



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA / UFBA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

UBIRATAN HENRIQUE OLIVEIRA PIMENTEL

**ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL DA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB**

Salvador / BA

2013

UBIRATAN HENRIQUE OLIVEIRA PIMENTEL

**ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL DA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Doutorado Interinstitucional - DINTER promovido pelas Universidades Federal da Bahia-UFBA e Federal da Paraíba-UFPB, como requisito para obtenção do título de Doutor.

Orientadora Prof^a. Dr^a. Viviana Maria Zanta

Co-orientador: Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior

Salvador / BA

2013

*P644a Pimentel, Ubiratan Henrique Oliveira.
Análise da geração de resíduos da construção civil da
cidade de João Pessoa-PB / Ubiratan Henrique Oliveira
Pimentel.- João Pessoa, 2013.
188f. : il.
Orientadora: Viviana Maria Zanta
Coorientador: Gilson Barbosa Athayde Júnior
Tese (Doutorado) – UFBA-UFPB/DINTER
1. Arquitetura e urbanismo. 2. Resíduos da construção civil
(RCC) - análise. 3. Geração de RCC. 4. Depósito irregular.*

UFPB/BC

CDU: 72+711(043)

UBIRATAN HENRIQUE OLIVEIRA PIMENTEL

ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Doutorado Interinstitucional - DINTER promovido pelas Universidades Federal da Bahia-UFBA e Federal da Paraíba-UFPB, como requisito para obtenção do título de Doutor.

Aprovado em: 14 de outubro de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Viviana Maria Zanta - MAASA/UFBA
Orientadora

Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior - PPGECA/UEPB
Co-orientador

Prof. Dr. Francisco de Assis da Costa - PPGA/UFBA
Examinador Interno

Prof. Dr. Luciano Matos Queiroz - MAASA/UFBA
Examinador Externo

Prof. Dr. Valderi Duarte Leite – PPGCTA/UEPB
Examinador Externo

A minha família

Mãe: J. Donatile Oliveira Pimentel (*in memorian*)

Pai: Prof. Severino Ramos Pimentel

Esposa: Eng^a. Neveline Limeira Pimentel

Filhas: Prof^a. MSc. Eng^a. Cristine Helena Limeira Pimentel
Adv. Catarine Helena Limeira Pimentel
Prof^a. Adv. Caroline Helena Limeira Pimentel

Neto: Gabriel Pimentel Roneli

DEDICO este trabalho.

AGRADECIMENTOS

- **A DEUS,** pelo discernimento e compreensão da ciência, por estar sempre presente em minha vida e não me deixar enfraquecer diante dos obstáculos encontrados.

- Aos meus pais, J. Donatile O. Pimentel (*in memoriam*), pelo amor, pela criação e orientação aos filhos, e ao prof. Severino Ramos Pimentel, que sempre esteve ao meu lado, em todos os momentos, incentivando-me, orientando-me, ensinando-me e dedicando-se, durante todo o tempo, e com todo o seu coração e sabedoria, em todos os momentos, para que eu conseguisse concluir este trabalho.

- A minha família,

Esposa: Eng^a. Neveline Limeira Pimentel

Filhas: Profa. MSc. Eng^a. Cristine Helena Limeira Pimentel

Adv. Catarine Helena Limeira Pimentel

Profa. Adv. Caroline Helena Limeira Pimentel

Neto: Gabriel Pimentel Roneli

- Aos colegas de curso, Antônio Gualberto, Francisco Oliveira, Aluizia Lima, Araci Farias, Clovis Dias, José Reynolds, Paulo Germano, Orlando Villar, Eliezer Rolim, Liana Chaves, José Estevam, Alexandre Azedo, Maria da Penha e Hélio Silva pelos momentos de apoio, ajuda e momentos juntos durante o curso, e, em especial, ao Enildo Tales Ferreira, pelas horas incansáveis de estudos e trabalhos sobre este.

- Aos professores: Celso Luiz, Heliodório Sampaio, Francisco Costa, Gilberto Corso, Eduardo Viana, Marcos Aurélio, Eloísa Petti, pela paciência, perseverança, dedicação e por todas as orientações que me foram concedidas, e, em especial, à profa. Dra. Elizabetta Romano, coordenadora do curso, pelo apoio e incentivo em todos os momentos.

- Aos professores, Dra. Viviana M. Zanta e Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior, meus orientadores, pela ajuda, paciência, ensinamento, dedicação e atenção concedida durante todo este período de trabalho.

- A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para que este objetivo fosse concluído.

– Às empresas que colaboraram com a nossa pesquisa:

CEF - Caixa Econômica Federal, na pessoa do Eng. Otávio Alfredo Falcão de Oliveira Lima função Gerente de engenharia (1996 / 2011), atual Coordenador de Normas e Padrões de Engenharia.

CREA - Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura, na pessoa do Eng. Paulo Laercio Vieira, presidente (2006 / 2011).

PMJP - Prefeitura Municipal de João Pessoa, na pessoa do Eng. Edmilson Fonseca função Diretor do departamento de destino final e tratamento de resíduos sólidos (2007 / 2013); Eng^a. Tânia Maria Queiroga Nóbrega função diretora de Geoprocessamento e cadastro urbano (2005 / 2010).

SINDUSCON - Sindicato da Indústria da Construção Civil, na pessoa do Eng. José Irenaldo Jordão Quintans, presidente (2009 / 2012), atual vice-presidente da CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção).

Feliz é o homem que encontra, e que adquire entendimento;
Pv 3,13.

*Porque melhor é a sabedoria do que as joias; e de tudo o que se deseja nada se
pode comparar com ela.*
Pv 8,11

*O que adquire sabedoria é amigo de si mesmo; o que guarda o entendimento
prosperará.*
Pv 19,8

RESUMO

Os resíduos provenientes da indústria da construção civil têm crescido visivelmente, em todo o mundo, não sendo diferente na cidade de João Pessoa, capital do estado da Paraíba. Tal fato constitui uma grave problemática ao setor da construção civil, aos órgãos fiscalizadores, à população e ao meio ambiente. Ocorre que, os resíduos poderiam ser reutilizados ou reciclados nos próprios canteiros de obras das construções onde são gerados, e o seu correto gerenciamento minimizaria a sua saída, contribuindo para a redução da degradação do meio ambiente e, conseqüentemente, reduzindo o consumo de matérias primas naturais, muitas delas insubstituíveis. Neste trabalho, apresenta-se os resultados de uma investigação sobre a geração dos Resíduos da Construção Civil (RCC) da classe A originados na cidade de em João Pessoa, analisando as áreas de construção executadas entre os anos de 2000 à 2010, identificando os bairros que mais cresceram nos aspectos populacionais e habitacionais, bem como a massa dos RCC por eles gerados na cidade. O objetivo é estimar a quantidade de RCC em João Pessoa, analisando o volume gerado, seu destino desde sua fonte de geração à USIBEN (Usina de Beneficiamento de Resíduos de Construção e Demolição) e, ainda, a diferença entre a quantidade gerada e a que chega até a USIBEN, estimando-se à fração de deposições irregulares. O estudo estimou uma relação de $0,06 \text{ m}^3/\text{m}^2$ de área construída e $60,4 \text{ kg}/\text{m}^2$ de área construída. Do volume estimado de RCC apenas 57,8 % está sendo direcionado à USIBEN. Foi detectado diversos pontos de deposição irregular de RCC na cidade de João Pessoa, sendo os cinco maiores analisados quanto à distância dos bairros de maior geração comparativamente à distância à USIBEN.

Palavras-chave: Resíduos da construção civil (RCC); Geração de RCC, Deposição irregular.

ABSTRACT

The waste from the construction industry have grown noticeably, throughout the world, not being different in Joao Pessoa. This fact is a serious issue to the civil construction industry, regulatory agencies, the population and the environment. It turns out that the waste could be reused or recycled in the construction sites of the buildings where they are generated, and your correct management minimize your output, contributing for the reduction of degradation of the environment and, consequently, reducing the consumption of natural raw materials, many of which are irreplaceable. In this paper, we present the results of an investigation into the generation of construction Waste (RCC) of class A in João Pessoa, analyzing the construction areas performed between the years 2000 to 2010, identifying neighborhoods that have grown in population and housing aspects, as well as the mass of the RCC for they generated in the municipality. The goal is to estimate the amount of RCC in João Pessoa, analyzing the volume generated, your destination since its source of generation to USIBEN (processing plant construction and demolition waste) and, yet, the difference between the amount generated and that reaches the USIBEN estimated the fraction of irregular deposits. The study found a generation of 0.06 m³/m² and 60.4 kg/m². Found volume of RCC only 57.8% is being directed to USIBEN. Various points were of irregular deposition of RCC in João Pessoa, being the five largest analyzed regarding the distance from the neighborhoods of greatest generation compared to distance to USIBEN.

Key-words: Construction Waste (RCC); Generation of RCC, Irregular Deposition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Produção de agregados minerais no Brasil (1988 a 2010).....	31
Figura 2.2: Evolução da coleta pública corretiva das deposições irregulares de RCC na cidade de São Paulo (1993 a 2002).....	36
Figura 2.3a: Vista do bairro de Tambaú (JPA/PB).....	37
Figura 2.3b: Vista do bairro de Tambaú (JPA/PB).....	38
Figura 2.4a: Vista do bairro de Manaíra (JPA/PB).....	38
Figura 2.4b: Vista do bairro de Manaíra (JPA/PB).....	39
Figura 2.5: Composição física dos RCC em edificações na cidade de João Pessoa durante a fase de estrutura.....	58
Figura 2.6: Composição física dos RCC em edificações na cidade de João Pessoa durante a fase de acabamento.....	58
Figura 2.7: Gestão dos RCC em uma cidade de acordo com a Res. N° 307/2002 do CONAMA.....	66
Figura 2.8: Mapa representativo dos Eco-Pontos de João Pessoa (Seplan /JP).....	68
Figura 2.9: USIBEN – Usina de Beneficiamento dos Resíduos de Construção e Demolição de João Pessoa / PB.....	69
Figura 2.10: Fluxo produtivo 01 - Produtos cerâmicos.....	70
Figura 2.11: Fluxo produtivo 02 - Produtos concretos.....	71
Figura 2.12: Área de estocagem e segregação do material (interior da USIBEN).....	72
Figura 2.13: Britador de RCC (interior da USIBEN).....	73
Figura 2.14: Peneiramento do material triturado (interior USIBEN).....	74
Figura 2.15: Separação em baias (interior da USIBEN).....	74
Figura 2.16: Esteira transportadora (interior da USIBEN).....	75
Figura 2.17: Esteira transportadora com enchedeira (interior da USIBEN).....	75
Figura 2.18: Mapa de localização da USIBEN.....	76

Figura 2.19: Percurso da avenida Presidente Epitácio Pessoa.....	83
Figura 2.20: Mapa da cidade de João Pessoa representando as fases do desenvolvimento, desde a fundação até atingir a orla marítima.....	85
Figura 2.21: Litoral Norte da cidade de João Pessoa.....	86
Figura 2.22: Mapa representativo do percurso da Avenida Pres. Epitácio Pessoa e os espaços territoriais.....	87
Figura 2.23: Gráfico representativo do crescimento da cidade de João Pessoa desde a fundação até o ano de 2004	88
Figura 2.24: Evolução populacional na cidade de João Pessoa / PB.....	88
Figura 2.25: Representação do percentual da evolução populacional entre a cidade de João Pessoa, o estado da Paraíba e o Brasil.....	89
Figura 3.1: Localização de João Pessoa na ponta mais oriental do Brasil.....	91
Figura 3.2: RCC classe A, geração e segregação.....	97
Figura 3.3: RCC segregado na hora da pesagem.....	98
Figura 3.4: A cidade de João Pessoa com o limite dos bairros e os pontos de deposições irregulares estudados.....	103
Figura 3.5: Fluxograma dos trabalhos da tese para melhor entendimento da metodologia.....	104
Figura 4.1: Gráfico representativo da análise de variância das amostras estudadas para o cálculo da massa unitária.....	111
Figura 4.2: Áreas de construção das obras estudadas.....	115
Figura 4.3: Gráfico Quantil-Quantil (QQ – Plot) para a área construída da amostra (n = 18).....	116
Figura 4.4: Áreas licenciadas (CREA) em João Pessoa de 2000 a 2010.....	120
Figura 4.5: Áreas licenciadas (PMJP) em João Pessoa de 2000 a 2010.....	121
Figura 4.6: Quantidade de RCC gerados pela média das licenças fornecidas pelo CREA e PMJP e a média entre os mesmos.....	123
Figura 4.7: Gráfico representativo das licenças de habitação para a cidade de João Pessoa.....	124

Figura 4.8: Gráfico comparativo das áreas licenciadas de habitação por bairro.....	126
Figura 4.9: Deposições de RCC em locais irregulares na cidade de João Pessoa.....	126
Figura 4.10: Quantidade de RCC (t) gerada na cidade de João Pessoa encontrada na pesquisa segundo as áreas licenciadas (PMJP).....	128
Figura 4.11: Quantidade de RCC (m ³) gerada na cidade de João Pessoa encontrada segundo as áreas licenciadas (PMJP).....	128
Figura 4.12: Quantidade de RCC (m ³) mensal recebido na USIBEN de 2008 a 2010....	130
Figura 4.13: Quantidade de RCC (m ³) anual gerada na cidade e recebido na USIBEN.....	132
Figura 4.14: Mapa de espacialização dos RCC, os bairros estudados, os pontos de deposição irregular e a USIBEN.....	134
Figura 4.15: Deposição Irregular (1) no bairro Jardim dos Colibris.....	137
Figura 4.16: Mapa de espacialização de RCC do ponto de D. I. (1) / Área Residencial...	138
Figura 4.17: Mapa de espacialização de RCC do ponto de D. I. (1) e suas curvas de nível.....	139
Figura 4.18: Mapa de espacialização de RCC, do ponto de D. I. (1), os bairros estudados e a USIBEN.....	140
Figura 4.19: Deposição Irregular (2), Rua Diógenes Chianca.....	141
Figura 4.20: Deposição Irregular (2), Rua Diógenes Chianca outro ângulo.....	141
Figura 4.21: Mapa de espacialização do ponto de deposição irregular (2) / Área de grandes equipamentos.....	142
Figura 4.22: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (2) e suas curvas de nível.....	143
Figura 4.23: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (2), os bairros estudados e a USIBEN.....	144
Figura 4.24: Deposição Irregular (3) no bairro de Pedro Gondim.....	145
Figura 4.25: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (3-2) / Área de Grandes Equipamentos.....	146
Figura 4.26: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (3-1 e 3-2) / Área de Grandes Equipamentos.....	146
Figura 4.27: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (3-2) e suas curvas de nível.....	147

Figura 4.28: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (3), os bairros estudados e USIBEN.....	148
Figura 4.29: Deposição Irregular (3-1) no bairro de Pedro Gondim.....	149
Figura 4.30: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (3-1) / Área de Grandes Equipamentos.....	150
Figura 4.31: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (3-1) e suas curvas de nível.....	150
Figura 4.32: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (3), os bairros estudados e a USIBEN.....	151
Figura 4.33: Deposição Irregular (4) na cidade de Cabedelo (1).....	152
Figura 4.34: Deposição Irregular (4), na cidade de Cabedelo (2).....	152
Figura: 4.35: Deposição Irregular (4) na cidade de Cabedelo (3).....	153
Figura 4.36: Deposição Irregular (5) no bairro de José Américo (Distrito industrial de Mangabeira).....	153
Figura 4.37: Deposição Irregular (5) no bairro de José Américo no Bairro de Mangabeira (outro ângulo).....	154
Figura 4.38: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (5) / Área de Grandes Equipamentos.....	154
Figura 4.39: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (5) e suas curvas de nível.....	155
Figura 4.40: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (5), os bairros estudados e a USIBEN.....	156
Figura 4.41: Mapa da cidade de João Pessoa destacando-se os seis bairros que mais cresceram, a localização da USIBEN e os três maiores pontos de deposições irregulares estudados.....	159
Figura 4.42: Mapa de espacialização da cidade de João Pessoa destacando-se os seis bairros estudados e os quatro maiores pontos de deposição irregular da cidade.....	161
Figura 4.43: Indicação do percurso do bairro do Bessa à USIBEN.....	163
Figura 4.44: Percurso do bairro do Bessa ao ponto de deposição irregular 3.....	163
Figura 4.45: Indicação do percurso do bairro do Aeroclubes à USIBEN.....	164
Figura 4.46: Percurso do bairro do Aeroclubes ao ponto de deposição irregular 3.....	164
Figura 4.47: Indicação do percurso do bairro do Jardim Oceania à USIBEN.....	165

Figura 4.48: Percurso do bairro do Jardim Oceania ao ponto de deposição irregular 3...	165
Figura 4.49: Indicação do percurso do bairro de Manaíra à USIBEN.....	166
Figura 4.50: Percurso do bairro de Manaíra ao ponto de deposição irregular 3.....	166
Figura 4.51: Indicação do percurso do bairro de Tambaú à USIBEN.....	167
Figura 4.52: Percurso do bairro de Tambaú ao ponto de deposição irregular 3.....	167
Figura 4.53: Indicação do percurso do bairro do Cabo Branco à USIBEN.....	168
Figura 4.54: Percurso do bairro de Cabo Branco ao ponto de deposição irregular 3.....	168
Figura 4.55: Comparativo entre as distâncias dos percursos dos bairros estudados para a USIBEM, os pontos de deposições irregulares e a diferença entre as mesmas.....	171

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Participação da ICC na composição do PIB entre 2003 e 2009.....	30
Tabela 2.2: Produção de agregados minerais no Brasil (1988 a 2010).....	32
Tabela 2.3: Perdas de materiais em determinadas fases da construção.....	34
Tabela 2.4: Taxa de geração de RCC em alguns países.....	44
Tabela 2.5: Taxa de geração de RCC (t/dia e kg/hab.ano)em algumas cidades do Brasil.	45
Tabela 2.6: Média da geração de RCC em João Pessoa.....	47
Tabela 2.7: Geração de RCC em países da comunidade Europeia.....	48
Tabela 2.8: Geração de RCC em algumas obras em diversas cidades brasileiras.....	51
Tabela 2.9: Geração de RCC da classe A e demais.....	56
Tabela 2.10: Composição dos RCC em algumas cidades brasileiras.....	57
Tabela 2.11: Massa unitária encontrada em alguns estudos e suas médias.....	60
Tabela 3.1: Descrição e detalhamento dos recipientes utilizados nas pesagens.....	99
Tabela 3.2: Detalhamento das pesagens efetuadas dos RCC classe A.....	100
Tabela 4.1: Volume, massa total e massa unitária das amostras.....	106
Tabela 4.2: Análise de variância das amostras estudadas para o cálculo da massa unitária.....	108
Tabela 4.3: Resumo das obras estudadas, número de pavimentos, número de apartamentos por obra e padrão de construção.....	113
Tabela 4.4: Resumo das obras estudadas, área de construção, volume dos RCC gerados e peso dos mesmos.....	114
Tabela 4.5: Taxas de RCC (m^3/m^2) e (kg/m^2) nas obras pesquisadas.....	118

Tabela 4.6: Áreas Licenciadas (CREA) em João Pessoa de 2000 até 2010.....	120
Tabela 4.7: Áreas licenciadas (PMJP) em João Pessoa de 2000 a 2010.....	121
Tabela 4.8: Áreas licenciadas (CREA/PMJP) em João Pessoa de 2000 à 2010.....	122
Tabela 4.9: Volume de RCC (m ³) e massa (t) geradas na cidade de João Pessoa segundo as áreas licenciadas pela PMJP de 2000 a 2010.....	127
Tabela 4.10: Geração de RCC na cidade de João Pessoa e recebido na USIBEN de 2008 a 2010 e seu percentual.....	131
Tabela 4.11: Comparativa entre as distâncias percorridas (USIBEN e Dep. Irregulares).....	170

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1: Deposições irregulares de RCC em algumas cidades brasileiras e a relação percentual.....	36
Quadro 2.2: Atividades que contribuem para a redução dos RCC gerados nas obras....	50
Quadro 2.3: Quantidade de Usinas de Reciclagem de RCC entre os anos de 1991 e 2008.....	81
Quadro 2.4: Usinas de Reciclagem no Brasil, seus Estados, proprietários, ano de instalação e capacidade.....	82
Quadro 3.1: Empresas e obras pesquisadas para o trabalho.....	95
Quadro 3.2: Empresas, obras pesquisadas e áreas de construção.....	96
Quadro 4.1: Análise de variância (ANOVA) para comparar as amostras 1, 2, 3 e 4.....	108
Quadro 4.2: Teste de Scheffé.....	109
Quadro 4.3: Teste de normalidade para as áreas de construção.....	115
Quadro 4.4: Quadro representativo comparativo do número de licenças (comercial / industrial / residencial) de 2000 a 2010.....	124
Quadro 4.5: Pontos de deposições irregulares estudados, proprietários e topografias.....	135
Quadro 4.6: Pontos de deposições irregulares estudados, endereços e zoneamentos.....	136

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEPAC	Associação Nacional Produtora de Agregados
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica

C

CEF	Caixa Econômica Federal
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura

D

DI	Deposições Irregulares
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral

E

EMLUR	Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana
EPA	Environmental Protection Agency

I

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICC	Indústria da Construção Civil
INCC	Indústria Nacional da Construção Civil
ITQC	Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade na Construção Civil

M

UM	Massa Unitária
----	----------------

N

NBR	Norma Brasileira Registrada
-----	-----------------------------

P

PIB	Produto Interno Bruto
PIGRCD	Plano de Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção e Demolição
PMJP	Prefeitura Municipal de João Pessoa

R

RCC	Resíduos da Construção Civil
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos

S

SEINFRA	Secretaria de Infraestrutura
SEPLAN	Secretaria de Planejamento da PMJP
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente

U

UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
USIBEN	Usina de Beneficiamento de Resíduos da Construção Civil na cidade de João Pessoa/PB

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	22
1.1 OBJETIVOS.....	25
1.1.1 Objetivo geral.....	25
1.1.2 Objetivos específicos.....	25
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	26
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	29
2.1 A CONSTRUÇÃO CIVIL E SEUS PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	29
2.2 GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC).....	41
2.3 TAXA DE GERAÇÃO DE RCC (kg/m ²).....	50
2.4 COMPOSIÇÃO FÍSICA DOS RCC.....	52
2.5 MASSA UNITÁRIA E TAXA DE GERAÇÃO DOS RCC.....	59
2.5.1 Massa unitária (kg/m³) de RCC gerado.....	59
2.6 GERENCIAMENTO DOS RCC NA CIDADE DE JOÃO PESSOA, NO CONTEXTO DA RESOLUÇÃO CONAMA 307/2002.....	61
2.7 A USINA DE BENEFICIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (USIBEN), DA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB.....	69
2.8 A CIDADE DE JOÃO PESSOA / PB.....	83
2.8.1 Evolução da População da cidade de João Pessoa nas últimas décadas.....	84
2.8.2 Área de estudo.....	90
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	92
3.1 ESTIMATIVA DA TAXA DE GERAÇÃO DE RCC EM OBRAS NA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB.....	92
3.1.1 Estimativa do volume e massa unitária de geração dos RCC “in loco”.....	93
3.2 DETERMINAÇÃO DA ÁREA CONSTRUÍDA E LICENCIADA NOS ÚLTIMOS DEZ ANOS (2000 A 2010) NA CIDADE DE JOÃO PESSOA	100
3.3 QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DOS RCC RECEBIDOS NA USIBEN.....	101
3.4 DEPOSIÇÕES IRREGULARES DE RCC NA CIDADE DE JOÃO PESSOA....	101

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	105
4.1 MASSA UNITÁRIA DOS RCC.....	105
4.2 TAXA DE RCC (m ³ /m ²) e (kg/m ²) ENCONTRADOS NAS OBRAS CONCLUÍDAS.....	112
4.3 QUANTIDADE (t e m ³) de RCC GERADOS NA CIDADE DE JOÃO PESSOA (2000 a 2010).....	126
4.4 VOLUME DE RCC RECEBIDOS NA USIBEN.....	129
4.5 DEPOSIÇÕES IRREGULARES DE RCC NA CIDADE DE JOÃO PESSOA.....	133
4.6 ESTUDO DO PERCURSO DOS RCC NOS BAIROS ESTUDADOS.....	158
5 CONCLUSÕES.....	173
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	175
APÊNDICE	
APÊNDICE A – Modelo de formulário de coleta de dados sobre as obras conclusas pelas construtoras.....	188

1 INTRODUÇÃO

A população mundial tem crescido acentuadamente, desde o início da era Cristã, principalmente, após a Segunda Guerra Mundial. Juntamente ao desenvolvimento das atividades econômicas e ao neocapitalismo, cresceu a Indústria da Construção Civil (ICC), com consequências preocupantes, como a rápida e elevada geração de resíduos sólidos.

O intenso processo de urbanização, muitas vezes desordenado, atrelado à ineficiência de políticas públicas específicas e a um modelo de desenvolvimento econômico desigual, traz uma série de problemas urbanos, entre eles a intensa geração de resíduos da construção civil (RCC).

O crescimento da indústria da construção civil contribui para o desenvolvimento urbano, normalmente trazendo benefícios para a sociedade. Mas, sem o controle adequado, pode acarretar efeitos prejudiciais significativos e preocupantes, gerando resíduos nas obras, os quais, quando mal administrados, ao saírem dos canteiros de obras, são depositos em locais inadequados, agredindo o meio ambiente. Essas deposições causam, muitas vezes, desastrosos e irreparáveis danos à sociedade, e, para serem reparados, necessitam de elevados investimentos. As agressões ao meio ambiente e o consumo excessivo dos recursos naturais, a exemplo da retirada de areia dos rios e de pedras das jazidas, quando em grande escala, podem também degradar o meio ambiente, destruindo as jazidas minerais.

Os resíduos da construção civil (RCC) podem causar os seguintes impactos ambientais negativos: consumo desnecessário de recursos naturais, degradação ambiental e problemas de saúde pública. O gerenciamento inadequado dos RCC acarreta a necessidade de ações corretivas, que, muitas vezes, poderiam ser minimizadas, caso houvesse inicialmente ações preventivas. Para se realizar o gerenciamento dos RCC, deve-se ter conhecimento de sua taxa de geração da cidade, bem como onde são dispostos, a fim de atender as exigências legais.

Dessa forma, a gestão preventiva, deve priorizar a não geração e as formas de acompanhamento, antes de encaminhar esses resíduos para a disposição final.

Como os RCC, em sua maioria, são classe A, estabeleceu-se, neste trabalho, o uso dos mesmos determinando alguns parâmetros apresentados, no método que seriam exigidos para a análise do trabalho.

A ICC é a indústria que mais consome matérias-primas naturais, e, em algumas das grandes cidades, essas jazidas minerais já se encontram bastante distantes das áreas urbanas, o que tem contribuído para aumentar o fluxo de veículos nas estradas transportando os mesmos, acarretando consumo elevado de combustível, contribuindo ainda para o acréscimo dos custos dos insumos consumidos na obra.

A fim de melhorar o gerenciamento desses resíduos na construção civil, foram criados os programas de gerenciamento dos RCC, que orientam para a redução de entulhos nas áreas urbanas, motivo pelo qual se torna cada vez mais relevante a utilização de materiais alternativos, recicláveis e reciclados. A implantação desses programas no processo produtivo veio conscientizar, mais ainda, os construtores de suas responsabilidades, para a redução dos impactos ambientais causados pelos RCC, diante da degradação ao meio ambiente e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida da população. Ora, um projeto de gestão visa à minimização do consumo dos recursos naturais, contribuindo diretamente para redução no consumo de energia e combustível, melhorando a saúde e o bem estar da população, contribuindo diretamente, para alcançar o desenvolvimento sustentável.

Atualmente os RCC têm sido tratados com muita simplicidade e pouca preocupação, desconsiderando-se os problemas ambientais por eles causados; tal prática se verifica no dia a dia, nos logradouros públicos, ruas, calçadas, vales, córregos, nas praias, nas áreas verdes etc, causando degradações nas áreas urbanas, sem sequer ser levado em conta os problemas que poderão ser retornados, como as enchentes e os problemas de saúde pública.

Os altos índices de perdas existentes na ICC implicam no maior consumo de matérias primas naturais, ocasionando dessa forma o aumento no tráfego, pelo excesso de transporte dos mesmos, das jazidas à obra de destino, gerando transtornos e custos adicionais. Essas perdas são causadas, na maioria dos casos, pela falha nos projetos, nos detalhes, nas especificações dos materiais, na gestão durante a fase de execução das tarefas nas construções, além do uso inadequado dos materiais e, muitas vezes, de baixa qualidade. Tais falhas afetam diretamente o meio ambiente.

Essas perdas poderiam ser evitadas ou pelo menos reduzidas parte se houvesse uma melhor gestão na administração da obra, nos usos dos materiais empregados na obra e na qualificação da mão de obra para os serviços. O gerenciamento dos serviços nas construções quando sistemático e bem feito, contribui para a redução na geração dos RCC. Com isso,

haverá menor desperdício, redução na degradação ambiental conseqüentemente minimização no preço unitário da unidade final.

Nos últimos anos, com as legislações ambientais mais exigentes, os construtores estão administrando, com maior cuidado, os serviços nas obras, minimizando os desperdícios dos materiais durante a fase de construção de uma obra, pois eles são responsabilizados diretamente pela geração e destinação dos RCC e, melhorando sua gestão, com certeza, haverá melhoria nos seus lucros, com grandes benefícios socioeconômicos e ambientais para todos.

As perdas na execução das edificações são bastante diferentes entre os países, entre as regiões do país, pois essas variam, em função das técnicas aplicadas para a execução dos serviços e da especialização da mão de obra utilizada.

Atualmente os RCC representam uma enorme quantidade de resíduos relativos ao volume de resíduos sólidos urbanos. Assim, muitas cidades já estão investindo no gerenciamento mais eficaz, a fim de reduzir as deposições irregulares que são causadoras de sérios problemas de degradação ambiental. O Brasil atualmente está orientado para este gerenciamento pela Resolução CONAMA N° 307 e, em João Pessoa, pela Lei 11.176/2007.

No Brasil, como em outros países, a reciclagem dos RCC é empregada para uso direto dentro da construção civil, em bases de pavimentos e na fabricação de produtos à base de cimento, principalmente no emprego dos concretos e das argamassas.

É importante o aprofundamento do estudo e pesquisa na área de reciclagem dos RCC, pois irá contribuir diretamente para a reutilização dos mesmos nos próprios canteiros de obras como uma nova matéria prima e como consequência, o consumo dos recursos naturais e as degradações ambientais serão minimizadas.

Para a gestão dos RCC, visando à reciclagem em uma cidade, faz-se necessário conhecer primeiramente a geração dos RCC, bem como o volume gerado.

A fiscalização dos órgãos governamentais atualmente relativas aos RCC não são ainda muito atuantes. Em decorrência disso, os RCC estão sendo depositos em locais inadequados, causando problemas para a natureza e a sociedade.

Conhecendo-se o volume de RCC gerado em uma cidade, a sua taxa de geração, aliados à um método adequado de gerenciamento na produção dos serviços na Indústria da Construção Civil (ICC), constituem uma alternativa que contribui para alcançar o

desenvolvimento sustentável, permitindo a economia do capital natural, dos minerais, da energia, da água, e ainda o saneamento ambiental com a redução da poluição do ar, da água, do solo e do sub-solo.

Este trabalho contribui para conhecer a taxa de geração e a identificação da quantidade de RCC gerados na cidade de João Pessoa, observando-se ainda os maiores pontos de deposição irregular dos RCC, mostrando a razão dessas ações, bem como comparando a quantidade de RCC que chega à disposição final na USIBEM.

A cidade de João Pessoa tem crescido bastante nos últimos anos e, como consequência deste crescimento acentuado, os RCC da cidade têm aumentado bastante, sendo observado, em alguns pontos da cidade, o acúmulo de tais resíduos. Parte dos RCC não está sendo destinada à Usina de Beneficiamento dos resíduos da construção e demolição de João Pessoa (USIBEN), mas sim a pontos de deposições clandestinas, contrariando a legislação vigente.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a geração de RCC de classe A na cidade de João Pessoa/PB, com a evolução do quantitativo de edificações durante o período compreendido entre os anos de 2000 a 2010, caracterizando quantitativamente o volume desses resíduos e analisando ainda o fluxo dos mesmos na USIBEN, entre o ano de 2007, ano da sua instalação à 2010.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Determinar a massa unitária (kg/m^3) do RCC de algumas obras, desde suas fundações, até a conclusão da cobertura;

- b) Determinar a taxa de geração de RCC classe A nas obras na cidade de João Pessoa / PB (kg/m^2 e m^3/m^2);
- c) Quantificar as áreas licenciadas e construídas no período de 2000 à 2010 em João Pessoa, determinando a geração de RCC (m^3 , ton) das obras pesquisadas neste período;
- d) Estabelecer o fluxo de massa dos RCC na USIBEN, das obras concluídas entre os anos de 2008 e 2010;
- e) Identificar as principais áreas de deposição irregular de RCC em João Pessoa;
- f) Identificar os percursos dos RCC desde sua geração até a sua disposição final na USIBEN e nos maiores pontos de deposições irregulares;

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta tese apresenta comentários sobre a importância da análise e conhecimento da situação dos RCC nas cidades, mostrando a precariedade das informações sobre as ocorrências da situação desses nas áreas urbanas. Mostra ainda a ocorrência dos desperdícios de materiais existentes na Indústria da Construção Civil (ICC) contribuindo para os impactos ambientais nas áreas urbanas causadas pela geração dos RCC.

Esta tese é constituída de seis capítulos:

Introdução

Neste capítulo, apresenta-se uma breve introdução deste trabalho apresentando aspectos gerais sobre o tema da pesquisa, sua justificativa e importância, bem como seus objetivos e a estrutura da mesma.

Revisão de Literatura

Neste capítulo, tem-se a revisão da literatura necessária para desenvolvimento do trabalho, abordando a influência dos Resíduos da Construção Civil que afetam o meio ambiente e a relação com ênfase relativa ao reaproveitamento.

Material e Métodos

Neste capítulo apresenta-se a cidade de João Pessoa, local do desenvolvimento deste estudo, obtendo-se a área construída na cidade durante os anos de 2000 a 2010. Em seguida, apresentou-se a USIBEN – Usina de Beneficiamento dos Resíduos da Construção e demolição e os processos construtivos lá existentes.

Em seguida foram estudadas, em várias construtoras, as obras que nelas foram executadas, obras concluídas (18 un) durante o ano de 2010, construções residenciais, padrão médio/alto, edificações verticais, verificando-se o volume e peso dos RCC encontrados nessas obras. Para as obras em andamento (02 un), acompanhou-se os serviços nas mesmas durante as fases de fundações, estruturas, alvenarias e coberturas, fazendo-se a segregação do material classe A, calculando-se o volume e o peso do mesmo, para se encontrar o valor da massa unitária dos mesmos. Posteriormente, aplicou-se essa massa aos valores encontrados nas obras concluídas e se obteve a massa de RCC classe A, calculando-se em seguida as taxas (kg/m^2) e (m^3/m^2) geradas ao longo da execução das obras estudadas. Posteriormente aplicou-se esta taxa às áreas licenciadas pela PMJP e encontrou-se a massa de RCC gerado na cidade. Conhecendo-se essa massa, verificou-se a quantidade de RCC que se entregava à USIBEN e constatou-se que havia uma fração desses resíduos que não era destinada à USIBEN. Verificou-se também que havia pontos de deposições irregulares nas áreas urbanas da cidade; identificaram-se os cinco maiores pontos de deposição irregulares, sendo quatro deles (01, 02, 03 e 05) dentro da cidade de João Pessoa, e um deles (04) estava situado nos limites das cidade de João Pessoa e Cabedelo, mas se encontrava dentro da cidade de Cabedelo. Posteriormente se estudou o percurso dos mesmos dos bairros que mais cresceram a esses pontos de deposições irregulares comparando-se com o percurso para a USIBEN, e verificou-

se que o ponto de maior representatividade (03) estava dentro da cidade de João Pessoa, e mais próximo a esses bairros.

Resultados e Discussão

Neste capítulo, apresenta-se a análise e discussão dos resultados da evolução da população, das áreas construídas, nos últimos dez anos estudados. Com o estudo das obras concluídas, encontrou-se a taxa de geração nas dezoito (18) obras, aplicando-se esta taxa sobre as áreas construídas e licenciadas na PMJP, conseguindo-se desta forma os volumes de RCC gerados durante o período estudado. Estudou-se também a distância do percurso no transporte destes volumes de RCC gerados nos bairros de maior geração, comparando-se a distância entre esses bairros, os pontos de deposições irregulares e a USIBEN. Em seguida, verificou-se o volume de RCC que estava sendo deposta na USIBEN, constatando-se que parte dessa geração não está sendo encaminhada a USIBEN.

Conclusões

Neste capítulo apresentam-se as conclusões finais do trabalho.

Referências

Neste capítulo, indicam-se as referências bibliográficas utilizadas que embasaram esta pesquisa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CONSTRUÇÃO CIVIL E SEUS PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS

A construção civil acompanha o crescimento e o adensamento de centros urbanos, sendo responsável, ao mesmo tempo, por parte do crescimento econômico, geração de renda e emprego no País, mas também por impactos ambientais negativos decorrentes da falta da correta gestão de suas atividades.

O setor da construção civil, segundo Sjöström (2000), é o maior setor econômico, contribuindo com cerca de 25% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial, sendo considerado um dos maiores degradadores do meio ambiente.

A Tabela 2.1 apresenta a participação da ICC na composição do PIB brasileiro durante os anos de 2003 a 2009, segundo IBGE 2009.

A CONSTRUBUSINESS 2001 observa que a ICC gera 3,63 milhões de empregos diretos, sendo a maior empregadora no setor industrial, gerando para cada 100 empregos diretos 285 indiretos, sendo esta atividade a mais importante para a nação, representando ainda 70% do investimento da economia brasileira.

A ICC é uma das atividades socioeconômicas mais importantes do país envolvendo desde o consumo de matérias primas, a construção propriamente dita, até a geração de RCC. Estima-se que esse setor gera mais de 3,9 milhões de empregos (SOUZA *et al.*, 2004)

Segundo IBGE (2011), no ano de 2008, esta indústria empregou 6,9 milhões de trabalhadores, o que demonstra sua capacidade de manter o nível de geração de empregos no país. Pela sua importância na geração de renda e empregos, entende-se que a construção civil deve buscar melhores formas de gestão, especificamente dos seus resíduos evitando prejuízos ambientais.

Esse crescimento na indústria, entre os anos de 2001 e 2008, quanto à geração de empregos, aumentou 90,08%, demonstrando que o crescimento acompanha a evolução populacional que também é acompanhada pelo índice de construção para a população.

Tabela 2.1: Participação da ICC na composição do PIB entre 2003 e 2009

Ano	Valor corrente (bilhões de reais)	Percentual do PIB (%)
2003	68.943	4,7
2004	84.868	5,1
2005	90.228	4,9
2006	96.287	4,7
2007	111.201	4,9
2008	126.551	4,9
2009	146.783	5,3

Fonte: IBGE, 2009.

John (2000) cita que o percentual estimado do consumo de recursos naturais utilizados pela construção civil encontra-se entre 15 a 50%. O mesmo autor estima ainda que a ICC brasileira consumia, em 2000, aproximadamente 210 milhões de toneladas de agregados naturais por ano, somente na produção de argamassas e concretos, afirmando ainda que a maioria deles são não renováveis, o que corresponde aproximadamente 33% do total anualmente utilizado por toda sociedade. Cita ainda que a ICC consome aproximadamente 4,5 % do total de energia e que destes, 84 % são gastos na fase de produção desses minerais.

A ICC é a maior consumidora de agregados naturais. A Tabela 2.2 e Figura 2.1 (ANEPAC, 2011) apresentam a produção dos agregados graúdos (brita) e agregados miúdos (areia) durante os anos de 1988 a 2010.

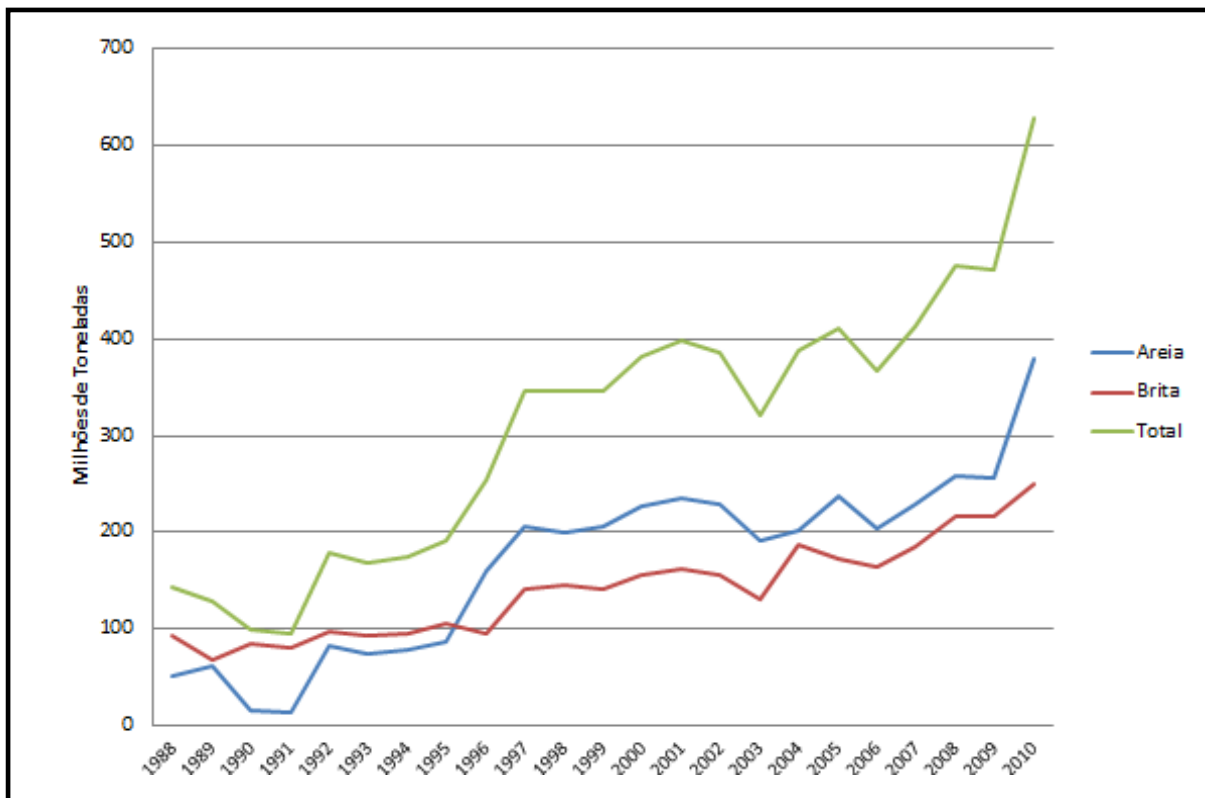


Figura 2.1: Produção de agregados minerais no Brasil (1988 a 2010)
Fonte: ANEPAC (2011), DNPM (Sumário mineral brasileiro 2010).

Entre os anos de 1988 e 2000, de acordo com a Tabela 2.2, a produção de agregados teve um crescimento considerável, mas entre os anos de 1995 e 2000, período de estabilização da moeda, esse crescimento acentuou-se e, no ano de 2000, chegou a mais de 10 % em relação ao ano de 1999.

Agregados, areia, cascalho e pedra são produtos essenciais para a ICC, e esses são insubstituíveis. Mesmo com a grande queda observada nos países desenvolvidos, a partir da crise imobiliária e bancária de 2008, o mundo ainda consumiu um elevado quantidade de agregados em 2010. Esse consumo aparentemente não irá reduzir e, portanto, o nível de consumo dos recursos minerais (agregados) pela ICC possivelmente será mantido pelos países desenvolvidos para que a população possa desfrutar do conforto da vida moderna (VALVERDE, 2001).

Na Tabela 2.2, observa-se a produção de agregados minerais no Brasil (de 1988 a 2010), podendo destacar-se pequenas quedas nesses consumos relativo ao grande crescimento, tais como, entre os anos de 1989 a 1991, 1992 a 1993, 2002 a 2003 e 2005 a 2006, mas, nos

demais anos, ocorre sempre um crescimento considerável e, muitas vezes, superior as quedas, destacando-se mais esse crescimento entre os anos de 2009 e 2010 (Tabela 2.2).

O consumo excessivo desses agregados, a forma ineficiente do seu uso dentro da ICC e o manuseio inadequado dos mesmos, durante a execução das obras, na construção civil, gerando desperdício e ineficiência ao processo construtivo, causam também alguns impactos ambientais negativos ao meio ambiente.

Evangelista *et al.*, (2010) argumenta que os impactos ambientais causados pela ICC podem ser atenuados através da reciclagem dos RCC no próprio canteiro de obras, uma vez que esse procedimento reduz consideravelmente a quantidade de resíduos depositos irregularmente.

Tabela 2.2: Produção de agregados minerais no Brasil (1988 a 2010)

Ano	Areia (10 ⁶ t)	Brita (10 ⁶ t)	Total (10 ⁶ t)
1988	51	93	144
1989	62	67	129
1990	15	85	100
1991	14	81	95
1992	82	97	179
1993	75	93	168
1994	79	96	175
1995	87	105	192
1996	159	96	255
1997	205	141	346
1998	200	146	346
1999	205	142	347
2000	226	156	382
2001	236	163	399
2002	230	156	386
2003	191	130	321
2004	201	187	388
2005	238	172	410
2006	203	165	368
2007	229	185	414
2008	259	217	476
2009	256	216	472
2010	379	250	629

Fonte: ANEPAC (2011) – DNPM (Sumário, mineral brasileiro 2010).

Devido à crescente necessidade de promoção do desenvolvimento sustentável, a ICC tem sido pressionada a adequar seus processos construtivos, seja na qualificação da mão de obra ou no uso racional dos materiais e serviços (MORAIS, 2006), minimizando, dessa forma os desperdícios nos canteiros de obras.

Por perdas de materiais entende-se as diferenças entre o consumo efetivado e o consumo estimado nos memoriais descritivos e planilhas orçamentárias dos custos unitários dos serviços pré-estabelecidos no planejamento da obra. Essa perda pode representar elementos desnecessários ou desperdiçados na própria obra e, como RCC, poderá ser reaproveitada. Esses desperdícios podem ser causados pela falta de conhecimento dos operários na execução dos serviços executados, muitas vezes, pela simples omissão dos profissionais da administração da obra em orientar com eficiência as formas de reaproveitamentos, reutilização ou reciclagens.

Soibelman (1993) explica, de outra forma, a diferença entre as palavras perdas e desperdício. Enquanto as perdas ocorrem de forma evitável e não evitável, os desperdícios ocorrem apenas de forma evitável. Além dos resíduos causados diretamente pela má execução e gestão das obras, soma-se ainda os resíduos ocorridos pelas embalagens que chegam protegendo os materiais a serem empregados na construção, além dos materiais orgânicos gerados na própria obra.

Pinto (1989b) realizou pesquisa de abrangência nacional, com o objetivo de medir as perdas de materiais nos processos construtivos. Paliari (1999) afirma que essa pesquisa permitiu a identificação de aspectos até então não abordados, avançando significativamente no estudo da questão de perdas e desperdícios.

Segundo Pinto (1999), no Brasil, as perdas dos materiais construtivos na etapa da construção das edificações são elevadas, conforme pesquisa realizada em doze cidades apresentadas na Tabela 2.3.

Tabela 2.3: Perdas de materiais em determinadas fases da construção

Materiais	Pinto (1)	Soibelman (2)	ITQC (3)
Concreto Usinado	1,5%	13%	9%
Aço	26%	19%	11%
Blocos e tijolos	13%	52%	13%
Cimento	33%	83%	56%
Cal	102%	-	36%
Areia	39%	44%	44%

Fonte: Pinto, T. P. (1999).

(1) Valores de uma obra (PINTO, 1989).

(2) Média de 5 obras (SOIBELMAN, 1993).

(3) Mediana de diversos canteiros (SOUZA *et al.*, 1998).

Os RCC muitas vezes, são depositos em locais irregulares, como em terrenos baldios, calçadas, vales etc., causando obstrução no escoamento e percurso das águas, provocando, inundações, assoreamento de ruas, deslizamento de terras, principalmente nas áreas urbanas, chegando a interferir na saúde pública, causando ônus aos cofres públicos. Os mesmos normalmente são constituídos de materiais heterogêneos, de diferentes complexidades, como restos de pinturas e produtos químicos, encontrando-se, às vezes, resíduos orgânicos, como alimentos e resíduos de vegetação. Esses resíduos se decompõem liberando efluentes gasosos ou líquidos que podem poluir o ambiente, atrair vetores de doenças, além da degradação visual.

As deposições irregulares dos RCC são decorrentes de questões culturais, sociais, políticas, educacionais, administrativas e econômicas. Elas formam nichos ecológicos de muitas espécies de vetores doenças como ratos, baratas, moscas, bactérias, fungos etc.

Schneider (2003) afirma ainda que essas deposições também contribuem diretamente para a poluição visual, enquanto que Dias (2004) complementa ainda que além dessa também acarreta a poluição no ar, no solo e na água. Essas deposições afetam diretamente a sociedade, principalmente no que tange à saúde pública da população, mas continuam recebendo um tratamento corretivo e não preventivo insuficiente e paliativo do

poder público municipal, que apenas custeia a mão de obra e o transporte para coleta dos resíduos e sua disposição final (SCHNEIDER, 2003).

Tais soluções são totalmente ineficientes, pois não atingem a sua total remoção, o que incentiva a sociedade a continuar depositando os resíduos nos locais não atendidos pela limpeza pública (PINTO; GONZALES, 2005).

As soluções atualmente adotadas para o combate as deposições irregulares nas cidades são, em grande parte, corretivas, rotineiras e têm significado sempre nas atuações em que os gestores se mantêm como coadjuvantes dos problemas, segundo Gaede (2008), mais onerosa que as soluções preventivas.

