



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL**

TAFNYS RODRIGUES ARAÚJO

**ASPECTOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DOS RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE**

Campina Grande/PB

2011

TAFNYS RODRIGUES ARAÚJO

**ASPECTOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DOS RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências necessárias para obtenção do título de **Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.**

Orientador: Prof. Dr. Valderi Duarte Leite

Campina Grande/PB
2011

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL-UEPB

A663a Araújo, Tafnys Rodrigues.
Aspectos qualitativos e quantitativos dos resíduos de construção e demolição (RCD) na cidade de Campina Grande [manuscrito] / Tafnys Rodrigues Araújo. – 2011.
83 f. : il. color.

Digitado

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental), Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba, 2011.

“Orientação: Prof. Dr. Valderi Duarte Leite, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental”.

1. Resíduos Sólidos. 2. Construção Civil. 3.RCD. I. Título.

21. ed. CDD 692.5

TAFNYS RODRIGUES ARAÚJO

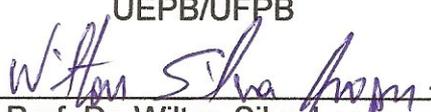
**ASPECTOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DOS RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE**

Apresentada ao programa de
Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia da Universidade
Estadual da Paraíba, em 28 de
Janeiro de 2011.

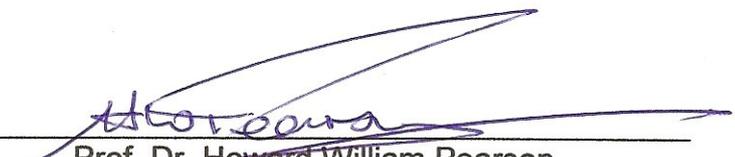
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Valderi Duarte Leite
Orientador
UEPB/UEPB



Prof. Dr. Wilton Silva Lopes
Examinador Interno



Prof. Dr. Howard William Pearson
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde, coragem e força de vontade.

Aos meus pais Everaldo e Bernadete, a minha Irmã Táfate Araújo e minha sobrinha Kathlin, ao meu marido Walkênio Araújo e toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

A Universidade Estadual da Paraíba, pela oportunidade de realização deste mestrado.

Ao Orientador Dr. Valderi Duarte Leite pela paciência na orientação, incentivo e amadurecimento dos meus conhecimentos e conceitos que me levaram a execução e conclusão desta dissertação e deste mestrado.

A todos os professores que ao longo desta jornada me deram conselhos valiosos, que me ajudaram até o fim, em especial Professora Beatriz Susana Ovruski de Ceballos, Professor Wilton S. Lopes, ao Dr. Howard William Pearson e ao Professor José Tavares de Sousa.

Aos amigos e colegas, e tantos outros pelo incentivo e pelo apoio constantes.

E um agradecimento especial a Diego Lima, que ao longo deste caminho percorrido tornou-se um amigo que eu pude contar em todos os momentos, principalmente os mais estressantes. Sem dúvidas Diego é a pessoa mais altruísta que conheci.

Se alguém foi esquecido e ajudou-me sem que eu soubesse, muito obrigada!

ASPECTOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE

Tafnys Rodrigues Araújo

Resumo

Este trabalho objetiva realizar a qualificação e a quantificação dos resíduos de construção e demolição produzidos na cidade de Campina Grande/PB. A coleta de dados foi realizada em duas etapas, uma para caracterização qualitativa e outra para caracterização quantitativa. A caracterização qualitativa dos RCD teve o desígnio de definir quais materiais mais comumente são utilizados no processo de construção. A caracterização quantitativa dos resíduos, teve por finalidade definir quanto de material é normalmente desperdiçado por metro quadrado em cada obra. Os materiais mais facilmente encontrados foram: areia, tijolos, material cerâmico, gesso, madeira, ferro, restos de concreto e restos de pedras. Constatou-se que na cidade de Campina Grande (PB) são desperdiçados aproximadamente 26,5 kg de RCD por cada metro quadrado de obra construída.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos; Construção Civil; RCD.

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ASPECTS OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE (C&D Waste) IN THE CITY OF CAMPINA GRANDE

Tafnys Rodrigues Araújo

Abstract

This work aims to achieve the qualification and quantification of construction and demolition waste produced in the city of Campina Grande, PB. Data collection was performed in two stages, one for the qualitative and quantitative characterization to another. The qualitative characterization of the C&D waste was the plan to determine which materials are most commonly used in the construction process. The quantitative characterization of waste, aimed to define how much material is normally wasted per square meter in each work. The materials were found more easily as sand, bricks, ceramics, plaster, wood, iron, concrete debris and remains of stone. It was found that the city of Campina Grande (PB) are wasted approximately 26.5 kg of C&D waste per square meter of built work.

Keywords: Solid Waste; Construction; C&DW.

Lista de Figuras

	PG.
Figura 1: Estrutura de gestão dos resíduos, conforme a Resolução CONAMA N° 307.....	29
Figura 2: Percentual de RCD coletados por bairro pela Empresa Coletora D.....	39
Figura 3: Situação dos Municípios quanto a presença de diagnóstico dos Resíduos Sólidos no Estado da Paraíba.....	40
Figura 4: Municípios com Potencial de Geração de Resíduos de Construção e Demolição – RCD.....	41
Figura 5: Fluxograma do planejamento das atividades da pesquisa.....	45
Figura 6: Mapa da Paraíba, em detalhe a cidade de Campina Grande.....	46
Figura 7: Localização das construções visitadas nos bairros da Cidade de Campina Grande.....	49
Figura 8: Esquema detalhado de separação das pilhas de RCD.....	53
Figura 9: Separação manual dos entulhos.....	54
Figura 10: Vista dos entulhos acomodados em recipientes.....	55
Figura 11: Número de prédios construídos em 2009 na cidade de Campina Grande, em diferentes bairros.....	56
Figura 12: Número de casas construídas em 2009 na cidade de Campina Grande, em diferentes bairros.....	57
Figura 13: Número de prédios construídos em 2010 na cidade de Campina Grande, em diferentes bairros.....	58
Figura 14: Número de casas construídas em 2010 em diferentes bairros, na cidade de Campina Grande.....	59
Figura 15: Pilhas individuais de RCD, após a separação manual.....	63
Figura 16: Percentagem de Volume de RCD.....	64
Figura 17: Disposição de cerâmica em diferentes tipos de recipientes.....	66
Figura 18: Imagem de uma jericá.....	67
Figura 19: Destino final dos RCD que não são reutilizados em obras de construção.....	70
Figura 20: Percentagem de construtoras que apresentam algum tipo de preocupação em cumprir a Legislação Ambiental.....	72

Figura 21: Percentagem de construtoras que apresentam alguma probabilidade de reciclar RCD.....73

Lista de Quadros

	PG.
Quadro 1. Classificação dos Resíduos sólidos quanto a sua origem.....	17
Quadro 2. Classificação dos resíduos sólidos quanto a sua constituição.....	18
Quadro 3. Classificação dos RCD de acordo com a Resolução nº 307/2002..	20
Quadro 4. Etapas e os materiais que são utilizados em obras de construção.....	44

Lista de Tabelas

	PG.
Tabela 1: Quantidade de entulho Produzido.....	25
Tabela 2: Materiais encontrados nas diferentes obras de construções visitadas.....	61
Tabela 3: Massa obtido da separação individual de RCD.....	63

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo Geral.....	15
2.2. Objetivos Específicos	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1. Resíduos de Construção e Demolição (RCD): Aspectos Gerais e Ambientais.....	16
3.1.1. Conceito, Classificação e Composição do RCD.....	16
3.2. RCD, Aspectos Internacionais	20
3.3. Gestão dos RCD no Brasil	24
3.3.1. Gerenciamento dos RCD na Região Sudeste	31
3.3.2. Gerenciamento dos RCD na Região Nordeste.....	35
3.3.3. Gerenciamento dos RCD no estado da Paraíba.....	38
3.3.4. Gerenciamento dos RCD na cidade de Campina Grande.	41
3.4. Etapas de uma Construção..	43
4. MATERIAL E MÉTODOS	45
4.1. Caracterização do Município de Campina Grande/PB	46
4.2. Universo Amostral	47
4.3. Aplicação do Questionário	48
4.4. Caracterização Qualitativa e Quantitativa dos Resíduos de Construção e Demolição	48
4.4.1. Caracterização das obras pesquisadas	49
4.4.2. Obra 1	49
4.4.3. Obra 2	50
4.4.4. Obra 3	50
4.5. Caracterização Qualitativa dos RCD.....	51
4.6. Caracterização Quantitativa dos RCD	51

4.7. Procedimentos de Análises Estatísticas	55
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
5.1. Resultados da Primeira Etapa	56
5.2. Resultados da Segunda Etapa	60
5.2.1. Resultados Qualitativos	60
5.2.2. Resultados Quantitativos	62
5.3. Resultados da Terceira Etapa.....	68
5.4. Gerenciamento de RCD nas Obras de construção de Campina Grande PB.....	72
6. CONCLUSÕES	74
6.1. Recomendações	76
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
APÊNDICE.....	83

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a busca constante de novas tecnologias induzem cada vez mais a exploração e transformação dos recursos naturais, aumentando a geração de resíduos sólidos, fator este que agrava a questão ambiental e sanitária, haja vista, que além da preocupação com a saúde humana, é fundamental pensar, também, na manutenção das condições de vida em um ambiente sustentável.

Todas as atividades atualmente desenvolvidas pela sociedade, em especial no meio urbano, são potencialmente geradoras de impactos ambientais negativos, que vão desde o consumo descontrolado de recursos naturais até situações alarmantes de poluição, chegando a causar acidentes de proporções catastróficas (CARNEIRO, 2005).

A expansão das cidades, a construção de novas casas, prédios, escolas e empreendimentos comerciais, reformas e demolições, acontecem em ritmo freqüentemente incompatível com a capacidade ideal dos aglomerados urbanos. O meio ambiente é agredido não só por causa do crescimento desordenado, mas também pelos resíduos que essas construções geram. São pedaços de tijolos, cerâmicas, vidros, aço, cimento, embalagens, gesso, resíduos perigosos (tinta, óleos, solventes), materiais que muitas vezes não tem destinação final adequada.

Com o desenvolvimento dos centros urbanos, a demanda por construções localizadas no perímetro urbano contribuiu para o aumento da geração de resíduos de construção e demolição, sendo considerada uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social do país, a Construção Civil também é responsável por diversos impactos ambientais negativos, seja pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos.

Resíduos de construção e demolição muitas vezes são depositados em locais inadequados como: aterros, córregos, bota-foras, terrenos baldios, vias públicas. O que transforma esses locais em ambientes propícios a proliferação

de vetores causadores de doenças, tornando-se uma fonte geradora de problemas de saúde pública e ocasionando sérios prejuízos a municipalidade.

A Cidade de Campina Grande/PB, não apresenta um expressivo volume de construções quando comparada com cidades de mesmo porte, mas os RCD precisam ser gerenciados adequadamente para minimizar o impacto ambiental, diminuir os custos com programas de limpeza pública e de combate a doenças por causa do acúmulo de vetores, tendo em vista que o saneamento ambiental está diretamente associado à saúde da população.

