informal da cidade. Apesar do gesso não ser considerado um material inerte nem possuir potencial de reciclabilidade, observa-se um percentual de 6,3% de todo o resíduo observado.

A composição gravimétrica desses materiais pode ser facilmente visualizada através da Figura 4.19.

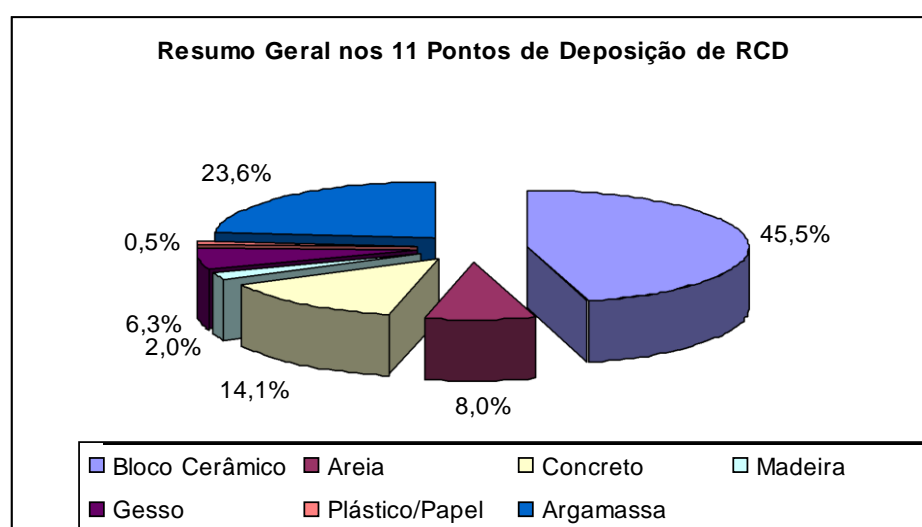


Figura 4.19 – Composição Gravimétrica dos 11 pontos de deposição irregular de RCD

No Quadro 4.14 são apresentados os resultados da composição dos RCD gerados nas cidades de Recife em 2003 e 2005 e Petrolina no ano de 2007, onde observa-se que o percentual que compõe esses resíduos, em ambas as cidades, mantém uma tendência de equiparação percentual, exceto para os resíduos de materiais cerâmicos que apresentou no caso da cidade de Recife em 2005, um percentual de 19%, enquanto que em Petrolina, devido as obras de demolição, esse percentual chega a atingir 45,5% do material observado. Vale salientar que tal aumento percentual entre os resultados que apresentou Recife (2005) e Petrolina (2007), deve-se ao fato dos RCD produzidos em Recife serem de obras novas (obras de construção) enquanto que em Petrolina, esse percentual registrado corresponde a resíduos

de construção e demolição. Uma outra observação está no percentual de resíduos observados por SILVA (2003) onde o percentual desses resíduos provém de obras de construção e demolição assim como as amostras dos resíduos de Petrolina (2007). Observa-se então, a partir dos dados expostos, que esse percentual se manteve bem próximo nos anos de 2003 em Recife e 2007 em Petrolina para os materiais cerâmicos e concretos.

Quadro 4.14 - Composição dos RCD das cidades do Recife/PE e Petrolina/PE

Materiais	Participação dos materiais na composição dos RCD (%)		
	Recife/PE ¹	Recife/PE ²	Petrolina/PE ³
cerâmica	49,0	19,0	45,5
concreto	14,0	14,0	14,1
argamassa	-	24,0	23,6
areia	-	4,0	8,0
madeira	5,0	2,0	2,0
gesso	-	4,0	6,3
outros	32,0	33,0	0,5

Fonte: (1) SILVA (2003) ; (2) CARNEIRO (2005) ;(3) O Autor (2008).

Considerando que o volume diário de resíduos sólidos que chega ao aterro “Raso da Catarina” é da ordem de 150 toneladas/dia e que 10% desses resíduos provêm de RCD, ou seja 15 toneladas/dia, e tendo a usina instalada naquele local com capacidade de processar 20 toneladas/hora, pode-se afirmar que o volume que chega ao aterro é ainda insuficiente para suprir a total capacidade de processamento da usina instalada em Petrolina-PE. Mesmo considerando a deposição irregular que fora observado na presente pesquisa de 714.000 kg (quadro 4.12) em outubro e novembro de 2007, (11,9 toneladas/dia), verifica-se que mesmo assim a usina tem uma capacidade superior ao que é gerado no município de RCD.

