



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

ALBERTO ALVARENGA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E
DEMOLIÇÃO NO MUNICÍPIO DO CABO DE SANTO AGOSTINHO/PE**

Recife, PE
2017



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

ALBERTO ALVARENGA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E
DEMOLIÇÃO NO MUNICÍPIO DO CABO DE SANTO AGOSTINHO/PE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Escola Politécnica de Pernambuco da Universidade de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientadora: Profa. Dra. Stela Fucale Sukar

Co-orientadora: Profa. Dra. Kalinny P.V. Lafayette

Recife, PE
2017

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

S586d Silva, Alberto Alvarenga da
Diagnóstico da gestão dos resíduos de construção e
demolição no município do Cabo de Santo Agostinho-PE
/ Alberto Alvarenga da Silva. – Recife: UPE, Escola
Politécnica, 2017.
f.200

Orientadora: Dra. Stela Fucale Sukar
Co-Orientadora: Dra. Kalinny Patrícia V. Lafayette
Dissertação (Mestrado - Construção Civil) Universidade
de Pernambuco, Escola Politécnica, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Civil, 2017.

1. Resíduos de Construção e Demolição 2. Deposição
dos RCD no Cabo de Santo Agostinho 3. Sistema de Gestão
4. Geoprocessamento 5. Geração dos RCD no Cabo de
Santo Agostinho I. Construção Civil – Dissertação II.
Sukar, Stela Fucale (orient.) III. Lafayette, Kalinny Patrícia
Vaz (Co-orient.) IV. Universidade de Pernambuco, Escola
Politécnica, Mestrado em Construção Civil. V. Título.

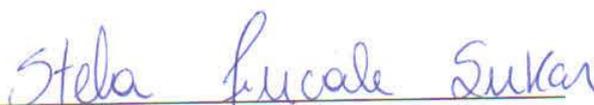
CDD: 690.0286

ALBERTO ALVARENGA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO
E DEMOLIÇÃO NO MUNICÍPIO DO CABO DE SANTO
AGOSTINHO/PE**

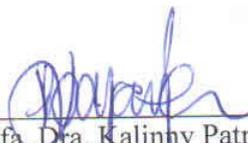
BANCA EXAMINADORA:

Orientadora:



Profa. Dra. Stela Fuçale Sukar
Universidade de Pernambuco

Co-orientadora

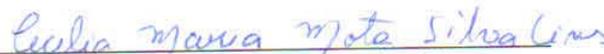


Profa. Dra. Kaliny Patrícia Vaz Lafayetyte
Universidade de Pernambuco

Examinadoras:



Profa. Dra. Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani
Universidade de Pernambuco



Profa. Dra. Cecília Maria Mota Silva Lins
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife, PE
2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao Criador de todas as coisas, à minha vó (em memória), à minha mãe e à minha esposa. **Deus Todo Poderoso, Gessy Alvarenga, Valquíria Alvarenga e Janeclide Alvarenga.**

O primeiro é o Autor da vida. A força que me impulsiona e sustenta. Fonte de toda sabedoria e ciência.

A segunda foi um “anjo” que Deus colocou em minha vida. Me ensinou a ser uma pessoa forte, íntegra, bondoso e, acima de tudo, temente a Deus. Muitas saudades....

A terceira é a “Alegria da Casa”. Minha amada e querida mãe. Um presente que Deus me deu. Educadora hábil e competente. Da qual tenho orgulho de ser filho.

E a quarta é uma joia preciosa que Deus colocou em meu caminho para me auxiliar. Inteligente e bela. Sendo, além de uma esposa incrível, uma amiga e confidente. Me apoiando nos momentos mais difíceis.

Também dedico este trabalho à minha maravilhosa irmã, ao meu incrível tio, à minha extraordinária tia e a todos que contribuíram de alguma forma para que chegasse até este momento. Obrigado!

AGRADECIMENTOS

Ao Deus de Abraão, Isaque e Jacó, criador de todas as coisas, por permitir tão rica oportunidade para minha vida. Sendo fonte de tranquilidade e paz nos momentos mais difíceis.

A minha família que sempre me ensinaram os valores do: amor, respeito, humildade, bondade, generosidade, coragem e perseverança.

A minha orientadora, profa. Stela Fucale Sukar, e co-orientadora, profa. Kalinny Patrícia Vaz Lafayette, pela oportunidade do tema, compreensão, orientação e, acima de tudo, amizade, acreditando sempre em meu potencial.

A prefeitura do Cabo de Santo Agostinho, pelo fornecimento de informações e disposição em atender.

Aos meus colegas do mestrado, especialmente aos amigos, Victor Stolano e Aristófanés Matias, pelas pesquisas e companheirismo em meio a todas dificuldades.

Ao Doutorando Diogo Paz pela generosidade e companheirismo, contribuindo sempre de forma inteligente e construtiva para o satisfatório desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Grupo de Pesquisa de Engenharia Aplicada ao Meio Ambiente – AMBITEC, pelas pesquisas desenvolvidas, artigos publicados e reuniões realizadas. Contribuindo, desta forma, para o aperfeiçoamento e êxito desta pesquisa.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PEC, pela generosidade em orientar e pela disponibilidade em nos auxiliar e à secretária Lúcia Rosani pelo profissionalismo e generosidade.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SILVA, Alberto Alvarenga da. **Diagnóstico da gestão dos resíduos de construção e demolição no município do Cabo de Santo Agostinho/PE**. 2017. p.200 Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco. Recife, 2017.

RESUMO

A construção civil desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e crescimento social, viabilizando a modificação do meio natural para atender as necessidades humanas. Entretanto, é um dos setores produtivos que mais geram impactos ambientais. De forma geral, os municípios brasileiros são deficientes quanto ao manejo, tratamento e destinação final dos seus Resíduos Sólidos. Destacam-se os Resíduos de Construção e Demolição (RCD), uma vez que seu percentual de participação chega a ser superior que o correspondente aos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em alguns municípios brasileiros. Um dos principais problemas enfrentados pelos municípios está associado à deposição irregular dos RCD, podendo esta acarretar efeitos negativos, tais como: poluição visual, obstrução do sistema de drenagem urbana, contaminação do solo e de corpos d'água, esgotamento da vida útil dos aterros, proliferação de vetores transmissores de doenças e aumento dos gastos com a manutenção da limpeza pública. Neste contexto, a presente pesquisa tem como objetivo diagnosticar a gestão municipal dos RCD no Cabo de Santo Agostinho/PE. Para a realização desta pesquisa, a metodologia utilizada foi a revisão da literatura e legislação pertinente ao tema; em seguida foram levantados dados junto aos órgãos responsáveis e algumas construtoras para cálculo da taxa de geração dos RCD; mapeamento dos pontos críticos e visita ao local de destino final dos RCD coletados pela empresa terceirizada responsável pela limpeza pública municipal. O mapeamento dos pontos de deposição irregular dos RCD foi feito em campo, por meio de registro fotográfico e obtenção de coordenadas geográficas com uso de GPS (Windows Phone), posteriormente foram compiladas junto com a base georreferenciada municipal, gerando assim mapas comparativos. Em todos os pontos de deposição irregular visitados foram observadas características, como: proximidade de cursos d'água, localização, proximidade a equipamentos municipais, tipos de resíduos, classificação dos resíduos e porte das pilhas de resíduos. Os resultados mostram que o município do Cabo de Santo Agostinho/PE possui, em média, uma taxa de geração de RCD por área construída de 91,98 kg/m², sendo estimado que nos anos de 2014 e 2015 o município gerou, respectivamente, 200,88 t/dia e 93,27 t/dia de RCD. Observa-se que o valor estimado do ano de 2015 se apresenta inferior ao do ano de 2014, apesar de a estimativa populacional do ano de 2015 ser superior ao do ano de 2014, tal fato justifica-se pela falta dos dados referentes as áreas licenciadas para os serviços sem reforma (demolições) e reformas, com e sem acréscimo de área construída, expedidas pela prefeitura nos referidos anos. Foi demonstrado que a Área Político-Administrativa (APA) com maior número de pontos críticos foi a APA 04, devido à sua forte dinâmica construtiva, principalmente nos bairros de Garapu e Santo Inácio que representaram juntos por volta de 46% das licenças para novas construções nos anos estudados. Analisando-se os mapas gerados, foi constatado que a maioria dos pontos críticos estavam próximos a áreas residenciais de construções de uso uni e multifamiliares, do tipo térreo mais dois pavimentos, tendo como causa principal a realização de reformas e pequenos reparos, caracterizando o pequeno gerador como o maior responsável pelo descarte irregular dos RCD. Por fim, percebe-se, que as análises e resultados apresentados nesta pesquisa são de fundamental importância para uma gestão ambiental municipal sustentável, contribuindo para o planejamento de ações futuras por parte dos gestores municipais.

Palavras-chave: RCD, Gestão, Geração, Deposições e Geoprocessamento.

SILVA, Alberto Alvarenga da. **Diagnosis of the management of construction and demolition waste in the municipality of Cabo de Santo Agostinho/PE**. 2017. p.200 Dissertation (Master in Civil Engineering) - Polytechnic School of Pernambuco, University of Pernambuco. Recife, 2017.

ABSTRACT

Civil construction plays a fundamental role in social development and growth, enabling the modification of the natural environment to meet human needs. However, it is one of the productive sectors that most generate environmental impacts. In general, the Brazilian municipalities are deficient in the handling, treatment and final destination of their Solid Waste. Construction and Demolition Waste (CDW) stands out, since its participation percentage is higher than that of Urban Solid Waste (USW) in some Brazilian municipalities. One of the main problems faced by municipalities is associated with the irregular deposition of CDWs, which may have negative effects such as: visual pollution, obstruction of the urban drainage system, contamination of soil and water bodies, exhaustion of the life of landfills, Proliferation of disease-transmitting vectors, and increased spending on maintaining public cleanliness. In this context, the present research aims to diagnose the municipal management of CDWs in Cabo de Santo Agostinho/PE. For the accomplishment of this research, the methodology used was the revision of the literature and legislation pertinent to the subject; Then data were collected from the responsible agencies and some builders to calculate the CDW generation rate; Mapping of critical points and visit to the final destination of CDWs collected by the outsourced company responsible for municipal public cleaning. The mapping of the irregular deposition points of the CDWs was done in the field, by means of photographic registration and obtaining of geographical coordinates using GPS (Windows Phone), later they were compiled along with the municipal georeferenced base, thus generating comparative maps. Characteristics such as proximity to water courses, location, proximity to municipal equipment, types of waste, classification of waste and size of waste stacks were observed at all points of irregular deposition visited. The results show that the municipality of Cabo de Santo Agostinho/PE has, on average, a CDW generation rate per constructed area of 91.98 kg/m². It is estimated that in 2014 and 2015 the municipality generated, respectively, 200.88 t/day and 93.27 t/day CDW. It is observed that the estimated value for the year 2015 is lower than for the year 2014, although the population estimate for the year 2015 is higher than for the year 2014, this fact is justified by the lack of data referring to the licensed areas for services without reform (demolitions) and reforms, with and without added area, issued by the city hall in those years. It was demonstrated that the Political-Administrative Area (APA) with the highest number of critical points was APA 04, due to its strong constructive dynamics, mainly in the neighborhoods of Garapu and Santo Inácio that together represented around 46% of the licenses for new constructions in the studied years. Analyzing the generated maps, it was verified that most of the critical points were close to residential areas of uni and multifamily buildings, of the ground type plus two floors, with the main cause being reforms and small repairs, characterizing the small As responsible for the irregular disposal of CDWs. Finally, it can be seen that the analyzes and results presented in this research are of fundamental importance for a sustainable municipal environmental management, contributing to the planning of future actions by the municipal managers.

Keywords: CDW, Management, Generation, Deposits and Geoprocessing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Estrutura da Dissertação.....	25
Figura 2.1	Política dos 5R's.....	30
Figura 2.2	Coleta de RCD pelos municípios brasileiros por região.....	37
Figura 2.3	Comparativo entre os RCD gerados no Brasil (a) e na Espanha (b).....	41
Figura 2.4	Comparativo dos RCD gerados nas fases de: (a) estrutura, (b) alvenaria, (c) acabamento e (d) demolição.....	42
Figura 2.5	Gravimetria dos RCD gerados em obra empresarial no Recife/PE.....	44
Figura 2.6	Estrutura do sistema de gestão dos RCD segundo a Resolução CONAMA n. ° 307/02 alterada pela Resolução CONAMA n. ° 448/12.....	52
Figura 2.7	Estrutura geral de um SIG.....	68
Figura 3.1	Localização do município do Cabo de Santo Agostinho/PE e seus confrontantes.....	72
Figura 3.2	Divisão Distrital do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	73
Figura 3.3	Divisão Político Administrativa do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	73
Figura 3.4	Distribuição dos bairros do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	76
Figura 3.5	Distribuição das reservas ecológicas da Região Metropolitana do Recife pertencentes ao município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	77
Figura 4.1	Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa: Etapas 1 e 2.....	79
Figura 4.2	Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa: Etapas 3, 4 e 5.....	80
Figura 4.3	Parte da tabela de atributos contendo informações da camada de rendas médias familiares por setores censitários do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	85
Figura 5.1	Quantidades de entulho coletados no Cabo de Santo Agostinho/PE de 2010 a 2015.....	90
Figura 5.2	Obra de grande porte no município do Cabo de Santo Agostinho/PE, integrante do escopo desta pesquisa, construída entre os anos de 2011 e 2016.....	92
Figura 5.3	Obra de grande porte no município do Cabo de Santo Agostinho/PE, integrante do escopo desta pesquisa, construída entre os anos de 2012 e 2015.....	92
Figura 5.4	Valores totais de áreas licenciadas para novas edificações dos anos de 2010 a 2015 no município do Cabo de Santo Agostinho /PE.....	96
Figura 5.5	Visão geral da localização dos pontos de deposição irregular dos RCD nas APAs do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	105
Figura 5.6	Detalhamento da localização dos pontos de deposição irregular dos RCD nas APAs: 01, 03, 04, 05, 06 e 07 do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	106
Figura 5.7	Percentual de pontos de deposição irregular dos RCD por APA do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	107
Figura 5.8	Deposições irregulares dos RCD, no bairro de Garapu, no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	107
Figura 5.9	Ponto de descarte irregular dos RCD localizado próximo a uma obra de reforma - APA 06, Rua do Bom Pastor, Ponte dos Carvalhos, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	108

Figura 5.10	Ponto de descarte irregular dos RCD localizado próximo a uma obra de reforma - APA 06, Próximo à Rua da Mangueira, Ponte dos Carvalhos, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	108
Figura 5.11	Ponto de descarte irregular dos RCD localizado próximo a uma obra de reforma - APA 05, na Avenida IV, Enseada dos Corais, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	109
Figura 5.12	Ponto de descarte irregular dos RCD localizado próximo a uma obra de reforma - APA 05, na Avenida V, Enseada dos Corais, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	109
Figura 5.13	Classificação dos RCD em relação ao quantitativo de pontos de descarte irregular – APA 01.....	110
Figura 5.14	Presença de RCD por ponto de deposição irregular – APA 01.....	111
Figura 5.15	Ponto de descarte irregular às margens da Rua Padre Antônio Alves de Souza, bairro do Centro, APA 01 (Classes: A e B – Pilha de porte médio).....	111
Figura 5.16	Rua Manoel Queiroz da Silva, bairro do Centro, APA 01 (Classes: A, B e C – Pilha de porte grande).....	112
Figura 5.17	Classificação dos RCD em relação ao quantitativos de pontos de descarte irregular – APA 03.....	112
Figura 5.18	Presença de RCD por ponto de deposição irregular – APA 03.....	113
Figura 5.19	Rua Antônio Custódio de Lima, bairro da Cohab, APA 03 (Classes: A, B e C – Pilha de porte médio).....	114
Figura 5.20	Rua Antônio Custódio de Lima, bairro da Cohab, APA 03 (Classes: B – Pilha de porte pequeno).....	114
Figura 5.21	Rua Antônio Custódio de Lima, bairro da Cohab, APA 03 (Classe: B e C – Pilha de porte pequeno).....	115
Figura 5.22	Classificação dos RCD em relação ao quantitativos de pontos de descarte irregular – APA 04.....	115
Figura 5.23	Presença de RCD por ponto de deposição irregular – APA 04.....	116
Figura 5.24	Avenida Armínio Guilherme dos Santos, bairro de Santo Inácio, APA 04 (Classes: A, B e C – Pilha de porte médio).....	116
Figura 5.25	Rua Oitenta e Seis, bairro de Garapu, APA 04 (Classes: A, B e C – Pilha de porte médio).....	117
Figura 5.26	Classificação dos RCD em relação ao quantitativos de pontos de descarte irregular – APA 05.....	117
Figura 5.27	Presença de RCD por ponto de deposição irregular – APA 05.....	118
Figura 5.28	Rua Eunice Severina da Silva, bairro de Garapu, APA 05 (Classes: A, B e D – Pilha de porte pequeno).....	119
Figura 5.29	Rua Vc Três, bairro de Enseada dos Corais, APA 05 (Classes: A, B e C – Pilha de porte grande).....	119
Figura 5.30	Avenida V, bairro de Enseada dos Corais, APA 05 (Classes: A, B, C e D – Pilha de porte médio).....	120
Figura 5.31	Avenida V, bairro de Enseada dos Corais, APA 05 (Classes: A, B, C e D – Pilha de porte médio).....	120
Figura 5.32	Classificação dos RCD em relação ao quantitativos de pontos de descarte irregular – APA 06.....	121
Figura 5.33	Presença de RCD por ponto de deposição irregular – APA 06.....	121

Figura 5.34	Rua da Mangueira, bairro de Ponte dos Carvalhos, APA 06 (Classes: A, B e C – Pilha de porte pequeno).....	122
Figura 5.35	Rua da Mangueira, bairro de Ponte dos Carvalhos, APA 06 (Classes: A, B, C e D – Pilha de porte médio).....	122
Figura 5.36	Classificação dos RCD em relação ao quantitativos de pontos de descarte irregular – APA 07.....	123
Figura 5.37	Presença de RCD por ponto de deposição irregular – APA 07.....	123
Figura 5.38	Avenida Conde da Boa Vista, bairro de Pontezinha, APA 07 (Classes: A, B e C – Pilha de porte médio).....	124
Figura 5.39	Próximo à Avenida Ernestina Batista, Pontezinha, APA 07 (Classes: A, B, C e D – Pilha de porte pequeno).....	124
Figura 5.40	Presença de RCD por ponto de deposição irregular nas APAs.....	125
Figura 5.41	Ponto de descarte irregular dos RCD na ZEU, disposto sobre passeio público, na Rua Lucilo Reis e Silva, Centro, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	126
Figura 5.42	Ponto de descarte irregular dos RCD na ZEU, localizado na Rua Vinte e Um, Ponte dos Carvalhos, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	127
Figura 5.43	Ponto de descarte irregular dos RCD na ZAC, localizado na Avenida IV, Enseada dos Corais, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	127
Figura 5.44	Ponto de descarte irregular dos RCD na situado em área com renda média familiar entre R\$440,00 e R\$880,00, na Rua Euclides Alves da Silva, Pontezinha, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	128
Figura 5.45	Ponto de descarte irregular dos RCD situado em área com renda média familiar entre R\$ 880,00 e R\$ 1.200,00, próximo à Rua Vereador Alderico Alves da Silva, Garapu, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	129
Figura 5.46	Ponto de descarte irregular dos RCD situado em área com renda média familiar entre R\$ 1.200,00 e R\$ 3.000,00, na Rua Forte Maria, Vila de Suape, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	129
Figura 5.47	Ponto de descarte irregular dos RCD situado em área de vegetação, na Rua Eunice Severina da Silva, na APA 05, Garapu, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	130
Figura 5.48	Ponto de descarte irregular dos RCD situado em área de vegetação, na APA 04, na Estrada Velha do Cabo, Destilaria Presidente Vargas, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	131
Figura 5.49	Ponto de descarte irregular dos RCD situado ao lado de um canal, na Rua Vereador Volney da Costa Machado, Vila Social Contra Mucambo, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	132
Figura 5.50	Ponto de descarte irregular dos RCD situado ao lado de um canal, na Rua Quarenta e Sete, Cohab, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	132
Figura 5.51	Ponto de descarte irregular dos RCD situado a uma distância máxima de 200m de uma praça pública, na APA 07, na Rua Santa Rosa, Pontezinha, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	133
Figura 5.52	Ponto de descarte irregular dos RCD situado a uma distância máxima de 200m de uma praça pública, na APA 04, na Rua Edvard Marques de Barros, Vila Social Contra Mocambo, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	134

Figura 5.53	Ponto de descarte irregular dos RCD situado a uma distância máxima de 200m de uma escola, na APA 04, na Rua Generestildes Ferreira de Melo, Vila Social Contra Mocambo, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	134
Figura 5.54	Ponto de descarte irregular dos RCD situado a uma distância máxima de 200m de uma escola e do Oceano Atlântico, na APA 05, na Rua José Miguel de Santana, Vila de Suape, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	135
Figura 5.55	Dois pontos de descarte irregular dos RCD, situados a uma distância máxima de 200m de um educandário, na APA 04, ambos no bairro de Garapu, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	136
Figura 5.56	Dois pontos de descarte irregular dos RCD, situados a uma distância máxima de 200m de uma escola, na APA 04, ambos no bairro de Garapu, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	136
Figura 5.57	Distribuição das pilhas por porte no Cabo de Santo Agostinho/PE.....	137
Figura 5.58	Ponto de descarte irregular dos RCD, de porte grande, na APA 04, disposto às margens de logradouro público, na Rua Quarenta e Sete, Garapu, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	137
Figura 5.59	Ponto de descarte irregular dos RCD, de porte médio, na APA 05, disposto sobre passeio público, às margens da Av. Dois, Enseada dos Corais, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	138
Figura 5.60	Ponto de descarte irregular dos RCD, de porte pequeno, na APA 04, disposto às margens de logradouro público, na Av. Dois, Enseada dos Corais, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	138
Figura 5.61	Balança para pesagem dos resíduos no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.....	139
Figura 5.62	Área de Transbordo e Triagem dos resíduos no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.....	140
Figura 5.63	Áreas com e sem cobertura e manilha caída, no Aterro Controlado da Pista Preta, Cabo de Santo Agostinho/PE.....	140
Figura 5.64	Estrada de acesso ao Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.....	141
Figura 5.65	Área alaga por lixiviado no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.....	141
Figura 5.66	Calhas para drenagem sem utilização, no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.....	142
Figura 5.67	Trator utilizado no espalhamento e compactação dos resíduos no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.....	142
Figura 5.68	Drenagem vertical dos gases no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.....	143
Figura 5.69	Lixiviado escorrendo a céu aberto no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.....	143
Figura 5.70	Riacho situado nas proximidades do Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.....	144
Figura 5.71	Resíduos descobertos no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.....	144
Figura 5.72	Resíduos expostos a céu aberto no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.....	145

Figura 5.73	Ponto de monitoramento do avanço de lixiviado no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.....	145
Figura 5.74	Mapa correlacionando os pontos de descarte irregular dos RCD com a população por setores censitários e com o porte dos pontos no Cabo de Santo Agostinho/PE.....	146
Figura 5.75	Mapa com sugestão de possíveis locais para implantação de ecoestações no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	147

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Indicadores de geração dos RCD por fase de obra.....	34
Tabela 2.2	Percentuais de desperdício de alguns materiais de construção.....	35
Tabela 2.3	Geração de RCD em alguns países.....	36
Tabela 2.4	Quantidade de RCD gerados em alguns municípios brasileiros.....	37
Tabela 2.5	Estimativa da geração total de RCD para os municípios brasileiros em 2013.....	38
Tabela 2.6	Variação do Índice Nacional de Custos da Construção (INCC) de 2010 a 2015.....	38
Tabela 2.7	Composição percentual dos RCD em alguns países.....	39
Tabela 2.8	Composição Gravimétrica de alguns municípios brasileiros.....	42
Tabela 5.1	Comparativo da geração per capita de entulho coletado pelos municípios do Cabo de Santo Agostinho/PE e Jaboatão dos Guararapes/PE, nos anos de 2013 e 2014.....	90
Tabela 5.2	Distribuição por bairro dos tipos de uso das construções e das licenças para novas construção concedidas pelo município do Cabo de Santo Agostinho/PE no ano de 2014.....	98
Tabela 5.3	Distribuição por bairro dos tipos de uso das construções e das licenças de construção concedidas pelo município do Cabo de Santo Agostinho/PE no ano de 2015.....	99
Tabela 5.4	Total da distribuição por bairro dos tipos de uso das construções e das licenças de construção concedidas pelo município do Cabo de Santo Agostinho/PE nos anos de 2014 e 2015.....	100
Tabela 5.5	Estimativa da geração dos RCD por áreas licenciadas.....	103
Tabela 5.6	Provável geração per capita do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	104

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1	Principais acontecimentos relacionados ao tema desenvolvimento sustentável.....	29
Quadro 2.2	Classificação dos RCD de acordo com o CONAMA.....	33
Quadro 2.3	Aspectos/Fatores relacionados com a geração de RCD.....	35
Quadro 2.4	RCD gerados em cada fase de uma obra.....	45
Quadro 2.5	Metodologia para estimar geração de RCD.....	47
Quadro 2.6	Fator K_e	48
Quadro 2.7	Fator K_p por tipo de processo construtivo.....	48
Quadro 2.8	Fator K_p em relação ao desperdício.....	48
Quadro 2.9	Fator K_f em relação ao desperdício.....	48
Quadro 2.10	Fator K_c em à influência do cronograma da obra sobre a geração de resíduos.....	49
Quadro 2.11	Algumas medidas adotadas em Hong Kong.....	51
Quadro 2.12	Novos prazos propostos pelo projeto de lei n. ° 425/2014 que altera a lei n. ° 12.305/2010.....	56
Quadro 2.13	Normas técnicas relacionadas com os RCD.....	60
Quadro 2.14	Tópicos previstos em um PGRCC.....	64
Quadro 2.15	Alternativas de destinação para alguns dos RCD gerados em canteiros de obras.....	67
Quadro 3.1	Distritos, APAs, Bairros / Microrregiões do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	74
Quadro 4.1	Aspectos verificados no raio de estudo por APA do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	84
Quadro 5.1	Informações sobre os canteiros de obras.....	94

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ADEMI - PE	Associação das Empresas do Mercado Imobiliário de Pernambuco
AMBITEC	Grupo de Pesquisa de Engenharia Aplicada ao Meio Ambiente
APA	Área Político Administrativa
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCC	Índice Nacional de Custos da Construção
ISO	Organização Internacional de Padronização
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MaB	Homem e a Biosfera
NBR	Norma Brasileira Reguladora
ONU	Organização das Nações Unidas
PE	Pernambuco
PERS	Política Estadual de Resíduos Sólidos
PGRCC	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PIB	Produto Interno Bruto
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PMGRCC	Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PMRS	Política Metropolitana de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PVC	Policloreto de Vinila
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RCC	Resíduos da Construção Civil
RMR	Região Metropolitana do Recife
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SMPMA	Secretaria Municipal de Planejamento e Meio Ambiente

SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
UNESCO	União das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UE	União Europeia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 Considerações iniciais	21
1.2 Justificativas	22
1.3 Objetivos	24
<i>1.3.1 Objetivo geral</i>	24
<i>1.3.2 Objetivo Específico</i>	24
1.4 Estrutura da dissertação	25
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
2.1 Desenvolvimento Sustentável e a Indústria da Construção Civil	27
2.2 Resíduos de Construção e Demolição - RCD	31
<i>2.2.1 Definição de RCD</i>	31
<i>2.2.2 Classificação dos RCD</i>	32
<i>2.2.3 Geração Quantitativa dos RCD</i>	34
<i>2.2.4 Geração Qualitativa dos RCD</i>	39
2.3 Métodos para estimar a geração dos RCD	45
2.4 Instrumentos legais para a gestão dos resíduos sólidos	50
<i>2.4.1 Legislação internacional</i>	50
<i>2.4.2 Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA</i>	51
<i>2.4.3 Política Nacional dos Resíduos Sólidos - PNRS</i>	53
<i>2.4.4 Política Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Pernambuco – PERS/PE</i>	56
<i>2.4.5 Plano Metropolitano de Resíduos Sólidos do Estado de Pernambuco – PMRS/PE</i>	57
<i>2.4.6 Lei municipal n. ° 2.513/2009</i>	58
<i>2.4.7 Normas técnicas relacionadas aos RCD</i>	59
2.5 Gestão dos RCD	60
2.6 Gerenciamento dos RCD	61
<i>2.6.1 Segregação ou Triagem</i>	65
<i>2.6.2 Acondicionamento Inicial e Final</i>	65
<i>2.6.3 Transporte Interno e Externo</i>	66
<i>2.6.4 Disposição Final</i>	66
2.7 Geoprocessamento e análise espacial	67
2.8 Impactos ambientais causados pelos RCD	69
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	72
3.1 Localização	72

3.2 Divisão distrital e político administrativa.....	73
3.3 Demografia.....	74
3.4 Relevo.....	75
3.5 Clima.....	75
3.6 Hidrografia.....	75
3.7 Atividades econômicas.....	75
3.8 Ocupação urbana.....	76
3.9 Vegetação.....	77
4 METODOLOGIA.....	78
4.1 Descrição das etapas da pesquisa.....	78
4.2 Etapa 1 – obtenção de dados.....	81
4.3 Etapa 2 – canteiros de obras: visitas de campo e estimativa da geração dos RCD.....	81
4.4 Etapa 3 – mapeamento dos pontos de deposição irregular.....	83
4.5 Etapa 4 – Avaliação da destinação final dos RCD gerados no município.....	85
4.6 Etapa 5 – Proposta de locais para instalação de Ecoestações.....	85
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	88
5.1 Diagnóstico da gestão municipal dos RCD.....	88
5.2 Diagnóstico dos canteiros de obras e cálculo da estimativa de geração dos RCD.....	91
<i>5.2.1 Análise de fatores de geração dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....</i>	<i>95</i>
<i>5.2.2 Estimativa da geração dos RCD pelo parâmetro Áreas Licenciadas.....</i>	<i>101</i>
5.3 Mapeamento dos pontos de deposição irregular dos RCD.....	104
<i>5.3.1 Localização e distribuição espacial.....</i>	<i>104</i>
<i>5.3.2 Caracterização qualitativa e quantitativa dos RCD dispostos irregularmente.....</i>	<i>110</i>
<i>5.3.3 Dinâmica da deposição irregular dos RCD.....</i>	<i>126</i>
5.4 Destinação final dos RCD usada pelo município.....	139
5.5 Proposta de locais para instalação de Ecoestações.....	145
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	148
6.1 Principais conclusões.....	148
6.1 Sugestões para futuras pesquisas.....	150
REFERÊNCIAS.....	151
APÊNDICES.....	162
APÊNDICE A - Questionário para avaliação da gestão de resíduos: Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	163

APÊNDICE B - Questionário para avaliação da gestão de resíduos: Secretaria de Limpeza Urbana do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	165
APÊNDICE C - Questionário para avaliação da gestão de resíduos: Empresa de Coleta e Transporte dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	167
APÊNDICE D - Questionário para avaliação da gestão de resíduos: Empresa de coleta e transporte dos RSU no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	169
APÊNDICE E - Questionário para avaliação da gestão de resíduos: Aplicado em três empresas construtoras no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	171
APÊNDICE F - Check List para Cadastramento de Pontos Críticos: Áreas de deposição irregular dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	173
APÊNDICE G – Questionário para avaliação da gestão de resíduos: Aterro controlado da Pista Preta no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	177
APÊNDICE H – Ofício n. ° 006/2017 protocolado junto à Secretaria Municipal de Planejamento e Meio Ambiente da Prefeitura do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	179
APÊNDICE I – Inventário das dos pontos de descarte irregular dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	181
APÊNDICE J – MAPA 1 – Correlação dos pontos de descarte irregular dos RCD com o Zoneamento do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	185
APÊNDICE K – MAPA 2 - – Correlação dos pontos de descarte irregular dos RCD com o Zoneamento do município do Cabo de Santo Agostinho/PE (continuação).....	187
APÊNDICE L – MAPA 3 – Correlação dos pontos de descarte irregular dos RCD com Renda Média Familiar por Setores Censitários do IBGE do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	189
APÊNDICE M – MAPA 4 – Correlação dos pontos de descarte irregular dos RCD com a Vegetação do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	191
APÊNDICE N – MAPA 5 – Correlação dos pontos de descarte irregular dos RCD com Corpos d’água do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	193
APÊNDICE O – MAPA 6 – Correlação dos pontos de descarte irregular dos RCD com Equipamentos Municipais do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	195
APÊNDICE P – MAPA 7 – Porte dos pontos de descarte irregular dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	197
APÊNDICE Q – MAPA 8 – Correlação dos pontos de descarte irregular dos RCD do município do Cabo de Santo agostinho/PE com a Classificação CONAMA 307/02.....	199

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo são discutidos os aspectos históricos relacionados com a geração dos resíduos, a importância social e econômica da construção civil para o país e apresentados dados concernentes a problemática dos resíduos, como a elevada taxa de geração e disposição final inadequada. São apresentadas ainda as justificativas que motivaram a realização da pesquisa, ao citar as ações desenvolvidas pelo Grupo de Pesquisa de Engenharia Aplicada ao Meio Ambiente (AMBITEC) no sentido de melhorar a gestão dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) por parte dos municípios integrantes da Região Metropolitana do Recife, no estado de Pernambuco.

1.1 Considerações iniciais

Ao longo da história o homem aprendeu a modificar a natureza transformando seus elementos para atender as suas necessidades. De acordo com Nagalli (2014), durante os períodos históricos: do surgimento da moeda e da Revolução Industrial, o processo de consumo e apropriação de recursos foi mais intensificado, aumentando a quantidade de resíduos gerados.

Neste contexto histórico, a construção civil proporcionou o desenvolvimento e crescimento social, por meio da ação antrópica de modificar o meio natural, visando criar um ambiente adaptável ao ser humano. No Brasil, o setor da construção civil representou 5,9% do Produto Interno Bruto do ano de 2015, o que representou uma queda de 7,6% em relação ao ano anterior, sendo esta a maior dos últimos 12 anos (CBIC, 2016).

A cultura do consumismo é um outro importante fator gerador dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD), neste sentido Tan *et al.* (2014) informa que devido ao desenvolvimento da infraestrutura de grande escala e a crescente procura por novas edificações, a geração dos RCD tem aumentado gerando efeitos negativos. Leite (2014) chama atenção para o fato de que a destinação inadequada dos RCD acarreta “o esgotamento dos aterros sanitários (chegam a mais de 50% do volume total de resíduos depositados em aterros), a obstrução do sistema de drenagem urbana e a proliferação de insetos e roedores”.

Firno (2013) destaca o aumento populacional, nível de urbanização e poder de compra da população, como uns dos principais fatores correlacionados com a quantidade de resíduos gerados em um país. Segundo Veiga (2013) a proporção de aumento na geração de resíduos é três vezes mais rápido do que a população. Sendo esta proporção, possivelmente, influenciada

pela carência habitacional existente em nosso país.

Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD), também conhecidos como Resíduos da Construção Civil (RCC), de acordo com Mesquita (2012) representam de 41% a 70% da massa total de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

Desta forma, nas últimas décadas, os RCD vêm recebendo atenção crescente de profissionais da construção e de pesquisadores em todo o mundo (YUAN *et al.*, 2012). Neste sentido, foi sancionada, no Brasil, em 02 de agosto de 2010, a Lei nº 12.305 que Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (BRASIL, 2010a), em vigor desde junho de 2011. A PNRS prevê a elaboração de Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), sendo este um importante avanço em direção a sustentabilidade a nível municipal, conforme apresentado abaixo:

Art. 18. A elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. (Vigência)

De acordo com Falcão (2011) apenas 38% dos RCD gerados no Estado de Pernambuco tem uma destinação final adequada. No Brasil, no ano de 2015, ocorreu o aumento no volume de resíduos sólidos urbanos destinados inadequadamente, com aproximadamente 41,3% dos resíduos dispostos em lixões ou aterros controlados sem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente (ABRELPE, 2015).