Em julho de 2002, o CONAMA, aprovou a Resolução nº 307, criando responsabilidades para a cadeia: gerador/ transportador/ receptor/ municípios, contribuindo para a redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil; e viabilizando técnicas para produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos da construção civil.

A falta de gestão de resíduos sólidos compromete não só a saúde humana, mas de todos os seres vivos, uma vez que a sujeira acumulada no ambiente aumenta a poluição e piora as condições de saúde das populações em todo o mundo, especialmente nas regiões menos desenvolvidas do planeta. A conscientização da população na importância de uma metodologia diferenciada destes resíduos, como também a definição de políticas públicas nos meios de comunicação, são fatores essenciais para que a sociedade forneça resposta ao sistema.

Tendo em vista a atual situação dos impactos causados pela construção civil ao meio ambiente, este trabalho objetiva realizar a qualificação e a quantificação dos resíduos de construção e demolição produzidos na cidade de Campina Grande/PB, bem como apontar alternativas que possibilite a viabilidade de reutilização dos resíduos de construção e demolição.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

▶ Qualificar e quantificar os resíduos de construção e demolição (RCD) da cidade de Campina Grande.

2.2. Objetivos Específicos

▶ Informar o índice de crescimento da construção civil na cidade de Campina Grande entre 2009 e 2010.

▶ Caracterizar os principais tipos de materiais desperdiçados em obras de construção na cidade de Campina Grande.

▶ Quantificar o desperdício de material de construção por cada m² construído.

▶ Indicar o conhecimento dos construtores da cidade de Campina Grande sobre leis e Normas Ambientais, e sobre RCD.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD): ASPECTOS GERAIS E AMBIENTAIS.

3.1.1. Conceito, Classificação e Composição do RCD.

A NBR 10.004 (ABNT, 2004), define como resíduos sólidos como:

Resíduos sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividade da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, radioativa e outros (perigosos e/ou tóxicos). Ficam incluídos nesta definição de lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o lançamento em rede pública de esgoto ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível.

A Agenda 21 considera que os resíduos sólidos, em geral, constituem um dos principais causadores de degradação ambiental, tanto pelo seu volume gerado como por seu tratamento e sua destinação inadequada. Sua gestão representa um dos principais desafios a serem resolvidos por organismos do governo e prefeituras municipais.

Segundo Brasil/FUNASA (2004), os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com sua origem e grau de biodegradabilidade, conforme discriminação apresentada nos Quadros 1 e 2.

Quadro 1. Classificação dos Resíduos sólidos quanto a sua origem.

Urbana	Domiciliar, comercial, portos; aeroportos, terminais ferroviários e terminais rodoviários, Limpeza urbana: varrição de logradouros, praias, feiras, eventos, capinação, poda, etc.
Industrial	Nessa categoria se inclui o lodo produzido no tratamento de efluentes líquidos industriais, bem como resíduos resultantes dos processos de transformação.
Serviços de Saúde	Resíduos gerados em hospitais, clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, postos de saúde e farmácias.
Radioativa	Resíduos de origem atômica. Esse tipo tem legislação própria e é controlado pelo Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN)
Agrícola	Resíduos da fabricação de defensivos agrícolas e suas embalagens.
Construção Civil	Resíduos da Construção Civil, tais como: vidros, tijolos, pedras, tintas, solventes e outros.

Fonte: FUNASA (2004)

Quadro 2. Classificação dos resíduos sólidos quanto a sua constituição

Substância	Características
Facilmente degradáveis (FD)	Restos de comida, sobras de cozinha, folhas, capim, cascas de frutas, animais mortos e excrementos
Moderadamente degradáveis	Papel, papelão e outros produtos celulósicos
Difícilmente degradáveis	Trapo, couro, pano, madeira, borracha, cabelo, pena de galinha, osso, plástico
Não degradáveis	Metal não ferroso, vidro, pedras, cinzas, terra, areia, cerâmica

Fonte: FUNASA (2004)

De acordo com o IBGE (2008), estima-se que são gerados no Brasil perto de 160 mil toneladas de resíduos sólidos de origem domiciliar e comerciais por dia e, no entanto, 20% da população brasileira ainda não possuem os serviços regulares de coleta. Do total de resíduos que são coletados no Brasil, aproximadamente 50% são destinados em aterros sanitários. O restante vai para aterros controlados e lixões.

A preocupação com os resíduos sólidos urbanos no Brasil começou a ser percebida somente nas últimas décadas, quando os problemas provocados pelo mau gerenciamento dos resíduos passaram a influenciar negativamente na qualidade de vida da população.

Os RCD são parte integrante dos resíduos sólidos urbanos e são gerados em elevadas porcentagens, interferindo na qualidade de vida da população e imputam prejuízos de diversas ordens à administração pública e ao meio ambiente (TAVARES, 2007).

De acordo com a Resolução 307 (CONAMA, 2002), defini-se como resíduos de construção de demolição:

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. Comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

A Etimologia da palavra entulho significa aquilo que resta de uma ruína ou um desmoronamento, detritos, pedregulhos, caliça, tudo o que contribui para atravancar, o que serve para tapar um fosso (FORTINHA, 1990). Ou ainda, na língua portuguesa, entulho é entendido como, pedregulhos, areia,

terra, tudo que sirva para entupir, aterrar, nivelar a depressão de um terreno, escavação, fossa ou vala (FERREIRA, 2005).

Para o caso dos entulhos, os significados dados por FORTINHA (1990) e FERREIRA (2005), não mencionam outros materiais como madeiras, vidros, concretos, argamassas, gessos, tintas e vernizes, solventes, papéis, plásticos, metais, materiais metálicos, fibras, cerâmicas, amianto e materiais betuminosos, que fazem parte do rejeito de construções e reagem com outros materiais.

Os resíduos da construção são constituídos de restos e fragmentos de materiais, enquanto que o de demolição é constituído apenas por fragmentos, tendo assim maior potencial qualitativo, quando comparado ao resíduo de construção (CARNEIRO, 2005).

Para FILHO et al. (2007), considera-se como RCD todo e qualquer resíduo oriundo das atividades de construção, seja ele de novas construções, reformas demolições, dos mais diversos tipos de obra. Incluem-se também sob essa terminologia capas de vegetação, pois essa contaminação é inerente à limpeza do terreno em obras preliminares.

De acordo com a Resolução 307/2002 do CONAMA, os RCD podem ser classificados quanto ao seu potencial de reciclagem conforme especificações apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3. Classificação dos RCD de acordo com a Resolução nº 307/2002.

Classe	Origem	Tipo de Resíduo
Classe A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis com agregados	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 e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios) produzidas nos canteiros de obras;
Classe B	São os resíduos recicláveis para outras destinações	Plástico, papel/ papelão, metais, vidros e outros;
Classe C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/ recuperação	Gesso e produtos oriundos deste
Classe D	São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção	Tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Fonte: CONAMA (2002)

De acordo com KARTAM et al., (2004) os RCD podem ser classificados como:

- ▶ Material de escavação, podendo ser ainda classificados em contaminados e não-contaminados;
- ▶ Restos de materiais oriundos de construção de estradas;
- ▶ Restos de materiais provenientes de obras de construção de edifícios, os quais incluem todos os materiais relativos às atividades de construção, renovação ou demolição de edifícios (2004).

O entulho é apresentado na forma sólida, com características físicas variáveis, que dependem do seu processo gerador, podendo apresentar-se tanto em dimensões e geometrias: areia e a brita, ou em formatos e dimensões irregulares: pedaços de madeira, argamassas, concretos, plástico, metais, entre outros (ZORDAN, 2001).

3.2. RCD: ASPECTOS INTERNACIONAIS:

A indústria da construção é provavelmente um dos mais importantes campos em uma escala global, com respeito à sua situação econômica, tecnológica e impacto ambiental. Na União Europeia, existem cerca de 2 milhões e 300 mil empresas de construção civil, contribuindo com 9,8% do PIB global e empregando cerca de 12 milhões de pessoas, que respondem por 7,1% da força de trabalho total da Europa. O rápido crescimento do mundo industrial da construção civil tem resultado um aumento enorme do RCD produzido globalmente (BANIAS *et al.*, 2010).

Em particular, RCD constitui o maior fluxo na contabilidade da União Europeia para obter mais de 450 milhões de toneladas por ano. Mesmo se a terra e alguns outros resíduos forem excluídos, o RCD que é gerado é estimado em 180 milhões de toneladas por ano, considerando uma população de aproximadamente 370 milhões de pessoas, a geração de resíduos per capita anual é de cerca de 480 kg/hab. ano. Apesar da importância deste fluxo de resíduos, em muitos países existe ainda a falta de informações precisas sobre o RCD, sendo assim o RCD não é um resíduo estudado separadamente do restante dos resíduos sólidos urbanos (RSU) (BANIAS *et al.*, 2010).

Apesar de não haver números claros sobre a reciclagem disponíveis para cada país da UE, um estudo da União Europeia calculou que em média 28% de todos os RCD foram reciclados na Década de 1990. A maioria dos países-membros da UE estabeleceram metas para a reciclagem que variam de 50% a 90% da suas produções de RCD, a fim de substituir recursos naturais, como madeira, aço e materiais de pedra. Materiais reciclados são geralmente mais baratos do que os materiais naturais na Alemanha, Holanda e Dinamarca, tornando menos onerosa a utilização destes materiais do que sua eliminação (RAO; JHA; MISRA, 2007).

A reciclagem de materiais de construção civil foi iniciada na Europa após a segunda guerra mundial. Estima-se que as cidades alemãs ficaram com um volume entre 400 a 600 milhões de metros cúbicos de escombros como consequência dos bombardeios. Diante do caráter necessário de reconstrução das cidades (com milhares de edifícios demolidos), e da evidente necessidade de destinação para o entulho, junto com a carência de materiais de construção,

fez-se fundamental o desenvolvimento de tecnologias voltadas para a reciclagem dos RCD. Segundo LEVY (1997), cerca de 85% do entulho da Segunda Guerra Mundial havia sido removida em 1950 e em 1960, todo o entulho havia sido reciclado na Alemanha.

Em 2003, o setor espanhol da construção civil produziu 39 milhões de toneladas de RCD. Desse total, 10,3% foi reciclado ou reutilizado, 25,6% foi descartado em aterros e 64,1% foi eliminado em poços ou cursos de água, etc . Por contraste, aproximadamente 28% do RCD gerado na União Européia é reutilizado ou reciclado, enquanto os 72% restantes são incinerados ou depositados em aterros (RODRÍGUES; ALEGRE; MARTÍNEZ., 2007).

A quantidade de RCD reciclados ou recuperados na Irlanda foi estimada em 43% em 2000 (JBA CONSULTORES, 2003). No entanto, em 2001 esse número tinha aumentado para 65,4% (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2002). Assim, tem havido um progresso significativo no cumprimento da meta do governo de pelo menos 85% do RCD seja reciclado até 2013, tal como estabelecido pela declaração política “mudando nossos caminhos” estabelecida em 1998 (DURAN; LENIHAN; O’REGAN, 2006).