4.9 – Detalhamento das Informações dos RCD do Município de Petrolina

Entre 2006 e 2008, a coleta passou a ser reduzida em detrimento das mudanças gerenciais do Poder Público e do processo de remediação por que passa o aterro “Raso da Catarina”, único local autorizado para a deposição de resíduos da região. Os resíduos que

antes da remediação eram de responsabilidade das empresas coletoras do Município, passa a ser preocupação não só do poder público em apresentar uma destinação adequada ao material, como das empresas geradoras de resíduos.

Por estar o Município tentando ainda se adequar à Resolução 307 do CONAMA, não existe parâmetros legais para a destinação correta dos RCD. Assim, no levantamento táctil e visual dos resíduos descartados nos 11 pontos de deposição da área urbana da cidade, pôde-se constatar que os RCD lançados de forma irregular nas áreas do município são de obras de edificações definida pela especificidade das empresas locais; que os RCD em sua totalidade são utilizados como aterro aos terrenos baldios da cidade; que o aterro “Raso da Catarina” não dispõe de local reservado para o recebimento desses entulhos, o que facilita a tomada de decisão por parte dos geradores de RCD em descartá-los de forma aleatória. Verifica-se ainda que, apesar de já existir uma usina de reciclagem implantada no aterro, o Poder Público ainda não determinou ações de recebimento desses materiais.

Portanto, apesar da participação de empresas coletoras formais e informais de coleta de resíduos da construção, o volume total estimado de entulhos encontrados durante a realização da pesquisa, nos meses de outubro e novembro de 2007, (aproximadamente 714 toneladas), se comparada ao que efetivamente chega à área de deposição licenciada, confirma a necessidade de uma política emergencial e normativa para a identificação de áreas destinadas à deposição de RCD, evitando-se assim, que os proprietários de terrenos da região se utilizem deposições irregulares colaborando com a degradação visual e ambiental que hoje se instalou no Município.

4.10 - Potencialidades de Reaproveitamento dos RCD em Petrolina

Observando os entulhos depositados nas áreas urbanas da cidade, verifica-se que o município de Petrolina possui 91,2% de potencial de resíduos oriundos da Construção Civil,

tipo classe A, que poderão ser utilizados no beneficiamento dos materiais reciclados na usina de reciclagem do município.

Os resíduos dos materiais cerâmicos representam quase que 50% dos entulhos descartados em vários pontos da cidade. As argamassas e o concreto somados em 37,7%, também apresentam valor significativo, o que caracteriza a possível utilização desses materiais na produção de agregados para pavimentação, confecção de blocos sem função estrutural e peça para meio fio.

Este fato justifica a necessidade emergencial do funcionamento da usina de reciclagem de Petrolina para o processo de beneficiamento desses materiais, tendo em vista que esses entulhos podem ser beneficiados produzindo matéria prima, oferecendo emprego e renda para a população carente da região.

A identificação de reaproveitamento desses materiais acontecerá através de estudos já desenvolvidos por outros pesquisadores, de ensaios de laboratórios e de instrumento específicos e de precisão.

CAPÍTULO V – CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 - Conclusão

O Poder Público do Município bem como 80% das empresas da Construção Civil local vem buscando adequar-se a legislação da Resolução 307 do CONAMA no que se refere à destinação final dos RCD do Município, muito embora, continuem repassando a responsabilidade para as empresas terceirizadas sem se preocupar com a destinação que estes resíduos possam vir a ter.

80% das empresas locais adotam o sistema obra limpa através de treinamento, capacitação de pessoal e seleção dos entulhos utilizando dispositivos de segregação. As demais, 20%, optam por caçambas estacionárias para deposição dos RCD sem se preocupar com a segregação.

Quanto à destinação dos RCD pelas empresas geradoras, constatou-se que 70% delas contratam empresas terceirizadas para coleta de resíduos e se “isentam” da responsabilidade das deposições. As demais (30%) depositam seus resíduos em terrenos clandestinos, passando a responsabilidade da coleta ao serviço de Limpeza Urbana da cidade.