Cassa *et al.*, (2001) cita que o distanciamento cada vez maior das áreas de disposição de resíduos encarece o custo unitário na ICC, contribuindo para as deposições irregulares e provocando degradação ambiental em torno das grandes cidades. Segundo o mesmo autor, o distanciamento e o crescente volume de bota-foras são fatores preocupante para as ações corretas da coleta e da disposição final dos RCC, pois esses custos são elevados, o que contribui para as deposições irregulares serem mais acentuadas.

Schneider (2003) investigou possíveis causas dessas deposições nos logradouros públicos, visando a proposição de ações para a implementação de políticas públicas relacionadas a limpeza urbana das cidades. Baseado nas informações dos órgãos públicos, o autor estimou o volume de RCC oriundos das coletas corretivas entre os anos de 1993 até 2002 na cidade de São Paulo (Figura 2.2).

No Quadro 2.1, observa-se pontos de deposição irregular em algumas cidades e o percentual dos RCC das deposições irregulares *versus* RCC gerados na década de 90, o que demonstra um volume acentuado de tal situação.

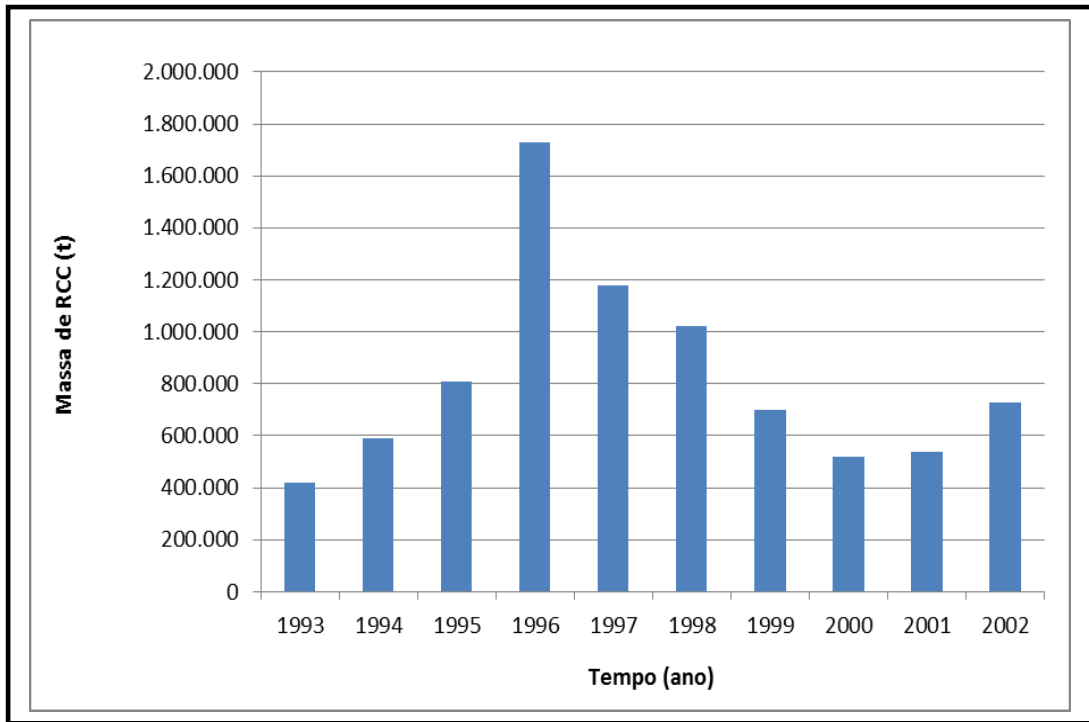


Figura 2.2: Evolução da coleta pública corretiva das deposições irregulares de RCC na cidade de São Paulo (1993 a 2002)

Fonte: Adaptado de Schneider (2003).

Quadro 2.1: Deposições irregulares de RCC em algumas cidades brasileiras e a relação percentual

Cidade	Ano	Pontos de deposição	(%)
Ribeirão Preto / SP	1995	170	11
Santo Andre / SP	1997	383	12
Vitória da Conquista / BA	1998	62	25
São José do Rio Preto / SP	1997	1.431	33
São José dos Campos / SP	1994	150	47
Jundiaí / SP	1997	226	-

Fonte: Pinto (1999).

Carneiro (2005) mostra que, com o mapeamento das deposições irregulares dos RCC e a indicação dos locais para as disposições corretas e autorizadas pelos órgãos fiscalizadores, pode-se avaliar os impactos ambientais e estimar a geração dos RCC.

Em uma pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007), o processo de verticalização das principais cidades do estado alterou o perfil da habitação no estado da Paraíba. O interesse, a escolha e o crescimento das construções verticais vêm crescendo em grande escala, na cidade de João Pessoa, tendo havido um grande acréscimo no processo de urbanização, devido ao elevado crescimento populacional, principalmente na orla marítima, e como consequência aumentando muito o número de habitações verticais. Esse crescimento na ICC vem gerando muito RCC que, por falta de regulamentação, até o ano de 2007, vinha sendo depositado em locais irregulares conhecidos como “bota foras” (FONSECA *et al.*, 2007). Esse crescimento em edificações residenciais de padrão médio alto, edificados em grande volume na orla marítima e tipo vertical, (Figuras 2.3a e 2.3b) bairro de Tambaú e (Figuras 2.4a e 2.4b) bairro de Manaíra, têm contribuído muito para o acréscimo das deposições irregulares, o que estão sendo combatidos e gerenciados pela CONAMA 307/2002, Lei municipal de João Pessoa N° 11.176/2007 e o PIGRCD de João Pessoa 2007.



Figura 2.3a: Vista do bairro de Tambaú (JPA/PB)

Fonte: Autor da pesquisa (jun/2013).



Figura 2.3b: Vista do bairro de Tambaú (JPA/PB)
Fonte: Autor da pesquisa (jun/2013).



Figura 2.4a: Vista do bairro de Manaíra (JPA/PB)
Fonte: Autor da pesquisa (jun/2013).



Figura 2.4b: Vista do bairro de Manaíra (JPA/PB)

Fonte: Autor da pesquisa (jun/2013).

Para a destinação final adequada dos RCC, a cidade de João Pessoa possuía até o ano de 2007 do aterro metropolitano situado à margem da BR 101, no bairro de Mussuré, aproximadamente 15 km do centro urbano de João Pessoa, possuindo uma área de 100 ha e área útil de 30 ha, mas apenas uma pequena parte dessa área era disponibilizada para recepção dos RCC (FONSECA *et al.*, 2007).

A partir de 10/10/2007, visando a atender a Resolução N° 307 do CONAMA, a PMJP publicou a Lei N° 11.176 instituindo o Sistema de Gestão Sustentável dos RCC e o PGRCC, e criou a USIBEN.

Os RCC, em sua maioria, quando separados e reciclados, podem ser transformados em novas matérias primas com qualidades físico-químicas adequadas ao uso na ICC, na fabricação de pré-moldados e na pavimentação das vias públicas (FONSECA *et al.*, 2007).

No intuito de evitar que as deposições irregulares aumentem, são necessários estudos sistemáticos e cuidadosos dos RCC, para se ter conhecimento da quantidade gerada, das taxas dos mesmos na cidade e ainda, definições corretas dos possíveis locais de disposição para os mesmos. Quanto aos estudos de reciclagem dos RCC, já existem muitos comprovando o valor e uso dos mesmos e já se encontram bem difundidos, tais como, Hansen (1992); Vyncke e Rousseau (1993); Simons e Hendriks (1993); Hendriks *et al.*, (1998); Collins (1998); Van Der Wegen e Haverkort, (1998); Buttler, M. B. (2003); Brito, J. de (2005); Jadovski, I. (2005); John, V. M.; Ângulo, S. C.; Kalnk, H. (2006); Tenório, J. J. L. (2007); Viana, K. S. C.; Souza, S. F. L.; Nóbrega, C. C. (2008); Lima, J. A. R. de (2008); Miranda, L. F. R.; Angulo, S. C.; Careli, E. D., (2009); Melo, A. V. S. (2010); Carneiro, A. P.; Cassa, J. C.; Quadros, B.E.; Costa, D.B.; Sampaio, T.S.; Alberte, E. P. B. (2011), dentre outros que demonstram necessidades, condições, usos e viabilidade dos RCC reciclados como matérias primas na ICC, mostrando que o mercado dos RCC deve crescer, pois os mesmos têm boa aceitação e influência na confecção dos concretos.

Trabalhos outros como Dhir *et al.* (1999), Pinto (1999), John (2000), Banthia e Chan 2000), Dias *et al.*, (2001a), revelam um grande potencial de reciclagem, demonstrando as necessidades, suas técnicas e aplicações para os trabalhos desenvolvidos na construção civil, direcionando sempre os resíduos gerados à reciclagem.

Os autores desses estudos afirmam que os RCC gerados podem ser reciclados e utilizados na ICC em elementos não estruturais. Como agregados reciclados variam em cada região, é recomendável estabelecer determinados parâmetros como segregação, estudo granulométrico e composição dos reciclados, no intuito de se obter as condições de uso, frisando, ainda, que até o momento tais agregados são mais adequados na utilização de elementos não estruturais.

Por fim, abordam os autores a gestão diferenciada para a construção civil, reduzindo a geração de RCC e melhorando a qualidade dos trabalhos nos canteiros de obras, de forma que possam contribuir para uma obra mais limpa, econômica e produtiva.

2.2 GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)

Zordan (2012) afirma que uma das grandes causas da geração dos RCC é a falta de conhecimento cultural e técnico do reuso, da reutilização e da reciclagem. A vida útil de uma edificação está programada para uma faixa de 50 a 100 anos, mas depende muito da composição e utilização de seus componentes (KIBERT *et al.*, 2000).

Outras causas geradoras de RCC são os desastres naturais, como terremotos, avalanches, enchentes, dentre outros, e ainda aqueles que são causados pelo próprio homem, como as guerras, falhas de execução na obra, em qualquer de suas fases, projetos, execução e/ou manutenção (BANTHIA; CHAN, 2000).

Como já foi mencionado, os RCC, em uma edificação, derivam de perdas de materiais nos próprios canteiros de obras, durante as fases: Fase 01 - Obra em execução, Fase 02 – Obra pronta, que gera pequenos volumes ocasionados pelas manutenções e reformas que são necessárias para o bom funcionamento do imóvel ou para correções de problemas de patologia existentes, Fase 03 – Fim da vida útil, quando se geram volumes consideráveis.

A maneira como se gerenciam os trabalhos de uma construção interfere diretamente na geração dos RCC, e Llatas (2011) mostra que a qualidade do projeto referente a edificação à ser construída interfere diretamente na quantidade de RCC gerados. O mau planejamento na fase de projetos e a grande falha na execução dos mesmos sem observar os métodos e processos construtivos são um dos grandes responsáveis pela geração dos RCC nos canteiros de obras. As falhas nas definições, e os detalhamentos insuficientes nos projetos, unidos à qualidade inferior dos materiais disponíveis no mercado, adicionando-se ainda uma mão de obra não qualificada, a ausência de procedimentos operacionais, controle na execução das tarefas contribuem para a geração de RCC (LIMA; TAMAI, 1998, *apud* DALTRO FILHO *et al.*, 2005 *apud* SILVA, 2008).

Os custos destes desperdícios ficam distribuídos, não só pelo consumidor final das edificações, mas também pela sociedade, que irá arcar com custos de remoção e tratamento dado aos mesmos, quando depositos irregularmente. As deposições irregulares dos RCC nas cidades ocasionam grandes transtornos à sociedade, exigindo ainda das cidades elevados investimentos para correção do problema e adequação à legislação em vigor.

Por esta razão, para a minimização dos problemas gerados pelos RCC a segregação na fonte entre os diferentes tipos de materiais dentro do próprio canteiro de obras é uma etapa essencial pois facilitará o reúso, a reutilização e a reciclagem interna no canteiro de obras.

No Brasil, segundo SINDUSCON/SP (2005), 50% dos RCC são originários da construção informal em canteiros de obras, provenientes de perdas físicas. Para Souza (1999), a geração de RCC é causada pela falta de gerenciamento e acompanhamento na execução das tarefas nos canteiros de obras.

A estimativa da geração média, *per capita*, anual dos RCC no Brasil está estimada em aproximadamente 500 kg/hab.ano (PINTO, 1999). Observando-se os dados do IBGE para a população brasileira com aproximadamente 190.732.694 habitantes (IBGE, 2010), e considerando ainda que 80% da mesma, 152.586.155 habitantes, vivem no meio urbano, se observa um montante aproximado de resíduos, estimado em 76.293.077,60 t/ano em áreas urbanas.

John (2000) e Costa (2012) apresentam dados referentes a estudos estimativos efetuados por diversos autores sobre a produção per capita anual de RCC em diferentes países mostrados na Tabela 2.4a.

Observa-se na Tabela 2.4 que há uma grande variação na taxa de geração dos RCC entre os países estudados, aproximadamente entre 320 kg/hab.ano em Portugal a 3.660 kg/hab.ano, na Alemanha, sugerindo que tal diversidade depende muito do tipo e uso dos materiais empregados nas construções, da qualificação da mão de obra, da atuação da fiscalização e da tecnologia desenvolvida no país da execução dos serviços, não podendo esquecer-se da vida útil dessas edificações, e ainda outras peculiaridades relativas ao local e ao momento. É importante também destacar a composição dos RCC gerados pois esses variam consideravelmente entre países devido as características dos materiais que foram utilizados na execução das edificações, conduzindo portanto a diferenças significativas dos valores dessas gerações entre países.

Os Resíduos da Construção Civil provenientes das reformas e demolições são bem inferiores aos gerados na indústria da construção; Pera (1996) cita que os resíduos provenientes das demolições na Europa ultrapassam 50% dos RCC e de acordo com Poon *et al.*, (2001), em Hong Kong, o resíduo gerado na construção civil confirma o volume bastante superior ao gerado nas demolições.

Sabe-se que os RCC representam normalmente os maiores volumes dos resíduos sólidos gerados, e dentro da construção civil se encontram em maior volume, os da classe A. Segundo Ângulo et al (2005), os RCC da Classe A são a maioria e correspondem a 90% em diversos países, assim como no Brasil; Hendriks (2000) confirma também essa predominância na Europa e em alguns países asiáticos, o que foi confirmado por Huang *et al.*, (2002).

Na Tabela 2.4 desconsiderando-se a informação referente ao Brasil e, considerando todas as demais, calculando-se o valor médio das informações de todos os demais estudos de diversos países obteve-se o valor médio de 984 kg/hab.ano. Fazendo-se a comparação deste do valor desta taxa encontrada com a taxa média do Brasil que é de 495 kg/hab.ano, percebe-se que nesses estudos o Brasil gera aproximadamente 47% do volume de RCC gerado nos estudos relatados em outros países.

A Tabela 2.5 apresenta as informações das taxas de geração dos RCC (kg/hab.ano) e (t/dia) geradas em algumas cidades brasileiras, encontrada em alguns trabalhos e ainda a taxa de geração percapta (kg/hab.ano) encontrada para o Brasil, Pinto (1999). Observa-se que para os trabalhos estudados, se obteve a média de 493 kg/hab.ano, o que apresentou um valor bem próximo ao valor de 495 kg/hab.ano referenciado por Pinto (1999). Observa-se nessa tabela uma maior uniformidade quanto a taxa de RCC gerada que a encontrada na Tabela 2.4, demonstrando que dentro de um mesmo país há uma maior uniformidade dos valores encontrados.

Nesses estudos, observa-se que a média da taxa de geração (t/dia) está com um valor aproximado de 1.004 t/dia e essa taxa em (kg/hab.ano) ficou em 493 kg/hab.ano; o valor da taxa analisada para outros países ficou em 984 kg/hab.ano (Tabela 2.4).

Dessa forma, esses estudos encontra-se com uma média inferior à média dos estudos efetuados nos países da Tabela 2.4, concluindo-se que a geração média por habitante/ano no Brasil é de aproximadamente 50 % da geração média dos países estudados, ou seja, a geração dos países estudados é de aproximadamente duas vezes mais que a geração no Brasil (Tabela 2.4).

Tabela 2.4: Taxa de geração de RCC em alguns países

Localidades	Taxa de Geração percapta (kg/hab.ano)	Fonte
Alemanha	900 - 3.660	Jonh (2000)
Áustria	3.272	E.C. (1999) <i>apud</i> Santos (2007)
Bélgica	730 - 3.366	Jonh (2000)
Brasil	230 a 760	Pinto (1999);
Canadá	690	Ruberg (1999) <i>apud</i> Violin (2009)
Dinamarca	440 - 2.010	Jonh (2000)
Espanha	331	E.C. (1999) <i>apud</i> Santos (2007)
Estados Unidos	463 a 584	EPA (1998) Peng, Grosskopf, Kibert (1994); \ John (2000)
Europa Ocidental	700 a 1.000	Pera (1996) <i>apud</i> Jadovski (2005)
Finlândia	1.841	E.C. (1999) <i>apud</i> Santos (2007)
França	403	E.C. (1999) <i>apud</i> Santos (2007)
Grécia	191	E.C. (1999) <i>apud</i> Santos (2007)
Holanda	820 - 1.300	Jonh (2000)
Hong Kong	~ 1.500	Poon et al., (2001);
Inglaterra	820 - 1.120	Jonh (2000)
Itália	600 - 700	Jonh (2000)
Irlanda	518	E.C. (1999) <i>apud</i> Santos (2007)
Japão	780	Jonh (2000)
México	330	Ruberg (1999) <i>apud</i> Violin (2009)
Portugal	320	Jonh (2000)
Reino Unido	880 - 1.120	Jonh (2000)
Suécia	136 - 680	Jonh (2000)
Suiça	~ 450	Milani (1990) <i>apud</i> Pinto (1999)
Média	984	
Brasil	495	Pinto (1999);

Fonte: Adaptado de John *et al.*, (2000); e Costa (2012).

Tabela 2.5: Taxa de geração de RCC (t/dia e kg/hab.ano) em algumas cidades do Brasil

Localidades	Taxa de Geração (ton/dia)	Taxa de Geração percapta (kg/hab.ano)	Fonte
Belo Horizonte /MG	1200	450	Construção (1996) <i>apud</i> Leite (2001); Sinduscon / MG (2005)
Blumenau /SC	331	450	Sardá e Rocha (2003);
Campinas / SP	1258	540	Silveira (1993) <i>apud</i> Neto (2005); Xavier e Rocha (2001)
Curitiba	-	240	Ruberg (1999) <i>apud</i> Violin (2009)
Diadema / SP	-	400	Pinto (1999)
Feira de Santana / BA	276	-	Freitas <i>et al.</i> , (2003)
Florianópolis	636	814	Xavier (2000) <i>apud</i> Neto (2005) Xavier e Rocha (2001)
Governador Valadares /MG	-	338	Athayde Junior <i>et al.</i> , (2004)
Guaratinguetá	60	-	Oliveira <i>et al.</i> , (2004)
Guarulhos / SP	-	380	Pinto (1999)
João Pessoa /PB	140	495	Melo <i>et al.</i> , 2006; Fonseca <i>et al.</i> , (2007)
Jundiaí / SP	712	887	Leite (2001); Xavier e Rocha (2001)
Lençóis Paulista / SP	-	670	Manfrinato (2008)
Maceió / AL	1100	330	SLUM (1997) <i>apud</i> Vieira (2003); Ruberg (1999) <i>apud</i> Violin (2009)
Passo Fundo	-	550	Bernardes (2006)
Pelotas / RS	-	449	Tessaro <i>et al.</i> , (2012)
Piracicaba / SP	-	580	Pinto (1999)
Porto Alegre / RS	1100	310	Lovato (2007)
Recife / PE	-	237	Carneiro (2005)
Ribeirão Preto / SP	1043	710	Leite (2001); Pinto (1999)
Rio de Janeiro	863	320	Nunes (2004) <i>apud</i> Afonso (2005); Ruberg (1999) <i>apud</i> Violin (2009)
Salvador / BA	2750	390	Nunes (2004) <i>apud</i> Afonso (2005); Freitas <i>et al.</i> , (2003)
Santo André - SP	1013	587	Leite (2001); Xavier e Rocha (2001)
São Carlos / SP	381	704	Marques Neto (2005); Marques Neto (2010)
São José do Rio Preto/SP	687	660	Leite (2001); Pinto (1999)
São José dos Campos/ SP	733	535	Leite (2001); Xavier e Rocha (2001)
São Paulo / SP	5260	394	PMSP (2005); Olilveira <i>et al.</i> , (2004)
Taubaté	230	-	Oliveira <i>et al.</i> , (2004)
Vitória da Conquista BA	310	400	Leite (2001); Pinto (1999)

Fonte: Adaptado de Costa (2012); Silva (2008); Lovato (2007); Marques Neto (2005); Affonso (2005).

A falta de informações sobre a geração dos RCC, em grande parte das cidades brasileiros, é preocupante. Isso ocorre, porque os gestores municipais priorizam o gerenciamento dos resíduos domésticos, uma vez que os consideram predominantes sobre os demais resíduos sólidos urbanos (SANTOS, 2007).

Marques Neto (2005) apresenta um diagnóstico dos RCC na cidade de São Carlos/SP, utilizando a metodologia de Pinto (1999), quantificando os volumes de RCC pela estimativa de área construída entre os anos de 1999 a 2002, constatando uma geração “*per capita*” de 1,93kg/hab.dia, considerada alta em relação à geração dos resíduos domiciliares, e quantificando ainda os volumes removidos pelas empresas coletoras e pelo monitoramento dos volumes descartados nas áreas de deposições irregulares desses resíduos. Enfatiza ainda que esse método apresenta dificuldades em decorrência do número excessivo de áreas de descarte clandestinas e ainda da impossibilidade de acompanhamento físico em cada ponto de descarte por um longo período. O mesmo autor mapeou ainda 28 áreas de descarte dos RCC na cidade de São Carlos, além de avaliar a situação local relativo aos impactos, reforçando a tese da mudança das atuais situações corretivas e insustentáveis. Mostrou ainda que a composição dos RCC produzidos na cidade possui um enorme potencial reciclável, o que favorece a minimização na geração dos mesmos, procurando-se utilizar as políticas de reciclagem.

Oliveira *et al.*, (2008) cita que a composição dos RCC são influenciados pelo tipo de material que foi utilizado na obra para execução dos serviços, pelo tratamento dado aos mesmos após sua geração, acrescido ainda ao processo de gerenciamento aplicado aos mesmos dentro e fora dos canteiros de obras. Morais, G. M. (2006) referencia que em obras de demolições, os resíduos de tijolos e concretos são os que aparecem com maior representatividade no volume dos RCC gerados.

Viana (2009) apresenta em seus estudos, a taxa de geração média (kg/m^2) dos RCC anual nas construções verticais na cidade de João Pessoa, Tabela 2.6.

A autora pesquisou 13 obras verticais em João Pessoa, em fases divergentes, fundações, estruturas, alvenarias e acabamentos, em busca de analisar a gestão dos RCC nos canteiros de obras, em observância à legislação vigente. Em seu trabalho, afirma que as obras pesquisadas não atendem à legislação, devido à falta de conscientização e ineficácia das fiscalizações públicas. Em seguida, verificou que a média desses estudos foi de 209,03 kg/m^2 .

Tabela 2.6: Média da geração de RCC na cidade de João Pessoa

Empresa	Área da construção (m²)	Geração resíduos (m³/ano)	Geração de resíduos (kg/ano)	Geração resíduos anual (kg/m²)
1	3.851,17	120,00	180.000,00	46,74
2	17.217,73	576,00	864.000,00	50,18
3	1.794,36	60,00	90.000,00	50,16
4	1.389,96	60,00	90.000,00	64,75
5	1.373,70	1.200,00	1.800.000,00	1.310,33
6	650,00	144,00	216.000,00	332,31
7	4.900,00	672,00	1.008.000,00	205,71
8	6.100,00	120,00	180.000,00	29,51
9	5.800,00	120,00	180.000,00	31,03
10	1.163,48	120,00	180.000,00	154,71
11	6.800,00	576,00	864.000,00	126,32
12	1.455,00	120,00	180.000,00	123,71
13	1.125,00	144,00	216.000,00	192,00
Média				209,03

Fonte: Viana (2009).

As fontes geradoras da cidade possuem conhecimento da existência da Res. CONAMA N^o 307/2002, bem como da Lei Municipal N^o 11.176/2007, mas não atendem regular e prontamente ao disposto, demonstrando ainda que as ações isoladas, geradores sem fiscalização, não são suficientes para se evitar a geração dos RCC nas áreas urbanas, criando dessa forma os impactos ambientais nessas áreas. A conscientização dos geradores, unidas a fiscalização do poder público como consta no Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC) são suficientes para o cumprimento do plano de gerenciamento em cada obra, evitando-se as degradações nas áreas urbanas devido à geração dos RCC.

Melo *et al.*, (2006), em estudo sobre o diagnóstico dos problemas dos RCC em João Pessoa, mostram que a geração desses resíduos na cidade é da ordem de 4.200 t/mês. Os autores analisaram pontos de deposições irregulares no ano de 2003 e ainda o montante que eram entregues em uma área pública, até o ano de 2004, denominada “Lixão do Roger”. O volume final dos RCC foi encontrado através de entrevistas feitas à Autarquia Municipal Especial de Limpeza Urbana (EMLUR) e a três empresas privadas coletoras licenciadas pelo

governo municipal. Os entrevistados afirmaram que, do volume coletado pelas empresas, 70% destes (média) eram depositados no aterro, e 30%, em local indicado pelo gerador. Como o aterro estava situado a uma distância média de 25 km e se cobrava ainda uma taxa de R\$7,50 (sete reais e cinquenta centavos) por tonelada de resíduos coletados, essa distância, seu percurso no tráfego, acrescido ao tempo gasto para a entrega e ainda o custo cobrado no Lixão do Roger contribuíam, para que os transportadores destinassem os mesmos aos locais de deposições irregulares, pois economizava combustível, tempo e não havia ainda taxas a serem pagas.

No intuito de se conscientizar a redução das deposições irregulares dos RCC gerados nas áreas urbanas, faz-se necessário conhecer as situações dos mesmos, quando são reciclados, e os seus usos, fazendo-se ainda a comparação com essa geração em outros países; dessa forma se apresenta na Tabela 2.7, alguns estudos onde se tem a geração dos RCC nos países estudados (t/mês), o percentual do mesmo que é reciclado e descartado.

Motta *et al.*, (2003) *apud* Affonso (2005), apresentam a geração dos RCC nos países da Comunidade Europeia e os respectivos percentuais de reciclados e descartados, Tabela 2.7.

Observa-se, na Tabela 2.7, que, dos países analisados, aproximadamente 43% possuem um percentual de material reciclado acima de 41%; e 57% desses países não estão trabalhando muito com o uso da reciclagem dos RCC, deixando um percentual bem maior dos RCC para o descarte.

Tabela 2.7: Geração de RCC em países da comunidade Europeia

País	Entulho (mil t/ mês)	% reciclado	% descartado
Alemanha	59	17	83
Inglaterra	30	45	55
França	24	15	85
Itália	20	09	91
Espanha	13	< 5	> 95
Holanda	11	90	10
Bélgica	07	87	13
Áustria	05	41	59
Portugal	03	< 5	> 95
Dinamarca	03	81	19
Grécia	02	< 5	> 95
Suécia	02	21	79
Finlândia	01	45	55
Irlanda	01	< 5	> 95

Fonte: Mota *et al.*, (2003) *apud* Affonso (2005).

Tamai (1989) *apud* Maclaren e Yu (1997) cita que existem três iniciativas básicas e importantes para a redução da geração do resíduo, que são:

- a) A redução na origem, diminuindo o volume e/ou o peso do resíduo gerado;
- b) A reutilização no processo produtivo, podendo esse ser aproveitado na composição original ou em uma de suas etapas, sem necessidade de uma transformação no mesmo;
- c) A reciclagem, ou seja, a transformação ou o seu reaproveitamento como matéria-prima, em novos produtos, após algumas modificações físicas, químicas ou biológicas.

Pinto (2005) demonstra que o SINDUSCON, a fim de contribuir para a redução na geração dos RCC nas áreas urbanas, fez um estudo implantando, em caráter experimental, o Programa de Gestão Ambiental dos Resíduos nos Canteiros de Obras. Fez uma parceria com onze construtoras do país para a cooperação com este trabalho em seus canteiros de obras, aplicando a metodologia operacional e ambiental em seus trabalhos, procurando:

- a) Eliminar os desperdícios quando possível;
- b) Minimizar os mesmos caso não consigam atingir o item acima;
- c) Segregar os RCC mínimos gerados;
- d) Reusar os mesmos em seus próprios canteiros de obras;
- e) Destinar os mesmos, quando não conseguirem eliminar dentro dos próprios canteiros, aos locais próprios de reciclagem (usinas);
- f) Nas cidades onde não houver usinas orientar e encaminhá-los aos locais licenciados da cidade.

No final do programa experimental de redução de RCC, identificaram-se alguns fatores com os respectivos percentuais que contribuíram para a redução na geração dos mesmos, como visto no Quadro 2.2

Quadro 2.2: Atividades que contribuem para a redução dos RCC gerados nas obras

Atividades	Percentual (%)
Melhoria no processo produtivo	49
Reúso dos RCC nos canteiros de obras	33
Melhoria nos projetos à serem executados	16
Outros	2

Fonte: Pinto (2005).

Logo é extremamente importante o Plano de Gerenciamento dos RCC exigido pela Resolução 307/2002 na execução de uma obra, pois os procedimentos de redução, reutilização e reciclagem, durante o período de execução da mesma, irão contribuir para a minimização dos custos dos serviços, e, conseqüentemente, os custos unitários finais da edificação, como também permitirá uma maior eficiência de reaproveitamento.

2.3 TAXA DE GERAÇÃO DE RCC (kg/m^2)

Na Tabela 2.8, apresenta-se a geração (kg/m^2) e (m^3/m^2) de área construída dos RCC encontradas em algumas pesquisas efetuadas em algumas cidades brasileiras. Para se conseguir os respectivos valores, foram utilizados métodos variados com características individualizadas. Já para os valores de Monteiro *et al.*, (2001), não há uma indicação dos procedimentos metodológicos efetuado nos estudos. Posteriormente se encontrou a média dos estudos, que ficou aproximadamente $96 \text{ kg}/\text{m}^2$ e $0,08\text{m}^3/\text{m}^2$; em seguida, fez-se o comparativo entre os estudos efetuados, o valor encontrado no Brasil, nos países desenvolvidos e na Espanha. Nela também se encontra ainda a geração (kg/m^2) no Brasil e também nos países desenvolvidos (MONTEIRO *et al.*, 2001). Também se tem ainda essa geração na Espanha, encontrada por Solis Guzman *et al.*, (2009).

Observa-se ainda, na Tabela 2.8, que a média dos estudos ($96 \text{ kg}/\text{m}^2$) já se encontra bem inferior ao valor encontrado para o Brasil no trabalho de Monteiro *et al.*,

(2001), que, à época, era de 300 kg/m^2 , e podendo ainda enquadrá-lo na geração dos países desenvolvidos (MONTEIRO *et al.*, 2001), que era menor que 100 kg/m^2 .

Tabela 2.8: Geração de RCC em algumas obras em diversas cidades brasileiras

Fonte	Taxa de geração estimada - kg/m^2	Taxa de geração estimada - m^3/m^2	Localidade
Andrade <i>et al.</i> , (2001)	49,58	-	São Paulo / SP
Careli (2008)	104,49 a 115,82	-	São Paulo / SP
Carneiro (2005)	69,28 a 86,41	0,08	Recife / PE
Costa (2012)	106,63	-	João Pessoa / PB
Freitas (2009)	99,11	-	Batatais / SP
Levy e Helene (1997)	-	0,08	-
Marques Neto e Schalch (2010)	137,02	-	São Carlos / SP
Miranda <i>et al.</i> , (2009)	115,80	-	São Paulo / SP
Neto (2007)	-	0,08	-
Pinto (1999)	150	-	São Paulo / SP
Silva (2007)	97,51	0,10	Belo Horizonte
Sardá (2003)	49	-	Blumenau / SC
Souza (2005)	89,68	-	Uberlândia / MG
Vasconcellos (2004)	-	0,06	-
Viana (2009)	209,03		João Pessoa / PB
Média dos estudos	96	0,08	
Monteiro <i>et al.</i> , (2001)	300	-	Brasil
Monteiro <i>et al.</i> , (2001)	< 100,00	-	Países desenvolvidos
SOLIS Guzman <i>et al.</i> , (2009)	107,60	-	Espanha

Fonte: Autor da pesquisa.

2.4 COMPOSIÇÃO FÍSICA DOS RCC

Em 2002 foi editada a Resolução CONAMA N° 307/2002, revista pelas Resoluções CONAMA N° 348/2004 e N° 431/2011 que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC, visando o reaproveitamento, sempre que possível. Apresenta a forma de classificá-los em função da sua composição física do seu potencial de reaproveitamento, e a responsabilidade do gerador.

No que tange à Resolução N° 307/2002 do CONAMA, os RCC são classificados segundo características em função do seu aproveitamento, uso e sua identificação quanto a saúde da população.

A Resolução faz uma classificação dos mesmos em quatro classes, A, B, C e D, em função do potencial de destinação ou seja:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados; devem ser encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura, tais como:

- a) De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis para outras destinações; devem ser encaminhados as áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura, tais como plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação; devem

ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

IV - Classe D - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção; deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Essa resolução já sofreu alteração nos itens II – Classe B e III – Classe C, conforme estabelecido na Resolução 431/2011 do CONAMA, datada de 24/05/2011.

Sofreu também alteração no item IV – Classe D, conforme estabelecido na Resolução 348/2004 do CONAMA, datada de 16/08/2004, classificando o amianto como resíduo perigoso, entrando em vigor a partir da data desta publicação, alterando o parágrafo IV e dando uma nova redação como segue:

IV - Classe “D”: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto e outros produtos nocivos à saúde.

Os RCC também são definidos, orientados e legislados segundo a NBR 10.004/2004, a qual envolve a identificação do processo ou a atividade que lhes deu origem e ainda seus constituintes, cujos impactos podem ser prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. A referida classificação é assim estabelecida:

- a) Resíduos perigosos classe I - quando as propriedades físicas, químicas e infectocontagiosas representam riscos a saúde pública o ao meio ambiente;
- b) Resíduos não perigosos não inertes - Aqueles que, apesar de não apresentar riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, ainda assim, podem ser biodegradáveis, combustíveis ou possuidores de solubilidade em água.
- c) Resíduos não perigosos e inertes - Aqueles que, quando submetidos a ensaios de solubilização (NBR 10.006), não liberam compostos que ultrapassem os padrões de potabilidade da água, excetuando cor, turbidez, dureza e sabor.

Pinto (1999) informa que, nos canteiros de obras convencionais, nas cidades de São Carlos/SP e Santo André/SP, os resíduos de argamassas são os que predominam na composição dos RCC, com 64%, seguidos pelos tijolos com 18%, os componentes cerâmicos com 11,1%, os concretos com 4,2% e todos os demais com 2,7%. Já na China predominam os concretos, com 31,2%, seguidos por lixo, solo com 23,8%. Na Bélgica, predomina a alvenaria com 45,2% e o concreto com 38,2%. Em Toronto, no Canadá, predomina a madeira com 34,8% e o entulho de agregados e cerâmicos com 24,1%.

Para Viana (2009), a composição dos RCC gerados nos canteiros de obras depende não só do método construtivo empregado, mas também da etapa em que se encontra a obra. A mesma reforça que grande parte dos RCC gerados é formado por materiais potencialmente recicláveis, tais como concreto, argamassa, tijolos cerâmicos, o que representa um fator bastante positivo e importante para a gestão dos mesmos.

Com a implantação da Resolução CONAMA N° 307/2002, da Lei municipal de João Pessoa N° 11.176/2007, e a instalação da USIBEN (Usina de Beneficiamento dos Resíduos da Construção e Demolição), a cidade de João Pessoa deu início a uma administração mais atuante sobre os RCC, com mais atenção, dedicação e orientação; dessa forma, todas as pessoas envolvidas com os trabalhos de geração dos RCC passaram a se preocupar mais, averiguando e analisando com mais cuidado, dedicação e atenção a quantidade gerada pelos mesmos e preocupando-se mais com as taxas geradas com a má execução dos serviços nas obras. A área acadêmica passou a pesquisar mais sobre suas causas e controles, e os profissionais da construção civil passaram a fazer o reúso e a segregação dos mesmos dentro dos canteiros de obras, observando e orientando melhor o destino final que é imposto.

Zordan (2001 e 2005) afirma que os RCC são considerados um dos mais heterogêneos dentre os resíduos sólidos, pois são constituídos de quase todos os tipos de materiais empregados na referida indústria e sua composição química encontra-se vinculada à composição de cada um de seus constituintes. Este autor reforça que os RCC são constituídos de restos de quase todos os materiais dos serviços executados em uma obra tais como, argamassas, cerâmicas, concretos, metais, pedras, tijolos, madeira etc.

A diversidade na composição dos RCC entre as regiões do país justificam a sua heterogeneidade (CARNEIRO, 2005).

A composição dos RCC depende dos materiais empregados nas construções das edificações e do método construtivo utilizado. Em Toronto, por exemplo, 35% dos RCC gerados são madeira, de acordo com SAWANA (1993) *apud* PINTO (1999); já na Bélgica, o percentual de madeira gerado é de 2%, representando o concreto e alvenaria aproximadamente 83%, demonstrando que a divergência decorre dos materiais empregados na construção. Com isso percebe-se a importância da análise da composição dos RCC, de sua segregação, e da gestão bem definida e detalhada dentro e fora dos canteiros de obras, a fim de se ter uma destinação e uniformidade mais adequada e coerente para o correto reuso dos mesmos em serviços específicos e mais adequados.

Ferraz *et al.*, (2001) afirma que 65% da composição dos RCC tem origem mineral, e essa predominância dos minerais nos mesmos contribui para a elevação da massa unitária dos resíduos, pois sendo sua composição constituída, na maioria, de minerais e possuindo estes uma massa unitária superior aos demais materiais, essa composição possuirá as características dos seus constituintes. Como a granulometria dos RCC é inferior a maioria dos minerais constituintes, qualquer trabalho com os mesmos acarretará também um acréscimo no percentual de poeira. A grande maioria dos RCC é denominada de classe A, e estes possuem massa unitária variando entre 1.490 a 2.220 kg/m³ (ANGULO, *et al.*, 2005).

Embora se tenha ainda o ferro e o alumínio com alto percentual de reciclagem, os mesmos possuem um percentual de geração bem pequeno. Como se pode observar, existe um percentual bastante alto dos RCC da classe A, podendo este ser reutilizado nos próprios locais onde são gerados, e ainda outra parte pode ser reciclada e utilizada na própria indústria como uma nova matéria prima, denominada agregado reciclada.

A Tabela 2.9 apresenta vários estudos referentes a composição dos RCC em algumas cidades demonstrando que, em todos os trabalhos, os RCC pertencentes à classe A são maioria, e que o percentual para as demais classes é bastante pequeno. O percentual da classe A encontra-se acima de 90% e apenas em seis estudos dos vinte e dois apresentaram esse percentual inferior; quanto ao percentual das demais classes, é bastante pequeno o que demonstra a necessidade de uma maior atenção e estudo para os RCC da classe A. Verificou-se também na Tabela que os RCC classe A dos estudos possuem uma média aproximada de 92,98% e 7,02% dos mesmos são constituídos das demais classes. Sabe-se que a composição dos RCC gerados depende dos materiais utilizados, da qualificação da mão de obra e fiscalização dos serviços, contribuindo dessa forma para que essa composição varie de região

para região. Verifica-se ainda nesse estudo que existem algumas cidades do nordeste do Brasil, dessa forma se fez ainda a seleção dessas cidades, Salvador, Maceió, Recife e Campina Grande, e verificou-se a média dos estudos dessas cidades que estão próximas ao local do estudo, encontrando-se uma média de 90,68% para os RCC da classe A e 9,32% para os demais tipos.

Tabela 2.9: Geração de RCC da classe A e demais

Ítem	Autor / Ano	RCC Classe A (%)	RCC dem. Classes (%)	Cidade
1	Ângulo e John (2006)	90,00	10,00	
2	Bernardes <i>et al.</i> , (2008)	93,90	6,10	
3	Brito Filho (1999)	95,00	5,00	São Paulo / SP
4	Carneiro (2005)	89,00	11,00	Recife / PE
5	Carneiro <i>et al.</i> , (2001)	94,00	6,00	Salvador / BA
6	Costa (2012)	93,00	7,00	
7	Fonseca <i>et al.</i> , (2007)	99,30	0,70	
8	Freitas (2009)	99,11	0,89	
9	Latterza (1996)	99,10	0,90	
10	Latterza (1997)	99,50	0,50	
11	Leite (2001)	84,43	15,57	
12	Lovato (2007)	89,00	11,00	Porto Alegre / RS
13	Manfrinato (2008)	96,00	4,00	Lençóis Paulista / SP
14	Marques Neto e Schalch (2006)	88,00	12,00	São Carlos / SP
15	Miranda (2009)	79,60	20,40	
16	Monteiro <i>et al.</i> , (2001)	92,00	8,00	
17	Nóbrega (2002)	82,00	18,00	Campina Grande / PB
18	Pinto (1999)	99,20	0,80	
19	Silva (2007)	98,26	1,74	
20	Tessaro <i>et al.</i> , (2012)	88,00	12,00	Pelotas / RS
21	Vieira (2003)	97,70	2,30	Maceio / AL
22	Zordan (1997)	99,50	0,50	Ribeirão Preto / SP
	Média 1	92,98	7,02	
	Média 2	90,68	9,32	

Observações:

Média 1 - Média de todos os estudos da Tabela

Média 2 - Média dos estudos das cidades do nordeste do Brasil

Fonte: Autor da pesquisa.

Ângulo (2000) *apud* Karpinski *et al.*, (2009), afirma que os RCC no Brasil não representam grandes riscos ambientais, em razão de suas características químicas e minerais serem semelhantes aos agregados naturais, entretanto podem apresentar outros tipos de resíduos como óleos, pinturas e asbestos de telhas de cimento amianto, que alteram significativamente as características dos mesmos.

Ângulo e John (2006) citam que os RCC gerados no Brasil são predominantemente de materiais inorgânicos não metálicos, complementado por Carneiro (2005) que afirma que sua composição está estritamente ligada às características das fontes geradoras (construções, reformas, demolições), dependendo ainda do período ou fase em que a obra se encontra. Enfatizam ainda os mesmos autores que o poder contaminante dos RCC das demolições é maior que o dos das construções, uma vez que os primeiros, possivelmente são constituídos por tipos de materiais diversos ou até mesmo perigosos, como cimento amianto e pintura à base de chumbo.

Na Tabela 2.10, encontram-se dez (10) estudos, onde se obtém a composição dos RCC de algumas cidades brasileiras, destacando-se e comprovando que o volume dos RCC da Classe A, em sua maioria, sendo analisado por tipo de resíduo quais sejam concretos/argamassa, solo/areia, cerâmica, rochas e outros.

Tabela 2.10: Composição percentual dos RCC em algumas cidades brasileiras

Cidades/Material Constituinte	Concreto/argamassa (%)	Solo e areia (%)	Cerâmica (%)	Rochas (%)	Outros (%)
Campina Grande/PB (1)	20,00 / 10,00	34,00	1,00	9,00	18,00
Lençóis Paulistas/SP (2)	68,00	7,00	21,00	-	4,00
Maceió/AL (3)	27,82 / 18,65	48,15	3,08	-	2,30
Porto Alegre/RS (4)	44,00	23,00	19,00	3,00	11,00
Pelotas/RS (5)		88,00			12,00
Recife/PE (6)	44,00	23,00	19,00	3,00	11,00
Ribeirão Preto/SP (7)	58,50	-	20,80	20,20	0,50
Salvador/BA (8)	53,00	22,00	14,00	5,00	6,00
São Carlos/SP (9)	29,00	9,00	40,00	10,00	12,00
São Paulo/SP (10)	33,00	32,00	30,00	-	5,00

Fonte: Adaptado.

(1) Nóbrega (2002) / (2) Manfrinato (2008) / (3) Vieira (2003) / (4) Lovato (2007) / (5) Tessaro *et al.*, (2012) / (9) / (6) Carneiro (2005) - Projeto Entulho Limpo / PE (2004) (7) Zordan (1997 / (8) Carneiro *et al.*, (2001) Projeto Entulho Bom / BA (2001) / (9) Marques Neto e Schalch (2006) / (10) Brito Filho (1999).

percentual de geração dos RCC nas obras. Apresentou em seu estudo essa geração, em duas fases da obra, na Figura 2.5 o percentual dessa composição durante a fase de estruturas, enquanto na Figura 2.6 apresenta esse percentual durante a fase de acabamento.

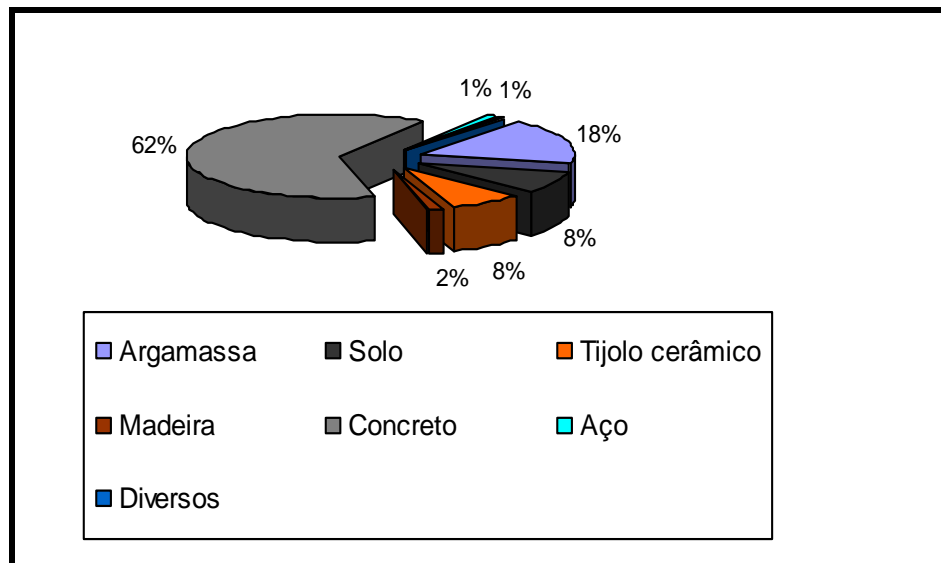


Figura 2.5: Composição física dos RCC em edificações na cidade de João Pessoa durante a fase de estrutura
Fonte: Viana (2009).

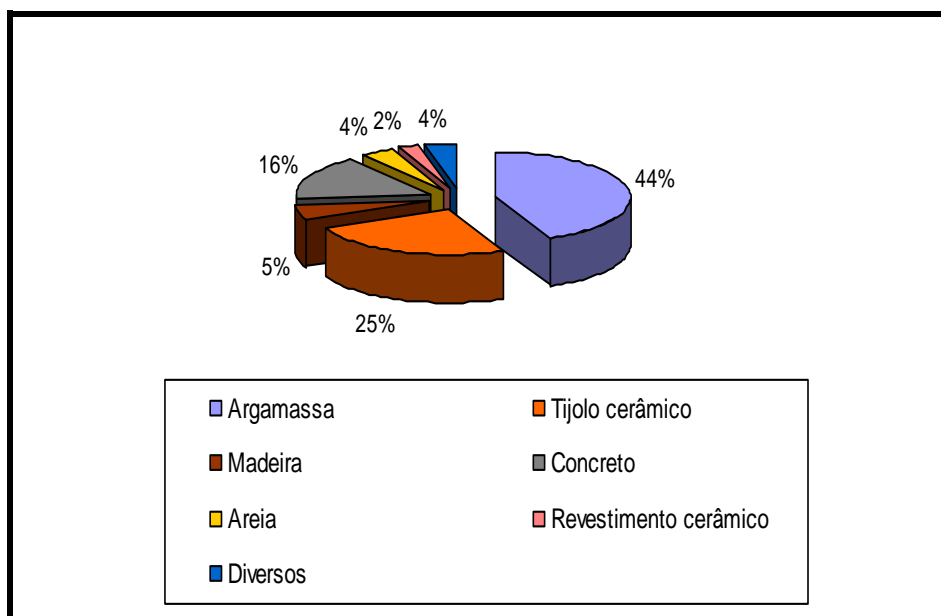


Figura 2.6: Composição física dos RCC em edificações na cidade de João Pessoa durante a fase de acabamento
Fonte: Viana (2009).

2.5 MASSA UNITÁRIA E TAXA DE GERAÇÃO DOS RCC

2.5.1 Massa unitária (kg/m^3) de RCC gerado

Para obter mais conhecimento dos RCC, é importante também o estudo das taxas como massa unitária (kg/m^3) e taxas geradas (kg/m^2) nas obras, no intuito de analisar e fazer comparativos com os elementos convencionais.

Quanto a massa unitária dos RCC da classe A, verifica-se que a mesma não varia muito, pois os RCC da classe A são bem uniformes de região para região. A massa unitária depende muito do padrão construtivo e de materiais empregados na execução dos serviços na construção das edificações, podendo alterar um pouco em função da etapa dos serviços que estão sendo executados, pois, no momento da execução das estruturas e alvenarias, os processos construtivos e os materiais empregados divergem um pouco para a fase dos acabamentos; dessa forma, o volume dos vazios no momento da pesagem no recipiente da segunda fase é bem inferior que a primeira, o que poderá alterar um pouco. Outro cuidado também é que essa pesagem deve ser executada sempre em dias ensolarados, para se evitar a umidade nas amostras.

A Tabela 2.11 apresenta a massa unitária (kg/m^3) dos RCC de algumas pesquisas já existentes, indicando ainda o tipo de RCC que foi utilizado para o cálculo da massa unitária. Observa-se que, dos dez estudos pesquisados, apenas em dois não foi caracterizado o tipo do RCC das amostras dessa forma, encontrou-se a média de todos os estudos e obteve-se 1.259 kg/m^3 . Posteriormente separaram-se os estudos das amostras que utilizaram apenas os RCC dos concretos e se obteve a média de 1.335 kg/m^3 ; em seguida, verificou-se a média dos estudos que utilizaram os concretos e as alvenarias e se encontrou uma média de 1.167 kg/m^3 ; para finalizar, encontrou-se a média dos estudos que não foram caracterizados e se obteve uma média de 1.340 kg/m^3 . Dessa forma, fica comprovado que a composição dos RCC depende das características dos materiais que foram gerados, e, com isso, sua massa acompanha os valores conforme as características dos materiais que lhes geraram, ou seja, os

RCC que foram gerados de concreto possuem uma massa superior aos RCC que foram gerados de blocos de vedação.