Portugal consumiu em torno de 330 milhões de toneladas de agregados, em 1989, dos quais apenas cerca de 10% foram de materiais reciclados. Por falta de estudos sobre o RCD para a Inglaterra só foi relatado que, em 2001, 220 milhões de toneladas de agregados foram utilizados, dos quais um quarto foram de materiais reciclados. O RCD na Inglaterra e Escócia formam cerca de dois terços e metade dos agregados reciclados, respectivamente na UE (RAO; JHA; MISRA, 2007).

Percebendo a importância dos RCD, o Scottish Executive Development Department (SEDD) encomendou uma pesquisa para reunir informações sobre o nível de utilização de agregados reciclados na Escócia. Verificou-se que a quantidade total de terra utilizada foi de aproximadamente 4173 toneladas, dos quais 44% corresponderam a construção mista e de demolições, terra limpa (34%), solo contaminado (13%) e construção civil e resíduos contaminados demolição e asfalto (9%). Entre estes, 19% da construção mista e de demolição foram reaproveitados / reciclados (RAO; JHA; MISRA, 2007).

Na Ásia em 1991, o governo japonês estabeleceu a Lei de Reciclagem, que exigiu ministérios competentes para nomear os materiais que devem controlar e incentivar a reutilização e a reciclagem desses materiais sob sua responsabilidade. O antigo Ministério da Construção (MOC), apresentou o "Recycle 21" do programa em 1992, que especifica as metas numéricas para a reciclagem de diversos tipos de subprodutos da construção. Além disso, em abril de 1994, especificações de qualidade e indicativo para a reutilização de materiais de concreto demolido para obras de construção foi emitida pelo MOC. Como resultado dessas iniciativas, contra uma meta de taxa de reciclagem de 90%, os resultados reais a partir de uma melhoria de 48% apenas em 1990 para quase 96% em 2000, principalmente como material de sub-base na construção de estradas (RAO; JHA; MISRA, 2007).

Hong Kong e Taiwan também iniciaram programas de promoção do RCD. Cerca de 14 milhões de toneladas de RCD é gerado em Hong Kong, a cada ano. No passado, a parcela inerte deste material foi reutilizada na recuperação de áreas degradadas (FONG et al., 2002). Entretanto, devido à crescente oposição a maioria desses projetos, foram adiados ou drasticamente tiveram sua escala reduzida (RAO; JHA; MISRA, 2007).

De um modo geral, o RCD pode ser reduzido pelo uso de técnicas inovadoras de construção e métodos de gestão, como a adoção de tecnologias de pré-fabricação, instalação e reciclagem de RCD, reduzindo a possibilidade da geração de resíduos em arquitetura e estrutura e etc. Embora estas abordagens não provaram ser eficazes até certo ponto, a maioria delas ainda estão em fase de investigação.

Um dos problemas enfrentados pela indústria civil chinesa é com os empreiteiros, que não costumam gostar de investir em técnicas de alto custo e não existem leis que os obriguem a adotarem as técnicas atuais. Por exemplo, pesquisas mostram que os construtores em Hong Kong sentem que é caro o uso de novas tecnologias em máquinas e de automação, a maioria (68%) dos construtores locais concordam em adotar alternativas de baixo custo para o problema do RCD, mas continuarão usando técnicas de custo elevado somente quando for determinado pelos designers, pelas especificações, ou pelos clientes. Como resultado, os RCD não são normalmente controlados

eficazmente na construção e locais de demolição em Hong Kong. De acordo com a estatística, os RCD freqüentemente são acima de 10 a 30% dos resíduos recebidos nos aterros sanitários ao redor do mundo, mas este número sobe para 40% em Hong Kong (CHEN, Z. *et al.* 2006).

O Governo de Administração Especial de Hong Kong Reign (Hong Kong SAR) propôs a implementação de uma estratégia de gestão de RCD no Plano de Governo 1999-2007, que é essencial para evitar, reduzir e reciclar o descarte de resíduos com base na conveniência. O alvo da estratégia é reduzir a geração de RCD e, conseqüentemente, sua entrada em aterros e de reutilização e reciclagem deste material. Da mesma forma o programa de Gestão de RCD que tem sido posta em prática no Metro Park East (Aterro Sanitário desde 1995 nos Estados Unidos), derrubando as taxas dos resíduos levados para os aterros sanitários em Hong Kong desde 1999, quando o Departamento de Protecção Ambiental de HK criou leis administrativas para o descarte adequado de RCD em serviços públicos de transporte de resíduos e aterros sanitários (CHEN, Z. *et al.* 2006).

Em Taiwan, um plano global para a gestão dos RCD foi iniciado apenas em 1999, após a grave em terremoto na região central de Taiwan causou danos estruturais severos para cerca de 100.000 habitações (HUANG et al, 2002). Era esperado que o RCD em excesso de 30 milhões de toneladas seria gerado durante a reabilitação de estruturas danificadas. O plano exigia um programa auxiliar imediato, uma garantia de qualidade completa e um sistema de controle de qualidade para apoiar os setores privados e instalações de triagem. O plano era de reciclar cerca de 80% do material utilizado em aterros sanitários e 30% do material utilizado como base de estradas em Taiwan (RAO; JHA; MISRA, 2007).

Na America do Norte, dos cerca de 2,7 bilhões de toneladas de agregados usados atualmente nos EUA, as calçadas são responsáveis por 10 a 15%, enquanto a construção de estradas e outros trabalhos de manutenção consomem entre 20 e 30%, e o volume de cerca de 60 a 70% dos agregados são utilizados em concreto estrutural. O agregado reciclado (AR) nos EUA é produzido por produtores de agregados naturais, empreiteiros e centros de reciclagem de entulho, que têm uma quota de 50%, 36% e 14%,

respectivamente. Incentivos para o transporte de resíduos de betão e agregados tratados nos locais de produção são dadas para promover o uso da AR, embora uma grande parte da produção é destinada apenas a preencher ou a base de construção (RAO; JHA; MISRA, 2007).

3.3. GESTÃO DOS RCD NO BRASIL

A indústria da construção civil ocupa posição de destaque na economia brasileira, sendo responsável por uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB). Dados recentes indicam que o macrocomplexo da construção civil responde por 15% do PIB do Brasil. Além desta participação direta no PIB, destaca-se também o grande contingente de mão-de-obra direta empregada, que corresponde a 3,92 milhões de empregos, sendo o maior setor empregador da economia nacional (CONSTRUBUSINESS, 2003).

Estimativas da quantidade do entulho produzido no país e no exterior são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Quantidade de Entulho Produzido no Brasil.

LOCAL GERADOR	GERAÇÃO ESTIMADA (t/mês)
São Paulo	372.000
Rio de Janeiro	27.000
Brasília	85.000
Belo Horizonte	102.000
Brasil ¹	
Porto Alegre	58.000
Salvador	44.000
Recife	18.000
Curitiba	74.000
Fortaleza	50.000
Florianópolis	33.000

¹ Fonte: ZORDAN, s.d.

A indústria de construção civil é responsável por um consumo considerável de materiais, seja em quantidade ou diversidade. Comparando-se, por exemplo, com a indústria automobilística, o seu consumo, medido em massa de materiais demandados, chega a ser de 100 a 200 vezes maior. Embora outras indústrias tenham problemas semelhantes, a ineficiência em alguns dos processos produtivos e, principalmente, o seu tamanho faz com que a indústria da construção civil seja reconhecidamente uma grande geradora de resíduos. Estes aparecem tanto na construção civil informal quanto na formal (SOUZA et al, 2004).

O modelo de gestão comumente adotado pela maioria das cidades brasileiras para os RCD é o corretivo, que se caracteriza por englobar atividades não preventivas, repetitivas e custosas, que não surtem resultados adequados, e são, por isso, profundamente ineficientes. Dessa forma, pode-se caracterizar a Gestão Corretiva como uma prática sem sustentabilidade (EDUFBA, 2001).

Este modelo de gestão acarreta efeitos deletérios uma vez que a prática contínua de aterramento, nos ambientes urbanos, com volumes tão significativos, elimina, progressivamente, as áreas naturais (várzeas, vales, mangues e outras regiões de baixada), que servem como escoadouro dos elevados volumes de água concentrados nas superfícies urbanas impermeabilizadas (EDUFBA, 2001).

Segundo WIENS e HAMADA (2006) entre as questões mais discutidas na gestão ambiental, a destinação de resíduos sólidos urbanos tem grande destaque. Por sua diversidade cada tipo de resíduo tem normas específicas de destinação, o que dificulta a sua implantação.

No Brasil, a preocupação com os RCD é recente, sendo que, na Europa e nos EUA a preocupação com os RCD começou logo após a Segunda Guerra Mundial. Contudo, vários passos têm sido dados com vistas a minimizar a problemática advinda com a produção dos RCD, e hoje no Brasil, a gestão industrial da construção civil é uma imposição legal, devendo ser implementada e fiscalizada (AGOPYAN; JONH, 2000).

Atualmente a indústria da construção civil vem sofrendo forte pressão para adequação de seus processos construtivos de forma a garantir um uso

mais racional de seus materiais nos canteiros de obras. Tal pressão se deve principalmente ao fato do setor vir sendo notado no que se refere às questões de consumo de recursos naturais e de desperdício e perdas dos materiais por ele utilizados (CARNEIRO, 2005).

Como forma de amenizar o impacto desses resíduos no meio ambiente, muitas ações vem sendo implementadas nas várias etapas do empreendimento de construção civil. Em particular, no que diz respeito ao canteiro de obras, existem algumas políticas de coleta segregada dos resíduos gerados, visando à sua reciclagem ou reuso, implementadas localmente em algumas construtoras da Região Metropolitana do estado de São Paulo (SOUZA, *et al* 2004).

De acordo com a pesquisa intitulada “Alternativas para a Redução do Desperdício de Materiais nos Canteiros de Obra”, desenvolvida durante três anos pelo ITQC – Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade na Construção Civil, em 12 estados brasileiros, existe uma variabilidade muito grande quando se trata dos índices de desperdício entre as construtoras, podendo, por exemplo, no caso do concreto, existir índices de desperdício que variam de 2 a 28%. Tal fato se deve principalmente à variabilidade no nível de tecnologia empregada nos canteiros de obras de cidades brasileiras, que vão desde processos quase artesanais até tecnologias construtivas que se assemelham a linhas de montagem (CARNEIRO, 2005).

A atuação do poder público através de medidas paliativas, com a realização de serviços de coleta e arcando com os custos do transporte e da disposição final, não resolvem definitivamente o problema da limpeza urbana, apenas protelam.

O descaso do poder político, a inaplicabilidade da legislação, a escassez de recursos humanos, financeiros e de informações disponíveis sobre o fenômeno “resíduos sólidos”, são alguns dos principais obstáculos para a prevenção e controle dos problemas ambientais ocasionado pela falta de gerenciamento de tais resíduos. A implantação de políticas de gerenciamento torna-se cada vez mais importante para enfrentar esses problemas (STEDILE et al, 2000)

O aumento da conscientização da sociedade, as evidências científicas de deterioração ambiental e as medidas de controle de poluição cada vez mais severas estão colaborando para que questões ambientais ganhem importância nos vários setores da economia. A partir da consciência ambiental que tem sido gerada em todo mundo, as nações vão perdendo a importância de preservá-lo, ou mesmo diminuir a intensidade com o qual vem prejudicando-o. Isto tem levado os países a criarem e adotarem políticas específicas que tratem da reciclagem e do desenvolvimento sustentável (KLEIN, 2002).