Verificou-se ainda que, mesmo com o início da remediação do aterro “Raso da Catarina”, o município de Petrolina não dispõe de local apropriado para deposição dos RCD da cidade, sendo os mesmos lançados de forma indiscriminada sem a devida fiscalização. Por sua vez, foi observado que esses RCD são utilizados para nivelar e aterrar os terrenos da cidade. Portanto, são depositados em geral com o conhecimento do proprietário. Há um elevado uso deste material no município de maneira incorreta pelos seus geradores.

A escolha dos 11 pontos de deposição irregular de RCD possibilitou a quantificação estimada total de 714 000 Kg de entulhos durante dois meses, provenientes da Construção Civil. Desses materiais, 45,5% são de blocos cerâmicos; 23,6% de argamassa; 14,1% de concreto e 8,0% de areia. Todos resíduos classe A com potencial de reciclagem. Os restantes 8,8% são resíduos de gesso, madeira e plástico/papel.

Os resultados do estudo da classificação pedológica dos pontos de destinação irregular de RCD demonstraram que, em aproximadamente 64% destes, são encontrados sob os resíduos, material de composição em sua totalidade, formado por solos arenosos, caracterizando estes locais como passíveis de fácil contaminação do subsolo pela alta condutividade hidráulica.

Diante do que foi exposto na presente dissertação e levando-se em consideração que na sua totalidade os 91,2% dos RCD encontrados em pontos distintos da cidade podem ser beneficiados gerando emprego e renda à população, faz-se necessário a urgência no funcionamento da usina de reciclagem e da elaboração de um plano emergencial por parte do Poder Público no que diz respeito à destinação adequada dos resíduos do município.

5.2 - Sugestões para Trabalhos Futuros

Tendo em vista a instalação da primeira usina de reciclagem de Pernambuco encontrar-se instalada e pronta para funcionamento no município de Petrolina-PE, este trabalho de pesquisa sugere aos futuros pesquisadores a realização de estudos de viabilidade técnica utilizando-se agregados de RCD para a fabricação de agregados para concreto, uso em leitos e subleitos na pavimentação de estradas, fabricação de artefatos de concreto com e sem função estrutural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGULO, Sérgio Cirelli. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 2000. 155f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PCC), São Paulo, 2000.

ANGULO, S. C. et al. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados separados por líquidos densos**. In: I CONFERÊNCIA LATINO AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Anais...** São Paulo, 2004, 13 p

ÂNGULO, Sérgio Cirelli. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento mecânico de concretos** – São Paulo, 2005. 167 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos Sólidos: Classificação, Norma Brasileira nº. 10.004**. Rio de Janeiro, 1987.p..

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Lixiviação dos Resíduos: Procedimentos, Norma Brasileira nº. 10.005**. Rio de Janeiro, 1987.10.p.

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solubilização dos Resíduos: Procedimentos, Norma Brasileira nº. 10.006**. Rio de Janeiro, 1987.2.p.

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Amostragem dos Resíduos: Procedimentos, Norma Brasileira nº. 10.007**. Rio de Janeiro, 1987.25.p.

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR. 15 112. **Resíduos da construção civil e resíduos volumosos. Áreas de transbordo e triagem**. ABNT. Rio de Janeiro/RJ. 2004.

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR. 15 113. **Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes. Aterro**. ABNT. Rio de Janeiro/RJ. 2004.

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR. 15 114. **Resíduos sólidos da construção civil. Áreas de reciclagem**. ABNT. Rio de Janeiro/RJ. 2004.

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR. 15 115. **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Execução de camadas de pavimentação** ABNT. Rio de Janeiro/RJ. 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.** ABNT. Rio de Janeiro/RJ. 2004.

BARCOKÉBAS Jr, BÉDA, CARNEIRO, F. P., 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: E dupe, 2002. 15p.

BLUMENSCHNEIN, R; SPOSTO, R. M. **Projeto de gerenciamento de resíduos sólidos: Programa de gestão de materiais.** Cartilha, publicação UnB, CBIC, Sinduscon-DF, Sinduscon-GO e Prefeitura de Goiânia. Brasília, 2003. snp.

BRASIL, Leis. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. RESOLUÇÃO nº. 307, de julho de 2002.