Tabela 2.11: Massa unitária encontrada em alguns estudos e suas médias

Item	Fonte	Massa Unitária kg / m ³	Tipo do RCC
01	Ângulo <i>et al.</i> , (2011)	1.000	alv. e conc.
02	Carneiro 2005	1.364	alv. e conc.
03	Carneiro <i>et al.</i> , (2000)	1.156	alv. e conc.
04	Chakradhara Rao, Bhattacharyya e Barai (2011)	1.340	concreto
05	Costa (2012)	1.025	alv. e conc.
06	Gonçalves (2001)	1.290	concreto
07	Padmini, Ramamurthy e Mathews (2009)	1.420	concreto
08	Souza (2005)	1.288	alv. e conc.
09	Tessaro <i>et al.</i> , (2012)	1.280	s/descrição
10	Xiao <i>et al.</i> , (2005)	1.290	concreto
11	Zordan (1997)	1.400	s/descrição
	Média 1	1.259	
	Média 2	1.335	
	Média 3	1.167	
	Média 4	1.340	

Média 1 - Média dos estudos da tabela

Média 2 - Média dos estudos em concreto

Média 3 - Média dos estudos em alvenaria e concreto

Média 4 - Média dos estudos sem referências

Fonte: Autor da pesquisa.

Observa-se ainda que a massa unitária dos RCC gerados são assemelhadas aos materiais que a geraram, ou seja, os resultados dos RCC gerados dos concretos possuem a massa unitária maior que a da mistura com as alvenarias. Outra consideração é que a massa unitária dos elementos que não foram caracterizados possivelmente seja de toda a obra, pois a massa unitária é superior à dos concretos; logo, se adicionarmos a massa unitária dos concretos e alvenaria a massa unitária dos revestimentos, essa irá subir um pouco mais.

2.6 GERENCIAMENTO DOS RCC NA CIDADE DE JOÃO PESSOA, NO CONTEXTO DA RESOLUÇÃO CONAMA 307/2002

A forma mais simples e segura de iniciar o gerenciamento dos RCC é analisando-se cuidadosamente os projetos que serão executados para o desenvolvimento de uma obra. A construtora deverá reunir todos os profissionais que irão trabalhar em seus projetos, apresentando a todos o padrão de execução desejado, pormenorizando suas ideias iniciais, seus planos, os materiais que deverão ser utilizados, explanando os possíveis métodos de trabalho e as sugestões para redução da geração dos RCC durante a execução da obra.

Meira, F. A. (2012) apresenta os elementos básicos e necessários para se executar durante a fase de execução do projeto de arquitetura, para se evitar a geração dos RCC na fase da construção, principalmente nas edificações verticais. Cita também que esses elementos podem ser identificados na fase dos projetos e são determinantes quanto a essa geração, principalmente durante as fases de estruturas e alvenarias com interfaces nas instalações.

Os profissionais deverão padronizar os componentes dos projetos, suas dimensões e melhorar a otimização no processo de coordenação das tarefas, apresentando e detalhando, mais e cuidadosamente, cada uma de suas pretensões no projeto, procurando aprofundar-se mais no conhecimento de cada um dos itens do projeto de sua autoria.

Esses cuidados deverão ser apresentados nos dimensionamentos dos pilares, vigas, esquadrias e sistemas de alvenarias racionalizadas, que são funções dos blocos utilizados na execução das mesmas.

Executando-se essas melhorias, podem favorecer a minimização na geração dos RCC desde a fase inicial dos projetos contribuindo com o meio ambiente. Esse gerenciamento deverá ser contínuo e, após a análise dos projetos, deverão dar continuidade dentro dos canteiros de obras, procurando-se utilizar uma mão de obra mais qualificada e uma administração mais atuante e com conhecimento das normas do bom gerenciamento dos RCC.

Prosseguindo-se dentro do canteiro de obras, será importante essa continuidade aplicando-se a correta segregação e armazenamento para fins de reúso ou reciclagem no próprio canteiro. Caso não seja adotada essa opção, o resíduo armazenado, segregado ou não,

deve ser encaminhado para o reaproveitamento externo ou para o destino final correto, como o preconizado pela Resolução CONAMA Nº 307/2002.

Conforme a Resolução CONAMA 307/2002, para uma perfeita ação na gestão dos RCC, é necessário alguns procedimentos diferenciados, tais como:

- a) Definir as características dos principais elementos do processo produtivo, que são os geradores e transportadores de resíduos;
- b) Selecionar as áreas de destinação, pontos de deposições provisórias, aterros de RCC e usinas de RCC;
- c) Segregar o agregado gerado, para um melhor beneficiamento do mesmo;
- d) Incentivar a reutilização dos RCC com os procedimentos do reúso, reutilização e reciclagem;
- e) Classificar os RCC nas classes A, B, C e D;
- f) Estabelecer ações de orientação, fiscalização e controle dos agentes envolvidos;
- g) Programar ações educativas visando reduzir a geração dos RCC e possibilitar a sua segregação, dentre outras.

Dessa forma, a proposição para uma gestão diferenciada para os RCC deverá ser seguida e ampliada nos serviços públicos em parceria com os geradores, buscando construir um modelo racional, eficaz. Essa gestão deverá ser constituída de um conjunto de ações participativa com a implantação do Plano de Gerenciamento dos RCC nos canteiros de obras, visando a minimização do consumo dos recursos naturais, da geração dos RCC, e a maximização do reaproveitamento dos RCC durante a fase de construção da obra em execução de responsabilidade do empreendedor e segundo o Programa Municipal de Gerenciamento de RCC de responsabilidade da cidade.

Essa gestão implica diretamente na minimização da geração dos RCC dentro dos canteiros de obras, seu reúso e reaproveitamento dentro das próprias obras, a orientação da destinação final dos mesmos ao sair dos canteiros devendo ser conduzido aos locais adequados, as usinas de reciclagem, local esse onde será feito todo o reaproveitamento dos mesmos transformando-os em novas matérias primas (agregados reciclados) que deverão ser

utilizadas pela ICC, evitando-se as degradações ambientais e contribuindo para a saúde pública da população.

A Figura 2.7, mostra que as prefeituras municipais são responsáveis por implantar o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil da cidade no qual as construtoras devem apresentar o PGRCC (Plano de gerenciamento dos resíduos da construção civil) dos empreendimentos. Dessa forma, ao serem retirados dos canteiros de obras os resíduos deverão ser transferidos para um local adequado exigido pela legislação específica da cidade, ou em especial para uma Usina de Reciclagem. Assim, para os grandes volumes da cidade, os órgãos fiscalizadores deverão definir áreas para o manejo dos RCC em conformidade com a Resolução CONAMA N^o 307/2002, cadastrar e formalizar empresas transportadoras, fiscalizando desde a aprovação do PIGRCC da obra até sua disposição final. O gerenciamento dos RCC de pequenos geradores são de responsabilidade do poder público municipal.

Pinto (2001 a) afirma que a gestão de RCC é marcada por ações não preventivas, repetitivas e onerosas e decorrentes de estratégias equivocadas que poderiam ser evitadas. Schneider (2003) explica ainda que a gestão corretiva é profundamente ineficiente, mas é a principal estratégia adotada.

A gestão corretiva tem um custo bem mais acentuado que a preventiva (PINTO; GONZALES, 2005). A fiscalização sobre as ações de gerenciamento dos RCC devem ser mais eficientes e atuantes, sobre os geradores e transportadores de RCC.

Para uma gestão adequada dos RCC a ser implantada nas construtoras, é essencial uma triagem dos mesmos por classe, evitando-se ainda demolições sem critérios e adotando-se um planejamento na execução dos serviços na execução das obras mais cauteloso e exigente, principalmente sobre aqueles que contenham os resíduos perigosos, classe C e D, da Resolução CONAMA 307/2002.

A destinação dada aos mesmos merece uma maior atenção e cuidado, a fim de reduzir os impactos ambientais, sociais e econômicos por eles causados. Faz ainda o mesmo autor estudos práticos comprovando técnica, econômica e ambientalmente, uma melhoria na gestão dos RCC nas empresas públicas em várias cidades, demonstrando e incentivando ainda a minimização dos RCC com o reúso e a reciclagem dos mesmos. Lembra também que a reciclagem pode ser feita em pequena escala e com pouco trabalho dentro dos próprios canteiros de obras, locais onde são gerados, até o local de sua disposição final em uma usina

de reciclagem de RCC. A usina poderá utilizar processos mais sofisticados e produtivos, transformando os RCC em novas matérias primas, agregados reciclados, minimizando com isto consideravelmente os impactos ambientais que seriam causados pelos mesmos.

Dessa forma, o bom gerenciamento dos RCC e o seu reaproveitamento dentro da cidade evitará degradações ambientais e contribuirá para a saúde pública da população. Mas é necessário um maior investimento nas pesquisas e gerenciamento dos mesmos, pois ainda existem lacunas de conhecimento nessas áreas. Pereira Júnior *et al.*, (2006) afirmam que as pesquisas sobre a geração dos RCC ainda são incipientes e Llatas (2011) cita ainda que a falta de dados, estudos e documentação sobre as gerações dos RCC é um dos principais obstáculos para o gerenciamento dos mesmos, mas mesmo com essas situações encontradas já se têm muitos trabalhos sobre geração e gerenciamento dos RCC, tais como Andrade, A. C.; Souza, U.E.L.; Paliari, J. C.; Angopyanb, V., (2001); Pinto, T. P. (2001); Agopyan, V. (2003); Degani, C. M. (2003); Schneider, D. M. *et al.*, (2004); Espinelli, U. A., (2005); Sinduscon-SP (2005); Bernardes, A. (2006); Fonseca, E; Lira, C. S.; Menezes, G.M.; Monte, L.D.B.; Lima, R.J.D. (2007) Karpinski, L. A.; Guimarães, J. C.B.; Pandolfo, A.; Pandolfo, L. M. ; Kurek, J.; Reineher, R. (2009); Karpinsk, L. A. *et al.*, (2009); Evangelista, P. P. A.; Costa, D.B.; Zanta, V.M. (2010); M. R.V.G., (2012); e muitos outros que já esclarecem e trazem muitos esclarecimentos sobre o assunto.

A Resolução 307 CONAMA (2002) trata ainda da gestão dos RCC e aborda a necessidade de estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos que deverão ser seguidos a fim de que os RCC possam ser gerenciados corretamente desde sua geração a sua disposição final, evitando-se assim, a deposição irregular e prejudicando as áreas urbanas, causando impactos ambientais e conseqüentemente afetando a saúde da população dessas áreas.

Essa resolução impõe aos geradores a responsabilidade sobre os RCC, devendo os mesmos reutilizá-los em serviços outros diferentes daqueles que o gerou, ou ainda reciclados de forma a eliminar ou minimizar consideravelmente tais impactos por eles causados. A mesma permite e orienta a se fazer estudos de viabilidade técnica e econômica para o uso dos materiais provenientes da reciclagem dos RCC, beneficiando toda a sociedade com os resultados dos mesmos.

A resolução estabelece ainda responsabilidades, direitos e obrigações para todos que lidam direta e indiretamente com os RCC, ampliando a gestão dos mesmos dentro das cidades, impondo aos mesmos e aos geradores projetos e planos de gerenciamento. Para a elaboração de tais projetos, deverão ser observados a caracterização dos resíduos, a triagem, o

acondicionamento, o transporte e a destinação dos mesmos. Desta forma o objetivo prioritário será a não geração dos RCC, ou em pior hipótese a redução, reutilização ou então a reciclagem dos mesmos.

Aos geradores é recomendado priorizar-se a redução, reutilização e reciclagem dos RCC quando a geração desses resíduos quando a geração desses resíduos não puder ser evitada.

Art. 4º *“Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e 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 em área protegida por Lei, obedecidos os prazos do art. 13 da resolução.”*

Art. 5º *“É instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduo da Construção Civil, a ser elaborado pelas Cidades e pelo Distrito Federal, o qual deve incorporar:*

I – Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil;

II – Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.”

Pela resolução N° 307/2002 do CONAMA, as prefeituras municipais tem por obrigação o gerenciamento dos RCC dentro das cidades que devem ser controladas pelos Planos Integrados de Gerenciamentos dos Resíduos da Construção Civil (PIGRCC), tanto internamente aos canteiros de obras quanto ao seu percurso e sua disposição final ao saírem dos canteiros de obras.

Para uma maior eficiência e gerenciamento dos mesmos foi instituído para dentro dos canteiros de obras os Projetos de Gerenciamento dos RCC que é de responsabilidade dos geradores, onde se prevê desde a possível geração dos RCC até sua disposição final. Já para uma maior orientação fora dos canteiros de obras foi instituído os Programas Municipais de Gerenciamento dos RCC, que fica sob a responsabilidade do município gestor. Um fluxograma é apresentado na figura 2.7.

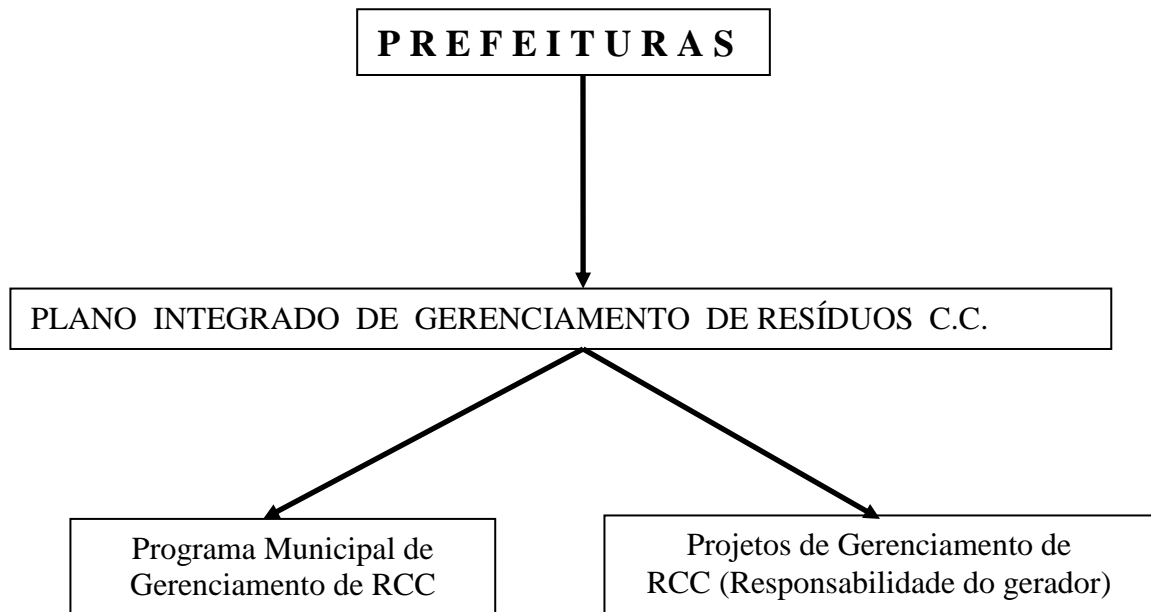


Figura 2.7: Gestão dos RCC em uma cidade de acordo com a Res. N° 307/2002 do CONAMA
Fonte: Autor da pesquisa.

O Programa municipal de gerenciamento dos RCC, Figura 2.7, será elaborado e coordenado pelas cidades e pelo Distrito Federal, estabelecendo diretrizes e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores. Os projetos de gerenciamento dos RCC serão elaborados pelos grandes geradores, cujo objetivo é estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação adequados ao meio ambiente. Neles deverão estar embutidos a caracterização, triagem, acondicionamento transporte e destinação dos RCC gerados.

A cidade de João Pessoa tem crescido bastante, acompanhando o desenvolvimento das grandes cidades e como tal, a ICC tem se projetado em grande escala necessitando que os responsáveis diretos pela geração e fiscalização dos RCC assumam uma responsabilidade prioritária quanto à legislação ambiental, em especial esta, para que a sociedade permaneça com qualidade de vida.

A lei municipal 11.176/07 de 10/10/2007, da cidade de João Pessoa tem por finalidade atender as diretrizes estabelecidas da Resolução 307/02 do CONAMA, tal como a proibição da disposição dos RCC nas encostas, nos corpos d'água, nos terrenos não edificadas, nos passeios, vias públicas, nas áreas não licenciadas e prioritariamente nas áreas protegidas por lei. O sistema de gerenciamento abrange também o fluxo de transportes dos

mesmos ao saírem dos canteiros de obras, que devem encaminhar os RCC para a Usina de Beneficiamento de Resíduos da Construção Civil (USIBEN) em João Pessoa, implantada em 2007. Os agregados beneficiados são destinados ao uso da própria Prefeitura, em obras públicas de pavimentação e reformas.

Ela também aborda tanto o Programa municipal de gerenciamento dos RCC, como o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição, objetivando a correta disposição dos RCC, disciplinando os fluxos dos mesmos, bem como os agentes que irão trabalhar colocando em prática o referido Plano, o qual determina a implantação de uma rede de pontos de entrega para pequenos volumes, uma rede de áreas para recepção de grandes volumes e ainda todas as ações para informação e educação ambiental na cidade.

Esse Programa Municipal de Gerenciamento dos RCC da cidade de João Pessoa tem como intuito administrar os resíduos de pequeno volume, melhorando a limpeza urbana, oferecendo diretrizes para que os pequenos geradores estabeleçam pontos de captação perenes e ainda orientando a maneira mais correta para se reduzir, reutilizar, reciclar ou, em último caso, fazer a destinação correta dos mesmos, sem ferir o meio ambiente.

A lei em estudo refere-se e estabelece ainda a responsabilidade dos geradores de RCC, desde o momento de sua geração no canteiro de obra até sua disposição final; convém salientar ainda que, os transportadores dos mesmos deverão ser submetidos às normas da ação gestora do poder público municipal, devendo também ser cadastrado pela empresa concessionária local, EMLUR (Empresa Municipal de Limpeza Urbana). Para finalizar, ela orienta e disciplina as pessoas jurídicas que irão gerenciar as obras de construção civil, no sentido de controlar todo o destino dos RCC, devendo fazer um projeto dos mesmos e retirar as devidas licenças fornecidas pelo poder público. Para tal fim, foi criada a Divisão de Gestão dos RCC, que é o órgão responsável pela coordenação das ações integradas prevista no PIGRCD (Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção e Demolição).

A PMJP, no intuito de gerenciar melhor os RCC da cidade, após a implantação do Plano Integrado de Gerenciamento de RCC em Agosto/2007, estabeleceu para a captação de RCC (até 2,5m³) de pequenos geradores, nove (09) pontos estratégicos denominados de Eco-Pontos, Figura 2.8, no entanto, até Fevereiro/2013, ainda não puderam ser implantados.

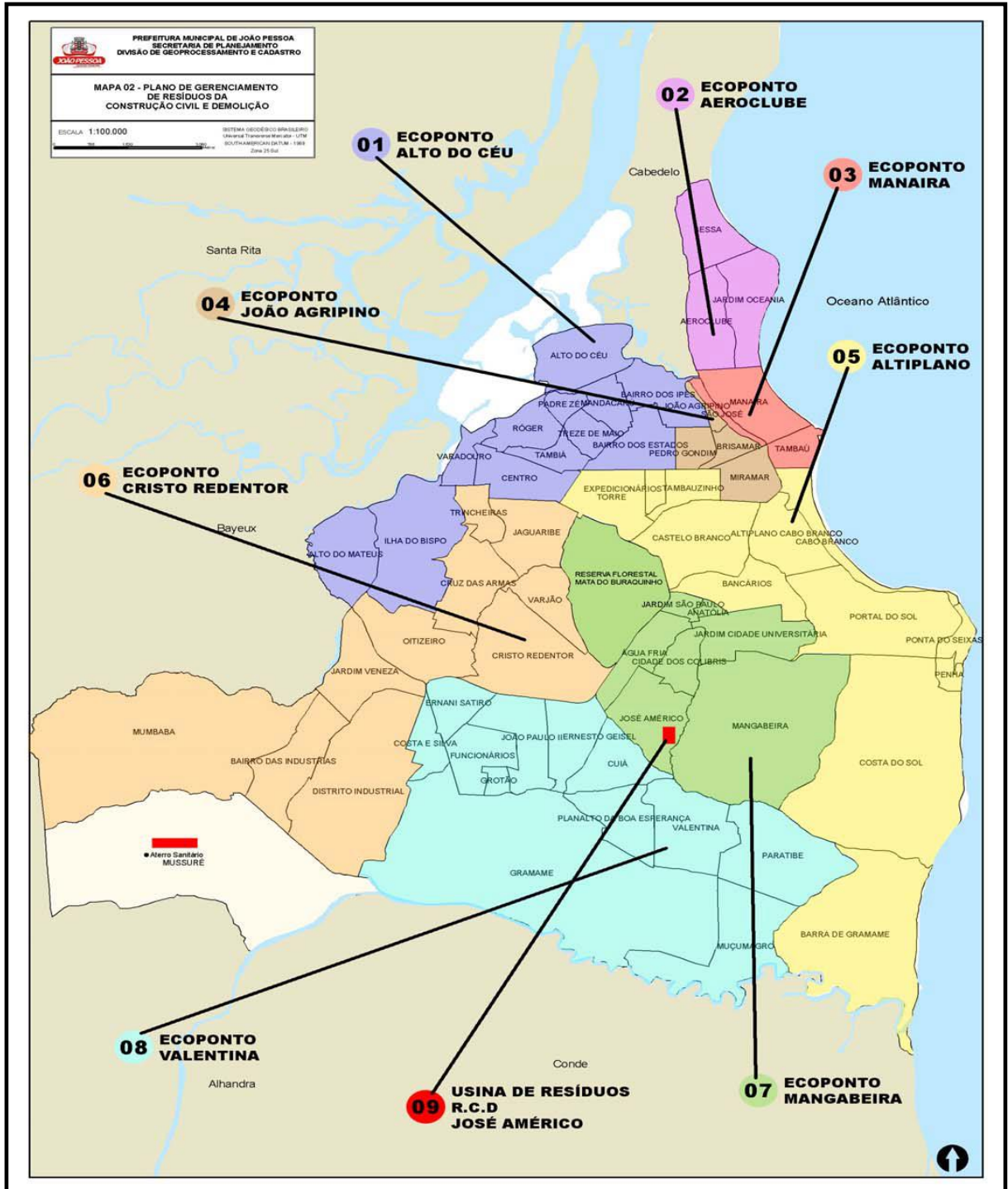


Figura 2.8: Mapa representativo dos Eco-Pontos da cidade de João Pessoa (Seplan /JP)
Fonte: João Pessoa / P.M.J.P.

2.7 A USINA DE BENEFICIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (USIBEN), DA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB

No ano de 2007, foi instalada na cidade uma usina de Reciclagem denominada Usina de Beneficiamento dos Resíduos de Construção e Demolição (USIBEN), pela Prefeitura Municipal da cidade de João Pessoa sob a responsabilidade da Empresa Municipal de Limpeza Urbana (EMLUR), autarquia de limpeza urbana municipal.

A USIBEN é mostrada na Figura 2.9, recebe os RCC da classe A gratuitamente dos grandes e pequenos geradores na cidade de João Pessoa, para transformá-los em material para as obras públicas da PMJP.



Figura 2.9: USIBEN – Usina de Beneficiamento dos Resíduos de Construção e Demolição de João Pessoa / PB

Fonte: Autor da pesquisa. (jun/2009).

A USIBEN é uma planta de primeira geração, de RCC classe A. O equipamento instalado na mesma possui uma capacidade de reciclar 20 t de RCC por hora, o que corresponde a 160t por dia de produção, transformando-os em brita, cascalinho, pó de pedra, que serão utilizados na fabricação de blocos de vedação e no uso de sub bases e infraestrutura de pavimentos, destinados a construção de casas populares e pavimentação de obras da própria PMJP.

O processo de funcionamento da USIBEN é constituído de dois fluxos de processamento para o beneficiamento de RCC reciclados cerâmicos, Figura 2.10 - fluxo produtivo 01, e o outro RCC reciclados de concreto Figura 2.11.

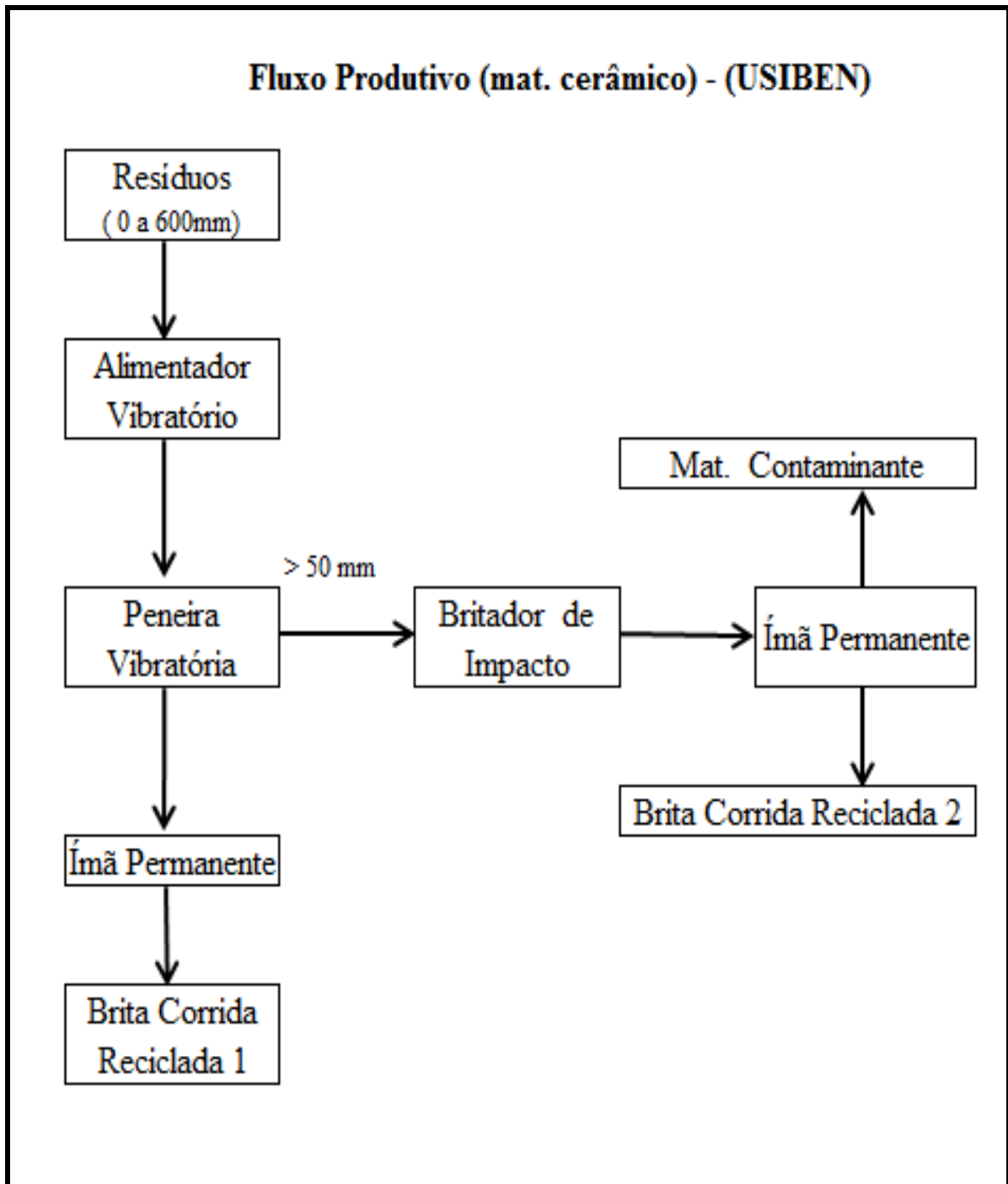


Figura 2.10: Fluxo produtivo 01 - Produtos cerâmicos
Fonte: Adaptado de Sobral (2012).

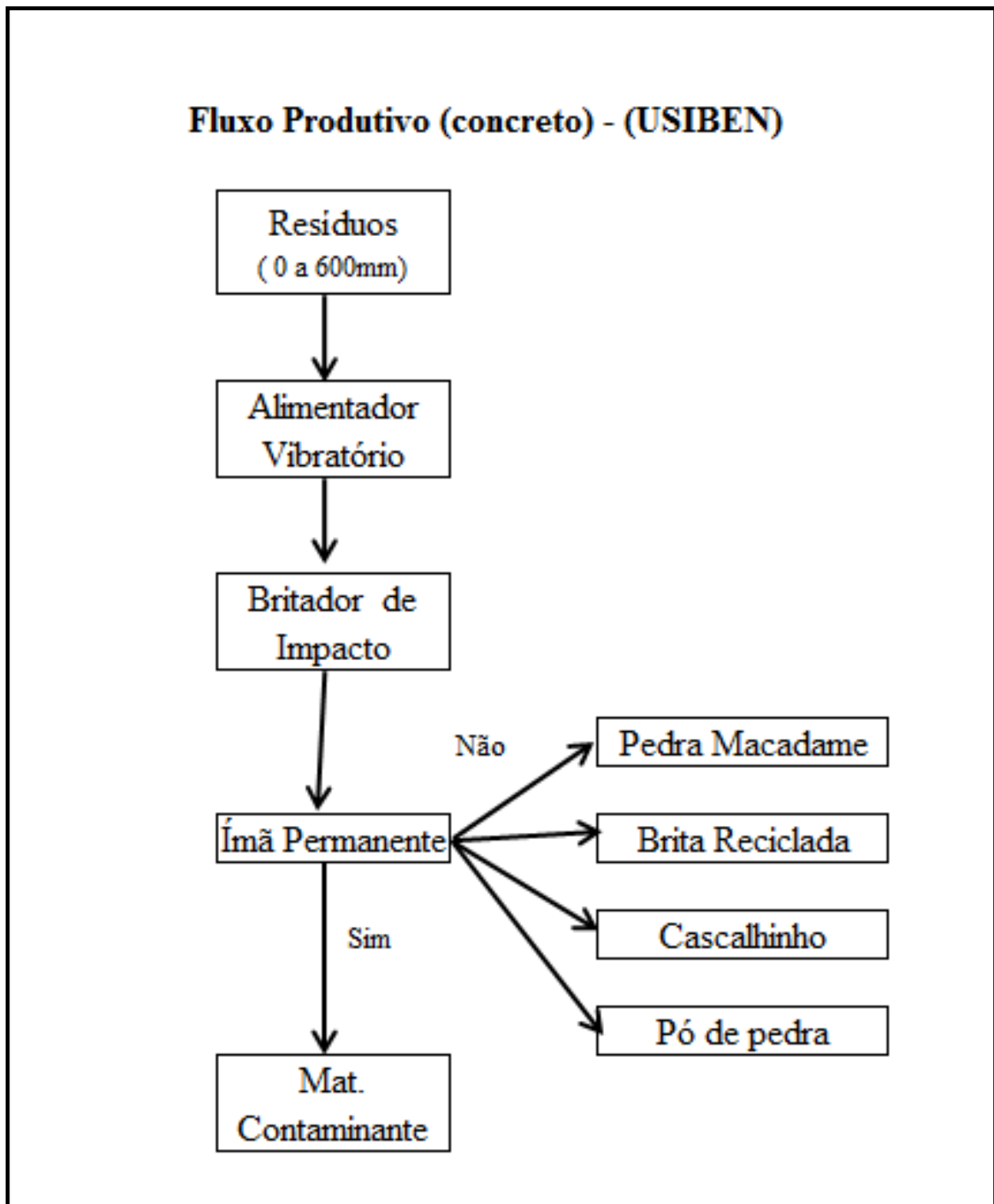


Figura 2.11: Fluxo produtivo 02 - Produtos concretos
Fonte: Adaptado de Sobral (2012).

Os RCC recebidos na usina são identificados quanto à origem, tipo e volume, por meio de informações dados pelo condutor. Em seguida, é encaminhada para a área de estocagem e segregação conferindo o material classe A, cerâmico e concreto etc.



Figura 2.12: Área de estocagem e segregação do material (interior da USIBEN)
Fonte: Autor da pesquisa. (jun/2009).

Posteriormente o material irá para o setor de britagem (Figura 2.13), onde, em um moinho ocorrerá a redução de tamanho dos mesmos; em seguida, são peneirados (Figura 2.14) e separados em baias (Figura 2.15), com diâmetros menores, possibilitando desta forma o futuro uso; em seguida o material é destinado a um alimentador vibratório por um transportadores mecanizados (Figuras 2.16 e 2.17) destinando os materiais aos locais da estocagem.

Dessa forma, a reciclagem do RCC (classe A) na USIBEN é feita utilizando-se os seguintes equipamentos:

- a) Alimentadores vibratórios;
- b) Britadores / rebitadores;
- c) Transportadores de correia;
- d) Separadores magnéticos;
- e) Peneiras vibratórias.

A usina é constituída das seguintes áreas de trabalho:

- a) Área de recebimento, estoque e segregação do material (Figura 2.12): nessa etapa, ocorre a conferência da metragem, a inspeção visual, a segregação e a nebulização do material recebido;
- b) Concentração: após o recebimento, o material deve ser separado em seus diferentes componentes. Utiliza-se a seleção manual (catação) e a magnética. Esta etapa também pode ocorrer após a cominuição.
- c) Cominuição (Figura 2.13): esta operação também é chamada de britagem e tem por objetivo reduzir o material a um diâmetro inferior. Nesta etapa o equipamento utilizado na USIBEN é um britador de impacto (martelos).



Figura 2.13: Britador de RCC (interior da USIBEN)

Fonte: Autor da pesquisa. (jun/2009).

- d) Peneiramento e separação (Figura 2.14 e 2.15): nesta fase o material britado é selecionado de acordo com sua granulometria com o uso de peneiras e separado em baias.



Figura 2.14: Peneiramento do material triturado (interior USIBEN)
Fonte: Autor da pesquisa. (jun/2009).



Figura 2.15: Separação em baias (interior da USIBEN)
Fonte: Autor da pesquisa. (jun/2009).

- e) Operações auxiliares (Figura 2.16 e 2,17): procedimentos que dão apoio ao processo de reciclagem. Os mais usuais são o uso de esteiras transportadoras e sistemas nebulizadores.



Figura 2.16: Esteira transportadora (interior da USIBEN)
Fonte: Autor da pesquisa. (jun/2009).



Figura 2.17: Esteira transportadora com enchedeira (interior da USIBEN)
Fonte: Autor da pesquisa. (jun/2009).

Para o caso específico da USIBEN, todo o material reciclado é utilizado no consumo de algumas das obras da própria PMJP, principalmente, nas sub-bases de pavimentos.

Na Figura 2.18, observa-se a cidade de João Pessoa com os limites dos bairros e a indicação dos seis bairros mais populosos, que cresceram bastante nos últimos anos, que foram estudados e apresentados neste trabalho, quais sejam Bessa, Aeroclub, Jardim Oceania, Manaíra, Tambaú e Cabo Branco, e ainda se verifica a localização da USIBEN, apresentando a distância existente entre os bairros estudados e a usina de beneficiamento de RCC.

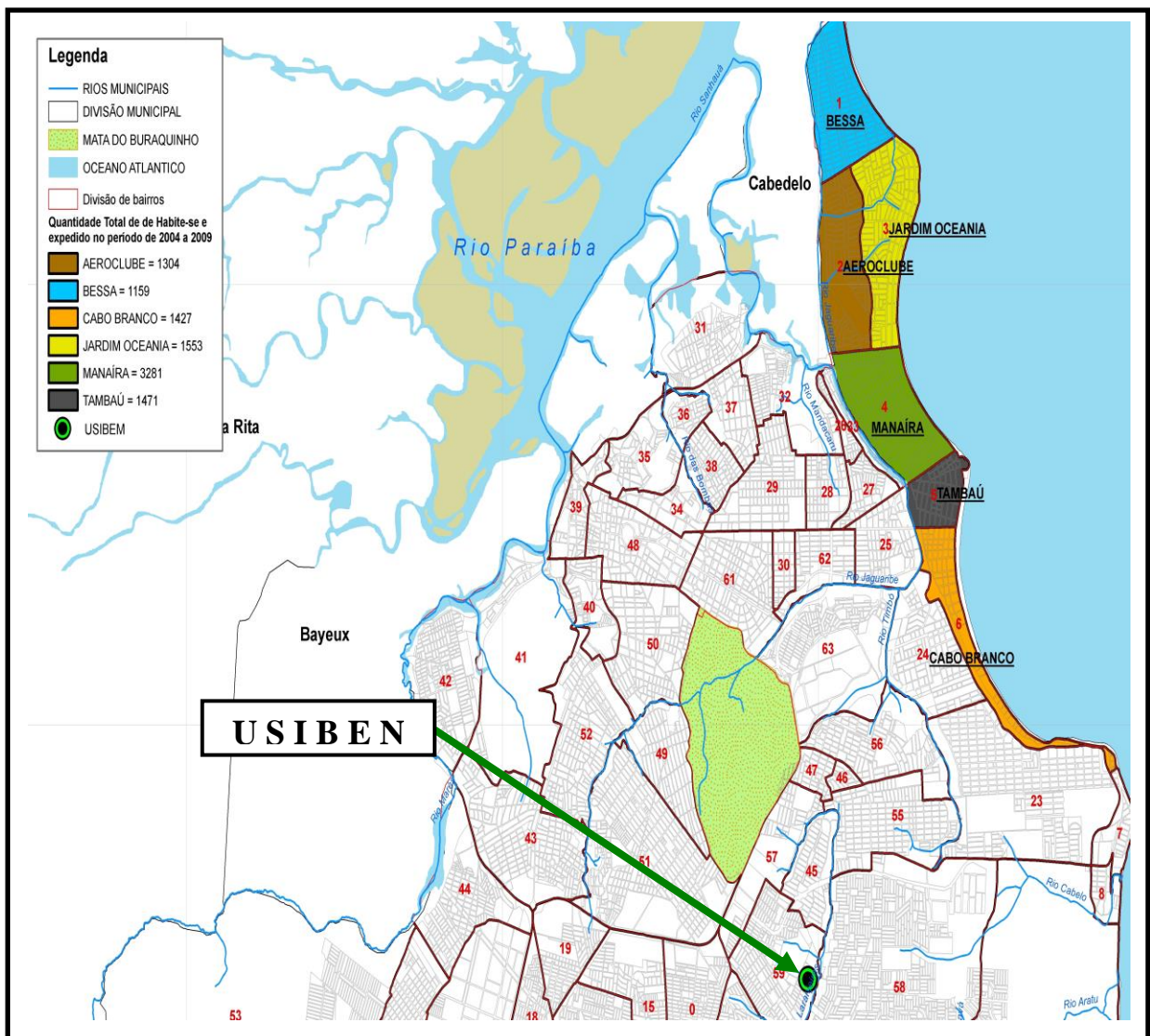


Figura 2.18: Mapa de localização da USIBEN

Fonte: Autor da pesquisa.

Athayde Jr *et al.*, (2004) e Sobral (2012) comprovam a viabilidade econômica da operação destes sistemas, que por serem sistemas novos de trabalho, recém implantados, necessitam maior atenção, para que a gestão possa apresentar sucesso.

Demonstra ainda Athayde Jr *et al.*, (2004) que há viabilidade no custo/benefício de implantação e instalação de uma usina de reciclagem de RCC, e se consegue um retorno em um período entre quatro e cinco anos; isso poderá ainda ser melhorado em função do volume de RCC gerado na cidade e ainda o valor final que se consegue no agregado reciclado. Além uma usina de RCC em uma cidade irá trazer enormes benefícios ambientais, tais como a redução na poluição visual além do aumento considerável na vida útil dos aterros existentes.

Uma das deficiências das políticas de reciclagem dos RCC operadas pelas empresas públicas é o risco de interrupção do funcionamento, devido à descontinuidade que caracterizam as ações administrativas públicas não possuem uma gestão contínua.

A reciclagem de resíduos de construção civil (RCC) tem se desenvolvido bastante nos últimos anos, motivando a realização de estudos desde o momento em que são gerados, dentro dos canteiros de obras até ao seu beneficiamento em Usinas de reciclagem.

A introdução de novos produtos no mercado, principalmente constituídos por agregados reciclados é bastante difícil, pois é necessário assegurar a qualidade e preços.

Lima (1999) mostra que a reciclagem dos RCC apresenta vantagens ambientais e econômicas, reduzindo gastos com a retirada de entulhos das obras, reduzindo a quantidade de agregados a ser comprada e também reduzindo a quantidade de aglomerantes à ser comprado, pois as argamassas com reciclados usam menos aglomerantes. Estes benefícios são distribuídos por todos: construtores, órgãos públicos, população e principalmente o meio ambiente.

Atualmente, o uso mais comum para os agregados reciclados tem sido na própria indústria da construção civil, na regularização de terrenos, na produção de blocos de concreto para vedação e divisão dos vãos, na confecção de argamassas, nas regularizações e confecção de contra pisos e ainda nas sub-bases de pavimentos.

Alguns estudos atualmente já demonstram o valor da reciclagem para a utilização dos RCC na produção de concreto e argamassas, existindo atualmente alguns países que já possuem normas para a utilização dos RCC, como é o caso do Japão e Holanda. O Brasil está progredindo muito nos estudos de RCC, tanto na área de gerenciamento como de reciclagem.

Já possui uma norma para uso dos agregados reciclados mas sem fim estrutural, a NBR 15116/2004 (*Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos*).

Carneiro *et al.*, (2001); Carneiro (2005); Levy (1997); Lima (1999); Pinto (1999); Zordan (1997), apresentam estudos sobre a utilização dos agregados reciclados, em obras diferentes as edificações tais como, camadas drenantes, camadas de base e sub-base de pavimentação, ou revestimentos de vias não pavimentadas.

Estudos outros realizados apresentam e comprovam a possibilidade de uso dos agregados reciclados como se vê: Miranda (2000), Angulo (2000); Leite, (2001); Athayde Jr, G. B. G. A.; Paula, E. A.; A. S. V.; Borlinei, F. R.; Diniz, M. D.; Socim, S. P., (2004); Lucena, L. F. L. (2004); Aragão, HJ. G. (2007); Cabral, A.E.B. (2007); Ferreira, L. M. M. (2007); Gonçalves, P. C. M. (2007); Nunes, W. C. (2007); Juan, M. S. De; Viana, K. S. C.; Souza, S. F. L.; Nóbrega, C. C. (2008); Gutiérrez, P., A. (2009); Sobral, R. F. C. (2010); Sobral, R. F. C. (2012); todos fizeram investigações sobre o uso dos reciclados de RCC em concretos e argamassas, comprovando a viabilidade para o uso dos mesmos.

Karpinski *et al.*, (2008), cita ainda que no Brasil os agregados reciclados podem também ser destinados à utilização de elementos não estruturais, tais como blocos de concreto para vedação, execução de contra pisos, calçadas, agregados para a produção de argamassas, pisos intertravados, obras de pavimentação, guias, sarjetas, regularização de ruas de terras. Ainda se encontra a viabilidade de uso dos mesmos em trabalhos outros, tais como aterros, contrapisos, enchimento de vazios em escadas e/ou lajes, fabricação de pré-moldados, produção de blocos de concretos para vedação e divisão de vãos, sem função estrutural, na confecção de argamassas de assentamento e revestimentos dentre outros, demonstrando bons resultados para o uso.

John (2000) afirma que existe um grande obstáculo no uso desses produtos, que é a questão cultural, porque a sociedade ainda não está consciente e confiante quanto aos mesmos, achando que os mesmos são de qualidade inferior aos convencionais, concepção essa assumida pela sociedade. Tal situação poderá ser alterada através de uma maior responsabilidade na execução dos serviços, aplicando-se uma fiscalização mais rigorosa durante essas execuções e ainda um maior respeito e dedicação quanto à educação ambiental. Segundo o mesmo autor, os benefícios trazidos pelo uso dos produtos reciclados vão além do

acima citado, pois irá contribuir para a redução dos custos das edificações e contribuir para a geração de empregos, aumentando a competitividade da economia.

Fonseca (2002) apresenta uma descrição do comportamento estrutural de blocos de concreto em painéis de parede de vedação e ainda a aplicação de argamassas de assentamento em revestimentos confeccionados com resíduos reciclados, confirmando o uso destes como uma alternativa viável.

Grande (2003) estudou a mistura de solo-RCC-cimento para a fabricação de tijolos prensados manualmente e concluiu que os agregados reciclados podem contribuir para a melhoria da qualidade do tijolo fabricado, além de:

- a) Possuir condições de construir um tijolo modular que minimiza os custos;
- b) Baixo custo em relação às alvenarias convencionais;
- c) Funcionalidade de seus equipamentos, permitindo operação direta nos canteiros de obras, independente do local do mesmo;
- d) Facilidade de manuseio devido aos encaixes que agilizam a execução das alvenarias;
- e) Baixa agressividade ao meio ambiente, pois dispensa a queima;
- f) Economia de transporte, pois é produzido no próprio canteiro de obras, dentre outras.

É possível também se fazer reciclagem de qualquer concreto com o uso dos agregados reciclados, desde que seja feito a escolha do mesmo e respeitando as limitações técnicas. Os agregados reciclados de concretos estruturais possuem uma característica bem maior e melhor que os agregados provenientes de tijolos cerâmicos e/ou argamassas, pois suas características dependem muito e diretamente dos materiais que lhes geraram. Os mesmos podem ser utilizados em aterros inertes, obras de pavimentação, agregados para argamassas e até mesmo concretos estruturais, necessitando apenas uma maior atenção para as dosagens e

especificações dos materiais reciclados (PINTO, 2004). O uso adicional de até 25% de agregados reciclados nas dosagens não influencia a qualidade do produto, o que irá contribuir para a redução do consumo dos recursos naturais (JOHN, 2000).

Devido ao crescente volume de RCC gerados e, principalmente, em consequência das enormes deposições irregulares nas áreas urbanas, a reciclagem dos mesmos, atualmente, está tornando-se uma realidade mais consciente e pode ser comprovada com o crescimento dos estudos, usos e suas aplicações. Por isso há uma grande necessidade de se possuir e investir em usinas de reciclagem gerenciadas por empresas privadas. Dessa forma, as usinas de reciclagem de RCC não poderão sofrer mais descontinuidade em sua produção, como ocorre em alguns casos, em que as mesmas são gerenciadas por empresas estatais.

Até pouco tempo atrás, a reciclagem dos RCC pelas empresas privadas estava limitada apenas à produção de argamassas e dentro dos próprios canteiros de obras onde eram gerados. Entretanto, este setor visando a melhoria de sua produtividade e economia, em busca de um mercado futuro, começou a investir nos estudos e pesquisas nos reciclados da construção civil. Um procurando investir no mercado dos Reciclados de RCC, e outras tentando uma parceria com o poder público, para um empreendimento público x privado.

A reciclagem dos RCC é extremamente importante para o controle dos resíduos nas áreas urbanas, pois os RCC, mesmo sendo considerados por alguns como um material sem uso, conseqüentemente sem valor comercial, são um material de extrema valia para o reúso na ICC, quando são utilizadas como matérias primas recicladas, em substituição aos agregados naturais. Esses consumos, em grande escala degradam consideravelmente o meio ambiente, deixando problemas para as gerações futuras. É de significativa importância também se considerar que a alta representatividade dos RCC e o seu reúso na construção civil somente pode ser avaliado conhecendo-se a quantificação dessa geração e as disposições dos mesmos nas cidades.

No Brasil, as plantas de reciclagem dos RCC se caracterizam por ser de primeira geração, ou seja, possuidoras do processo mais simples que existe e estão voltadas para os resíduos não metálicos e inorgânicos (ÂNGULO, 2000).

Após a CONAMA 307/2002, houve um crescimento acentuado de instalação de usinas de beneficiamentos, chegando o ano de 2009, Quadro 2.3, com aproximadamente 47 (quarenta e sete) unidades implantadas e instaladas, sendo 24 (vinte e quatro) destas

gerenciadas pelo setor público, ou seja, 51%, e 23 (vinte e três) pelo setor privado (49%), Quadro 2.3, Miranda *et al.*, (2009).

Quadro 2.3: Quantidade de Usinas de Reciclagem de RCC entre os anos de 1991 e 2008

Ano	Quantidade (un)
1991	01
2002	16
Implantação da Res CONAMA 307/2002	
2008	47 24 Públicas - 51% 23 Privadas - 49%

Fonte: Miranda *et al.*, (2009).

No Quadro 2.4, apresenta-se levantamento detalhado, com o total das usinas existentes, seus proprietários, o ano de sua instalação e ainda sua capacidade de produção. Enfatiza ainda que, além desse crescimento, é importante melhorar ainda mais o custo e o controle de qualidade das mesmas, para que conseqüentemente possa se atingir uma melhoria na qualidade dos agregados reciclados, contribuindo dessa forma para uma maior aceitabilidade no mercado.

Em pesquisa efetuada pela ABRECON (Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição) no ano de 2012, constatou que o Brasil possui um total de cento e quarenta e três usinas de reciclagem, sendo cinquenta e nove ativas, sessenta e duas em implantação e vinte e duas estão inativas; salientou ainda que mais de 80% dessas usinas ativas são de propriedade privada, e 64% das usinas inativas são de propriedade pública.