Do exposto, esta pesquisa apresenta um diagnóstico que traz informações atuais quanto a gestão dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho, localizado no estado de Pernambuco, de forma a contribuir para o aperfeiçoamento da gestão municipal, reduzindo os impactos ambientais, os custos financeiros e os riscos à saúde pública causados por deposições irregulares.

1.2 Justificativa

O programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PEC) da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, por meio do grupo de pesquisa de Engenharia Aplicada ao Meio Ambiente (AMBITEC) vem, desde de 2005, desenvolvendo pesquisas em vários

municípios da Região Metropolitana do Recife (RMR), no estado de Pernambuco (PE), tratando do Diagnóstico da Gestão dos RCD, fazendo parte do planejamento o diagnóstico do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.

Sendo assim, o Cabo de Santo Agostinho/PE é o segundo município em extensão territorial e o quinto município mais populoso da RMR/PE (FADURPE, 2014). De acordo com IBGE (2017) para o ano de 2016 foi estimada uma população de 202.636 habitantes, representando um acréscimo de 2.090 habitantes em relação à estimativa populacional do ano de 2015.

Somado ao exposto, tem-se: as altas estimativas de geração dos RCD por parte de alguns municípios da RMR/PE, o considerável número de pontos de descarte irregular dos RCD observados em municípios da RMR/PE e a falta de dados quantitativos e qualitativos atuais e confiáveis relacionados com os RCD a nível municipal, que foram uns dos principais fatores que motivaram esta pesquisa.

Neste contexto, Carneiro (2005) realizou um diagnóstico do município do Recife/PE, onde foram mapeados 174 pontos de deposição onde apenas um destes estava apto a receber este tipo de resíduo. Obteve o valor 353.606 toneladas no ano de 2004 para a estimativa de RCD depositado clandestinamente no citado município. Por meio de estudos, comprovou a potencialidade na utilização dos agregados reciclados na produção de artefatos de concreto sem função estrutural. Cabe esclarecer que na época da pesquisa desenvolvida por Carneiro (2005) ainda não existia o PEC, entretanto o AMBITEC, na pessoa do professor Dr. Alexandre Gusmão, se envolveu na referida pesquisa.

Falcão (2011) realizou um diagnóstico do município de Olinda/PE, mostrando que durante o período de 2006 a 2009 a geração estimada de RCD do município foi de 221,35 t/dia, ou seja 208,05 kg/hab/ano. Além disso, a referida autora mapeou 55 pontos de deposição irregular e demonstrou, por meio de ensaios realizados, que mais de 90% dos RCD gerados pelo município poderiam ser reciclados, sendo este número maior que 84% para os RCD gerados pelos canteiros de obras.

Albuquerque (2015), objetivando analisar a dimensão socioambiental da deposição irregular dos RCD na cidade do Recife/PE, registrou um total de 184 pontos onde destes 134 pontos consistiam de deposição irregular dos RCD. A autora ressaltou a relevância da participação do pequeno e o médio gerador na deposição irregular dos RCD. Destacando ainda as zonas

especiais de interesse social (ZEIS) e as zonas de ambiente natural (ZAN) como as mais impactadas pela deposição irregular dos RCD.

Santos (2015) realizou um diagnóstico da gestão dos RCD no município de Jaboatão dos Guararapes/PE, chegando a uma taxa média de geração dos RCD, por obra, de 195,33 kg/m². Já a geração estimada de RCD para o município, nos anos de 2013 e 2014, foi, respectivamente, de 135,66 t/dia e 265,42 t/dia. Foram visitados 101 pontos de deposição irregular de RCD. Finalmente, a pesquisa apontou que o pequeno gerador é o maior responsável pelo descarte inadequado dos RCD.

Com base nas informações apresentadas, percebe-se a importância em se obter dados atuais relacionados com a gestão dos RCD em nosso país. Mais especificamente no caso dos municípios brasileiros, os dados obtidos poderão subsidiar os seus gestores com vistas a um manejo mais eficaz dos RCD, contribuindo para uma municipalidade mais sustentável.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

A pesquisa tem como objetivo geral realizar um diagnóstico da gestão dos resíduos de construção e demolição no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.

1.3.2 Objetivos específicos

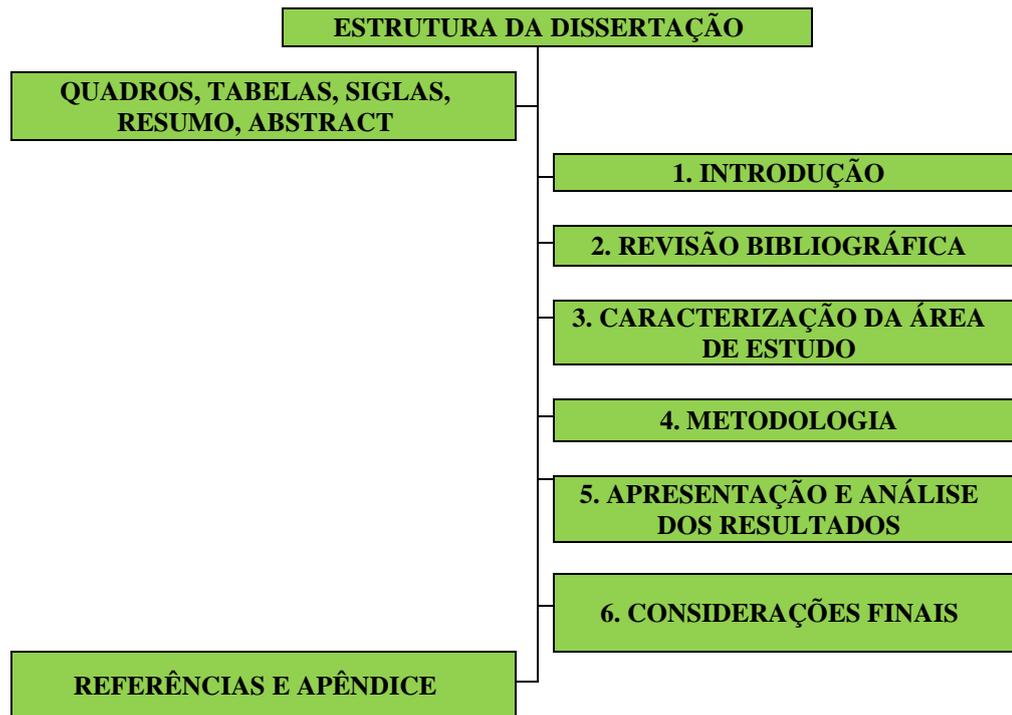
Dentre os objetivos específicos, destacam-se:

- Estimar a geração dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE;
- Fazer um mapeamento de pontos de deposição dos resíduos de construção e demolição irregulares;
- Caracterizar qualitativa e quantitativamente os RCD provenientes da área de estudo;
- Caracterizar o aterro controlado da Pista Preta, local de destino final dos RCD provenientes do município do Cabo de Santo Agostinho/PE;
- Fornecer subsídios à tomada de decisões adequadas para um eficaz modelo de gestão dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.

1.4 Estrutura da dissertação

O trabalho está dividido em seis capítulos, como pode ser observado na Figura 1.1. O presente capítulo aborda o contexto sobre o qual está inserida a pesquisa, sendo aqui apresentados os aspectos gerais, objetivos, delimitações e a sua estrutura.

Figura 1.1 - Estrutura da Dissertação.



Fonte: O autor.

O segundo capítulo apresenta a Revisão Bibliográfica, onde são abordados temas relacionados a Sustentabilidade e aos Resíduos de Construção e Demolição, destacando suas definições, classificação, legislação, normas, gestão dos RCD e impactos ambientais causados pelos RCD.

O terceiro capítulo apresenta a Caracterização da Área de Estudo desta pesquisa, apresentando dados: históricos, as coordenadas geográficas, dimensões, divisão político administrativa, aspectos econômicos e entre outros relacionados ao município do Cabo de Santo Agostinho/PE.

O quarto capítulo apresenta a Metodologia utilizada nesta pesquisa, apresentando o modelo tecnológico adotado para realizar o presente diagnóstico e a descrição das etapas de desenvolvimento desta pesquisa.

O quinto capítulo dispõe a respeito da Apresentação e Análise dos Resultados, onde são apresentados: o diagnóstico da gestão municipal dos RCD, o diagnóstico do gerenciamento dos RCD nos canteiros de obras, o cálculo da taxa de geração e os valores estimados da geração dos RCD para os anos de 2014 e 2015, o mapeamento dos pontos de descarte irregular dos RCD abordando: a localização e distribuição dos pontos, a caracterização qualitativa e quantitativos e a dinâmica das deposições irregulares. Além disso também foi feita a caracterização do aterro controlado da Pista Preta e apresentada uma proposta de locais para instalação de Ecoestações no município.

O sexto capítulo trata das Considerações Finais, onde se apresenta de forma mais objetiva a conclusão da pesquisa, bem como contribuições para melhor entendimento dos materiais e sugestões para futuras pesquisas.

Finalizando a dissertação, são apresentadas as Referências utilizadas e os Apêndices.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são abordados os principais temas relacionados ao desenvolvimento sustentável e aos resíduos de construção e demolição como: histórico do desenvolvimento sustentável, agenda 21 da construção civil, Política dos 5R's, conceituação, classificação, caracterização quantitativa e qualitativa, instrumentos legais para a gestão dos RCD, gestão e gerenciamento dos RCD, geoprocessamento e análise espacial e impactos ambientais causados pelos RCD.

2.1 Desenvolvimento Sustentável e a Indústria da Construção Civil

Ao longo da história, o homem se valeu cada vez mais da extração de recursos naturais, aumentando esta não só em quantidade, mas também em variedade de recursos (NAGALLI, 2014). Desta forma, sempre existiu uma relação de dependência entre o homem e os recursos naturais à sua volta. Desempenhando a construção civil o papel de agente modificador do meio natural visando criar um ambiente propício ao desenvolvimento humano.

De acordo com Chahud (2007) o termo Construção Civil surgiu para distinguir as edificações que eram construídas para atender à população e daquelas de cunho religioso, as de caráter de proteção e as de ostentação. Podendo a produção do setor da Construção Civil ser vista sob duas óticas: a primeira, enquanto atividade para atender as necessidades humanas e a segunda, para se relacionar como mercadoria ou bem (RIBEIRO, 2013).

No início da sociedade industrial, a transformação da natureza com vistas a melhorar a qualidade de vida de uma determinada parcela populacional, significava desenvolvimento econômico, já a defesa do meio ambiente era tida como antidesenvolvimentista, fazendo parte da cultura social da época o modelo de produção denominado de “modelo linear”, segundo o qual se acreditava que a quantidade de recursos naturais disponível era infinita, podendo a natureza absorver quantidades indefinidas de resíduos (JOHN, 2000).

Entretanto, devido a incapacidade do modelo linear de desenvolvimento e preservação ambiental garantir sua perpetuação e também a sobrevivência da espécie humana, surge a visão de desenvolvimento sustentável (JOHN, 2001).

Diante dessa realidade, ocorreram vários encontros para tratar dos problemas ambiental e social mundiais. Em 1923, aconteceu o I Congresso Internacional para a Proteção da

Natureza, em Paris (França), onde ocorreram várias discussões a respeito da preservação ambiental e sobre a criação de uma organização protetora do meio ambiente (RIBEIRO, 2013).

Já na segunda metade do século XX, ocorreram várias publicações e conferências tratando da questão ambiental. Dentre estas pode ser destacada a publicação do informe Brundtland, de 1987, intitulado “Nosso Futuro Comum” onde foi, pela primeira vez, apresentado uma definição mais elaborada do conceito de desenvolvimento sustentável (DIAS, 2011).

No Rio de Janeiro, no ano de 1992, aconteceu a 2ª Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente (CNUMAD), também conhecida como ECO-92, Rio 92 ou Cúpula da Terra, nesta conferência o termo desenvolvimento sustentável foi resgatado e confirmado como alternativa à exploração predatória (RIBEIRO, 2013). Onde o instrumento utilizado para firmar o conceito de desenvolvimento sustentável foi a Agenda 21, sendo este um documento elaborado na Conferência “Rio 92”, passando a fazer parte de outras agendas mundiais de desenvolvimento e de direitos humanos (BARBOSA, 2008).

A Agenda 21 consolidou o entendimento de que o desenvolvimento sustentável não apenas demanda a preservação dos recursos naturais de maneira a garantir para as gerações futuras iguais condições de desenvolvimento, mas também uma maior equidade no acesso aos benefícios do desenvolvimento (FALCÃO, 2011). Ainda de acordo com a referida autora, “se trata do crescimento econômico aliado à preservação da natureza e à justiça social, modificando as relações culturais das nações em decorrência dos padrões de consumo”.

Ademais, também se observou a insustentabilidade econômica de outro modelo denominado de modelo corretivo de gestão, devido aos custos para recolhimento dos acúmulos de resíduos espalhados pelas cidades, onde esses contribuem para a proliferação de vetores de doenças e prejudicam os sistemas de drenagem urbana (MARQUES NETO, 2009). Sendo o referido modelo caracterizado por “englobar atividades não preventivas, repetitivas e custosas das quais não surtem resultados adequados, por isso profundamente ineficientes”. (PINTO, 1999). No Quadro 2.1 são apresentados os principais acontecimentos relacionados ao tema Desenvolvimento Sustentável.

Quadro 2.1 – Principais acontecimentos relacionados ao tema desenvolvimento sustentável.

Ano	Acontecimento
1962	Publicação do livro Primavera Silenciosa (Silent Spring) que expunha os perigos do inseticida DDT.
1968	Criação da organização informal Clube de Roma cujo objetivo era promover o entendimento dos componentes econômicos, políticos, naturais e sociais.
1968	Conferência da UNESCO sobre a Conservação e o uso racional dos recursos da biosfera onde foram lançados os alicerces para a criação do Programa: Homem e a Biosfera (MAB).
1971	Criação do programa MAB da UNESCO para conservação da biodiversidade e para a melhoria das relações entre o homem e o meio ambiente.
1972	Publicação do livro Os limites do crescimento pelo Clube de Roma no qual previa uma escassez catastrófica dos recursos naturais e a níveis perigosos de contaminação num prazo de 100 anos.
1972	Realização da Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente humano em Estocolmo, Suécia que foi a primeira manifestação dos governos mundiais com as consequências da economia sobre o meio ambiente.
1980	A União Internacional para a Conservação da Natureza (International Union for Conservation of Nature - IUCN), com a ajuda do PNUMA e do Fundo Mundial da Natureza (World Wildlife Fund - WWF), adota um plano de longo prazo para conservar os recursos biológicos do planeta, chamado de I Estratégia Mundial para Conservação, onde aparece pela primeira vez o conceito de “desenvolvimento sustentável”.
1983	É formada pela Organização das Nações Unidas (ONU) a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) que tinha como objetivo examinar as relações entre meio ambiente e o desenvolvimento e apresentar propostas viáveis.
1987	É publicado o informe Brundtland da CMMAD "O nosso futuro comum" que vincula economia e ecologia e estabelece o eixo em torno do qual se deve discutir o desenvolvimento.
1991	Baseado no Informe Brundtland, a II Estratégia Mundial para a conservação: “Cuidando da Terra” recomenda o reforço dos níveis políticos e sociais para a construção de uma sociedade mais sustentável.
1992	Conferência das nações unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento, ou Cúpula da terra ¹ , ocorreu no Rio de Janeiro, abordou novas perspectivas globais e de integração da questão ambiental do planeta e definiu mais concretamente o modelo de desenvolvimento sustentável.
1997	A Rio + 5, que aconteceu em Nova York, objetivou analisar a implementação do Programa da Agenda 21.
2000	Realização do primeiro fórum mundial de âmbito ministerial - Malmo Suécia que resultou na aprovação da Declaração de Malmo, que examina as novas questões ambientais para o século XXI.
2002	Cúpula mundial sobre o desenvolvimento sustentável - Rio + 10, ocorrida em Johannesburgo, examinou se foram alcançadas as metas estabelecidas na Conferência Rio 92.
2005	Protocolo de Kyoto que obriga os países desenvolvidos a reduzirem os gases do efeito estufa e estabelece o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo para os países em desenvolvimento.
2007	O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas divulga seu relatório indicando as consequências do aquecimento global até 2100.
2010	A Organização Internacional de Padronização, tradução de International Standard Organization (ISO), divulga a norma ISO 26000 que trata da responsabilidade social, tornando as organizações mais sensíveis a projetos visando o desenvolvimento sustentável.
2012	Realização da Conferência Rio + 20 na cidade do Rio de Janeiro cujo objetivo foi a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável. ²
2015	Conferência do Clima da Organização das Nações Unidas (ONU) ocorrida em Paris, na França, teve como ponto central a celebração do chamado acordo de Paris, que valerá a partir de 2020, com a participação de todas as nações, com o objetivo de manter o aquecimento global “muito abaixo de 2° C”. ³

¹Também conhecida como Rio 92; ²RIO +20 (2017); ³BBC (2015).

Fonte: Adaptada de Dias (2011).

Neste contexto, tendo em vista que as atividades de construção não só consomem uma grande quantidade de recursos naturais, materiais e energia, mas também geram níveis inaceitáveis de

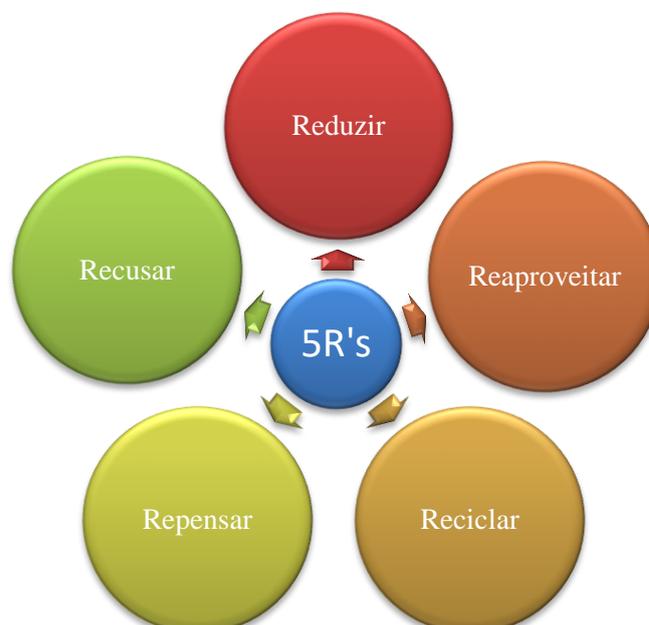
resíduos sólidos (YUAN *et al.*, 2012), foi proposta uma Agenda 21 para a construção civil brasileira. Trata-se de uma agenda ambiental adaptada ao caso brasileiro sendo considerados os fatores: econômicos, sociais e ambientais (JOHN *et al.*, 2001). De acordo com o Ministério do Meio Ambiente - MMA (BRASIL, 2017), os trabalhos da Agenda 21 da construção civil foram concluídos em 2002.

Segundo John (2000) *apud* Ribeiro (2013), dentre os temas descritos nessa agenda 21, destacam-se:

- i. redução de perdas e desperdícios de materiais de construção;
- ii. reciclagem de resíduos da indústria da construção civil como materiais de construção, inclusive dos resíduos de construção e demolição;
- iii. eficiência energética das edificações;
- iv. conservação de água;
- v. melhoria da qualidade do ar interior;
- vi. durabilidade e manutenção;
- vii. tratamento do déficit em habitação, infraestrutura e saneamento;
- viii. melhoria da qualidade do processo construtivo.

Como alternativa para atingir os objetivos traçados pela Agenda 21 da construção civil brasileira pode-se lançar mão da política dos 5R's, sendo esta uma campanha educativa lançada pelo MMA tendo por objetivo “[...] uma mudança de hábitos no cotidiano dos cidadãos. A questão-chave é levar o cidadão a repensar seus valores e práticas, reduzindo o consumo exagerado e o desperdício” (BRASIL, 2016).

Figura 2.1 – Política dos 5R's.



Fonte: O autor.

Onde a política do “Reduzir” diz respeito a diminuição da geração dos resíduos, por meio da racionalização de processos, fazendo uso apenas do que for necessário. A política do “Reaproveitar” se refere a reutilização de materiais, para tanto, faz-se necessária a utilização de produtos de boa qualidade, não descartáveis.

A política do “Reciclar” se refere ao processo de utilização de produtos usados ou resíduos como matéria prima na produção de novos produtos, por meio da coleta seletiva. A política do “Repensar” diz respeito a mudança de hábitos de consumo e descarte. Ao não produzir resíduos. Já a política do “Recusar” se refere a “recusar consumir produtos que gerem impactos socioambientais significativo” (BRASIL, 2016).

Por fim, cabe a citação de John (2001), informando que “nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que a construção civil, que lhe dá suporte, passe por profundas transformações”.

2.2 Resíduos de Construção e Demolição - RCD

2.2.1 Definição de RCD

A lei federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, (BRASIL, 2010) em seu art. 13, inciso I, alínea h, define:

h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

De acordo com Vedroni (2007) entulho é o termo popular para designar os RCD sendo estes materiais provenientes do descarte das construções, demolições habitacionais, áreas comerciais e industrias. Ainda de acordo com o mesmo “estes resíduos são encontrados facilmente no meio ambiente, nos logradouros públicos, nas encostas, próximos a cursos d’água e áreas verdes servindo de vetor para proliferação de doenças e contaminações”.

Marques Neto (2004) define RCD “como todo rejeito de material utilizado na execução de etapas de obras da construção civil. Podendo ser proveniente de construções novas, reformas, reparos, restaurações, demolições e obras de infraestrutura”.

A resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 307, de 5 de julho de 2002 (CONAMA, 2002), do em seu Art. 2º traz a seguinte definição:

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

De acordo com Angulo (2000) alguns autores preferem o termo Resíduo de Construção e Demolição (RCD) outros preferem o termo entulho. Existindo discordância não só em relação à abrangência das frações presentes, como também quanto às atividades geradoras dessas frações.

Já Pinto (1999) utilizou a terminologia Resíduo de Construção e Demolição (RCD) por facilitar a abordagem do trabalho desenvolvido, sendo a mesma uma adaptação dos termos “C&D debris” ou “C&D waste”. Onde o primeiro termo pode ser traduzido com “detritos de construção e demolição” e o segundo como “resíduo de construção e demolição”.

Finalizando este tópico, neste trabalho, será adotada a definição da terminologia Resíduos de Construção e Demolição (RCD) por ser uma terminologia já consagrada e amplamente utilizada por pesquisadores nacionais e internacionais.

2.2.2 Classificação dos RCD

A norma NBR 10.004 (ABNT, 2004) em geral classifica os RCD como sendo inertes (Classe II-B), tendo em vista que não apresentam concentrações acima dos padrões de potabilidade da água, quando submetidos ao teste de solubilização (GUSMÃO, 2008). Entretanto, apesar de serem classificados como inertes, devido a fatores como: origem, composição ou acondicionamento, os RCD podem apresentar altos níveis de contaminantes, tais como resíduos que contenham amianto, vernizes, óleos, tintas e solventes, podendo, desta forma, serem inseridos em outra classe (LIMA, 2005).

Já a resolução CONAMA n.º 307/02 (CONAMA, 2002), alterada por CONAMA (2004, 2011, 2015), divide os RCD em grupos (Classes) de acordo com os seus potenciais de reciclagem/reutilização, levando ainda em conta as suas fontes geradoras e os tipos dos materiais, como é apresentado no Quadro 2.2.

Quadro 2.2 – Classificação dos RCD de acordo com o CONAMA.

Classe	Definição	Fonte
A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;	Resolução do CONAMA 307/2002
B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;	Resolução do CONAMA 469/2015
C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;	Resolução do CONAMA 431/2011
D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.	Resolução do CONAMA 348/2004

Na visão de Freitas (2009), a separação dos RCD em quatro classes possibilita um melhor manejo e segregação dos resíduos, permitindo que o gerador identifique a melhor solução para os diferentes tipos de resíduos gerados em seu empreendimento, obtendo, desta forma, um menor custo de disposição final por meio da reutilização dos mesmos.

Entretanto, apesar de a classificação proposta pelo CONAMA (2002) ser mais ampla que a proposta pela NBR 10.004/04, Nagalli (2014) a considera falha, pois deixa de considerar a avaliação individual do resíduo, tendo em vista que um material a princípio reciclável pode deixar de sê-lo devido ao contato com outro material. Ainda de acordo com o referido autor, “os resíduos, independentemente de sua constituição, podem transitar entre as diversas categorias da classificação, devido às circunstâncias locais”.

Desta forma, Cabral e Moreira (2011) informa que embora o gesso tenha sido reclassificado como resíduo classe B, o seu armazenamento deve ser feito em local próprio, separado dos demais resíduos da sua classe assim como, dos resíduos de classe diferentes, com vistas a se evitar uma possível contaminação.

Nagalli (2014) informa que a união Europeia, por meio da Lista Europeia de Resíduos (European Waste

List - EWL), separa os RCD em três grupos com características comuns:

- i. Resíduos composto em sua maioria por solo de escavações nas primeiras fases de construção: solos e rochas, lamas de dragagem e lastros, com ou sem substâncias perigosas, resíduos de podas, árvores e arbustos, resíduos da execução do concretos e argamassas etc.[...]
- ii. Resíduos de sobras durante a execução da construção: concreto e materiais cerâmicos de natureza inerte, madeira, vidro e plástico, resíduos domésticos; alcatrão e macadame; metais; materiais isolantes; materiais de construção a base de gesso, dentre outros [...]
- iii. Resíduo associado à embalagem de produtos e materiais que dão suporte aos trabalhos: classificados de acordo com o material de sua procedência, como caixas de papelão, embalagens plásticas, embalagens de madeira e de metal.

2.2.3 Geração Quantitativa dos RCD

As principais causas de geração de RCD são atribuídas a erros de projeto, erros de compra, erros de planejamento, manuseio inadequado de materiais, resíduos de matérias-primas e mudanças inesperadas no projeto do edifício (YEHEYIS *et al.*, 2013). Onde a quantificação desta geração é considerada um pré-requisito para a implementação de uma gestão de resíduos de sucesso (WU *et al.*, 2014).

Para Gusmão (2008) e Wu *et al.* (2014) a geração de RCD está presente em todas as fases de construção de um empreendimento conforme apresentado na Tabela 2.1. Cabendo destacar a fase de escavação com as maiores massas de RCD geradas, sendo estes resultantes das diversas atividades construtivas de um empreendimento (ALBUQUERQUE, 2015).

Tabela 2.1 – Indicadores de geração dos RCD por fase de obra.

Fase	Resíduo gerado	Prazo usual	Indicador de geração
Demolição	Classe A (concreto, argamassa, cerâmica) e Classe B (gesso)	10 a 30 dias	800 a 1000 kg/m ² ⁽¹⁾
Escavação	Classe A (solo)	10 a 20 dias	1300 a 1400 kg/m ³ ⁽²⁾
Construção	Classe A (concreto, argamassa, cerâmica), Classe B (plástico, papel madeira e gesso), Classe D (solventes, tintas ácidos).	6 a 48 meses	100 a 150 kg/m ² ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Área de construção da edificação.

⁽²⁾ Volume de escavação.

Fonte: Adaptado de Gusmão (2008).

Neste contexto, buscado investigar a correlação entre as quantidades de RCD gerados em canteiros de obras e seus aspectos/fatores construtivos, Nagalli *et al.* (2013) analisou 24 canteiros de obras de edifícios considerando os aspectos construtivos, quantitativo de mão de obra, duração da obra, tipo de uso, público alvo, total de área construída, número de pisos e se possuía algum tipo de certificação. Os resultados obtidos são apresentados no quadro a seguir.

Quadro 2.3 – Aspectos/Fatores relacionados com a geração de RCD.

Aspectos/Fatores	Resultados
Métodos Construtivos	Existe uma relação direta entre eles e a geração de resíduos.
Recursos Humanos	O número de trabalhadores não aumenta na mesma proporção que o aumento da área construída.
Trabalhos com a Maior Produção Mensal (m ²)	Há uma tendência de aumento na quantidade de resíduos gerados por funcionário.
Presença de Certificação de Qualidade	A rotina de um trabalho certificado contribui para uma menor produção de resíduos e um sistema mais controlado.

Fonte: Adaptado de Nagalli *et al.* (2013).

Segundo Rúa (2014) as perdas vão além do simples desperdício, é o resultante de processo ineficiente refletido na utilização de equipamentos, materiais e mão de obra e capital em quantitativo superior ao necessário, desta forma as perdas englobam não apenas os custos de materiais, engloba também os custos por tarefas feitas desnecessariamente e que não agregam valor.

Na Tabela 2.2 são apresentados os resultados obtidos por Chen *et al.* (2002) onde este constatou que de todos os materiais utilizados na construção de um empreendimento por volta de 10 a 30% se tornam resíduos.

Tabela 2.2 – Percentuais de desperdício de alguns materiais de construção.

Material	Desperdício médio (%)					
	USA	UK	Mainland (China)	Brasil	Seoul	Hong Kong
Tijolos/blocos	3,5	4,5	2,0	17,5	3,0	-
Concreto	7,5	2,5	2,5	7,0	1,5	6,7
Drywall	7,5	5,0	-	-	-	9,0
Fôrmas	10,0	-	7,5	-	16,7	4,6
Vidro	-	-	0,8	-	6,0	2,3
Argamassa	3,5	-	5,0	46,0	0,3	3,2
Prego	5,0	-	-	-	-	-
Vergalhões	5,0	-	3,0	21,0	0	8,0
Telha	6,5	5,0	-	8,0	2,5	6,3
Papel de parede	10,0	-	-	-	11,0	-
Madeira	16,5	6,0	-	32,0	13,0	45,0

Fonte: Chen *et al.* (2002).

Segundo Li *et al.* (2013) os RCD representam a maior parte do total de resíduos gerados em muitos países. Desta forma, em todo o mundo, várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas para estimar a geração dos RCD. Na União Europeia (UE) são gerados mais de 500 milhões de toneladas de RCD por ano, representando cerca de 25 a 30% de todos os resíduos produzidos (MALIA *et al.*, 2013).

De acordo com Huang e Xu (2011) *apud* Wang *et al.* (2014) a China, anualmente, gera mais de 200 milhões de toneladas de RCD, dos quais 100 milhões de toneladas são gerados a partir de novos edifícios. Estima-se que em Xangai, na China, foram gerados cerca de 13,71 milhões de toneladas de RCD em 2012, apresentando uma geração per capita anual de 842 kg em 2010 (DING e XIAO, 2014).

Na Austrália, o gerenciamento de resíduos de construção e de demolição está continuamente melhorando nos últimos anos, mas a quantidade de resíduos de construção e demolição aumenta a cada ano (LI *et al.*, 2013). Os RCD gerados no Canadá representam 27% dos resíduos sólidos dispostos em aterros sanitários (YEHEYIS *et al.*, 2013).

Já na Alemanha a geração de RCD permanece constante ao longo de muitos anos apesar do crescimento económico contínuo (LI *et al.*, 2013). Em Hong Kong, no ano de 2011, foram depositados em aterros 1.215.940 toneladas de RCD (LU; TAM, 2013). A Tabela 2.3 apresenta outras estimativas da geração dos RCD por países.

Tabela 2.3 - Geração de RCD em alguns países.

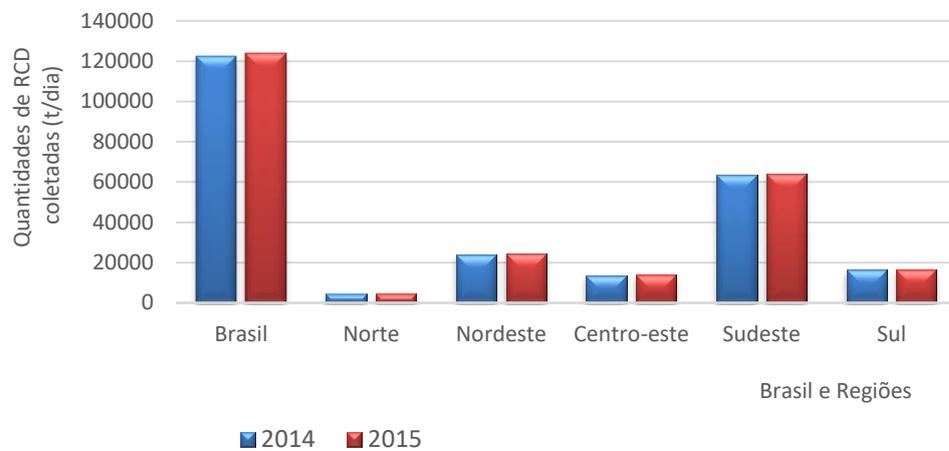
País	Geração de RCD (10 ⁶ x t/ano)	Geração per capita (kg/hab.ano)
Alemanha ¹	59	720
França ¹	24	427
Itália ¹	20	350
Espanha ¹	13	450
Portugal ²	3,2	325
Grécia ¹	2,0	200
Suécia ¹	2,0	235

Fontes: (1) Merino *et al.* (2010); (2) Mália (2010).

De acordo com Mesquita (2012) a quantidade de RCD gerado nas cidades brasileiras é muito significativa podendo servir de indicador quanto ao desperdício de material. Ainda de acordo com o mesmo, os RCD representam de 41% a 70% da massa total de resíduos sólidos urbanos.

Segundo a ABRELPE (2015), entre os anos de 2014 e 2015, ocorreu um aumento de, aproximadamente, 1,20% na quantidade de RCD coletado diariamente pelos municípios brasileiros, devido as obras de responsabilidade dos municípios e as deposições irregulares nos logradouros públicos municipais. Representando um aumento de 532.535 t de RCD coletados diariamente nos logradouros públicos dos municípios brasileiros, como pode ser observado na Figura: 2.2.

Figura 2.2 – Coleta de RCD pelos municípios brasileiros por região.



Fonte: ABRELPE (2015).

A Tabela 2.4 apresenta um resumo da geração de RCD de alguns municípios brasileiros em estudos realizados.

Tabela 2.4 - Quantidade de RCD gerados em alguns municípios brasileiros.

Municípios	População ¹ (habitantes)	Geração de RCD (t/dia)	Geração per capita de RCD (kg/hab.dia)	Fonte
Cabo de Santo Agostinho/PE	167.688 ⁴	202,07	1,21	PERNAMBUCO ⁵ (2011)
Olinda/PE	391.433	221,35	0,57	FALCÃO (2011)
Jaboatão dos Guararapes/PE	680.943 ²	305,26	0,45 ³	SANTOS (2015)
Recife/PE	1.487.000	1.334,00	0,77	ALBUQUERQUE (2015)
Catalão/GO	86.647	128,30	1,48	PAIVA <i>et al.</i> (2012)
Matinhos/PR	29.172	26,17	0,90	SCHMITZ (2012)
Pontal do Paraná/PR	20.839	11,88	0,52	SCHMITZ (2012)
Criciúma/SC	192.236	145,65	0,96	CARDOSO (2011)
Içara/SC	58.859	40,21	0,68	CARDOSO (2011)
São Leopoldo/RS	213.098	331,76	1,56	SILVA (2011)
Pelotas/RS	328.275	403,30	1,23	TESSARO <i>et al.</i> (2012)

¹ População do ano em que foi realizada a pesquisa.

² População estimada do ano de 2014 pelo IBGE.

³ Valor calculado com base na taxa de geração diária informada pela autora e da estimativa populacional informada pelo IBGE em 2014.

⁴ População no ano de 2009.

⁵ Dados de geração obtidos a partir de outubro de 2008.

Adaptado de Paz (2014).