BRUM et al. Diagnóstico dos setores produtores de resíduos da região metropolitana de Salvador. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUIDO, VIII, Salvador, 2000. **Anais...** Salvador: ANTAC, 8p, CD-ROM.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo.** Ed. Humanitas FFLCH/USP, 4^a ed., São Paulo, 2003, 346 p.

CARNEIRO, F. P. et al.. **Resíduos de construção e demolição na Região Metropolitana do Recife – RMR:** Um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUIDO – ENTAC 2004 – Construção Sustentável, 10, **Anais...** São Paulo, 2004. CD-ROM

CARNEIRO, Fabiana Padilha: **Diagnóstico e ações da atual situação dos Resíduos de construção e demolição na cidade do Recife:** 2005. 124f Dissertação (Mestrado) Universidade Federal da Paraíba; João Pessoa – PB, 2005.

CAVALCANTI, D. K. C. **Políticas para reciclagem de resíduos da construção civil.** Disponível em:

<http://www.geocities/politicasp/parareciclagemderesiduosdaconstruocivil.htm>. Acesso em: 29/12/2003.

CEF (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL). **Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Volume 1 – Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios.** Brasília, 2005.

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

CONSELHO Nacional do MEIO AMBIENTE (CONAMA); Ministério do Meio Ambiente – **Resolução nº. 307 05 de Julho de 2002** – Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da República do Brasil.**

COSTA, N. A. A. da. **A reciclagem do resíduo de construção e demolição:** uma aplicação da análise multivariada. Florianópolis, 2003. Dissertação de Mestrado – UFSC.

D’Almeida, M. L. O. et al, **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado.** 2 ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000, 369p.

EDUFBA (2001). **Reciclagem de Entulho para a Produção de Materiais de Construção.** PROJETO ENTULHO BOM. EDUFBA, Salvador, 312p.

EMBRAPA 2000 - **Geomorfologia da cidade de Petrolina - PE**
www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/mapa_acesso em 08/08/2008

EMBRAPA- SEMI-ÁRIDO **Mapa Político do Estado de Pernambuco Brasil**
www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/mapa_acesso em 08/08/2008

EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY). **Characterization of building-related construction and demolition debris in the United States.** Office of Solid Waste. Junho, 1998. FATTA

FERREIRA, S R. de M.; OLIVEIRA, J. T. R. de;. OLIVEIRA, P. E. S.de **Interação solo-concreto convencional e com agregado reciclado em obras de contenção;** Publicação de Resumo nos anais do 480º Congresso Brasileiro do Concreto- IBRACON – CBC 2006; Rio de Janeiro - RJ.

GÜNTER, W.M. R. **Minimização de resíduos e educação ambiental.**
In: VII Seminário Nacional de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública.
03 à 07 de abril de 2000, Parque Barigüi.

HENDRICKS; C.F. **The building cycle.** Holanda: Aeneas; 2000, 231p.

IBGE - Características **Fisiográficas do Município de Petrolina-PE**- 2007

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo, 2000, 102 p. Tese (Livre docência). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

JOHN, V. M. Aproveitamento de Resíduos Sólidos como Materiais de Construção. In: **Reciclagem de Entulho para Produção de Materiais de Construção**: Projeto Entulho Bom. Salvador: EDUFBA (Editora da Universidade Federal da Bahia), 2001. p. 26-45.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção**. In: SEMINÁRIO RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS, 2000, São Paulo. Disponível em <<http://www.recycle.pcc.usp.br/artigos1.htm>>. Acesso em 27 jan. 2005.

LIMA, José Antônio Ribeiro de. **Proposição para diretrizes para produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concreto**. 1999. Dissertação de Mestrado, UFSCAR, São Carlos.

LIMA, José Antônio Ribeiro de. **Metodologia de caracterização de resíduos de construção e demolição**. In: VI SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2003, São Paulo. **Anais... IBRACON CT-206/IPEN**. 1 CD-Rom.

MARQUES NETO, J. da C. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Brasil**. São Carlos: Rima 2005, p. 162.

MORAIS, Greiceana Marques Dias. **Diagnóstico da deposição clandestina de resíduos da construção e demolição em bairros periféricos de Uberlândia: Subsídio para uma gestão sustentável**. 2006. 201f; il Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia; 2006.