Quadro 2.4: Usinas de Reciclagem no Brasil, seus Estados, proprietários, ano de instalação e capacidade

Cidade	Propriedade	Instalação	Cap. (t/h)
B. Horizonte (Estoril)	Prefeitura	1994	30
B. Horizonte (Pampulha)	Prefeitura	1996	20
Ribeirão Preto/SP	Prefeitura	1996	30
Piracicaba/SP	Autarquia/Emdhap	1996	15
Socorro/SP	Irmãos Preto	2000	3
Guarulhos/SP	Prefeitura/Proguaru	2000	15
Vinhedo/SP	Prefeitura	2000	15
Brasília/DF	Caenge	2001	30
Fortaleza/CE	Usifort	2002	60
Jundiaí/SP	SMR	2004	20
Campinas/SP	Prefeitura	2004	70
São B. do Campo/SP	Urbem	2005	50
São José do Rio Preto/SP	Prefeitura	2005	30
São Carlos/SP	Prefeitura/Prohab	2005	20
B. Horizonte (BR040)/MG	Prefeitura	2006	40
Ponta Grossa/PR	P. Grossa Amb.	2006	20
Taboão da Serra/SP	Estação Ecologia	2006	20
João Pessoa /PB	Prefeitura/Emlur	2007	20
Caraguatatuba/SP	JC	2007	15
Colombo/PR	Soliforte	2007	40
Limeira/SP	RL Reciclagem	2007	35
Americana/SP	Cemara	2007	25
Piracicaba/SP	Autarquia/Semae	2007	20
Santa Maria/RS	GR2	2007	15
Brasília/DF	CAENGE	2008	30
Londrina/PR	Kurica Ambiental	2008	40
São Luís/MA	Limpel	2008	40
São J. dos Campos/SP	RCC Ambiental	2008	70
Paulínia/SP	Estre Ambiental	2008	100

Fonte: Miranda *et al.*, (2009).

2.8 A CIDADE DE JOÃO PESSOA / PB

Nos anos 1970-1980, houve o aprofundamento da combinação das forças socioeconômicas com as características do espaço interurbano, suas localizações e amenidades, conduzindo ao adensamento da ocupação. Nesses casos, os conflitos foram conduzidos, em grande medida, pelo mercado imobiliário, e o Estado não desempenhou o papel que lhe caberia de árbitro neutro e passivo, permitindo a consolidação dos desequilíbrios espaciais (SILVEIRA, *et al.*, 2007).

A articulação entre produção, reprodução e apropriação do espaço interurbano evidenciou as implicações físico-territoriais, com a concentração da classe mais abastada ao longo do percurso da Avenida Epitácio Pessoa. A concentração da classe hegemônica em um único setor da cidade é um processo necessário, para que haja a dominação, através da formação de uma moldura espacial. A importância desse fator decorre especialmente do fato de atraírem população de alta renda, ao contrário das vias regionais (rodovias e ferrovias) e para o caso da cidade de João Pessoa se deu no percurso da Avenida Epitácio Pessoa em direção à orla marítima da cidade, Figura 2.19, fonte (SILVEIRA, *et al.*, 2007).

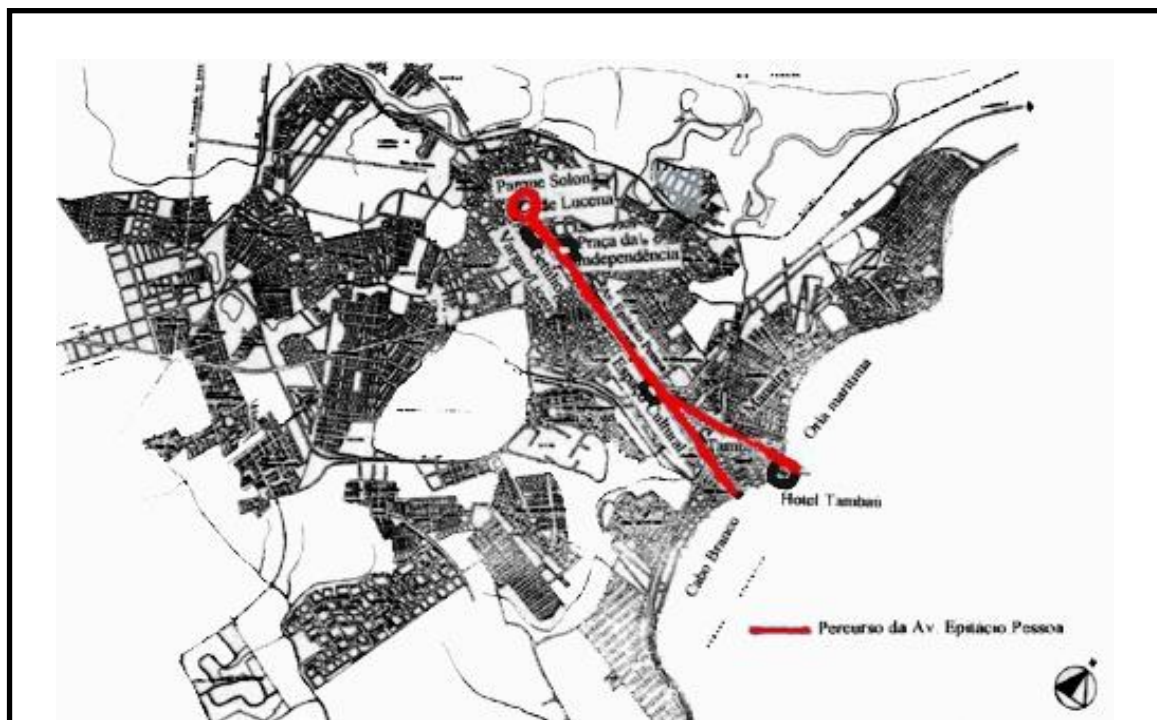


Figura 2.19: Percurso da avenida Presidente Epitácio Pessoa
Fonte: Silveira *et al.*, (2007).

2.8.1 Evolução da População da cidade de João Pessoa/PB nas últimas décadas

A cidade apresentou, nas décadas de 70 e 80, os maiores índices de crescimento populacional, estando atualmente, em uma fase de deflexão da sua taxa de crescimento. Entre os anos de 1980 a 2000, o crescimento médio anual foi de 3,62%, impulsionado principalmente pelo aumento da dinâmica do turismo e dos serviços, que atraiu forte migração da população do interior, uma vez que a taxa de crescimento vegetativo, em função da redução do número de filhos e do tamanho familiar, tem diminuído bastante, desde este período considerado. Esse crescimento populacional contribui diretamente para ocasionar o desenvolvimento urbano, muitas vezes descontrolado, e contribuindo como consequência para o aumento da geração de RCC.

O processo de desenvolvimento da cidade pode ser observado detalhadamente, em um mapa da cidade, destacando-se as três principais fases: na primeira fase, a fundação às margens do rio Sanhauá; na segunda fase, o tempo que se estabilizou aos arredores do parque Solon de Lucena; a terceira fase, onde ela começa a desenvolver-se em direção à orla marítima chegando às praias, Figura 2.20 (OLIVEIRA, 2006).

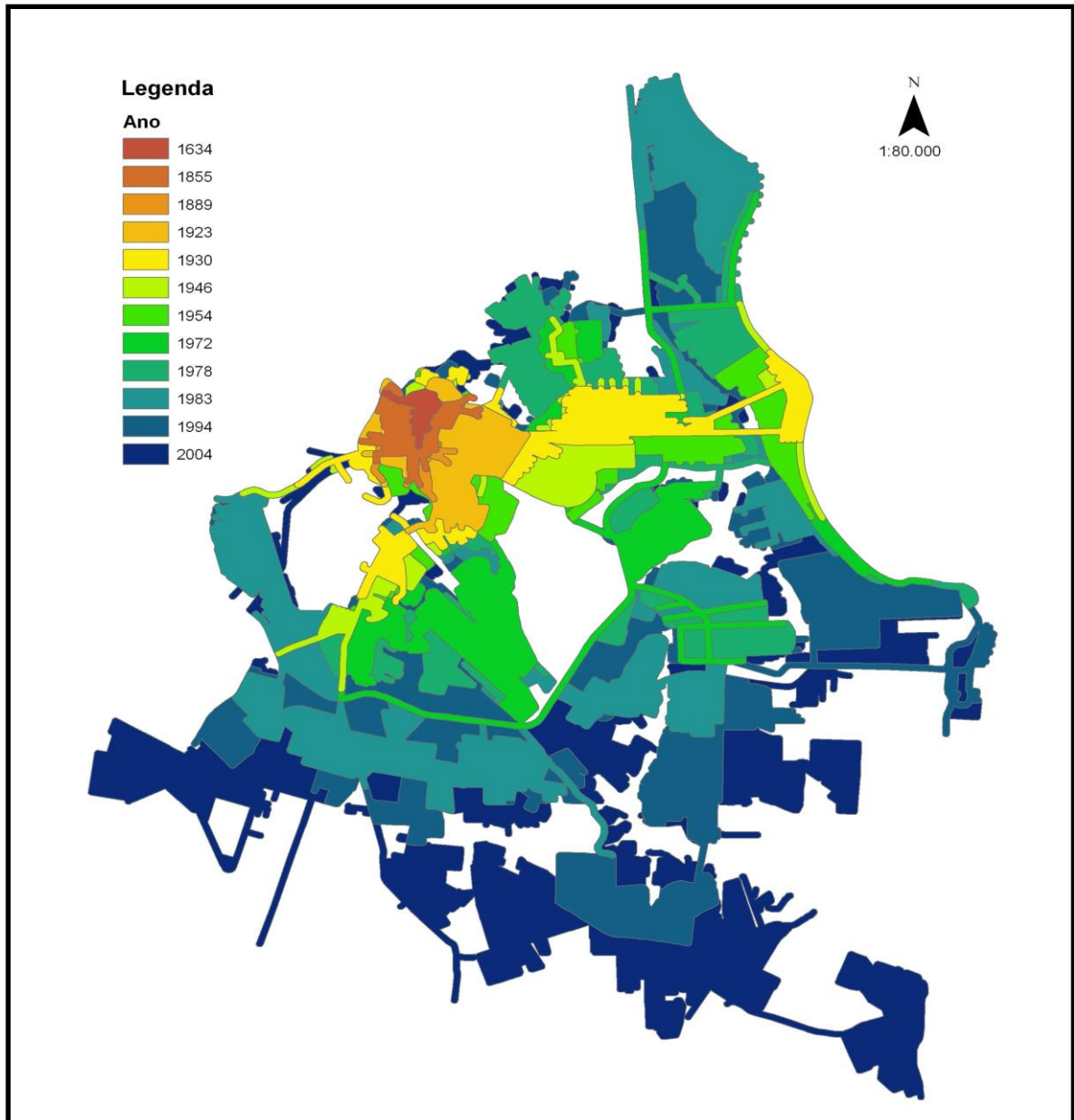


Figura 2.20: Mapa da cidade de João Pessoa representando as fases do desenvolvimento, desde a fundação até atingir a orla marítima.

Fonte: Oliveira (2006).

O litoral de João Pessoa é bem extenso, e sua orla marítima é constituída das seguintes praias: Seixas, Cabo Branco, Tambaú, Manaíra e Bessa (Figura 2.21), possuindo um enorme crescimento populacional nos últimos anos, e conseqüentemente uma geração de RCC.



Figura 2.21: Litoral Norte da cidade de João Pessoa
Fonte: Autor da pesquisa (out/2011).

Entre os anos 1970 e 2007, a cidade apresentou uma evolução habitacional bem mais acentuada e acelerada, e neste período a cidade começou a tomar a forma de novos fenômenos urbanísticos, um crescimento moderado nas edificações no sentido vertical, resultando em altíssimas densidades habitacionais em algumas áreas, sobretudo nos bairros mais valorizados da orla marítima. Essas alterações apresentaram-se, mais intensamente, nas edificações de uso residencial, mas também com pouco destaque as edificações comerciais e de serviços, além da consolidação do corredor da Av. Epitácio Pessoa como grande centro de comércio e suas áreas territoriais e de serviços de alto padrão, Figura 2.22 fonte (SILVEIRA, *et al.*, 2007).

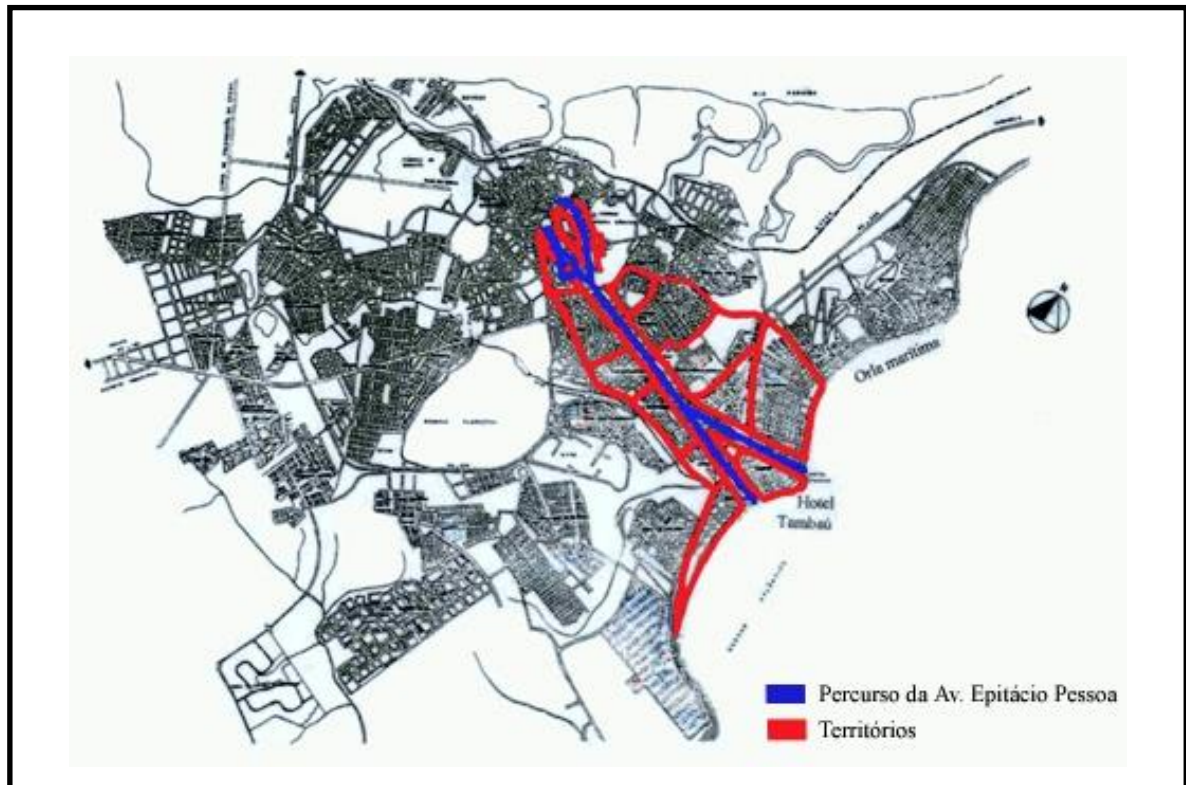


Figura 2.22: Mapa representativo do percurso da Avenida Pres. Epitácio Pessoa e os espaços territoriais

Fonte: Silveira *et al.*, (2007).

Este movimento se intensifica consideravelmente, a partir da década de 1990, quando a cidade atinge meio milhão de habitantes.

O que se pode observar na cidade de João Pessoa, é uma expansão espacial urbana e dispersa ocorrida nos últimos quarenta anos, com um comportamento habitacional explosivo comparado a outras cidades de suas dimensões

Neste processo, estão influenciando concomitantemente o uso especulativo da terra e dos bens advindos do desejo de setorização social, por parte da população mais privilegiada. Tomando-se como base a área ocupada pela urbanização em 1972 se verifica que a mesma ocupava apenas cerca de 30% da área atual, ou seja, de 1972 até 2006, João Pessoa cresceu apenas 30% da área que ocupava no ano de 2006. Do ano de 1972 até o ano 2006 (34 anos), ela cresceu os 70% da área que havia no ano de 2006, conforme Figura 2.23 (OLIVEIRA, 2006).

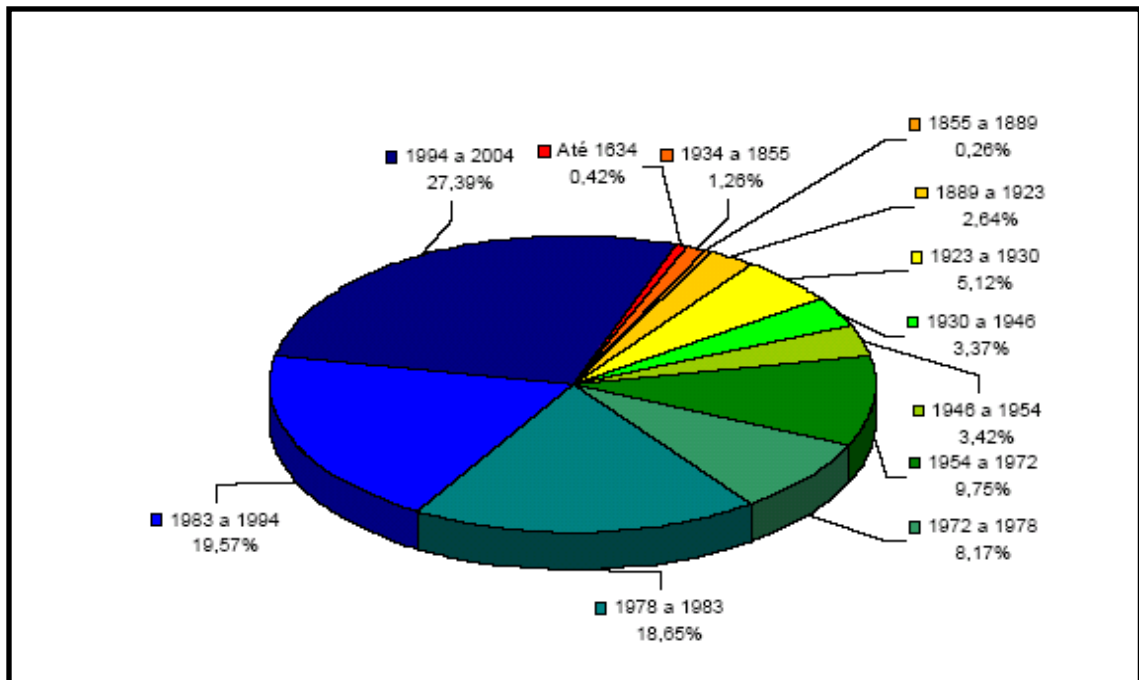


Figura 2.23: Gráfico representativo do crescimento da cidade de João Pessoa desde a fundação até o ano de 2004

Fonte: Oliveira (2006).

Na Figura 2.24, verifica-se o crescimento populacional da cidade de João Pessoa, entre os anos de 1940 até 2010, segundo o censo demográfico do IBGE.

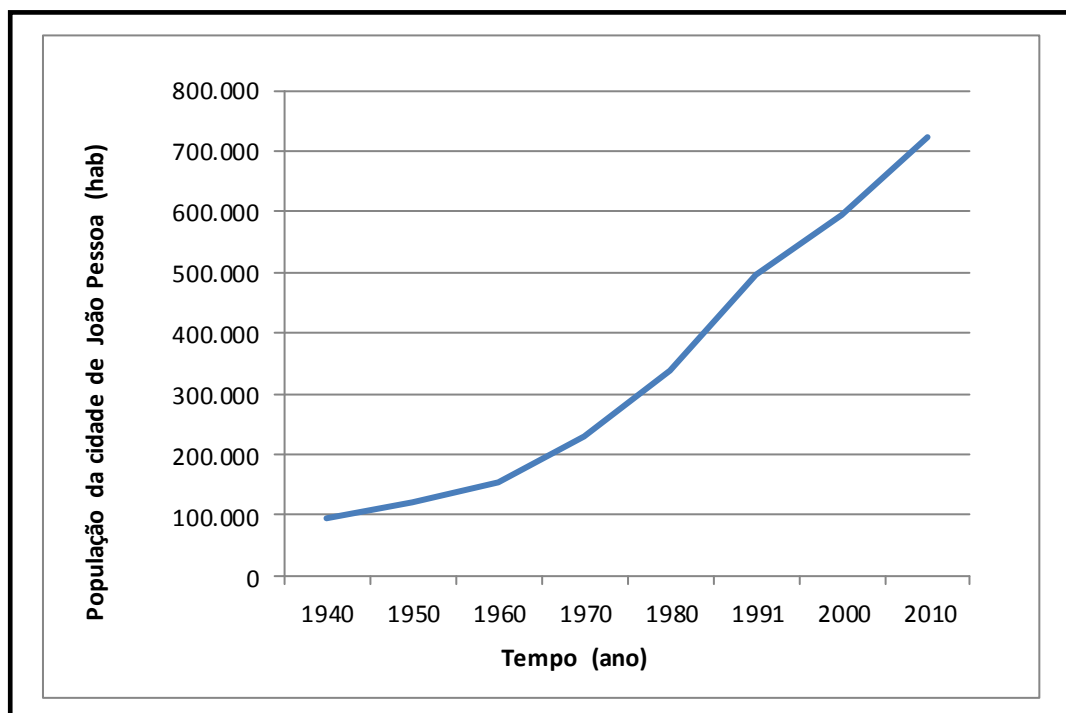


Figura 2.24: Evolução populacional na cidade de João Pessoa / PB (Fonte: IBGE).

Fonte: Autor da pesquisa.

Na Figura 2.25, verifica-se um comparativo do percentual de crescimento populacional entre a cidade de João Pessoa, o estado da Paraíba e o Brasil, durante o período de 1940 e 2010, onde se observa para João Pessoa um crescimento aproximado de 3,43% para a década, o Brasil com 2,47% e a Paraíba com 1,50%, onde se destaca o crescimento acentuado da cidade de João Pessoa a partir da década de 1960.

Entre os anos de 1980 e 2010, houve um maior crescimento impulsionado principalmente pelo aumento da dinâmica do turismo e dos serviços.

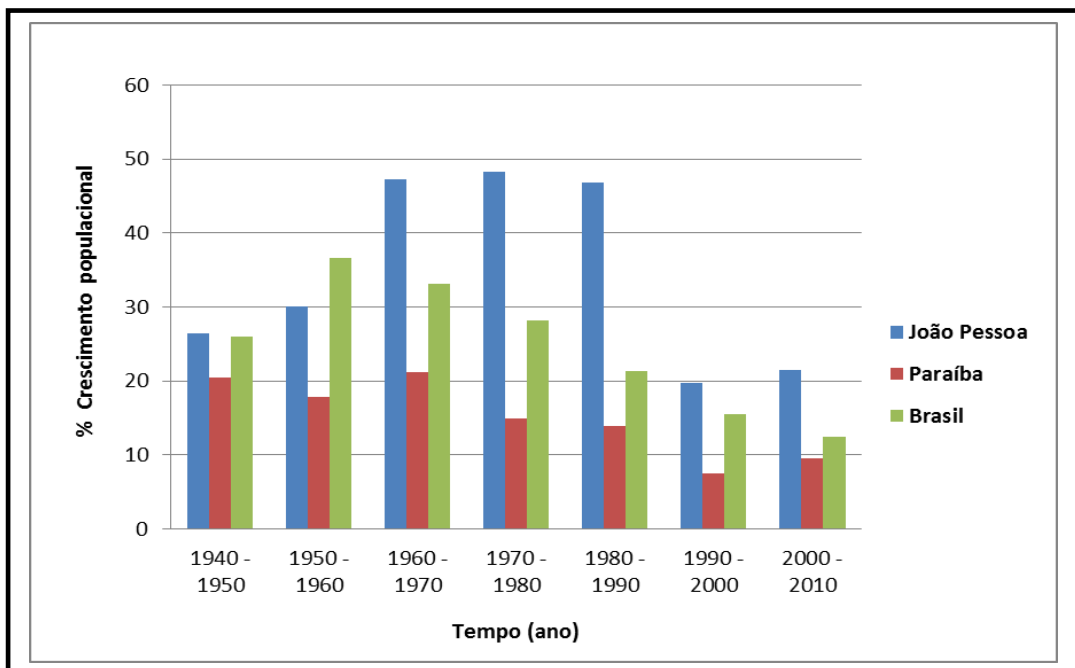


Figura 2.25: Representação do percentual da evolução populacional entre a cidade de João Pessoa, o estado da Paraíba e o Brasil

Fonte: IBGE (2011).

O crescimento populacional do período de 2000 a 2010 fomentou o crescimento habitacional, e este por sua vez contribuiu para a geração de RCC. Após a análise do crescimento populacional da cidade, observou-se ainda a evolução da ICC no período de 2000 a 2010 e, como consequência, a geração dos RCC que houve devido a esta evolução. Dessa forma, obteve-se o volume e peso gerado na cidade neste período.

2.8.2 Área de estudo

A ocupação territorial da cidade de João Pessoa/PB, ao longo da história, apresentou alguns acertos e desacertos. Como principal acerto, tem-se o controle do adensamento com uma fiscalização mais rigorosa na aprovação dos projetos nas áreas da faixa litorânea, o que permitiu que a cidade tivesse uma característica própria, peculiar, que constitui um verdadeiro valor, não apenas no aspecto ambiental e paisagístico, mas também no seu valor como identidade urbana, vez que se estruturou de forma diferente das demais capitais do nordeste.

Como principal desacerto, percebe-se, principalmente nas últimas 4 décadas, uma expansão territorial bastante extensiva devido ao grande crescimento populacional da cidade. Este processo acentuado, mais intenso que a média das cidades de mesmo porte, gera estruturas anômalas, como:

- a) A cidade se expande exageradamente para a periferia, enquanto sua área central se deteriora.
- b) A cidade ainda detém muitos vazios urbanos em sua mancha ocupada, o que representa ociosidade de infraestruturas, serviços e provimentos urbanos. Enquanto isso, na borda peri-urbana, acontece o fenômeno inverso com a existência de algumas áreas urbanas em meio a um território ainda predominantemente rural sem o nível adequado de provimentos urbanos.

A cidade de João Pessoa é considerada de porte médio. Está localizada na porção mais oriental das Américas, com longitude oeste de 34° 47' 30'' e latitude sul de 7° 09' e 28''. Limita-se ao norte com a cidade de Cabedelo, através do rio Jaguaribe; ao sul, com a cidade do Conde, pelo rio Gramame; a leste, com o Oceano Atlântico; e, a oeste com as cidades de Bayeux pelo rio Sanhauá e Santa Rita pelos rios Mumbaba e Paraíba.

A cidade de João Pessoa, hoje, com 742.478 habitantes IBGE (2012), possui uma área de 211.474 km², e está localizada no limite leste do Brasil, na ponta mais oriental das Américas, conforme Figura 3.1, tem seu núcleo urbano inserido em área de 16.517 ha.

Esse grande processo de urbanização tem apresentado um enorme índice de geração de RCC e, devido a tal fato, está necessitando de medidas de equilíbrio com urgência no seu gerenciamento em busca de soluções adequadas de caráter permanente.

A cidade tem apresentado recentemente um elevado índice de crescimento na Indústria da Construção Civil (ICC), devido ao crescimento populacional da área urbana, principalmente, no que se refere as edificações verticais, gerando grande quantidades de RCC sendo parte destes lançados irregularmente, daí a razão deste estudo.

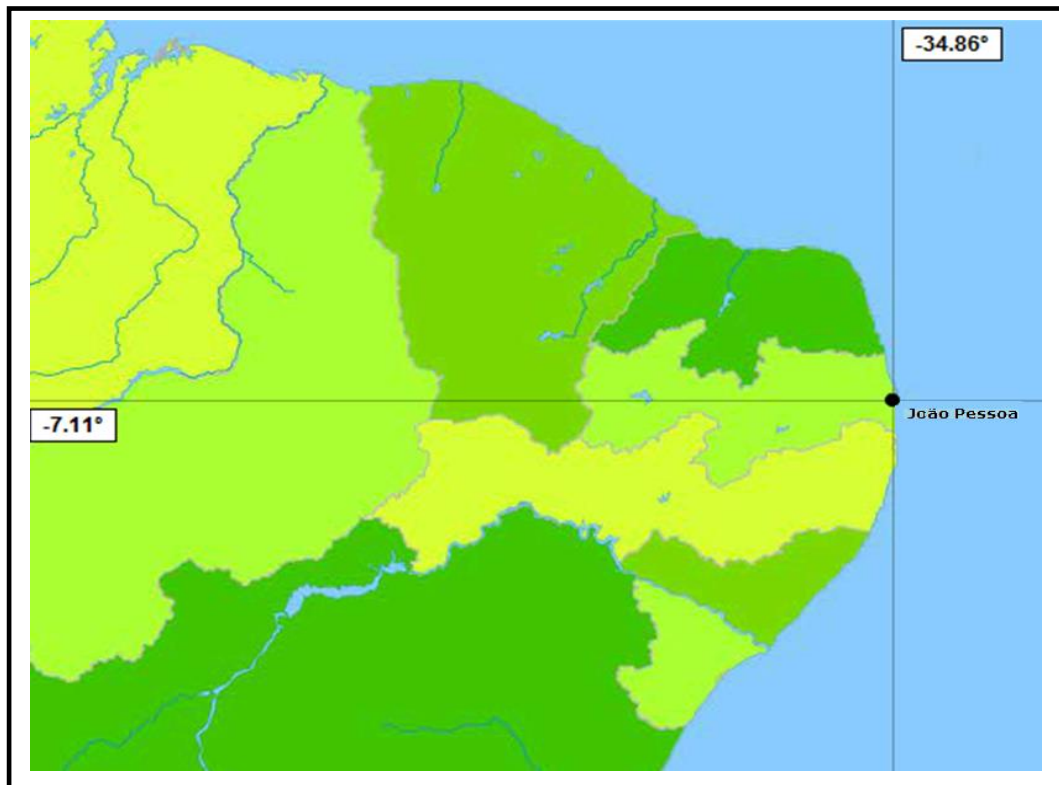


Figura 3.1: Localização de João Pessoa na ponta mais oriental do Brasil
Fonte: IBGE (2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido na cidade de João Pessoa, estado da Paraíba/BR, em busca de se analisar a geração dos RCC da classe A na cidade de João Pessoa, durante os últimos anos, identificando a taxa de geração (kg/m^2) dos mesmos, o volume desses resíduos e sua massa; identifica também os maiores pontos de deposições irregulares de RCC da cidade e ainda o fluxo desses resíduos desde o momento que saem dos canteiros de obras onde são gerados, até sua disposição na USIBEN, comparando com os pontos de deposição irregulares mais próximos aos bairros geradores.

Acompanhando algumas obras em seus respectivos canteiros, foi-se em busca da massa unitária (kg/m^3) dos mesmos, durante as fases de execução dos serviços desde as fundações, passando pela etapa de estruturas, elementos de vedação até a conclusão das coberturas, que são as fases de maior geração dos RCC da classe A, pois na fase final da obra que são os revestimentos, essa geração é bem inferior.

Conhecida a massa unitária gerada nas obras, partiu-se em seguida, para se encontrar a taxa (kg/m^2) gerada nas obras de edificações verticais concluídas, encontrando-se em seguida a massa de RCC gerada na cidade.

3.1 ESTIMATIVA DA TAXA DE GERAÇÃO DE RCC EM OBRAS NA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB

A fim de se conseguir a taxa de geração de RCC da cidade, realizou-se visitas às construtoras selecionadas (Quadro 3.1) pela indicação de obras de padrão médio alto de construção, tomando-se as edificações verticais e residenciais, pois as comerciais são de pequena representatividade, e as industriais são menores ainda. Ao selecionar essas empresas, foram escolhidas as obras de padrão médio alto de construção e aplicou-se um formulário para coleta (apêndice A) de informações mais detalhadas, tais como áreas de construção e volume de RCC classe A gerados nas edificações, calculando-se em seguida as taxas (m^3 / m^2) e (kg / m^2) de RCC gerado. Posteriormente, foram consultados o CREA e a PMJP e se conseguiu a quantidade de obras e a área de construção no período estudado, e, como o estudo foi feito dentro da cidade de João Pessoa, o padrão de construção é médio alto e o método

construtivo é em estrutura de concreto armado, com os fechamentos de vãos em blocos cerâmicos. Em seguida, utilizaram-se as taxas encontradas (Tabela 4.6) e aplicaram-se as áreas de construção estudadas pela PMJP, encontrando-se, dessa forma, o volume e o peso de RCC gerado (Tabela 4.10) na cidade durante a fase estudada.

3.1.1 Estimativa do volume e massa unitária de geração dos RCC “*in loco*”

Para determinar a taxa de geração entre os anos de 2000 à 2010, investigou vinte (20) empresas construtoras de padrão médio-alto, observando-se as seguintes características: estrutura em concreto armado, e que utilizam para os fechamentos dos vãos blocos cerâmicos, não sendo considerado como RCC os volumes de terra retirados para escavação, no caso dos que foram utilizados o subsolo como pavimento garagem. Essas empresas foram selecionadas com base nas relações de construtoras ativas fornecidas pelo CREA, CEF e SINDUSCON.

Para as obras concluídas (O.C.), dezoito unidades, foi elaborado questionário para uso na entrevista, para obtenção de informações relativas ao tipo da obra, número de pavimentos, número de apartamentos, padrão de construção, volume de RCC classe A nela gerados, áreas de construção, característica construtiva, executadas em estruturas de concreto armado com fechamento de vãos em blocos cerâmicos, sendo considerado para o estudo todo o material gerado, desde suas fundações, até a entrega da obra. Posteriormente se calculou o peso total nela gerado, buscando-se, em seguida, a taxa de RCC (kg/m^2) e (m^3/m^2) em cada uma das obras pesquisadas. Essas entrevistas foram realizadas com os diretores das empresas, e esse modelo de questionário encontra-se no apêndice A.

Para as obras em andamento (O.E.A.), duas unidades, foi feito o acompanhamento dos serviços, fazendo-se a orientação necessária para o bom desempenho na produtividade nos serviços desenvolvidos na mesma, minimizando com isso a geração dos RCC, orientando a perfeita segregação dos RCC, separando cuidadosamente os materiais da classe A, para, em seguida calcular-se o volume (m^3) gerado e o peso (kg) dos mesmos. Posteriormente com a amostragem dos RCC da classe A gerados, determinou-se a massa unitária (kg/m^3) dos mesmos.

Esse procedimento se deu, desde o momento em que houve a locação da obra, até a conclusão de todos os serviços de fundações, estruturas de concreto armado, fechamento dos

vãos em blocos cerâmicos e conclusão da cobertura (Tabela 3.2). Orientou-se ainda quanto à segregação dos RCC a serem amostrados, o uso e reúso dos mesmos, a medição de volume, a pesagem e a orientação ao destino dos mesmos na USIBEN (Usina de Beneficiamento de Resíduos de Construção e Demolição) da cidade.

Para uma melhor uniformidade nas amostras, foram estabelecidas algumas características padrão e tinham como perfil:

- a) Padrão médio ou médio alto;
- b) Edificações verticais;
- c) Uso residencial;
- d) Sistema de construção pelo método convencional, com estrutura em concreto armado e fechamento dos vãos em blocos cerâmicos;
- e) Construídas a partir do ano 2000.

Inicialmente foram visitadas vinte e oito construtoras; delas, oito não possuíam as informações para o trabalho, ficando apenas com vinte, que conseguiram enquadrar-se nos padrões da pesquisa, responderam o questionário, fornecendo todas as informações necessárias e também permitindo o acesso aos seus canteiros de obras, auxiliando este trabalho.

Das vinte empresas, foram selecionadas trinta e oito obras, para se fazerem os levantamentos necessários para o trabalho. Das vinte empresas selecionadas, após as primeiras visitas e levantamentos, foram desconsideradas quatro, pois não possuíam informações suficientes, para atender ao trabalho, e duas delas não conseguiram concluir as obras a tempo, para atender este, restando quatorze empresas. As quatorze construtoras forneceram informações detalhadas sobre dezoito obras concluídas com as características acima.

Quadro 3.1: Empresas e obras pesquisadas para o trabalho

ÍTEM	DESCRIÇÃO	EMPRESAS	OBRAS
01	Inicialmente visitadas 28 empresas	28	-----
02	Posteriormente foram selecionadas 20 empresas	20	38 obras.
03	Das 20 empresas selecionadas, 04 delas não possuíam informações suficientes para o trabalho e duas não concluíram até a data final da pesquisa	14	-----
04	Restaram então 14 empresas	14	20 obras, sendo 18 conclusas e 02 acompanhadas <i>in loco</i> ;

Fonte: Autor da pesquisa.

Das quatro obras da amostra que ainda estavam em andamento, duas não conseguiram concluir no tempo hábil dos trabalhos, e duas outras, denominadas 1.3 e 1.4 (Quadro 3.2), foram as obras que se acompanhou, desde a implantação do seu canteiro de obras, até a conclusão das coberturas, orientando todo o procedimento de execução dos serviços e mostrando aos funcionários o valor e a importância de aproveitamento dos RCC e calculando os volumes dos RCC gerados e fazendo as pesagens dos mesmos que estavam sendo executados durante o acompanhamento Tabela 3.2.

Quadro 3.2: Empresas, obras pesquisadas e áreas de construção

	Construtora	Obra	N. Obras	Área de construção	Observ.
	1	1-1	01	1.416,00	
		1-2	02	1.169,20	
		1-3	03	898,80	O.E.A.
		1-4	04	912,00	O.E.A.
	2	2-3	05	17.706,80	
	3	3-1	06	1.300,00	
	4	4-1	07	6.796,66	
		4-2	08	9.762,49	
	5	5-1	09	8.256,22	
	6	6-1	10	440,00	
	7	7-1	11	8.200,00	
		7-2	12	7.100,00	
	8	8-1	13	4.046,00	
		8-2	14	10.440,00	
	9	9-1	15	14.581,50	
		9-2	16	2.903,00	
	12	12-1	17	1.952,19	
	13	13-1	18	3.941,71	
	14	14-1	19	12.452,66	
	15	15-1	20	3.606,07	
Observação					
O.E.A. Obra em andamento (calc. massa unitária)					

Fonte: Autor da pesquisa.

Dessa forma, estabeleceu-se neste trabalho o uso dos RCC sempre da Classe A, e algumas empresas inicialmente pesquisadas foram desconsideradas, por não se enquadrarem no pré-definido e ainda terem sido utilizados materiais não estabelecidos na Resolução 348/2004 e 431/2011 do CONAMA.

Para as obras concluídas (O.C.) fez-se contato com os diretores dessas empresas, apresentou-se o formulário do apêndice A, explicando-se a finalidade deste trabalho, que era

encontrar e escolher algumas de suas obras que se enquadrassem nas especificações detalhadas na metodologia deste, necessitando o volume (m^3) de RCC da classe A e a área de construção (m^2) das obras estudadas.

Quanto às obras 1.3 e 1.4 (O.E.A. – Obras em Andamento), também foi efetuado a visita a esses diretores, explicando as necessidades para o trabalho, solicitando permissão para o acompanhamento e a orientação das mesmas durante toda a execução dos serviços, desde o início das fundações, execução das estruturas de concreto armado e do fechamento dos vãos em blocos cerâmicos, até a conclusão da cobertura em telhas de cimento amianto. Cuidou-se, também, da segregação desses materiais gerados e em especial os da classe A. Em seguida, foi necessário também saber o volume (m^3) e a massa (kg) dos resíduos gerados nessas obras, para obter a massa unitária (kg/m^3) dos RCC nas mesmas.

Para o cálculo dessa massa, foram executadas as seguintes tarefas:

Inicialmente, se fez a segregação dos RCC gerados e separando-os em classe de acordo com a Res CONAMA/307 e os RCC classe A, constituídos de restos de blocos cerâmicos, concretos e argamassas, não deixando haver qualquer mistura com aço, madeira ou outro material qualquer (Figura 3.2), mantendo a observância à Resolução CONAMA 307, resíduos classe A e em seguida pesá-los;



Figura 3.2: RCC classe A, geração e segregação

Fonte: Autor da pesquisa (dez / 2010).

Para essa segregação, foi aplicada, no próprio canteiro de obras, aos operários, a conscientização e orientação da necessidade de uma boa segregação e armazenamento dos RCC que lá estavam sendo gerados. Os mesmos deveriam ser escolhidos e separados por tipo gerado, em locais divergentes, e os RCC da classe A deveriam ser armazenados em um local diferenciado, tomando-se o cuidado, para que os mesmos não absorvessem umidade e fosse misturado com impurezas outras, tais como plástico, madeira, gesso etc.

Em seguida, confeccionou-se dois recipientes para que fosse pesado (kg) todo o material da classe A, Tabela 3.1. Ao atingir um determinado volume dentro da obra, necessitava-se de cinco operários: dois, para encher os recipientes, dois, para transportar os mesmos e calculou-se o volume (m^3) dos RCC; posteriormente se utilizou uma balança portátil do fabricante Filizola, com capacidade para 150 kg e precisão de 0,1 kg (Figura 3.3); com um operário se fazia a pesagem com o RCC e subtraía-se o peso do recipiente seco, encontrando-se o peso do RCC.



Figura 3.3: RCC segregado na hora da pesagem

Fonte: Autor da pesquisa (maio/2011).

Conhecendo-se o volume e peso dos RCC, calculava-se a massa unitária (kg/m^3) dos mesmos durante estas fases de acompanhamento;

As características dos recipientes utilizados encontram-se detalhadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Descrição e detalhamento dos recipientes utilizados nas pesagens

Recipiente	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)	Volume (m ³)	Peso (kg)
01	0,23	0,23	0,35	0,02	1,50
02	0,47	0,32	0,50	0,08	11,00

Fonte: Autor da pesquisa.

Os detalhes das amostras dos RCC classe A estudados estão apresentados na Tabela 3.2, amostras data da pesagem, fase das obras estudadas, número de pesagem efetuada. Inicialmente se fez a segregação dos RCC classe A, até se conseguir um determinado volume, para se calcular o volume e fazer a pesagem. Logo quando se tomou a primeira amostra (dias 10 e 11/12/2010), a obra 01 estava na fase de fundações e estrutura e a obra 02 nada foi considerado; para a segunda amostra (06 e 07/02/2011), os RCC encontrados foram utilizados nas fases de estrutura e alvenaria da obra 01 e parte na fase de fundações da obra 02; para a terceira amostra (21 e 22/05/2011), o RCC amostral foi utilizado das fases de alvenaria e cobertura da 01 e fundações e estruturas da obra 02; para a quarta amostra, o RCC amostral foi utilizado das fases de estrutura, alvenaria e cobertura da obra 02, e nada foi considerado da obra 01).

Calculada a massa unitária média pelo estudo efetuado nas duas obras (O.E.A.) 1.3 e 1.4 (Tabela 4.1), calcularam-se as taxas de geração de RCC (kg/m²) e (m³/m²) para as demais obras estudadas (O.C. – Obras concluídas); utilizaram-se as áreas construídas e os volumes de RCC gerados nas dezoito obras estudadas (Tabela 4.3). Posteriormente se utilizou a massa unitária média calculada na pesquisa apresentada na Tabela 4.1, para se calcular o peso e o volume total gerados e posteriormente, as taxas de RCC correspondente a cada uma das obras. Conhecidas as taxas (kg/m²) e (m³/m²) das obras conclusas (Tabela 4.4), obteve-se a média aritmética das mesmas.

Tabela 3.2: Detalhamento das pesagens efetuadas dos RCC classe A

Amostra	Data	Fase das Obras	Número Pesagens
01	10 e 11/12/2010	F1 / E1	113
02	06 e 07/02/2011	E1 / A1 / F2	192
03	21 e 22/05/2011	A1 / C1 / E2	46
04	29/11 e 01/12/2011	E2 / A2 / C2	61
OBS.	F (Fundação) / E (Estrutura) / A (Alvenaria) C (Cobertura) / 1 (Obra 1) / 2 (Obra 2)		

Fonte: Autor da pesquisa.

3.2 DETERMINAÇÃO DA ÁREA CONSTRUÍDA E LICENCIADA NOS ÚLTIMOS DEZ ANOS (2000 À 2010) NA CIDADE DE JOÃO PESSOA

Para inferir a taxa de geração no período de 2000 a 2010 buscou-se dados sobre as áreas construídas e em construção na cidade de João Pessoa, junto ao CREA/PB (Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia da Paraíba) e PMJP/SEPLAN (Prefeitura Municipal de João Pessoa / Secretaria de Planejamento da cidade, buscando-se o número de construtoras cadastradas, suas áreas de construção com base no número de Anotações de Responsabilidade Técnica (ART's); para a PMJP/SEPLAN, buscou-se também as áreas licenciadas de habitação, de obras com as características apresentadas na metodologia, durante o período de 2000 a 2010.

Os dados obtidos junto ao CREA representam a expectativa de obras a serem executadas, quanto aos dados junto a PMJP são as obras efetivamente construídas e concluídas com as respectivas licenças de habitação.

Adotou-se para área construída da cidade a área (P.M.J.P.) relativa às licenças de habitação, por terem sido as áreas das construções iniciadas e concluídas, pois para o CREA, a obra poderia ter sido iniciada e não concluída; já para a PMJP, tomou-se a licença de habitação, que é fornecida para a obra concluída.

3.3 QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DOS RCC RECEBIDOS NA USIBEN

A fim de se conhecer o destino dos RCC gerados nas obras e que não ficam nos canteiros, precisou-se analisar o volume de RCC que a USIBEN encontra-se recebendo relativo ao volume dos mesmos gerados na cidade. Foi-se à Usina, (Figura 2.7), para saber qual o volume que está sendo recebido pela mesma e compará-lo com o volume gerado na cidade, no mesmo período, o que se encontra apresentado nos resultados deste.

Foram levantados os dados quanto ao volume de RCC recebido no período de 2008 a 2010, na USIBEN, a fim de que se possa fazer esse comparativo de massa de resíduos que não está sendo entregue na usina; essa diferença poderá ser parcialmente reutilizada em outras obras, e parte dos mesmos com certeza está sendo deposta em locais inadequados. Essa usina foi o primeiro equipamento público de reciclagem de RCC instalado no nordeste do Brasil e encontra-se localizada na rua Antonieta Sátyro s/n, no Jardim Laranjeiras, no bairro de José Américo.

3.4 DEPOSIÇÕES IRREGULARES DE RCC NA CIDADE DE JOÃO PESSOA

Sabendo-se que nem todo o RCC gerado na cidade estava sendo entregue na USIBEN, identificaram-se alguns pontos de deposições irregulares, e, como consequência, verificou-se que os mesmos encontravam-se nas proximidades dos bairros que mais cresceram na cidade, nas últimas décadas, como consequência geraram mais resíduos. Desejando estimar o volume aproximado de deposições irregulares, foi feita uma identificação, mediante inspeção visual através de visitas *in loco*, mas dificilmente se consegue fazer a estimativa de

tal volume. Em seguida, fez-se um levantamento do percurso dos RCC, desde o local onde foram gerados, nos bairros que mais cresceram, e conseqüentemente de maior geração entre 2000 e 2010, até esses aterros clandestinos, e se comparou com a distância entre os mesmos bairros e a USIBEN, a fim de se identificar essas distâncias, o que se encontra nos resultados do trabalho.

Diante dessa conjuntura, foi-se em busca dos locais onde havia as deposições irregulares e identificaram-se os mais volumosos pontos nas proximidades dos bairros numerados de 1 a 5, e se verificou que o ponto 4 encontra-se nas proximidades limites de divisa da cidade de João Pessoa, mas se encontra situado na cidade de Cabedelo.

Com isso se fez um estudo sobre os mesmos, identificando-os através de visitas, fotografias e mapas espaciais da cidade onde se encontra sua localização, identificaram-se seus proprietários, procurou-se suas declividades, áreas de extensão, e ainda a zona em que a mesma encontrava-se situado, relativo às áreas habitacionais. Em seguida, procurou-se a relação de distância que havia entre esses pontos com os bairros que mais cresceram relacionando-se com a USIBEN, procurando identificar uma resposta para a situação. Na Figura 3.4, verifica-se a cidade de João Pessoa com a indicação da localização desses cinco pontos de deposição estudados e a localização da USIBEN.

Identificados os cinco maiores pontos de deposição irregular, locais de grandes áreas, em seguida estudou-se a localização dos mesmos relativos aos bairros de maior geração de RCC, que são aqueles que mais cresceram, mais construíram e conseqüentemente mais geraram RCC. Com isso se tem um estudo concreto e relativo das distâncias entre os locais de maior geração dos RCC as deposições irregulares comparando essa distância com esses bairros a USIBEN. Após o estudo do percurso dos RCC dos bairros de maior geração a USIBEN e aos cinco pontos de deposição irregular, verificou-se que os três maiores pontos dos cinco estudados foram visivelmente, em volume, os pontos 1, 2 e 3 (Figura 3.4) .

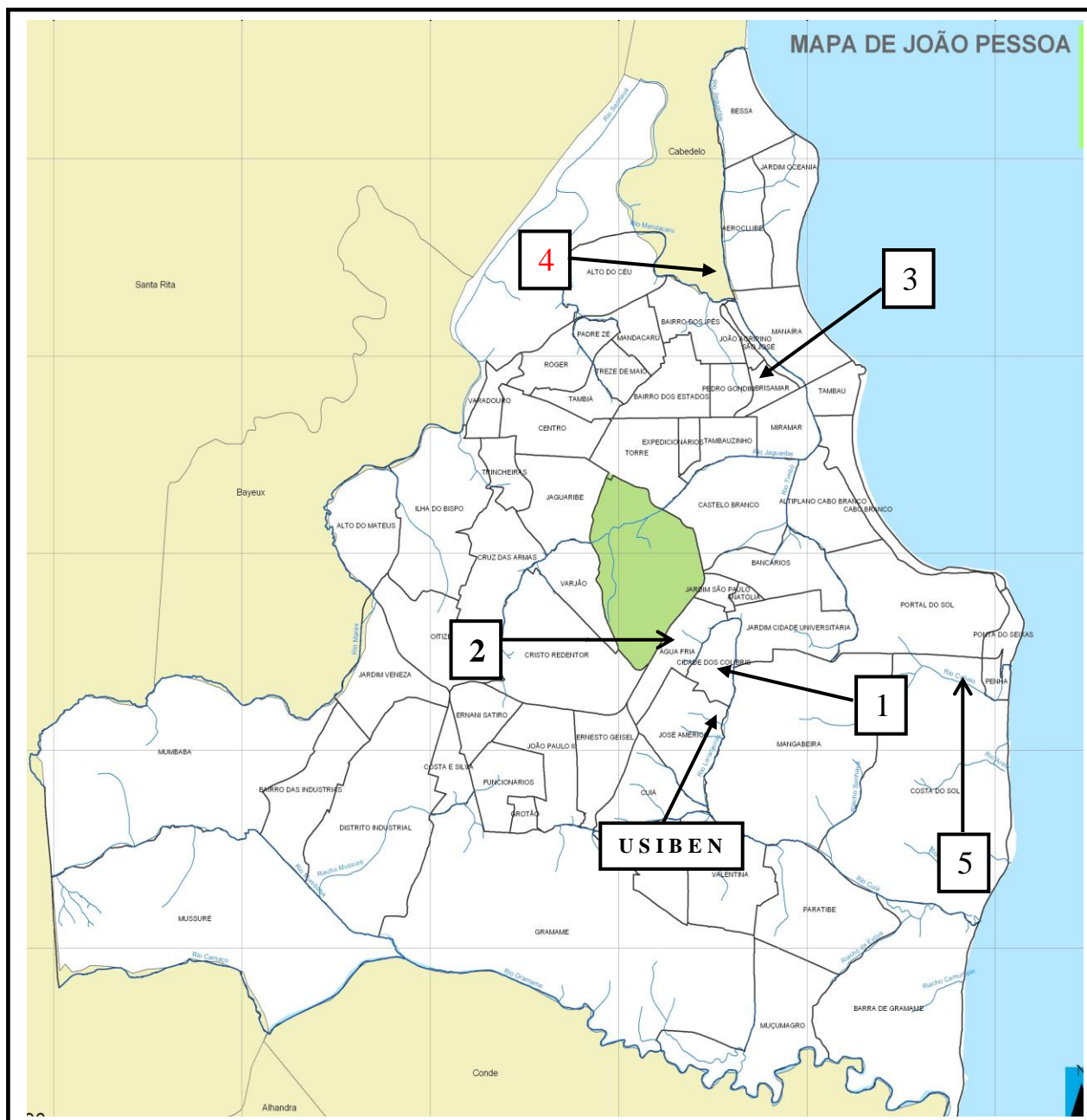


Figura 3.4: Cidade de João Pessoa com o limite dos bairros e os pontos de deposições irregulares estudados

Fonte: Autor da pesquisa.