Paz *et al.* (2013) analisou estatisticamente dados de geração de RCD de 112 municípios brasileiros obtendo uma média de geração per capita de RCD de 1,33 kg/hab/dia ou 485 kg/hab/ano, onde por meio

da projeção da população para o ano de 2013 obteve uma média da geração diária de RCD de 250,5 t/dia ou de 92 milhões de t/ano, demonstrando ainda que o tamanho populacional tem relação direta com a geração de RCD, com 95,4% de representação dos dados, como pode ser observado na Tabela 2.5.

Tabela 2.5 – Estimativa da geração total de RCD para os municípios brasileiros em 2013.

População	n° de municípios	Geração média de RCD (t/dia)	Geração per capita (t/dia)	Geração per capita (t/ano)	Geração total de RCD (t/dia)	Geração total de RCD (t/ano)
Acima de 500 mil	37	1345,3	1,2	449,7	49776,5	18.168.411
De 201 a 500 mil	91	461,5	1,4	514,3	41998,6	15.329.494
de 71 a 200 mil	275	94,8	0,8	301,1	26060,9	9.512.223
De 21 a 70 mil	1128	80,7	0,9	312,7	91048,3	3.323.611
Até 20 mil	4034	10,7	1,7	546,4	43070,8	15.720.847
TOTAL	5565	-	-	-	251.955,0	91.963.587

Fonte: Paz *et al.* (2013).

Outro aspecto que pode afetar a geração de RCD são as altas nos preços dos insumos da construção civil devido à inflação. Tendo em vista que os percentuais inflacionários não podem ser previstos com exatidão, podendo estes aumentar consideravelmente em economias instáveis, como no caso da nossa, podendo ainda servir como fator inibidor de novas construções e reformas.

As variações nos preços dos insumos da construção civil são medidas por meio do Índice Nacional de Custos da Construção – INCC, apresentado na Tabela 2.6. Este índice mede o percentual, mês a mês, por estado, durante o ano, das variações sofridas pelos preços dos insumos da construção civil, servindo, desta forma, como um indicativo inflacionário.

Tabela 2.6 – Variação do Índice Nacional de Custos da Construção (INCC) de 2010 a 2015.

Índice Nacional da Construção Civil													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Acumulado Ano (%)
2010	0,64	0,36	0,75	0,84	1,81	1,09	0,44	0,14	0,21	0,20	0,37	0,67	7,77
2011	0,41	0,28	0,43	1,06	2,94	0,37	0,45	0,13	0,14	0,23	0,72	0,11	7,49
2012	0,89	0,30	0,51	0,75	1,88	0,73	0,67	0,26	0,22	0,21	0,33	0,16	7,12
2013	0,65	0,60	0,50	0,74	2,25	1,15	0,48	0,31	0,43	0,26	0,35	0,10	8,09
2014	0,88	0,33	0,28	0,88	2,05	0,66	0,75	0,08	0,15	0,17	0,44	0,08	6,95
2015	0,92	0,31	0,62	0,46	0,95	1,84	0,55	0,59	0,22	0,36	0,34	0,10	7,48

Fonte: ADEMI-PE (2017).

Inúmeros são os motivos das grandes quantidades de RCD produzidas nos canteiros de obras brasileiros, podendo destacar as perdas e desperdício de materiais pela falta de planos de gerenciamento por parte dos geradores e a falta de percepção quanto a possibilidade de ganhos econômicos que os RCD poderiam gerar a construção (MARQUES NETO; SHALCH, 2010).

2.2.4. Geração Qualitativa dos RCD

As fases construtivas dos empreendimentos determinam as características qualitativas dos RCD gerados, já entre os países as variações qualitativas são em função das tecnologias construtivas utilizadas, sendo o RCD um resíduo heterogêneo e existindo um material que se sobrasai mais que os outros. (SANTOS, 2015).

Segundo Farias (2013) a composição dos RCD varia em função de algumas características tais como: “região, técnica construtiva empregada, disponibilidade de matéria-prima, fases da obra, equipamentos utilizados, entre outros”. A Tabela 2.7 apresenta em termos percentuais a composição dos RCD em alguns países.

Tabela 2.7 - Composição percentual dos RCD em alguns países.

Material	Composição de RCD (%)			
	Portugal	Itália	Espanha	Noruega
Alvenaria, concreto e argamassa	58,3	84,3	85,0	67,24
Metais	8,3	0,08	1,8	3,63
Madeira	8,3	n.i. ¹	11,2	14,58
Plástico	0,83	n.i.	0,20	n.i.
Asfalto	10,0	6,9	n.i.	n.i.
Outras	14,2	8,8	1,8	14,55
Total	100	100	100	100

¹ Não identificado

Fonte: Mália *et al.* (2013).

Silva (2014) informa que as características dos RCD variam em função das diferentes técnicas e metodologias de produção, onde a composição e a quantidade produzida dependem diretamente do estágio de desenvolvimento da indústria de construção local, estando a caracterização média desse resíduo condicionada a parâmetros específicos do seu local de geração.

Ainda de acordo com a referida autora, o RCD “se apresenta na forma sólida, com características físicas

variáveis, que dependem do seu processo gerador, podendo apresentar-se tanto em dimensões e geometrias já conhecidas dos materiais de construção (como a da areia e a da brita), como em formatos e dimensões irregulares”.

De acordo com Mália *et al.* (2013) o RCD é heterogêneo tanto em natureza quanto em tamanho. Sendo o RCD um material heterogêneo, devido à ausência de segregação, é comum também o mesmo ser anisotrópico (NAGALLI, 2014).

De acordo com Angulo e John (2006), os RCD gerados no Brasil possuem uma composição predominante, por volta de 90% em massa, de materiais inorgânicos não metálicos. Ainda de acordo com os citados autores, os RCD não representam grandes riscos ao meio ambiente por se assemelharem, química e mineralogicamente, aos agregados naturais. Entretanto, pesquisas mais recentes mostraram que os resíduos de gesso, confinados no interior da massa dos RCD, nos aterros de inertes, quando em contato com água, reagem liberando, dentre outras substâncias, gás sulfídrico que é tóxico. Esse assunto será tratado com maiores detalhes no item 2.8 desta revisão.

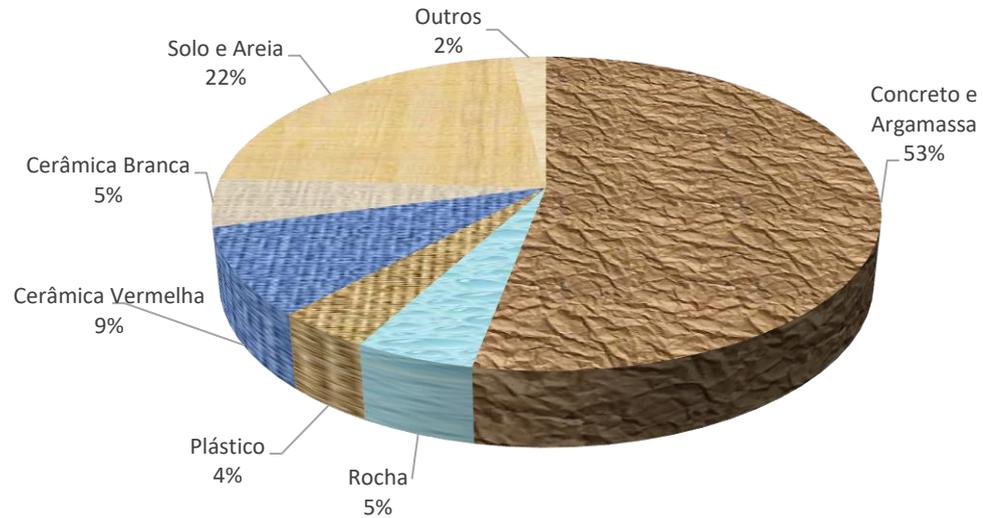
Já para Carneiro (2005) a composição dos RCD está relacionada com as características de sua fonte geradora e do momento de coleta da amostra, existindo um grande número de aspectos que “interferem na qualidade, composição e características desse resíduo”. Ainda de acordo com a mesma, essa variabilidade na sua composição “faz com que os RCD tenham características diferentes para cada país, estado, cidade e, em alguns casos específicos, até para bairros de uma mesma cidade, o que justifica seu caráter extremamente heterogêneo”.

Angulo *et al.* (2007) analisou a distribuição dos materiais presentes no RCD na cidade de Macaé, RJ, onde foram coletadas e caracterizadas 52 amostras representativas de caçambas de RCD, concluindo que 94% de RCD correspondeu a fração mineral, alertando para os teores de gesso que inviabilizavam a sua reciclagem. Concluiu ainda que a madeira foi o principal material orgânico.

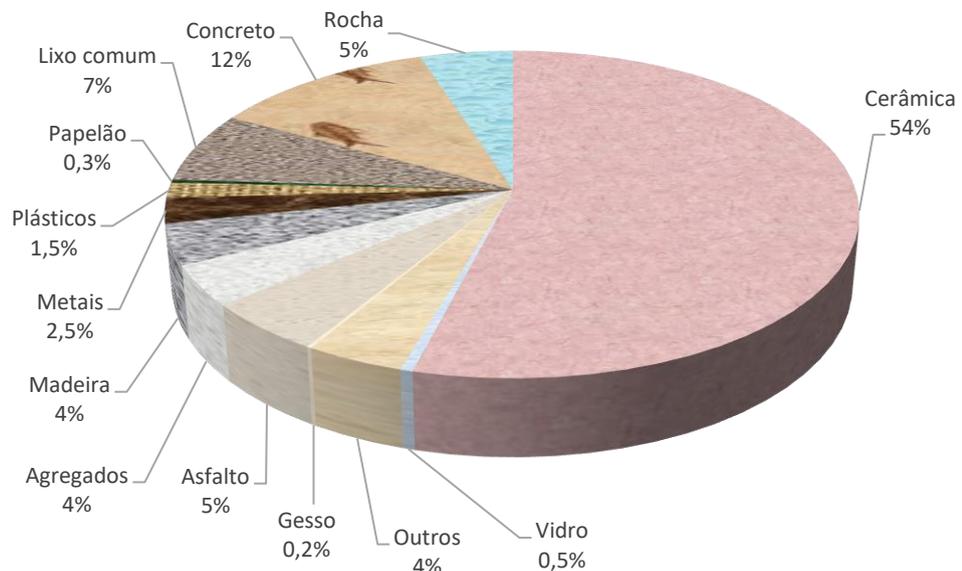
Nagalli (2014) comparou os RCD gerados no Brasil (Figura 2.3 a) e na Espanha (Figura 2.3 b) e foi observado que, no caso brasileiro, predominava os resíduos do tipo concreto e argamassa devido ao tipo de sistema construtivo adotado, sendo adotado estruturas em concreto e revestimento assentados sobre argamassas de cimento. Já no caso espanhol, a situação foi bastante diferente, com predominância dos resíduos cerâmicos.

Figura 2.3 – Comparativo entre os RCD gerados no Brasil (a) e na Espanha (b).

a) Brasil



b) Espanha



Fonte: Nagalli (2014).

No Brasil, mais especificamente em seus municípios, tem sido desenvolvidos estudos de caracterização qualitativa dos RCD, tanto a nível de canteiro de obras, como a nível de aterro e usinas de reciclagem (CÓRDOBA, 2010). Neste contexto, Tessaro (2012) realizou a caracterização qualitativa dos RCD no aterro municipal de Pelotas no Estado do Rio Grande do Sul, por meio da utilização do método de amostragem conforme a NBR 10007 (ABNT, 2004) que consiste em selecionar aleatoriamente 3 caçambas de 5m³ contendo RCD

proveniente de diferentes locais do município. Na referida pesquisa foram coletadas, de cada caçamba, 5 amostras de 18 litros, gerando um total de 90 litros por caçamba. Desta forma, os resultados mostraram que os RCD Classe A representavam 88% do total gerado e o restante era composto principalmente por resíduo Classe B (TESSARO, 2012). Na Tabela 2.8 tem-se a composição gravimétrica de outros municípios brasileiros.

Tabela 2.8 – Composição Gravimétrica de alguns municípios brasileiros.

Material (%)	Municípios				
	Palmas/TO ¹ (Média: Período Seco)	Olinda/PE ²	São Carlos/SP ³	Pelotas/RS ⁴	Recife/PE ⁵
Madeira	2,31	-	7	4	2
Material Cerâmico	4,45	3,5	40	31	2
Papel/Papelão	0,69	-	-	0,3	-
Plástico/PVC	1,21	-	1	2,2	-
Material miúdo	-	32	-	-	-
Pedra/Pedregulho/Rocha	4,81	-	10	-	3
Gesso	3,23	-	1	1	4
Argamassa/Aglomerado	66,93	20	8	16	24
Metal	0,58	-	2	-	1
Concreto	15,32	22,6	19	16	14
Tijolo	-	14,4	-	-	17
Solo	-	-	9	25	23
Fibrocimento	-	-	2	-	-
Vidro	-	-	1	1	-
Outros	0,48	7,5	-	2,5	10

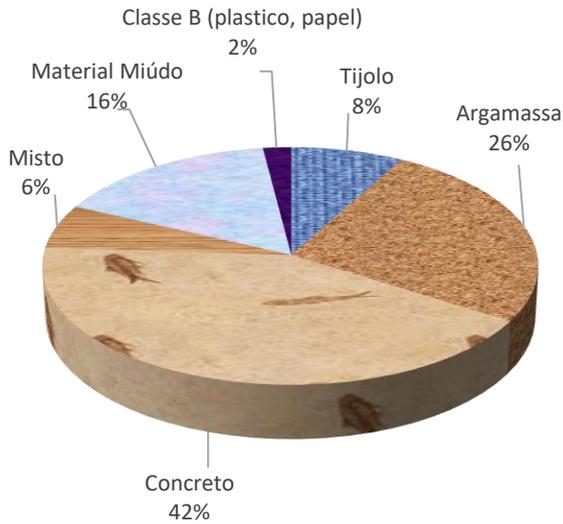
¹ Silva (2015); ²Falcão (2011); ³ Marques Neto e Schalch (2010); ⁴Tessaro *et al.* (2012); ⁵ Carneiro (2005).

Córdoba (2010) utilizou uma metodologia de caracterização dos RCD por análise de imagens, feita pela observação direta ou fotográfica das pilhas de RCD, concluindo que a mesma foi “eficiente na caracterização de amostras que apresentavam peças com grandes volumes como, por exemplo, vigas, pilares e placas de concreto”.

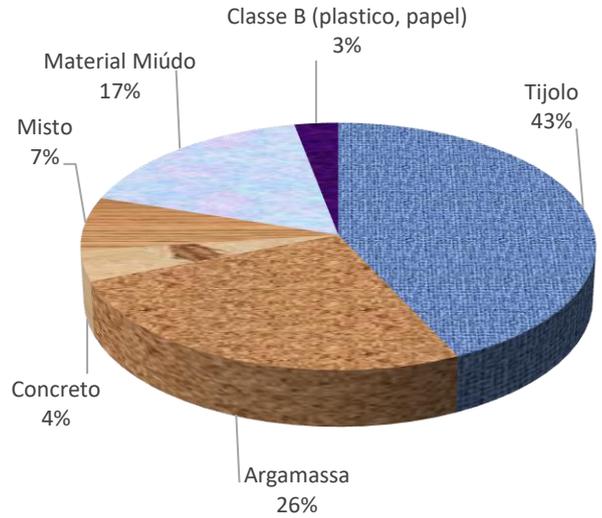
Com relação aos resíduos gerados em canteiros de obras, Araújo Junior (2010) realizou a análise gravimétrica dos RCD gerados em canteiros de obras da RMR/PE nas fases de: estrutura, alvenaria, acabamento e demolição. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 2.4.

Figura 2.4 – Comparativo dos RCD gerados nas fases de: (a) estrutura, (b) alvenaria, (c) acabamento e (d) demolição.

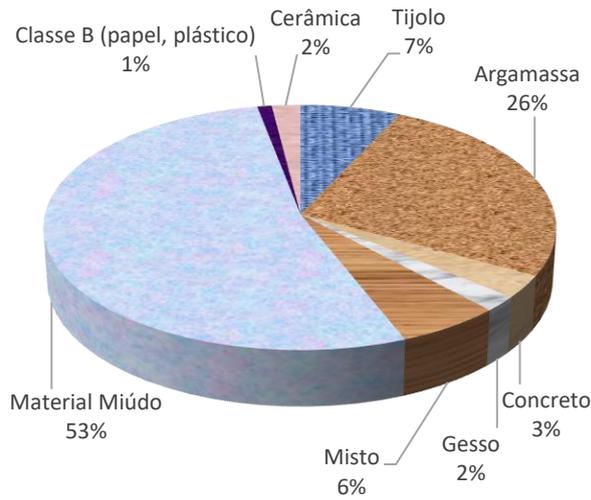
a) Estrutural



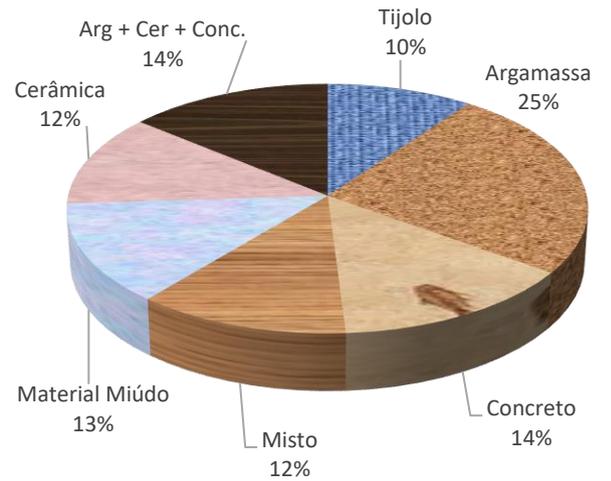
b) Alvenaria



c) Acabamento



d) Demolição

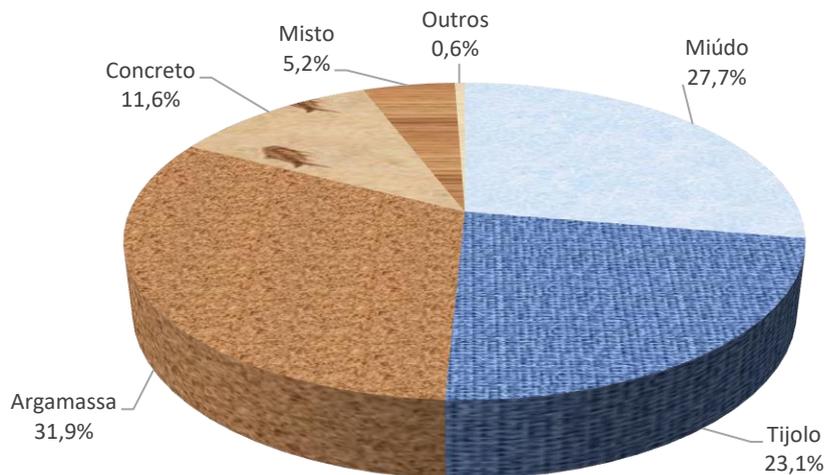


Fonte: Araújo Junior (2010).

Analisando a Figura 2.4 percebe-se que em cada fase existe um material que se sobressai mais que o outro. Chamando atenção a participação do resíduo de argamassa que se mantém praticamente constante em todas as fases analisadas. Na fase de demolição, percebe-se um certo equilíbrio quanto a participação dos materiais gerados.

Já Oliveira *et al.* (2011) realizou a análise gravimétrica do RCD gerado em uma obra de um edifício empresarial no estágio de elevação de alvenaria na cidade do Recife/PE, obtendo os resultados apresentados na Figura 2.5.

Figura 2.5 – Gravimetria dos RCD gerados em obra empresarial no Recife/PE.



Fonte: Oliveira *et al.* (2011).

Analisando comparativamente a Figura 2.5 em relação a Figura 2.4 – b, percebe-se uma diminuição da participação do resíduo de tijolo, de 43% para 23,1%, e um aumento da participação dos resíduos de argamassa e material miúdo passando, respectivamente, de 26% para 31,9% e de 17% para 27,7%. Cabe também destacar o aumento da representatividade do resíduo de concreto, de 4% para 11,6%. As diferenças percentuais de RCD apresentadas podem estar relacionadas com o método construtivo utilizado, recursos humanos, trabalhos com maior produtividade mensal (m²) e presença de certificação de qualidade (NAGALLI *et al.*, 2013).

Por fim, Nagalli (2014) correlacionou a geração dos RCD com as fases de uma obra, contemplando desde de a mobilização, instalação de canteiro e serviços preliminares até a desmobilização do canteiro. Sendo a análise feita restrita aos processos convencionais brasileiros associados a obras de edificações. O Quadro 2.4 apresenta um resumo dos resultados obtidos.

Quadro 2.4 - RCD gerados em cada fase de uma obra.

Fases da obra	Tipos de resíduos gerados
Mobilização, instalação de canteiro e serviços preliminares	Madeira, cerâmica, gesso, plástico. Restos de: fios elétricos, fios telefônicos, e canos plásticos etc.
Atividades administrativas	Papeis, grampos de papel, lápis, plásticos, materiais orgânicos, palhetes etc.
Escavação e terraplenagem	Solos e/ou rochas.
Fundações e infraestrutura	Concreto, aço, brita, madeira, solo de escavação e lama bentonítica.
Superestrutura	Resíduos de concreto, madeira, sacos de cimento, restos de blocos de concreto, resto de argamassas e restos de elementos pré-fabricados.
Escoramento para lajes e vigas	Madeiras e pinos metálicos
Impermeabilizações	Resíduos perigosos provenientes de produtos químicos derivados do petróleo tais como: filmes e tecidos plásticos ou de borracha.
Coberturas	Resíduos classe A ou B
Alvenarias de fechamento e revestimentos internos e externos	Resíduos Classe A. Tais como sobras e recortes de: pisos, pastilhas e azulejos cerâmicos e de rocha, restos de alvenaria e argamassa. Resíduos Classe B: embalagens, sobras e recortes de gesso acartonado ou vidros. Classes C e D: estopas, panos, rolos e pincéis contaminados. Resíduos Classe D: latas de tinta, cera e vernizes.
Muros em alvenaria	Resíduos Classe A. Tais como restos de: blocos cerâmicos ou de concreto, chapisco, emboço, pintura, cerâmica etc.
Instalações elétricas, hidráulicas, eletromecânicas, lógicas ou gás	Resíduos Classes: A, B ou D. Tais como sobras e recortes de: tubos, condutores, eletrodutos, louças quebradas, fios elétricos, isolantes térmicos, fitas vedantes e isolantes, barras e trilhos metálicos, parafusos, pregos, produtos para engraxamento ou lubrificação etc.
Esquadrias	Resíduos de: aço, alumínio, madeira ou plástico (PVC), argamassa para assentamento e/ou chumbamento.
Serralheria e Vidraçaria	Resíduos Classe A associados a argamassa de assentamento e chumbamento; Classe B associados ao recorte de material metálico e quebra de materiais (vidro); Classe C tais como lixas, esmeris; Classe D oriundos de graxas e lubrificantes, estopas, panos contaminados e lâmpadas incandescentes e fluorescentes.
Paisagismo, recreação e mobiliário	Resíduos de: plantas, mantas de impermeabilização, blocos de pavimentação, revestimentos, madeira, pinos metálicos, rochas ornamentais, pó de limpeza etc.
Limpeza da Obra e Desmobilização do canteiro	Resíduos Classe C, tais como: panos de limpeza, solo, resto de rejunte, embalagens de produtos de limpeza e instrumentos de limpeza. Madeiras, instalações elétricas e hidrossanitárias, telhas e materiais, remoção de pavimentos anteriores.

Fonte: Nagalli (2014).

2.3 Métodos para estimar a geração dos RCD

Cochran *et al.* (2007) desenvolveu uma metodologia para estimar a quantidade de RCD gerado no estado da Flórida, nos Estados Unidos da América (EUA), feita com base na análise de seis atividades específicas: novas construções residenciais, novas construções não residenciais, demolições residenciais, demolições não residenciais, reformas residências e reformas não residenciais. Esta metodologia

também é citada nos trabalhos de Mália (2010) e Llatas (2011).

Ainda de acordo com Cochran (2007), a quantidade dos RCD gerados pela atividade de novas construções foi estimada por meio do produto da área total (m^2) da atividade pelo seu índice de geração (kg/m^2) obtendo-se como resultado a massa (kg) total de RCD gerado. Sendo utilizada esta mesma metodologia para estimar a quantidade de RCD produzido pela atividade de demolição. Já para se estimar os RCD gerados pela atividade de reforma, devido aos seus diversos tipos, o que dificultou o desenvolvimento de uma equação geral, o autor preferiu estimar as quantidades dos RCD gerados por cada tipo de reforma de forma individual.

Kern *et. al.* (2015) propôs um método estatístico para determinar a quantidade de resíduos gerados na construção de arranha-céus, avaliando a influência do processo de design e sistema de produção, utilizando a Regressão múltipla na condução de um estudo de caso com base em várias fontes de dados de dezoito edifícios residenciais. Onde, de acordo com os citados autores, o melhor modelo de regressão obtido a partir dos dados da amostra resultou em um valor R^2 ajustado de 0,694, o que significa que prevê aproximadamente 69% dos fatores envolvidos na geração de resíduos em construções similares, onde maioria das variáveis independentes mostrou um baixo coeficiente de determinação quando avaliada isoladamente, o que enfatiza a importância de avaliar sua influência conjunta na variável resposta (dependente).

Pinto e Gonzáles (2005) sugerem um método para estimar a quantidade dos RCD gerado nos municípios brasileiros por meio da soma de três indicadores: o quantitativo de resíduos provenientes de novas construções num determinado período de tempo (dois anos, por exemplo); o quantitativo de resíduos originados por reformas, ampliações e demolições, regularmente removidas durante o mesmo intervalo de tempo e o quantitativo de resíduo coletado em pontos de deposição clandestinas, igualmente durante o mesmo período.

Marques Neto e Schalch (2010) estimou a geração de RCD do município de São Carlos, no estado de São Paulo, por meio de indicadores da evolução da atividade geradora dos RCD e da quantificação dos volumes totais produzidos. Sendo este último obtido com bases nas seguintes fontes: áreas licenciadas nos últimos quatro anos, movimentos de cargas das empresas coletoras e volume descartado nos aterros municipais, em um período de quatro meses, sendo esta metodologia apresentada resumidamente no Quadro 2.5.

Quadro 2.5 – Metodologia para estimar geração de RCD.

Base de dados	Informações obtidas/calculadas
Áreas Licenciadas	Total de áreas licenciadas no município nos últimos quatro anos;
	Tipo de obra e origem das construções nos últimos dois anos;
	Dados referentes à geração de RCD em pelo menos cinco obras de diferentes características;
	Volume gerado nessas obras em relação à sua área construída;
	Taxa de geração de RCD a partir dos dados obtidos nas construções;
	Volume total produzido através da extrapolação dos índices padronizados volume/área das obras em relação às áreas totais licenciadas no município;
Movimento de cargas das empresas coletoras	Massa total produzida através da relação massa/volume obtida da massa unitária oriunda da composição dos RCD.
	Número de caçambas/dia e caçambas/mês retiradas das obras e transportadas até sua disposição final nos depósitos autorizados;
	Avaliação da capacidade volumétrica das caçambas retiradas;
	Volume total/mês através do número de caçambas retiradas das obras pela sua capacidade volumétrica;
	Massa total/mês pelo movimento de cargas das empresas coletoras;
	Percentual da origem dos RCD no município, por meio de entrevistas junto às empresas coletoras;
Volumes descartados nos aterros municipais	Volume de RCD oriundo de reformas na cidade pelo movimento de cargas das empresas coletoras.
	Determinação de um período de amostragem de quatro meses;
	Volumes diariamente descartados, através da quantificação do número de caçambas e seus volumes;
	Volume total/mês por meio da extrapolação dos volumes descartados diariamente;
	Massa total/mês pela relação volume/massa obtida da massa unitária proveniente da composição dos RCD.

Fonte: Marques Neto e Schalch (2010).

Nagalli (2014) apresenta um método objetivo para estimar a geração dos RCD antes do início da obra, por meio da correlação entre elementos que interferem na geração dos RCD, desenvolvido com base em histórico de obras em que o autor trabalhou e ajustou os seus coeficientes. Desta forma, a quantidade estimada de um determinado RCD, denominado de X, pode ser calculado conforme Equação (1) a seguir:

$$X = \frac{K_e \cdot K_p^2 \cdot K_f \cdot K_c \cdot Q \cdot T}{K_e + K_p + K_f + K_c} + S \quad (1)$$

Onde:

X: quantidade estimada para determinado resíduo;

K_e : fator de equipe, a ser determinado para cada equipe da construtora (Quadro 2.6);

Quadro 2.6 – Fator K_e .

Experiência e treinamento	Tamanho da equipe	K_e
Inexperiente ou pouco treinada	Inferior à necessária	1,5
	Compatível com a necessidade	1,3
	Superior à necessidade	1,2
Experiente e/ou treinada	Inferior à necessidade	1,0
	Compatível com a necessidade	0,9
	Superior à necessidade	0,7

Fonte: Nagalli (2014).

K_p : fator de processo, a ser determinado para cada processo construtivo (Quadros: 2.7 e 2.8);

Quadro 2.7 – Fator K_p por tipo de processo construtivo.

Processo construtivo	K_p
Alvenaria com blocos cerâmicos	1,15
Alvenaria com blocos de concreto	1,0
Alvenaria com blocos solo-cimento	1,5
Tapumes em madeira	2,0
Tapumes metálicos	1,5
Forro em gesso acartonado	1,5
Vidros	0,05

Fonte: Nagalli (2014).

Quadro 2.8 – Fator K_p em relação ao desperdício.

Desperdícios	K_p
2%	0,10
4%	0,50
10%	1,15
15%	1,65
20%	2,10
30%	3,20
40%	4,40
50%	6,00
80%	16,5
100%	52,0

Fonte: Nagalli (2014).

K_f : fator de fiscalização, que é função do nível de controle da obra (Quadro 2.9);

Quadro 2.9 – Fator K_f .

Frequência de fiscalização	K_p
Escassa	1,4
Esporádica	1,1
Regular	1,1
Permanente	1,5

Fonte: Nagalli (2014).

K_c : fator de cronograma, que representa a flexibilização temporal para execução da atividade (Quadro 2.10);

Quadro 2.10 – Fator K_c , influência do cronograma da obra sobre a geração de resíduos.

Flexibilização do cronograma	K_c
Prazo flexível e longo, com atividades no caminho crítico	1,2
Prazo flexível e longo, com atividades fora do caminho crítico	1,1
Atividades de curta duração, no caminho crítico	1,1
Atividades de curta duração, fora do caminho crítico	1,0

Fonte: Nagalli (2014).

Q: quantidade da unidade de referência do processo;

T: recorrência de um resíduo;

S: sobras de material, de acordo com a Equação (2):

$$S = t_p \cdot P \cdot Q \quad (2)$$

Em que:

t_p : taxa percentual de perdas;

P: percentual de transformação das sobras em resíduos.

Costa (2012) calculou a taxa de geração dos RCD, por meio de dados obtidos em obras da cidade de João Pessoa, no estado da Paraíba, através da razão entre a sua massa e a área construída de cada obra, conforme Equação (3). A média das taxas obtidas em cada uma das obras pesquisadas foi feita com base na média ponderada dos valores encontrados, sendo feita esta opção de cálculo para corrigir distorções devido a diferenças de porte das obras, conforme Equação (4).

$$T_x = \frac{\text{Massa de RCD (kg)}}{\text{Área Construída (m}^2\text{)}} \quad (3)$$

$$T_{x_p} = \frac{\sum_1^n T_i A_i}{\sum_1^n A_i} \quad (4)$$

T_x = Taxa de Geração de RCD.

T_{x_p} = Taxa Ponderada de Geração de RCD.

Por fim, Marque Neto (2004) calculou a Taxa de Geração dos RCD por meio do acompanhamento de cinco obras de diferentes áreas e usos, somando as áreas construídas de cada empreendimento, calculando os volumes totais de entulho removidos durante suas execuções, transformando este volume em massa por meio da utilização de uma massa unitária e relacionando a massa total de RCD obtida com o somatório das áreas construídas,

conforme equações (5), (6) e (7) a seguir.

$$\sum_i \text{área construída (m}^2\text{)} = \text{área 1} + \text{área 2} + \text{área 3} + \text{área 4} + \text{área 5 (i variando de 1 a 5)} \quad (5)$$

$$\sum_i \text{volume de RCD (m}^3\text{)} = \text{obra 1} + \text{obra 2} + \text{obra 3} + \text{obra 4} + \text{obra 5 (i variando de 1 a 5)} \quad (6)$$

$$\text{Taxa de geração (TG)} = [(6) \times \text{Massa Unitária}] / (5) \quad (7)$$

De acordo com Gusmão (2008) não existe uma metodologia consagrada para construção de indicadores sobre a produção de RCD nos municípios, sendo a metodologia proposta por Pinto (1999), apoiada em três fontes de dados: nas estimativas das áreas construídas, da movimentação de carga por coletores e no monitoramento dos descartes de RCD nos locais de destino final, a mais usada no Brasil. Entretanto sua utilização esbarra na falta de informações adequadas e confiáveis relacionadas a coleta e destino final dos RCD por parte dos órgãos municipais responsáveis.

Por fim, percebe-se que várias são as metodologias disponíveis para estimar a geração dos RCD nos municípios, ficando sua escolha condicionada a disponibilidade dos dados.

2.4 Instrumentos legais para a gestão dos resíduos sólidos

2.4.1 Legislação Internacional

Devido ao impacto ambiental, financeiro e social causado pela excessiva geração dos RCD, tanto a nível nacional quanto internacional, vários instrumentos legais foram criados para minimizar os efeitos causados pela expansão das atividades do setor da construção civil.

Neste sentido, apesar de não possuir uma legislação específica para os RCD (MANN, 2015), a União Européia (2006), publicou a diretiva 2006/12/CE, relativa aos resíduos de uma forma geral, onde em seu artigo 15.º, aborda a temática do poluidor-pagador. Sendo esta mesma temática tratada por Hao *et al.* (2008); Lu e Yuan (2011); Yu *et al.* (2013).

O referido decreto também estabelece procedimentos para proteção do meio ambiente e da saúde humana, atribuindo aos estados membros a responsabilidade pela adequada gestão dos seus resíduos, por meio de medidas que visem, em primeiro lugar, a preservação ou a redução da produção e do potencial nocivo dos resíduos e, em segundo lugar, a reciclagem, reutilização, recuperação ou outra forma de transformação deste resíduo em matéria prima secundária ou como fonte de energia.

Em Portugal, devido às dificuldades em aplicar as disposições do regime geral para os RCD, passou a adotar um regime jurídico específico para a gestão dos RCD, por meio do decreto-Lei n.º 46/2008, estando este em vigor desde do dia 12 de junho de 2008 (MELO *et al.*, 2011). Ainda de acordo com os referidos autores, este quadro jurídico para gestão dos RCD foi implementado para gerar condições legais que promovam, entre outras coisas, as seguintes metas: reduções na produção de resíduos e seus riscos associados, a triagem dos resíduos na sua origem, reciclagem e outras formas de reutilização dos RCD.

O Governo do Reino Unido tem vindo a utilizar uma combinação de regulações, instrumentos econômicos e de acordos voluntários para cumprir as metas de desempenho ético, social e ambiental na condução da agenda de gestão de resíduos (OSMANI, 2012). Ainda segundo o mesmo, a estratégia do governo de construção sustentável, publicada em junho 2008, pede uma mudança na direção da sustentabilidade das aquisições, design e operação em toda a atividade construtiva, a ser impulsionada pela inovação.

Em Hong Kong, nas últimas décadas, uma série de políticas foram promulgadas pelo governo (LU; TAM, 2013). O quadro 2.11 apresenta algumas destas medidas.

Quadro 2.11 – Algumas medidas adotadas em Hong Kong.