No Brasil, a publicação de leis, resoluções e normas abordando os resíduos sólidos da construção civil, incluindo regras para gerenciar a coleta, transporte e disposição ambientalmente adequados é recente, datados do início desta década. Isto se deve, em parte, ao descaso do poder público, à falta de incentivo e fiscalização dos gestores municipais e à falta de iniciativa por parte do setor privado (KLEIN, 2002).

No âmbito federal, a legislação mais específica para disciplinar a gestão dos RCD é a Resolução do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 307 de julho de 2002, aprovada para entrar em vigor a partir de janeiro de 2003. Esta resolução considera a política urbana de pleno desenvolvimento da função social da cidade e da propriedade urbana. Além disso, evidencia a necessidade de redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil, considerando que a disposição de RCD em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental. (MARQUES, 2007).

O Artigo 6º da resolução nº 307/02 apresenta a exigência da elaboração, por parte do poder público municipal, do plano integrado de gerenciamento dos resíduos da construção civil, que deve conter: as diretrizes técnicas e procedimento para o programa municipal de gerenciamento de resíduos da construção civil e para projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício de suas responsabilidades; cadastramento de áreas públicas e privadas, aptas para o recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas

de beneficiamento e de disposição final dos resíduos; a proibição e disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas; o incentivo e reinserção dos resíduos reutilizáveis ou recicláveis no ciclo produtivo; a definição de critérios para o cadastramento de transportadores; ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos; e ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

Os projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil a serem elaborados pelos geradores de resíduos devem conter:

- ▶ Caracterização: identificação e quantificação dos resíduos;
- ▶ Triagem: realizada preferencialmente pelo gerador, na origem, podendo ser realizadas nas áreas de destinação licenciadas para esta finalidade, respeitadas as classes de resíduos;
- ▶ Acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração, até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos possíveis, as condições de reutilização e reciclagem;
- ▶ Transporte: realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- ▶ Destinação: prevista de acordo com as especificações da resolução.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307, a estrutura de gestão de resíduos da construção civil deve seguir o esquema apresentado na Figura 1.

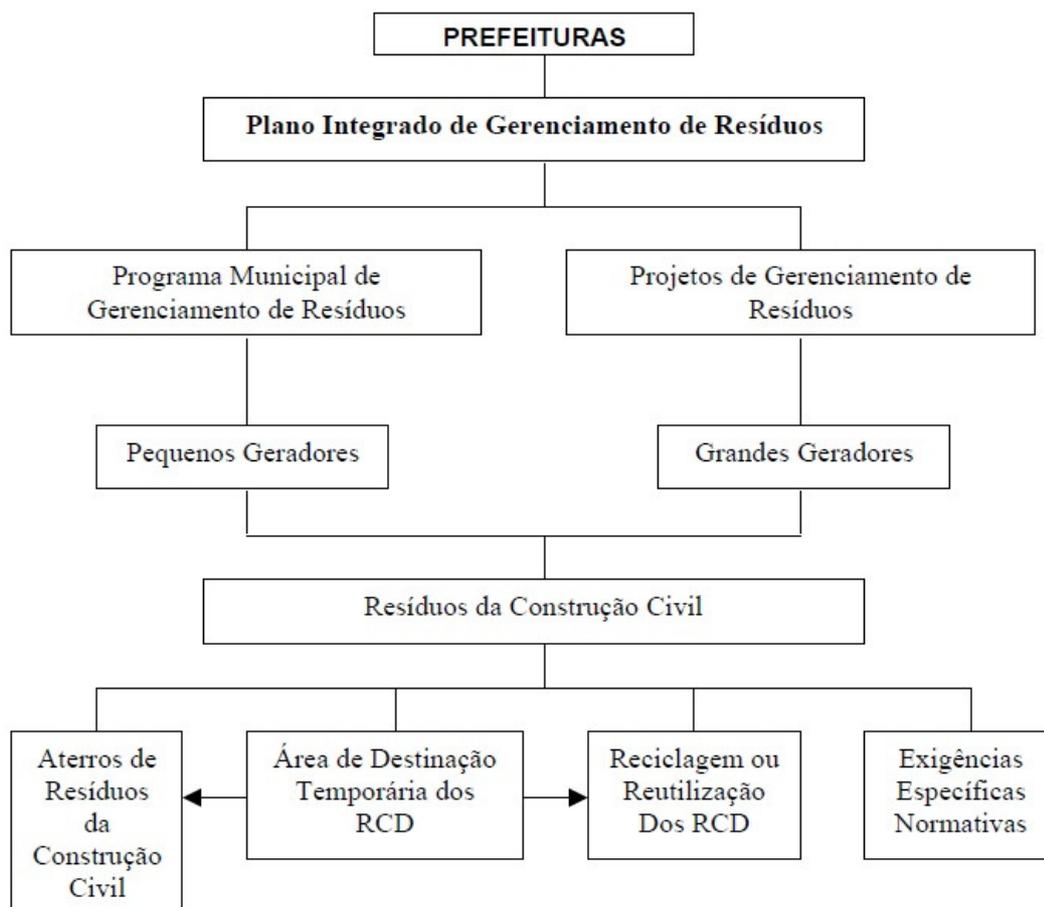


Figura 1: Estrutura de gestão dos resíduos, conforme a Resolução CONAMA Nº 307 (OH, et al., 2003).

Pode-se observar ainda na Figura 1 que dentro da estrutura proposta, estão presentes práticas como a da reciclagem e reutilização dos RCD, assim como o atendimento a exigências normativas específicas para tais resíduos. Tais ações são típicas de uma Gestão Diferenciada, cujos princípios básicos, segundo PINTO (1999), são:

- ▶ Captação máxima dos resíduos gerados, através da constituição de redes de áreas de atração, diferenciadas para pequenos e grandes geradores/coletores;
- ▶ Reciclagem dos resíduos captados, em áreas perenes especialmente definidas para a tarefa;

- ▶ Alteração de procedimentos e culturas, no tocante à intensidade de geração, à correção da coleta e disposição e às possibilidades de utilização dos resíduos reciclados.

Ainda segundo PINTO (1999), os objetivos gerais da Gestão Diferenciada dos resíduos de construção e demolição são:

- ▶ Redução dos custos municipais com a limpeza urbana, com a destinação dos resíduos e com a correção dos impactos ocorrentes na Gestão Corretiva;
- ▶ Disposição facilitada de pequenos volumes de RCD gerados;
- ▶ Descarte racional dos grandes volumes gerados;
- ▶ Preservação do sistema de aterros como condição para a sustentação do desenvolvimento;
- ▶ Melhoria da limpeza urbana;
- ▶ Incentivo à presença e consolidação de novos agentes de limpeza urbana;
- ▶ Preservação ambiental com a redução dos impactos por má deposição, redução do volume aterrado e redução das resultantes da exploração de jazidas naturais de agregados para a construção civil;
- ▶ Preservação da paisagem e da qualidade de vida nos ambientes urbanos;
- ▶ Incentivos às parcerias para captação, reciclagem e reutilização de RCD;
- ▶ Incentivo à redução da geração de resíduo nas atividades construtivas.

Assim, é possível verificar que a correta gestão dos RCD traz consigo inúmeras melhorias para todos os agentes envolvidos no processo e para a sociedade de forma geral. Porém a simples importação de modelos e planos de gestão aplicados em outros países ou cidades pode gerar problemas que levem ao seu fracasso. É indispensável então, que sejam realizadas todas as

adaptações necessárias, levando-se em consideração as características regionais.

OLIVEIRA (2004), descreveu quatro passos para a definição de uma gestão ótima para os RCD, cuja aplicabilidade permanece atualmente. São eles:

- ▶ Avaliar a composição e estimar o volume de resíduos de RCD gerados;
- ▶ Determinar o potencial de reciclagem (volume, mercado, custos e retorno econômico);
- ▶ Avaliar as opções de disposição disponíveis (reciclagem, aterro e incineração);
- ▶ Levar em consideração o lado econômico e a proteção ambiental.

Apesar de ser um importante instrumento legal, muitos prazos e diretrizes da Resolução nº 307/02, estão sendo desrespeitados e não estão sendo cumpridos, o que acontece em muitos casos com as leis brasileiras (ROCHA, 2006).

3.3.1. Gerenciamento dos RCD na Região Sudeste

No Brasil, a maior parte das cidades tem seus modelos de gestão baseados em ações de caráter meramente corretivo. Porém, algumas cidades já apresentam sistemas de gerenciamento dos RCD mais elaborados, alguns destes iniciados mesmo antes de 2002, quando entrou em vigor a Resolução CONAMA nº 307. Estes modelos buscam corrigir a forma e estrutura adotada para coleta, transporte e disposição final dos resíduos gerados pela indústria da construção civil, com destaque para aqueles originados em construções, reformas, manutenções e demolições. Os principais sistemas de gestão atualmente encontram-se na região sudeste, tendo em destaque as cidades de São Paulo e Belo Horizonte, cujas experiências serão descritas nos tópicos a seguir.

- São Paulo (SP)

A situação encontrada para os resíduos da construção civil no estado de São Paulo vem preocupando bastante não só o poder público, cujos gastos no sentido de minimizar os impactos negativos gerados tem aumentado cada vez mais, mas também a sociedade em geral, que constitui a mais prejudicada com os impactos gerados por esses resíduos.

A nova política de gestão dos resíduos da construção civil da Prefeitura de São Paulo é implementada pelo Plano Municipal de Gestão Sustentável de Entulho. O plano, que já atende as novas diretrizes estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 307 para os municípios brasileiros, está aumentando a oferta de áreas para deposição regular dos resíduos da construção e demolição de pequenos a grandes geradores, além de facilitar e incentivar a reciclagem desses materiais.

Um dos principais problemas encontrados, como ocorre em grande parte das cidades brasileiras, é a prática de descarte final dos RCD em áreas inadequadas para esse fim, acarretando dessa forma além de prejuízos a paisagem urbana, diversos impactos negativos, sejam eles diretos ou indiretos.

Para solucionar definitivamente o problema do entulho despejado em vias públicas, o plano gestor estimula a iniciativa privada a implantar e operar Áreas de Transbordo e Triagem de Entulho, as chamadas ATT's regulamentadas pelo Decreto 42.217/02, e prevê a instalação de EcoPontos (pontos de entrega voluntária de RCD) em áreas públicas de cada um dos 96 distritos municipais (TAVARES, 2007).

Outra ação adotada pela Prefeitura foi o aumento considerável nas atividades de fiscalização para coibir a deposição irregular desses resíduos em espaços públicos.

- Belo Horizonte (MG)

São Paulo foi o primeiro município brasileiro a aderir à reciclagem de RCD, mas Belo Horizonte é uma referência fundamental na gestão desses resíduos, assim como na gestão de outras parcelas dos Resíduos Sólidos Urbanos – RSU, por ter desenvolvido desde 1993 um plano pioneiro de gestão

diferenciada (denominado à época de Programa de Correção Ambiental e Reciclagem dos Resíduos de Construção).