Para facilitar o entendimento da metodologia deste trabalho, apresenta-se o fluxograma do desenvolvimento do mesmo, conforme Figura 3.5.

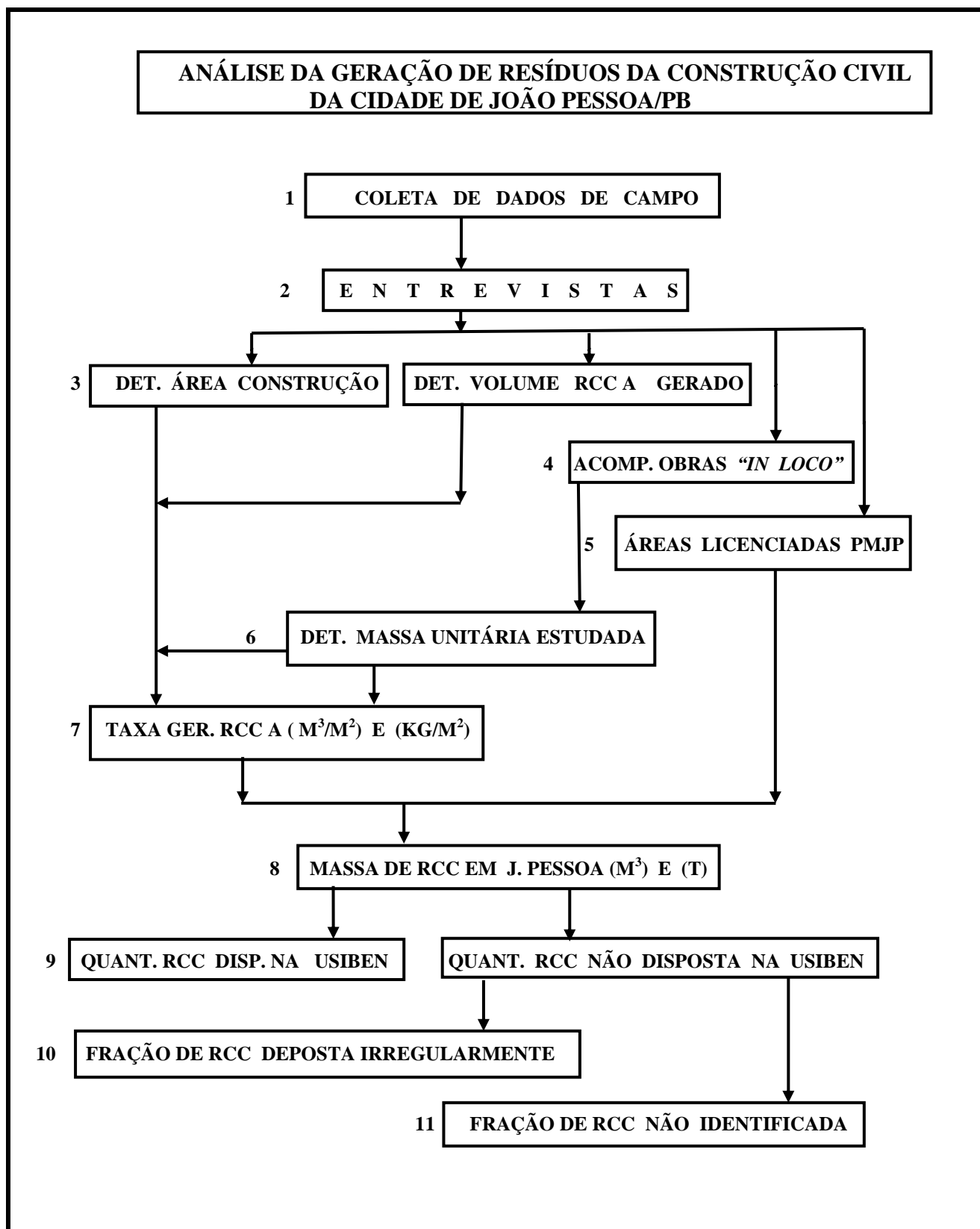


Figura 3.5: Fluxograma para melhor entendimento da metodologia

Fonte: Autor da pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 MASSA UNITÁRIA DOS RCC

As amostras foram coletadas em datas diferenciadas, com volumes de RCC variados em função do andamento da obra, cujas características estão nas Tabelas (3.1 - Obra 1 e 3.2 – Obra 2), cujos resultados encontram-se apresentadas na Tabela 4.1.

O material do estudo foi segregado nas duas obras, desde o momento que se deu o início das fundações, até a conclusão da cobertura; esse era separado em locais específicos, para não ser misturado com outros que não fossem da classe A. Quando se atingia um determinado volume de RCC classe A segregado, fazia-se a programação com os diretores das obras, para se fazer a medição do volume (m^3) e a pesagem (kg) dos mesmos. Devido ao tamanho e capacidade da balança e o volume do recipiente que se estava utilizando para o cálculo do volume e pesagem, apresentou-se uma quantidade de pesagem grande.

Para a amostra 01 obteve-se uma massa de 2.637,3 kg, em um volume de $2,09 m^3$, fazendo-se 113 pesagens obtendo uma massa unitária (M.U.) de $1.260,6 kg/m^3$. Para a amostra 02 encontrou-se uma massa de 3.888,5 kg, em um volume de $3,55 m^3$, fazendo-se 192 pesagens e obtendo-se uma massa unitária (M.U.) de $1.093,9 kg/m^3$. Para a amostra 03 teve um peso de 3.309,0 kg, em um volume de $3,46 m^3$, fazendo-se 46 pesagens e obtendo-se uma massa unitária (M.U.) de $956,6 kg/m^3$. Para a amostra 04 se obteve um peso de 4.581,0 kg, em um volume de $4,59 m^3$, fazendo-se 61 pesagens e obtendo-se uma massa unitária (M.U.) de $998,7 kg/m^3$. Posteriormente calculou-se a média dessas massas e encontrou-se o valor de $1.077,4 kg/m^3$.

Observa-se que, no período analisado, dezembro 2010 a dezembro 2011, a massa unitária variou entre 998,7 e $1.260,6 kg/m^3$; isso mostra que há uma pequena variação dessa massa unitária em função de cada etapa de serviços da obra, pois os materiais constituintes desses resíduos para as fundações são praticamente concreto; para a fase de alvenaria, são diferentes blocos cerâmicos e argamassa, em cada uma dessas etapas os volumes dos mesmos também são diferenciados, alterando dessa forma, em pequeno valor, essa massa unitária. Convém salientar ainda que as diferenças encontradas em cada uma das amostras devem-se

ambém ao diâmetro dos agregados colocados nos recipientes, o que irá alterar um pouco a massa unitária.

As amostras estudadas deram-se nas fases explicadas (Tabela 4.1) e somente foram coletadas, quando se conseguia um volume considerável de RCC no setor de segregação. Esses volumes foram considerados durante as fases apresentadas e, em seguida, fazia-se a pesagem dos mesmos, quando posteriormente se calculava a massa unitária das amostras. Para concluir calculou-se a média das massas unitárias em cada uma das amostras, para se encontrar o peso total gerado nas obras conclusas Tabela 4.3. Também foi incluso nesta o desvio padrão das amostras estudadas

Tabela 4.1: Volume, massa total e massa unitária das amostras

Amostras diferentes	Fase das Obras	Vol. total (m³)	Massa Total kg	Massa unitária kg/m³ (Desvio Padrão)
01 (dez / 2010)	F1 / E1 / F2	2,09	2.637,3	1.262,0 (149,7)
02 (fev / 2011)	E1 / A1 / F2	3,55	3.888,5	1.094,3 (60,3)
03 (mai / 2011)	A1 / C1 / A2 / E2	3,46	3.309,0	943,0 (14,2)
04 (dez / 2011)	E2 / A2 / C2	4,59	4.581,0	1.010,3 (103,8)
Média				1.077,4
OBS.	F (Fundação) / E (Estrutura) / A (Alvenaria) / C (Cobertura) / 1 (Obra 1) / 2 (Obra 2)			

Fonte: Autor da pesquisa.

Na Tabela 2.11, encontrou-se a média da massa unitária de alguns trabalhos estudados, que ficou em 1.259 kg/m^3 ; para os materiais concretos, essa massa unitária ficou em 1.335 kg/m^3 ; posteriormente se verificou a média da massa unitária para os estudos referentes aos trabalhos que executavam apenas a alvenaria e concreto, e essa média foi de 1.167 kg/m^3 enquanto no nosso trabalho encontrou-se o valor de $1077,4 \text{ kg/m}^3$ referenciado na Tabela 4.1; para finalizar, encontrou-se a média de alguns estudos sem referência que ficou em 1.340 kg/m^3 .

É importante salientar também que, durante a fase de revestimento, os RCC da classe A possuem uma massa unitária um pouco acima, devido ao diâmetro da granulometria dos revestimentos, o que irá subir esta taxa mais um pouco.

Para se encontrar as taxas de RCC (m^3 / m^2) e (kg / m^2) das obras pesquisadas e estudadas apresentadas (Tabela 4.6), foi-se em busca da massa unitária gerada nas obras também estudadas e acompanhadas Tabela 4.1 que foram geradas nos RCC da classe A. Todas as obras no estudo possuem uma uniformidade nas suas características físicas, pois se referem aos RCC da classe A, estão situadas na mesma região, com o mesmo padrão de construção Tabela 4.3, e utilizando a mesma tecnologia, estruturas em concreto armado convencional e vedação em blocos cerâmicos. Sabe-se ainda que os RCC da classe A são aproximadamente mais que 90% dos resíduos sólidos de uma obra (Tabela 2.9) e conhecendo-se ainda que a massa unitária média do estudo (Tabela 4.1) e está dentro dos estudos pesquisados (Tabela 2.11), utilizou-se essa média para calcular essas taxas.

As amostras escolhidas foram selecionadas e segregadas observando uma determinada uniformidade, devido à composição dos RCC estudados e gerados.

Sabe-se que os RCC da classe A gerados nas construções, durante a fase de confecção dos concretos (fundações e estruturas), alvenarias e coberturas, possuem uma determinada uniformidade na sua massa unitária, devido à composição dos RCC gerados pelos mesmos.

A fim de se confirmar a uniformidade nas amostras utilizadas para o cálculo da massa unitária aplicou-se a análise de variância (MALHORTEA, A *et al.*, 2001) com intervalos de confiança à 95% (Tabela 4.2), e encontrou-se a média de cada grupo, com seus limites superior e inferior representados nessa Tabela.

Tabela 4.2: Análise de variância das amostras estudadas para o cálculo da massa unitária

TABELA DO ESTUDO ESTATÍSTICO				
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4
Média	1262	1094,3	943,0	1.010,3
n	113	192	46	61
S2	22393,9	3640,8	203,0	10776,2
n-1	112	191	45	60
(n-1)s2	2508113,8	695382,9	9133,8	528034,8
Mswithin	9422,3	GL	397	
s2y	83,4	49,1	204,8	188,5
s	149,7	60,3	14,2	103,8
sy	9,1	7,0	14,3	13,7
w	17,3	13,2	27,1	26,0
li	1244,8	1081,1	915,9	960,8
ls	1279,3	1107,6	970,0	1012,7

Fonte: Autor da pesquisa.

Pode-se observar no Quadro 4.1 que há diferença estatística entre os valores médios do RCC das quatro amostras.

Quadro 4.1: Análise de variância (ANOVA) para comparar as amostras 1, 2, 3 e 4

Fonte de variação	Soma dos quadrados	G. de liberdade	Quadrado médio	Razão F	Valor - P
Entre Grupos	4702338,106	3	1567446,035	166,355	0,000
Erro	3740660,896	397	9422,320		
Total	8442999,002	400			

Fonte: Autor da pesquisa.

O teste de Scheffé apresentado no Quadro 4.2 mostra quais amostras são estatisticamente diferentes.

Quadro 4.2: Teste de Scheffé

Amostra	N	Subconjunto com Sig. = 0.05		
		1	2	3
Amostra4	61	986,70080		
Amostra3	46	942,99265		
Amostra2	192		1.094,31297	
Amostra1	113			1.262,04234
Sig.		0,065	1,000	1,000

Fonte: Autor da pesquisa.

Pode-se observar, no Quadro 4.2, que a amostra 1 (média = 1.262,04 kg/m³) possui uma massa superior às demais amostras. A amostra 2 (possui uma média = 1.094,31 kg/m³), possui um valor um pouco menor que o encontrado para a amostra 1, demonstrando que há uma pequena divergência entre elas. Quanto às amostras 3 (942,99 kg/m³) e 4 (986,70 kg/m³), possuem um valor médio (984,64 kg/m³); observa-se que estas amostras estão situadas em um mesmo espaço do estudo, mas possui um valor inferior à segunda amostra, o que mostra que mesmo possuindo as mesmas características, encontram-se ainda um pouco divergentes das duas primeiras.

A Figura 4.1 mostra a média das amostras encontrada pela análise de variância estudada, comprovando que a composição das amostras dos RCC ora em estudos são pouco divergentes entre si, pois os RCC encontrados foram selecionados em fases diferentes das obras (fundações, estruturas, alvenarias e coberturas) Tabela 4.1; essas fases de execução dos serviços na construção civil são as que mais geram RCC classe A, possuindo cada uma destas composição de materiais diferentes o que irá gerar RCC com composições diferentes.

Quanto à amostra 1, foram as amostras selecionadas durante as fases de fundações e estruturas das obras (material concreto), e, como os RCC destes serviços possuem as mesmas composições dos mesmos, e como os concretos possuem maior massa que os blocos de vedação, tem-se o resultado destas amostras possuindo um valor acima das demais. Quanto à segunda amostra, foram selecionadas das fases de (fundações – concretos, estruturas – concreto, e vedação – blocos cerâmicos) este valor foi reduzido devido à incorporação dos blocos cerâmicos, em menor volume na amostra. Quanto à terceira e quarta amostras, estas estavam nas fases (vedação – blocos cerâmicos, estrutura pouco fase final da mesma – concreto, e cobertura, alvenarias - blocos de vedação). Devido ao pequeno volume de concreto e um maior volume de blocos cerâmicos, nessas amostras ela situou-se com valores menores que as amostras 1 e 2.

A Figura 4.1 mostra que a distribuição do peso médio dos materiais segue a ordem de peso: Amostra 3 e 4 com os menores pesos médios, por serem constituídos, em sua maioria, de materiais cerâmicos. Amostra 2 segue-se superior ao peso médio das amostras 3 e 4, sendo constituída com a composição em parte de concreto e uma parte em blocos cerâmicos. A amostra 1 é a que apresenta maior peso médio mais elevado que as demais, por se tratar de concreto.

Na Figura 4.1, tem-se além do gráfico representativo da análise de variância das amostras estudadas e a média dessas amostras, verifica-se com maior representatividade os limites superior e inferior de cada uma das amostras, conforme Tabela 4.2.

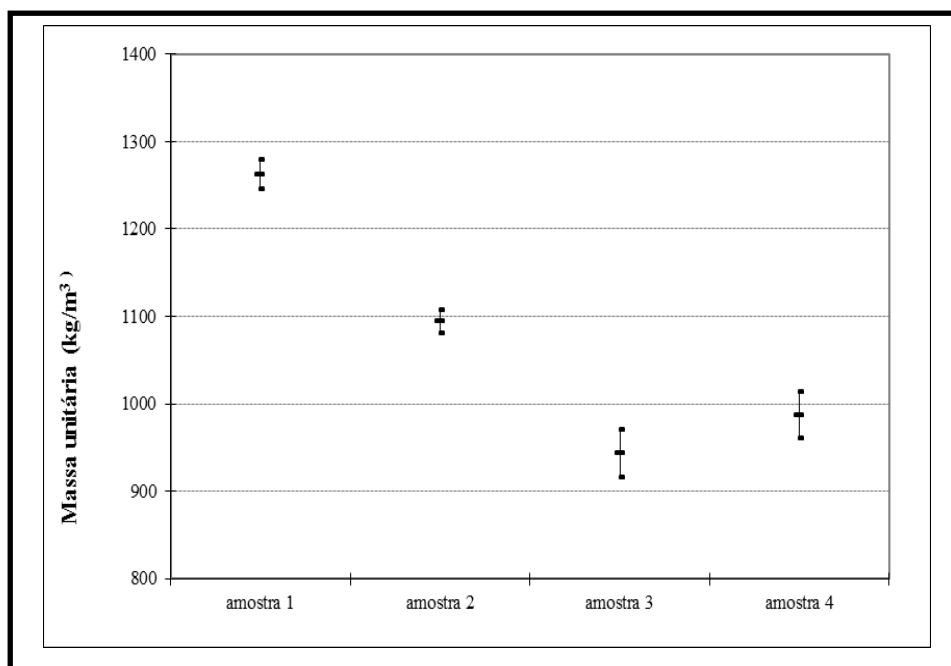


Figura 4.1: Gráfico representativo da análise de variância das amostras estudadas para o cálculo da massa unitária

Fonte: Autor da pesquisa.

Pela Figura 4.1, destaca-se o valor um pouco superior encontrado na primeira amostra onde foram encontrados materiais de concreto (fundações e estruturas) Tabela 4.1. Isso ocorre devido ao tipo do material que se encontrou nesses resíduos, pois os mesmos foram gerados durante a fase de confecção dos concretos armado (fundações e estruturas). Como os RCC possuem suas composições decorrentes em função dos materiais que lhe geraram, e como se sabe que os concretos possuem uma massa unitária bem superior às alvenarias e coberturas, isso implica neste valor acima das demais classes.

Para a segunda amostra (estruturas, alvenarias e fundações), Tabela 4.1, observa-se uma redução no valor encontrado devido ao material utilizado possuir uma mistura do concreto com blocos em alvenarias e sendo as alvenarias possuidoras de uma massa unitária menor, contribuiu para a redução deste valor.

Quanto à terceira e quarta amostras (alvenarias, estruturas e coberturas), Tabela 4.1, essas possuíam uma quantidade de concreto bem menor, devido à fase de estrutura estar em fase final de execução, sendo esta fase possuidora de um maior volume de blocos de alvenarias. Logo estas fases são mais semelhantes, e seus valores são mais representativos no gráfico, quanto à uniformidade.

4.2 TAXA DE RCC (m^3/m^2) e (kg/m^2) ENCONTRADOS NAS OBRAS CONCLUÍDAS

Quanto à descrição detalhada das obras, suas áreas de construção, os números de pavimentos, a quantidade de apartamentos, o padrão de construção encontra-se detalhado na Tabela 4.3. Já o volume (m^3) de RCC da classe A gerados nas mesmas e o cálculo do peso dos RCC gerados nessas obras estão na Tabela 4.4.

Posteriormente, se trabalhou, para encontrar a taxa (kg/m^2) de RCC classe A gerada em cada uma das obras concluídas (O.C.), aplicando-se a massa unitária ($1.077,4 \text{ kg}/\text{m}^3$) dos RCC encontrados nas obras 1.3 e 1.4, multiplicando-se pelo volume (m^3) de RCC gerados nas obras concluídas e assim achou-se o peso (kg) dos RCC gerados Tabela 4.4; posteriormente dividiu-se o peso encontrado nas obras concluídas, pela área de construção das mesmas e se obteve a taxa (kg/m^2). Em seguida, dividiu-se o volume de RCC gerados nas obras pela área das mesmas encontrando-se também a taxa (m^3/m^2) em cada uma das obras estudadas. Encontradas as taxas (kg/m^2) e (m^3/m^2) geradas nas obras estudadas, calculou-se a média das mesmas obtendo-se dessa forma o volume por metro quadrado $0,06 \text{ m}^3/\text{m}^2$ e o peso por metro quadrado de $60,4 \text{ kg}/\text{m}^2$, Tabela 4.5.

Na Tabela 2.8, encontra-se alguns estudos onde se apresenta a massa unitária m^3/m^2 e ainda se obteve a média da massa unitária desses estudos, cujo valor foi de $0,08 \text{ m}^3/\text{m}^2$ e, no nosso estudo pesquisado (Tabela 4.5), encontrou-se o valor para a média dessa massa unitária $0,06 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

Tabela 4.3: Resumo das obras estudadas, número de pavimentos, número de apartamentos por obra e padrão de construção

N. da obra	Área de Construção m ²	Nº Pavimentos	Nº Apartam.	Padrão.
01	1.416,00	4	12	Médio
02	1.169,20	4	12	Médio
03	17.706,80	2	48	Médio
04	1.300,00	6	12	Médio
05	6.796,66	23	46	Médio Alto
06	9.762,49	34	34	Médio Alto
07	8.256,22	17	34	Médio Alto
08	440,00	2	2	Médio
09	8.200,00	23	50	Médio
10	7.100,00	17	34	Médio
11	4.046,00	19	57	Médio
12	10.440,00	30	120	Médio
13	14.581,50	30	120	Médio
14	2.903,00	5	151	Médio
15	1.952,19	4	12	Médio
16	3.941,71	8	24	Médio
17	12.452,66	22	66	Médio
18	3.606,07	6	60	Médio

Fonte: Autor da pesquisa.

Na Tabela 2.8, encontram-se alguns estudos onde se apresenta a taxa de geração kg/m² em algumas cidades brasileiras, cuja média encontra-se em 96 kg/m². Verifica-se também a média dessa taxa no Brasil, que está em 300 kg/m² e, nos países desenvolvidos essa taxa encontra-se com valores inferiores a 100 kg/m². Para o nosso estudo, encontrou-se essa taxa, mas apenas para os RCC da classe A, que são gerados durante as fases de fundações, estruturas, alvenarias e coberturas o que ficou com o valor 60,4 kg/m².

Para se obter a massa dos RCC (Tabela 4.4) das obras pesquisadas e conclusas, utilizou-se a área e o volume de RCC conseguido nas empresas pelo formulário de pesquisa, multiplicou-se o volume de RCC fornecido em cada obra e multiplicou-se pela média aritmética das massas unitárias dos RCC (kg/m³), encontrada na Tabela 4.1, e se obteve essa massa gerada na obra geradora.

Conhecendo-se essas taxas, em cada uma das obras estudadas, encontrou-se a média das mesmas, que foram em seguida aplicadas às áreas de construção pesquisadas na

PMJP, obtendo-se a quantidade de RCC gerada em João Pessoa (t) e (m³) Tabela 4.10 durante o período do estudo.

Tabela 4.4: Resumo das obras estudadas, área de construção, volume dos RCC gerados e peso dos mesmos

N. da obra	Área Construção m ²	Vol. RCC Classe A gerado m ³	P. Espec. med Kg/m ³	Peso Total Kg
01	1.416,00	72	1.077,4	77.572,8
02	1.169,20	48	1.077,4	51.715,2
03	17.706,80	673	1.077,4	725.090,2
04	1.300,00	72	1.077,4	77.572,8
05	6.796,66	624	1.077,4	672.297,6
06	9.762,49	860	1.077,4	926.564,0
07	8.256,22	237	1.077,4	255.343,8
08	440,00	60	1.077,4	64.644,0
09	8.200,00	450	1.077,4	484.830,0
10	7.100,00	260	1.077,4	280.124,0
11	4.046,00	225	1.077,4	242.415,0
12	10.440,00	555	1.077,4	597.957,0
13	14.581,50	780	1.077,4	840.372,0
14	2.903,00	126	1.077,4	135.752,4
15	1.952,19	112	1.077,4	120.668,8
16	3.941,71	104	1.077,4	112.049,6
17	12.452,66	600	1.077,4	646.440,0
18	3.606,07	180	1.077,4	193.932,0

Fonte: Autor da pesquisa.

Em função das obras estudadas, suas áreas construídas, e o volume de RCC da classe A gerados, necessário verificar se há realmente uma representatividade no tamanho da amostra escolhida, para se encontrar as taxas (m³/m²) e (kg/m²) no estudo. Inicialmente, se verificou que as dezoito obras estudadas no ano de 2010 possuíam uma área de 116.070,50 m², e neste ano foi aprovada uma área licenciada para habite-se no valor de 866.675,38 m², o que corresponde a um percentual de 13,39 %, o que demonstra uma fração amostral de representatividade da amostra do estudo.

Prosseguindo, partiu-se para verificar uma estimativa da área total aprovada pela PMJP, com base nesta amostra formada de dezoito obras estudadas (Figura 4.2), conforme análise de variância Tabela 4.5, Johnson, R.A., Wichern, D. W. (2002).

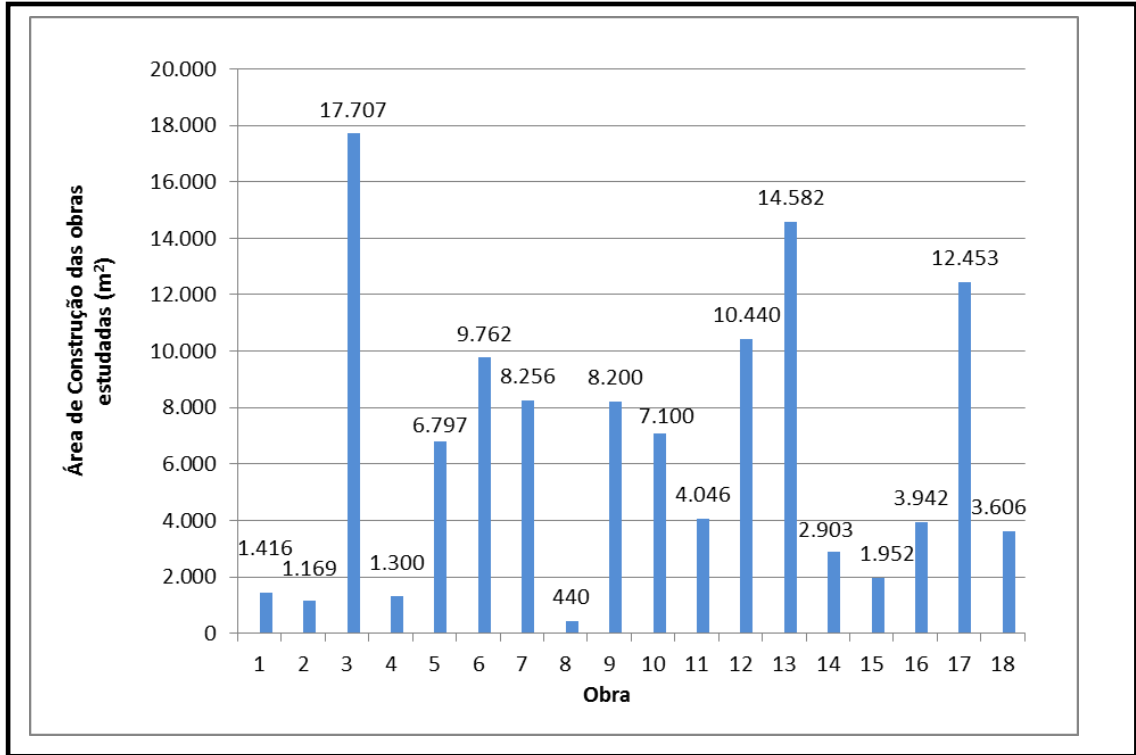


Figura 4.2: Área de construção das obras estudadas
Fonte: Autor da pesquisa.

Quadro 4.3: Teste de normalidade para as áreas de construção

Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
Estatística	Gl	Valor-p	Estatística	Gl	Valor-p
0,183	18	0,113	0,922	18	0,138

Fonte: Autor da pesquisa.

Pode-se observar, no Quadro 4.3, o teste de normalidade e hipótese de distribuição normal, para as áreas de construção, das dezoito amostras estudadas, possuindo uma área total de 116.050,50 m²; não pode ser rejeitada, mas aceita baseada na suposição de que esta possui uma distribuição normal, permitindo a utilização da fórmula de intervalo de confiança com base na distribuição t-Student. Tangto. O teste de Kolmogorov-Smirnov (Valor-p = 0,113) e o teste de Shapiro-Wilk (Valor-p = 0,138) favorecem à decisão de aceitar a normalidade dos dados estudados. O teste de Shapiro-Wilk é o mais adequado, porque o tamanho da amostra é menor que 50 unidades.

Dessa forma, verificou-se que a amostra estudada possui uma normalidade de acordo com os valores obtidos por estimação, com 95% de confiança, tendo como base a distribuição t-Student com 17 graus de liberdade. A utilização da fórmula do intervalo de confiança usando a distribuição t é mais apropriada, porque o teste de Skapiro-Wilk, para verificar a distribuição normal destes dados, apresentou valor $p = 0,138$, permitindo decidir favorável à hipótese nula de distribuição normal.

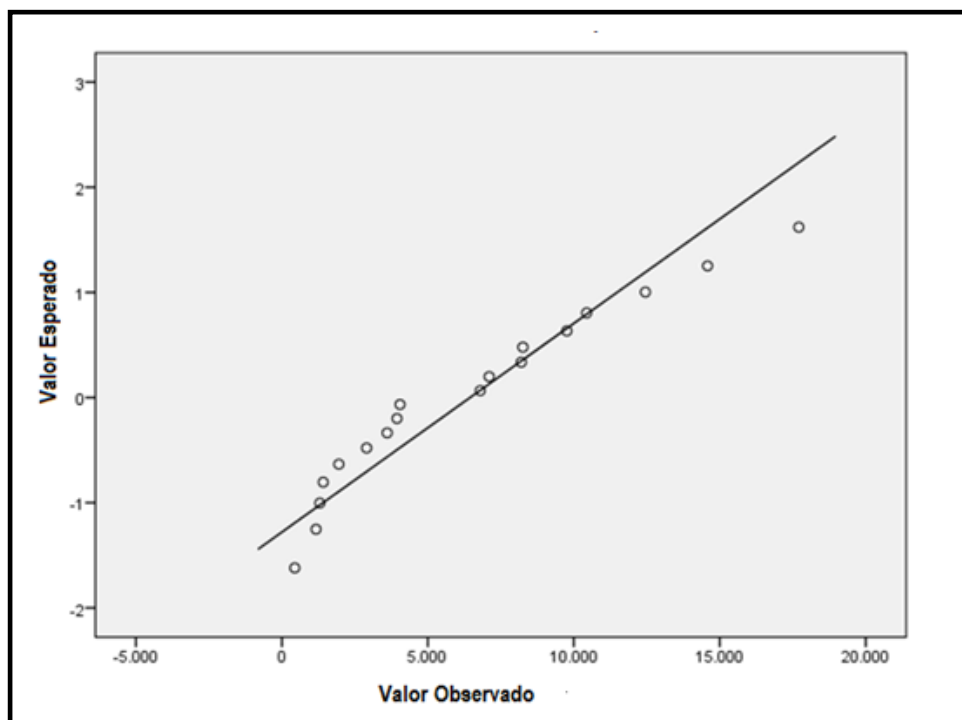


Figura 4.3: Gráfico Quantil-Quantil (QQ – Plot) para a área construída da amostra (n = 18)
Fonte: Autor da pesquisa.

Quanto ao gráfico QQ plot Figura 4.3, este apresenta pequenos desvios em relação à distribuição normal, confirmando visualmente o resultado do teste de Shapiro-Wilk, Quadro 4.3.

Este gráfico apresenta pontos em torno da reta $y = x$, mostrando pequenos desvios em relação à distribuição normal, comprovando a distribuição normal para a variável área de construção da amostra estudada, o que se verifica no teste de Shapiro-Wilk apresentado no Quadro 4.3.

A área licenciada na cidade de João Pessoa, no ano de 2010 foi $866.675,38 \text{ m}^2$, e a amostra estudada possuindo uma área total de $116.070,50 \text{ m}^2$, representando, em termos de amostragem, uma fração amostral de 13,39 % em relação à área licenciada, o que comprova um valor representativo para o estudo.

Essa informação é necessária, para se demonstrar que a amostra estudada, Tabela 4.5, possui uma representatividade para o estudo na área de construção habitacional da cidade de João Pessoa.

Esses estudos possuíam as características físicas dos RCC da classe A da região, e foram utilizados para o estudo de edificações que possuíam o mesmo padrão construtivo.

Após se encontrar o valor da massa das obras pesquisadas, verificaram-se as áreas de construção das mesmas e também o volume de RCC da classe A que nelas foram geradas e em seguida buscou o peso dos mesmos em cada obra, em função da média da massa unitária encontrada no estudo. Em seguida, calculou-se a taxa (m^3/m^2) e (kg/m^2) encontradas nas obras pesquisadas e conclusas. Ao encontrar essas taxas, verificou-se a média das mesmas, encontrando-se dessa forma respectivos valores médios dessas taxas que correspondem a $0,06 \text{ m}^3 / \text{m}^2$ e $60,4 \text{ kg}/ \text{m}^2$.

Essas taxas foram necessárias, para se encontrar o volume (m^3) e o peso (t) dos RCC gerados na cidade, em função da área de licenças aprovadas pela PMJP, no período estudado (2000 a 2010).

Tabela 4.5: Taxas de RCC (m^3/m^2) e (kg/m^2) nas obras pesquisadas

N. da obra	Área construção	V. RCC classe A gerado	Massa total	Vol. / m^2	Peso / m^2
	m^2	m^3	Kg	m^3 / m^2	Kg/m^2
01	1.416,00	72	77.572,8	0,05	54,8
02	1.169,20	48	51.715,2	0,04	44,2
03	17.706,80	673	725.090,2	0,04	41,0
04	1.300,00	72	77.572,8	0,06	59,7
05	6.796,66	624	672.297,6	0,09	98,9
06	9.762,49	860	926.564,0	0,09	94,9
07	8.256,22	237	255.343,8	0,03	30,9
08	440,00	60	64.644,0	0,14	146,9
09	8.200,00	450	484.830,0	0,05	59,1
10	7.100,00	260	280.124,0	0,04	39,5
11	4.046,00	225	242.415,0	0,06	59,9
12	10.440,00	555	597.957,0	0,05	57,3
13	14.581,50	780	840.372,0	0,05	57,6
14	2.903,00	126	135.752,4	0,04	46,8
15	1.952,19	112	120.668,8	0,06	61,8
16	3.941,71	104	112.049,6	0,03	28,4
17	12.452,66	600	646.440,0	0,05	51,9
18	3.606,07	180	193.932,0	0,05	53,8
Taxa de RCC média				0,06	60,4

Fonte: Autor da pesquisa.

Conhecidas as taxas de geração dos RCC, constatando-se as grandes degradações ambientais nas áreas urbanas da cidade causadas pelos RCC gerados pelas edificações, adicionado ainda a publicação da Resolução CONAMA 307 e ainda a Lei Municipal 11.176/2007 de João Pessoa, a cidade fundou em Set/2007 a USIBEN – Usina de Beneficiamento dos Resíduos de Construção e Demolição em João Pessoa, a fim de se minimizarem essas degradações ambientais e ainda utilizar os RCC reciclados para uso nas obras da administração municipal.

Fonseca *et al.*, (2007) mostra que, na cidade de João Pessoa, 70% dos RCC têm destino inadequado; as exigências do CONAMA/307 e da Lei municipal 11.176/2007 tem orientado e seguindo as diretrizes para melhoria dessa deposições. No que se refere ao transporte dos RCC e controle da disposição correta, a PMJP começou a exigir, para liberação da carta de habite-se, a apresentação dos documentos comprobatórios do Controle de Transporte de Resíduos (CTR), previsto no plano dos RCC da obra.

Dessa forma, para se obter a área construída da cidade de João Pessoa, foi necessário buscar área de construção autorizada pelo CREA, durante os últimos dez anos, conforme Tabela 4.6 e Figura 4.5

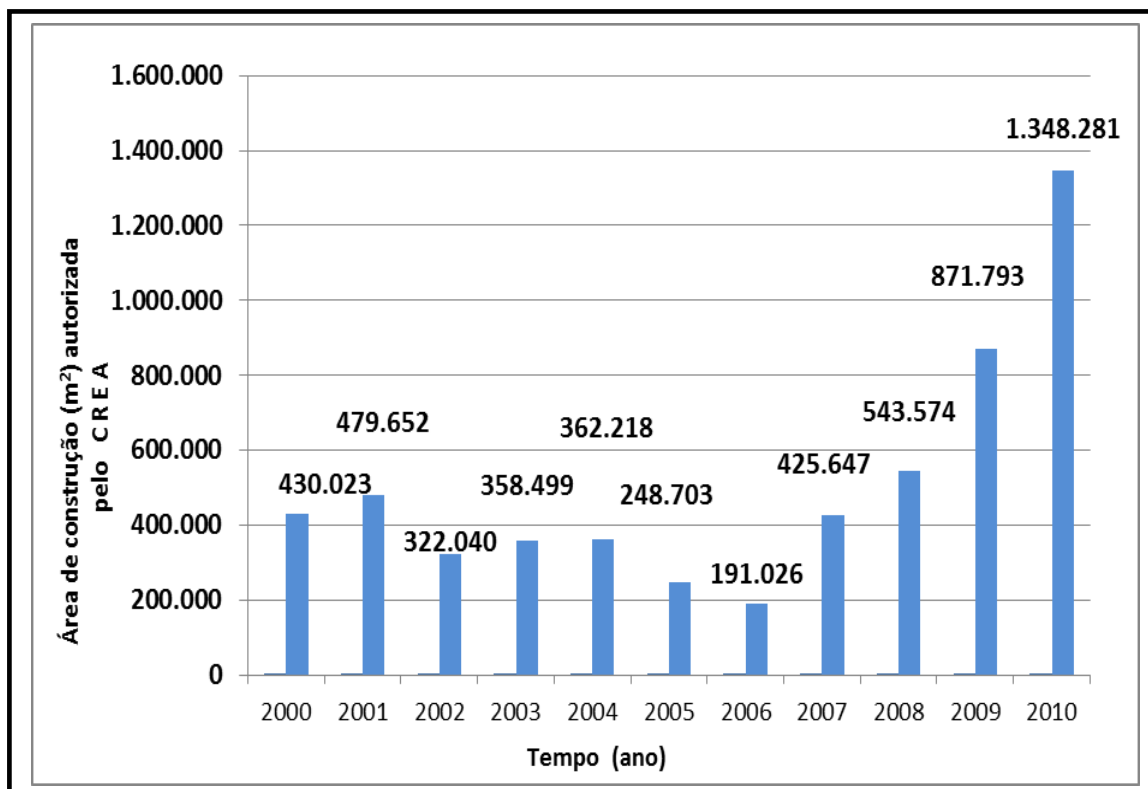
Posteriormente, buscou-se a área construída autorizada pela Prefeitura Municipal de João Pessoa, para se fazer um comparativo dos valores encontrados, conforme Tabela 4.7 e Figura 4.6.

Como, no trabalho, está sendo tomado o crescimento, em área de construção de edificações residenciais de padrão médio alto, e a área de construção fornecida pelo CREA é considerada de todo padrão de edificação: residenciais, comerciais e industriais, além de que nem todas as obras que foram registradas no CREA chegam a receber o habite-se, é mais correto e viável se considerar para este trabalho as áreas informadas pela PMJP, Tabela 4.8 e Figura 4.4.

Tabela 4.6: Áreas Licenciadas (CREA) em João Pessoa de 2000 até 2010

Áreas Licenciadas pelo CREA de 2000 a 2010		
Ano	Área (m²)	Área Acum. (m²)
2000	430.023,32	430.023,32
2001	479.652,44	909.675,76
2002	322.039,69	1.231.715,45
2003	358.499,37	1.590.214,82
2004	362.217,79	1.952.432,61
2005	248.702,58	2.201.135,19
2006	191.025,52	2.392.160,71
2007	425.646,61	2.817.807,32
2008	543.573,51	3.361.380,83
2009	871.793,43	4.233.174,26
2010	1.348.280,85	5.581.455,11

Fonte: Autor da pesquisa.

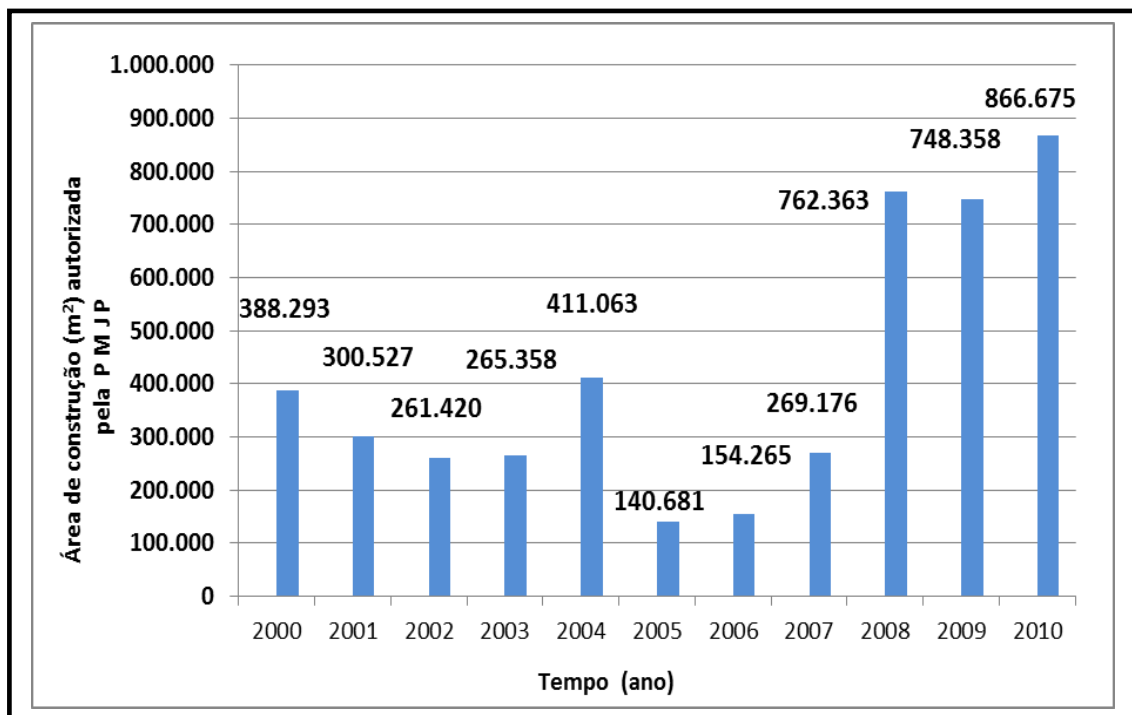
**Figura 4.4:** Áreas licenciadas (CREA) em João Pessoa de 2000 a 2010

Fonte: Autor da pesquisa.

Tabela 4.7: Áreas licenciadas (PMJP) em João Pessoa de 2000 a 2010

Áreas Licenciadas pela PMJP de 2000 a 2010		
Ano	Área (m²)	Área Acum. (m²)
2000	388.292,80	388.292,80
2001	300.526,99	688.819,79
2002	261.419,56	950.239,35
2003	265.358,38	1.215.597,73
2004	411.063,00	1.626.660,73
2005	140.681,21	1.767.341,94
2006	154.264,78	1.921.606,72
2007	269.176,42	2.190.783,14
2008	762.362,72	2.953.145,86
2009	748.357,94	3.701.503,80
2010	866.675,38	4.568.179,18

Fonte: Autor da pesquisa.

**Figura 4.5:** Áreas licenciadas (PMJP) em João Pessoa de 2000 a 2010

Fonte: Autor da pesquisa.

A Tabela 4.8 apresenta as áreas licenciadas junto ao CREA e PMJP no período de 2000 a 2010.

Tabela 4.8: Áreas licenciadas (CREA/PMJP) em João Pessoa de 2000 à 2010

Ano	Áreas Licenciadas CREA de 2000 à 2010		Áreas Licenciadas PMJP de 2000 a 2010	
	Área de Const. m ²	Área Const. Acum. m ²	Áreas de Const. m ²	Área Const. Acum. m ²
2000	430.023,32	430.023,32	388.292,80	388.292,80
2001	479.652,44	909.675,76	300.526,99	688.819,79
2002	322.039,69	1.231.715,45	261.419,56	950.239,35
2003	358.499,37	1.590.214,82	265.358,38	1.215.597,73
2004	362.217,79	1.952.432,61	411.063,00	1.626.660,73
2005	248.702,58	2.201.135,19	140.681,21	1.767.341,94
2006	191.025,52	2.392.160,71	154.264,78	1.921.606,72
2007	425.646,61	2.817.807,32	269.176,42	2.190.783,14
2008	543.573,51	3.361.380,83	762.362,72	2.953.145,86
2009	871.793,43	4.233.174,26	748.357,94	3.701.503,80
2010	1.348.280,85	5.581.455,11	866.675,38	4.568.179,18

Fonte: CREA / PB (2010) e PMJP (2010).

Em seguida, foi feito a Figura 4.7, onde se tem o comparativo da geração média dos RCC encontradas pela licença fornecida pelo CREA, pela licença fornecida pela PMJP, acrescidos ainda da média entre os mesmos, demonstrando que as análises de autorização fornecidas pelo CREA e pela PMJP, estão bastante próximas 22,18%.

Destaca-se porém que normalmente as áreas aprovadas para o CREA se dá no início da obra e estas, em alguns casos, por motivos pessoais dos seus proprietários, reduzem o seu ritmo ou paralisam a obra, enquanto as áreas fornecidas pela PMJP são licenças de construção e referem-se, só e tão somente, as obras concluídas e com a liberação do habite-se.

Dessa forma, para se estimar a quantidade de RCC gerada em volume (m^3) e em massa (t) em João Pessoa, dispensou-se os dados fornecidos pelo CREA e considerou-se somente as áreas fornecidos pela PMJP, aplicando-se sobre estas áreas a taxa (m^3/m^2) e (kg/m^2) de RCC obtida na pesquisa no ítem 4.2, obtendo-se os valores apresentados na Tabela 4.6.

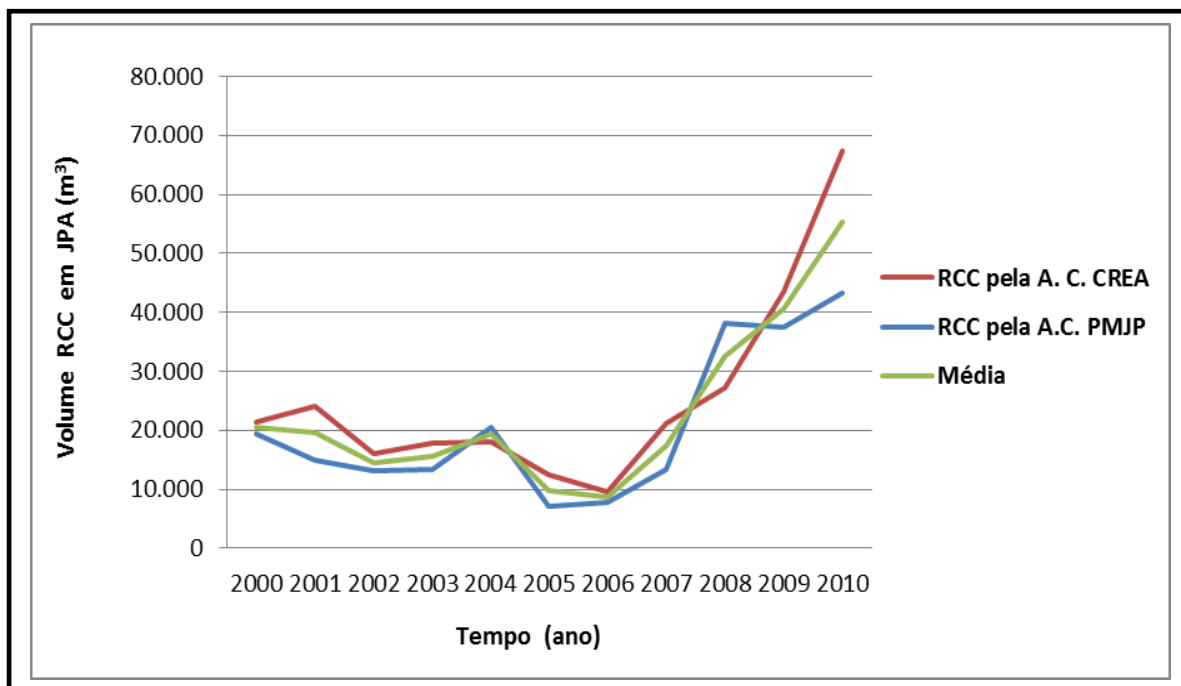


Figura 4.6: Quantidade de RCC gerados pela média das licenças fornecidas pelo CREA e PMJP e a média entre os mesmos

Fonte: Autor da pesquisa.

É importante também salientar que o crescimento dos bairros é quase em sua totalidade com edificações residenciais, pois as edificações industriais não acontecem por não ser áreas que permitem tal tipo de edificação e as áreas de construções comerciais são em um volume tão pequeno que podem ser desconsideradas em relação das habitacionais.