Legislação/Programa	Ano	Descrição
Plano de Gestão de Resíduos e Pagamento pela segurança e preservação ambiental	2003	Exigência de um Plano de Gerenciamento de Resíduos, sendo este obrigatório para as obras públicas.
Sistema de ticket de viagens (STV)	2004	Sistema implementado em 1999 e reforçado em 2004, criado para impedir a deposição clandestina de RCD, facilitando o seu rastreio e monitoramento.
Regime de tarifação para a eliminação dos RCD	2005	Regime criado para incentivar a redução, triagem e reciclagem dos RCD pelos seus geradores.

Fonte: Adaptado de Lu e Tam (2013).

2.4.2 Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA

A necessidade de promover uma política urbana plena, por meio da redução dos impactos ambientais causados pelas grandes quantidades de RCD produzidos nas áreas urbanas, mediante a responsabilização dos seus geradores, da sua reciclagem e adequada disposição, levou o CONAMA a publicar em 5 de julho de 2002 a sua resolução n.º 307 (CONAMA, 2002).

Tendo esta resolução por objetivo principal o estabelecimento de diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCD, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais. Em seu artigo 4.º, parágrafos: § 1º e § 2º, encontra-se descrita a política dos 3Rs assim como diretrizes para a disposição e destinação dos RCD em função da sua classificação:

Art. 4º Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. (nova redação dada pela Resolução 448/12)

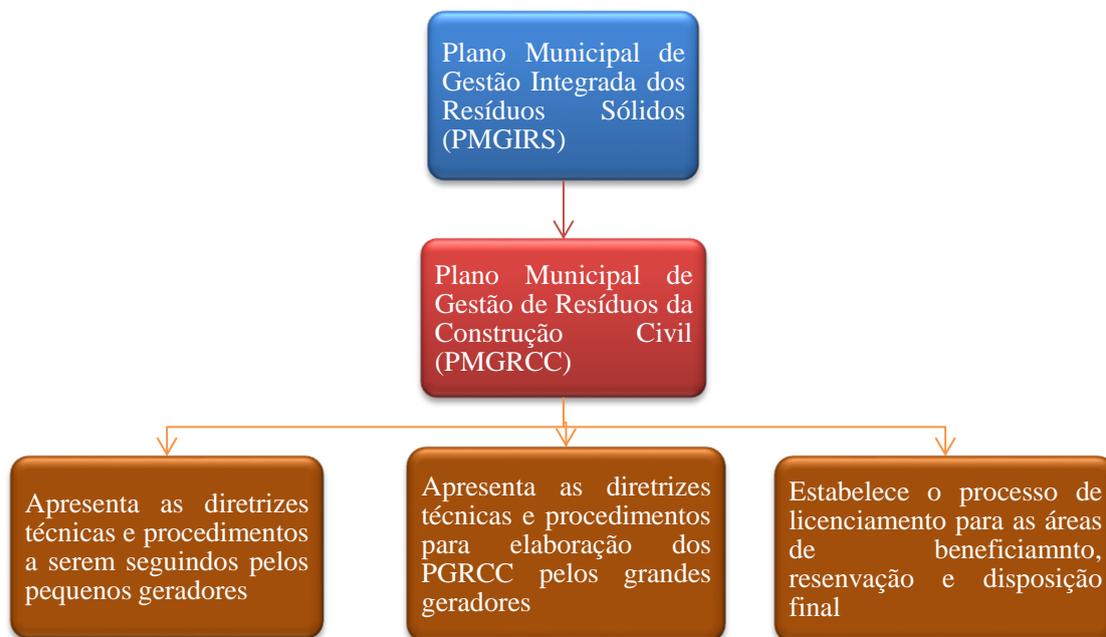
§ 1º Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei. (nova redação dada pela Resolução 448/12)

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

(...)

CONAMA (2002) alterada por CONAMA (2012) torna exigência obrigatória a elaboração e implementação do Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC) pelos municípios e pelo Distrito Federal, alinhado com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Como pode ser observado de forma resumida na Figura 2.6.

Figura 2.6 - Estrutura do sistema de gestão dos RCD segundo a Resolução CONAMA n.º 307/02 alterada pela Resolução CONAMA n.º 448/12.



Fonte: Adaptado CONAMA (2002).

Cabendo ainda destacar alguns aspectos do que traz o Art. 6º da Resolução CONAMA (2002), com nova redação dada por CONAMA (2012), que determina, dentre outras coisas, que:

- I - as diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local e para os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores; (nova redação dada pela Resolução 448/12)
- II - o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;
- (...)
- IV - a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;
- V - o incentivo à re inserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo; VI - a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;
- VII - as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;
- VIII - as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

A resolução CONAMA (2002), em seu artigo 9º, informa as etapas que os Planos de Gerenciamentos dos Resíduos da Construção Civil devem apresentar, sendo as mesmas: caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação.

Finalizando este tópico, a referida Resolução, em seu Art. 10, apresenta ainda a forma de destinação dos RCD, como pode ser observado a seguir:

- Art. 10. Os resíduos da construção civil, após triagem, deverão ser destinados das seguintes formas: (nova redação dada pela Resolução 448/12)
- I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros; (nova redação dada pela Resolução 448/12)
 - II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
 - III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
 - IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. (nova redação dada pela Resolução 448/12)

2.4.3 Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS

A PNRS foi instituída por meio da lei 12.305 de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010a) onde a mesma “reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios

ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos”.

A referida lei também institui o princípio do poluidor pagador, Art. 6º, Inciso II, sendo esta política adotada em vários países do mundo, e inova com o princípio do protetor recebedor, onde se recebe compensações financeiras por serviços ambientais prestados. Paz (2014) informa que com o advento da publicação da PNRS os RCD passaram a ter sua classificação própria, não mais estando dentro da classificação de RSU.

Em seu artigo 9º a referida lei apresenta sua ordem de prioridade quanto as ações de gestão e gerenciamento, sendo esta: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Observa-se que a legislação federal brasileira está alinhada com as políticas adotadas pela legislação do Parlamento Europeu e o seu Conselho, de acordo com o que consta na diretiva 2006/12/CE (UNIÃO EUROPÉIA, 2016).

Reforçando o referido alinhamento, Brasil (2010a) ainda no artigo 9º, § 1º, dispõe a respeito da recuperação energética dos RSU, alertando para a exigência de realização dos estudos de “viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental”.

O referido dispositivo legal, em seu artigo 14, incisos de I a VI, instituiu os seguintes planos de resíduos sólidos:

- I - o Plano Nacional de Resíduos Sólidos;
- II - os planos estaduais de resíduos sólidos;
- III - os planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas;
- IV - os planos intermunicipais de resíduos sólidos;
- V - os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos;
- VI - os planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

Onde os Planos Estaduais de Resíduos Sólidos (PERS) e os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) são, respectivamente, exigências legais para os Estados, Municípios e Distrito Federal terem acesso aos recursos da União. Cabendo destacar que terão prioridade no acesso aos recursos da União os municípios, de acordo com o que diz Brasil (2010a) no artigo 18, parágrafo primeiro, incisos I e II, que:

- I - optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, incluída a elaboração e implementação de plano

intermunicipal, ou que se inserirem de forma voluntária nos planos microrregionais de resíduos sólidos referidos no § 1º do art. 16;
 II - implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda.

Brasil (2010a) em seu artigo 47, elenca como proibidas as seguintes formas de destinação e disposição final de resíduos sólidos e rejeitos:

Art. 47. São proibidas as seguintes formas de destinação ou disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos:

- I - lançamento em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos;
- II - lançamento **in natura** a céu aberto, excetuados os resíduos de mineração;
- III - queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade;
- IV - outras formas vedadas pelo poder público.

§ 1º Quando decretada emergência sanitária, a queima de resíduos a céu aberto pode ser realizada, desde que autorizada e acompanhada pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e, quando couber, do Suasa.

§ 2º Assegurada a devida impermeabilização, as bacias de decantação de resíduos ou rejeitos industriais ou de mineração, devidamente licenciadas pelo órgão competente do Sisnama, não são consideradas corpos hídricos para efeitos do disposto no inciso I do **caput**.

Sendo ainda proibidas, nas áreas de disposição final de resíduos ou rejeitos, conforma Brasil (2010a) em seu artigo 48:

Art. 48. São proibidas, nas áreas de disposição final de resíduos ou rejeitos, as seguintes atividades:

- I - utilização dos rejeitos dispostos como alimentação;
- II - catação, observado o disposto no inciso V do art. 17;
- III - criação de animais domésticos;
- IV - fixação de habitações temporárias ou permanentes;
- V - outras atividades vedadas pelo poder público.

Cabe ainda informar que foi aprovado o Projeto de Lei do Senado (PLS) n.º 425/2014 que “prorroga, de forma escalonada, o prazo para as cidades se adaptarem à Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010), na qual o limite previsto era até agosto de 2014” (BRASIL, 2014).

Finalizando, atualmente, o referido projeto de lei encontra-se na Câmara dos Deputados, onde foi proposto o projeto de lei 2289/2015 para tratar da matéria, onde aguarda a criação de comissão temporária pela mesa. (BRASIL, 2015b). O Quadro 2.12 apresenta os novos prazos propostos pelo referido projeto de lei.

Quadro 2.12 – Novos prazos propostos pelo projeto de lei n.º 425/2014 que altera a lei n.º 12.305/2010.

Agentes Envolvidos	Ação	Prazo
União, Estados, Distrito Federal e Municípios	Disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.	Até 31 de julho de 2018, para capitais de Estados e de Municípios integrantes de Região Metropolitana (RM) ou de Região Integrada de Desenvolvimento (Ride) de capitais;
		Até 31 de julho de 2019, para Municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010, bem como para Municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com outros países limítrofes;
		Até 31 de julho de 2020, para Municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010;
		Até 31 de julho de 2021, para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010.
Estados	Elaboração de Planos Estaduais de Resíduos Sólidos	Até 31 de julho de 2017, para Estados e para Municípios com população igual ou superior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010;
Municípios	Elaboração de Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	Até 31 de julho de 2018, para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010.

Fonte: Brasil (2015b).

2.4.4 Política Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Pernambuco – PERS / PE

A lei n.º 14.236 (PERNAMBUCO, 2010), de 13 de dezembro de 2010, instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Pernambuco que trata das diretrizes gerais, princípios, objetivos, instrumentos, gestão e gerenciamento, responsabilidades e instrumentos econômicos aplicáveis aos resíduos sólidos do estado de Pernambuco.

Em seu artigo 5.º, inciso I, encontra-se expressa a política dos 3R's, onde hierarquicamente tem-se: a Redução, a Reutilização e, por fim, a Reciclagem. Sendo esta uma metodologia bem conhecida de gestão dos RCD, sendo utilizada como princípios básicos para a realização de outras estratégias de gestão dos RCD (YUAN; SHEN, 2011).

Ainda em seu artigo 5.º, inciso VI, encontra-se presente os princípios do poluidor pagador, utilizado internacionalmente (HAO *et al.*, 2008; LU e YUAN, 2011; YU *et al.*, 2013), e do protetor recebedor, sendo este uma inovação trazida pela Lei 12.305/10.

Já em seu artigo 6.º, que trata dos seus objetivos, cabe destacar os incisos I, II, XI e XII que apresentam os seguintes objetivos:

- I - proteger o meio ambiente, garantir o uso racional dos recursos naturais e estimular a recuperação de áreas degradadas;
- II - implementar a gestão integrada de resíduos sólidos;
- (...)
- X - estimular a regionalização da gestão dos resíduos sólidos;
- XI - fomentar a cooperação intermunicipal, estimulando a busca de soluções consorciadas para gestão de resíduos sólidos;
- XII - incentivar a pesquisa, o desenvolvimento, a adoção e a divulgação de novas tecnologias de reciclagem e compostagem, tratamento, destinação e disposição final de resíduos sólidos, inclusive de prevenção à poluição;

Finalizando este tópico, um outro aspecto que merece atenção é a “responsabilidade administrativa nos casos de ocorrências envolvendo resíduos de qualquer origem ou natureza, que provoquem danos ambientais ou ponham em risco a saúde da população”, cabe destacar o que em Pernambuco (2010) consta no artigo 15, incisos: II e III:

- Art. 15. A responsabilidade administrativa, nos casos de ocorrências envolvendo resíduos, de qualquer origem ou natureza, que provoquem danos ambientais ou ponham em risco a saúde da população, recairá sobre:
- (...)
- II - o proprietário, no caso de resíduos sólidos produzidos em imóveis, residenciais ou não, descartados, destinados ou dispostos de forma inadequada em áreas ou terrenos, em desacordo com a forma estabelecida por esta Lei ou pelos municípios;
 - III - os estabelecimentos geradores, no caso de resíduos provenientes da construção civil, indústria, comércio e de prestação de serviços, inclusive os de saúde, no tocante ao transporte, tratamento e destinação final para seus produtos e embalagens que comprometam o meio ambiente e coloquem em risco a saúde pública;

Entretanto, na prática o citado artigo não é cumprido, existindo pontos de deposição irregular como mostra este estudo no item 5.3.

2.4.5 Plano Metropolitano de Resíduos Sólidos do Estado de Pernambuco – PMRS / PE

O Plano Metropolitano de Resíduos Sólidos (PMRS) é composto pelos 14 municípios que compõem a RMR sendo regido pelo conceito primário dos 3Rs: Reduzir, Reutilizar e Reciclar (PERNAMBUCO, 2011).

Esta iniciativa é perfeitamente aceita pelas legislações vigentes, Lei federal n. ° 12.305/10 (BRASIL, 2010) que instituiu a PNRS e pela Lei estadual n. ° 14.236/10 (PERNAMBUCO, 2010) que instituiu a PERS/PE, como se pode observar no artigo 18 de Brasil (2010) e nos artigos 7º e 17 da PERS/PE (PERNAMBUCO, 2012).

Quanto aos RCD, a proposta do PMRS é “de ordenar o Marco Legal nos 14 municípios, estabelecendo legislação que desonere o serviço público do recolhimento dos resíduos sólidos da construção civil.” (PERNAMBUCO, 2011).

Sendo uma das diretrizes estratégicas do PMRS/PE (PERNAMBUCO, 2011) a instalação de “unidades de reaproveitamento, tratamento e reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil, em pelo menos três sub-regiões.” Sendo uma dessas unidades localizada ao norte, outra a oeste e a terceira ao sul (PERNAMBUCO, 2011). Ainda de acordo com a mesma, a capacidade produtiva, sugerida no PMRS/PE, de cada uma das mencionadas unidades de reaproveitamento, tratamento e reciclagem dos resíduos sólidos seria em média de 82,5 toneladas/hora. Dados mais recentes sobre as obras para construção das unidades de reaproveitamento, tratamento e reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil não foram disponibilizadas pelo órgão competente.

Finalmente, sendo o município do Cabo de Santo Agostinho um dos integrantes do PMRS/PE (PERNAMBUCO, 2011), o mesmo, por meio do decreto municipal n. ° 1.005, de 01 de agosto de 2012 (CABO DE SANTO AGOSTINHO, 2012), o reconheceu como sendo o seu Plano de Gestão Intermunicipal de Resíduos Sólidos, cumprindo assim a exigência legal descrita no artigo 18 de Brasil (2010):

Art. 18. A elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. (Vigência)

2.4.6 Lei municipal n. ° 2.513/2009

A lei n. ° 2.513, de 30 de dezembro de 2009, que trata da Política Ambiental de Proteção, Controle, Conservação e Recuperação do Meio Ambiente, do município do Cabo de Santo Agostinho e dá outras providências, tem por objetivo “assegurar a melhoria da qualidade de vida dos habitantes do Cabo de Santo Agostinho, mediante a fiscalização, preservação, conservação e recuperação dos recursos ambientais ” (CABO DE SANTO AGOSTINHO, 2009).

O referido dispositivo legal, em seu artigo 2º, apresenta várias definições, cabendo destacar as

constantes nos incisos: II e VIII, que dizem:

Art. 2º Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

(...)

II DEGRADAÇÃO AMBIENTAL: alteração adversa das características ambientais necessárias para a manutenção da qualidade de vida, resultante, direta ou indiretamente de atividades que:

- a) prejudiquem a saúde, o sossego, a segurança e o bem-estar da população;
- b) afetem desfavoravelmente os recursos naturais, tais como a fauna, flora, a água, o ar e o solo;
- c) afetem as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- d) lancem materiais ou utilizem energia em desacordo com os padrões e parâmetros estabelecidos pela legislação federal, estadual e municipal.

(...)

VIII IMPACTO AMBIENTAL: efeito das atividades que podem provocar perdas na qualidade dos recursos ambientais e da saúde da população.

Cabo de Santo Agostinho (2009), em seu artigo 3º, trata das políticas ambientais do município, cabendo destacar que a mesma deve, dentre outras coisas, “controlar, fiscalizar e licenciar as atividades potencial e efetivamente promotoras de degradação ou poluição ambiental” e “impor ao agente de degradação ambiental a obrigação de recuperar e indenizar os danos causados ao meio ambiente ou à população, nos casos tecnicamente comprovados”.

O referido dispositivo legal, visa também a prevenção, combate e controle da poluição e das suas fontes poluidoras, mediante “o controle dos empreendimentos e/ou atividades poluidoras, dos processos produtivos, das obras, dos empreendimentos e da exploração de recursos ambientais, (...) (CABO DE SANTO AGOSTINHO, 2009).

Por fim, a Secretária Executiva de Meio Ambiente, SEMA, do Município do Cabo de Santo Agostinho, por meio de seus órgãos competentes, é a responsável pela fiscalização ambiental, na forma estabelecida em lei (CABO DE SANTO AGOSTINHO, 2009).

2.4.7 Normas técnicas relacionadas aos RCD

Em função da expansão das atividades do setor da construção civil e pela crescente geração de RCD, no Brasil, foram elaboradas legislações objetivando o uso racional dos recursos naturais, a redução e o reaproveitamento dos resíduos gerados, tendo em vista uma melhor gestão ambiental e a minimização dos impactos ambientais (FERNANDES DOS SANTOS *et al.* 2012).

Desta forma, os Comitês Técnicos da ABNT elaboraram uma série de normas técnicas relacionadas com a implantação de áreas de transbordo e triagem, de aterros de inertes e de

reciclagem dos RCD, além de procedimentos para a execução da pavimentação com agregados reciclados e de concreto sem função estrutural (CABRAL; MOREIRA, 2011), como é apresentado, de forma resumida, no Quadro 2.13.

Quadro 2.13 - Normas técnicas relacionadas com os RCD.

Norma	Título
NBR 15.112/04	Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
NBR 15.113/04	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes. Aterros. Diretrizes para projeto, implantação e operação.
NBR 15.114/04	Resíduos sólidos da construção civil. Áreas de reciclagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação
NBR 15.115/04	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Execução de camadas de pavimentação. Procedimentos.
NBR 15.116/04	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos

Fonte: Adaptado de Cabral e Moreira (2011).

2.5 Gestão dos RCD

Os conceitos de Gestão e Gerenciamento são diferentes, sendo, em certas situações, tidos erroneamente como sinônimos (LÚCIO, 2013). Não existe atualmente, entre os autores, um consenso quanto a sua conceituação (BRUM, 2013).

De acordo com Nagalli (2014) o sistema de gestão de resíduos objetiva reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, englobando ainda o planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e os recursos necessários para desenvolver e programar as ações dos programas e planos.

A gestão dos resíduos sólidos visa o estabelecimento de diretrizes, metas de controle das fontes geradoras, manejo e a promoção dos princípios de minimização de geração, de acordo com preceitos de saúde pública, ambientais, técnico operacionais, econômicos, sociais e legais, onde estas balizarão as ações de gerenciamento desses resíduos (CÓRDOBA, 2010).

Para Araújo (2002) o termo gestão é o “processo de conceber, planejar, definir, organizar e controlar as ações a serem efetivadas pelo sistema de gerenciamento de resíduos”. Ainda de acordo com a autora, o referido processo engloba as etapas de definição de princípios, objetivos, estabelecimento de políticas, do modelo de gestão, metas, sistemas de controles operacionais, medição e avaliação do desempenho e previsão dos recursos necessários.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) define em seu artigo 3º, inciso XI:

XI - gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável;

Entretanto, apesar de estar legalmente prevista, a gestão integrada ainda não é uma realidade na maioria dos municípios brasileiros. Em sua grande maioria, são adotadas pelos municípios, soluções emergenciais para minimizar o impacto causado pelos RCD por meio de medidas paliativas (LÚCIO, 2013). Pinto (1999) classificou essa forma de gestão como corretiva e a caracterizou “por englobar atividades não preventivas, repetitivas e custosas das quais não surtem resultados adequados, por isso profundamente ineficientes”.

Para Moraes (2006), apesar de várias cidades brasileiras já terem implantado modelos de gerenciamento de RCD, a grande maioria dos municípios tem se limitado a atuar de forma corretiva das deposições irregulares. Ainda de acordo com a autora, a atuação corretiva vem agravando o problema, reforçando a urgência na implementação de políticas públicas para controle da situação.

Objetivando acabar com as deficiências apresentadas pela gestão corretiva, Pinto (1999) apresentou a gestão diferenciada dos RCD que se caracteriza por um conjunto de ações que visam: a captação máxima dos resíduos gerados, por meio da implementação de redes de coleta diferenciadas para pequenos e grandes geradores, reciclagem dos resíduos captados, alterações dos procedimentos e culturas.

Uma das ferramentas de auxílio a gestão diferenciada de RCD no município é a utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). “O SIG são sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la” (COSTA *et al.*, 2013).

2.6 Gerenciamento dos RCD

O gerenciamento de resíduos sólidos pode ser conceituado, resumidamente, como as ações a serem executadas para concretizar as metas e diretrizes estabelecidas no modelo de gestão dos resíduos sólidos (CÓRDOBA, 2010).

Segundo Azambuja (2002) o gerenciamento diz respeito ao “conjunto de ações técnico operacionais que visam implantar, orientar, coordenar, controlar e fiscalizar os objetivos estabelecidos na gestão” (ARAÚJO, 2002).

A resolução CONAMA n. ° 307/02 (CONAMA, 2002) alterada pela resolução CONAMA n. ° 448/12 (CONAMA, 2012) em seu artigo 2º, incisos: XI, define:

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

(...)

XI - Gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010; (nova redação dada pela Resolução 448/12)

(...)

No contexto da gestão diferenciada, a oferta de Áreas de Transbordo e Triagem – ATT se apresenta como uma eficiente ferramenta de gerenciamento dos RCD a ser implementada pelos municípios. A resolução CONAMA n. ° 307/02 (CONAMA, 2002) alterada pela resolução CONAMA n. ° 448/12 (CONAMA, 2012) define, em seu art. 2º, inciso X:

X - Área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT): área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos a saúde pública e a segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos; (nova redação dada pela Resolução 448/12)

Fukurozaki e Seo (2004) desenvolveram um estudo para avaliar os resultados ambientais, socioeconômicos produzidos pela atuação de uma ATT no município de São Paulo e sua importância no gerenciamento integrado dos RCD. Dentre os resultados obtidos os autores destacaram a redução do descarte irregular dos RCD em vias e áreas públicas e corpos d’água, a redução dos gastos municipais com a remediação de danos ao meio ambiente e a qualidade de vida. Adicionalmente, percebeu-se que as ATT permitiam a reutilização e/ou reciclagem dos RCD e contribuía para a redução do consumo de recursos naturais não renováveis.

Um importante aspecto a ser considerado quando da implantação de ATT é a localização das mesmas. Neste sentido, Pinto e Gonzalez (2005) *apud* Córdoba (2010) ressaltam que a localização das ATT deve ser planejada levando em consideração os seguintes fatores básicos:

- uso e ocupação do solo, baseadas no Plano Diretor do município;
- localização em áreas com maior concentração de geradores de grandes volumes de RCD;
- fácil acessibilidade ao local, para favorecer o deslocamento de veículos de carga de maior porte.

Desta forma, a correta distribuição espacial das ATT deve ser o resultado de um adequado planejamento haja vista que a concentração dos RCD barateia a reciclagem dos mesmos devido à redução dos gastos com transporte, sendo este, geralmente o gasto mais importante num processo de reciclagem (MARQUES NETO, 2004). Adicionalmente, o autor informa que os espaços urbanos não suportam mais soluções emergenciais e não preventivas para impactos causados pelos RCD.

Nesse contexto, o gerenciamento dos RCD não é feito apenas pelas construtoras, mas também pela participação dos geradores, transportadores, destinatários, agentes licenciadores e de fiscalização, fornecedores, clientes, consultores, auditores e pesquisadores (NAGALLI, 2014).

Nos canteiros de obras, o gerenciamento deve considerar as complexidades relativas ao processo construtivo de um edifício e as dificuldades em combinar as formas de disposição dos resíduos (BLUMENSCHHEIN, 2007).

Um instrumento de gerenciamento previsto por CONAMA (2002) é o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). Sendo este um relatório técnico, elaborado antes da execução da obra, cujo objetivo é estimar os quantitativos dos RCD a serem gerados e implantar ações para o seu gerenciamento (NAGALLI, 2014).

Um outro instrumento de gerenciamento destacado pelo referido autor é o Relatório de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (RGRCC) sendo este periódico ou conclusivo, trazendo as informações do trabalho de gerenciamento podendo auxiliar o trabalho dos agentes fiscalizadores.

De acordo com Gusmão (2008) não existe “um modelo padronizado para elaboração de um PGRCC”. Entretanto a Resolução CONAMA (2002), alterada pela resolução CONAMA (2012) em seu artigo 6º, exige alguns tópicos que deverão constar no PGRCC de acordo com o quadro 2.14.

Quadro 2.14 – Tópicos Previstos em um PGRCC.

Tópicos	Requisitos do PGRCC	Instrumentos Necessários
Caracterização dos RCD	- Deve ser feita a identificação e quantificação dos resíduos.	- Indicadores gerais de geração de RCD. - Indicadores específicos de geração de resíduos por serviços (ex: demolição, assentamento de tijolos, etc).
Triagem	- A segregação dos resíduos deverá ser realizada pelo gerador preferencialmente na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos.	- Sensibilização dos operários sobre a problemática dos RCD. - Treinamento dos operários para que se faça a segregação dos resíduos.
Acondicionamento dos RCD	- O gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando, em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e reciclagem.	- Definição de recipientes e locais devidamente sinalizados que permitam a segregação e acondicionamento dos resíduos pelos operários.
Transporte	- Deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos.	- Transporte dos RCD em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos.
Destinação	- Deverá ser prevista de acordo com o estabelecido na Resolução.	- Deposição dos resíduos Classe A em áreas licenciadas pelos órgãos municipais e estaduais, tais como área de transbordo e triagem-ATT, unidades de beneficiamento e aterros de inertes. - Recolhimento dos resíduos Classe B por destinatários cadastrados pela empresa. - Tratamento dos resíduos Classe C e D por empresas licenciadas pelos órgãos municipais e estaduais.

Fonte: Adaptado de Gusmão (2008).

Importante destacar que Segundo Cabral e Moreira (2011) antes da elaboração do PGRCC é necessário caracterizar quantitativa e qualitativamente os resíduos a serem gerados, sendo estas informações fundamentais para o dimensionamento dos dispositivos de acondicionamentos dos RCD a serem gerados (CABRAL; MOREIRA, 2011).

Segundo Paz (2014) o PGRCC inclui também croquis com detalhamento de depósitos provisórios, fluxo da movimentação dos RCD dentro dos canteiros, descrição dos recipientes de armazenamento e coleta, levando ainda em consideração os equipamentos necessários. Nos subtópicos a seguir serão detalhados os principais aspectos do gerenciamento dos RCD.

2.6.1 Segregação ou Triagem

De acordo com Cabral e Moreira (2011) esta etapa é de fundamental importância para o processo de reciclagem dos RCD, tendo em vista que RCD contaminados produzem reciclados de baixa qualidade.

Os autores ainda ressaltam que a mão de obra utilizada no trabalho de reciclagem deve ser treinada, sendo esta atividade não apenas importante para a reciclagem, mas também para a organização e limpeza do local de trabalho. Onde a segregação dos RCD deve ser feita separando-os em materiais cimentícios, cerâmicos, metais, madeira, plásticos e outros, podendo esta etapa ser facilitada por meio da segregação dos resíduos nas suas fontes geradoras (NOVAES; MOURÃO, 2008).

A segregação dos RCD também pode ocorrer em Áreas de Transbordo e Triagem (ATT) onde nas obras ocorre a separação em classes e nas ATTs ocorre a separação por tipo de materiais, sendo este destinado à reciclagem (GUERRA, 2009).

Por fim, a autora ainda ressalta que, em qualquer dos casos, o gerador deve controlar a qualidade do trabalho de segregação tendo em vista que a contaminação do resíduo diminui a viabilidade do tratamento dos RCD gerados, podendo até mesmo acarretar a inviabilização do tratamento (GUERRA, 2009).

2.6.2 Acondicionamento Inicial e Final

Na sequência, após a segregação e ao término do dia de trabalho ou atividade, os RCD devem ser depositados em recipientes distribuídos de forma estratégica no canteiro de obras, ficando nestes locais até o enchimento do recipiente onde deverão ser transportados, internamente no canteiro, para o depósito final de onde sairão para a reutilização, reciclagem ou destino final (LIMA; LIMA, 2009).

De acordo com Lima e Lima (2009) os dispositivos de armazenamento atualmente mais utilizados são bombonas, bags, baias e caçambas estacionárias. Ressaltando ainda que estes dispositivos deverão ser sinalizados informando o tipo de resíduo que cada um acondiciona.

Inicialmente os resíduos devem ser armazenados no próprio local de geração, devendo plásticos, madeiras, papéis e metais de pequenas dimensões acondicionados em recipientes do tipo bombonas plásticas de 50 litros ou em outro recipiente aberto e resistente (PAZ, 2014).

O autor ainda informa que internamente os recipientes podem conter um saco de r fia, com dimensões adequadas, dobrado para fora, destaca ainda que os recipientes para a deposi o dos resíduos orgânicos deverão ter tampa e serem utilizados com sacos de lixo apropriados.

Por fim, o acondicionamento final dos resíduos deve garantir a manuten o da segrega o já realizada, materiais leves devem ser depositados em big bags, outros devem ser depositados em baias fixas ou móveis em caçambas estacionárias (PAZ, 2014).

2.6.3 Transporte Interno e Externo

O transporte horizontal dos resíduos, de uma forma geral,   feito por meio de carrinhos de mão e giricas e o deslocamento vertical   feito por meio de tubos condutores de entulho ou elevadores de carga sendo utilizada a grua para a movimenta o vertical de volumes grandes de resíduos (CABRAL; MOREIRA, 2011).

O transporte externo, deverá ser feito por empresa devidamente credenciada pelo órgão competente devendo a mesma transportar os RCD do canteiro de obras para uma destina o final correta (PAZ, 2014).

Por fim, o controle da coleta e transporte dos RCD deve ser feito por meio do preenchimento de uma ficha contendo dados do gerador, tipo e quantidade de resíduos, dados do transportador e dados do local de destina o final dos resíduos (SANTOS, 2015).

2.6.4 Disposi o Final

A disposi o final dos RCD deve ser feita em áreas licenciadas para este fim (PAZ, 2014). Onde os resíduos classe A deverão ser levados para as ATTs, locais de reciclagem ou aterros de inertes e os de classe B “podem ser comercializados com empresas, cooperativas ou associa es de coleta seletiva” (SANTOS, 2015).

A autora ainda informa que na destina o dos resíduos de classe C e D deverá ocorrer o envolvimento dos fornecedores tendo em vista a configura o da corresponsabilidade na destina o dos mesmos.

Cabral e Moreira (2011) propõem alternativas para destina o de alguns dos RCD gerados em canteiros de obras, conforme quadro 2.15 a seguir:

Quadro 2.15 – Alternativas de destinação para alguns dos RCD gerados em canteiros de obras.

Tipo de RCD gerado	Alternativa proposta
Concreto	Se não for beneficiado pode ser utilizado na construção de estradas ou como material de aterro ou melhoramento de solo
Madeira	Pode ser utilizada na obra se não estiver suja e danificada;
Resíduos de alvenaria	Pode ser utilizado também como massa na fabricação de tijolos, com o aproveitamento até da sua parte fina como material de enchimento, além de poder ser queimado e transformado em cinzas com reutilização na própria construção civil;
Saco de cimento	Devem retornar à fábrica para utilização com combustível na produção do cimento

Fonte: Cabral e Moreira (2011).

Finalizando, Zanta *et al.* (2008) chama atenção para o fato de que a forma de destinação mais conveniente e menos eficiente, mediante o encaminhamento dos RCD para aterros de inertes, não é a melhor opção pois ocupa espaço no aterro, diminuindo sua vida útil, e gera despesas sem produzir receita.

2.7 Geoprocessamento e análise especial

Lúcio (2013) define geoprocessamento como:

O Geoprocessamento é o conjunto de métodos e técnicas destinados à coleta, tratamento, representação e análise de dados geográficos espacialmente localizados (dados aos quais são associadas coordenadas e projeção cartográfica) e disponíveis em meio digital.

Segundo Ornelas (2011), de uma forma geral, “geoprocessamento pode ser considerado como sendo um conjunto de ciências, técnicas e tecnologias utilizadas para aquisição, processamento, armazenamento e publicação de dados e informações espacialmente explícitas”.

Quanto ao geoprocessamento, Simões (2009) informa que:

A ferramenta proporciona uma visão de conjunto, cujos elementos constituintes se dispõem de maneira integrada, e talvez seja esta uma das peculiaridades mais importantes do Geoprocessamento, o que justifica o seu uso no planejamento e a gestão, principalmente, na área ambiental.

Um outro conceito igualmente importante é o de Sistema de Informações Geográficas – SIG

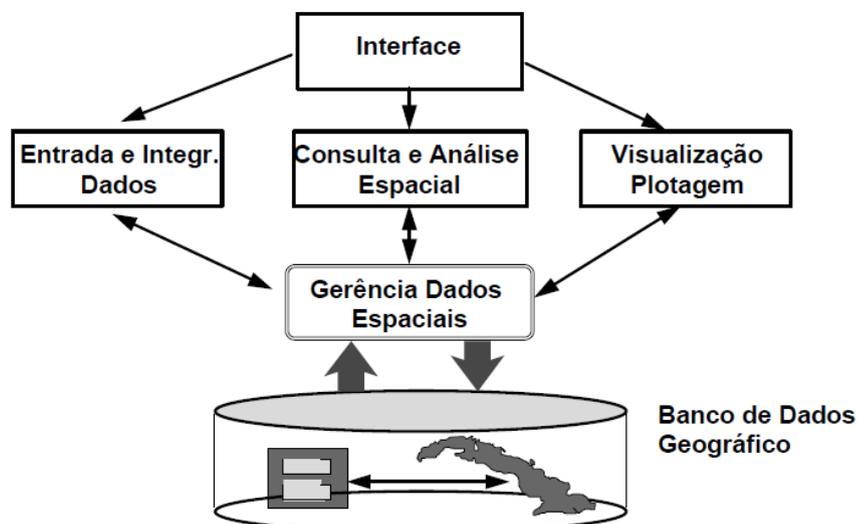
que de acordo com Lúcio (2013) “é um sistema computadorizado, composto por um conjunto de ferramentas para manipulação de mapas e imagens digitais geograficamente referenciados”.

Os SIG possibilitam a captura, entrada, manipulação, transformação, visualização, consulta, análise, modelagem e apresentação de dados georreferenciados (ORNELAS, 2011). Ainda de acordo com o referido autor, os SIG vêm sendo amplamente utilizados na Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos, principalmente nas etapas de coleta e disposição final.

Hungari (2009) informa que por muito tempo, os estudos na área de teoria da localização foram acadêmicos e teóricos em função da falta de dados e a dificuldade para processar os numerosos cálculos numéricos, entretanto nas últimas décadas, devido ao desenvolvimento dos SIG, ocorreu o desenvolvimento da parte prática dos estudos de localização, devido a capacidade dos SIG em armazenar, manipular, processar e criar informações georreferenciadas.