Cerca de 50% dos resíduos coletados diariamente em Belo Horizonte são entulho da construção civil. Em consequência disso a SLU criou e implantou o Projeto da Reciclagem de Entulho, com o objetivo de eliminar pontos clandestinos de descarte, garantir maior vida útil ao Aterro Sanitário, gerar material de construção alternativo a baixo custo para ser utilizado em substituição a materiais convencionais, contar com a participação da população na entrega de entulho nas unidades de recebimento apropriadas e solucionar o problema dos pequenos geradores através da distribuição no município de Pontos de Entrega Voluntária de Entulho. Belo Horizonte conta hoje com duas Unidades de Reciclagem de Entulho, localizadas nos bairros Estoril e Pampulha, com capacidade de processamento de 120 e 240 toneladas/dia, respectivamente (em 1998).

Esse plano programou ações específicas para captação, reciclagem, informação ambiental e recuperação de áreas degradadas. Ele fez parte de um conjunto maior de ações que constituiu o Modelo de Gestão de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte desenvolvido pela equipe técnica da Superintendência de Limpeza Urbana e premiado em 1996 pela Fundação Ford e Fundação Getúlio Vargas como melhor experiência de gestão municipal brasileira (PINTO, 1999).

O modelo de gestão dos RCD aplicado em Belo Horizonte é baseado nos princípios da Gestão Diferenciada, com ênfase na facilitação da disposição e diferenciação dos resíduos. Para isso existe na cidade uma rede de captação para os RCD, constando de 4 áreas para entrega voluntária, denominadas Unidades de Recebimento.

O projeto de gestão dos RCD de BH está baseado sob três pilares principais, ou eixos centrais: A facilitação da disposição e diferenciação dos resíduos; reciclagem para alteração da destinação dos RCD e estratégias e estrutura específicas para a educação ambiental.

a) Facilitação da disposição e diferenciação dos resíduos.

Segundo PINTO (1999) existe em Belo Horizonte quatro áreas para entrega voluntária de RCD, denominadas de Unidades de Recebimento, que provocam grande impacto nas condições ambientais do entorno. Tais unidades são assumidas como instalações de serviço público, catalogando coletores informais que, parceiros da limpeza urbana, prestam serviço a população.

A diferenciação de resíduos em Belo Horizonte tem propiciado a valorização de todos os resíduos comercializáveis (papel, plástico, metais e outros) e dos RCD, que são deslocados para as Estações de Reciclagem (PINTO, 1999). A cidade conta atualmente com duas Estações de Reciclagem, situadas de forma descentralizadas, nos bairros de Estoril e Pampulha. Parte do resíduos é deslocada para o aterro municipal pela inexistência de reciclagem.

b) Reciclagem para alteração da destinação dos RCD.

Todo RCD captado nas Unidades de Recebimento e parte dos grandes volumes gerados são processados nas estações de reciclagem. Resíduos que eram com correção, são valorizados e depois de processados vão auxiliar no desenvolvimento da cidade (PINTO, 1999).

O principal uso dado aos materiais reciclados nas estações de Belo Horizonte é em pavimentação e manutenção de vias urbanas, e em serviços como preparação de vias internas e células no aterro municipal, em substituição ao solo nobre anteriormente importado. Os usos são feitos principalmente por empreiteiras contratadas pelo município, que estão sendo induzidas a usar crescentemente o material (PINTO, 1999).

c) Educação Ambiental

Os sólidos resultados alcançados por BH devem muito à incorporação de estratégias e estruturas específicas para a educação ambiental, no órgão responsável pela gestão dos resíduos e pela limpeza urbana. As ações

contínuas de educação ambiental propiciam a multiplicação de parcerias entre o órgão gestor e instituições da sociedade civil, em todo o conjunto de ações da Superintendência de Limpeza Urbana (PINTO, 1999).

Dessa forma, é possível afirmar que a Gestão Diferenciada dos RCD em Belo Horizonte está definitivamente consolidada, e seu desafio é hoje não mais o de consolidar-se, mas sim o de expandir-se – estendendo o alcance das unidades de recebimento para que ocorra a facilitação da disposição em todas as regiões, o de ampliar a intensidade da reciclagem – acompanhando a elevação da geração, e finalmente, o de promover o necessário envolvimento de outros agentes nas operações de reciclagem para que a própria atividade construtiva possa absorver os resíduos por ela gerados (PINTO, 1999).

3.3.2. Gerenciamento dos RCD na Região Nordeste

Na região Nordeste do Brasil com uma população estimada de 47.000.000 habitantes, é coletado por dia 41.857,0 toneladas de RSU, sendo fornecida uma taxa de geração per capita de $0,80\text{kg.hab}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ valor este que expressa com certo grau de aproximação dados já anteriormente levantados em determinadas cidades do nordeste brasileiro (LEITE, et al, 2006).

No nordeste, os sistemas de gestão existentes são ainda poucos, mas devagar estão mostrando eficiência. Os principais centros de referência para sistemas de gerenciamento de resíduos de construção e demolição eficazes são os modelos apresentados em Salvador e em Recife, que veremos a seguir.

- Salvador (BA)

Desde 1981, com a criação de pontos de descarga de entulho descentralizados, a Cidade de Salvador vem ensaiando a adoção de medidas minimizadoras para os problemas causados pelos RCD na cidade, porém essas iniciativas aconteciam sempre de forma pontual.

A partir de 1996, quando foram mapeados na região um total de 420 pontos de disposição clandestina, iniciou-se na cidade ações de melhoria na limpeza urbana, com o objetivo de corrigir os problemas gerados, de trazer

melhorias para o ambiente urbano, de beneficiar os pequenos geradores de entulho e de reduzir os custos com a coleta, o transporte e a destinação final, prolongando, também, a vida útil do aterro. Dessa forma, foi criado, por Decreto do Prefeito, um Grupo de Trabalho interinstitucional, com a finalidade de viabilizar a operação do Projeto de Gestão Diferenciada de Entulho na Cidade de Salvador (EDUFBA, 2001).

As principais estratégias utilizadas na implantação do Projeto de Gestão Diferenciada de Entulho na Cidade de Salvador foram:

- ▶ Instalação de postos de descarga de entulho;
- ▶ Fiscalização e monitorização;
- ▶ Educação ambiental;
- ▶ Remediação de áreas degradadas.

OLIVEIRA (2004) diz que o plano desenvolvido tem base na descentralização do recebimento, tratamento e do destino final do entulho, com áreas estrategicamente localizadas, próximas aos centros de geração dos RCD.

As ações desenvolvidas na cidade de Salvador estão diretamente relacionadas à postura do poder público, que abandona o papel de coadjuvante, assumindo uma postura disciplinadora, ofertando soluções adequadas para o RCD gerados no município, provocando mudanças nos agentes envolvidos (PINTO, 1999).

- Recife (PE)

Na Cidade do Recife, as ações no sentido de melhor gerir os resíduos gerados em atividades construtivas foram iniciadas somente a partir de 2002, quando entrou em vigor a Resolução CONAMA nº 307. Foi então criada uma agenda de reuniões mensais pelo SINDUSCON/PE, onde são discutidos os

diversos temas relacionados a questão dos RCC e às exigências estabelecidas pela Resolução 307 do CONAMA. Dessa iniciativa resultou a elaboração do PROJETO ENTULHO LIMPO/PE, que foi aprovado pelo SEBRAE-PE e iniciado em agosto de 2003 (CARNEIRO et al., 2004).

O PROJETO ENTULHO LIMPO/PE foi desenvolvido por um grupo formado por pesquisadores da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco – POLI/UPE e da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, do qual a autora da dissertação faz parte, e teve por objetivo principal realizar um diagnóstico da situação dos RCD na Cidade do Recife, disseminar princípios e técnicas de produção mais limpa para as empresas construtoras e promover a educação ambiental nos canteiros de obras. Com a conclusão do projeto, seus resultados forneceram subsídios que estão sendo utilizados na tomada de decisões por parte do poder público (CARNEIRO, 2005).

No que diz respeito às ações da administração pública pode-se destacar, além da elaboração do Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil sob a forma da Lei Municipal nº 17.072, a criação de pontos para coleta de pequenos volumes de RCD (até 1 m³) e a realização de estudos para definir a área onde será instalado o aterro cuja função será receber exclusivamente resíduos inertes.

Em relação às empresas geradoras dos RCD, ou seja, as empresas construtoras pode-se afirmar que algumas delas já estão trabalhando no sentido de se adequarem aos requisitos impostos pela Resolução CONAMA nº 307, mesmo que as ações ainda estejam sendo

3.3.3. Gerenciamento dos RCD no estado da Paraíba

A cidade de João Pessoa é a capital da Paraíba, tem 724 mil habitantes segundo o IBGE (2010) e é considerada uma cidade de porte médio com um acelerado processo de desenvolvimento da construção civil, principalmente nos bairros que acompanham a costa marítima. Possui um IDH de 0,783 segundo o IBGE (2010) e uma densidade de 3.146,6 hab/km². É composta, oficialmente, por 64 bairros, sendo Mangabeira, o maior deles, com aproximadamente 72 mil

hab. Recebeu o título de segunda cidade mais verde do mundo à época de ECO-92 com mais de 7 m² de floresta por hab.

Na Paraíba a construção civil local está atualmente em processo de crescimento acelerado, onde a demanda predatória da especulação imobiliária e busca voraz do turismo litorâneo vêm mudando ainda mais o panorama da cidade. Casas residenciais são demolidas dando lugar a construção de espigões para apartamentos residenciais multifamiliares sufocando as demais residências unifamiliares existentes, um estigma de todas as cidades litorâneas brasileiras.

A cidade de João Pessoa não possui um programa eficaz para o gerenciamento de resíduos sólidos de construção e demolição, no entanto a cidade conta com 4 (quatro) empresas coletoras de RCD, as mesmas são pertencentes a iniciativa privada, no entanto, são prestadoras de serviços da prefeitura da cidade. Estas Empresas trabalham basicamente com a retirada e deposição final dos resíduos gerados pela Indústria da Construção Civil na Cidade de João Pessoa e juntas afirmam coletar aproximadamente 3.760 ton/mês (média de 2003). Na maioria dos casos, o destino final é o Aterro Sanitário do Consórcio da Grande João Pessoa.

Como o Aterro Sanitário atualmente se encontra a uma distância média de 25 km do local da coleta (bairros do Bessa, Manaira, Tambaú, Cabo Branco e outros) e ainda é paga uma taxa de R\$ 7,50 (sete reais e cinquenta centavos) por tonelada de resíduo depositado. (LIMA, 2005).

Segundo LIMA (2005) a composição estimada dos RCD produzidos em João Pessoa, está representada na Figura 2.