Como, no trabalho, está sendo tomado o crescimento em área de construção de edificações residenciais de padrão médio alto, as áreas fornecidas pela PMJP são consideradas somente residenciais, que correspondem a 87,65% do total analisado; quanto as áreas de construção comercial e industrial na cidade não tem uma grande representatividade (Quadro 4.4), correspondendo a 11,89 % comercial e 0,46 % industrial, relativo às áreas residenciais.

Quadro 4.4: Quadro representativo comparativo do número de licenças (comercial / industrial / residencial) de 2000 a 2010

Ano	Uso de Construção	Quantidade	Un	%
2000				
	Comercial	1.334	un	11,9
	Industrial	52	un	0,5
	Residencial	9.838	un	87,6
	Total	11.224	un	100,0
2010				

Fonte: Autor da pesquisa.

De posse disso, observou-se também o número de licenças de habitação para construção em João Pessoa, emitidas pela Prefeitura Municipal de João Pessoa de 01/01/2004 a 30/12/2010, e se montou a Figura 4.7. Os dados referentes aos anos de 2000 a 2003 não foram encontrados digitalizados e não foi possível encontrar registros físicos dos mesmos.

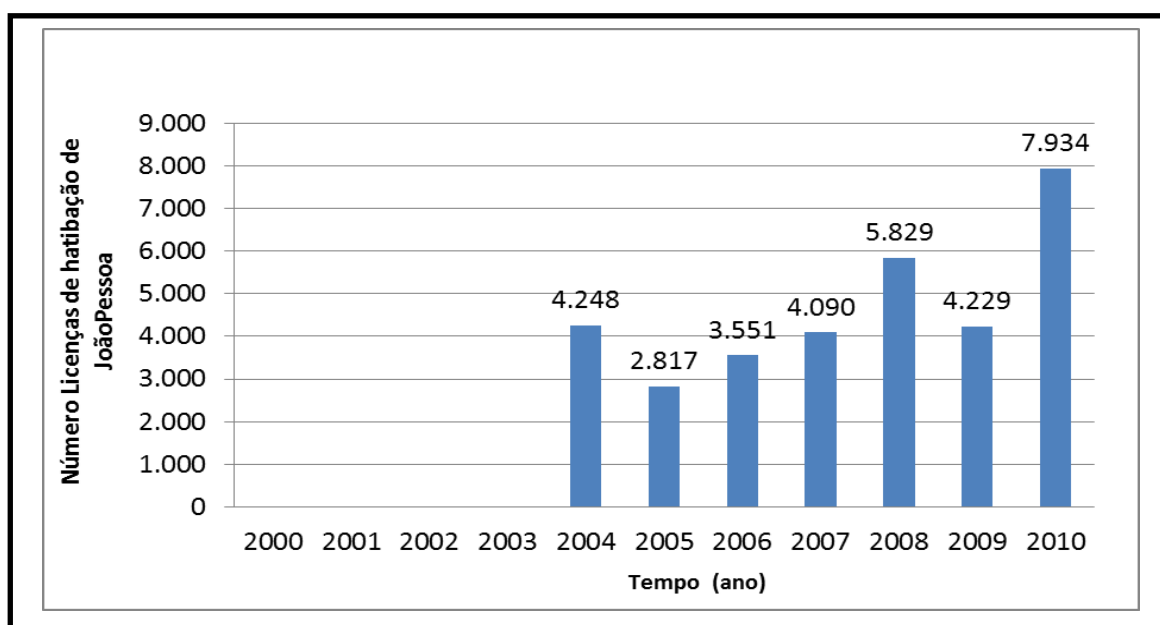


Figura 4.7: Gráfico representativo das licenças de habitação para a cidade de João Pessoa

Fonte: Autor da pesquisa.

No ano de 2007, depois de constatado o aumento constante dos RCC e considerando o enfoque mencionado anteriormente, foi instalada na cidade uma usina de Reciclagem denominada Usina de Beneficiamento dos Resíduos de Construção e Demolição (USIBEN), conforme apresentado no item 3.1.2 deste. A USIBEN é um parque de tratamento e reciclagem dos resíduos da construção civil, que recebe os RCC do cidade, reciclando-os, reaproveitando-os e transformando-os em novas matérias primas para a construção civil, contribuindo para a melhoria do Saneamento Ambiental Urbano da cidade e corrigindo problemas de deposição inadequada destes resíduos, com o objetivo final de:

- Gerar trabalho, emprego e renda;
- Minimizar a ocupação do nosso aterro sanitário visando aumentar sua vida útil;
- Produzir material reciclado de baixo custo destinado ao setor público utilizado pela Secretaria de Infraestrutura da cidade de João Pessoa (SEINFRA/JP).
- Melhorar a qualidade do meio ambiente urbano;
- Contribuir para a, Sustentabilidade ambiental da cidade de João Pessoa, reduzindo as deposições irregulares.

A Figura 4.8 apresenta a variação das áreas de habitação nos bairros que mais cresceram baseado no índice de licença para habitação, estudando-se desde o ano de 2004 até o mês de setembro de 2010. Observa-se na Figura 4.8 as áreas construídas nestes bairros apresentando o desenvolvimento entre eles, destacando-se apenas no ano de 2008 o bairro do Aero clube que se destacou bem mais que os demais.

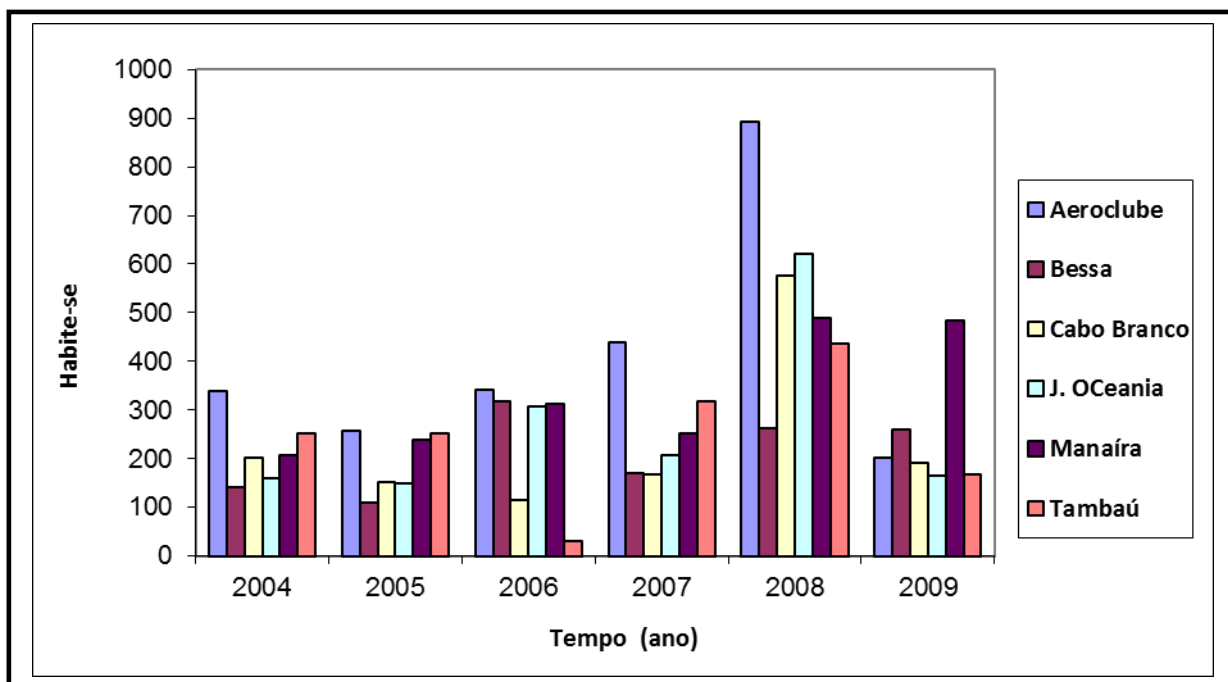


Figura 4.8: Gráfico comparativo das áreas licenciadas de habitação por bairro (Fonte: arq. P.M.J.P.).
Fonte: Autor da pesquisa.

4.3 QUANTIDADE (t e m³) de RCC GERADOS NA CIDADE DE J. PESSOA (2000 à 2010)

Na cidade de João Pessoa, tem ocorrido um constante índice de crescimento em edificações verticais, para suprir as necessidades habitacionais da população, destacando-se mais o ano de 2008. Tal feito também contribui, para registrar um aumento na área de construção em alguns bairros e, como consequência, a geração de RCC. Por falta de uma fiscalização mais eficiente, assídua e ágil, boa parte dos mesmos está sendo deposto irregular e clandestinamente em calçadas, terrenos baldios, ruas, jardins etc, (Figura 4.9).



Figura 4.9: Deposições de RCC em locais irregulares na cidade de João Pessoa
Fonte: Autor da pesquisa. (Colibris nov/2009) / (Manaira ago/2010).

Esses estão causando degradação ambiental urbana, desrespeitando frontalmente todos os princípios, normas, planos e Leis que regulam o gerenciamento dos RCC. Tais ações estão sendo irresponsavelmente executadas, beneficiando alguns poucos interessados, prejudicando frontalmente o meio ambiente, e conseqüentemente a população da cidade de João Pessoa.

Dessa forma, necessário foi estimar a quantidade de RCC gerada no município de João Pessoa, então buscou-se as informações das áreas construídas (PMJP), para se saber o valor da geração de RCC em (t) e em (m³) Tabela 4.9.

Tabela 4.9: Volume de RCC (m³) e massa (t) geradas em João Pessoa estimado segundo as áreas licenciadas pela PMJP de 2000 a 2010

Volume (m ³) e massa (t)					
Ano	Área	Taxa de RCC na pesquisa	Taxa de RCC na pesquisa	Quant. RCC gerado em J. Pessoa	Quant. RCC gerado em J. Pessoa
	m ²	m ³ / m ²	kg / m ²	m ³	t
2000	388.292,80	0,06	60,4	23.297,6	23.456,8
2001	300.526,99	0,06	60,4	18.031,6	18.154,8
2002	261.419,56	0,06	60,4	15.685,2	15.792,4
2003	265.358,38	0,06	60,4	15.921,5	16.030,3
2004	411.063,00	0,06	60,4	24.663,8	24.832,3
2005	140.681,21	0,06	60,4	8.440,9	8.498,6
2006	154.264,78	0,06	60,4	9.255,9	9.319,1
2007	269.176,42	0,06	60,4	16.150,6	16.260,9
2008	762.362,72	0,06	60,4	45.741,8	46.054,3
2009	748.357,94	0,06	60,4	44.901,5	45.208,3
2010	866.675,38	0,06	60,4	52.000,5	52.355,9
Total dos 10 anos:				274.090,8	275.963,7

Fonte: Autor da pesquisa.

A Figura 4.10 representa a quantidade de RCC em toneladas (t/ano) gerada na cidade de João Pessoa, encontrado pelas áreas construídas fornecidas pela PMJP.

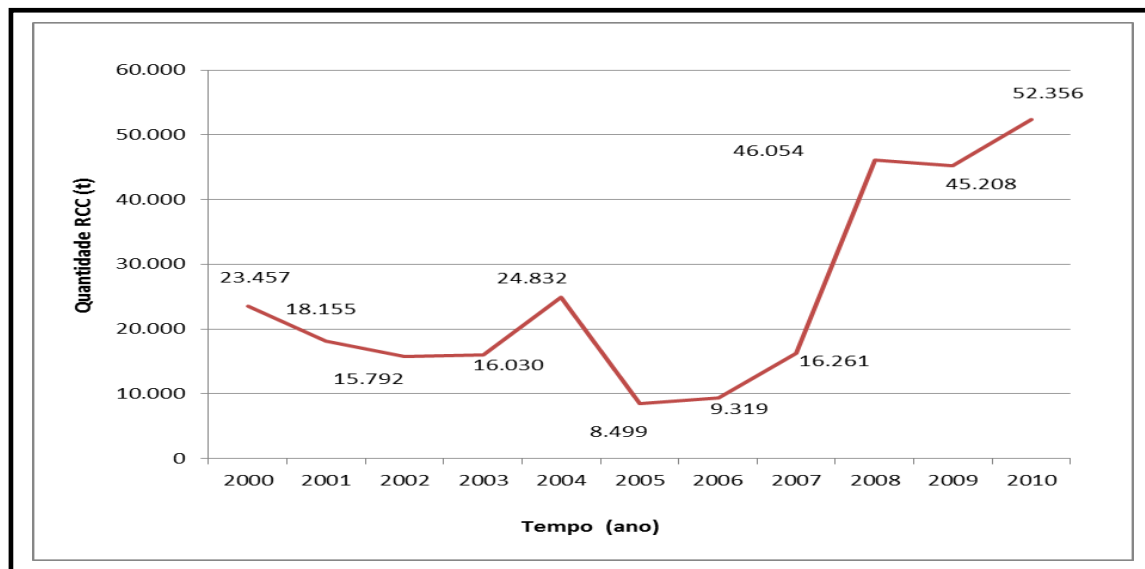


Figura 4.10: Quantidade de RCC (t) gerada na cidade de João Pessoa encontrada na pesquisa segundo as áreas licenciadas (PMJP)

Fonte: Autor da pesquisa.

Figura 4.11 representa quantidade de RCC (m^3 /ano) geradas em João Pessoa, encontrado pela áreas construídas fornecidas pela PMJP.

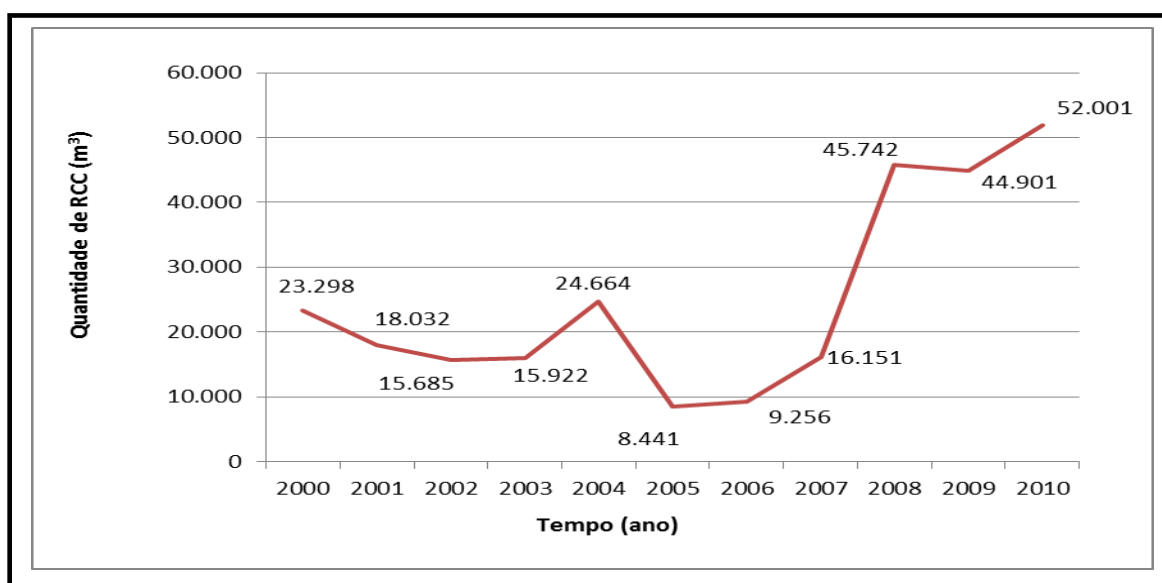


Figura 4.11: Quantidade de RCC (m^3) gerada na cidade de João Pessoa encontrada segundo as áreas licenciadas (PMJP)

Fonte: Autor da pesquisa.

4.4 VOLUME DE RCC RECEBIDOS NA USIBEN

Após a análise da geração de RCC na cidade durante o período de 2000 a 2010, partiu-se para identificar o volume de RCC que era recebido na USIBEN, desde sua inauguração, em 2007, até 2010, quando se fez a análise comparativa dos mesmos e se notou que havia uma margem de divergência entre os RCC gerados e os recebidos na USIBEN.

Os RCC, quando são liberados dos canteiros de obras, são transportados em caminhões particulares, e os transportadores, quando são orientados e conscientes, fazem a disposição em locais adequados, para o caso da cidade de João Pessoa, na USIBEN. Outra parte, quando não orientados e nem exigidos, fazem esta deposição em locais mais fáceis para o seu trabalho e de menor custo, mesmo sendo locais para deposições irregulares.

É importante salientar que, apesar da USIBEN ter sido inaugurada em setembro de 2007, não foram considerados os meses de setembro a dezembro de 2007, pois foi um período de adaptação e organização da usina. Convém informar que, em momentos, a USIBEN encontrava-se paralisada por motivos operacionais e não recebeu o material que lhe era destinado.

Com isso, verificou-se que a diferença não entregue na USIBEN, percentual este bastante elevado, parte deste volume são essas deposições irregulares existentes na cidade. Foram levantados os dados quanto ao volume de RCC recebido no período de 2008 a 2010 na usina – USIBEN e, simultaneamente, identificou-se os pontos de descarte clandestino de RCC em João Pessoa existentes e constatou-se, como se verifica no Quadro 4.8, que aproximadamente metade dos RCC gerados na cidade estão sendo entregues na USIBEM.

A Figura 4.12 representa o volume de RCC mensal recebido na USIBEN, durante os anos 2008, 2009 e 2010 respectivamente, indicando neles alguns pontos de paralisação e ajustes dos equipamentos, quando assim não recebiam os RCC; já para o ano de 2010, foi encerrado no mês de maio, pois foi quando se conclui esta pesquisa e os levantamentos de campo.

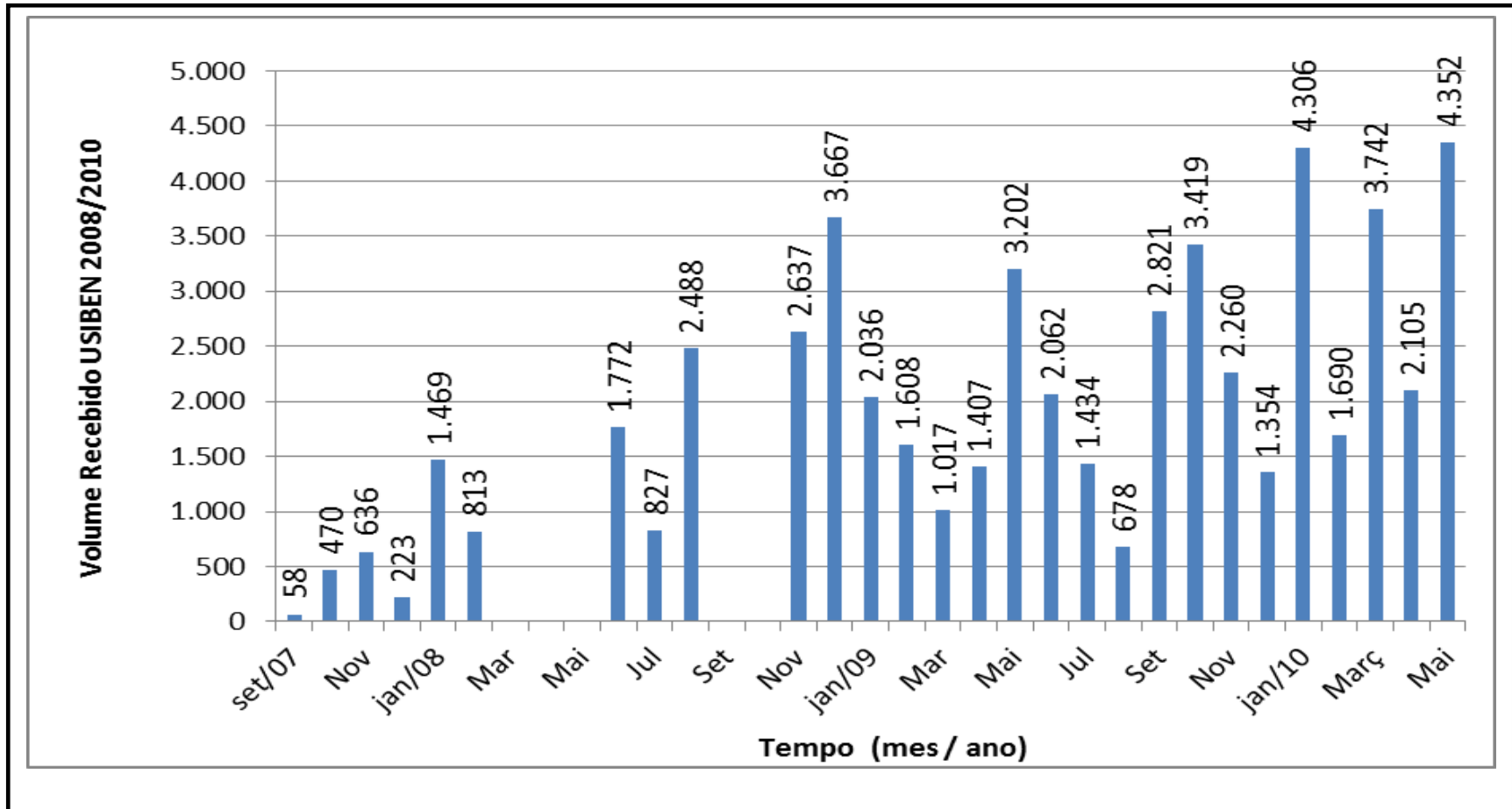


Figura 4.12: Quantidade de RCC (m³) mensal recebido na USIBEN de 2008 a 2010

Fonte: Autor da pesquisa.

A Tabela 4.10 apresenta o volume de RCC gerado na cidade, destacando-se o volume que foi entregue na USIBEN e ainda os percentuais gerados e entregues.

Tabela 4.10: Geração de RCC na cidade e recebido na USIBEN de 2008 a 2010 e seu percentual

Volumes de RCC gerados em J. Pessoa					
Ano	Estudo pela A. Const. Aprov. PMJP		Quant. RCC recebido pela USIBEN		
		Un		Un	
2007	13.458,82	m ³	-	m ³	*
2008	38.118,14	m ³	13.673,5	m ³	
2009	37.417,90	m ³	23.297,3	m ³	
2010	43.333,77	m ³	31.704,6	m ³	
Total RCC Após Imp. USIBEM	118.869,80		68.675,4		
Perc. Rec. USIBEN	57,8	%			
Perc. não disposta na USIBEN	42,2	%			
*	Inauguração da USIBEN, setembro 2007				

Fonte: Autor da pesquisa.

A Tabela 4.12 apresenta o volume de RCC gerado na cidade, destacando-se o volume que foi entregue na USIBEN e ainda os percentuais gerados e entregues.

Analisando-se a Tabela 4.9 a e 4.10, percebe-se que a USIBEN recebe um percentual de 53,43% dos RCC gerados em João Pessoa, havendo uma fração não direcionada a USIBEN correspondente a 46,57%, conforme se verifica também na Figura 4.11. Dessa forma, pequena parte desta fração pode ter sido reaproveitada na própria obra, em outras obras com certeza um parte desta está sendo deposta irregularmente no meio ambiente, conforme identificado no item 4.5, devido a falta de um melhor gerenciamento e uma fiscalização mais atuante.

A Figura 4.13 apresenta a geração de RCC na cidade de João Pessoa durante o período de 2000 a 2010, e a fração que é disposta na USIBEN desde sua inauguração no final do ano de 2007 até 2010, comprovando um bom percentual recebido na usina.

Observa-se que a USIBEN é uma opção que colabora com a preservação do meio ambiente de João Pessoa, uma vez que boa parte dos RCC que não possuíam local certo para serem entregues, eram depositos em terrenos baldios, aterros clandestinos, leitos de rios e outras áreas de preservação, mas, após sua instalação, parte desses resíduos está sendo encaminhada para o beneficiamento e uso na usina.

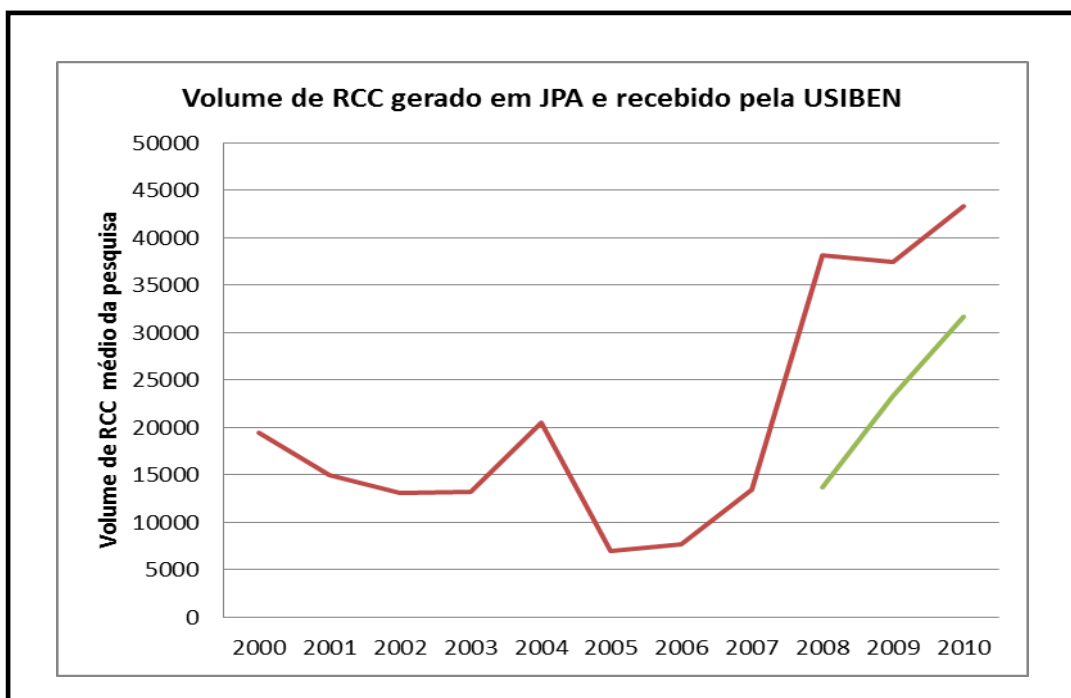


Figura 4.13: Quantidade de RCC (m³) anual gerada na cidade e recebido na USIBEN
Fonte: Autor da pesquisa.

Em função da diferença entre o volume estimado para o recebimento dos RCC e o volume entregue na USIBEN, buscou-se verificar a existência de deposições irregulares na cidade de João Pessoa, para os quais se poderia estar sendo desviada a quantidade de RCC gerada e não entregue na usina.

Em seguida, foram identificados cinco grandes e mais volumosos pontos de D. I. , quatro na cidade de João Pessoa e o quinto na cidade de Cabedelo, nas imediações do limite de divisa e nas proximidades dos bairros estudados.

4.5 DEPOSIÇÕES IRREGULARES DE RCC NA CIDADE DE JOÃO PESSOA

Conhecido a quantidade de RCC gerado na cidade e verificada a quantidade que estava sendo entregue na USIBEN, constatou-se que havia uma quantidade de RCC que está sendo colocada em locais não identificados.

Foi-se em busca de deposições irregulares existentes na cidade e constataram-se cinco grandes pontos. Identificados estes pontos de deposição irregular, locais de grandes áreas, foi-se em seguida estudar a localização dos mesmos relativo aos bairros de maior geração de RCC, que são aqueles que mais cresceram, mais construíram e conseqüentemente mais geraram RCC.

Com isso se tem um estudo concreto e relativo das distâncias entre os locais de maior geração dos RCC as deposições irregulares comparando essa distância com esses bairros a USIBEN. Após o estudo do percurso dos RCC, dos bairros de maior geração à USIBEN e aos cinco pontos de deposição irregular, verificou-se que os três maiores pontos dos cinco estudados foram visivelmente, em volume, os pontos 1, denominado (deposição irregular 1), ponto 2 (deposição irregular 2), o ponto 3 (deposição irregular 3), verificando-se desde já que as distâncias entre os bairros geradores e a USIBEN eram bem maiores que aos aterros clandestinos.

A Figura 4.14 apresenta um mapa de espacialização dos bairros de João Pessoa, destacando-se os bairros estudados que geraram maior quantidade de RCC durante o período do estudo com a indicação dos cinco maiores pontos de deposição irregular existentes, localizados mais próximos aos bairros que mais cresceram, identificando ainda a localização da USIBEN. Destaca-se ainda o ponto de deposição irregular 3 (duas quadras) que estão bem mais próximos que os demais, daí o maior volume encontrado. Outro ponto importante é que o ponto de deposição irregular e número quatro (4) não se encontra na cidade de João Pessoa e sim de Cabedelo; o mesmo está situado nas proximidades dos bairros estudados e da divisa entre os dois cidades.

A USIBEN encontra-se bem mais distante (Figura 4.14), aproximadamente a uma média 14,18 km desses bairros estudados, necessitando de um maior percurso, para que os RCC sejam lá dispostos, e os responsáveis pelo transporte dos resíduos considerando ainda as dificuldades que se tem com o fluxo de automóveis, obviamente o aumento do tempo para o percurso, evitam tal percurso, para minimizar seus custos.

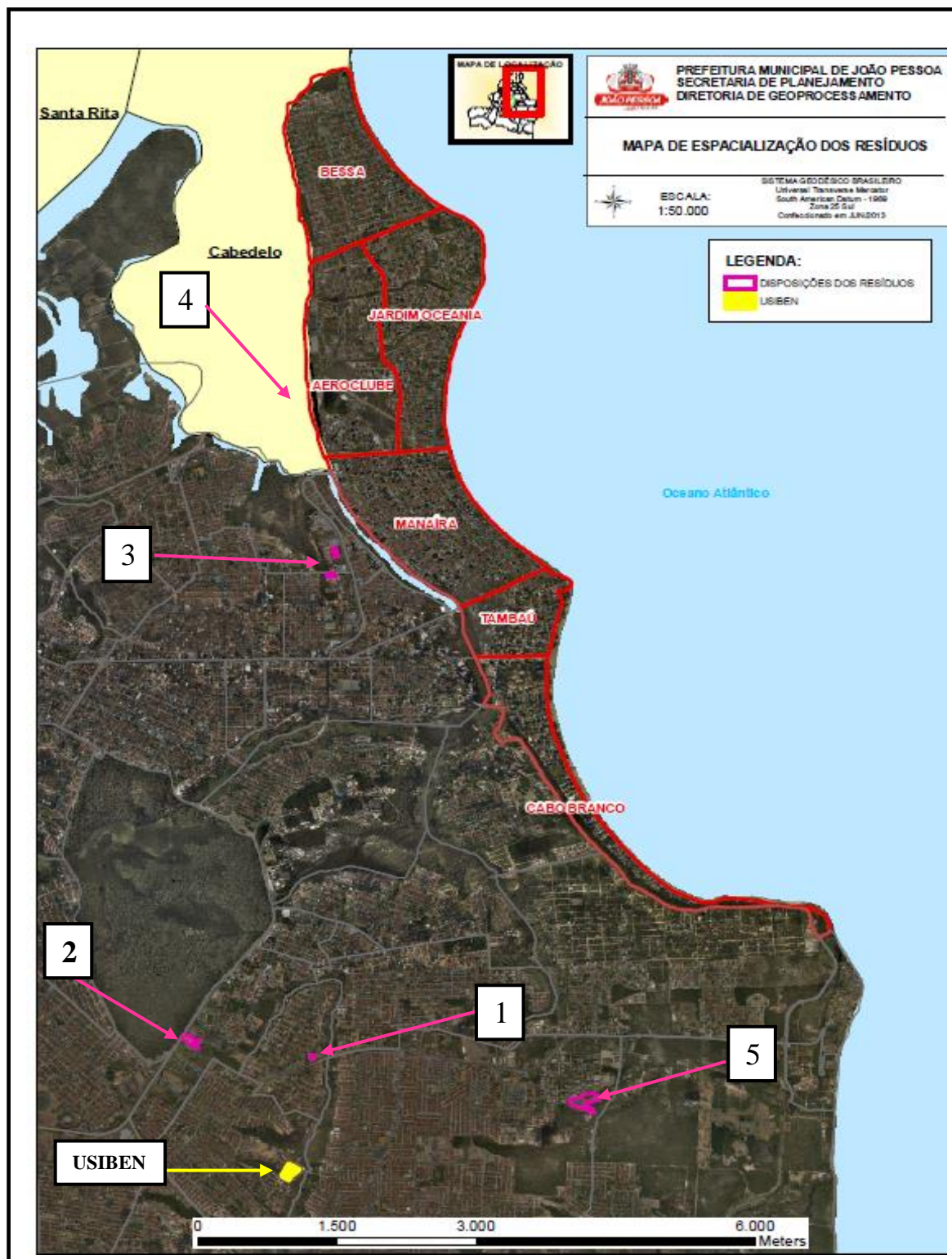


Figura 4.14: Mapa de espacialização dos RCC, os bairros estudados, os pontos de deposição irregular e a USIBEN

Fonte: Autor da pesquisa.

Esses locais normalmente estão situados nas proximidades dos canteiros de obras onde foram gerados e conseqüentemente retirados, bem mais próximos que a USIBEN, aproximadamente uma média de 5,55 km desses bairros, com isso os responsáveis pelo transporte economizam combustível, tempo e conseguem uma maior lucratividade.

A fim de se ter uma melhor visão dessas deposições, e ainda um conhecimento mais esclarecedor da área estudada, foi-se em busca dos respectivos proprietários e ainda a situação topográfica dessas áreas, Quadro 4.5. Algumas Figuras apresentadas não representam um volume acentuado de RCC, pois, devido a extensão das mesmas, essa deposição não autorizada é feita diretamente descarregando os caminhões sem uso de equipamentos (guinchos) daí porque essas possuem grandes extensões.

Quando a área possui um determinado declive, ela contribui para o descarrego rápido e irregular, pois os RCC podem ser até mesmo empurrados manualmente.

Quadro 4.5: Pontos de deposições irregulares estudados, proprietários e topografias

Dep. Irregular	Proprietário	Topografia
1	Particular	Ingreme
2	Particular	Plano
3a	Público / Particular	Plano
3b	Área Pres. Perman. / Particular	Ingreme
4	S / Identificação (Mun.Cabed.)	Plano
5	Público / Particular	Ingreme

Fonte: Autor da pesquisa.

A fim de se complementar o esclarecimento sobre este ponto de deposição foi-se em busca dos endereços completo das áreas e ainda as zoneamento onde elas estão situadas Quadro 4.6, demonstrando a contribuição indireta para esta deposição.

Quadro 4.6: Pontos de deposições irregulares estudados, endereços e zoneamentos

Dep. Irregular	Endereço	Zoneamento
1	Rua Ciro Trocolli - bairro Jardim dos colibris	ZR1 - Zona Residencial 1
2	Rua Diógenes Chianca / bairro Água Fria	ZGE - Zona de Grandes Equipamentos
3a	Rua S / Nome / bairro dos Ipês	ZR1 - Zona Residencial 2
3b	Rua bancário Franciso Mendes Sobreira / bairro Pedro Gondim	ZGE - Zona de Grandes Equipamentos
4	Rua S / Identificação / bairro / S / Identificação (cidade de Cabedelo)	S / Identificação
5	Rua Des. Bolivar Corrêa Pedrosa / bairro Mangabeira	ZI2, ZEP2 - Z. Industrial 2 / Z. Esp. de Preservação

Fonte: Autor da pesquisa.

- a) O primeiro ponto de deposição irregular (1) encontra-se situado na rua Ciro Trocolli, no bairro Jardim dos Colibris, nas proximidades do contorno de entrada para a rua Alfredo Ferreira da Rocha, que, em direção sul, conduzirá à USIBEN, (Figura 4.15). Este ponto é bem representativo, pois se encontra bem mais próximos das áreas urbanas de maiores crescimento.



Figura 4.15: Deposição Irregular (1) no bairro Jardim dos Colibris
Fonte: Autor da pesquisa (nov/2011)

Esta é uma área de propriedade privada e essa deposição está sendo deposta sem autorização dos órgãos competentes. Na Figura 4.16, verifica-se um mapa da espacialização do ponto de D. I. (1), com a indicação das quadras do bairro Jardim dos Colibris mostrando que a situação deste está centralizada na área residencial do referido bairro. Destaca-se ainda nesta Figura a área de delimitação das D.I. relativos à situação na área residencial. Na Figura 4.17 se observa um mapa da espacialização do referido ponto apresentando as curvas de nível a fim de se observar a declividade da área estudada, que se encontra com um declive de aproximadamente cinco metros.



Figura 4.16: Mapa de espacialização de RCC do ponto de D. I. (1) / Área Residencial
Fonte: Autor da pesquisa.

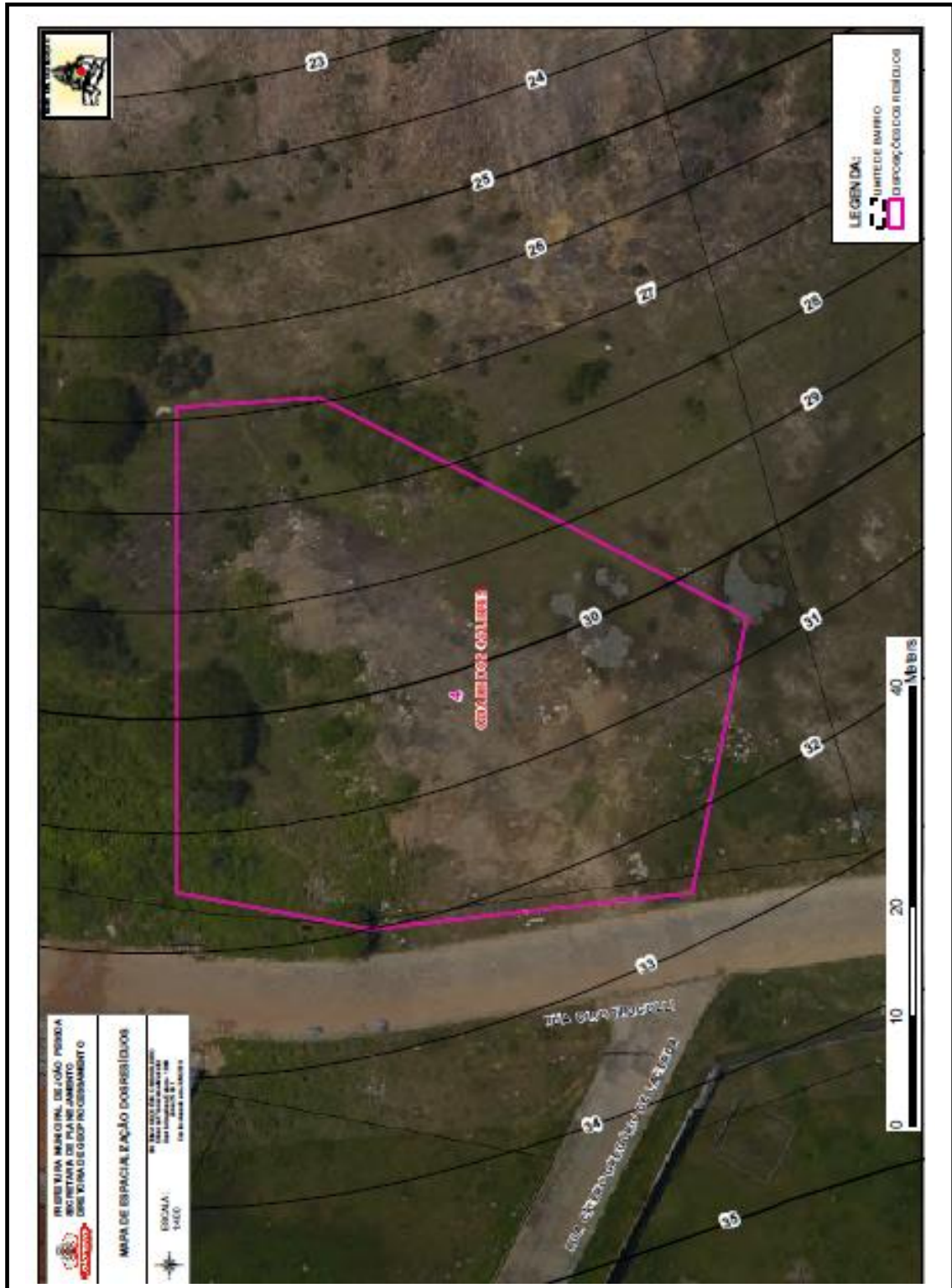


Figura 4.17: Mapa de espacialização de RCC do ponto de D. I. (1) e suas curvas de nível
Fonte: Autor da pesquisa.

A Figura 4.18, se tem o mapa da espacialização do ponto de D. I. (1), a localização da USIBEM e ainda dos bairros que mais cresceram e conseqüentemente mais geraram RCC, onde se observa as distâncias entre os mesmos.

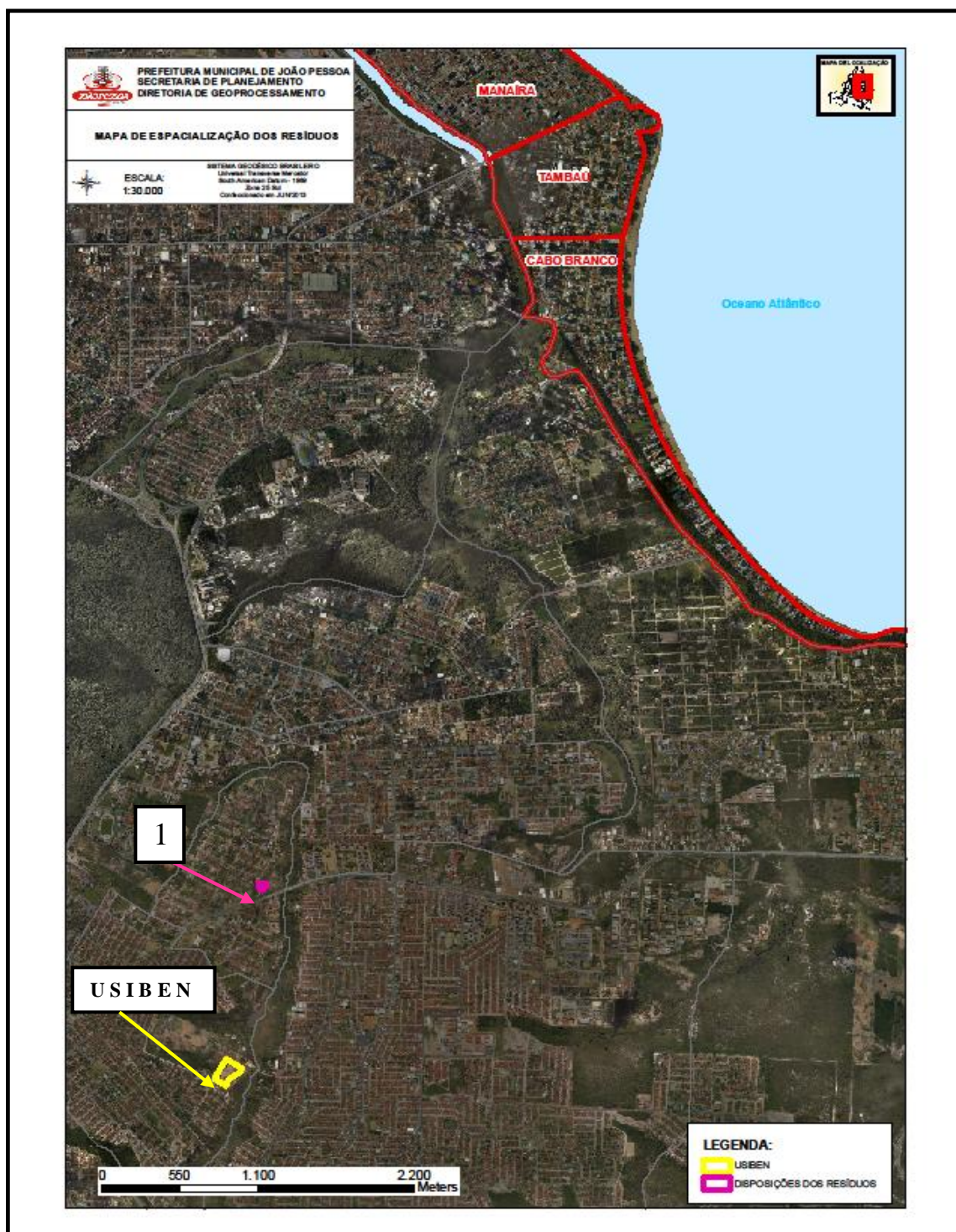


Figura 4.18: Mapa de espacialização de RCC, do ponto de D. I. (1), os bairros estudados e a USIBEM

Fonte: Autor da pesquisa.

- b) O segundo ponto de deposição irregular (2) encontra-se situado na paralela a BR 230 (lado Leste) no km 23, na rua Diógenes Chianca, no bairro de Água Fria nas proximidades de galpões comerciais e estendendo-se até a área residencial no mesmo bairro. As Figuras 4.19 e 4.20 demonstram a situação da área à época.



Figura 4.19: Deposição Irregular (2), Rua Diógenes Chianca
Fonte: Autor da pesquisa (nov/2009).



Figura 4.20: Deposição Irregular (2), Rua Diógenes Chianca outro ângulo
Fonte: Autor da pesquisa (nov/2009).

Esta é uma área parcialmente de propriedade privada e parte de propriedade pública, e os RCC estão sendo depositados com autorização dos órgãos responsáveis e em seguida transportado para a USIBEN. Na Figura 4.21 se verifica a localização deste ponto dentro do mapa de João Pessoa com a indicação das quadras do bairro de Água Fria mostrando que, a situação deste está centralizada em uma área comercial estendendo-se para a área residencial do referido bairro.

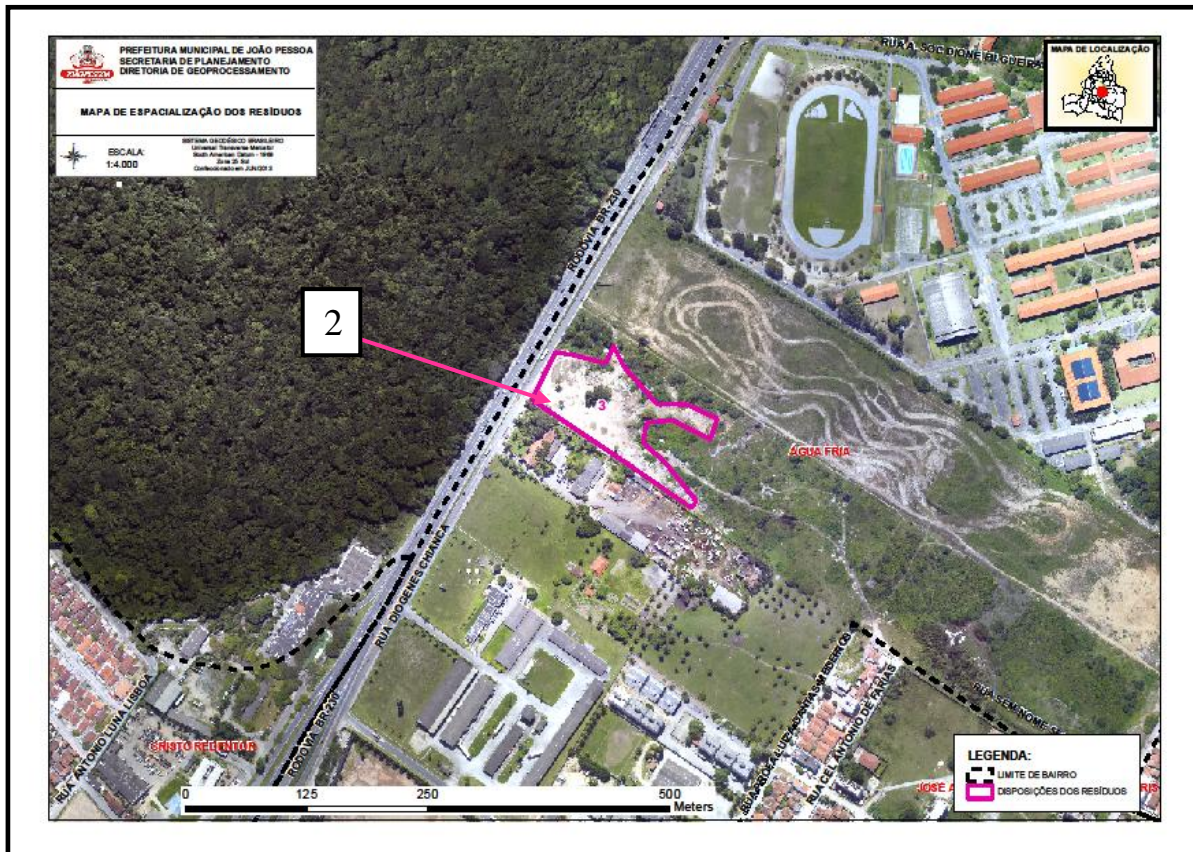


Figura 4.21: Mapa de espacialização do ponto de deposição irregular (2) / Área de grandes equipamentos

Fonte: Autor da pesquisa (nov/2009).

Na Figura 4.22, observa-se a referida área com as curvas cartográficas da mesma, mostrando que esta área está situada em uma região praticamente plana, havendo apenas um pequeno declive da área comercial para a residencial com um declive de aproximadamente um (01) metro.