Consistindo a análise espacial em mensurar propriedades e relacionamentos, considerando a localização espacial do fenômeno em estudo de maneira explícita (CÂMARA *et al.*, 2004). O citado autor alerta que para o correto desempenho de suas funções é necessário que a geometria e os atributos dos dados num SIG estejam georreferenciados, ou seja, identificados na superfície da terra e representados numa mesma projeção cartográfica. A Figura 2.7 representa de forma esquemática a estrutura geral de um SIG.

Figura 2.7 – Estrutura geral de um SIG.



Fonte: Câmara *et al.* (2004).

De acordo com Câmara *et al.* (2001) existem pelo menos três formas de utilização dos SIG:

- como ferramenta para produção de mapas;
- como suporte para análise espacial de fenômenos;
- como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e;
- recuperação de informação espacial.

Por fim, Borrough (1994) apud Ornelas (2011) “ressalta que a utilização dos SIG para mapeamento e análise espacial colabora no desenvolvimento e na automação da aquisição e análise de dados, assim como na apresentação e divulgação dos mesmos em diferentes formatos de arquivos”.

2.8 Impactos ambientais causados pelos RCD

A construção civil é um importante setor industrial do Brasil, tanto do ponto de vista econômico quando do social, devido a sua capacidade de gerar empregos, renda e de transformar o ambiente para atender as necessidades humanas. No entanto, a referida indústria também é caracterizada pelo grande consumo de recursos naturais, altos índices de geração de resíduos e degradação de áreas devido as deposições irregulares dos seus resíduos.

De acordo com Brasil (2010b) as degradações de áreas, por bota foras clandestinos ou por deposições irregulares, são comuns em bairros de menor renda, atraindo outros tipos de resíduos não inertes tornando mais complexa e cara a sua recuperação futura.

Segundo Pinto (1999) os RCD depositados irregularmente exercem atração sobre outros tipos de resíduos sólidos, atraindo resíduos volumosos, resíduos vegetais e outros resíduos não inertes que aceleram a deterioração ambiental. Além das consequências apresentadas, as deposições irregulares dos RCD podem: funcionar como locais de proliferação de vetores transmissores de doenças, obstruir o sistema de drenagem urbana, por em risco a estabilidade de encostas, contaminar cursos d’água e o solo.

De acordo com Gusmão (2008) os RCD são geralmente classificados com inertes, Classe II-B, conforme NBR 10.004 (ABNT, 2004), como já foi apresentado na seção 2.2.3 desta pesquisa. Entretanto estudos internacionais mostraram a produção de lixiviados e gases em aterros licenciados para o recebimento dos RCD (BIJU, 2015). A autora ainda ressalta que as emissões gasosas em aterros sanitários é algo bastante comum, mas emissões gasosas em aterros de inertes, além de não ser fonte de estudos corriqueiros, se apresenta como algo que foge à normalidade.

Townsend e Xu (2014) conduziram um estudo de campo em um aterro para RCD localizado perto de Orlando, Flórida, objetivando acabar com as emissões de H₂S por meio da utilização de diferentes tipos de materiais de cobertura do solo, o monitoramento das taxas de emissão e concentração do referido gás foram realizadas por um período de 10 meses. Dentre os resultados obtidos, os autores concluíram que as emissões de H₂S não eram contínuas, variaram de zero a uma taxa de emissão máxima de $1,24 \times 10^{-5} \text{ mgm}^{-2}\text{s}^{-1}$, sendo as mesmas afetadas pela humidade do solo e temperatura.

De acordo com Xu *et al.* (2010) do contato do gesso com a água, no interior da massa de resíduo, em aterros sanitários para RCD, são liberados sulfatos de cálcio em solução que em condições anaeróbicas, bactérias sulfato redutoras utilizam o sulfato como um acceptor de elétrons e produz o H₂S. Os autores ainda ressaltam que devido ao baixo potencial de geração de gás dos aterros para RCD, a maioria não possui sistema para coleta de gás como nos aterros sanitários para resíduos sólidos urbanos, como consequência a eliminação do H₂S gerado pode ocorrer a partir da superfície ou do perímetro do aterro.

López e Lobo (2014) desenvolveram um estudo de campo, pelo período de 5 anos, para observar, em larga escala, as emissões líquidas e gasosas geradas em um aterro construído em 2005, localizado em Corral Serra, região do Mediterrâneo, na Espanha, para recebimento dos RCD provenientes de usinas de recuperação e estações de transferência. De acordo com os autores, os materiais dispostos no aterro eram compostos principalmente por madeira e concreto, semelhante a outros locais que receberam os RCD, mas a quantidade de gesso (menos de 3% dos resíduos) era significativamente menor que em outros estudos realizados, que relataram percentuais acima de 20%. Dentre os resultados, a pesquisa revelou que os lixiviados produzidos continham poluentes típicos dos RCD, tais como diferentes íons inorgânicos e metais, alguns dos quais excederam outros valores relatados na literatura (condutividade, amônio, chumbo e arsênico) não foram detectados nem odor nem gases significativos sobre a superfície, entretanto amostras de gás retiradas do interior da massa de resíduo revelaram atividade redutora de sulfato e metanogênica.

Segundo BIJU (2015) a produção de lixiviados em aterros de RCD é devido aos depósitos de materiais biodegradáveis, como madeira, papelão entre outros, passando a biodegradabilidade a ganhar importância a medida que estes materiais são dispostos nos aterros. Desta forma, uma alternativa para evitar a produção de lixiviados e gases devido a decomposição de matéria orgânica nos aterros de inertes é a separação da fração orgânica e envio desta para um aterro de

resíduos comuns.

Também reque atenção os RCD que contém o asbesto (amianto). Sendo este mineral classificado como resíduo perigoso, classe D, de acordo com a resolução CONAMA n. ° 307/02, alterada pela resolução CONAMA n. ° 348/04. Os RCD que contém tintas, vernizes e materiais similares que contenham chumbo também são um problema. Onde a Lei n. ° 11.762/08 determina, em seus artigos: 1º e 2º, que:

Art. 1º Esta Lei fixa o limite máximo permitido de chumbo em tintas imobiliárias e de uso infantil e escolar, vernizes e materiais similares de revestimento de superfícies.

Art. 2º É proibida a fabricação, comercialização, distribuição e importação dos produtos referidos no art. 1º desta Lei com concentração igual ou superior a 0,06% (seis centésimos por cento) de chumbo, em peso, expresso como chumbo metálico, determinado em base seca ou conteúdo total não-volátil.

Por fim, Nagalli (2014) chama atenção para a prevenção qualitativa e quantitativa na geração dos RCD com vistas à diminuição dos impactos ambientais. Ressaltando que além da adoção de materiais e métodos construtivos alternativos, a mão de obra deve ser qualificada.

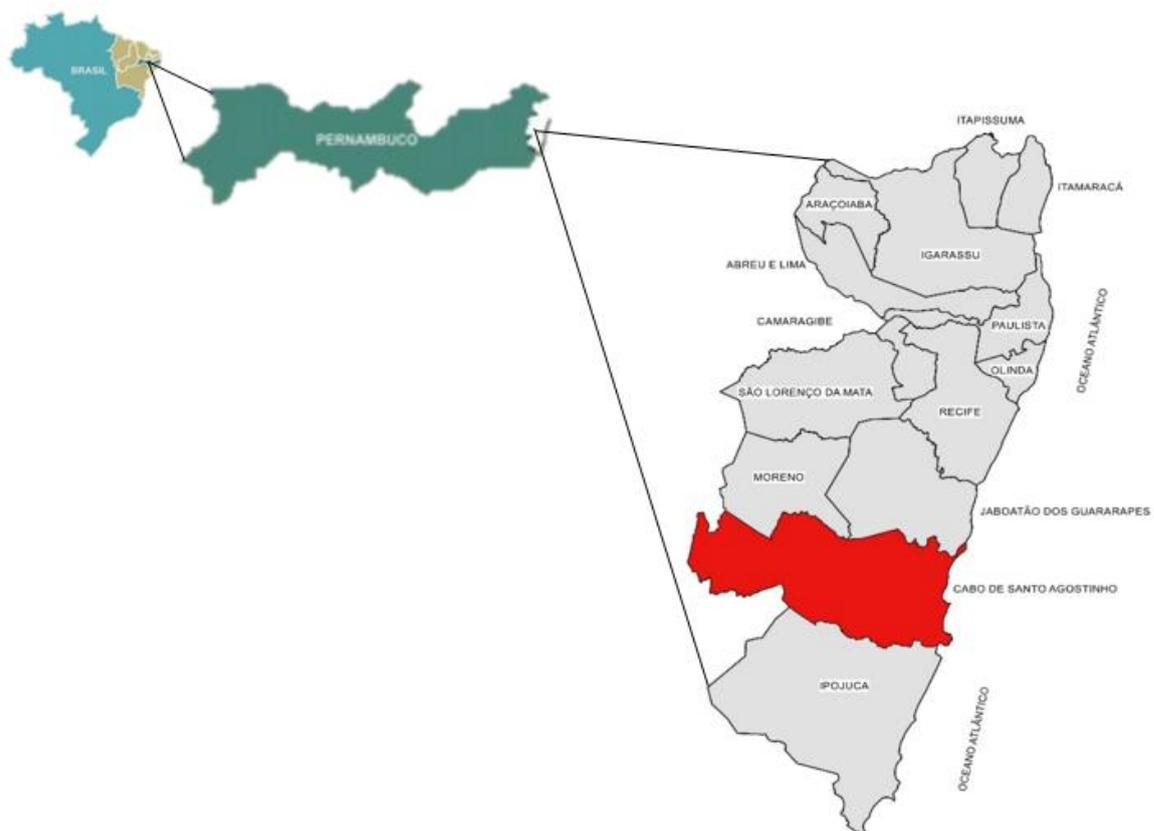
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Neste capítulo são apresentados indicadores básicos do município do Cabo de Santo Agostinho/PE, tais como: localização, divisão distrital e político administrativa, demografia, relevo, clima, hidrografia e vegetação. Por meio destas informações é possível conhecer os aspectos locais e particularidades do município, sendo essas essenciais para o adequado diagnóstico da gestão dos RCD no município.

3.1 Localização

Situado nas coordenadas geográficas de Latitude S 8° 17' 15" e Longitude W Gr. 35° 02' 00" (PARAHYBA JÚNIOR, 2010) o município do Cabo de Santo Agostinho, pertencente ao estado de Pernambuco, possuindo uma área total de 448,735 km² (IBGE, 2017), está inserido “na Mesorregião Metropolitana do Recife, Microrregião de Suape” (CABO DE SANTO AGOSTINHO, 2016). Confronta-se ao norte com os municípios de Moreno e Jaboatão dos Guararapes, ao sul com os de Ipojuca e Escada, ao leste com o Oceano Atlântico e ao oeste com Vitória de Santo Antão (FARDUPE, 2014) conforme pode ser observado na Figura 3.1.

Figura 3.1 – Localização do município do Cabo de Santo Agostinho/PE e seus confrontantes.



Fonte: O autor.

3.2 Divisão distrital e político administrativa

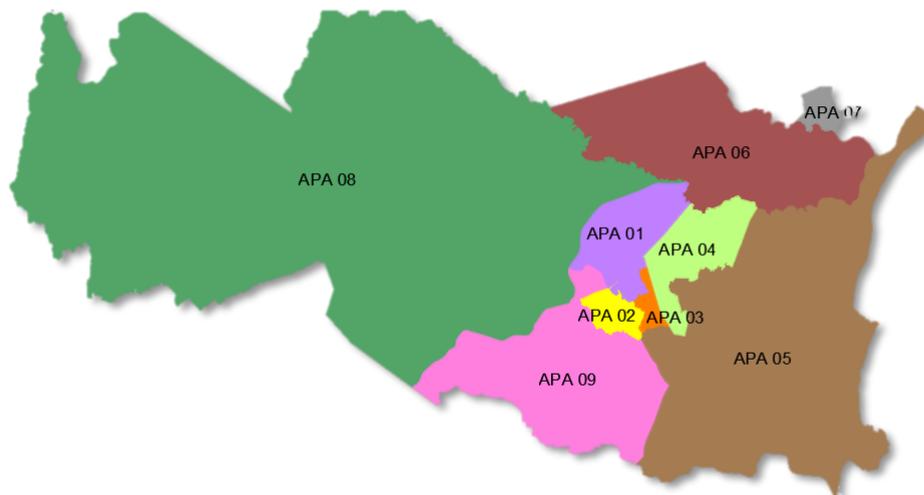
O município do Cabo de Santo Agostinho/PE está dividido em 04 distritos: Juçaral, Ponte dos Carvalhos, Cabo de Santo Agostinho – Centro e Santo Agostinho – Praias (Figura 3.2), subdivididos em 09 Áreas Político Administrativas (APAs) (Figura 3.3) e essas também subdivididas em regiões menores totalizando 24 bairros (CABO DE SANTO AGOSTINHO, 2016a).

Figura 3.2 – Divisão Distrital do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: Cabo de Santo Agostinho (2016a).

Figura 3.3 – Divisão Político Administrativa do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: Cabo de Santo Agostinho (2016a).

Os bairros do município do Cabo de Santo Agostinho são: Centro, Malaquias, São Francisco, Charnequinha, Cohab, Destilaria, Vila Social Contra Mocambo (V.S.C.M), Santo Inácio, Garapú, Charneca, Pirapama, Rosário, Juçaral, Bom Conselho, Ponte dos Carvalhos, Engenho Ilha, Pontezinha, Vila de Suape, Gaibu, Enseada dos Corais, Itapoama, Paiva, Industrial DIPER e Industrial Santo

Estevão (CABO DE SANTO AGOSTINHO, 2016a). Como pode ser observado no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Distritos, APAs, Bairros / Microrregiões do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.

Distritos	APAs	Sede	Bairros / Microrregiões
Cabo de Santo Agostinho - Centro	01	Centro	Centro, São Judas Tadeu, Mauriti, Malaquias, Alto do Cruzeiro, Torrinha, Sapucaia e Vila dos irmãos.
	02	São Francisco	São Francisco, Santíssimo, Canequinha, Alto do Miranda e Vila Aurino Xavier.
	03	Cohab	Cohab, Alto da Bela Vista, Vila Esperança, Vila Nova Vida, Madre Iva e Alto do Colégio.
	04	Vilas	Vila Social Contra Mocambo, Vila Feliz, Destilaria Pres. Vargas, Santo Inácio, Vila Roca, Zumbi dos Palmares, Cidade Guarapu e Vila Claudete.
Santo Agostinho - Praias	05	Rosário	Suape, Calhetas, Gaibu, Enseada dos Corais, Xaréu, Itapuama, Paiva, Gaibu Novo, Água Comprida, Sítio Tomás, Vila dos Pescadores e Vila de Suape.
Ponte dos Carvalhos	06	Ponte dos Carvalhos	Loteamento Ilha, Bom Conselho, Caçari, Altos dos Índios, Alto do Sol, Santa Terezinha, Santa Sofia, Santa Catarina, Futuro, Fluminense, Maruim, Nova Morada, Nova Era, Cidade Jardim, Manoel Vigia, Nova Esperança e Usina Bom Jesus.
	07	Pontezinha	Curcurana, Santa Rosa, Jardim Vertentes, Nova Veneza, Senhor do Bonfim, Santa Terezinha e Ioiô Cadete.
Juçaral	08	Juçaral	Vila de Juçaral e toda área rural exceto Pirapama.
Cabo de Santo Agostinho - Centro	09	Chameca	Rosa dos Ventos, Chácara Bela Vista, Belo Horizonte, Córrego do Moecego, Córrego dos Porfírios, Porcos, Matinha e Vila da Usina Mercês.

Fonte: O autor.

3.3 Demografia

Segundo o IBGE (2017) para o ano de 2016 foi estimada uma população residente no referido município de 202.636 habitantes, representando um crescimento populacional por volta de 9,51% em comparação com o ano de 2010.

De acordo com o censo de 2010, o distrito mais populoso foi o de Cabo de Santo Agostinho – Centro, com uma população residente de 104.000 habitantes (IBGE, 2010). Ainda de acordo a mesma, o distrito de Ponte dos Carvalhos apresentou uma população residente de 54.061 habitantes. Já os distritos de

Santo Agostinho – Praias e Juçaral apresentaram, respectivamente, uma população residente de 21.180 e 5.784 habitantes (IBGE, 2010).

3.4 Relevô

O município possui relevô fortemente ondulado (PARAHYBA JÚNIOR, 2010). De acordo com FARDUPE (2014) no município predominam as seguintes morfoestruturas:

- (i) O domínio do embasamento cristalino: Constituído por rochas de idade pré-cambriana que formam os terrenos gnáissicos-migmatíticos, estruturalmente orientados na direção SW-NE e com estruturas mais recentes no sentido NW-SE; e
- (ii) O domínio de Rifte1: Composto por uma sequência vulcano-sedimentar (Formação Cabo, Formação Algodoads e Formação Ipojuca) que repousa sobre o embasamento. Esta sequência é, em parte, recoberta por sedimentos terciários (Formação Barreiras) e por sedimentos mais recentes de idade Quaternária.

3.5 Clima

O município apresenta um clima do tipo Tropical Chuvoso com verão seco onde o período de chuva tem início no outono/inverno nos meses de dezembro/janeiro e término em setembro, apresentando uma precipitação média anual é de 1309,9 mm (CPRM, 2005).

3.6 Hidrografia

Os principais rios que banham o município do Cabo de Santo Agostinho/PE são: Pirapama, Jaboatão e Gurjaú (CABO DE SANTO AGOSTINHO, 2016) estando o mesmo totalmente inserido no grupo de bacias de pequenos rios litorâneos 2 – GL2, situada no litoral pernambucano entre 08°02'42" e 08°25'59" de latitude Sul, e 34°52'27" e 35°23'06" de longitude Oeste (FADURPE, 2014).

3.7 Atividades econômicas

No município do Cabo de Santo Agostinho são desenvolvidas as seguintes atividades econômicas: agricultura, agropecuária, extração de minerais, indústria de transformação, construção civil, comércio em geral e turismo. Segundo o valor de produção, as principais culturas agrícolas municipais são as de: Cana de Açúcar, Banana, Coco da Baía e Laranja, representando estas, no ano de 2014, uma receita total de R\$ 16.044.000 (PERNAMBUCO, 2014).

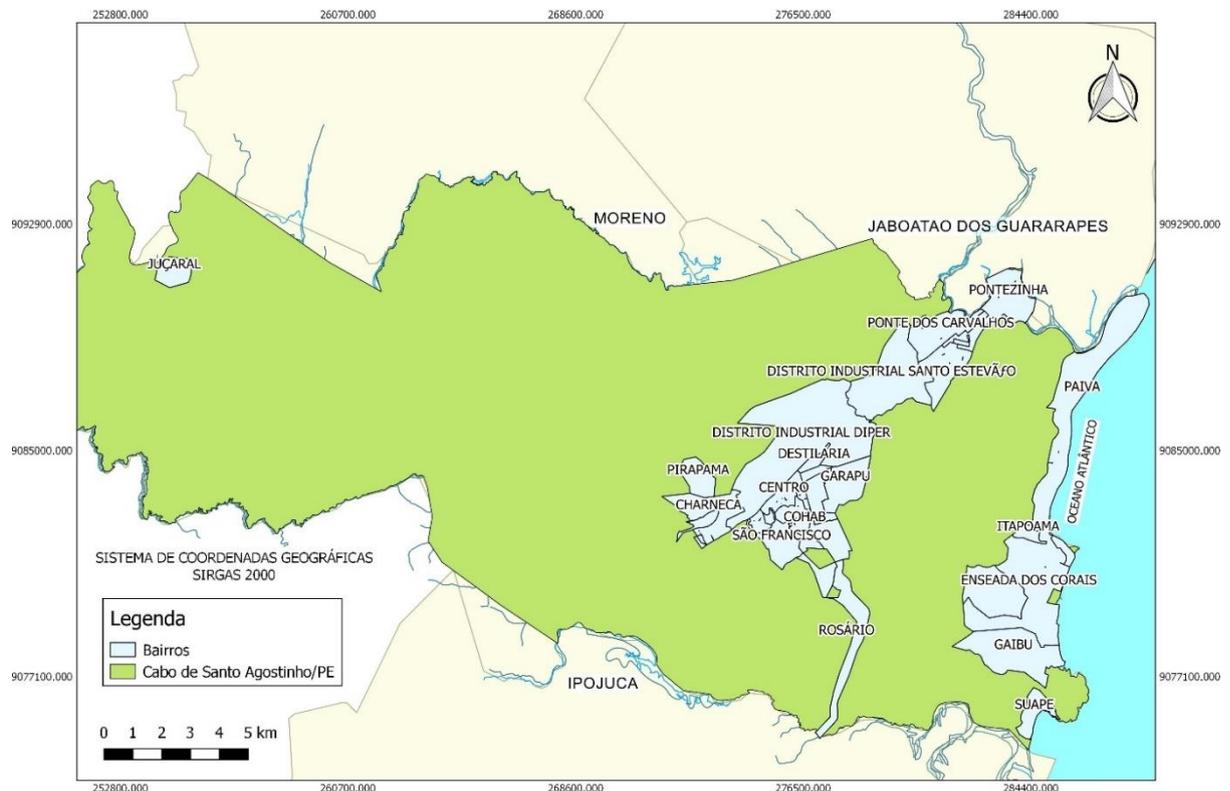
3.8 Ocupação urbana

De acordo com o censo realizado pelo IBGE (2010) existiam no município 53.402 domicílios particulares permanentes e apresentou uma taxa de urbanização de 90,68%. Revelando o elevado grau de urbanização do município, provavelmente, consequência do êxodo rural.

O município tem sua ocupação urbana distribuída em grandes concentrações isoladas, situadas no Distrito sede, ao redor do entroncamento da PE-60 com a BR – 101, trecho antigo, e ao longo desta, indo mais ao sul, estende-se pela PE-60 até o bairro de Rosário, até ao limite da propriedade do Complexo de Suape (FADURPE, 2014). Ainda de acordo com a referida fonte, as áreas localizadas na faixa de praias possuem um padrão urbanístico bastante diferenciado dos outros conjuntos urbanos, indo de loteamentos de alto padrão construtivo como os da Reserva do Paiva à ocupação de veraneio, originalmente segunda residência, nas praias de Gaibu, Enseada dos Corais e Itapoama.

De forma geral, a formação dos bairros do município ocorreu mais ao leste e na faixa litorânea, cabendo ainda destacar a existência do bairro de Juçaral pertencente à zona rural do município, como pode ser observado na Figura 1.2.

Figura 3.4 – Distribuição dos bairros do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.

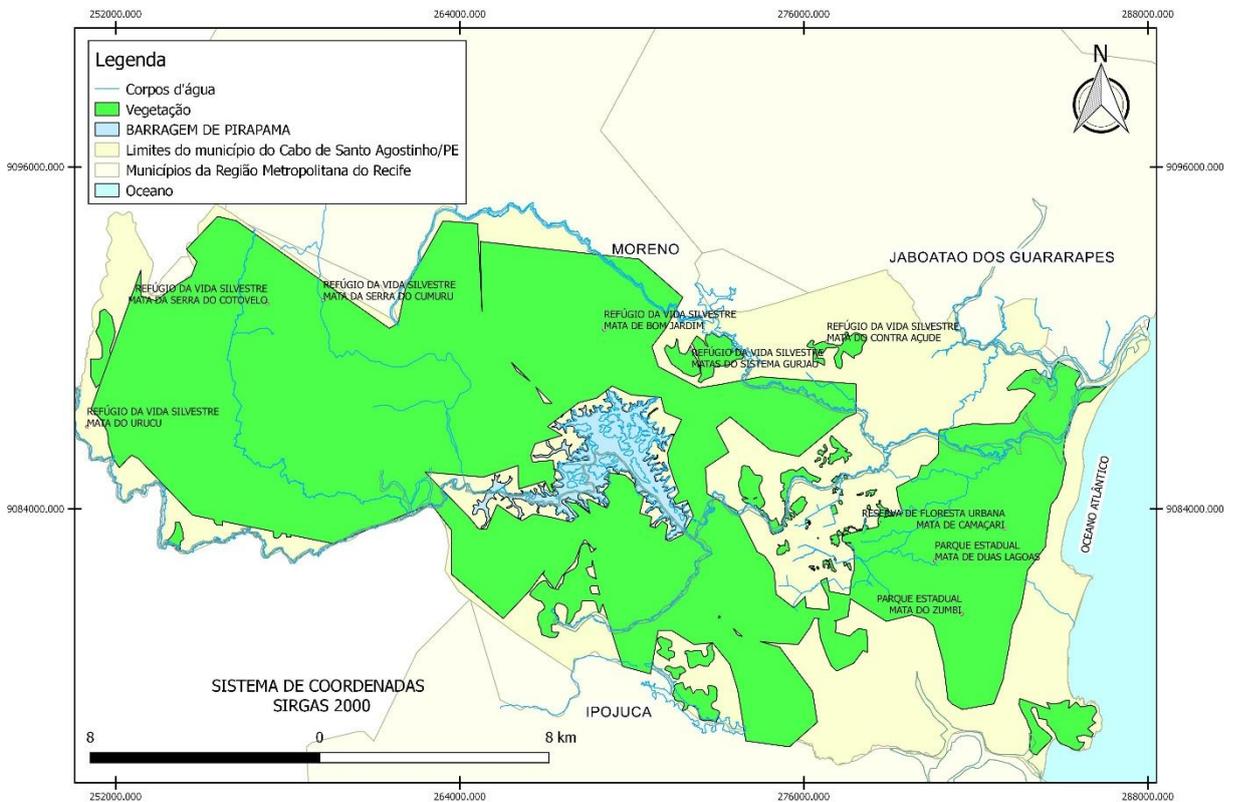


Fonte: O autor.

3.9 Vegetação

No município predomina a cana-de-açúcar, apresentando também matas capoeiras, capoeirinhas, coqueirais, manguezais e fragmentos de Mata Atlântica cabendo destacar a existência de 09 Reservas Ecológicas Estaduais (Figura 3.5): Matas do Zumbi, Duas Lagoas, Camaçari, Gurjaú, Serra do Cumaru, Contra Açude, Bom Jardim, Serra do Cotovelo e Urucu (PARAHYBA JÚNIOR, 2010). Em consonância com a lei estadual 9.989/87, que “Define as reservas ecológicas da Região Metropolitana do Recife” (PERNAMBUCO, 1987).

Figura 3.5 – Distribuição das reservas ecológicas da Região Metropolitana do Recife pertencentes ao município do Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

4 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos adotados para o desenvolvimento deste estudo de diagnóstico da gestão dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE, que incluiu as etapas de obtenção de dados, visita a canteiros de obras, mapeamento de pontos de descarte irregular dos RCD, visita ao local de destino final dos RCD e geoprocessamento e elaboração de mapas de correlação.

4.1 Descrição das etapas da pesquisa

A metodologia utilizada para diagnosticar a gestão dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE é baseada no Modelo Tecnológico para Diagnosticar a Situação dos RCD nos Municípios proposto por Marques Neto (2004), apoiando-se nos seguintes parâmetros: geração, composição, manejo e disposição.

O citado autor, inicialmente, sugere a descrição dos aspectos básicos do município, a caracterização quantitativa dos RCD, a composição percentual dos materiais presentes no entulho, o mapeamento das áreas de deposição clandestina na cidade e dos depósitos autorizados pela prefeitura.

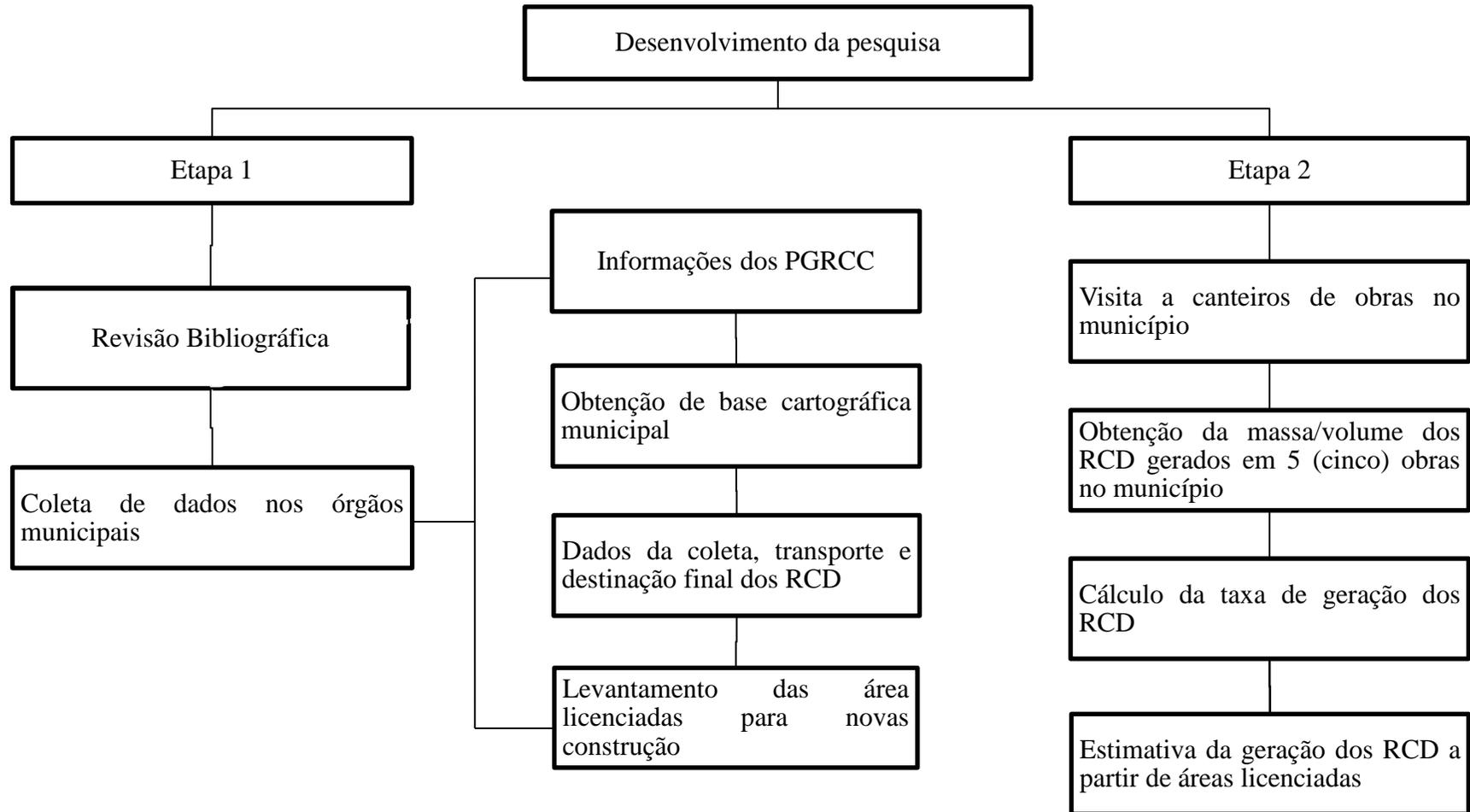
De acordo com Marques Neto (2004) a referida metodologia emprega as seguintes diretrizes:

- Histórico do desenvolvimento da cidade;
- Estudos dos aspectos físicos: localização, relevo, hidrografia, vegetação, entre outros;
- Estudos dos aspectos populacionais: crescimento demográfico, migração, processo de urbanização;
- Estudo dos Aspectos econômicos: setores primário, secundário e terciário;
- Estudo dos aspectos sociais: nível educacional, cultural, habitacional, de renda, de saneamento básico, de saúde, entre outros.

Além disto, buscou-se identificar as ações tomadas para se adequar às exigências da Resolução CONAMA n. ° 307/02 (CONAMA, 2002), com as suas alterações, por parte dos atores envolvidos, por meio da aplicação de questionários.

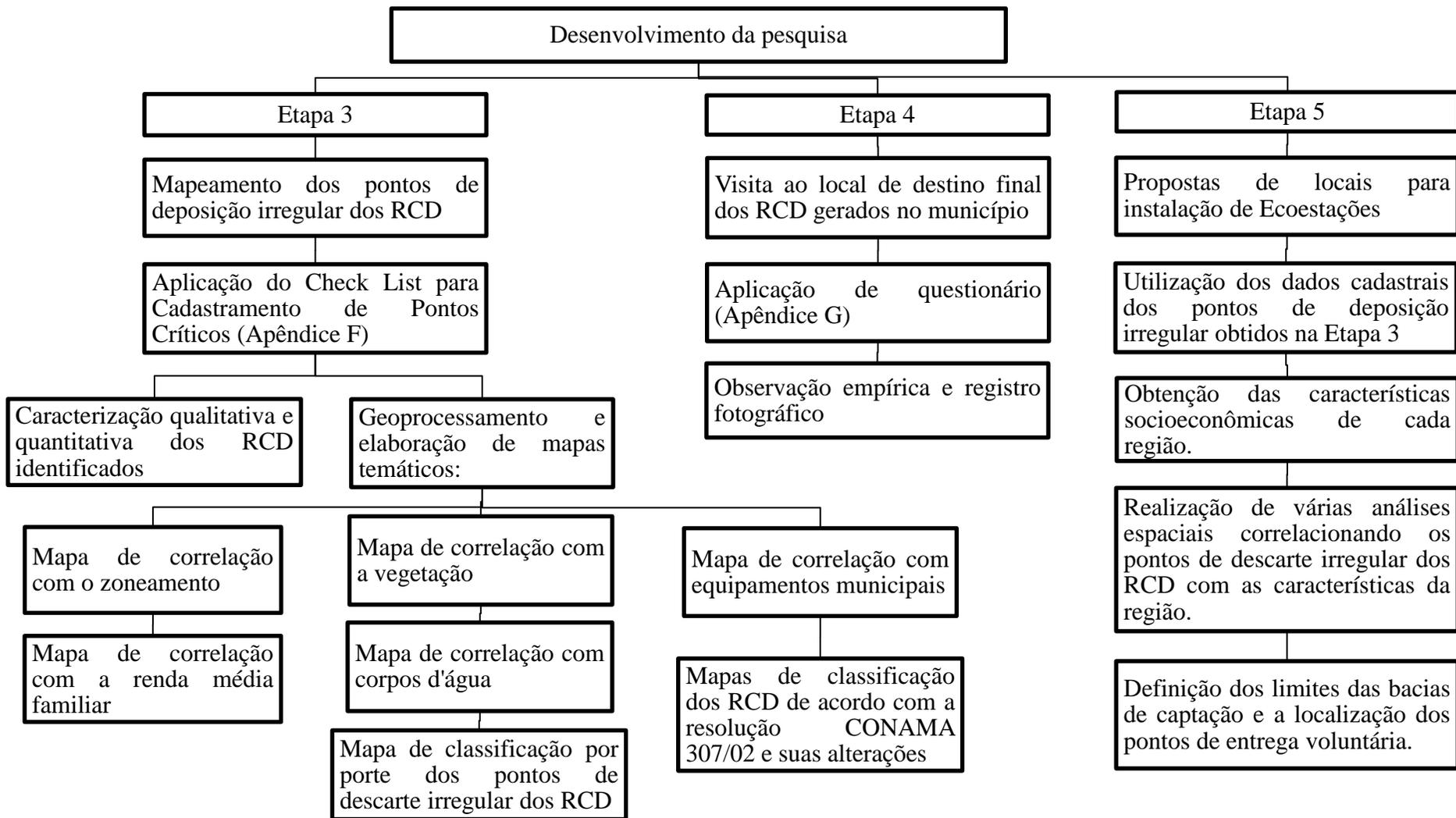
Para tanto, a metodologia da pesquisa foi estruturada em 05 (cinco) etapas de acordo com os fluxogramas (Figura 4.1 e 4.2). A estruturação em etapas visa facilitar o entendimento, contribuindo para uma maior clareza das informações apresentadas, cabendo ressaltar que a divisão em etapas é um recurso meramente didático estando as mesmas interligadas conferindo coerência e coesão ao diagnóstico feito.