MOTTA, Eduarda de Queiroz. **Solos do Município de Petrolina; Cartas de Sustentabilidade de Expansão e Colapso; Cartas de Prováveis Jazidas para Barragens e Estradas**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco; 2004.

MURAKAMI, S.; IZUMI, H.; YASHIRO, T.; SHOICHI, A.; HASEAGAWA, T. **Sustainable Building and Policy Design**. Tokio: Institute or International Harmonization for Building and Housing; 2002.

OLIVEIRA, P. E. S.de; OLIVEIRA, J. T. R. de; FERREIRA, S R. de M. **Avaliação da Resistência à Compressão do Concreto com uso de Agregado de Resíduos de Construção e Demolição – RCD**: Publicação de Resumo nos anais do 49º Congresso Brasileiro do Concreto- IBRACON – CBC 2007; Bento Gonçalves – RS.

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.

PETROLINA, PREFEITURA MUNICIPAL. **Plano de Trabalho Reciclagem de Resíduos Sólido da Construção Civil**. Secretaria de Serviços Públicos, Outubro de 2005.

PINHEIRO, A.V.B.S., **Análise da Adesão da População para Implantação da Pré-coleta nos Sistemas de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Domiciliares da Cidade de João Pessoa/PB**:2005.118 fl.il. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana). PPGEU/Centro de Tecnologia/Campus I/ UFPB.

PINHEIRO, S. M. M. **Resíduos Sólidos na Construção Civil**: Palestra proferida na ASSEA – Associação dos Engenheiros, Arquitetos e Agrônomos do Vale do São Francisco em 14/02/2006.

PEREIRA JÚNIOR, M.S.; PINHEIRO, S. M. M.; SOUSA J. G. G.; PEREIRA, P. J.; SANTIAGO, A M S. **Resíduos Sólidos da Construção Civil: Um Diagnóstico da Região de Petrolina-PE e Juazeiro - BA**: Publicação de resumo expandido nos Anais do II Simpósio de Engenharia de Produção do Vale do São Francisco em 08/Junho/2006.

PINTO, T. P. **Reaproveitamento de resíduos da construção**. Revista Projeto, nº 98, p. 137-138. São Paulo, 1987.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo, 1999, 190 p. Tese (Doutorado). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

PINTO, Juan Luiz Rodrigo Gonzáles/ Tarcisio de Paula Pinto, coordenador. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília; CAIXA 2005: 196p; Vol. 1r.

PONTES, Genilson Correia: **Avaliação do Gerenciamento de Resíduos da construção e demolição em empresas construtoras do Recife e sua conformidade com a Resolução 307/CONAMA: Estudo de Casos**. Recife; PE: 2007.78p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco.

Resíduos Sólidos: **Gerenciamento e Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição RCD**; guia do profissional em treinamento; níveis 1 e 2 / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org).- Salvador: ReCESA; 2008.76P.

RECIFE, Lei nº 17.072, de 04/01/2005. **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: 15 jan. 2005.

ROCHA, E. G. de A.; SPOSTO, R. M. **Quantificação e caracterização dos resíduos da construção civil da cidade de Brasília:** In: IV SIBRAGEQ – I ELAGEC - Anais... Porto Alegre, 2005. 10 p.

SANTOS, Eder Carlos Guedes dos. **S237a Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado.** São Carlos, SP, 2007.

SILVA, D. J. O. **Valorização e eliminação de resíduos da construção civil na região metropolitana do Recife** – Monografia apresentada no curso de especialização em gestão e controle ambiental. UPE; 2003.

SILVA, E. N.; FUCALE, S.P.; DUARTE, A.G. SOUZA; P. C. M. **Análise da Geração de Resíduos na Aplicação de Cerâmicas em Obras de Construção de Edifícios na Cidade do Recife-PE.** In: XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte, MG, 2007.

SILVA, T. C. R.; FUCALE, S.P.; DUARTE, A.G.; FERREIRA, S. R. M. **Ensaio de Caracterização e Resistência em Resíduos da Construção Civil.** Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e de Engenharia Geotécnica, Búzios- Rio de Janeiro – RJ; 2008; pág. 1147 – 1154.