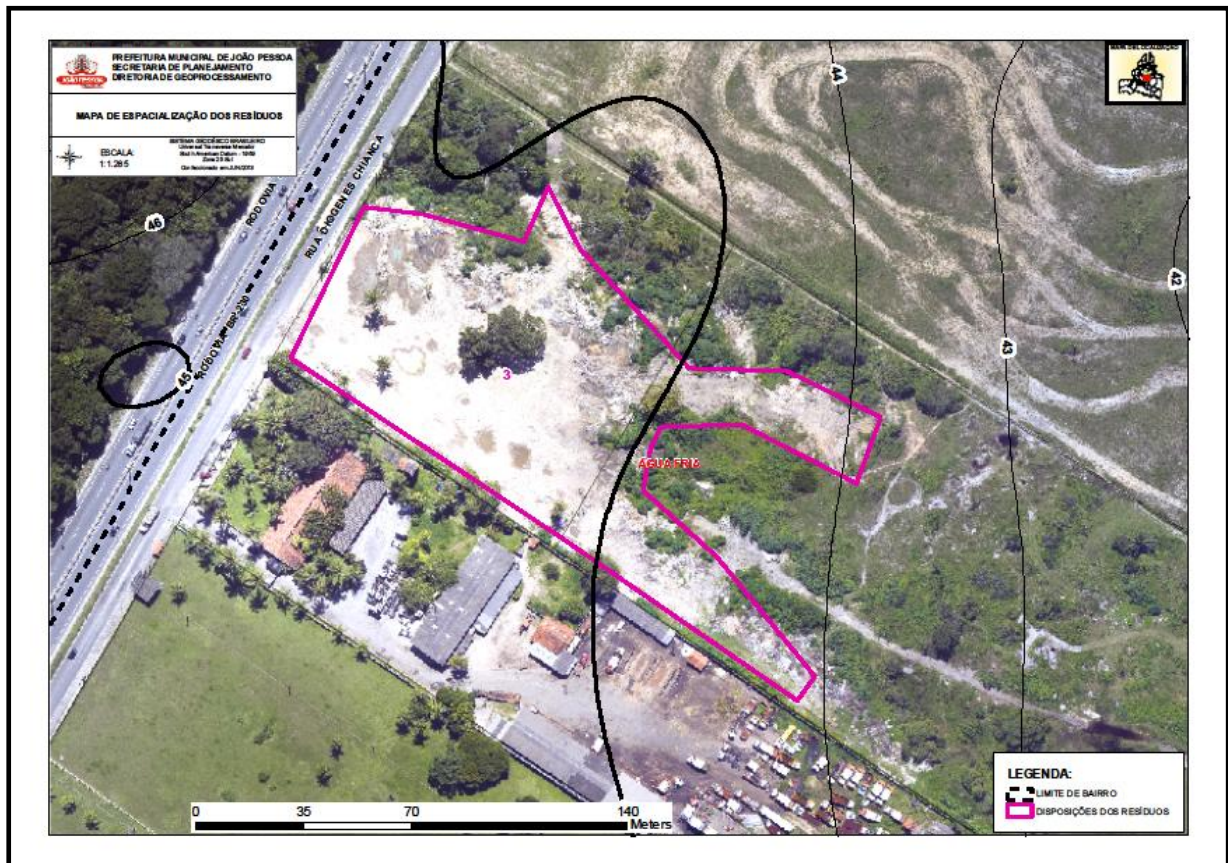


Figura 4.22: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (2) e suas curvas de nível
Fonte: Autor da pesquisa (nov/2009).

Na Figura 4.23, tem-se o mapa da espacialização do ponto de D. I. (2), a localização da USIBEM e ainda dos bairros que mais cresceram e consequentemente mais geraram RCC, onde se observa as distâncias entre os mesmos.



Figura 4.23: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (2), os bairros estudados e a USIBEN
Fonte: Autor da pesquisa.

c) O terceiro ponto de deposição irregular (3-2), quadra 02/02 encontra-se situado nas proximidades da BR 230 (lado Oeste) no km 17, e estes estão representados por dois pontos situados em quadras nas proximidades que serão denominadas quadra

01/02 e quadra 02/02. O da quadra 01/02 está situado em uma rua sem nome, no bairro dos Ipês nas proximidades de galpões comerciais e estendendo-se até a área residencial no mesmo bairro. A Figura 4.24 a demonstra a situação da área à época.



Figura 4.24: Deposição Irregular (3) no bairro de Pedro Gondim
Fonte: Autor da pesquisa (nov/2009).

Esta é uma área parcialmente de propriedade privada e particular, e essa deposição está sendo efetuada sem autorização dos órgãos competentes. Na Figura 4.24, verifica-se a localização deste ponto dentro do mapa de João Pessoa, com a indicação das quadras do bairro dos Ipês, mostrando que a situação deste está centralizada em uma área comercial, direcionando-se a uma área residencial do referido bairro. Neste estudo, consideramos o ponto de deposição irregular 3 um único ponto, mas o mesmo encontra-se situado em duas quadras, que denominou-se 1 e 2 Figura 4.25 e 4.26.

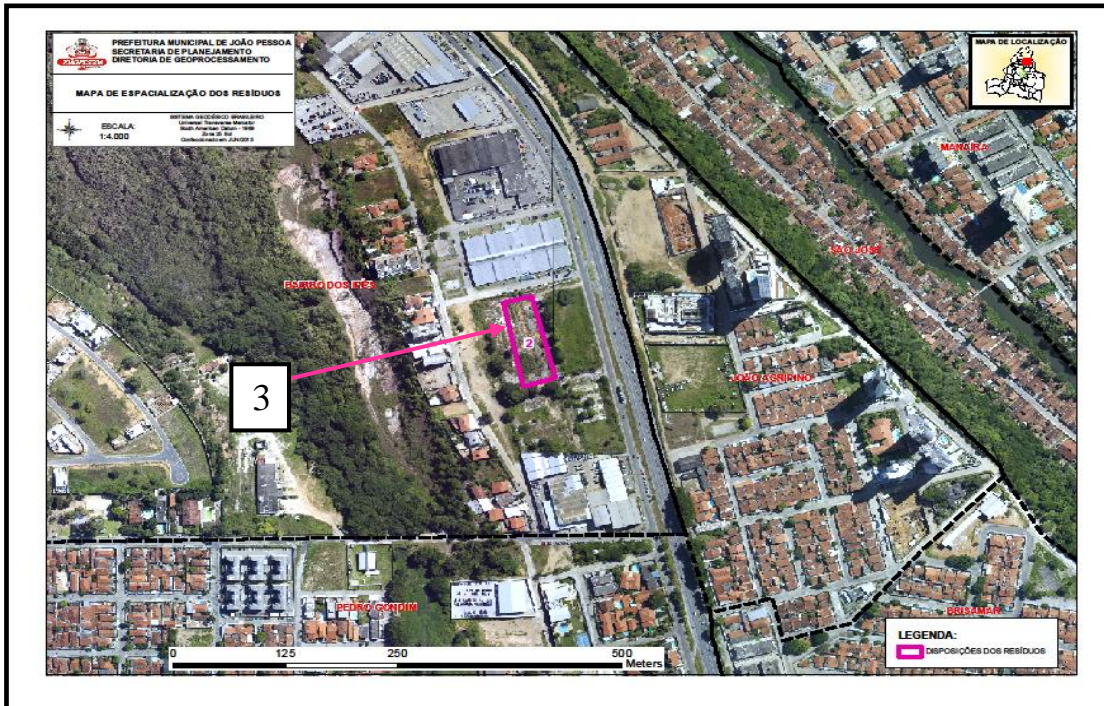


Figura 4.25: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (3-2) / Área de Grandes Equipamentos
Fonte: Autor da pesquisa.

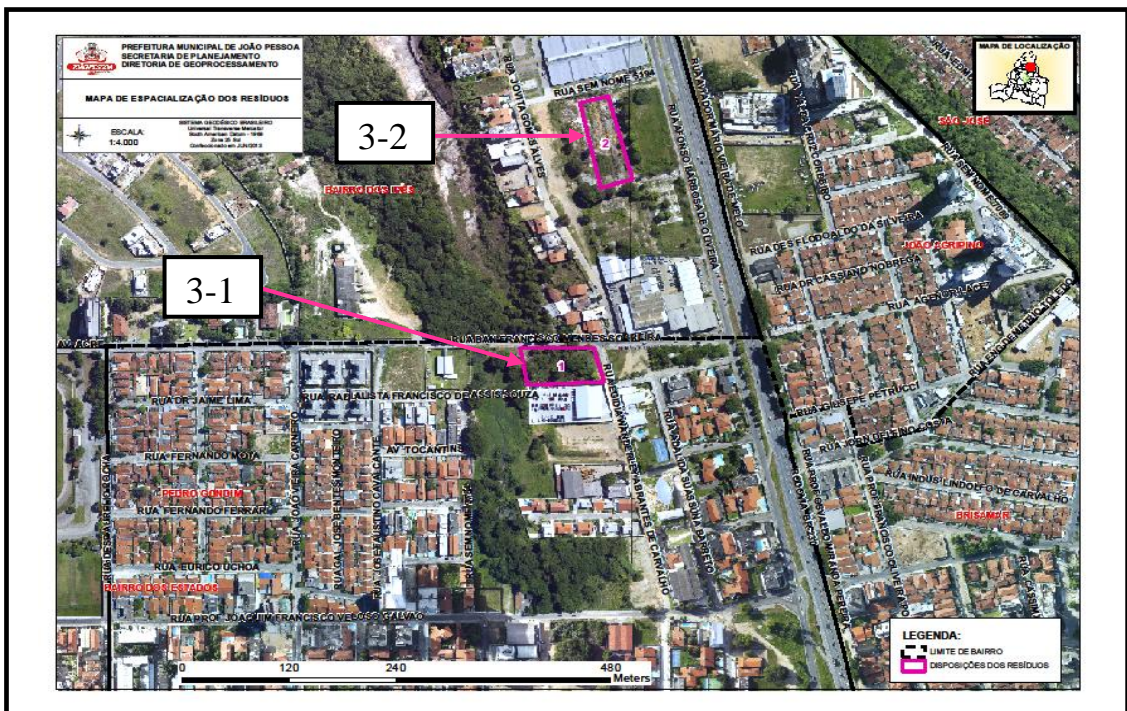


Figura 4.26: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (3-1 e 3-2) / Área de Grandes Equipamentos
Fonte: Autor da pesquisa.

Na Figura 4.27, observa-se a referida área com as curvas cartográficas da mesma mostrando que esta área praticamente plana encontra-se com pouco declive, não chegando a atingir um metro.

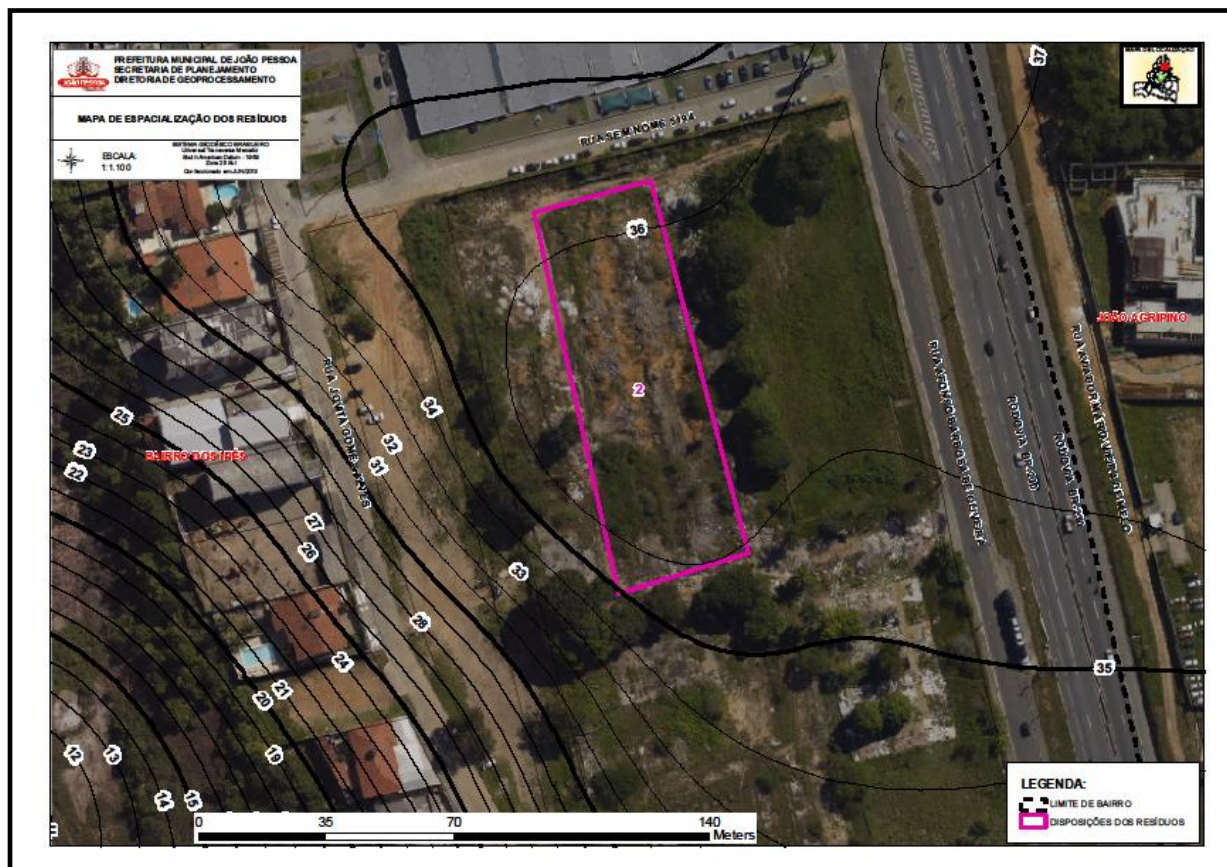


Figura 4.27: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (3-2) e suas curvas de nível
Fonte: Autor da pesquisa.

Na Figura 4.28 tem-se o mapa da espacialização do ponto de D. I. (3), a localização da USIBEM e ainda dos bairros que mais cresceram e conseqüentemente mais geraram RCC, onde se observam as distâncias entre os mesmos.

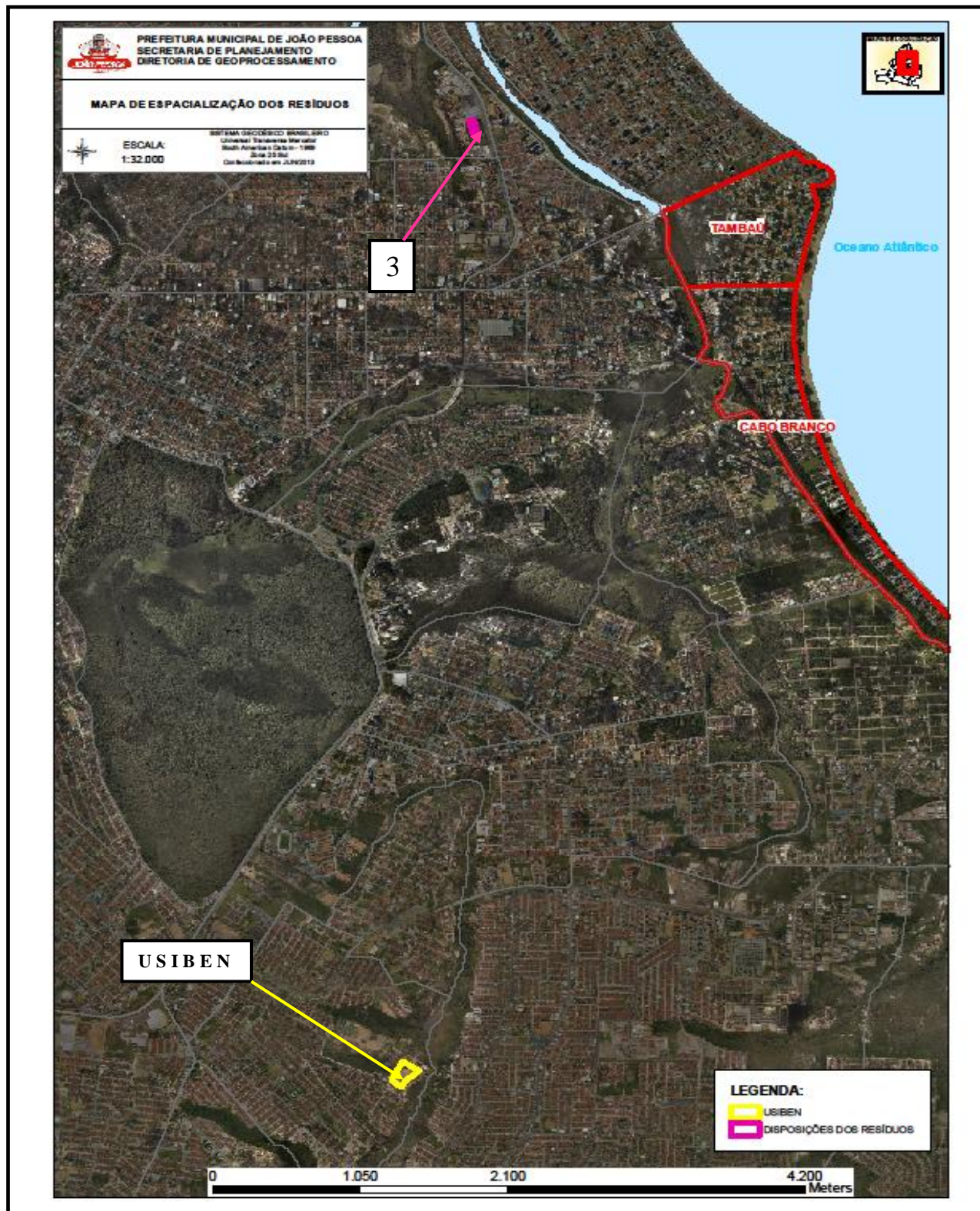


Figura 4.28: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (3), os bairros estudados e USIBEN
Fonte: Autor da pesquisa.

O terceiro ponto de deposição irregular (3-1), da quadra 01/02, está situado nas proximidades da BR 230 (lado Oeste), no km 17, em uma rua sem nome, no bairro dos Ipês, nas proximidades de galpões comerciais e estendendo-se até a área residencial no mesmo bairro. A foto 4.15 a demonstra a situação da área à época. Duas quadras ao lado, encontra-se um outro maior que este, situado a rua bancário Francisco Mendes Sobrinho, no bairro de Pedro Gondim.

Uma característica da Figura 4.29 (2009) é que o local onde já estava com um volume bastante acentuado de RCC, não havia mais condições de colocar resíduos, e já se encontrava nascendo vegetação, o volume já é tão grande, que as pessoas que lá depositavam os RCC suspenderam essa deposição devido a não mais haver condições de se fazer essas sem auxílio de um equipamento, para auxiliar a descarga no local.



Figura 4.29: Deposição Irregular (3-1) no bairro de Pedro Gondim
Fonte: Autor da pesquisa (nov/2009).

Esta é uma área parcialmente de propriedade privada e parte de propriedade pública (Figura 4.30), e os RCC estão sendo depositados irregularmente. Na Figura 4.31, observa-se um mapa da espacialização do referido ponto apresentando as curvas de nível, a fim de se observar que o mesmo é bastante íngreme.

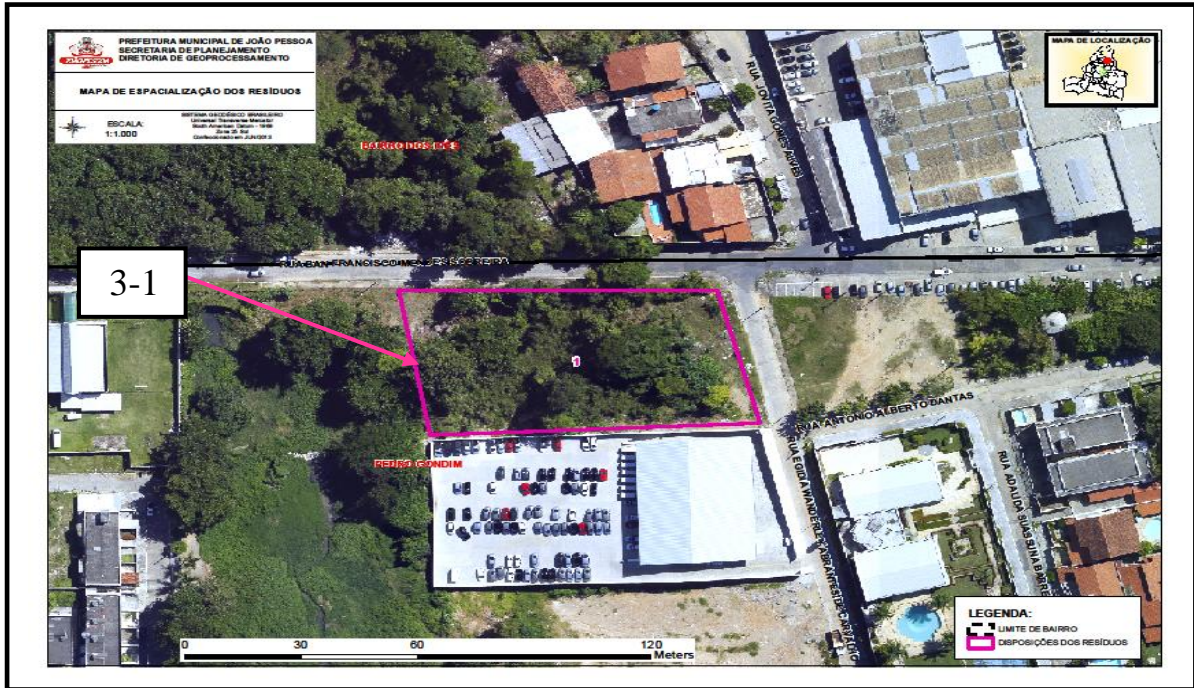


Figura 4.30: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (3-1) / Área de Grandes Equipamentos
Fonte: Autor da pesquisa.

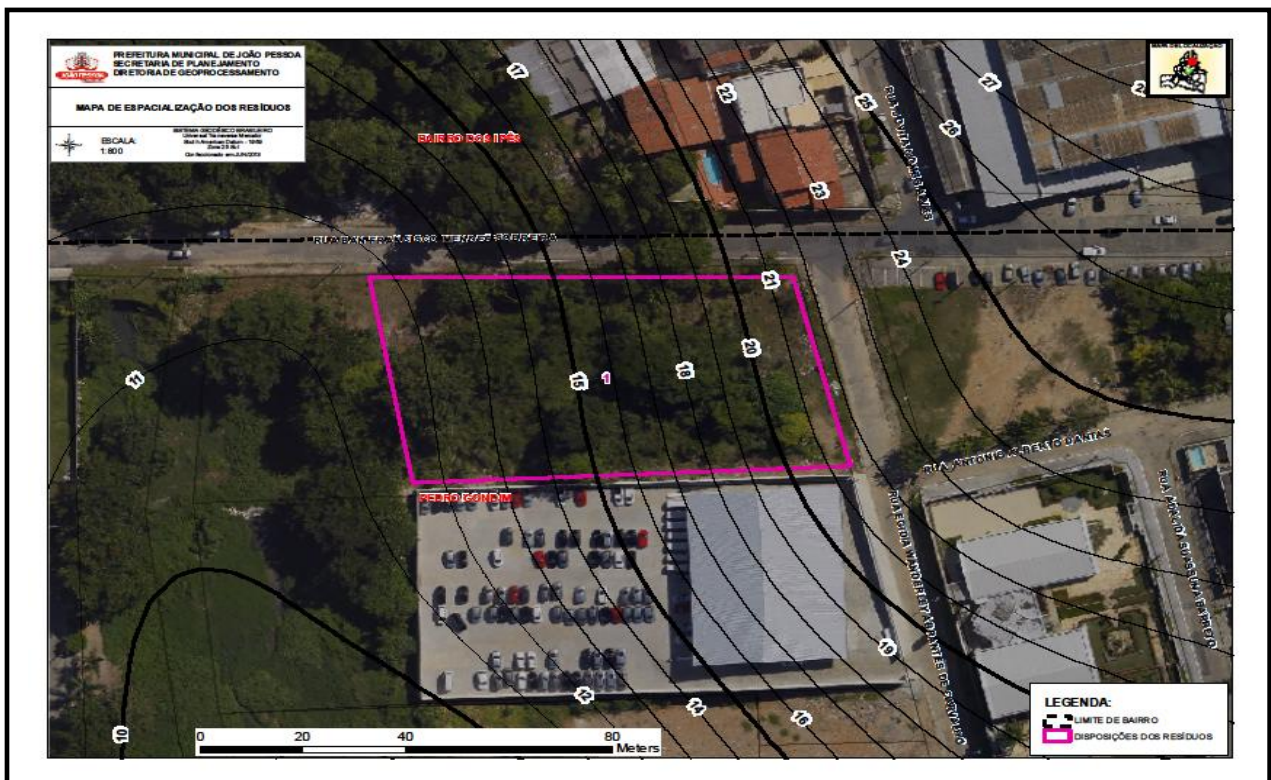


Figura 4.31: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (3-1) e suas curvas de nível
Fonte: Autor da pesquisa.

Na Figura 4.32, apresenta-se o mapa da espacialização do ponto de D. I. (3), a localização da USIBEM e ainda dos bairros que mais cresceram e conseqüentemente mais geraram RCC, onde se observa as distâncias entre os mesmos.

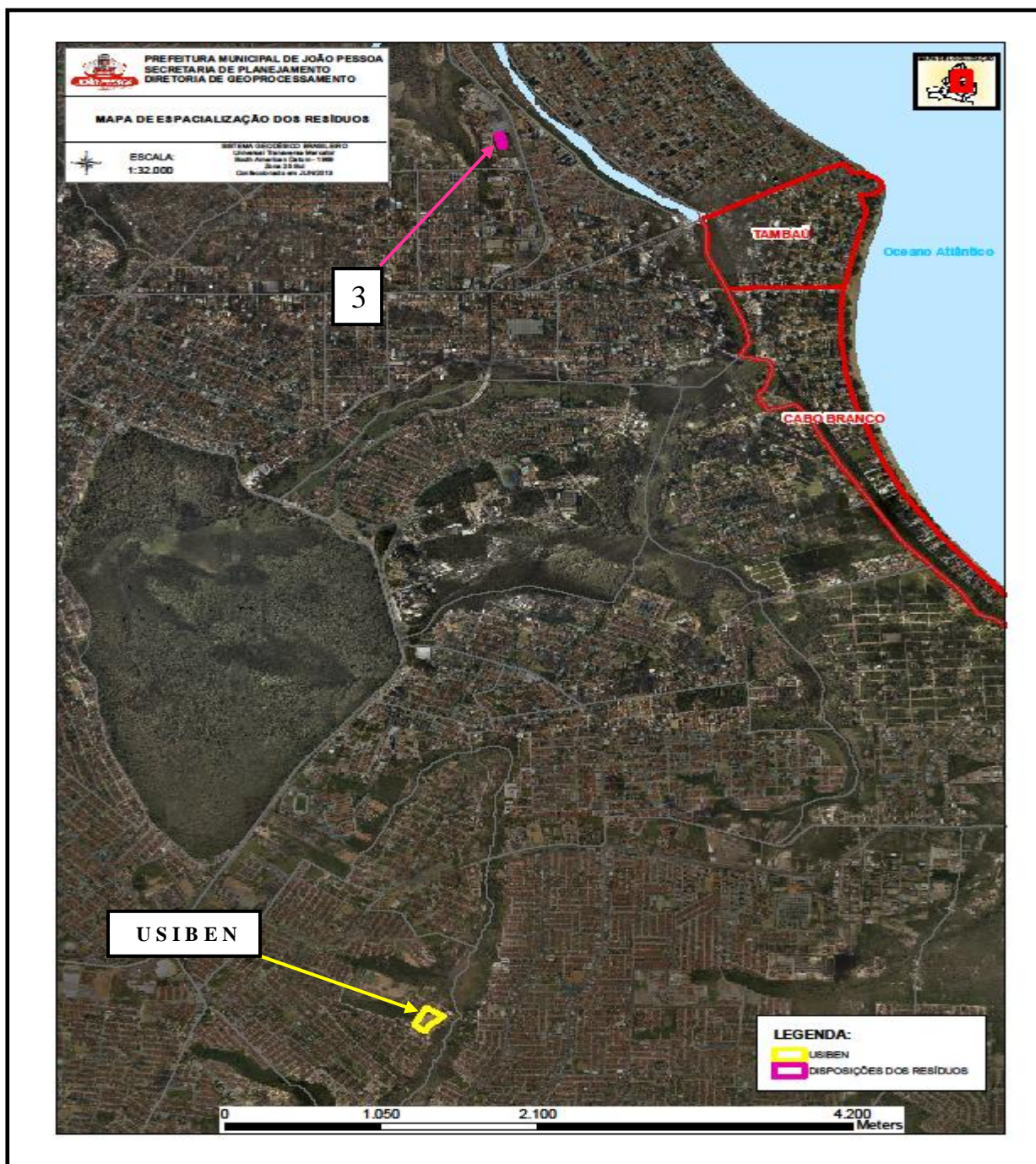


Figura 4.32: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (3), os bairros estudados e a USIBEM
Fonte: Autor da pesquisa.

- d) O quarto, na BR 230, km 12 (Leste), cidade de Cabedelo (4), por trás de uns galpões, nas proximidades de um riacho, denominado mangue do Renascer, Figura 4.33, 4.34 e 4.35. Esta área é bastante extensa, e as deposições são efetuadas pelos caminhões sem qualquer auxílio de equipamento de descarga.



Figura 4.33: Deposição Irregular (4) na cidade de Cabedelo (1)
Fonte: Autor da pesquisa.



Figura 4.34: Deposição Irregular (4), na cidade de Cabedelo (2)
Fonte: Autor da pesquisa.



Figura: 4.35: Deposição Irregular (4) na cidade de cabedelo (3)

Fonte: Autor da pesquisa (mar/2011).

- e) O quinto, situado na rua Des. Bolivar Corrêa Pedrosa, José Américo, no José Américo, distrito industrial de mangabeira (5) , conforme (Figura 4.36 e 4.37) .



Figura 4.36: Deposição Irregular (5) no bairro de José Américo (Distrito industrial de Mangabeira)

Fonte: Autor da pesquisa (nov/2011).



Figura 4.37: Deposição Irregular (5) no bairro de José Américo no Bairro de Mangabeira (outro ângulo)
Fonte: Autor da pesquisa (nov/2011).

Esta é uma área parcialmente pública (Figura 4.38), e os RCC estão sendo depositados irregularmente. Na Figura 4.39 se observa um mapa da espacialização do referido ponto apresentando as curvas de nível, a fim de se observar que o mesmo é bastante íngreme.

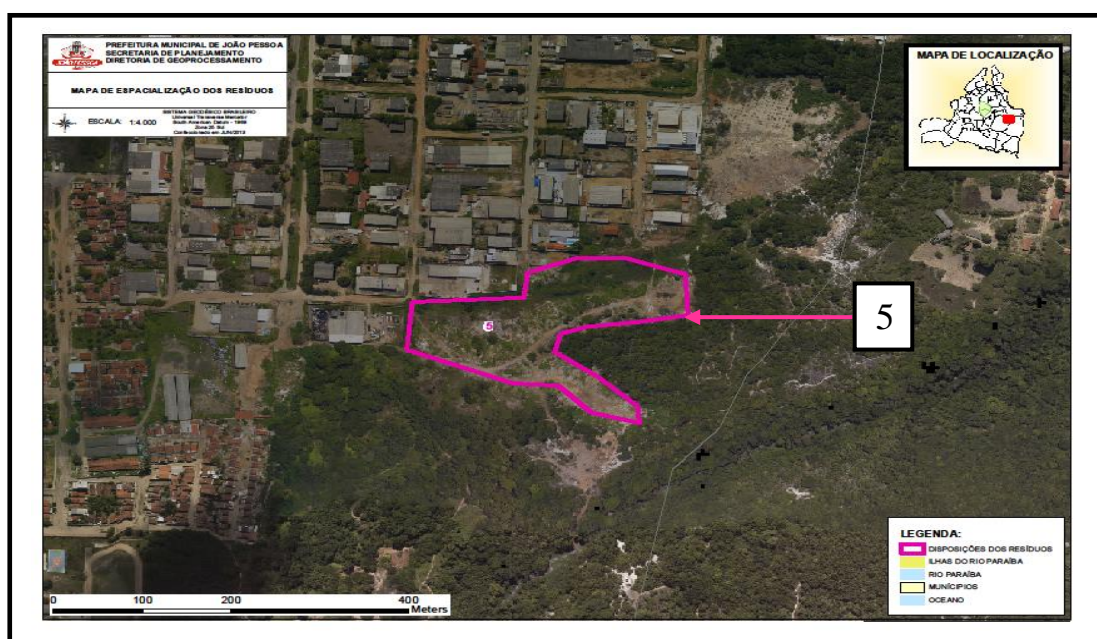


Figura 4.38: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (5) / Área de Grandes Equipamentos
Fonte: Autor da pesquisa (nov/2011).

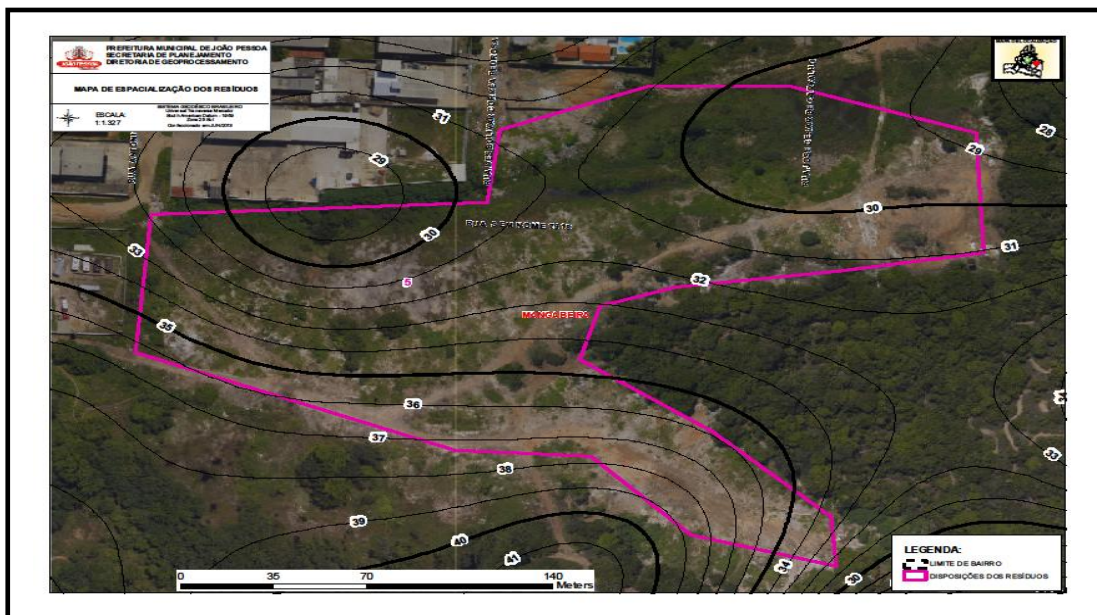


Figura 4.39: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (5) e suas curvas de nível
Fonte: Autor da pesquisa (nov/2011)

Na Figura 4.40 se verifica o mapa da espacialização do ponto de D. I. (5), a localização da USIBEM e ainda dos bairros que mais cresceram e conseqüentemente mais geraram RCC, onde se observam as distâncias entre os mesmos.

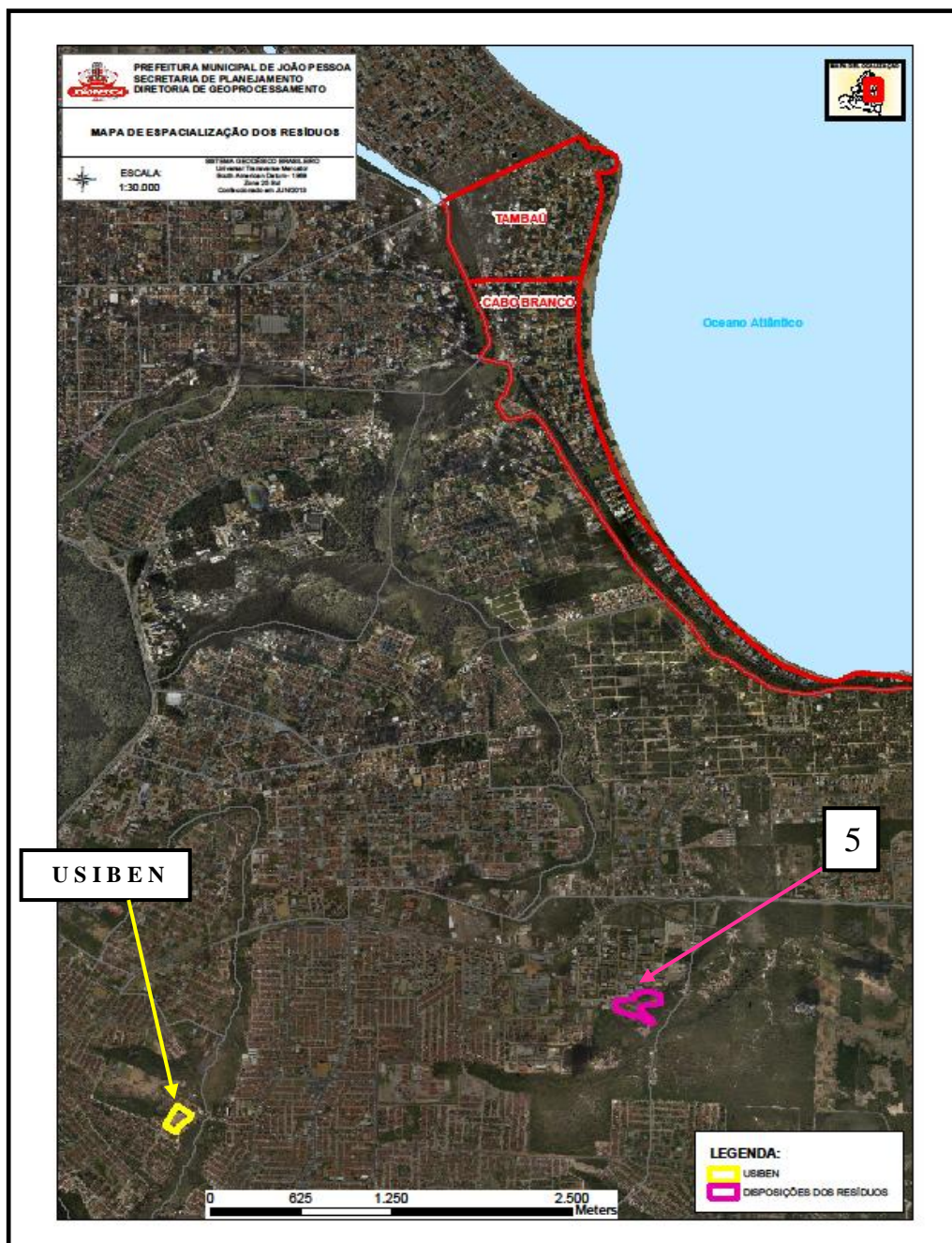


Figura 4.40: Mapa de espacialização do ponto de D. I. (5), os bairros estudados e a USIBEN

Fonte: Autor da pesquisa (nov/2011).

Uma característica desses pontos de deposição é que aparentemente possuem volumes de RCC bem pequenos, mas os mesmos estão situados em grandes áreas e/ou e a descarga destes resíduos é feita sem qualquer auxílio de máquinas e/ou equipamentos de

descarga, para que sejam efetuadas rapidamente, sem despertar muita atenção as pessoas das proximidades. Diferentemente do que se verifica em qualquer aterro sanitário ou usinas de reciclagem, onde os resíduos são depositos ao solo e as máquinas e/ou equipamentos fazem o transporte, a seleção e a organização no sentido vertical aparentando volumes bem maiores e muitas vezes as áreas dos aterros e usinas são bastante inferior às áreas estuadas.

Esses pontos de deposições irregulares estão situados em zonas residenciais, normalmente próximos aos bairros que mais crescem em volume de obras pois, como não há uma fiscalização mais rigorosa, os RCC ao saírem dos canteiros de obras são depositos em locais impróprios, quando poderiam ser dispostos nos pontos projetados e programados pela própria PMJP. Essas deposições são efetuadas normalmente em terrenos baldios de propriedade pública, planos ou preferencialmente com declives, pois os imóveis de propriedade privada são mais difíceis essas deposições devido aos mesmos serem fiscalizados pelos próprios proprietários. Outra característica nas escolhas dessas áreas é que possuam um volume habitacional residencial de menor densidade e baixa renda, de preferência sem aclives, mas planos e melhor ainda com declives, pois facilitam o descarrego dos caminhões transportadores, pois necessitam de pouco tempo para o descarrego afim de não demorar muito e sendo pouco visível.

A implantação dos Ecopontos predefinidos pela PMJP encontra-se bem embasada e definida pela lei municipal da cidade N° 11.176/2007, mas apesar de estar na legislação ainda não foi totalmente implantada devido a um fator bastante controverso e difícil de ser explicado. A sua total e perfeita implantação encontra-se projetada dentro de áreas residenciais, onde a sociedade como um todo apresenta-se totalmente contrária a tal implantação, pois consideram os RCC como lixo e proliferadores de doenças infectocontagiosas, por falta de conhecimento e explicação do perfeito funcionamento dessas áreas.

O resultado deste trabalho irá contribuir para um esclarecimento da situação e uso dos RCC, indicando os pontos de deposições irregulares (Fig 4.41 e 4.42), indicando seus usos e funcionamento dessas áreas e contribuindo para um melhor entendimento da situação. Contribui dessa forma, para com os órgãos gestores no controle e fiscalização desses volumes. Acrescentando-se a este se deve também apresentar programas educativos e conscientizadores para toda a sociedade, através das lideranças de bairro.

4.6 ESTUDO DO PERCURSO DOS RCC NOS BAIRROS ESTUDADOS

Com a identificação dos cinco maiores pontos de deposição irregulares da cidade, constatou-se que os mesmos estão situados nas proximidades dos bairros que mais cresceram. O ponto de deposição irregular de número quatro (04) apesar de estar situado nas proximidades dos bairros estudados, encontra-se na cidade de Cabedelo, de modo que não foi tomado com detalhes, sendo considerado tão somente os quatro de dentro da cidade, os de número 01, 02 03 e 05.

Identificados os pontos de D.I., buscou-se o percurso entre os bairros e os mesmos comparando-se com o percurso para a USIBEN, constatando-se que o percurso para a USIBEN era sempre superior aos demais percursos.

Com isso, constatou-se que, além do percurso maior, via-se também um grande volume de tráfego; com isso se aumentaria muito o tempo para a entrega.

A fim de se obter uma análise comparativa do percurso para o transporte dos RCC, dos bairros estudados que mais cresceram na cidade até o local de deposições irregular mais próximo, escolheu-se os três maiores dos cinco pontos apresentados no item 4.5, o 01, 02 e 03 pois estavam situados no própria cidade, mais próximos aos bairros geradores.

Na Figura 4.41, foi apresentado um mapa parcial da cidade de João com as seguintes informações:

- a) Os bairros que mais cresceram nos últimos dez anos, Bessa, Aeroclube, Jardim Oceânica, Manaíra, Tambaú e Cabo Branco, observado pelo controle de Licenças de Habitação, que conseqüentemente são os maiores geradores de RCC;
- b) A localização da usina de beneficiamento de resíduos de construção e demolição de João Pessoa (USIBEN);
- c) A identificação dos três maiores locais de deposição irregulares (DI), de resíduos RCC, dos cinco anteriormente analisados.

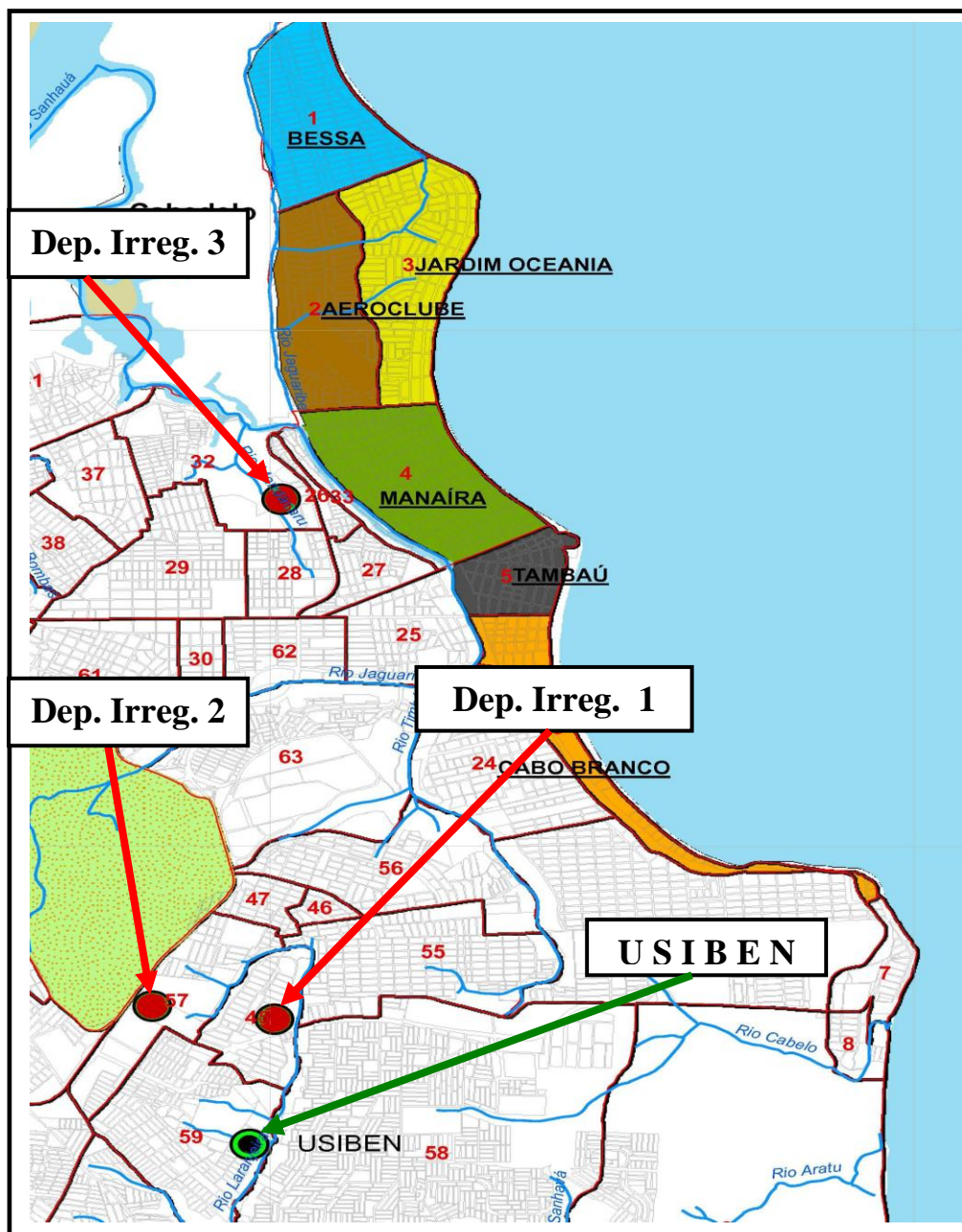


Figura 4.41: Mapa da cidade de João Pessoa destacando-se os seis bairros que mais cresceram, a localização da USIBEN e os três maiores pontos de deposições irregulares estudados

Fonte: Autor da pesquisa.

A distância percorrida, em km, dos Resíduos da Construção Civil do centro desses bairros é apresentada na Tabela 4.12.

Em seguida, foi feito um estudo detalhado do percurso dos Resíduos da Construção Civil que saíram dos bairros estudados até a disposição final na USIBEN. Tal feito foi necessário para se ter uma análise mais detalhada deste percurso, observando-se qual a distância necessária (km), para percorrer.

Na Figura 4.42, apresenta-se um mapa de espacialização da cidade de João Pessoa onde se identificam os quatro (4) maiores pontos de deposição irregular dentro da cidade e a USIBEN. Observa-se que esses pontos de D.I. estão situados sempre nas áreas residenciais e/ou comerciais de intenso movimento e tráfego nas proximidades e em um percurso de grande acesso de veículos, situando-se bem mais próximos dos bairros estudados que da USIBEN. O maior deles é o de número três (03), sendo constituído de duas unidades situado em quadras vizinhas, mas considerado neste estudo com um único.

A qualificação detalhada destes pontos encontra-se no item 4.5, Quadros 4.2 e 4.3.

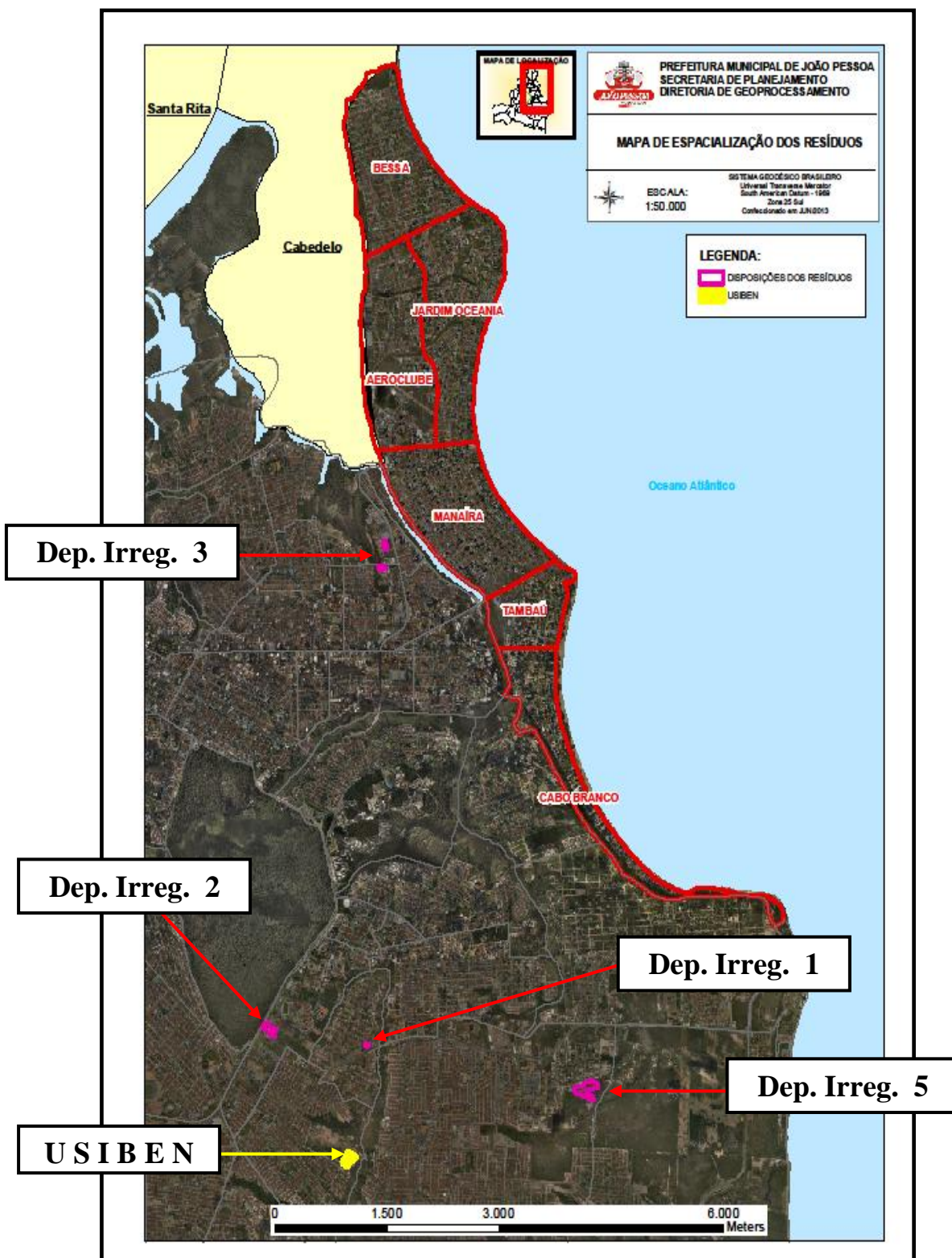


Figura 4.42: Mapa de espacialização de João Pessoa destacando-se os seis bairros estudados e os quatro maiores pontos de deposição irregular da cidade
Fonte: Autor da pesquisa.