Componentes dos Resíduos

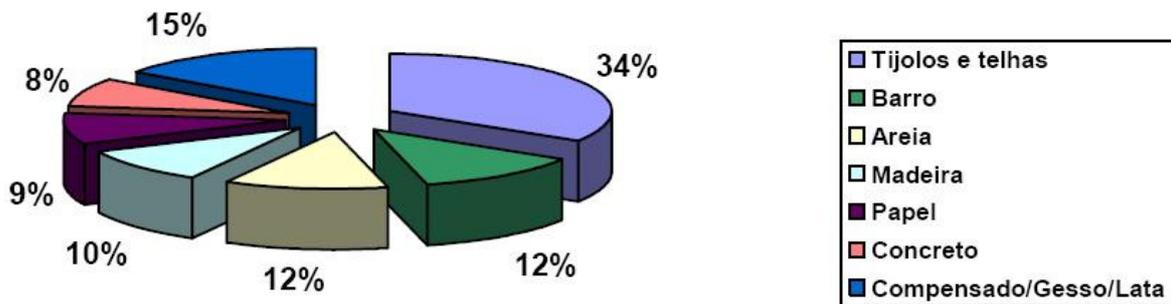


Figura 2. Percentual de RCD coletados por bairro pela Empresa Coletora D
Fonte: LIMA, 2005

Na Paraíba, a SUDEMA (Superintendência de Administração do Meio Ambiente) realizou o diagnóstico dos resíduos sólidos em algumas cidades do estado, apenas uma porção limitada dos municípios do Estado da Paraíba possui diagnóstico de resíduos sólidos, isso se deve em parte a limitação numérica de pessoal para realizar tal tarefa, bem como a abrangência territorial. Isso dificulta uma avaliação mais precisa da situação do Estado como um todo, não havendo assim a possibilidade de tomada de medidas conjuntas. O Estado da Paraíba possui um total de 223 municípios dos quais 40 foram diagnosticados, quanto à geração de RCD e estão representados na Figura 3.

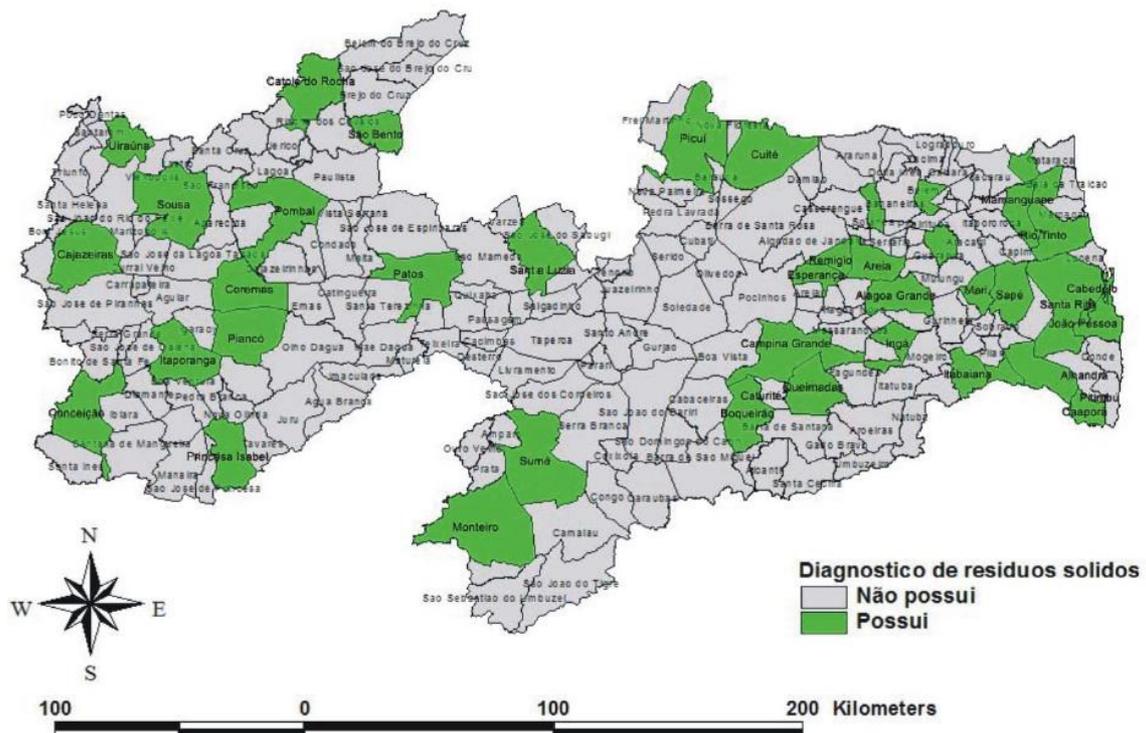


Figura 3: Situação dos Municípios quanto a presença de diagnóstico dos Resíduos Sólidos no Estado da Paraíba.

Fonte: SUDEMA (2005).

Segundo a SUDEMA – PB, nenhum município apresentou solicitação de licença para manejo de RCD e que não existe empresa de beneficiamento de RCD no estado da Paraíba, bem como não houve treinamento para o licenciamento de áreas de disposição de RCD de acordo com a resolução 307 do CONAMA.

Foram detectados pela SUDEMA os municípios que teriam potencial de maior geração de RCD como mostra a Figura 3. Esses Municípios precisariam se enquadrar nas exigências da Resolução do CONAMA 307/2002, para que tenham controle sobre os Resíduos de Construção e Demolição gerados buscando incentivos à minimização da produção e uma destinação adequada, podendo, então, conceber a possibilidade de reciclá-los ou reutilizá-los. Vale salientar que os municípios assinalados na Figura 4 são apenas parte dos 40 que possuem diagnóstico de resíduos sólidos no estado da Paraíba, restando 183.

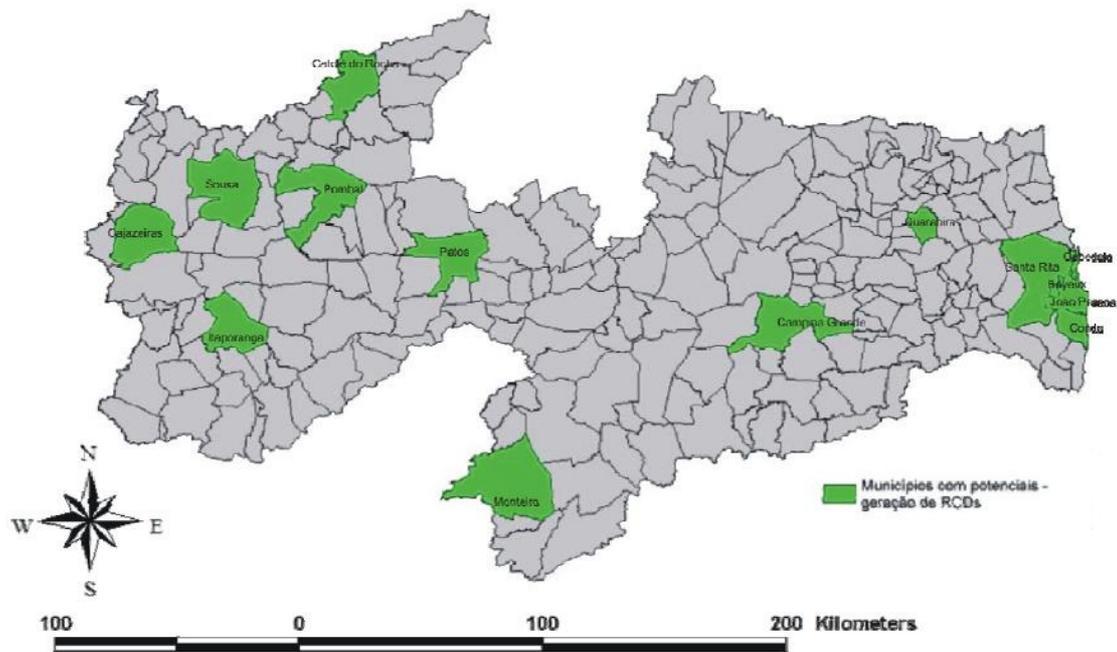


Figura 4: Municípios com Potencial de Geração de Resíduos de Construção e Demolição - RCD

Fonte: SUDEMA (2005).

3.3.4. Gerenciamento dos RCD em Campina Grande

No Estado da Paraíba a produção per capita de resíduos sólidos urbanos é de $600\text{g.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ (LEITE, et al. 2006). Campina Grande com uma população de cerca de 386 mil habitantes (IBGE, 2010) é responsável pela geração diária de 223 toneladas de resíduos sólidos urbanos. Este valor per capita de $600\text{g.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ está incluído apenas o resíduos mais comuns dos RSU como papéis/papelão, metais, plásticos e material orgânico putrescível, não incluindo portanto os RCD.

Segundo a Secretaria de Obras e Serviços Urbanos da cidade de Campina Grande/PB – SOSUR existe apenas uma transportadora cadastrada, e em conformidade para realizar o serviço de coleta e disposição dos RCD. A empresa recolhe os entulhos e os transporta para o único local existente na cidade, denominado de “Lixão”, que fica localizado na alça sudoeste da cidade. Os resíduos são depositados a céu aberto e não existe nenhum tipo de triagem, tratamento ou reciclagem deste tipo de material, nem tampouco beneficiamento dos resíduos aumentando a disposição clandestina em terrenos baldios.

De acordo com o SINDUSCON da cidade de Campina Grande, a grande maioria das construtoras existentes na cidade possui conhecimento das resoluções e leis vigentes para o gerenciamento dos resíduos de construção e demolição, aplicando-os assim em suas obras.

As construções verticais na cidade de Campina Grande/PB, apresentam dois tipos de grupos: incorporação e condomínio. Nos condomínios cada condômino é responsável pelo seu próprio apartamento e fazem às mudanças que julgarem convenientes, nas incorporações as pessoas interessadas em adquirir um apartamento não têm direito de exigir modificações realizadas pelas construtoras (NOBREGA, 2002). Contudo, as construtoras ou incorporações continuam fazendo descartes de entulho, de maneira irregular, uma vez que seus administradores não possuem projetos ambientais visando o reaproveitamento dos resíduos produzidos em suas obras.

Toda a problemática atual deve-se a disposição clandestina do RCD em terrenos baldios proveniente de reformas e demolições de pequenas construções, não incorporadas a construtoras ou ao CREA. Por não haver programas de gerenciamento efetivos, a disposição de entulhos é facilmente percebida, principalmente em bairros da periferia da cidade.

Por existir grande número de terrenos desocupados, e com o crescimento cada vez maior da construção civil na cidade, é cada vez mais alarmante a quantidade deste material que pode ser encontrado abandonado muitas vezes ligado a impactos ambientais, principalmente a enchentes, por serem carregados para entradas de bueiros.

O poder público só entra em vigor quando existem reclamações por parte da sociedade. Caminhões da prefeitura limpam o local, encaminham os resíduos para o “lixão” da cidade, mas não oferecem nenhuma outra solução para a contenção do problema. O terreno recém limpo, em pouco tempo estará tomado novamente por novos entulhos, tornando-se assim um ciclo.

Com relação a construção civil na cidade, segundo dados cadastrados e fornecidos pela FIEP – SINDUSCOM/ PB, na cidade de Campina Grande/PB atuam cerca de 103 construtoras, empregando 2406 funcionários fixos.

No cadastro do SINDUSCOM/PB das 103 construtoras apenas 20% delas apresentam mais de 20 funcionários permanentes em seu quadro de trabalhadores, sendo que a maioria das construtoras apresenta funcionários temporários, trabalhando em forma de contrato durante a execução de uma obra. Mesmo as empresas que apresentam um número baixo de funcionários em seus quadros fixos serão relevantes para pesquisa.