SIQUEIRA, M. S. de.; DUARTE, A. G.; SOUZA, P. C. M.; CARNEIRO, F. P.; SILVA, E. N. **Análise de Desperdício de Tijolos Cerâmicos durante Assentamento de Alvenarias em Obras de Construção de Edifícios na RMR Recife.** In: XIII Silubesa (Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental), Belém, PA, 2008.

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

SOUZA, U. E. L. **Como reduzir perdas nos canteiros: Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil.** Ed. Pini, São Paulo, 2005. 128 p.

SPOSTO, R. M. **Os resíduos da construção: problema ou solução?** Revista Espaço Acadêmico, n. 61, 2006. Disponível em: <http://www.espacoacademico.com.br/061/61sposto> acesso em: 07/12/2007.

WAKIM, L. R. J.

<http://www.mp.sp.gov.br/pls/portal/url/ITEM/21AC79B65A17E701E040A8C02C014D86> acesso em: 4/10/2007

Zoneamento Agroecológico de Pernambuco – ZAPE- www.embrapa.com.br.2001

ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto;** Campinas 1997. 140p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Engenharia Civil; UNICAMP.

**DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) NO MUNICÍPIO DE
PETROLINA (PE)**

APÊNDICES

APÊNDICE I

Modelo do questionário aplicado às empresas construtoras

I - IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

Razão Social/Empresa:	
Contato/Entrevistado/Formação:	
Município:	Estado:
Telefone:	

II – CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

1 - Área de Atuação da Empresa:	
<input type="checkbox"/> Edificações ____%	<input type="checkbox"/> Obras de Arte ____%
<input type="checkbox"/> Pavimentação e Estradas ____%	<input type="checkbox"/> Barragens ____%
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
2 – Com relação ao porte da empresa ela se enquadra em:	
<input type="checkbox"/> micro (R\$ _____)*	<input type="checkbox"/> pequeno porte
<input type="checkbox"/> grande porte	<input type="checkbox"/> médio porte
*referência SEBRAE	
3 - Números de Funcionários na Empresa:	

4 - Vínculo Empregatício dos Funcionários da Empresa:	
<input type="checkbox"/> Funcionários Fixos ____%	
<input type="checkbox"/> Funcionários Temporários ____%	
<input type="checkbox"/> Funcionários Terceirizados ____%	
<input type="checkbox"/> Outros: _____	
5 – Qual o volume de obras executadas no último ano?	
<input type="checkbox"/> Edificações ____m ²	<input type="checkbox"/> Obras de Arte ____m ³
<input type="checkbox"/> Pavimentação e Estradas ____km	<input type="checkbox"/> Barragens ____m ³
<input type="checkbox"/> Outros: _____	

Comentários: _____ _____
13 - Existe um processo seletivo de segregação do entulho na obra? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <i>Se "Sim", quais os materiais que são segregados?</i> <input type="checkbox"/> Metais <input type="checkbox"/> Plástico <input type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Alvenaria <input type="checkbox"/> Concreto Outros: _____
14 - Existe algum treinamento de funcionários visando minimização de perdas nos processos construtivos? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <i>Com que frequência?</i> _____
15 - A empresa tem conhecimento da Resolução 307 do CONAMA que estabelece as diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos Resíduos da construção civil? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <i>Se, "Sim", que tipo iniciativa esta sendo adotada?</i> _____
16 - Em relação ao meio ambiente, qual o nível de preocupação da empresa com a deposição de entulho em áreas irregulares? _____ _____ _____

que faz parte do Plano Integrado estabelecido pela Resolução 307 do CONAMA?

1- Sim

2- Não

10- Em que fase se encontra o programa?