Figura 4.1 – Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa: Etapas 1 e 2.



Fonte: O autor.

Figura 4.2 – Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa: Etapas 3, 4 e 5.



Fonte: O autor.

4.2 Etapa 1- obtenção de dados

Para obtenção de dados foi realizada uma ampla revisão bibliográfica em literatura especializada, nacional e internacional, além da pesquisa documental. Também foram obtidos dados por meio da aplicação de diferentes questionários direcionados para: a Secretaria Municipal de Planejamento e Meio Ambiente (Apêndice A), Secretaria Municipal de Limpeza Urbana (Apêndice B), Empresas de Coleta e Transporte dos RCD (Apêndice C) e Empresas de Coleta e Transporte de RSU (Apêndice D). A aplicação dos questionários ocorreu durante o ano de 2016.

Os dados coletados receberam um tratamento qualitativo e quantitativo, tabulados e, posteriormente, analisados. Foram combinados em 07 (sete) categorias distintas: (a) Deposições irregulares, (b) Locais de entrega voluntária para pequenos geradores, (c) Coleta e transporte, (d) Quantidades geradas, (e) Custos com coleta e transporte, (f) Instrumentos para política de gestão de resíduos e (g) coleta e segregação.

Destaca-se que o questionário aplicado junto ao setor de Limpeza Urbana do município teve como foco a obtenção de informações relacionadas com a gestão dos RCD no município, tais como custo para manutenção e limpeza urbana do município, se há política para a gestão dos RCD no município, dentre outras. Sendo estas fundamentais para o satisfatório desenvolvimento desta pesquisa. Situação semelhante aconteceu no setor de Planejamento e Meio Ambiente.

Desta maneira, durante a etapa 1 foram obtidas várias informações e arquivos, tais como: dados de PGRCC, exigidos aos grandes geradores; bases cartográficas municipais em formato digital; quantitativos dos resíduos coletados nos logradouros públicos municipais e transportados para o seu destino final nos anos de 2010 a 2015; as áreas licenciadas para novas construções nos anos de 2010 a 2015, entre outras.

4.3 Etapa 2 – canteiros de obras: visitas de campo e estimativa da geração dos RCD

Com o objetivo de identificar as ações adotadas pelos construtores para se adequarem as exigências da Resolução CONAMA n. ° 307/02 (CONAMA, 2012), e suas alterações, e obter dados de quantificação dos RCD gerados em obras concluídas ou em fase de conclusão, foram realizadas visitas a canteiros de obras e, em alguns casos, aos escritórios das construtoras atuantes no município.

Também foi aplicado um questionário junto aos responsáveis por cada uma das obras

(Apêndice E) que apresenta uma sequência de perguntas que buscam identificar o perfil das empresas construtoras visitadas, abordando desde o nível de qualificação dos serviços prestados, até seu grau de conhecimento da legislação referente aos RCD. Por fim, as perguntas versaram a respeito do gerenciamento dos RCD no canteiro de obras. Para tanto, foram contactadas quatro empresas construtoras, três de grande porte e uma de pequeno porte, responsáveis por obras no município do Cabo de Santo Agostinho/PE, sendo cada uma destas responsáveis pelos impactos ambientais causados pelos seus RCD gerados. Entretanto, apenas três empresas se dispuseram a prestar as informações solicitadas, sendo duas de grande porte e uma de pequeno porte, chamadas nesta pesquisa, respectivamente, de: empresa 01, empresa 02 e empresa 03.

Ainda nesta etapa da pesquisa, estimou-se a quantidade dos RCD gerados no município do Cabo de Santo Agostinho/PE nos anos de 2014 e 2015. A metodologia adotada tomou por base o total das áreas licenciadas: dos alvarás de construção (obras novas), dos alvarás de serviços sem reforma (demolições) e das licenças de reformas, com e sem acréscimo de área construída, expedidas pela Secretaria Municipal de Planejamento e Meio Ambiente do município do Cabo de Santo Agostinho/PE, do período de 2014 a 2015, solicitados a partir de ofícios, e conforme método de Marques Neto (2004).

Segundo Marques Neto (2004), para quantificar o volume dos RCD por meio das áreas licenciadas pela prefeitura, são adotadas algumas diretrizes como:

- Levantamento das áreas licenciadas por tipo de obra nos últimos dois anos;
- Levantamento de informações referentes à geração dos RCD em cinco obras, de diferentes áreas e usos, no município;
- Cálculo do volume (volume/área) das obras e massa total (massa/volume);
- Cálculo da taxa de geração dos RCD.

Seguindo esta metodologia, o tratamento dos dados ocorreu da seguinte maneira:

- Estimativas da geração dos RCD a partir dos alvarás de construção (obras novas), dos alvarás de serviços sem reforma (demolições) e das licenças de reformas, com e sem acréscimo de área construída, expedidos pelo órgão municipal no período de 2014 a 2015.

Cabe esclarecer que as empresas: 01, 02 e 03 responderam o questionário constante no Apêndice “E” desta pesquisa. Quanto ao cálculo da estimativa da geração dos RCD, as três empresas forneceram as informações necessárias, entretanto as informações apresentadas pela empresa 01 foram descartadas por não estarem compatíveis com a área construída do seu empreendimento. Desta forma, para o cálculo da estimativa da geração dos RCD foram considerados apenas os dados das empresas: 02 e 03.

Por fim, através das áreas licenciadas, para novas construções, demolições e reformas (com e sem acréscimo de área), e da taxa de geração dos RCD, em kg/m², foi possível estimar a geração dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.

4.4 Etapa 3 – mapeamento dos pontos de deposição irregular

Foram identificados em campo, por meio de buscas exploratórias, seguindo rotas previamente traçadas, pontos de descarte irregular dos RCD nos bairros, espalhados entre seis das nove Áreas Político Administrativas (APAs) do município, os quais foram cadastrados pelas suas coordenadas geográficas, obtidas por meio do uso do GPS (*Windows Phone*), e registro fotográfico. Sendo o referido cadastro feito a partir do Check List para Cadastramento de Pontos Críticos (Apêndice F), onde foram observados aspectos do meio: físico, biótico, antrópico e tipológicos dos resíduos, que foi baseado na metodologia de Albuquerque (2015) e Santos (2015), modificado levando em consideração as características inerentes do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.

Cabendo esclarecer que devido à formação urbana do município do Cabo de Santo Agostinho/PE, apresentada no item 3.8, as APAs: 02, 08 e 09 não foram objeto deste estudo, sendo pouco representativas do ponto de vista construtivo, como exemplo temos a APA 08 que compreende a zona rural do município, caracterizada por: vilarejos, estradas vicinais e difícil acesso.

Esses dados serviram de base para elaboração de mapas temáticos correlacionando os pontos de descarte irregular mapeados com: o zoneamento, renda média, vegetação, corpos d’água, porte dos pontos de descarte irregular dos RCD, equipamentos municipais e classificação do CONAMA 302/02 (CONAMA, 2002), em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), por meio da utilização do software livre QGIS 2.18.0 que deram subsídios para as análises da pesquisa.

Sendo assim, o Quadro 4.1 apresenta os aspectos verificados no raio de estudo por APA do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.

Quadro 4.1 – Aspectos verificados no raio de estudo por APA do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.

ASPECTO	APAs					
	01	03	04	05	06	07
Zoneamento	X	X	X	X	X	X
Renda média familiar	X	X	X	X	X	X
Vegetação	X		X	X		
Corpos d'água	X	X	X	X	X	
Porte dos pontos	X	X	X	X	X	X
Equipamentos municipais			X	X		
Classificação CONAMA 307/02	X	X	X	X	X	X

Fonte: O autor.

A identificação dos materiais que estavam presentes nas pilhas e a estimativa de suas quantidades foram feitas por meio da análise visual. Sendo as mesmas classificadas como pilhas de porte: pequeno, médio e grande. Onde o critério utilizado foi:

- Pilhas de porte pequeno: Aquelas que poderiam ser removidas por meio de um carro de mão;
- Pilhas de porte médio: Aquelas que poderiam ser removidas por uma caçamba de 5m³;
- E por fim, pilhas de porte grande: Aquelas que necessitariam de um volume maior que 5m³ para serem removidas.

Ressalta-se que o levantamento dos locais de descarte irregular dos RCD pode fornecer a real dimensão dos impactos causados por esses resíduos no município (MARQUES NETO, 2004).

Cabe ainda informar que o referido programa também permite a visualização, edição e criação de mapas. Desta forma, foram incluídos dados manualmente para criação de camadas específicas para análises espaciais, como exemplificação, pode-se destacar o mapa de renda média familiar por setor censitário construído por meio de dados obtidos na Base de Informações do Censo Demográfico de 2010 do IBGE, com vistas a se conhecer o perfil

socioeconômico de cada bairro/microrregião que compõem as APAS. A Figura 4.3 apresenta parte da tabela de atributos da camada das rendas médias familiares por setores censitários.

Figura 4.3 – Parte da tabela de atributos contendo informações da camada de rendas médias familiares por setores censitários do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.

Rendas médias familiares por setores censitários do município do Cabo de Santo Agostinho/PE :: Feições d

	ID	CD_GEOCODI	TIPO	CD_GEOCODB	NM_BAIRRO	CD_GEOCODS	CD_GEOCODD
1	24105	260290205000030	URBANO	260290205004	COHAB	26029020500	260290205
2	24106	260290205000031	URBANO	260290205004	COHAB	26029020500	260290205
3	24107	260290205000032	URBANO	260290205004	COHAB	26029020500	260290205
4	24108	260290205000033	URBANO	260290205004	COHAB	26029020500	260290205
5	24109	260290205000034	URBANO	260290205004	COHAB	26029020500	260290205
6	24110	260290205000035	URBANO	260290205010	SIÊU FRANCISCO	26029020500	260290205
7	24111	260290205000036	URBANO	260290205010	SIÊU FRANCISCO	26029020500	260290205
8	24112	260290205000037	URBANO	260290205010	SIÊU FRANCISCO	26029020500	260290205
9	24113	260290205000038	URBANO	260290205010	SIÊU FRANCISCO	26029020500	260290205

Fonte: O autor.

4.5 Etapa 4 – Avaliação da destinação final dos RCD gerados no município

Nesta etapa foi realizada visita *in loco* ao aterro controlado da Pista Preta onde foram obtidos dados por meio de observação empírica, registro fotográfico do aterro e da área de seu entorno, tendo por principal objetivo diagnosticar o funcionamento e a gestão dos RCD em seu destino final.

Para explorar mais amplamente a questão dos RCD e fornecer a devida dimensão dos impactos no Aterro Controlado da Pista Preta, entrevistou-se o responsável pela operação do mesmo no local, além de ser aplicado questionário a funcionários do referido aterro (Apêndice G).

4.6 Etapa 5 – Análises iniciais utilizando o SIG e proposta de locais para instalação de Ecoestações

O primeiro passo para a aplicação do SIG é a criação de um banco de dados geográfico. Para isso, foram utilizados os dados cadastrais dos pontos de deposição irregular dos RCD obtidos

na Etapa 3. Também foram utilizadas as informações socioeconômicas do mapa de renda média familiar por setores censitários que possibilita conhecer o perfil de renda das áreas com pontos de descarte irregular dos RCD. Além disso, foi elaborado o mapa de população por setores censitários, que será abordado no item 5.5, também construído com informações obtidas na Base de Informações do Censo Demográfico de 2010 do IBGE. O referido mapa foi idealizado para complementar as análises espaciais de renda média familiar e porte dos pontos de descarte irregular, verificando as correlações existentes entre estas três bases de informações, tentando, desta forma, conhecer o perfil dos descartes irregulares dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.

Todos os dados coletados foram tabulados em planilha eletrônica, e posteriormente importados para o software QGIS.

Conhecendo a localização das deposições irregulares e o perfil dos agentes geradores e coletores dos pequenos volumes, é possível definir os limites das bacias de captação e a localização dos pontos de entrega voluntária, respeitando-se os atuais fluxos de coleta e lançamento desses resíduos (PINTO e GONZÁLEZ, 2005).

Para definir os limites da bacia, foram levados em conta os seguintes fatores:

- Capacidade de deslocamento dos pequenos coletores (equipados com carrinhos, carroças e outros pequenos veículos) em cada viagem, ou seja, algo entre 1,5 km e 2,5 km;
- A altimetria da região, para que os coletores não sejam obrigados a subir ladeiras íngremes com os veículos carregados, para realizar o descarte dos resíduos;
- As barreiras naturais que impedem ou dificultam o acesso ao ponto de entrega.

Seguindo a metodologia proposta por Scremin (2007), utilizando a Equação 8, chegou-se a quantidade de pontos necessária para o gerenciamento correto dos RCD provenientes dos pequenos.

$$N_{PEV_EST} = \frac{A_u}{(\pi \times R_{AB}^2)} \quad (8)$$

Onde:

A_u é a área urbana do município (km²);

R_{AB} é o raio de abrangência das URPV (km).

A partir desses critérios, foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento para definição dos locais mais críticos em relação à deposição irregular de RCD, e para criação de buffers para delimitação das bacias de captação.

A partir da análise da relação dos pontos cadastrados com as características da região, verificou-se a necessidade de propor a instalação de Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV) para triagem e acondicionamento dos resíduos provenientes dos pequenos geradores, conforme proposto por Pinto e Gonzáles (2005).

Sendo assim, de posse dessas informações, com o auxílio das ferramentas de SIG, foram propostos locais para instalação de Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV). A escolha dos locais deu-se pela quantidade, porte dos pontos cadastrados e disponibilidade de terreno para a construção. Para isso, foi criado um buffer de 200 metros em torno dos pontos de deposição irregular para identificar áreas próximas aos locais já escolhidos pela população para disposição dos resíduos. A partir destes critérios, foram escolhidas as áreas mais adequadas para instalação das URPV. Após a escolha dos locais, foram desenhadas as bacias de captação de cada URPV, delimitadas de acordo com as APAs.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados e analisados: o diagnóstico da gestão municipal dos RCD e calculada a estimativa dos RCD gerados, o mapeamento dos pontos de deposição irregular e feita a caracterização qualitativa e quantitativa dos RCD encontrados, o diagnóstico do gerenciamento dos RCD nos canteiros de obras, o diagnóstico do funcionamento e da gestão dos RCD em seu destino final e a dinâmica das deposições irregulares dos RCD.

5.1 Diagnóstico da gestão municipal dos RCD

Para realização desta avaliação foram combinadas sete categorias distintas: (a) Deposições irregulares, (b) Locais de entrega voluntária para pequenos geradores, (c) Coleta e transporte, (d) Quantidades geradas, (e) Custos com coleta e transporte, (f) Instrumentos para política de gestão de resíduos, (g) coleta e segregação.

Cabe informar que a grande maioria das informações apresentadas neste tópico foram obtidas junto à SMLU, devido a empresa terceirizada responsável pela coleta e transporte dos RCD gerados no município não ter fornecido respostas ao questionário enviado em formato digital via e-mail.

(a) Deposições irregulares.

De acordo com a SMLU já existiram pontos de deposição irregular dos RCD no município, mas estes nunca foram mapeados. Atualmente, a referida secretaria, informou não ter conhecimento de pontos de deposição irregular dos RCD no município.

Entretanto, por meio de um trabalho de mapeamento de pontos de deposição irregular dos RCD, feito “in loco”, de forma exploratória, com base em um roteiro previamente traçado, foram identificados 85 pontos de descarte irregular dos RCD no município, os resultados deste trabalho de mapeamento são discutidos no item 5.3.

(b) Locais de entrega voluntária para pequenos e grandes geradores.

O município não dispõe de local de deposição de RCD para pequenos geradores.

(c) Coleta e Transporte.

Uma única empresa terceirizada realiza a coleta e o transporte dos RCD, atendendo a todo o

município do Cabo de Santo Agostinho/PE. Em 2015, o seu número de funcionários era de aproximadamente 651.

Foi informado que em 2015 a referida empresa trabalhou com 19 caçambas de 6 m³ para coleta de entulho e 2 caçambas para coleta de resíduos de podaço, sendo uma caçamba de 6m³ e outra de 4 m³. De acordo com a SMLU até maio de 2016 a mesma possuía 13 caçambas de 6 m³ para a coleta de entulho e uma caçamba de 6m³ para coleta do resíduo de podaço. Foi informado também que o município não disponibiliza caçambas estacionárias para a coleta de entulho.

Os entulhos coletados (resíduos de podaço, resíduos de capinaço, RCD entre outros) são encaminhados para o Aterro controlado dos RSU da Pista Preta, localizado no município do Cabo de Santo Agostinho/PE, que é discutido no item 5.3.

A empresa responsável pela coleta e transporte dos RSU dispostos no município trabalha com as rotas das viagens realizadas por meio de boletins diários de coleta. Quanto ao transporte de entulho (composto por resíduos de: podaço, capinaço, volumosos e dos RCD) no ano de 2015 foram realizadas, aproximadamente, em torno de 34 viagens por dia. O que equivale, em média, a 292 toneladas de entulho transportados por dia.

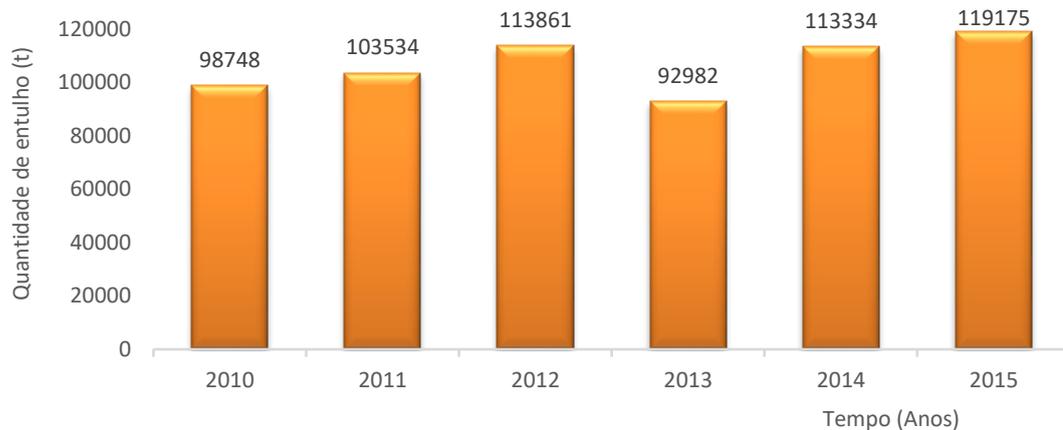
De acordo com dados fornecidos, até o mês de maio, do ano de 2016, foram realizadas, aproximadamente, 29 viagens por dia para o transporte de entulhos o que equivale, em média, a 283 toneladas transportadas por dia. Ainda de acordo com a mesma, em média, a participação do entulho no total dos RSU coletados nos anos de 2010 a 2015 foi superior a 60%.

Do exposto, percebe-se uma pequena redução na massa de entulho transportada no ano de 2016, até o mês de maio, em comparação com o ano de 2015.

(d) Quantidades geradas.

A quantidade de entulho (composto por resíduos de: podaço, capinaço, volumosos e dos RCD) coletada no município do Cabo de Santo Agostinho/PE nos anos de 2010 a 2015 é apresentada na Figura 5.1.

Figura 5.1 – Quantidades de entulho coletados no Cabo de Santo Agostinho/PE de 2010 a 2015.



Fonte: O autor.

Foram coletadas no ano de 2015, em média, 119.175 t de entulho, o que corresponde, em média, a 9.931 t de entulho por mês. Até o mês de maio de 2016 foram coletados, em média: 8.229 t de entulho por mês e 41.145 t de entulho nos cinco meses.

Com base na Figura 5.1 e em Santos (2015) pode-se montar a Tabela 5.1 a seguir:

Tabela 5.1 – Comparativo da geração per capita de entulho coletado pelos municípios do Cabo de Santo Agostinho/PE e Jaboatão dos Guararapes/PE, nos anos de 2013 e 2014.

Ano	2013		2014	
	Cabo de Santo Agostinho/PE	Jaboatão dos Guararapes/PE	Cabo de Santo Agostinho/PE	Jaboatão dos Guararapes/PE
Geração de entulho (t/mês)	7.748,5 ³	5.951,81 ⁴	9.444,5 ³	6.120,28 ⁵
Geração de entulho (t/dia ²)	322,85	247,99	393,52	255,01
Estimativa Populacional ¹ (habitantes)	196.15	675.60	198.38	680.94
Geração per capita de entulho (kg/hab x dia)	1,65	0,37	1,98	0,37

¹Estimativa populacional do IBGE.

²Considerando o mês com 24 dias.

³Dado obtidos a partir da Figura 5.1.

⁴Calculado com base no controle feito pela prefeitura por empresa coletora de resíduos dos meses de: janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho do ano de 2013 disponível na Tabela 23 de Santos (2015).

⁵Calculado com base no controle feito pela prefeitura por empresa coletora de resíduos dos meses de: janeiro, fevereiro, março, abril e maio do ano de 2014 disponível na Tabela 24 de Santos (2015).

Fonte: O autor.

Comparando-se as taxas de geração per capita de entulho de Jaboatão dos Guararapes/PE, com as do município do Cabo de Santo Agostinho/PE, nos anos de 2013 e 2014, constantes na Tabela 5.1, percebe-se que a geração per capita de entulho do Cabo de Santo Agostinho/PE

está se apresentando maior, mesmo sendo considerado o porte da cidade. Este resultado deve-se ao fato dos valores de geração per capita de entulho calculados para Jaboatão dos Guararapes/PE estarem subdimensionados tendo em vista a ausência de dados que complementarizassem as informações.

(e) Custos com coleta e transporte.

A Prefeitura do Cabo de Santo Agostinho/PE atualmente paga o valor de R\$ 75,89 (setenta e cinco reais e oitenta e nove centavos) por tonelada de entulho recolhido, cobrado por meio de boletim de pagamento referente ao mês trabalhado.

De forma geral, foram gastos no ano de 2015 em torno de R\$ 8.294.447 / ano com entulho para a manutenção e limpeza urbana. Até o mês de maio de 2016 já tinham sido gastos, aproximadamente, R\$ 3.017.116 com entulho para a manutenção e limpeza urbana.

(f) Instrumentos para política de gestão de resíduos.

O município não possui legislação específica para gestão dos resíduos sólidos, entretanto, como já informado no item 2.4.5 desta pesquisa, por meio do decreto n.º 1.005, de 01 de agosto de 2012, reconheceu o Plano Metropolitano de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana como sendo o Plano de Gestão Intermunicipal de Resíduos Sólidos do Cabo de Santo Agostinho. Atendendo desta forma, o requisito legal expresso no art. 18 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010a).

(g) Coleta e segregação.

Apesar do município não ter um sistema de coleta seletiva, existem duas cooperativas que atuam na recuperação de materiais recicláveis, a COOMSERC (Cooperativa Mista de Serviços do Cabo de Santo Agostinho) e a Organização Não Governamental Ame a mãe terra.

5.2 Diagnóstico dos canteiros de obras e cálculo da estimativa de geração dos RCD

Nos anos de 2014 e 2015 o município do Cabo de Santo Agostinho/PE passou por uma forte retração imobiliária, reflexo da crise política e econômica instaladas no país, como está apresentado, com mais detalhes, no subtópicos 5.2.1.

Apesar disso, importantes empreendimentos foram construídos no município, como um hotel de alto padrão, localizado próximo à rodovia PE 60, Figura 5.2, voltado, principalmente, para

atender aos executivos das indústrias próximas, como as do polo industrial de Suape, destacando-se o estaleiro Atlântico Sul e a refinaria Abreu e Lima.

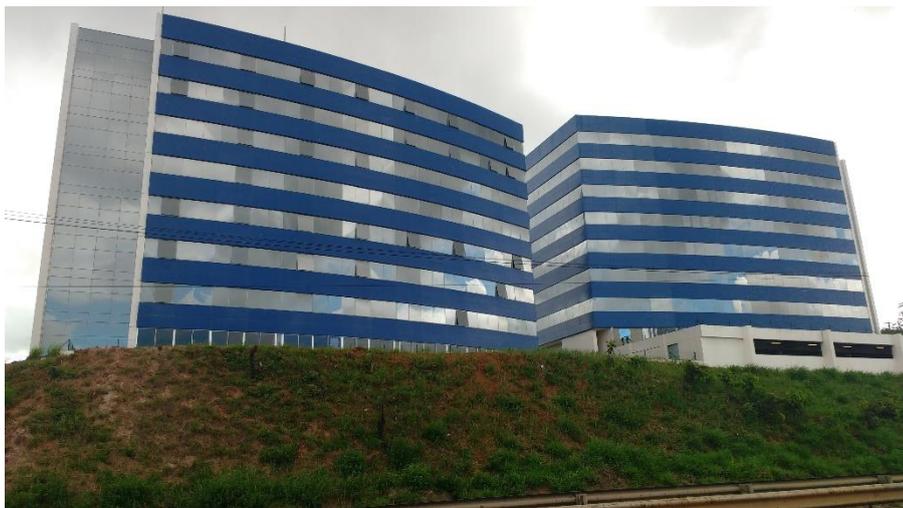
Figura 5.2 – Obra de grande porte no município do Cabo de Santo Agostinho/PE, integrante do escopo desta pesquisa, construída entre os anos de 2011 e 2016.



Fonte: O autor.

Outra imponente obra foi a construção de um empreendimento composto por dois edifícios empresariais (Figura 5.3), destinados a oferecer salas comerciais às empresas que desejarem se instalar no município, localizado as margens da rodovia PE 60, no Cabo de Santo Agostinho/PE.

Figura 5.3 – Obra de grande porte no município do Cabo de Santo Agostinho/PE, integrante do escopo desta pesquisa, construída entre os anos de 2012 e 2015.



Fonte: O autor.

No intuito de obter respostas às perguntas constantes no questionário localizado no Apêndice “E” desta pesquisa e em conseguir dados quantitativos de geração dos RCD de cinco obras, de

diferentes áreas e usos, foram contactadas quatro construtoras, três de grande porte e uma de pequeno porte, atuantes no município do Cabo de Santo Agostinho/PE, entretanto, apenas três se dispuseram a fornecer as informações necessárias, sendo estas as empresas: 01 e 02, ambas de grande porte, e a empresa 03 de pequeno porte.

Inicialmente, no que se referem às ações realizadas pelas empresas construtoras nos canteiros de obras do município do Cabo de Santo Agostinho/PE, o estudo buscou dados sobre a existência de certificação no PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade do Habitat) e na ISO (International Organization for Standardization), além do conhecimento da Resolução CONAMA nº 307 (2002), para com isto, definir o nível de normatização e a conscientização sobre a gestão dos RCD entre as construtoras entrevistadas. Dentre as três empresas pesquisadas, apenas a empresa 01 informou possuir certificação PBQP-H e ISSO 9001. Fato este preocupante, tendo em vista que empresas detentoras das certificações mencionadas buscam a melhoria contínua dos seus processos construtivos, reduzindo desperdícios de materiais e, conseqüentemente, a geração dos RCD. Os engenheiros, de um total de três, conhecem a Resolução CONAMA nº 307/2002.

No que se refere ao volume de resíduos gerados, apenas a empresa 01 demonstrou possuir informações sistematizadas de geração dos RCD. Entretanto, os dados de geração dos RCD apresentados não eram coerentes com a área construída do empreendimento, sendo, desta forma, rejeitados para não gerarem distorções no cálculo da Taxa de Geração, como está apresentado no subitem 5.2.1. A empresa 02 demonstrou possuir o registro das quantidades, algumas em massa outras em volume, dos resíduos retirados do canteiro visitado, sendo este controle para efeito de pagamento do serviço.

Desta forma, percebe-se a falta de informações consolidadas para servir de indicador de gerenciamento, o qual nortearia as ações futuras das empresas. Quanto ao desenvolvimento de ações efetivas que visem à redução de resíduos por meio da conscientização e treinamento dos trabalhadores todas as empresas entrevistadas afirmaram que sim, mas não especificaram qual ação é desenvolvida.

Procurando observar a dimensão da obra e o tratamento dado aos RCD, levantou-se alguns dados, tais como: área construída (m^2), a existência de segregação dos resíduos, de reaproveitamento do mesmo na própria obra, além do volume em m^3 da caçamba ou caminhão basculante utilizado. E, para facilitar a análise, compilaram-se os resultados no Quadro 5.1.

Cabe informar que, das três empresas entrevistadas, foram visitados os canteiros de obras das duas empresas de grande porte, cujas obras estavam em fase de conclusão, apresentando pouca geração de RCD. Atualmente, ano de 2017, as duas obras de grande porte pesquisada já se encontram concluídas. Já quanto a empresa construtora de pequeno porte, não foi possível visita ao seu canteiro tendo em vista que, segundo a mesma, a obra já havia sido concluída.

Quadro 5.1 – Informações sobre os canteiros de obras.

Identificação	Porte	Certificações	Área construída (m ²)	Segregação	Reaproveitamento dos RCD	Período	Volume da caçamba ou caminhão basculante (m ³)
Empresa 01 Obra A	Grande	PBQP-H ISO 9001	17.543,60	Sim	Parte dos resíduos gerados foram utilizados como material de aterro na própria obra.	De 2012 a 2015	Não foi informado
Empresa 02. Obra B	Grande	-	11.335,72	Não	Não	De 2011 a 2016	5
Empresa 03. Obra C	Pequeno	-	190,53	Não	Parte dos resíduos gerados foram utilizados como material de aterro na própria obra.	De 2014 a 2016 ¹	14
Empresa 03. Obra D	Pequeno	-	200,08	Não	Parte dos resíduos gerados foram utilizados como material de aterro na própria obra.	De 2014 a 2016 ¹	14
Empresa 03. Obra	Pequeno	-	190,53	Não	Parte dos resíduos gerados foram utilizados como material de aterro na própria obra.	De 2014 a 2016 ¹	14
Empresa 03. Obra F	Pequeno	-	196,15	Não	Parte dos resíduos gerados foram utilizados como material de aterro na própria obra.	De 2014 a 2016 ¹	14

¹Período de construção estimado, a informação foi solicitada via e-mail e tentado contatos telefônicos com a construtora, mas até o presente momento nenhuma informação foi obtida.

Fonte: O autor.

O empreendimento da empresa 01 tem a maior área construída, pois trata-se de dois blocos de salas comerciais, com 07 pavimentos tipos cada um, utilizando-se alvenaria de blocos cerâmicos para as vedações e 50% da fachada em pele de vidro, possuindo PGRCC. O empreendimento da empresa 02 possui um bloco, com 11 pavimentos, sendo de estrutura em concreto moldado em obra, alvenaria de tijolo e revestimento em massa única, não possuindo PGRCC. O empreendimento da empresa 03 tem um bloco com dois pavimentos, do tipo

térreo mais um, com dois apartamentos por andar, totalizando 04 unidades, sendo este tipo de edificação muito comum no município e não elaborou o PGRCC.

Quanto à coleta dos RCD gerados, todas afirmaram que o serviço foi feito por uma terceirizada. As empresas responsáveis pelos canteiros: 01 e 02, afirmaram que os RCD gerados foram encaminhados para o CTR Candeias, localizado no bairro da Muribeca, no município de Jaboatão dos Guararapes/PE, e a terceira informou que os seus RCD seguiram para um aterro, não especificando qual.

Por fim, buscou-se informações, junto aos construtores, sobre o conhecimento de locais de deposição irregular dos RCD onde todas as empresas entrevistadas afirmarão não ter conhecimento desses locais.

5.2.1 Análise de fatores de geração dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE

No Cabo de Santo Agostinho/PE, o setor da construção civil tem passado por mudanças negativas ao longo dos últimos três anos. Cabe destacar que o desempenho da economia e da política do país influencia de forma direta as atividades construtivas.

O decréscimo das áreas licenciadas para novas construções, que foi mais acentuado no período de 2013 a 2015, mostra essa tendência. Fato que contribui para a diminuição da geração dos RCD no município.

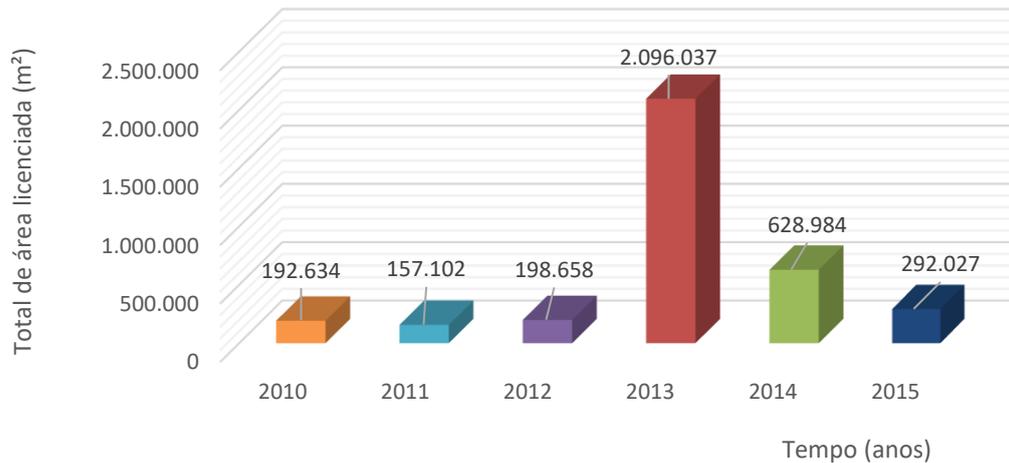
De acordo com Marques Neto (2004), os dados das áreas licenciadas são representativos para avaliar a geração, se for considerado que as mesmas englobam empreendimentos de médio e grande porte.

O mesmo ressalta que a falta de dados a respeito das construções clandestinas não licenciadas pode ser compensada pela parcela de obras licenciadas e não implementadas presente no cálculo total de áreas licenciadas. Para este cálculo, considera-se nesta presente pesquisa os anos de 2014 e 2015.

Desta forma, o quantitativo de áreas licenciadas para novas construções representa a evolução global do setor da construção civil no município do Cabo de Santo Agostinho/PE. A Figura 5.5 apresenta os totais das áreas licenciadas para novas construções com base no levantamento de licenças para novas construções feito pela Secretaria Municipal de Planejamento e Meio Ambiente do município do Cabo de Santo Agostinho/PE dos anos de

2010 a 2015.

Figura 5.4 – Valores totais de áreas licenciadas para novas edificações dos anos de 2010 a 2015 no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Em 2010, 2011 e 2012 as áreas licenciadas sofreram variações pequenas. Uma queda, por volta, de 18,45% de 2010 para 2011, apresentando uma retomada no crescimento urbano, em torno, de 26,45% de 2011 para 2012. Comparando 2012 com 2013 percebe-se um acentuado crescimento urbano, aproximadamente, 955,10%. O maior crescimento dos seis anos analisados.

O crescimento apresentado em 2013 (Figura 5.4) foi reflexo do significativo momento vivido pela economia pernambucana, de acordo com NE10 (2014) entre 2007 e 2012 “a média de crescimento estadual foi de 4,6% contra média de 3,6% do Brasil. A mesma ressalta ainda os investimentos do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento), que chegou a R\$ 2,2 bilhões em 2012 e da Petrobras que até o ano de 2013 injetou R\$ 24,8 bilhões no estado.

Em 2013, 2014 e 2015 as áreas licenciadas sofreram significativas variações. Uma queda, por volta, de 70% de 2013 para 2014, e cuja a tendência foi mantida de 2014 para 2015, apresentando queda, em torno, de 53,6%, o que revela uma desaceleração do crescimento urbano.