3.4. Etapas de uma Construção.

A maioria das obras de construção realizadas na cidade de Campina Grande é feita de alvenaria. A alvenaria é um sistema construtivo que envolve basicamente peças industrializadas de dimensões e peso que a fazem manuseáveis, ligadas por argamassa (cimento, areia e cal), tornando o conjunto monolítico. Estas peças industrializadas podem ser construídas em:

- ▶ Cerâmicas (tijolos maciços furados ou blocos).
- ▶ Concreto (blocos maciços ou furados)
- ▶ Sílico-calcáreos (blocos e tijolos maciços).

A alvenaria de tijolos sempre foi muito utilizada na construção de prédios devido a vantagens como flexibilidade de construção, economia e valor estético. (LEGGERINI; KALIL, 2008). No Quadro 4 estão dispostas informações sobre as etapas e os materiais utilizados em obras de construção.

ETAPAS DE UMA OBRA DE CONSTRUÇÃO	
ETAPAS	CARACTERÍSTICAS E MATERIAIS UTILIZADOS NA ETAPA
FUNDAÇÕES	Pouco é desperdiçado nesta etapa, todo material como, pedras, cimento, concreto e areia é usado para fornecer a estrutura inicial da obra. A estrutura inicial fica sob a camada de solo onde começará a etapa seguinte.
ESTRUTURA	Nesta etapa são utilizados materiais como madeira, aço, ferro, concreto, brita e areia. O tipo do material utilizado nesta fase varia de acordo com tipo de construção. Nesta fase já existe um crescente desperdício. A grande maioria dos prédios multipiso da cidade de Campina Grande o método construtivo adotado foi o pórtico de concreto armado, onde ainda é utilizado recipiente plásticos para os moldes.
ALVENARIA	A definição para esta etapa é o conjunto de pedras, tijolos ou blocos – com argamassa ou não – que forma paredes, muros e alicerces. Nota-se grande desperdício nesta fase, principalmente de tijolos. Inclui-se nesta etapa o uso de areia e cimento.
COBERTURA	Esta é fase do telhado, pouco usado em construção de prédios. As coberturas mais comuns são de madeira, estruturas metálicas e telhas. As telhas podem ser feitas de materiais como cerâmica, policarbonato, vidro, massa asfáltica, concreto e chapas de alumínio aço e PVC.
INSTALAÇÕES HIDRÁLICAS E ELÉTRICAS	Para instalações hidráulicas utiliza-se com mais frequência o PVC. Para instalações elétricas usam-se fios e cabos, geralmente de cobre.
ACABAMENTO (IMPERMEABILIZAÇÃO, CERÂMICA INTERNA, ESQUADRIAS E PINTURA)	Esta etapa é dividida em quatro fases: A fase inicial de acabamento é a impermeabilização, o material mais utilizado é o gesso, que pode ser aplicado em paredes e no teto, há grande desperdício de gesso. Na próxima fase é o revestimento cerâmico interno, colocado no piso e paredes de cozinhas e banheiros, pode haver grande desperdício deste material. Na fase de esquadrias os materiais mais utilizados são o alumínio, o PVC e a madeira, sem desperdício nesta fase. Na fase final de acabamento temos a fase de pintura, são utilizados diversos tipos: para madeira, para alvenaria, para metal, todas elas com graus diferentes de toxicidade.

Quadro 4: Etapas e os materiais utilizados em obras de construção.

Fonte: (Adaptado de PRADO, 2010)

4. METODOLOGIA

As etapas de desenvolvimento deste trabalho acompanha a seqüência apresentada no fluxograma da Figura 5. Pode-se então dividir o presente estudo em três etapas: A primeira etapa refere-se à coleta de dados em órgãos públicos (SINDUSCON/PB – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado da Paraíba - e na SOSUR - Secretaria de Obras e Serviços Urbanos de Campina Grande). A Segunda etapa refere-se à coleta de dados em construtoras da cidade de Campina Grande, nesta etapa os dados coletados foram de natureza qualitativa e quantitativa do RCD em diferentes obras de construção, onde foram realizadas estimativas da quantidade de RCD gerados. A terceira etapa refere-se a aplicação de um questionário nas construtoras da cidade de Campina Grande vinculadas ao SINDUSCON/PB.

Situação atual dos RCD na Cidade de Campina Grande

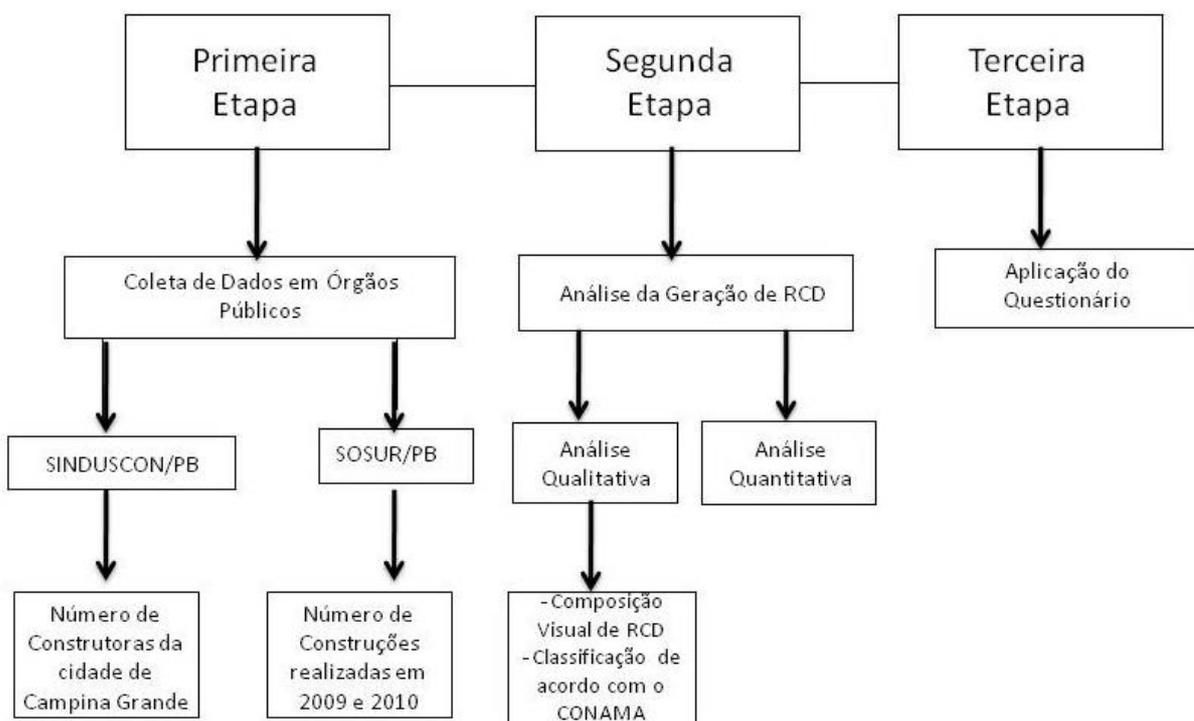


Figura 5 – Fluxograma do planejamento das atividades da pesquisa.

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE/PB

O município de Campina Grande encontra-se localizado na região Nordeste do Brasil, na porção leste do estado da Paraíba, na mesorregião do Agreste Paraibano, situado próxima à borda Oriental do Planalto da Borborema, com uma área municipal de 518 km² e área urbana de 98,5 km², situando-se a uma altitude de aproximadamente 550 metros acima do nível do mar, distante 120 km da capital do Estado, a cidade de [João Pessoa](#). O mapa da cidade é apresentado na Figura 6.

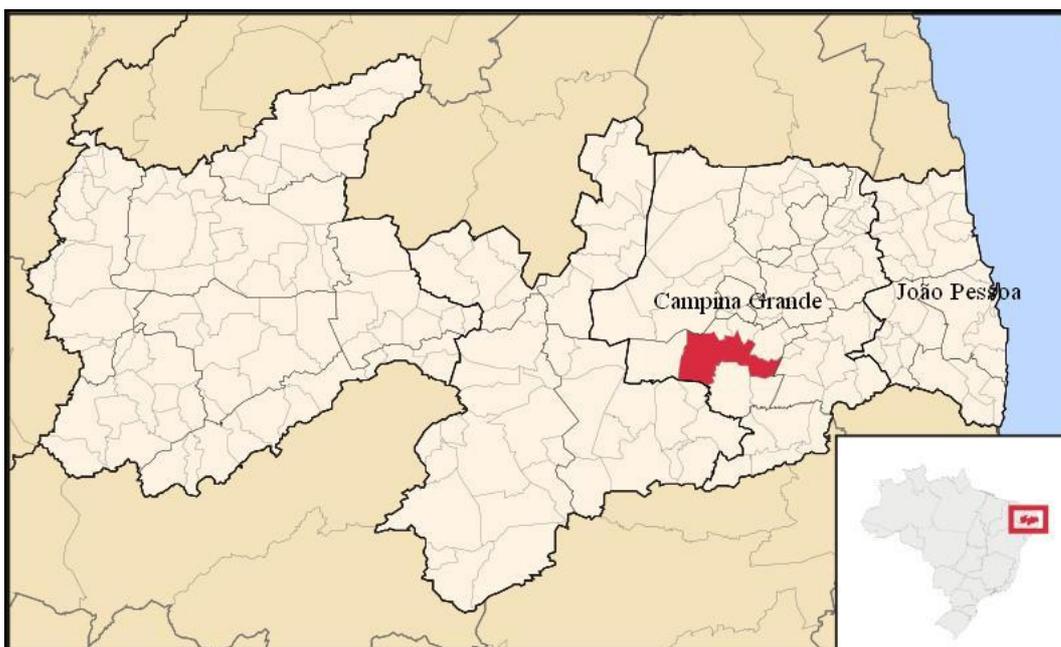


Figura 6: Mapa da Paraíba, em detalhe a cidade de Campina Grande.

Fonte: Wikimedia Commons

No Estado da Paraíba a produção per capita de resíduos sólidos urbanos é de 600g.hab⁻¹.dia⁻¹ (LEITE, et al. 2006). Campina Grande com uma população de 385 mil hab. (IBGE, 2010) é responsável pela geração diária de 226 toneladas de resíduos sólidos urbanos.

A cidade de Campina Grande foi tomada por base para testes empíricos por ser uma cidade de médio porte, e ser um pólo de influência regional. Tem ótimas referências universitárias, possuindo boa infra-estrutura comercial, o que resulta em um grande fluxo de pessoas com possibilidades de trocas de experiências. Conseqüentemente, a cidade de Campina Grande desfruta de

uma posição favorável no cenário da Paraíba e nacional. Inserida nessa conjuntura, a população campinense enfrenta problemas com a grande quantidade de resíduos sólidos urbanos produzidos e a não disponibilidade de coleta seletiva de RSU satisfatória.

As construtoras instaladas na cidade de Campina Grande atualmente desenvolvem trabalhos em diversos seguimentos da construção civil, como construção de moradias (casa e apartamentos), obras públicas terceirizadas (pavimentação de vias públicas, serviços de saneamento básico, construções de prédios públicos) e construtoras voltadas exclusivamente para fabricação de materiais de construção.