Implantado desde _____, _____, _____

A ser implantado em _____, _____, _____

Sem previsão

**DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DOS RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) NO MUNICÍPIO DE
PETROLINA (PE)**

ANEXOS

RESOLUÇÃO Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002

Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe foram conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de julho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, Anexo à Portaria nº 326, de 15 de dezembro de 1994, e

Considerando a política urbana de pleno desenvolvimento da função social da cidade e da propriedade urbana, conforme disposto na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001;

Considerando a necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil;

Considerando que a disposição de resíduos da construção civil em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental;

Considerando que os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas;

Considerando que os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos;

Considerando a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos da construção civil; e

Considerando que a gestão integrada de resíduos da construção civil deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental, resolve:

Art. 1º Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

Art. 2º Para efeito desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha;

II - Geradores: são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos nesta Resolução;

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

IV - Agregado reciclado: é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infra-estrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;

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

VI - Reutilização: é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo;

VII - Reciclagem: é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido

submetido à transformação;

VIII - Beneficiamento: é o ato de submeter um resíduo às operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto;

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

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

Art. 3º Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma:

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

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

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

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

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

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

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

Art. 4º Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

§ 1º Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei, obedecidos os prazos definidos no art. 13 desta Resolução.

§ 2º Os resíduos deverão ser destinados de acordo com o disposto no art. 10 desta Resolução.

Art. 5º É instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, o qual deverá incorporar:

I - Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil; e

II - Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

Art 6º Deverão constar do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil:

I - as diretrizes técnicas e procedimentos para o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e para os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores.

II - o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;

III - o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;

IV - a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;

V - o incentivo à re inserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;

VI - a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;

VII - as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;

VIII - as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

Art 7º O Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil será elaborado, implementado e coordenado pelos municípios e pelo Distrito Federal, e deverá estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local.

Art. 8º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil serão elaborados e implementados pelos geradores não enquadrados no artigo anterior e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.

§ 1º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, de empreendimentos e atividades não enquadrados na legislação como objeto de licenciamento ambiental, deverá ser apresentado juntamente com o projeto do empreendimento para análise pelo órgão competente do poder público municipal, em conformidade com o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

§ 2º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, deverá ser analisado dentro do processo de licenciamento, junto ao órgão ambiental competente.

Art. 9º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas:

I - caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos; II - triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º desta Resolução;

III - acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;

IV - transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;

V - destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

Art. 10. Os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas:

I - Classe A: 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;

II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Art. 11. Fica estabelecido o prazo máximo de doze meses para que os municípios e o Distrito Federal elaborem seus Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos de

Construção Civil, contemplando os Programas Municipais de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil oriundos de geradores de pequenos volumes, e o prazo máximo de dezoito meses para sua implementação.

Art. 12. Fica estabelecido o prazo máximo de vinte e quatro meses para que os geradores, não enquadrados no art. 7º, incluam os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil nos projetos de obras a serem submetidos à aprovação ou ao licenciamento dos órgãos competentes, conforme §§ 1º e 2º do art. 8º.

Art. 13. No prazo máximo de dezoito meses os Municípios e o Distrito Federal deverão cessar a disposição de resíduos de construção civil em aterros de resíduos domiciliares e em áreas de "bota fora".

Art. 14. Esta Resolução entra em vigor em 2 de janeiro de 2003.

JOSÉ CARLOS CARVALHO

Presidente do Conselho

Publicada DOU 17/07/2002

GLOSSÁRIO

Aglomerado Urbano: é o território contíguo habitado com densidade residencial desconsiderando-se os limites administrativos.

Agregado reciclado: material granular proveniente de beneficiamento de resíduos da construção civil que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação e infra-estrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia.

Áreas de Destinação de Resíduos: áreas destinadas à recepção, beneficiamento ou à disposição final de resíduos (por exemplo, áreas de transbordo e triagem e aterro de resíduos da construção civil e inerte).

Áreas de Transbordo e Triagem: áreas para a recepção RCD, triagem, eventual reciclagem e posterior remoção para destinação adequada.

Aterro de Resíduos da Construção Civil e Inerte (área): área destinada ao confinamento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos em menor volume possível para reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área.

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

Beneficiamento: é o ato de submeter um resíduo a operações e/ou processos que tenham por objetivo dota-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto.

Bota-fora: área onde ocorre deposição indiscriminada de resíduos sólidos diversos.

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

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

Pontos Críticos de Limpeza: áreas públicas onde ocorre deposição irregular sistemática de RCD, submetidas à constante limpeza pública.

Reciclagem: é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação.

Resíduos da construção civil - RCD: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha; **Resíduos Volumosos:** resíduos constituídos por material volumoso como móveis e equipamentos domésticos inutilizados, grandes embalagens e peças de madeira, resíduos vegetais e outros.

Reutilização: é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo.

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