Uma possível causa dessa desaceleração do crescimento urbano foi a mudança do cenário político, devido a corrida eleitoral pela presidência da República no ano de 2014, o que gerou o rompimento das relações entre o partido que governava o estado e o que governava o país, levando a diminuição dos recursos federais investidos no estado.

Como consequência direta dessa disputa política, ocorreu a diminuição das atividades do porto de Suape (localizado em parte dos municípios do Cabo de Santo Agostinho e de Ipojuca), do estaleiro Atlântico Sul (localizado em Ipojuca) e da refinaria Abreu e Lima (localizada em Ipojuca) gerando a diminuição do poder aquisitivo da população e o desaquecimento da economia local.

Cabe salientar que o comparativo do Índice Nacional de Custos da Construção – INCC acumulado nos anos de 2014 e 2015 (Tabela 2.6), respectivamente de 6,95% e 7,48%, apesar de revelar uma pequena variação, reforça o argumento que um dos principais fatores para diminuição do crescimento urbano do município do Cabo de Santo Agostinho/PE, nos anos de 2014 e 2015, foi o político.

Os dados referentes ao total de área licenciada para novas construções pela prefeitura do município do Cabo de Santo Agostinho/PE são apresentados nas Tabelas 5.2, 5.3 e 5.4, abordando os seguintes aspectos: total de área construída licenciada, quantidade de licenças e tipologia construtiva.

A análise da Tabela 5.2, do ponto de vista do quantitativo total de área licenciada, revela que o bairro de Ponte dos Carvalhos se destaca dos demais. Representando um total de 297.484,13m² de área licenciada para novas construções, apesar de possuir apenas 7 licenças, com o predomínio de construções do tipo galpões logísticos, caracterizadas por sistemas construtivos mais limpos, tais como: estruturas pré-fabricas de concreto, estruturas metálicas e o uso de alvenaria racionalizada. Esse tipo de construção tende a gerar menos RCD que as construções convencionais e ser mais rapidamente executadas.

Sob a ótica do quantitativo de licenças (Tabela 5.2), aponta que o bairro de Garapu aparece na frente dos demais, com um total de 34 licenças, predominando construções do tipo comerciais com 6.133,37m². Desta forma, percebe-se uma tendência de expansão do comércio local que ainda não havia sentido os efeitos da crise política e econômica que se instalava no país.

Quanto aos tipos construtivos, a referida tabela mostra a predominância de construções do tipo hotel, concebidas para atender a demanda por acomodações gerada pelo intenso fluxo de funcionários, fornecedores de materiais e serviços, assim como executivos e empresários que se deslocavam para a região atraídos pelas oportunidades geradas pela: refinaria Abreu e Lima, estaleiro Atlânticos Sul e Porto de Suape. Revelando o bom momento econômico da região no ano de 2014.

Tabela 5.2 – Distribuição por bairro dos tipos de uso das construções e das licenças para novas construção concedidas pelo município do Cabo de Santo Agostinho/PE no ano de 2014.

BAIRRO	LICENÇAS PARA CONSTRUIR (NOVAS CONSTRUÇÕES)												
	Nº Licenças	ÁREA LICENCIADA (m ²)											TOTAL
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
Ponte dos Carvalhos	7	-	16.740,04	224,74	151.396,63	-	-	-	18,44	-	-	129.104,28	297.484,13
Reserva do Paiva	4	567,51	40.132,02	-	-	-	-	-	-	-	92.551,81	28.778,17	162.029,51
Rosário	1	-	83.753,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83.753,04
Guarapu	34	824,46	4.953,51	6.133,37	-	-	-	-	-	-	-	27.709,49	39.620,83
Distrito Industrial	2	-	-	-	3.200,33	9.790,67	-	-	-	-	-	-	12.991,00
Suape	3	48,00	-	-	-	7.305,02	-	-	-	-	-	-	7.353,02
Centro	3	5.518,61	-	412,87	-	-	-	-	-	-	-	-	5.931,48
Enseada dos Corais	18	1.346,69	3.317,26	216,20	-	-	-	277,34	39,98	-	-	-	5.197,47
Charneca	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3.825,41	-	-	3.825,41
Gaibu	2	-	375,21	2.805,85	-	-	522,86	-	-	-	-	-	3.703,92
Pontezinha	2	-	374,04	-	2.920,07	-	-	-	-	-	-	-	3.294,11
Santo Inácio	4	-	704,24	198,39	537,78	-	-	-	-	-	-	-	1.440,41
Cidade Jardim	1	-	1.138,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.138,28
Itapuama	2	265,50	547,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	812,73
Vila Dr. Manoel Clementino	1	-	259,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	259,84
Cohab	1	-	-	148,80	-	-	-	-	-	-	-	-	148,80
TOTAL	86	8.570,77	152.294,71	10.140,22	158.054,81	17.095,69	522,86	277,34	58,42	3.825,41	92.551,81	185.591,94	628.983,98

A: Construções Unifamiliares; B: Construções Multifamiliares; C: Construções Comerciais; D: Galpões Logísticos; E: Construções Industriais; F: Uso Misto; G: Pousadas; H: ERB; I: Institucional; J: Empresariais; K: Hotel.

Fonte: O autor.

Tabela 5.3 – Distribuição por bairro dos tipos de uso das construções e das licenças de construção concedidas pelo município do Cabo de Santo Agostinho/PE no ano de 2015.

BAIRRO	LICENÇAS PARA CONSTRUIR (NOVAS CONSTRUÇÕES)								
	Nº Licenças	ÁREA LICENCIADA (m²)							TOTAL
		A	B	C	D	E	F	G	
Charneca	1	-	-	-	-	-	-	153.910,13	153.910,13
Suape	1	-	-	-	105.687,48	-	-	-	105.687,48
Distrito Industrial	2	-	-	2.560,51	-	14.453,11	-	-	17.013,62
Reserva do Paiva	1	-	-	-	-	-	4552,76	-	4.552,76
Guarapu	13	199,32	3.107,43	211,14	-	-	-	-	3.517,89
Santo Inácio	3	-	-	1.204,82	-	-	2.051,39	-	3.256,21
Enseada dos Corais	7	1.188,89	670,77	-	-	-	-	-	1.859,66
Ponte dos Carvalhos	2	-	-	-	-	1.234,80	-	-	1.234,80
Centro	2	735,88	-	258,90	-	-	-	-	994,78
TOTAL	32	2.124,09	3.778,20	4.235,37	105.687,48	15.687,91	6.604,15	153.910,13	292.027,33

A: Construções Unifamiliares; B: Construções Multifamiliares; C: Construções Comerciais; D: Galpões Logísticos; E: Construções Industriais; F: Construções Educacionais; G: Grandes Empreendimentos.

Fonte: O autor.

Tabela 5.4 – Total da distribuição por bairro dos tipos de uso das construções e das licenças de construção concedidas pelo município do Cabo de Santo Agostinho/PE nos anos de 2014 e 2015.

BAIRRO	Nº Licenças	LICENÇAS PARA CONSTRUIR (NOVAS CONSTRUÇÕES)													TOTAL
		ÁREA LICENCIADA (m²)													
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
Ponte dos Carvalhos	9	-	16.740,04	224,74	151.396,63	1.234,80	-	-	18,44	-	-	129.104,28	-	-	298.718,93
Reserva do Paiva	5	567,51	40.132,02	-	-	-	-	-	-	-	92.551,81	28.778,17	4552,76	-	166.582,27
Charneca	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3.825,41	-	-	-	153.910,13	157.735,54
Suape	4	48,00	-	-	105.687,48	7.305,02	-	-	-	-	-	-	-	-	113.040,50
Rosário	1	-	83.753,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83.753,04
Guarapu	47	1.023,78	8.060,94	6.344,51	-	-	-	-	-	-	-	27.709,49	-	-	43.138,72
Distrito Industrial	4	-	-	2.560,51	3.200,33	24.243,78	-	-	-	-	-	-	-	-	30.004,62
Enseada dos Corais	25	2.535,58	3.988,03	216,20	-	-	-	277,34	39,98	-	-	-	-	-	7.057,13
Centro	5	6.254,49	-	671,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.926,26
Santo Inácio	7	-	704,24	1.403,21	537,78	-	-	-	-	-	-	-	2051,39	-	4.696,62
Gaibu	2	-	375,21	2.805,85	-	-	522,86	-	-	-	-	-	-	-	3.703,92
Pontezinha	2	-	374,04	-	2.920,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.294,11
Cidade Jardim	1	-	1.138,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.138,28
Itapuama	2	265,50	547,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	812,73
Vila Dr. Manoel Clementino	1	-	259,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	259,84
Cohab	1	-	-	148,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	148,80
TOTAL	118	10.694,86	156.072,91	14.375,59	263.742,29	32.783,60	522,86	277,34	58,42	3.825,41	92.551,81	185.591,94	6.604,15	153.910,13	921.011,31

A: Construções Unifamiliares; B: Construções Multifamiliares; C: Construções Comerciais; D: Galpões Logísticos; E: Construções Industriais; F: Uso Misto; G: Pousadas; H: ERB; I: Institucional; J: Empresariais; K: Hotel; L: Construções Educacionais; M: Grandes Empreendimentos.

Fonte: O autor.

No que se refere ao quantitativo de licenças para novas construções, a Tabela 5.3 mostra que o bairro de Garapu novamente se destaca dos demais, com um total de 13 licenças, predominando construções do tipo multifamiliar, com um total de 3.107,43m² de áreas licenciadas. Desta forma, comparado a 2014, Garapu teve mais áreas licenciadas. Quanto aos tipos construtivos, a referida Tabela aponta a predominância de construções de grande porte.

Do ponto de vista do quantitativo total de área licenciada (Tabela 5.3), percebe-se que o bairro da Charneca se destaca dos demais, apresentando uma área total de 153.910,13m², apesar de possuir apenas uma única licença, predominando construções do tipo grandes empreendimentos, que são caracterizadas por grandes áreas construídas, sendo potenciais geradoras de grandes quantidades de resíduos. Atualmente, no ano de 2017, no bairro, encontra-se em execução: o bairro planejado Convida, um Campus do Instituto Federal de Pernambuco-IFPE e um Campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE.

Sob a ótica do total de área construída licenciada para novas construções, a análise da Tabela 5.4 permite concluir que o bairro de Ponte dos Carvalhos, nos anos de 2014 e 2015, aparece na liderança, com um total de 298.718,93m² de área licenciada. Predominando construções do tipo Galpões Logísticos que são, geralmente, construções mais limpas e mais rápidas de serem executadas.

Para quantitativo de licenças de construção para novas construções, o bairro de Garapu apresentou o maior número, com um total de 47 licenças, predominando construções do tipo multifamiliar com 8.060,94m² de área construída, sendo este quantitativo, possivelmente, motivado pela especulação imobiliária acumulada nos anos de 2014 e 2015.

Quanto aos tipos construtivos, a Tabela 5.4 mostra a predominância de construções do tipo galpões logístico, com um total de 263.742,29m², concebidas para atender a demanda por locais para instalação de novas empresas e estocagem de materiais, atraídas pelas oportunidades comerciais que estavam sendo geradas pelo aquecimento da economia local.

5.2.2 Estimativa da geração dos RCD pelo parâmetro Áreas Licenciadas

Como já foi explicado anteriormente, das quatro empresas contactadas, três se dispuseram a prestar as informações necessárias para a quantificação da geração dos RCD por áreas licenciadas no município do Cabo de Santo Agostinho/PE, sendo estas as empresas: 01, 02 e 03. Entretanto os dados de geração da empresa 01 foram descartados por não estarem coerentes com o quantitativo de áreas construída da obra. Sendo assim, a quantidade total de

RCD gerado no Cabo de Santo Agostinho/PE foi obtida relacionando-se os volumes produzidos nas obras destas empresas e suas áreas construídas com a área total licenciadas pelo referido município. Cabe ainda informar que as referidas empresas são as mesmas citadas no Quadro 5.1 desta pesquisa. As obras pesquisadas apresentam as seguintes áreas construídas:

Empresa 02:

- Obra B – 11.335,72 m²;

Empresa 03:

- Obra C – 190,53 m²;
- Obra D – 200,08 m²;
- Obra E – 190,53 m²;
- Obra F – 196,15 m².

A obra B consiste em uma construção vertical, com 11 pavimentos, para uso hoteleiro. Trata-se de um prédio de alto padrão, voltado para os executivos do porto de Suape, localizado no bairro de Garapu, próximo ao centro da cidade. A estrutura foi calculada para execução em concreto armado, vedações em alvenaria de blocos cerâmicos e revestimento em massa única.

As obras: 03, 04, 05 e 06 consistem em construções verticais de dois pavimentos, térreo mais um, localizadas no loteamento Cidade Garapu, no bairro de Garapu, de uso multifamiliar, com duas unidades habitacionais no primeiro pavimento e duas no térreo, cada uma das obras teve um prazo de execução de aproximadamente três meses.

Para o cálculo do volume de geração dos RCD tem-se:

$\sum_i \text{área construída (m}^2) = 11.335,72 + 190,53 + 200,08 + 190,53 + 196,15 = 12.113,01 \text{m}^2$ (Com i variando de 1 a 5);

Obra B:

Parte dos dados de geração desta obra foram apresentados em termos de caçambas e parte em massa, sendo a geração total o somatório destas duas parcelas. Sendo assim, na referida obra, foram utilizadas um total de 99 caçambas, todas com 5 m³, portanto, o volume total dos RCD foi de 495 m³ (99 x 5m³).

Para converter o volume de RCD em massa foi utilizada a massa unitária calculada por Carneiro (2005) de acordo com a composição dos RCD para o município de Recife que foi de 1,36 t/m³, obtendo-se a massa de 673,20 t (495m³ x 1,36 t/m³).

Como já foi mencionado, parte dos dados fornecidos já se encontrava quantificados em massa de RCD. Sendo esses valores evidenciados por meio dos recibos de pagamento emitidos pelo aterro. Desta forma, a quantidade de RCD controlada em massa foi = 212,48 t. Do exposto, a massa total de RCD gerada pela obra A foi de 885,68 t (673,20 t + 212,48 t).

Obras 03, 04, 05 e 06:

A construtora responsável pelas obras: 03, 04, 05 e 06 informou que cada obra gerou um volume 42 m³/obra de RCD (3 caçambas/obra x 14m³/caçamba), portanto, o volume total dos RCD produzidos nessas obras foi de 168 m³ (42 m³/obra x 4 obras).

Como já foi informado, para converter o volume de RCD em massa foi utilizada a massa unitária calculada por Carneiro (2005) de acordo com a composição dos RCD para o município de Recife que foi de 1,36 t/m³, obtendo-se a massa total de 228,48 t (168 m³ x 1,36 t/m³).

Por fim, a massa total de RCD gerada pelas 05 (cinco) obras foi de 1.114,16 t (885,68 t + 228,48 t).

Do exposto, a taxa de geração calculada nesta pesquisa para o município do Cabo de Santo Agostinho/PE foi de:

$$\text{TG} = \text{massa total dos RCD} / \text{área total das obras} = 1.114.160,00\text{kg} / 12.113,01\text{m}^2 = 91,98 \text{ kg/m}^2$$

Aplicando a taxa de geração dos RCD às áreas licenciadas no município do Cabo de Santo Agostinho/PE de 2014 a 2015, obteve-se a geração média anual e diária dos RCD do município, Tabela 5.5.

Tabela 5.5 – Estimativa da geração dos RCD por áreas licenciadas.

Cabo de Santo Agostinho/PE		
	2014	2015
Áreas totais licenciadas (m ²)	628.983,98	292.027,33
Taxa de geração de RCD calculada (kg/m ²)	91,98	91,98
Geração dos RCD (t/ano)	57.853,95	26.860,67
Geração dos RCD (t/mês)	4.821,16	2.238,39
Geração dos RCD (t/dia) ¹	200,88	93,27

¹Mês com 24 dias (sábado: meio período :.2 sábados/mês)

Fonte: O autor.

Para os anos de 2014 e 2015 foram estimadas, respectivamente, uma geração de 57.853,95t e 26.860,67t de RCD no município. Já a estimativa da geração de RCD, no Cabo de Santo Agostinho/PE, calculada

com base na Tabela 2.4, considerando o mês com 24 dias, foi, em média, de 58.196,16t. Analisando comparativamente os valores calculados, atribui-se o valor inferior, no quantitativo estimado da geração de RCD nos anos de 2014 e 2015, a falta das áreas licenciadas para os alvarás de serviço sem reforma (demolições) e das reformas, com e sem acréscimo de área construída expedida pela prefeitura nos anos de 2014 e 2015. Podendo ser inclusive ocasionada por informações incoerentes das construtoras quanto ao reaproveitamento dos RCD no próprio canteiro. Cabe destacar que os valores das referidas áreas licenciadas foram solicitados por meio do ofício n. ° 006/2017 (Apêndice H), protocolado junto à Secretaria Municipal de Planejamento e Meio Ambiente da Prefeitura do Cabo de Santo Agostinho/PE.

Tabela 5.6 – Provável geração per capita do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.

Anos	Cabo de Santo Agostinho/PE		
	Geração de RCD (t/dia)	População ¹	Geração per capita (kg/hab dia)
2014	200,88	198.383	1,01
2015	93,27	200.546	0,47
Média	147,07	199.464,50	0,74

¹ De acordo com a estimativa populacional apresentada pelo IBGE.

Fonte: O autor.

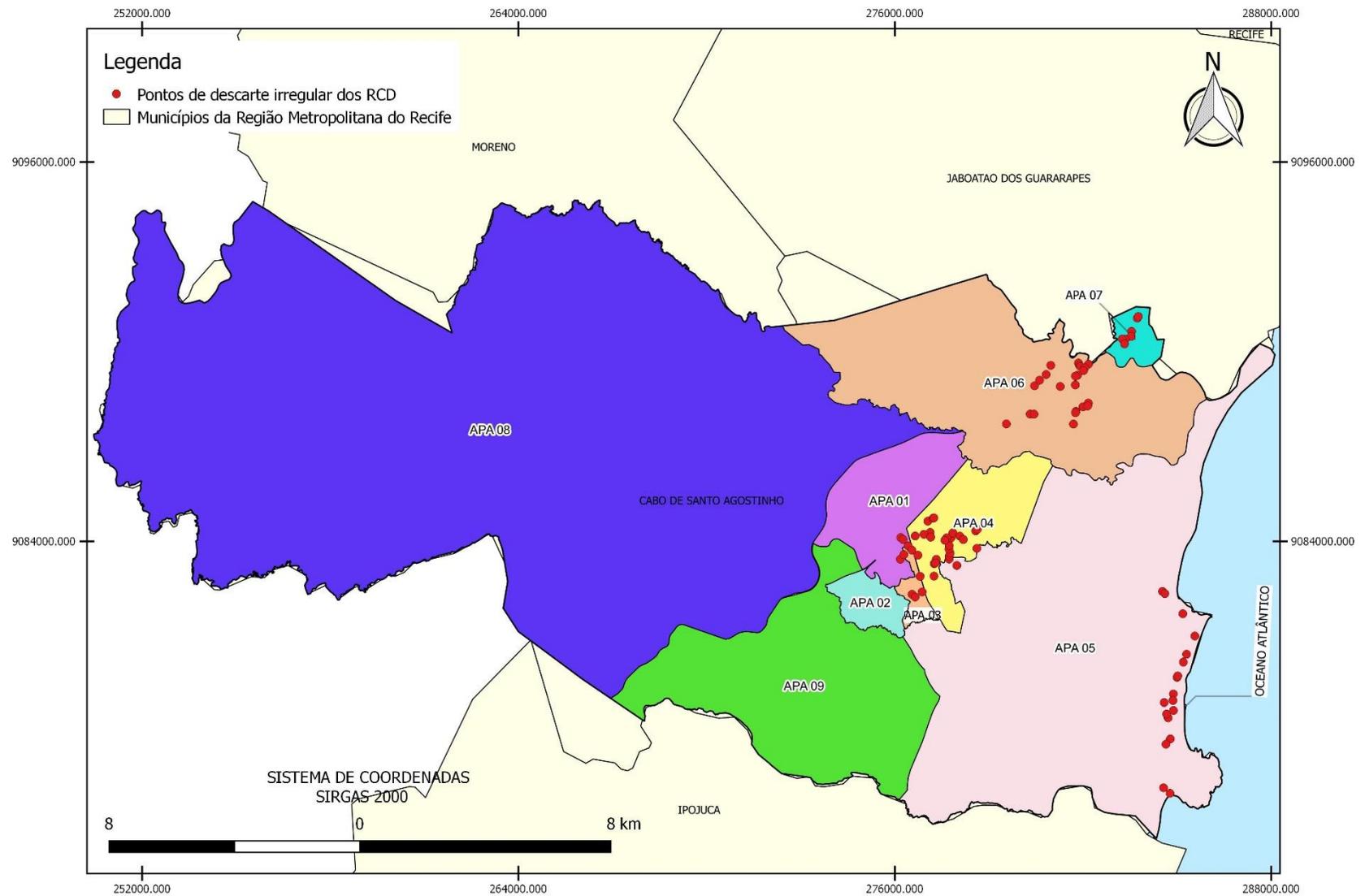
A análise dos dados permite concluir que os valores de geração per capita dos RCD calculados para os anos de 2014 e 2015 estão abaixo do valor de 1,21 (kg/hab.dia), apresentado na Tabela 2.4, atribuindo-se esta discrepância a falta dos dados anteriormente informados. Entretanto, comparando-se a geração per capita calculada para o Cabo, referente ao ano de 2014, com a de Criciúma/SC (Tabela 2.4), observa-se valores muito próximo, considerando que os mesmos apresentam quantitativos populacionais bem parecidos. Pode-se concluir, que no ano de 2014, o referido município catarinense não teve uma quantidade expressiva de licenças de demolição e reformas.

5.3 Mapeamento dos pontos de deposição irregular dos RCD

5.3.1 Localização e distribuição espacial

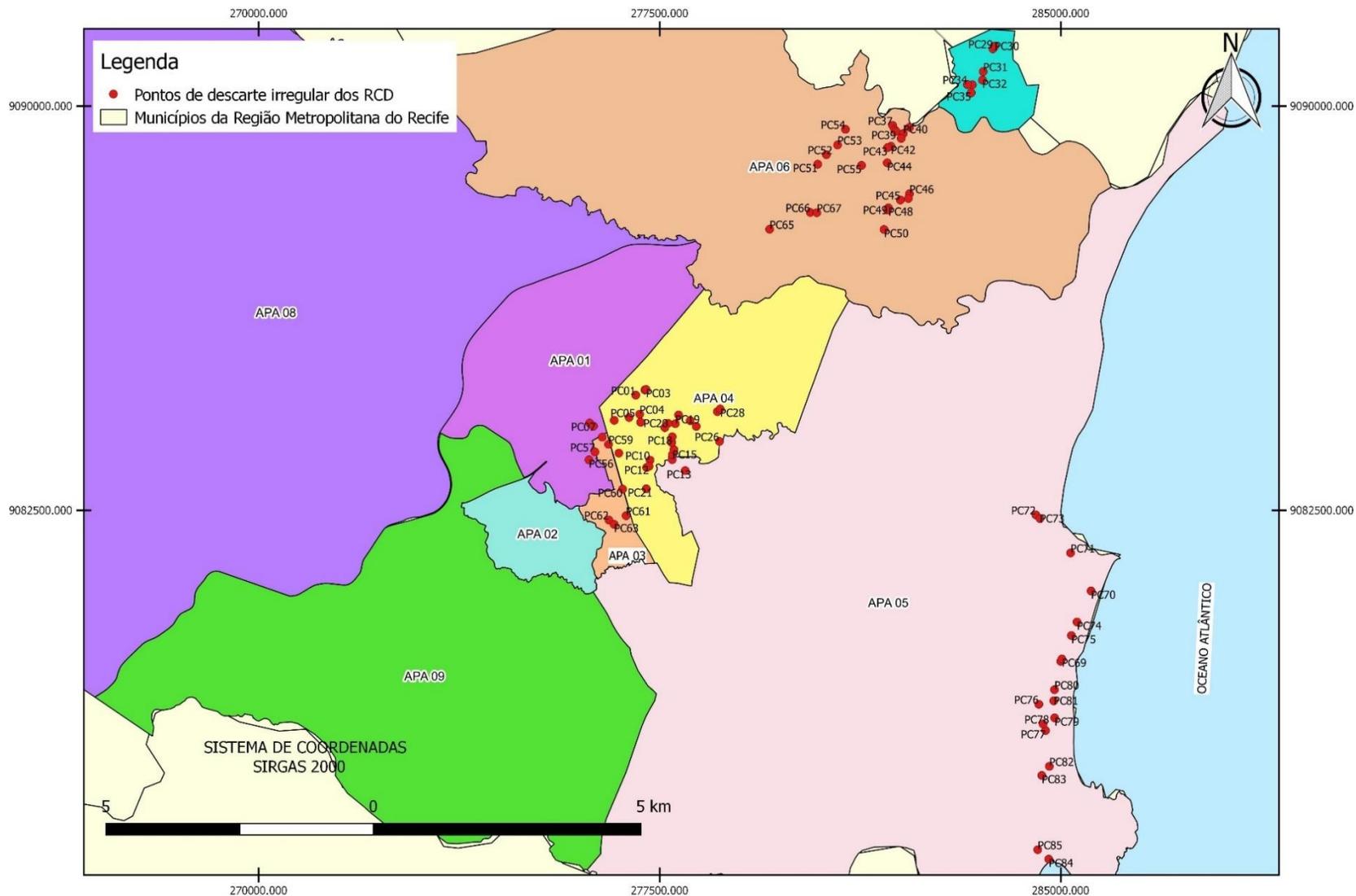
Foram localizados em campo 85 pontos de deposição irregular dos RCD distribuídos por seis das nove Áreas Político-Administrativas (APAs) do município do Cabo de Santo Agostinho/PE (APA 01 – 3 pontos, APA 03 – 7 pontos, APA 04 – 27 pontos, APA 05 – 18 pontos, APA 06 – 23 pontos e APA 07 – 7 pontos). A análise das Figuras: 5.5 e 5.6, permite concluir que os pontos de descarte irregular dos RCD cadastrados estão distribuídos mais ao leste do município, em conformidade com a formação urbana do município, como foi apresentado no item 3.8.

Figura 5.5 – Visão geral da localização dos pontos de deposição irregular dos RCD nas APAs do Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Figura 5.6 – Detalhamento da localização dos pontos de deposição irregular dos RCD nas APAs: 01, 03, 04, 05, 06 e 07 do Cabo de Santo Agostinho/PE.

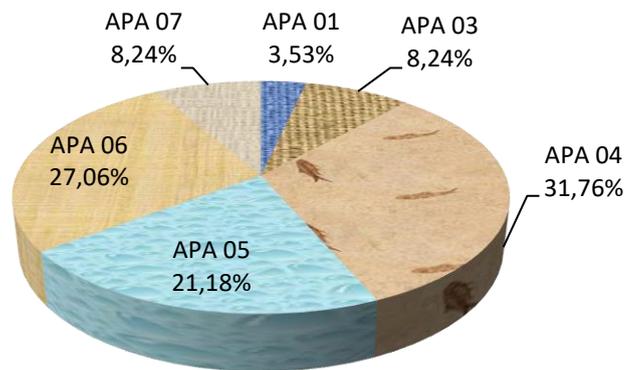


OBS.: Ponto crítico (PC) ou ponto de descarte irregular dos RCD.

Fonte: O autor.

A Figura 5.7 apresenta os percentuais de pontos de deposição irregular por APA, cabendo-se destacar a APA 04 com 31,76%, a APA 06 com 27,06% e a APA 05 com 21,18%.

Figura 5.7 – Percentual de pontos de deposição irregular dos RCD por APA do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Uma provável causa para o cenário apresentado na APA 04 (31,76%), destacando-se o bairro de Garapu com 17 pontos de deposição irregular, foi a forte dinâmica construtiva local, com a construção de empreendimentos de uso multifamiliar, evidenciado na Tabela 5.4, do tipo térreo mais um pavimento e de novas áreas de loteamento.

Na Figura 5.8 – a e b são apresentados dois pontos de deposição irregular situados às margens de logradouros públicos no bairro de Garapu, percebe-se ainda que os RCD depositados irregularmente e clandestinamente estão exercendo ação atrativa sobre outros tipos de resíduo, como os domiciliares e volumosos.

Figura 5.8 – Deposições irregulares dos RCD, no bairro de Garapu, no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.

a) Rua Quarenta e Oito.



b) Próximo à Rua Vereador Alderico Alves da Silva.



Fonte: O autor.

A APA 06 foi a segunda em concentração de pontos de descarte irregular dos RCD, com 27,06% (Figura 5.7) dos pontos, destacando-se o bairro de Ponte dos Carvalhos, bairro sede dessa APA (Quadro 3.1), com 13 pontos de descarte irregular dos RCD. Tal fato se dá pela forte demanda logística nos anos de 2014 e 2015, representado pelo valor de 151.396,63m² de área licenciada para esse tipo de construção no bairro.

As Figuras 5.9 e 5.10 evidenciam o descarte irregular dos RCD no bairro de Ponte dos Carvalhos, pontos esses localizados próximos a obras de reforma em residências unifamiliares. Desta forma, percebe-se que o pequeno gerador, em sua grande maioria realizador de obras informais, ou seja, sem o devido licenciamento pelo órgão municipal competente, ainda tem contribuído de forma significativa para as deposições irregulares dos RCD.

Figura 5.9 – Ponto de descarte irregular dos RCD localizado próximo a uma obra de reforma - APA 06, Rua do Bom Pastor, Ponte dos Carvalhos, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Figura 5.10 – Ponto de descarte irregular dos RCD localizado próximo a uma obra de reforma - APA 06, Próximo à Rua da Mangueira, Ponte dos Carvalhos, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Ainda merece destaque a APA 05, localizada na área litorânea, com 21,18% dos pontos de deposição irregular dos RCD (Figura 5.7), destacando o bairro de Enseada dos Corais com 12 pontos, motivados pela forte especulação imobiliária nos anos de 2014 e 2015 evidenciada pela quantidade de 3.317,26m² de área licenciada para novas construções no bairro. As Figuras: 5.11 e 5.12 apresentam pontos de descarte irregular dos RCD no bairro de Enseada dos Corais, localizado próximos a obras de pequeno porte, apresentando características de informalidade.

Somado ao exposto, o bairro do Paiva passou por grandes mudanças, iniciadas em 2007, devido às obras do empreendimento Reserva do Paiva, que trouxe melhorias na infraestrutura do Paiva e dos bairros vizinhos.

Figura 5.11 – Ponto de descarte irregular dos RCD localizado próximo a uma obra de reforma - APA 05, na Avenida IV, Enseada dos Corais, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Figura 5.12 – Ponto de descarte irregular dos RCD localizado próximo a uma obra de reforma - APA 05, na Avenida V, Enseada dos Corais, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

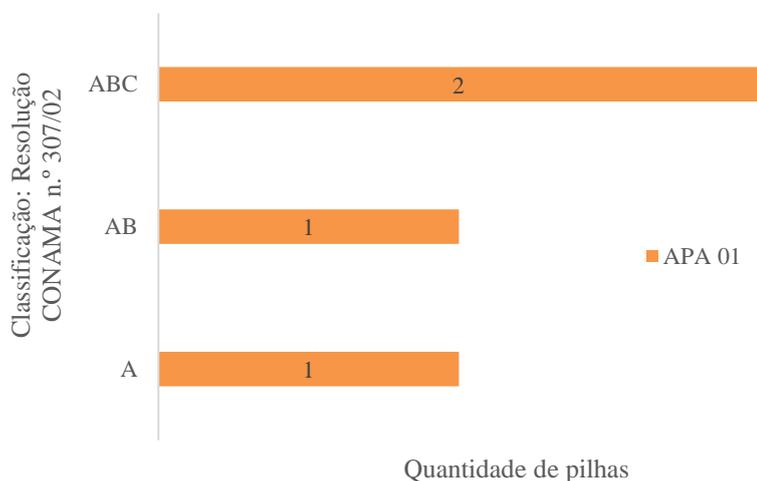
Dessa forma, fica evidente, o fato do município do Cabo de Santo Agostinho/PE não possuir uma fiscalização adequada dos pequenos geradores, sendo estes, na maioria das vezes, construtores informais, o que favorece o descarte irregular dos RCD no município. Sendo estes descartes, de uma forma geral, feitos em terrenos baldios, às margens de logradouros públicos e próximo a cursos d'água, em regiões com menor poder aquisitivo.

5.3.2 Caracterização qualitativa e quantitativa dos RCD dispostos irregularmente

Os RCD encontrados nos pontos de deposição irregular foram caracterizados quanto ao tipo, sendo para isto adotados os critérios de classificação da Resolução CONAMA 307 e porte das pilhas por APA.

A APA 01 apresentou 04 pilhas de RCD, uma de porte pequeno, duas de porte médio e uma de porte grande, sendo duas pilhas compostas por resíduos Classes: A, B e C, uma por resíduos Classe: A e B e uma por resíduos Classe A (Figura 5.13). Estas pilhas estão dispostas em terrenos baldios e às margens de logradouros públicos.

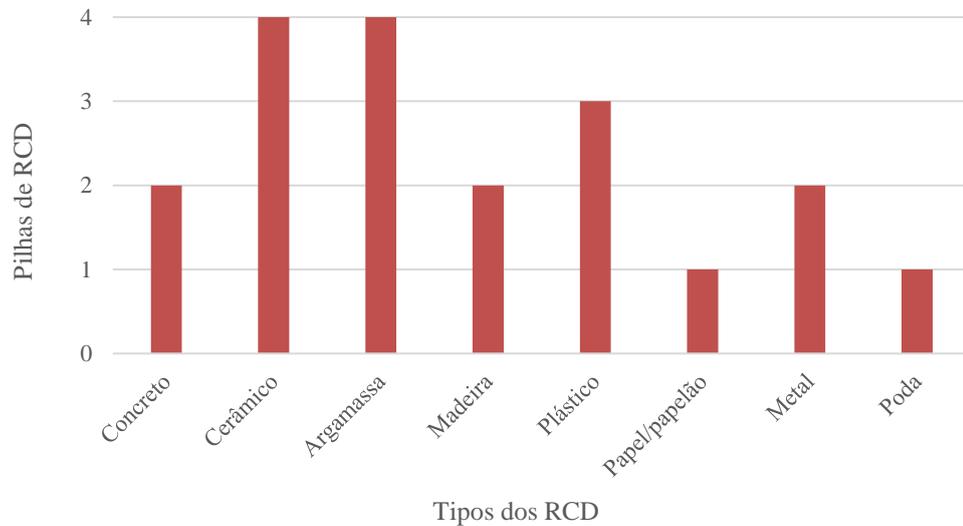
Figura 5.13 – Classificação dos RCD em relação ao quantitativo de pontos de descarte irregular – APA 01.



Fonte: O autor.

As pilhas da APA 01 se apresentaram heterogeneas, compostas em sua maioria por restos de blocos cerâmicos, argamassa e plástico, como pode ser observado na Figura 5.14.

Figura 5.14 – Presença de RCD por ponto de deposição irregular – APA 01.



Fonte: O autor.

Na Figura 5.15, é apresentado um ponto de descarte irregular de RCD, destacando-se a presença de restos de papelão, madeira, blocos cerâmicos e argamassa, disposto às margens de logradouro público, na APA 01, consistindo em um ponto de porte médio.

Figura 5.15 – Ponto de descarte irregular às margens da Rua Padre Antônio Alves de Souza, bairro do Centro, APA 01 (Classes: A e B – Pilha de porte médio).



Fonte: O autor.

Nas Figuras 5.16 é apresentado um ponto de descarte irregular de RCD, de porte grande, onde pode ser notada a presença de restos de: podaço, blocos cerâmicos e volumosos, disposto em terreno às margens de logradouro público, na APA 01. Esta situação, facilita a proliferação de insetos e animais transmissores de doenças. Observa-se também que os RCD estão em contato direto com o solo, fato este que pode ocasionar a contaminação do solo, aquíferos e cursos d'água próximos.