4.2. UNIVERSO AMOSTRAL

Para a primeira etapa do trabalho houve a necessidade da visita á diferentes órgãos públicos, com finalidade principal de coletar dados referentes às construções realizadas na Cidade de Campina Grande. No SINDUSCON/PB os dados coletados foram principalmente sobre o número de construtoras que atualmente são vinculadas ao órgão, pois para a pesquisa em caso, somente construtoras vinculadas ao SINDUSCON/PB foram analisadas. Na Secretaria de Obras e Serviços Urbanos de Campina Grande – SOSUR foram obtidas informações sobre o número total de construções (Prédios e residências) que ocorreram nos anos de 2009 e 2010.

Para segunda etapa do trabalho foram feitas visitas diretamente as construtoras. Atualmente 15 (quinze) construtoras são regularmente vinculadas ao SINDUSCON/PB. Foram escolhidas três construtoras para a realização da coleta de dados quantitativos e qualitativos. Estas construtoras juntas correspondiam a realizadas a construção de 11 prédios no total. No que se refere às Construtoras, o estudo delimitou-se a pesquisar somente as empresas com obras em andamento em Campina Grande, e que estivessem realizando obras de prédios (residenciais verticais).

O critério da escolha de construtoras que atualmente estavam realizando construção de prédios foi decidido mediante a quantidade de resíduos que este tipo de obra gera, em relação à construção de casas, onde os resíduos gerados na construção de um único prédio são equivalentes a

quantidade de resíduos gerados na construção de um grande número de casas, num período de tempo bem menor e agregados em uma mesma área.

Para realização da terceira etapa foi aplicado um questionário. Foi realizada uma visita ao SINDUSCOM/PB, no qual das 15 construtoras vinculadas ao órgão, 12 participaram da pesquisa.

4.3. APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

O instrumento utilizado para coleta de dados neste estudo, junto as construtoras foi um questionário que encontra-se no Apêndice A.

O questionário é uma técnica de investigação composta por certo número de opiniões apresentadas por escrito aos interessados, tendo como objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações e etc. Ele possibilita atingir grande número de pesquisados, implica em menos gastos e garante anonimato (GIL, 1999).

O questionário utilizado para as construtoras contém 9 (Nove) questões, sendo 7 (Sete) questões fechadas e 2 (abertas). As questões são colocadas de forma direta e clara com vistas à obtenção de alguns resultados como: Conhecimentos de leis ambientais por parte das construtoras e sua preocupação em cumprir a legislação ambiental, programas de gestão de resíduos que as construtoras utilizam preocupação com o destino final dos RCD que não são utilizados na própria obra, entre outras questões.

4.4. CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA e QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Em visita as construtoras, foram feitas caracterização qualitativas e quantitativas em cinco diferentes obras de construção.

4.4.1. Caracterização das obras pesquisadas

A pesquisa foi realizada em diferentes bairros da cidade de Campina Grande, a primeira obra visitada fica localizada no bairro da Dinaméria e o

restante das construções estão localizadas no bairro do Catolé. Este último bairro é considerado um bairro nobre, apresentando um grande número de construções em andamento. Na Figura 7 é vista a localização das construções nos bairros da Cidade de Campina Grande, cada construção é representada por uma estrela vermelha.



Figura 7: Localização das construções visitadas nos bairros da Cidade de Campina Grande.

4.4.2. Obra 1

A primeira obra visitada foi realizada em uma construção localizada na Av. Floriano Peixoto em Campina Grande. A Construção se tratava de um conjunto habitacional contendo cinco prédios. Cada prédio possuindo quatro andares, quatro apartamentos por andar, totalizando 16 apartamentos por prédio. Cada apartamento em média com 73m², totalizando uma área geral de apartamentos de 5840 m².

Dois dos prédios estavam na fase acabamento de impermeabilização e colocação da cerâmica interna, outros dois em fase inicial de acabamento e o quinto prédio estava em fase final da alvenaria.

Segundo o proprietário da obra nenhum entulho da obra fora descartado, e o mesmo se encontrava no local desde o início da construção.

4.4.3. Obra 2

A segunda obra caracterizada foi realizada na construção de um conjunto habitacional constituído de três prédios, localizado no bairro do Catolé.

A primeira torre a “Torre A” apresentava seis andares, com 48 apartamentos no total, cada apartamento com área de aproximadamente de 67 m². A segunda torre a “Torre B” apresentava também seis andares, com 48 apartamentos no total, com cada apartamento com a área de 74 m². A última torre, a “Torre C” apresentava somente 4 andares, e um número 32 apartamentos no total, com uma área estimada em 56 m². Os três prédios juntos apresentavam uma área total de apartamentos de 8521 m².

As três torres estavam em fase de impermeabilização interna, com aplicação de gesso e aplicação da cerâmica externa.

4.4.4. Obra 3

A terceira parte da caracterização foi realizada em uma construção de um conjunto habitacional localizada no Bairro Catolé, a obra era composta de três prédios, cada prédio em uma fase diferente.

O primeiro prédio foi projetado para 28 andares. Atualmente a obra encontra-se com 24 andares construídos, com cerca de 3 apartamentos por andar, totalizando 70 apartamentos no total, com área de 99 m² por apartamento, e área total de apartamentos de 6930 m². O Prédio encontrava-se na fase de alvenaria interna.

O segundo prédio também projetado para 28 andares, atualmente encontra-se com 20 andares construídos, com cerca de 2 apartamentos por

andar, totalizando 44 apartamentos, com área de 113 m², e área total de apartamentos de 4972 m². O prédio encontrava-se na fase de alvenaria de periferia e início da fase de alvenaria interna.

O último prédio, projetado para 28 andares, encontra-se atualmente com 10 andares construídos, com cerca de 2 apartamentos por andar, totalizando 44 apartamentos com área de 140 m², e área total de apartamentos de 6160 m². O prédio encontrava-se na fase de alvenaria de periferia.

4.5. CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS RCD

A caracterização qualitativa dos RCD, ou seja, a definição de quais materiais mais comumente é utilizada para a confecção de construções verticais na cidade em questão, foi realizada mediante a separação manual dos materiais freqüentemente encontrados nas obras de construção, dentre os quais englobavam tijolos, gesso, cerâmica, madeira, ferro, areia e cimento.

Após a separação manual, os materiais foram classificados de acordo com a resolução nº 307 do CONAMA, classificando-os por classes distintas.

4.6. CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DOS RCD

A caracterização quantitativa teve por finalidade estabelecer o volume de RCD que é desperdiçado em cada obra, bem como realizar a estimativa que quanto RCD é desperdiçado por metro quadrado construído. De acordo com a forma de acomodação dos RCD em cada obra, foi desenvolvida uma metodologia para a caracterização quantitativa dos resíduos, para isso três metodologias foram aplicadas para esta quantificação: a) Se os resíduos estivessem dispostos em pilhas contendo um único material; b) se os resíduos estivessem dispostos em pilhas contendo diversos materiais; c) se os resíduos estivessem acomodados em recipientes (tambores, latões, caçambas entre outros).

a) Se os resíduos estivessem dispostos em pilhas contendo um único material;

O primeiro passo era calcular a medida da área que a pilha de entulho ocupava. O cálculo da área foi obtido através de figuras planas que mais se aproximasse da configuração da pilha de entulho no solo. Depois de obtido o cálculo da área, a próxima etapa era a obtenção do volume total da pilha. O volume era calculado da seguinte forma:

Tendo em vista que as pilhas de entulho não apresentavam altura uniforme, houve a necessidade de obter a medida em diversos pontos da pilha para a aquisição de um valor médio da altura. Para realização desta medição, foi utilizada uma haste de ferro de 2m e uma fita métrica. Posteriormente o volume total da pilha era calculado, através dos valores obtidos do cálculo da área e da altura média.

Por último foi calculado a massa total dos resíduos. Para obtenção do cálculo da massa total, foi necessária a retirada em pontos distintos de amostras que somadas totalizavam 10% do volume total da pilha de entulho. Este processo foi realizado com auxílio de um balde de 13 litros, por meio do qual foi calculada a massa específica do material presente na pilha de entulho, através da equação (A).

$$\rho = \frac{M}{V}$$

EQUAÇÃO (A)

Onde: ρ : massa específica; M: massa (kg); V: Volume (m³).

A partir dos valores obtidos da massa específica de cada material e do volume total de cada pilha de entulho, os valores da massa total de cada pilha são conseguidos de forma indireta através da equação (A), colocando em evidência a massa.

b) Se os resíduos estivessem dispostos em pilhas contendo diversos materiais;

No início o processo se dava semelhantemente ao de pilhas um único material. Também foi calculada a medida da área e do volume, utilizando as áreas de figuras planas.

Para o cálculo do massa específico o processo de caracterização se dava de uma forma diferenciada. Previamente as pilhas contendo diversos materiais tinham de serem separadas manualmente, para que todos os materiais pudessem ser pesados de forma individual.

Em diferentes pontos da pilha de entulho foram retirados o RCD com auxílio de um balde de 13 (treze) litros, o volume total retirado foi de 10% de cada pilha.

Os 10% retirados eram encaminhados para uma nova pilha para que houvesse a separação manual dos tijolos da areia e outros materiais. Depois de separados o material foi individualmente pesado, processo este que propiciou a verificação do peso específico de cada material. Na Figura 8 é mostrado detalhadamente o processo de separação das pilhas do RCD e na Figura 9 mostra as pilhas individuais após a separação manual.

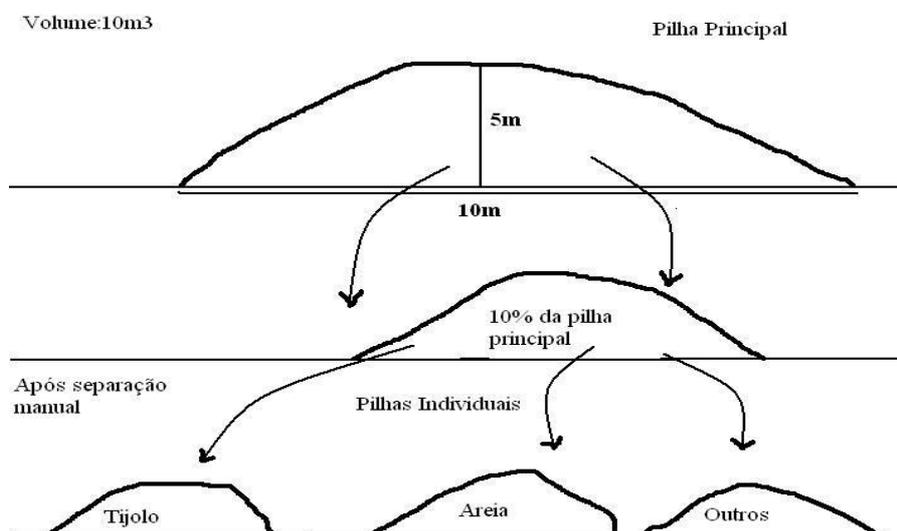


Figura 8: Esquema detalhado de separação das pilhas de RCD.



Figura 9: Separação manual dos entulhos.

- c) Se os resíduos estivessem acomodados em recipientes (tambores, latões, caçambas, jericas, entre outros).**

Se os entulhos estivessem dispostos em recipientes, o volume era medido tomando como base o volume do recipiente em que o entulho de encontrava, conforme a Figura 10. Os Principais recipientes encontrados nas obras foram às caçambas de 8m^3 , tonéis de 10m^3 , tambores de 5m^3 e jericas com capacidade de 0.128m^3 .