Como se vê na figura 4.42 existem alguns pontos de deposição irregular que aparentemente estão situados próximos a USIBEN, mas os mesmos estão situados mais próximos aos bairros geradores que a USIBEN, possuindo dessa forma, menor distância conseqüentemente, menor tempo no percurso dos RCC desde sua saída dos canteiros de obras, maior facilidade na deposição dos mesmos. Esses pontos foram escolhidos por possuírem situações bem mais favoráveis aos transportadores, pois ao saírem dos canteiros de obras os transportadores localizam pontos mais próximos, terrenos mais planos ou com declives e de preferência de propriedade pública para que possam em pouco tempo descartar esses resíduos sem oferecer muita visibilidade. Dessa forma procuram um menor percurso Fig 4.56, ocasionando um menor consumo de combustível e conseqüentemente obtendo uma maior lucratividade.

Percurso do Bairro do Bessa à USIBEN e ao ponto de deposição irregular 3

A Figura 4.43 – apresenta o percurso de 15,8 km dos RCC do bairro do Bessa à USIBEN, e a Figura 4.44 o percurso de 6,50 km dos RCC, do mesmo local de partida, no bairro do Bessa, ao local de deposição irregular 3, que é o mais próximo do bairro.



Figura 4.43: Indicação do percurso do bairro do Bessa à USIBEN
Fonte: Autor da pesquisa.



Figura 4.44: Percurso do bairro do Bessa ao ponto de deposição irregular 3
Fonte: Autor da pesquisa.

Percurso do Bairro do Aeroclub e à USIBEN e ao ponto de deposição irregular 3

A Figura 4.45 – apresenta o percurso de 15,20 km dos RCC do bairro do Aeroclub e à USIBEN, e a Figura 4.46 o percurso de 5,90 km dos RCC do mesmo local ao ponto de deposição irregular mais próximo (ponto 3).

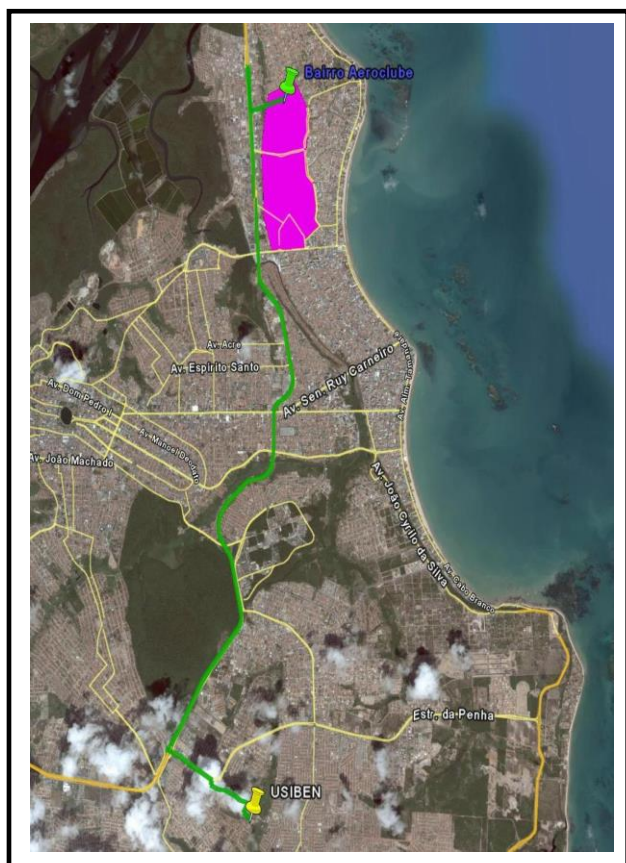


Figura 4.45: Indicação do percurso do bairro do Aeroclub e à USIBEN
Fonte: Autor da pesquisa.



Figura 4.46: Percurso do bairro do Aeroclub ao ponto de deposição irregular 3
Fonte: Autor da pesquisa.

Percurso do bairro do Jardim Oceania à USIBEN e ao ponto de deposição irregular 3

A Figura 4.47 apresenta o percurso de 17,10 km dos RCC do bairro do Jardim Oceania à USIBEN, e a Figura 4.48 apresenta o percurso de 7,80 km dos RCC, do mesmo local ao ponto de deposição irregular mais próximo, o 3.

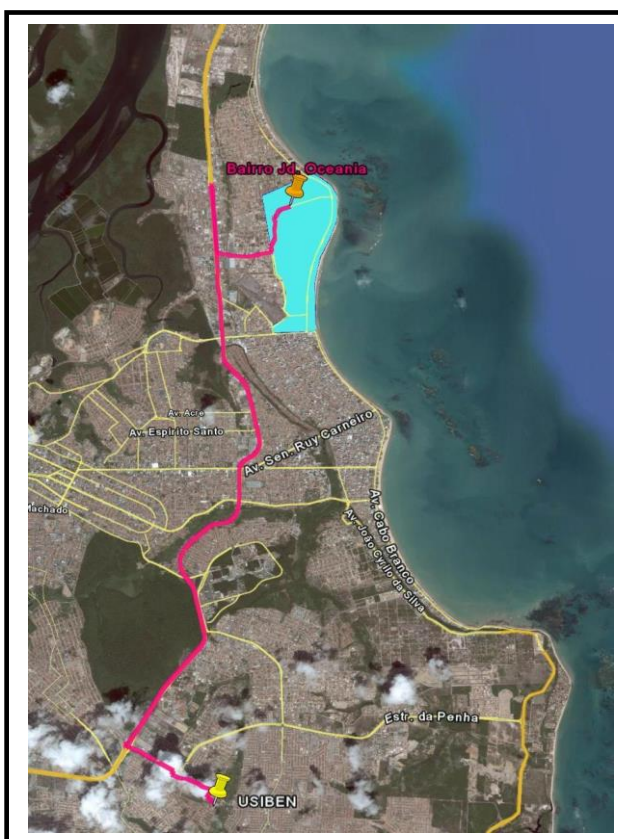


Figura 4.47: Indicação do percurso do bairro do Jardim Oceania à USIBEN

Fonte: Autor da pesquisa.



Figura 4.48: Percurso do bairro do Jardim Oceania ao ponto de deposição irregular 3

Fonte: Autor da pesquisa.

Percurso do bairro de Manaíra à USIBEN e ao ponto de deposição irregular 3

A Figura 4.49 apresenta o percurso de 13,00 km dos RCC do bairro do Manaíra à USIBEN e a (Figura 4.50); o percurso de 4,30 km dos RCC do mesmo local ao ponto de deposição irregular mais próximo o 3.

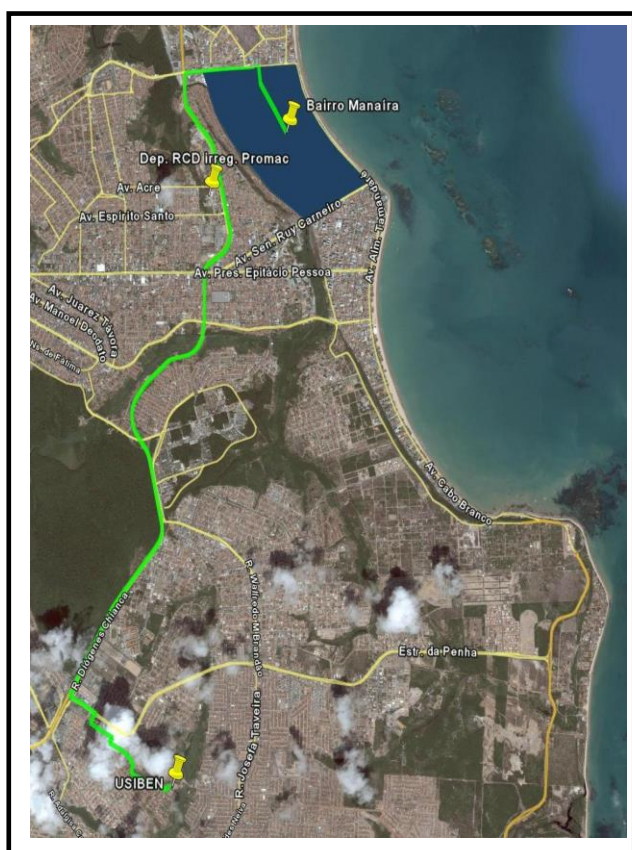


Figura 4.49: Indicação do percurso do bairro de Manaíra à USIBEN
Fonte: Autor da pesquisa.



Figura 4.50: percurso do bairro de Manaíra ao ponto de deposição irregular 3
Fonte: Autor da pesquisa.

Percurso do bairro de Tambaú à USIBEN e ao ponto de deposição irregular 3

A Figura 4.51 apresenta o percurso de 10,80 km dos RCC, do bairro de Tambaú à USIBEN, e a imagem Figura 4.52, o percurso de 3,60 km, do mesmo bairro ao local de deposição 3.



Figura 4.51: Indicação do percurso do bairro de Tambaú à USIBEN
Fonte: Autor da pesquisa.



Figura 4.52: percurso do bairro de Tambaú ao ponto de deposição irregular 3
Fonte: Autor da pesquisa.

Percurso do Bairro do Cabo Branco à USIBEN e ao ponto de deposição irregular 3

A Figura 4.53 apresenta o percurso de 13,20 km dos RCC do bairro do Cabo Branco à USIBEN, e a Figura 4.54 o percurso de 5,20 km do mesmo local ao ponto de deposição irregular (ponto 3).



Figura 4.53: Indicação do percurso do bairro do Cabo Branco à USIBEN

Fonte: Autor da pesquisa.



Figura 4.54: Percurso do bairro de Cabo Branco ao ponto de deposição irregular 3

Fonte: Autor da pesquisa.

Após o conhecimento da comparação dos dois percursos, o correto (USIBEN) e o irregular (pontos de deposições irregulares mais próximos ao bairro) fez-se uma análise comparativa das distâncias entre os dois percursos e constatou-se que, sempre o percurso para a deposição irregular é bem inferior ao percurso para entrega dos RCC na USIBEN.

Na Tabela 4.11, verificam-se os seis bairros estudados e o percurso dos RCC, ao saírem do bairro até a USIBEN. Em seguida, buscaram-se as distâncias desses bairros ao ponto de deposição irregular mais próximo, a fim de se fazer um comparativo de distâncias, e em seguida se conseguiu a média dessas distâncias. Posteriormente verificou-se a diferença entre os percursos e encontrou-se uma diferença média nas distâncias de 8,63 km. Isso comprova que a distância média da USIBEN aos bairros estudados é de aproximadamente 14,18km, enquanto que esta distância média para o ponto de deposição irregular mais próximo ficou em 5,55 km. Para finalizar verificou-se o percentual da distância entre os percursos para a USIBEN e para as deposições irregulares e encontrou-se uma média de 61,44 % a mais para se fazer a entrega na USIBEN. Isso somado ao volume de tráfego que esse veículo ira transportar os RCC, com o tempo gasto para se percorrer o percurso, adicionado ao valor do combustível do veículo, contribui para a não entrega na USIBEN.

A Figura 4.56 apresenta o estudo comparativo do percurso entre as distâncias, para os transportes dos RCC dos bairros estudados à USIBEN, com a o dos locais de deposição irregular mais próximo ao bairro estudado e ainda a diferença entre os mesmos. Observa-se ainda que, para o transporte até a USIBEN, todas as distâncias são superiores 10,80 km, enquanto que, para o local das deposições irregulares todos os percursos são inferiores a 7,80 km. Salienta-se também que os percursos das distâncias para a disposição na USIBEN são em vias de acesso de veículos automotores, e sempre é feito no horário comercial, com isso haverá um maior consumo de tempo e combustível. Desta forma há uma tendência maior dos transportadores em fazer a deposição dos mesmos nos locais irregulares, pois haverá um menor percurso, um menor tempo e, com certeza, um menor custo para tal, caso não haja fiscalização mais atuante e rigorosa por parte dos órgãos governamentais.

Tabela 4.11: Comparativa entre as distâncias percorridas (USIBEN e Dep. Irregulares)

Comparativo entre as Distâncias					
Bairro	Distância USIBEN (km)	Distância Dep. Irreg. (km)	Diferença nas dist. (km)		Percentual da dist. (%)
Bessa	15,80		9,30		41,14
Bessa		6,50			
Aeroclube	15,20		9,30		38,82
Aeroclube		5,90			
J. Oceânia	17,10		9,30		45,61
J. Oceânia		7,80			
Manaíra	13,00		8,70		33,08
Manaíra		4,30			
Tambaú	10,80		7,20		33,33
Tambaú		3,60			
Cabo Branco	13,20		8,00		39,39
Cabo Branco		5,20			
Média	14,18	5,55	8,63		38,56

Fonte: Autor da pesquisa.

Observa-se ainda que em todos os pontos analisados, o percurso para a USIBEN é bem superior ao percurso das deposições irregulares, perfazendo uma média entre eles de 14,18 km, enquanto a média das deposições irregulares é de 5,55 km. Salienta-se ainda que a diferença entre o percurso à USIBEN e as deposições irregulares são consideráveis, perfazendo uma média entre eles de 8,62 km.

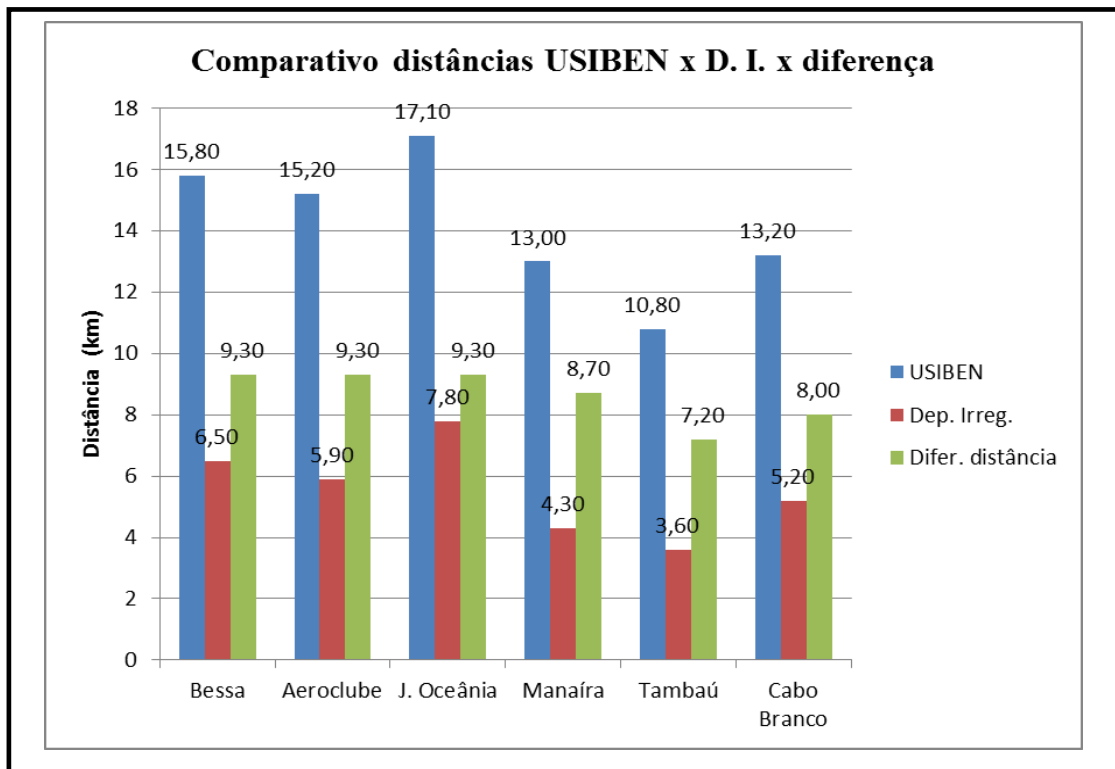


Figura 4.55: Comparativo entre as distâncias dos percursos dos bairros estudados para a USIBEN, os pontos de deposições irregulares e a diferença entre as mesmas
Fonte: Autor da pesquisa.

A Figura 4.55 mostra que todas as distâncias entre os bairros e USIBEN são bem maiores que as dos locais de deposições irregulares e, conseqüentemente o tempo gasto devido ao percurso e aos incidentes do trânsito. Observa-se ainda que o menor percurso (3,6 km) entre as deposições irregulares e o percurso até a disposição na USIBEN (10,8 km) corresponde a aproximadamente 7,2 km, ou seja, três vezes maior percurso, para se levar os RCC até a USIBEN e, para se fazer a deposição no local irregular estudado, o que acarretará um maior gasto com combustível, depreciação e tempo.

É importante conhecer todo o percurso dos RCC, desde o momento que o mesmo sai dos canteiros de obras, até o seu destino final, que deverá ser o mais correto com a entrega dos mesmos nas usinas de reciclagem dos RCC. Dessa forma, estudaram-se os percursos dos RCC e ainda identificaram-se cinco pontos que foram estudados e identificados, escolhendo-se os três maiores pontos, demonstrando ainda que o ponto de D. I. (3) encontra-se bem mais próximo aos maiores bairros e conseqüentemente os mais geradores que a USIBEN.

Como consequência de tal fato, verificou-se que o que está havendo é que, com a entrega dos RCC na USIBEN, os transportadores iriam encontrar um maior percurso, consequentemente um maior fluxo de veículos, maior gasto de combustível e tempo para a entrega ocasionando-se com isso uma maior despesa financeira o que contribui para a deposição irregular.

Dessa forma as empresas gestoras dos RCC em uma cidade deverão encontrar uma solução mais atuante quanto a fiscalização desse trajeto, entrega desses RCC na USIBEN, e criando alguns pontos intermediários de deposições para possíveis transferências para a USIBEN.

Dessa forma com o conhecimento da geração de RCC na cidade de João Pessoa, entre os anos de 2000 à 2010 e sabendo-se ainda que a USIBEN desde sua instalação até o ano de 2010 recebeu menos que 50% dos RCC gerados na cidade de João Pessoa consequentemente está havendo deposições irregulares dentro da própria cidade. Dessa forma sabe-se que parte dos RCC gerados na cidade está sendo depositos em locais incertos. Identificou-se pontos de deposição irregular na cidade separando-se e estudando os cinco maiores em volumes visuais; conhecido os cinco maiores pontos de deposição irregular da cidade apresentado neste trabalho e observando-se o percurso dos RCC desde o momento que saem dos canteiros de obras dentro dos bairros que mais cresceram, se identifica um percurso dos mesmos, locais esses que poderiam ser mais fiscalizados e com isso minimizando-se tais gerações, evitando-se dessa forma novas degradações ambientais visuais.

Conhecendo-se a Resolução CONAMA 302/2007, a lei municipal 11.176/2007, adicionando-se aos resultados deste trabalho, no início de cada obra em função das áreas de construção apresentadas em projeto, uma estimativa da geração de RCC que a obra irá gerar, e dessa forma se pode orientar melhor a minimização na geração dos RCC dentro das obras e consequentemente o seu reuso e sua reciclagem, transformando-o em um novo produto que pode ser reusada dentro da própria obra minimizando seus custos construtivos. Consequentemente com essa minimização dentro dos próprios canteiros de obras haverá uma minimização nas gerações dentro da cidade e se partir de então se obterá soluções mais adequadas e atuantes para o bem estar e a qualidade de vida da sociedade da cidade de João Pessoa.

5 CONCLUSÕES

Com base nos objetivos estabelecidos nesta pesquisa, através do estudo experimental deste trabalho, pela metodologia empregada durante a execução da mesma, fundamentados ainda nos resultados alcançados, pode-se concluir que:

- O desenvolvimento urbano da cidade de João Pessoa, nos últimos anos, deu-se pelos bairros estudados, Bessa, Aeroclube, Jardim Oceânia, Manaíra, Tambaú e Cabo Branco, sendo estes os que mais cresceram nos últimos anos, conseqüentemente com maiores áreas de construção em edificações de padrão médio alto, tipo vertical; observa-se ainda como característica que esses bairros estão situados na orla marítima, e estes encontram-se bem distante da usina de reciclagem de resíduos (USIBEN).
- Com base nos resultados encontrados, constatou-se que a média da massa unitária estudada dos RCC para a classe A, durante as fases de concreto e blocos de vedação foi de 1.077 kg/m^3 , menor que a massa dos estudos encontrados.
- Observou-se que o acompanhamento e a orientação cuidadosa na execução dos serviços dentro dos canteiros de obras, seguido por uma boa segregação poderá reduzir essa massa conforme Tabela 2.11 e 4.1.
- A taxa geração dos RCC classe A (kg/m^2 e m^3/m^2) em edificações verticais em João Pessoa, para as obras estudadas (18 un), considerando ainda a massa unitária dos RCC estudados e acompanhados em (02 un), edificações durante as fases de fundações, estruturas, alvenarias e coberturas correspondente, corresponde à $60,4 \text{ kg/m}^2$ ou $0,06 \text{ m}^3/\text{m}^2$.
- A geração de RCC da cidade entre os anos de 2000 e 2010 corresponde a $274.090,75 \text{ m}^3$ ou $275.963,70 \text{ t}$, quando aplicado a quantidade de áreas licenciadas na PMJP e aplicando-se a massa unitária encontrada.
- A quantidade de RCC que chegou a USIBEN pelo estudo efetuado em João Pessoa, durante os anos de 2008 a 2010, foi de 57,8 % do total gerado. Isso implica que parte dos RCC gerados (42,2 %) não está sendo disposta na USIBEN; esse percentual

poderá ser parcialmente reutilizado em outras e/ou deposta em locais inadequados e irregulares. Isso mostra que a USIBEN não está recebendo o volume total de RCC gerado na cidade de João Pessoa, mas um volume bem inferior.

- Foram identificados cinco grandes (01 a 05) pontos de deposição irregular de RCC; destes, quatro (01, 02, 03 e 05) estão situados na cidade de João Pessoa, e o quinto (04) encontra-se situado na cidade de Cabedelo.
- Esses pontos de deposições irregulares estão situados nas proximidades dos bairros que mais cresceram e conseqüentemente mais geraram RCC.
- O percurso dos RCC dos maiores bairros geradores até a USIBEN é bem maior que o percurso desses bairros aos cinco pontos de deposições irregulares; Considerando ainda o ponto de deposição maior e mais próximo a esses bairros, obtém-se um percurso médio de 14,18 km, enquanto a média da deposição irregular é de 5,55 km, correspondendo a uma redução de percurso na ordem de 61,44% inferior ao percurso, para se fazer a disposição na USIBEN.
- Não havendo ainda outros locais, até então, para a correta disposição, houve uma maior tendência em criar deposições irregulares nas proximidades desses bairros que foram as deposições 1, 2, 3 e 5 dentro da cidade de João Pessoa, e a 4, nas proximidades do limite da cidade mas dentro da cidade de Cabedelo. É importante também considerar ainda o tempo gasto para este transporte, devido ao fluxo de veículos durante o percurso, além desses veículos, por serem de grande volume congestionar mais o tráfego no percurso que, quase sempre, ocorre durante o período normal de trabalho e, como consequência, um maior custo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.115**: agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – execução de camadas de pavimentação – procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.116** - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro. ABNT. 2004.

ABRECON (Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição). 2012 - Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br>>. Acesso em: 15 set. 2012.

AFFONSO, F. J. de A. , **Caracterização de Agregados reciclados de resíduos de construção e demolição (RCD) para uso em camadas drenantes de aterros de resíduos sólidos**; Dissertação apresentada a UFRJ (2005).

ANDRADE, A.C.; SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; AGOPYAN, V. **Estimativa da quantidade de entulho produzido em obras de construção de edifícios**. In: SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 4, 2001, São Paulo. Anais, São Paulo: Comitê Técnico CT 206, 2001.

ANEPAC - Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil. (2000). Vale do Paraíba: maior região produtora de areia do país. Publicação Areia & Brita. n.10, p.5-19.

ÂNGULO, S.C.; TEIXEIRA, C.E.; CASTRO, A.L.; NOGUEIRA, T.P. **Resíduos de construção e demolição**: avaliação de métodos de quantificação. Eng. Sanit. Ambient. [online]. v.16, n.3, p. 299-306, 2011. ISSN 1413-4152.

ÂNGULO S.C.; JOHN V.M. **Requisitos para execução de aterros de resíduos de construção e demolição (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil: BT/PCC/436)**. São Paulo, 2006: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

ANGULO, S. C.; JOHN, V. M.; A.P.; ALMEIDA, S.L.M; LIMA, F.M.R.S.; GOMES, P.C. **Aperfeiçoamento da reciclagem da fação mineral dos resíduos de construção e demolição – uso em concretos**. In: SEMINÁRIO: Uso da Fação Fina da Britagem. Anais: II SUFFIB, Cuchierato et al (eds), 2005.

ANGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição**. São Paulo, 2000. 154p. Dissertação (mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ARAGÃO, H. G. **Análise estrutural de lajes pré-moldada produzidas com concreto reciclado de construção e demolição.** 2007. 109p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, Maceió-AL, 2007.

ATHAYDE JÚNIOR, G. B; FERRARI JÚNIOR, M.J.; DINIZ, M.D.; BORLINI, F.R.; PAULA, E.A.; COSTA, A.S.V.; SONCIM, S.P.; ALMEIDA, M.O. **Reciclagem de entulhos em Governador Valadares: uma alternativa viável.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. 2004, Florianópolis – SC.

BANTHIA, N.; CHAN, C. **Use of recycled aggregate in plain and fiber-reinforced shotcrete.** *Concrete International*, v. 22, n. 06, p. 41- 45, 2000

BERNARDES, A. **Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição na cidade de Passo Fundo- RS.** 2006. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo-RS, 2006.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 15 set. 2012.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução 431 de 24/maio/2011. Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso.** Publicada no DOU nº 99, de 25/05/2011, pág. 123. Brasília, 2011.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução 348 de 16/agosto/2004. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.** Publicada no DOU nº158, de 17 de agosto de 2004, Seção 1, pg 70. Brasília, 2004.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução 307 de 05/julho/2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Publicada no DOU nº136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, pgs 95-96. Brasília, 2002.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução 01, de 23 de janeiro de 1986.** DOU publicado em 17.02.1986. Brasília - DF. 1986.

BRITO, J. de. **Agregados reciclados e sua influência nas propriedades dos betões: lição de síntese, provas de agregação em engenharia civil.** Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2005.

BRITO FILHO, J. A. **Cidades versus entulho.** In: Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil 2., 1999, São Paulo. Anais... São Paulo: Comitê Técnico do IBRACON: CT 206 – Meio Ambiente, 1999. p.56-67.

BUTTLER, M. B. **Concreto com agregados graúdos reciclados de concreto – influência da idade de reciclagem nas propriedades dos agregados e concretos reciclados.** São Carlos, 2003, 199, p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos-SP, 2003.

CABRAL, A. E. B. **Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a variabilidade da composição do RCD.** São Carlos, 2007. 254 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos-SP, 2007.

CARELI, E. D. **A Resolução CONAMA nº 307/2002 e as Novas Condições para Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição.** 2008. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2008.

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

CARNEIRO, A. P.- **Reciclagem de entulho de Salvador para a produção de materiais de construção** – Setembro de 2001-163 p (UFBA- Tese de Mestrado-2001)

CARNEIRO A. P. et al. **Características do entulho e do agregado reciclado.** In: Projeto Entulho Bom. Reciclagem de Entulho para a produção de materiais de construção. Salvador: Editora da UFBA; 2001. p. 142-186.

CARNEIRO, A. P. et al **Caracterização do entulho de Salvador visando a produção de agregado reciclado.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC 2000 – Modernidade e Sustentabilidade, 7., 2000, Salvador. Anais... Salvador, 2000. CD-ROM.

CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S.; COSTA, D. B.; ALBERTE, E. P. V.; SAMPAIO, T. S. **Reciclagem de entulho da região metropolitana de Salvador para a produção de materiais de construção de baixo custo.** In: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 9, 2000, Porto Seguro. Anais, Porto Seguro, 2000.

CASSA, J.C.S, CARNEIRO, A. P., BRUM.I.A.S.,**Reciclagem de Entulho Para a Produção de Materiais de Construção.** (organizadores) In: Projeto Entulho Bom, Editora UFBA-Salvador-2001

CONSTRUBUSINESS. **Habitação, infraestrutura e empregos.** In: Seminário da Indústria Brasileira de Construção, 4., 2001, São Paulo. São Paulo: FIESP/Ciesp, 2001.

COSTA, R. V. G. da. **Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa.** João Pessoa, 2012. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. UFPB.

COSTA, N. A. A. da. **A Reciclagem de Resíduo de Construção e Demolição: Uma Aplicação da Análise Multivariada.** Florianópolis. 2003. 203p. Tese (doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC.

COSTA, L.S.N; De ALMEIDA, S.L.M. **Caracterização tecnológica dos resíduos de construção e demolição (RCD) da cidade de Macaé – RJ.** I Jornada do Programa de Capacitação Interna –CETEM, 1999.

DALTRO FILHO, J et al. **Resíduos sólidos da construção civil em Aracaju: diagnóstico.** Aracaju: SINDUSCON/SE, Projeto COMPETIR-SEBRAE/SENAIGTZ/EMSURB, SEMA 2005. 1 CD-ROM

DHIR R.K., JONES M.R. and NICOL, L. A. **Development of Structural Grade Foamed Concrete**, Final Report, DETR Research Contract 39/3/385, February 1999, 84 pp

DEGANI, C. M. **Sistemas de Gestão Ambiental em Empresas Construtoras de Edifícios São Paulo.** 2003. 223 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

DIAS, J. F. **Avaliação de resíduos da fabricação de telhas cerâmicas para seu emprego em camadas de pavimento de baixo custo.** 246p. (Tese de Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

DIAS, J.F., JOHN, V.M., CINCOTTO, M.A. **Diagnóstico visando a reciclagem de resíduos de cerâmica vermelha.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 45., 2001 a, Florianópolis. Anais... São Paulo: ABC, 2001 a. p.1-13. 1 CD-ROM.

DIAS, J. F., Agopyan, V., Bernucci, L. L. B., Moura, E. (2001 b). **Estudo em laboratório de resíduo da fabricação de telhas cerâmicas para uso em pavimentação.** 33ª Reunião Anual de Pavimentação, ABPv, Florianópolis, SC, 9 p.

DONAIRE, D. A internalização da gestão ambiental na empresa. **Revista de Administração**, v. 31, n. 01, p. 44-51, 1996

DORSTHORST, B. J. H.; HENDRIKS, C. F. **Re-use of construction and demolition waste in the EU.** In: CIB Symposium: Construction and Environment – theory into practice, São Paulo, 2000. Proceedings. São Paulo: EPUSP, 2000. Proceedings... [CD-ROM]. São Paulo: CIB, 2000. 9p.

ESPINELLI, U. **A gestão do consumo de materiais como instrumento para a redução da geração de resíduos nos canteiros de obras.** In: Seminário de Gestão e Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição – Avanços e Desafios. São Paulo. PCC USP. 2005. CD-ROM.

EVANGELISTA, P.P.A; COSTA, D.B.; ZANTA, V. M. **Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 23-40, jul./set. 2010. ISSN 1678-8621.

FERRAZ, G.R.; MASSUDA, O.; ASSIS, C. S.; OLIVEIRA, M. J. E.; ZAMATARO, R.S.; PIRES, M. A. F.; OLIVEIRA, M. C. B.; AMORIM, A. S. **Estações de classificação e de transbordo na cidade de São Paulo.** In: SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL. 4. São Paulo 2001. ANAIS CT 206 IBRACON p.75- 86. 2001.

FERREIRA, L. M. M. **Betões estruturais com incorporação de agregados grossos reciclados de betão – influência da pré-saturação.** 2007. 158p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2007.

FONSECA, E. ; LIRA, C.S.; MENEZES, G.M.; MONTE, L.D.B.; LIMA, R.J.D. **Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição da cidade de João Pessoa-PB**. Prefeitura Municipal de João Pessoa. 2007.

FONSECA F.B. **Desempenho estrutural de paredes de alvenaria de blocos de concreto de agregados reciclados de rejeitos de construção e demolição**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002

GAEDE, L. P. F. **Gestão dos resíduos da construção civil no cidade de Vitória-ES e normas existentes**. 74p. Vitória, 2008.

GALIVAN, R.M.; BERNOLD, L.E. **Source evaluation of Solid Waste in Building Construction**. Journal of Construction Engineering and Management, n. 120, p.536-552, Dec., 1994.

GONÇALVES, P. C. M. **Betão com agregados reciclados – Análise comentada da legislação existente**. 2007. 132p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, Portugal, 2007.

GRANDE, F. M. (2003) **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica**. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 165p.

HANSEN, T.C. **Recycled of demolished concrete and masonry**. London: Chapman & Hall, 1992. 316p. Part One: Recycled aggregates and recycled aggregate concrete, p. 1-160. (RILEM TC Report 6).

HENDRIKS, C. F. **The building cycle**. Ed. Aeneas. Holanda, 2000. 231p.

HUANG, W. L. et al. **Recycling of construction and demolition waste via a mechanical sorting process**. *Resources, conservation and recycling*, n. 37, p. 23-37, 2002.

IBGE. Cidades@ - **Dados estatísticos sobre João Pessoa-PB**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 15 set. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - **IBGE 2010**. Disponível em: <www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 set. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - **IBGE 2010; Censo de 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15 set. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - **IBGE 2010; Estimativa populacional das cidades para o ano de 2011**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1961&id_pagina=1>. Acesso em: 15 set. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE: **Participação da Indústria da Construção Civil no PIB entre os anos de 2003 e 2009**: Fonte: IBGE 2009 - TABELA 2.1 fls 12. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasnacionais/2009/Tabelas_pdf/tab09.pdf>. Acesso em: 8 set. 2012.

JADOVSKI, I. - **Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e Demolição**. 2005. 182f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre.

JOÃO PESSOA. Câmara Municipal. Lei nº 11.176, de 10 de outubro de 2007. **Institui o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção e demolição e o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição de acordo com o previsto na Resolução CONAMA nº 307**. João Pessoa, Paraíba. 15, p.

JOÃO PESSOA. **Plano integrado de gerenciamento dos resíduos da construção e demolição da cidade de João Pessoa**. João Pessoa, Ago. 2007.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. 113f. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PCC), São Paulo, 2000.

JOHN, V. M. et al: **Agenda 21 for teh Brazilian Construction Industry – a Proposal**. Proceedings of CIB Symposium on Construction & Environment. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://alkabiko.pcc.usp.br/artigos/CIB%20BrazilianAgenda21%20v5.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2012.

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000, 102 f. Tese (livre docência). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. Third Edition, New Jersey: Prentice Hall, 2002, New York.

KARPINSKI, L. A., et al. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil**: uma abordagem ambiental; EDIPUCRS, 2009.

KARPINSKI et al. **Gestão de resíduos da construção civil**: uma abordagem prática na cidade de Passo Fundo-RS. Estudos Tecnológicos, São Leopoldo, Vol. 4, n. 2, p. 69-87 mai/ago 2008.

KARTAN et al. **Environmental management of construction and demolition waste in Kuwait**; Department of Civil Engineering, Kuwait University, 2004.

KIBERT, C. J.; SENDZIMIR, J.; GUY, G. B. **Construction ecology and metabolism**. In: CIB SYMPOSIUM IN CONSTRUCTION AND ENVIRONMENT: THEORY INTO PRACTICE, 2000, São Paulo, Brazil. Proceedings... [CD-ROM]. São Paulo: CIB, 2000. 8p.

LLATAS, C.A. **A model for quantifying construction waste in projects according to the European wast list.** Waste Management, v.31, n.6, p. 1261-1276, 2011.

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

LEVY, S. M. **Reciclagem do entulho da construção civil, para utilização como agregados para argamassas e concretos.** 1997. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LIMA, J. A. R. de. **Resíduos sólidos: gerenciamento e reciclagem de resíduos da construção e demolição.** SNSA-NURENE. Salvador. 2008.

LIMA, J. A. R.de. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos.** São Carlos, 1999. 246 p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

LIMA, G. L.; TAMAI, M. T. **Programa de gestão diferenciada de resíduos sólidos inertes em Santo André: Estação entulho.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS E CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL, 2., 1998, Porto alegre. Anais... Porto Alegre, 1998. p. 413-418.

LOVATO, P. S. **Verificação dos Parâmetros de Controle de Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição para Utilização em Concreto.** Porto Alegre, 2007. 180p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LUCENA, L. F. L. **Análise do Custo-Benefício da Reciclagem dos Resíduos Sólidos Urbanos no Recife e Jaboatão dos Guararapes.** Recife. UFPE, 2004.

MACLAREN, V.W., YU, Chang-Ching. **Solid Waste Recycling Behavior of Industrial-Commercial-Institutional Establishments.** Growth and Change. Vol. 28, winter, 1997, p. 93-109.

MALHOTRA, A . *et al.* **Pesquisa de Mercado.** Bookman, 2001.

MANFRINATO, J.W. de S; ESGUÍCERO, F.J; MARTIS, B.L. **Implementação de usina para reciclagem de resíduos da construção civil (RCC) como ação para o desenvolvimento sustentável: estudo de caso.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28, 2008. Rio de Janeiro, 2008.

MARQUES NETO, J. C.; SCHALCH, V. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição: Estudo da Situação na cidade de São Carlos-SP.** Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, 2010.

MARQUES NETO, J. C.. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil.** São Carlos: Editora RiMa, 2005. 165p.

MARQUES NETO, J. da C.; SCHALCH, V. **Diagnóstico ambiental para gestão sustentável dos resíduos de construção e demolição**. In: XII Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária. Março 13 – 17, Figueras da Foz – Portugal.

MEIRA, F. A. **Resíduos da Construção Civil: um olhar a partir do diálogo com profissionais envolvidos no processo de produção da arquitetura**; II Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo (ENAMPARQ) ; Natal / RN 2012

MELO, A. V. S. **Interferência da localização na produção das usinas de reciclagem de resíduos da construção civil**. In: SEMINÁRIO DA REGIÃO NORDESTE SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS E 3º SIMPÓSIO IBEROAMERICANO DE INGENIERIA DE RESÍDUOS. 2. 2010, Anais... João Pessoa: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. João Pessoa, 2010.

MELO, R. A. de.; VERAS, L. M.; SILVA, P. G. M. de. **Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados pela construção civil em João Pessoa**. I Simpósio Nordestino de Saneamento Ambiental - ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - Seção Paraíba – 2006.

MIRANDA, L. F. R., ANGULO Sérgio Cirelli; CARELI Élcio Duduchi. **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008**. Ambiente Construído Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. nº 9 (jan./mar. 2009).p 57-71. Porto Alegre. ANTAC 2009.

MIRANDA, L. F. R. **Estudo dos fatores que influem na fissuração de revestimentos de argamassa com reciclado**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2000.

MONTEIRO, J. H. P.; FIGURAUEIREDO, C.E.M.; MAGALHÃES, A.F.; MELO, M.A.F.; BRITO, J.C.X.; ALMEIDA, T.P.F.; MANSUR, G.L. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MORAIS, G. M. D. **Diagnóstico da deposição clandestina de Resíduos de Construção e Demolição em bairros periféricos de Uberlândia**: subsídios para uma gestão sustentável. 2006. 201 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

MOTTA, L.M.G., FERNANDES, C. **Utilização de resíduos sólidos da construção civil em pavimentação urbana**; 12º Reunião anual de pavimentos – Aracajú, Brasil, 2003.

NUNES, W.C. **Influência do agregado graúdo reciclado de resíduos da construção predial nas propriedades do concreto fresco e endurecido**. 2007. 202 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2007.

OLIVEIRA, M. M.; PIMENTEL, U.H.O.; ZANTA, V.M.; ATHAYDE JÚNIOR, G.B. **Determinação da Taxa de Geração de RCC: Estudo de caso das obras do campus I da UFPB**. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 26, 2011. Porto Alegre-RS, 2011.

OLIVEIRA, J. L. A. – **Uma contribuição aos estudos dos sobre a relação transportes e crescimento Urbano: O caso de João Pessoa - PPGEUA – UFPB (2006).**

OLIVEIRA, E. G. O.; MENDES, O. **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição:** estudo de caso da Resolução 307 do CONAMA. Goiana (2008).

OLIVEIRA, Djane de Fátima. **Contribuição ao estudo da durabilidade de blocos de concreto produzidos com a utilização de entulho da construção civil.** 2003. 119f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2003.

OLIVEIRA, M. J. E. **Materiais descartados pelas obras de construção civil: estudos dos resíduos de concreto para a reciclagem.** Rio Claro/SP, 2002. 191 p. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

OLIVEIRA, M. Barra de; VAZQUEZ, E. **The influence of retained moisture in aggregates from recycling on the properties of new hardened concrete.** Waste Mangement, [S.l.], v. 16, n. 1-3, p. 113-117, 1996.

PALIARI, José Carlos. **Metodologia para a Coleta e Análise de Informações sobre Consumos e Perdas de Materiais e Componentes nos Canteiros de Obras de Edifícios.** Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 473p. 1999.

PERA, J. **State of the art report: use of waste materials in construction in western Europe.** In: SEMINÁRIO SOBRE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO. São Paulo, 1996. Anais. São Paulo (PCC-EPUSP), 1996. p.1-20.

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 nos Anais do II. Simpósio de Engenharia de Produção do Vale do São Francisco em 08/Junho/2006.**

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. (Coord.). **Manejo e gestão dos resíduos da construção civil.** Volume 1 – Manual de orientação: como implementar um sistema de manejo e gestão dos resíduos da construção civil nas cidades. Ministérios do Meio Ambiente e Caixa Exonômica Federal: Brasília: CAIXA,2005.194p

PINTO, T. P. (Coord.) **Gestão ambiental de resíduos da construção civil:** a experiência do Sinduscon-SP, São Paulo: Obra Limpa: I&T: Sinduscon-SP, 2005.

PINTO, T. P. **A Nova Legislação para Resíduos Sólidos da Construção.** Revista TECNE, edição 82, PINI, São Paulo, Jan. 2004, p.62-63.

PINTO T.P. **Gestão dos resíduos de construção e demolição em áreas urbanas – da ineficácia a um modelo de gestão sustentável.** (Organizador) In: Reciclagem de Entulho para a produção de materiais de construção. Salvador: Editora da UFBA, 2001.

PINTO, T. P. (2001b). **Reciclagem de Entulho Para Produção de Materiais de Construção** -Projeto Entulho Bom, A. P. Carneiro, I. A. S. Brum e J. C. Cassa (orgs.), Editora da Universidade Federal da Bahia- EDUFBA, Salvador, Bahia, 309 p.

PINTO, T. P. **Metodologia da gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo, 1999. 189p. Tese de Doutorado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil.

PINTO, T. P.. **Perda de materiais em processos construtivos tradicionais**. São Carlos: Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos UFSC (Texto datilografado), 1989 b. 33 p.

PINTO, T. P. **Desperdício em xeque**. Revestimentos. São Paulo, p.37-38, dez. 1989 a /1990.

PINTO, T. P. **Utilização de resíduos de construção**: estudo do uso em argamassas. São Carlos, 1986. 140p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Arquitetura e Planejamento da Universidade de São Carlos - Universidade de São Paulo.

POON, C. S. et al. **On-site sorting of construction and demolition waste in Hong Kong**. Resources, conservation and recycling. n. 32, p. 157-172, 2001.

QUADROS, B. E. C.; OLIVEIRA, A. M. V. **Gestão diferenciada do entulho na cidade de Salvador**. In: Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção / Organizado por Alex Pires Carneiro, Irineu Antônio Schadach de Brum e José Clodoaldo da Silva Cassa. Salvador: EDUFBA; 312 p.: 2001; P. 116-141.

RAMPAZZO, S.E. **A questão ambiental no contexto do desenvolvimento econômico**. In: Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade?. 4. ed. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2002. 161 – 190

SANTOS, E.C.G. **Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado**. São Carlos 2007. Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos; USP.

SCHNEIDER, D. M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. 2003. 130 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, I. J. **Contribuição ao estudo dos concretos de elevado desempenho: propriedades mecânicas, durabilidade e micro estrutura**. São Carlos / SP, 2000. 242 p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

SINDUSCON-SP – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo - **Gestão Ambiental de resíduos da construção civil - A experiência do SindusCon SP**; São Paulo 2005. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/prodserv/publicacoes/manual_residuos_solidos.pdf>. Acesso em: 12 set. 2012.

SJÖSTRÖM, C. **Durability of Building Materials and Components**. In: CIB Symposium on Construction and Environment: theory into practice. 23-24 de novembro de 2000. São Paulo, 2000.

SILVEIRA, J. A. R. da.; RIBEIRO, E. L. **Percursos e processo de evolução urbana: uma análise dos deslocamentos e da segregação da cidade de João Pessoa - 2007**.

SOBRAL, R. F.C. **Viabilidade econômica de usina de reciclagem de resíduos de construção civil; Estudo de caso da USIBEN – João Pessoa / PB.** João Pessoa, 2012. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. UFPB.

SOBRAL, R.F.C. **Influência da localização intraurbana no desempenho de uma usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição.** João Pessoa: UFPB, 2010.

SOARES, R. B. **Impacto Ambiental.** USP. Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/impacto>>. Acesso em: 15 set. 2012.

SOILBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações : sua incidência e seu controle.** Porto Alegre, 1993 127p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SOUZA, V. B. **Avaliação da Geração de Entulho em Conjunto Habitacional Popular – estudo de caso.** 2005 251 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

SOUZA, U.E.L. et al. **Diagnóstico e combate a geração de resíduos na produção de obras na construção de edifícios: uma abordagem progressiva.** Construído, Porto Alegre, v.4, n. 4, p. 3-46, out./dez. 2004.

SOUZA, U.E.L. et al. **A minimização das perdas de materiais na construção como caminho para o desenvolvimento sustentável: o caso dos revestimentos de paredes internas com argamassa.** In: SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3, 2000. São Paulo. Anais. São Paulo: Editora Ibracon, 2000.

SOUZA, U.E.L. **Cartilha da produtividade da mão-de-obra na construção civil: fôrmas, armação, concretagem e alvenaria.** EPUSP/SECOVI, 1999, 33p.

TENÓRIO, J. J. L. **Avaliação de propriedades do concreto produzido com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição visando a aplicações estruturais.** 2007. 138 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas. Maceió-AL, 2007.

VALVERDE (2001). **Balanco Mineral Brasileiro 2001 – Agregados para Construção Civil.** 2001. 15 p. Disponível em: <<http://simineral.org.br/arquivos/AgregadosparaConstruoCivilFernandoMendesValverde.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2012.

VIANA, K. S. C. L. **Metodologia simplificada de gerenciamento de resíduos sólidos em canteiros de obras.** 2009. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

VIANA, K.S.C.; SOUZA, S.F.L.; NOBRÉGA, C.C. 2008 **Diagnóstico sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos de demolição e construção na cidade de João Pessoa – Paraíba – Brasil.** XXXI Congresso Interamericano

VIEIRA, C. M. F.; CARDOSO, B. R.; MONTEIRO, S. N. **Influência da adição de argila fundente em massa de cerâmica vermelha caulinítica.** In: Jornadas SAM / CONAMET / SIMPÓSIO MATÉRIA 2003. Anais, P. 796 – 799.

VILAS BOAS, M. S. **Reciclagem de Resíduos da Construção: Obrigatoriedade Próxima.** Revista Engenharia e Construção. São Paulo, jun. 2002, p. 16-23.

VYNCKE, J.; ROUSSEAU, E. **Recycling of construction and demolition waste in Belgium: actual situation and future evolution.** In: INTERNATIONAL RILEM SYMPOSIUM, 3, 19zanta93, Odense, Denmark. **Proceedings ...** Great Britain: E & FN Spon, 1994. p. 57 – 70.

ZORDAN, S. E. **Entulho da indústria da construção civil.** Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da USP. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm>. Acesso em: 15 set. 2012.

ZORDAN, Sergio E.; HESPANHOL, Ivan. **Proposta de metodologia para avaliação ambiental dos processos de reciclagem de resíduos industriais na construção civil.** São Paulo: USP, 2001.

ZORDAN, S.E. **“A Utilização do Entulho como Agregado na Confecção do Concreto”.** Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Campinas, SP, Brasil, 1997. 140p.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Modelo de formulário de coleta de dados sobre as obras concluídas pelas construtoras



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

Pesquisa: Geração, composição de resíduos da construção e demolição em João Pessoa

DINTER Aluno: UBIRATAN HENRIQUE OLIVEIRA PIMENTEL

Orientadora: Profa. Dra. Viviana Maria Zanta
Co-Orientador: Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior

Construtora: _____

Endereço: _____

Contatos: _____

Obra: _____

Endereço da Obra: _____

Área construída: _____

Descrição da obra: _____

Número de Pavimentos: _____

Número de Apartamentos por pavimento: _____

Tipos de Apartamentos: _____

Ambientes por apartamento: _____

Área útil do apartamento: _____

Área total do Apartamento: _____

Início da obra: _____

Termino da obra: _____

Geração de RCD:

Data	Quantidade descartada		Observações
	Tipo	Unidade	

Fonte: Autor da pesquisa.