Figura 5.16 – Rua Manoel Queiroz da Silva, bairro do Centro, APA 01 (Classes: A, B e C – Pilha de porte grande).



Fonte: O autor.

A APA 03 apresentou 06 pilhas de RCD, 03 de porte pequeno e 03 de porte médio, predominando pilhas compostas por resíduos Classe: A, B e C (Figura 5.17). Elas se encontravam dispostos em terrenos baldios, próximos a cursos d'água e às margens de logradouros públicos. Foi observado que a maioria das pilhas de RCD eram devidas aos pequenos geradores, também conhecidos como “formiguinhas”, gerada no desenvolvimento de reformas e construções residências unifamiliares, possivelmente desenvolvidas de forma clandestina (informal).

Figura 5.17 – Classificação dos RCD em relação ao quantitativos de pontos de descarte irregular – APA 03.

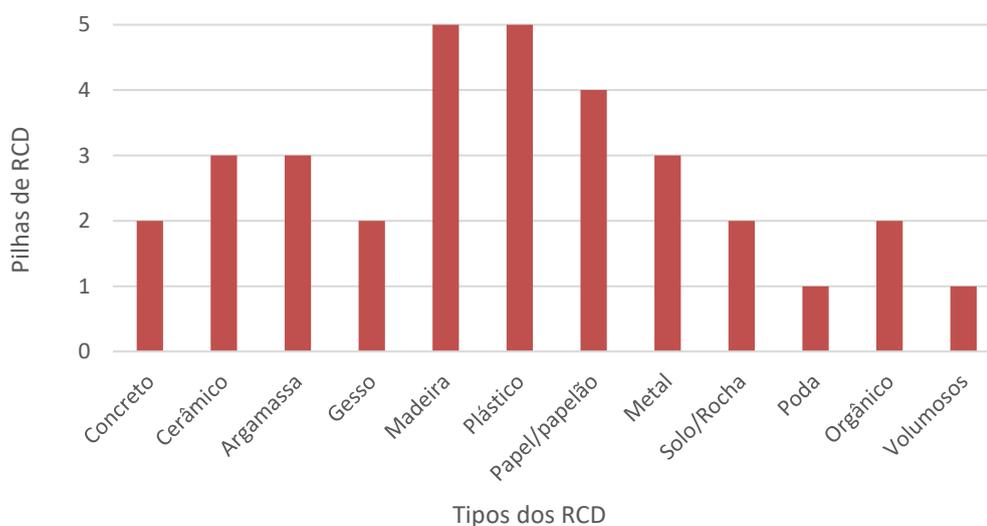


Fonte: O autor.

As pilhas da APA 03 se apresentaram heterogêneas (Figura 5.18), compostas em sua maioria por restos de: madeira (5), plásticos (5), blocos cerâmicos (3), argamassa (3) e papel/papelão (4). Cabendo-se também destacar a presença de duas pilhas de RCD predominantemente composta por gesso.

Cabe informar que apesar do gesso ser classificado como reasíduos Classe B, o contato deste com outros RCD pode gerar a sua contaminação inviabilizando o seu processo de reciclagem. O gesso, por ser de fácil solubilização, também pode contaminar o lençol freático alterando as características de potabilidade da água. Ademais, como já foi apresentado no item 2.8, do contato do gesso com a água, no interior da massa de resíduo, são liberados sulfatos de cálcio em solução que em condições anaeróbicas, bactérias sulfato redutoras utilizam o sulfato como um aceptor de elétrons e produz o gás Sulfídrico (H_2S) caracterizado por apresentar o odor de “ovo podre”.

Figura 5.18 – Presença de RCD por ponto de deposição irregular – APA 03.



Fonte: O autor.

Um ponto de descarte irregular de RCD, de porte médio, está indicado na Figura 5.19, onde pode ser destacada a presença de resíduos sólidos orgânicos, que podem contaminar os RCD inviabilizando assim sua reciclagem. Percebe-se ainda a presença de resíduos de poda, restos de blocos cerâmicos, argamassa e plásticos, disposto sobre via pública. Dificultando, desta forma, o tráfego de pedestres e de veículos.

Figura 5.19 – Rua Antônio Custódio de Lima, bairro da Cohab, APA 03 (Classes: A, B e C – Pilha de porte médio).



Fonte: O autor.

Na Figura 5.20 apresenta-se um ponto de descarte irregular de RCD, de porte pequeno, disposto a às margens de logradouro público, na APA 03, onde se observa uma aparente homogeneidade do tipo de RCD disposto, predominando o resíduo de gesso. Desde a publicação da resolução CONAMA n.º 469/15 o gesso mudou de classificação, passando de resíduo Classe C para resíduo Classe B, podendo ser reciclado, desde que separadamente do restante dos materiais.

Figura 5.20 – Rua Antônio Custódio de Lima, bairro da Cohab, APA 03 (Classe: B – Pilha de porte pequeno).



Fonte: O autor.

Um outro ponto de descarte irregular de RCD, de porte pequeno, na APA 03, está mostrado na Figura 5.21, disposto às margens de logradouro público, provavelmente gerado por obras em imóveis próximos. Percebe-se a presença de gesso e madeira.

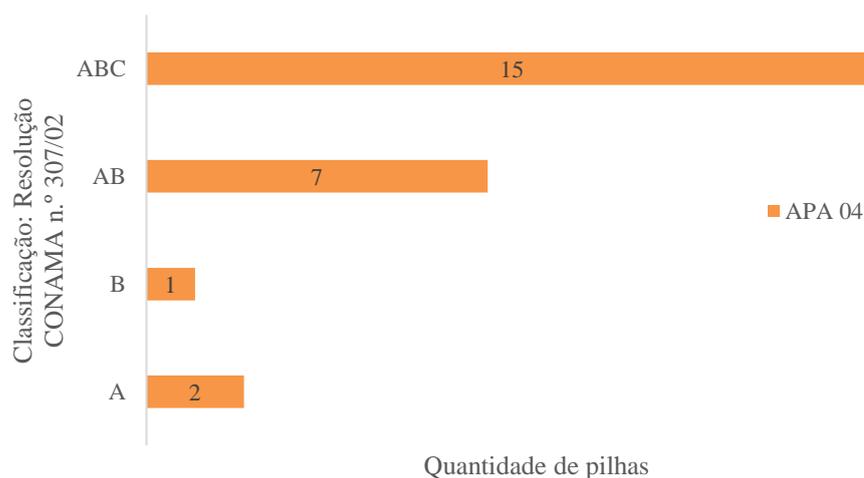
Figura 5.21 – Rua Antônio Custódio de Lima, bairro da Cohab, APA 03 (Classe: B e C – Pilha de porte pequeno).



Fonte: O autor.

No que se refere a APA 04, esta apresentou 25 pilhas de RCD, sendo 07 pilhas de porte pequeno, 14 pilhas de porte médio e 04 pilhas de porte grande, predominando pilhas compostas por resíduos Classe: A, B e C (Figura 5.22). As mesmas foram identificadas em terrenos baldios, próximos a cursos d'água e às margens de logradouros públicos.

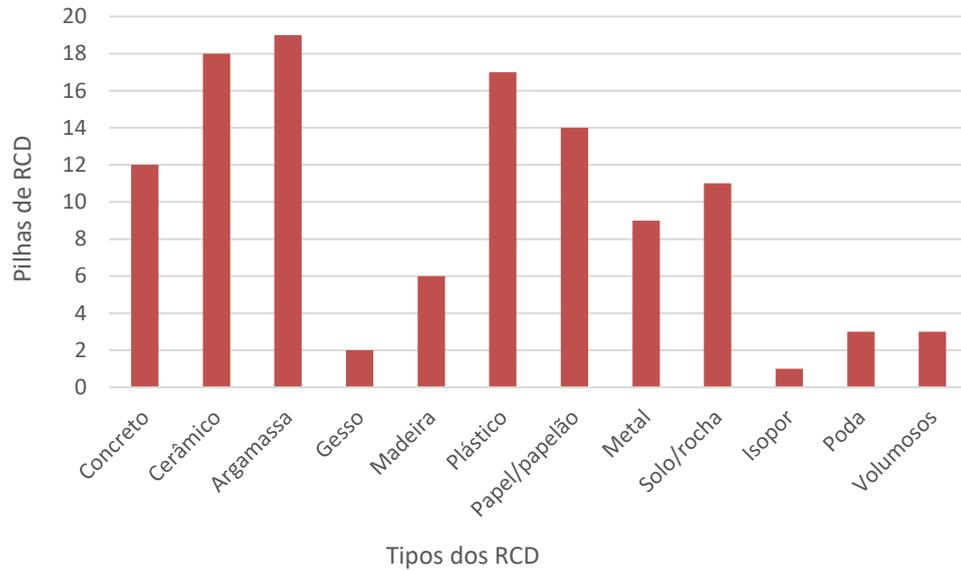
Figura 5.22 – Classificação dos RCD em relação ao quantitativos de pontos de descarte irregular – APA 04.



Fonte: O autor.

As pilhas da APA 04 se apresentaram heterogêneas (Figura 5.23), assim como observado nas APAs 1 e 3, compostas em sua maioria por restos de blocos cerâmicos (18), argamassa (19), plásticos (17), papel/papelão (14) e solo/rocha (11).

Figura 5.23 – Presença de RCD por ponto de deposição irregular – APA 04.



Fonte: O autor.

Na Figura 5.24 visualiza-se um ponto de descarte irregular de RCD, onde pode ser destacada a presença de resíduos de solo, rocha e plásticos, dispostos em terreno baldio na APA 04. Trata-se de uma pilha de porte médio. Observa-se também a existência de residências localizadas próximas à pilha de RCD, fato este que pode acarretar sérios problemas de saúde pública, tendo em vista que as pilhas de RCD podem facilitar a proliferação de mosquitos, ratos e escorpiões. Além disso, o contato dos RCD diretamente com o solo pode ocasionar a contaminação deste, do lençol freático e de cursos d'água que por ventura estejam próximos.

Figura 5.24 – Avenida Armínio Guilherme dos Santos, bairro de Santo Inácio, APA 04 (Classes: A, B e C – Pilha de porte médio).



Fonte: O autor.

Um outro ponto de descarte irregular dos RCD, de porte médio, na APA 04, está disposto em terreno baldio, onde se pode perceber a presença de restos de placas cerâmicas, plásticos, podaço, entre outro (Figura 5.25).

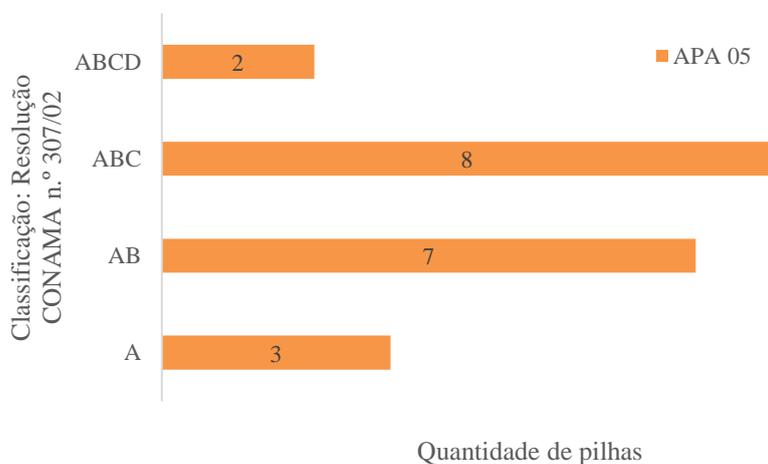
Figura 5.25 – Rua Oitenta e Seis, bairro de Garapu, APA 04 (Classes: A, B e C – Pilha de porte médio).



Fonte: O autor.

Quanto a APA 05, apresentou 20 pilhas de RCD, 4 pilhas de porte pequeno, 15 pilhas de porte médio e 01 pilha de porte grande, sendo 08 pilhas compostas por resíduos Classe: A, B e C e 02 pilhas compostas por resíduos Classes: A, B, C e D (Figura 5.26). Dispostas em terrenos baldios, as margens de logradouros públicos e próxima a cursos d'água.

Figura 5.26 – Classificação dos RCD em relação ao quantitativos de pontos de descarte irregular – APA 05.



Fonte: O autor.

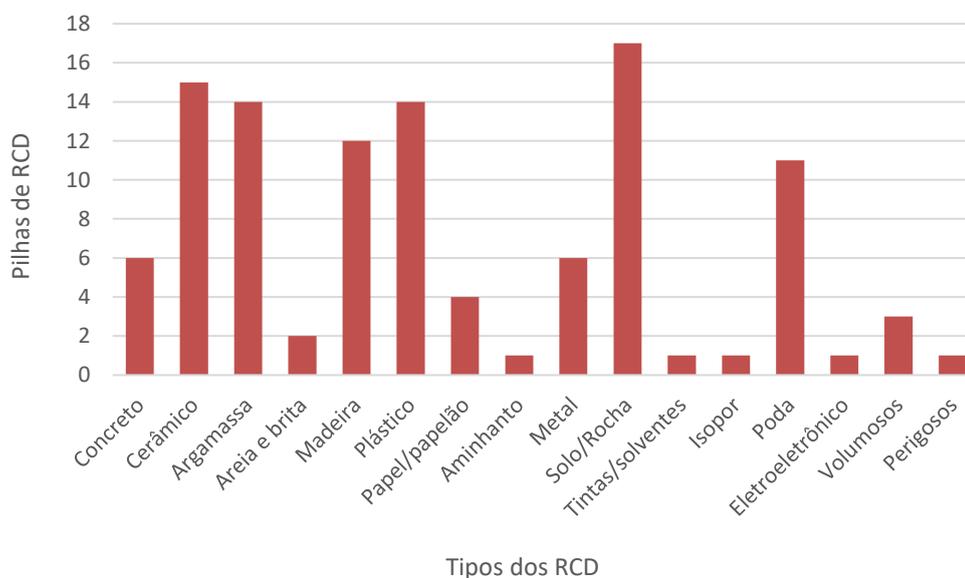
As pilhas da APA 05 se apresentaram também heterogêneas (Figura 5.27), compostas em sua maioria por restos de Solos e rochas (17), blocos cerâmicos (15), argamassa (14) e plástico (14). Cabendo destacar a presença de resíduos de madeira, papel/papelão, aminhanto, solventes e eletroeletrônico.

Os RCD biodegradáveis, tais como: a madeira, o papel, o papelão, entre outros, são os responsáveis pela produção de lixiviados (chorume) em aterros de inertes, como já foi apresentado no item 2.8. Desta forma, uma solução para este problema seria a segregação dos RCD biodegradáveis na fonte e o seu envio para um aterro sanitário para resíduos comuns.

Os RCD constituídos de asbesto (aminhato) também demandam um cuidado especial, por ser uma substância cancerígena, sendo este classificado como resíduo perigoso, Classe D.

Já os resíduos contendo restos de solventes e de equipamentos eletroeletrônicos, por apresentarem metais pesados, como o chumbo, cancerígenos, também são classificados como resíduos perigosos, Classe D. Estes metais podem ser carreados pelas águas das chuvas contaminando rios, riachos e fontes d'água, sendo estas muitas vezes utilizadas para consumo pela população local.

Figura 5.27 – Presença de RCD por ponto de deposição irregular – APA 05.



Fonte: O autor.

Na Figura 5.28 é apresentado um ponto de descarte irregular de RCD, de porte pequeno, na APA 05, disposto às margens de logradouro público contendo, dentre outros tipos de RCD, uma lata de solvente classificada com resíduo Classe D. Cabe salientar que o ponto em

questão está localizado ao lado de uma obra, entretanto aparenta ter sido gerado pela ação de pequenos geradores.

Figura 5.28 – Rua Eunice Severina da Silva, bairro de Garapu, APA 05 (Classes: A, B e D – Pilha de porte pequeno).



Fonte: O autor.

Já na Figura 5.29, visualiza-se um ponto de descarte irregular dos RCD de porte grande, localizado em terreno baldio e próximo a curso d'água, onde pode ser constatada a presença de restos de blocos cerâmicos, argamassa, concreto, metal, entre outros. Ainda analisando a referida figura, percebe-se que o ponto em questão está sobre vegetação, podendo contaminar o solo e o curso d'água próximo, ocasionar sérios prejuízos para a flora e fauna local.

Figura 5.29 – Rua Vc Três, bairro de Enseada dos Corais, APA 05 (Classes: A, B e C – Pilha de porte grande).



Fonte: O autor.

Outras ilustrações de pontos de descarte irregular dos RCD, na APA 05, disposto as margens de logradouro público contendo, dentre outros tipos de RCD, latas de tinta, saco de argamassa, madeira e podaço, estão nas Figuras 5.30 e 5.31. Percebe-se a presença de um resíduo eletroeletrônico (toca fitas), onde este pode conter metais pesados que podem contaminar o solo e o lençol freático, assim como uma lata de solvente classificada com resíduo Classe D.

Figura 5.30 – Avenida V, bairro de Enseada dos Corais, APA 05 (Classes: A, B, C e D – Pilha de porte médio).



Fonte: O autor.

Figura 5.31 – Avenida V, bairro de Enseada dos Corais, APA 05 (Classes: A, B, C e D – Pilha de porte médio).

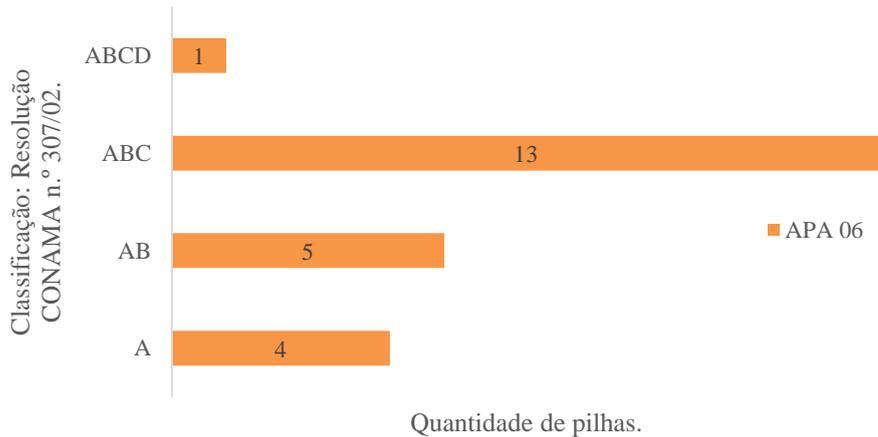


Fonte: O autor.

Para a APA 06 foram identificadas 23 pilhas de RCD, sendo 06 pilhas de porte pequeno, 09

de porte médio e 08 de porte grande. 13 pilhas são compostas por resíduos Classe: A, B e C, 01 pilha composta por resíduos Classes: A, B, C e D, 05 pilhas compostas por resíduos Classes: A e B e 04 compostas por resíduo Classe: A (Figura 5.32). Estão dispostas em terrenos baldios, às margens de logradouros públicos e próxima a cursos d'água.

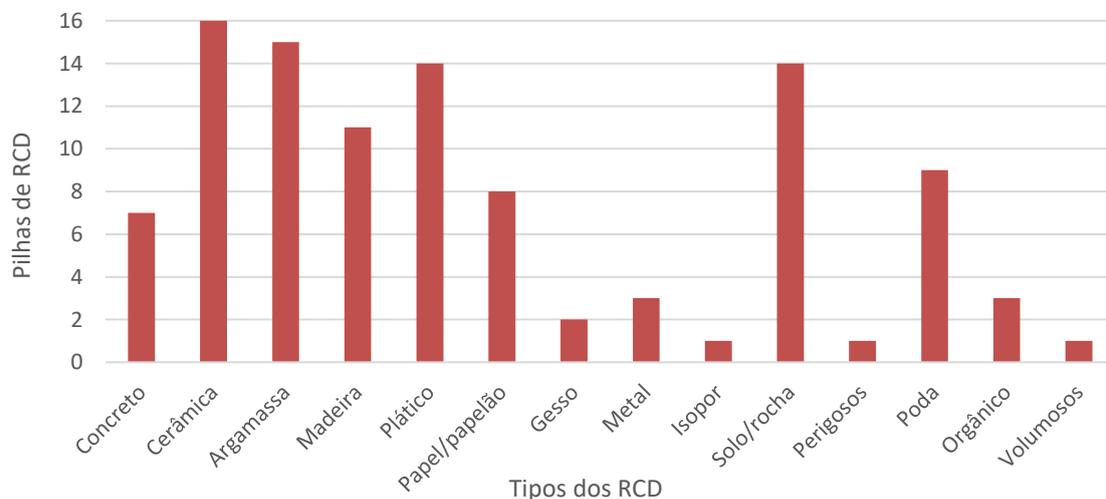
Figura 5.32 – Classificação dos RCD em relação ao quantitativos de pontos de descarte irregular – APA 06.



Fonte: O autor.

As pilhas da APA 06 são compostas em sua maioria por restos de solos/rochas (14), blocos cerâmicos (16), argamassa (15) e plástico (14), demonstrando a heterogeneidade dos resíduos dispostos (Figura 5.33). A presença de resíduos de madeira (11), gesso (3) e recipientes de substâncias químicas perigosas como Hipoclorito de Sódio (água sanitária) (01) e bisnagas de cola para canos (01), são constatados na APA 06.

Figura 5.33 – Presença de RCD por ponto de deposição irregular – APA 06.



Fonte: O autor.

Na Figura 5.34 observa-se um ponto de descarte irregular de RCD, de porte pequeno, localizado sobre logradouro público, possivelmente gerado por construções próximas ao mesmo, onde pode ser observada a presença de restos de telhas, blocos cerâmicos, papelão, resíduos orgânicos, plásticos, argamassa e areia.

Figura 5.34 – Rua da Mangueira, bairro de Ponte dos Carvalhos, APA 06 (Classes: A, B e C – Pilha de porte pequeno).



Fonte: O autor.

Um ponto de descarte irregular dos RCD, de porte médio, na APA 06, está disposto às margens de logradouro público contendo, dentre outros tipos de RCD, restos de produtos de químico usados para limpeza de ambientes (como água sanitária – Hipoclorito de Sódio), misturados a restos de gesso, blocos cerâmicos, argamassa e madeira (Figura 5.35). Foi notada também a presença de cavalo próximo a pilha em questão, podendo este contaminar o RCD disposto por meio das suas fezes e urina.

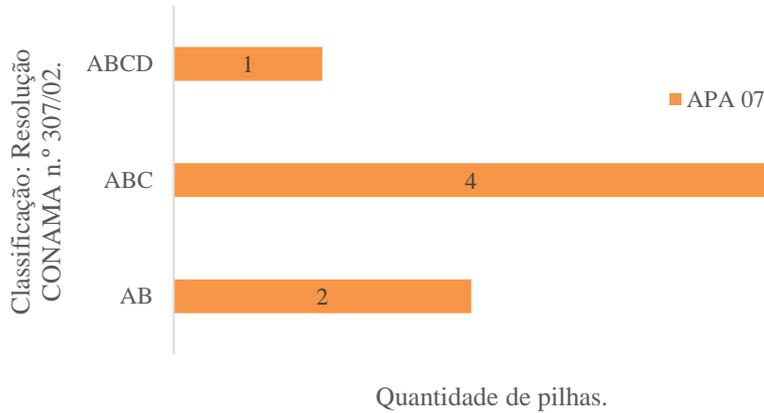
Figura 5.35 – Rua da Mangueira, bairro de Ponte dos Carvalhos, APA 06 (Classes: A, B, C e D – Pilha de porte médio).



Fonte: O autor.

A APA 07 apresentou 07 pilhas de RCD, sendo 04 pilhas de porte pequeno e 03 de porte médio, onde 01 pilha é composta por resíduos Classes: A, B, C e D, 04 pilhas compostas por resíduos Classes: A, B e C e 02 compostas por resíduos Classes: A e B (Figura 5.36). Foram identificadas dispostas em terrenos baldios e às margens de logradouros públicos.

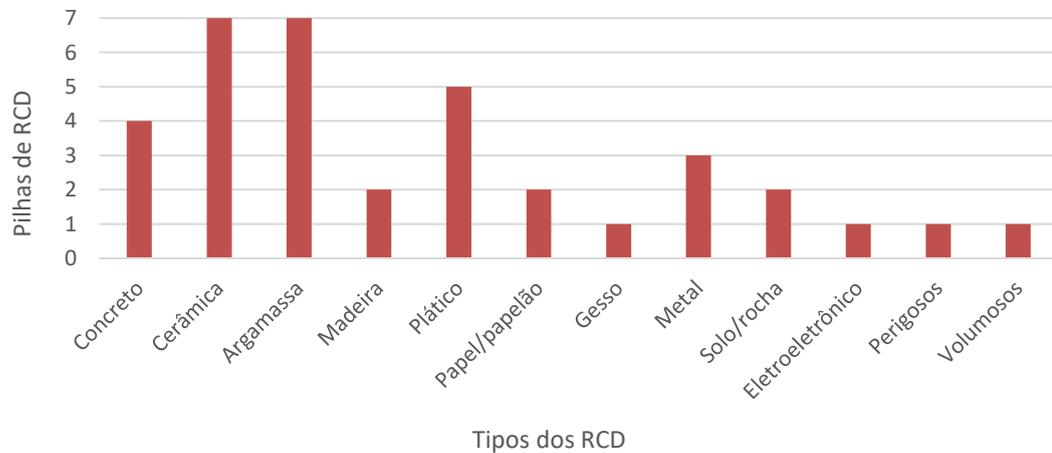
Figura 5.36 – Classificação dos RCD em relação ao quantitativos de pontos de descarte irregular – APA 07.



Fonte: O autor.

As pilhas da APA 07 são compostas em sua maioria por restos de materiais cerâmicos (7), argamassa (7) e plástico (5) (Figura 5.37). Também foi verificada a presença de resíduos de madeira (2) e gesso (1). Destacando-se a produção de lixiviados, devido a madeira e outras substâncias orgânicas presentes nos RCD, e de gás silfidrico (H_2S) devido a presença de gesso quando em situação anaeróbica e em presença de água, conforme item 2.8.

Figura 5.37 – Presença de RCD por ponto de deposição irregular – APA 07.



Fonte: O autor.

Na Figura 5.38 vê-se um ponto de descarte irregular de RCD, de porte médio, localizado às margens de logradouro público proveniente de uma obra localizada próxima ao mesmo, contendo restos de blocos cerâmicos, argamassa e solo.

Figura 5.38 – Avenida Conde da Boa Vista, bairro de Pontezinha, APA 07 (Classes: A, B e C – Pilha de porte médio).



Fonte: O autor.

Nas Figuras 5.39 é apresentado um ponto de descarte irregular de RCD, de porte pequeno, na APA 07, disposto em terreno baldio, havendo restos de material eletrônico, solo, bloco cerâmico e plástico.

Figura 5.39 – Próximo à Avenida Ernestina Batista, Pontezinha, APA 07 (Classes: A, B, C e D – Pilha de porte pequeno).

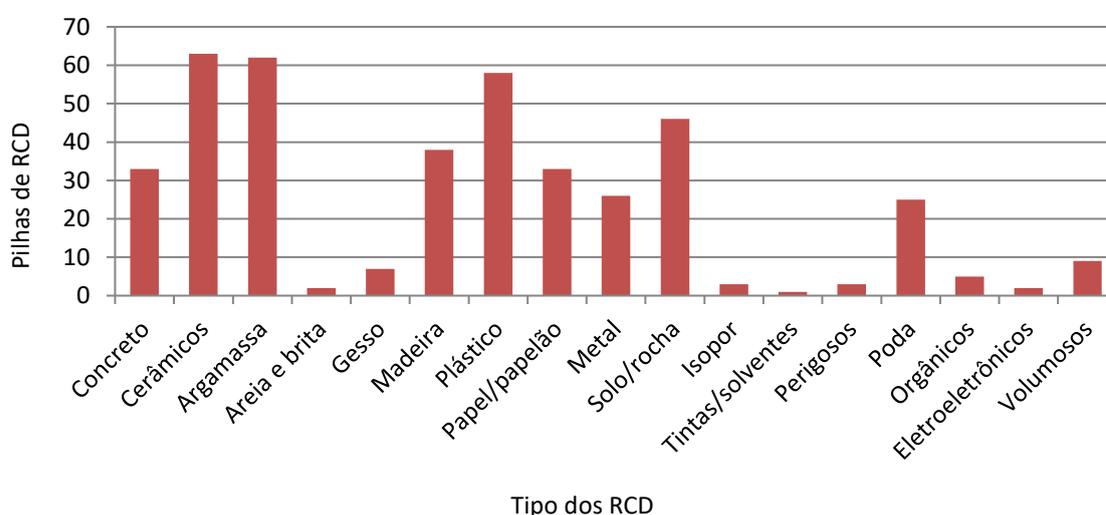


Fonte: O autor.

Finalizando-se, uma análise conjunta dos resultados levantados nas APAs investigadas,

revelou que o material presente em 63 pilhas (74%) dos pontos de deposição dos RCD levantados foi o material cerâmico. Constatou-se visualmente que a aplicação de blocos e telhas cerâmicas é muito frequente nas construções locais, sendo a argamassa o segundo resíduo mais encontrado, estando presente em 62 (73%) dos pontos. Seguido do plástico, presente em 58 (68%) dos pontos, e solo/rocha, identificado em 46 (54%) dos pontos (Figura 5.40). Uma vez que estes materiais são passíveis de reciclagem, esta análise reforça a importância de uma rede para coleta de RCD gerados pelos pequenos geradores, com vistas a uma destinação mais eficaz por meio da reciclagem dos RCD.

Figura 5.40 – Presença de RCD por ponto de deposição irregular nas APAs.



Fonte: O autor.

Cabe ainda ressaltar que a disposição irregular dos RCD pode gerar sérios impactos ambientais, como a contaminação de cursos d'água, superficiais e subterrâneos, utilizados para consumo pela população local; poluição do ar, por meio da geração de gases tóxicos, como o gás Clorídrico; contaminação do solo, por meio do carreamento de metais pesados cancerígenos pelas águas das chuvas, contaminando frutas e vegetais que posteriormente serão consumidas pela população. Do exposto, percebe-se um ciclo de contaminação extremamente nocivo, onde o maior prejudicado é a sociedade.

Além dos impactos ambientais, a deposição irregular dos RCD também causa impactos financeiros, devido aos gastos com a coleta e transporte dos RCD descartados, de forma clandestina e irregular, em terrenos baldios e às margens de logradouros públicos, canais, riachos e rios. Sendo do gerador a responsabilidade pela adequada destinação do resíduo gerado.

Os RCD dispostos irregularmente no ambiente também podem gerar sérios problemas de saúde pública, servindo como meio de reprodução de mosquitos transmissores de doenças, como o *Aedes Aegypti*, transmissor da dengue. Podendo ainda servir como criatório de ratos e escorpiões. Um outro problema causado pelos RCD é o transbordamento de canais e o alagamento de estradas, causados, respectivamente, pelo seu assoreamento e entupimento de galerias do sistema de drenagem. Causando sérios danos à população.

5.3.3 Dinâmica da deposição irregular dos RCD

Quanto à dinâmica da deposição irregular dos RCD, foram analisados os mapas constantes nos Apêndices J e K, em diferentes tipos de zoneamentos municipais, foi observado que 57 pontos (67,06%) de deposição irregular dos RCD estavam inseridos na Zona de Expansão Urbana – ZEU do mapa de zoneamento 1 (Apêndice J) que corresponde as áreas de expansão dos núcleos urbanos do Cabo Sede e Ponte dos Carvalhos.

A análise espacial também mostrou que 15 pontos (5,88%) de deposição irregular dos RCD estavam inseridos na Zona de adensamento Controlado – ZAC, do mapa de zoneamento 2 (Apêndice K) que corresponde às áreas costeiras, mais próximas dos locais com maior ocupação.

A Figura 5.41 ilustra uma pilha de RCD, pertencente a ZEU, disposta sobre passeio público, revelando a falta de obediência ao que determina a PERS, Lei 14.236/10, em seu artigo 15, no tocante à adequada forma de descarte dos resíduos sólidos, incluídos os RCD, produzidos.

Figura 5.41 – Ponto de descarte irregular dos RCD na ZEU, disposto sobre passeio público, na Rua Lucilo Reis e Silva, Centro, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

A Figura 5.42 exemplifica uma pilha de RCD, pertencente a ZEU, disposta sobre passeio público, percebe-se ainda o caráter atrativo dos pontos de descarte irregular dos RCD devido à presença de outros tipos de resíduos sólidos.

Figura 5.42 – Ponto de descarte irregular dos RCD na ZEU, localizado na Rua Vinte e Um, Ponte dos Carvalhos, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

A Figura 5.43 apresenta uma pilha de RCD, pertencente a ZAC, disposta sobre abrigo para travessia de via pública, desta forma, colocando em risco o deslocamento de pedestres que necessitem atravessar, neste trecho, a via pública.

Figura 5.43 – Ponto de descarte irregular dos RCD na ZAC, localizado na Avenida IV, Enseada dos Corais, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Com base na análise do mapa 3, de renda média familiar por setor censitário, Apêndice L, foi observado que 10 pontos (11,76%) de descarte irregular dos RCD estavam localizados em áreas com renda média familiar entre R\$ 0,00 e R\$440,00, predominando, nestas áreas, resíduos de solo/rochoso, presentes em 90% das pilhas, plástico (60%) e madeira (60%). Constatou-se também que 38 pontos (44,71%) estavam inseridos em áreas com renda média familiar entre R\$ 440,00 e R\$ 880,00. Demonstrando, desta forma, que uma parcela significativa dos descartes irregulares dos RCD ocorre em regiões de baixa renda. Observou-se que, nesta faixa de renda, em 78,95% das pilhas predominou o resíduo de argamassa, seguido pelo cerâmico (73,68%) e pelo resíduo de plástico (71,05%).

Identificaram-se 15 pontos (17,65%) pertencentes a áreas com renda média familiar entre R\$ 880,00 e R\$ 1.200,00. Nestas áreas, se destacaram os resíduos cerâmicos, presente em 80% destes pontos, os de argamassa (73,33%) e os de plástico (60%). Também foram cadastrados 20 pontos (23,53%) em locais com renda média familiar entre R\$ 1.200,00 e R\$ 3.000,00, sendo majoritário, nesta faixa de renda, o resíduo cerâmico e de argamassa identificados em 80% dos pontos, logo após vem o resíduo de plástico (70%). Apenas 01 ponto (1,18%) inserido em área com renda média familiar entre R\$ 3.000,00 e R\$ 14.936,00, identificando-se neste ponto resíduos de: concreto, cerâmico, argamassa, areia e brita, plástico e solo/rochoso. A Figura 5.44 apresenta um depósito clandestino dos RCD, pertencente a área com rendas médias familiares entre R\$ 440,00 e R\$ 880,00, onde observa-se a presença de resíduos de: plástico, argamassa e cerâmica.

Figura 5.44 – Ponto de descarte irregular dos RCD situado em área com renda média familiar entre R\$440,00 e R\$880,00, na Rua Euclides Alves da Silva, Pontezinha, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

A Figura 5.45 ilustra um ponto de descarte irregular dos RCD situado em local com rendas médias familiares na faixa de R\$ 880,00 e R\$ 1.200,00, destacando-se a presença de sacos plásticos, restos de sacos de cimento, restos de blocos cerâmicos e de argamassa.

Figura 5.45 – Ponto de descarte irregular dos RCD situado em área com renda média familiar entre R\$ 880,00 e R\$ 1.200,00, próximo à Rua Vereador Alderico Alves da Silva, Garapu, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Já a Figura 5.46 evidencia um ponto de descarte irregular dos RCD localizado em áreas com rendas médias familiares entre de R\$ 1.200,00 e R\$ 3.000,00, destacando-se a presença de sacos plásticos, caixa de papelão, madeira e restos de argamassa.

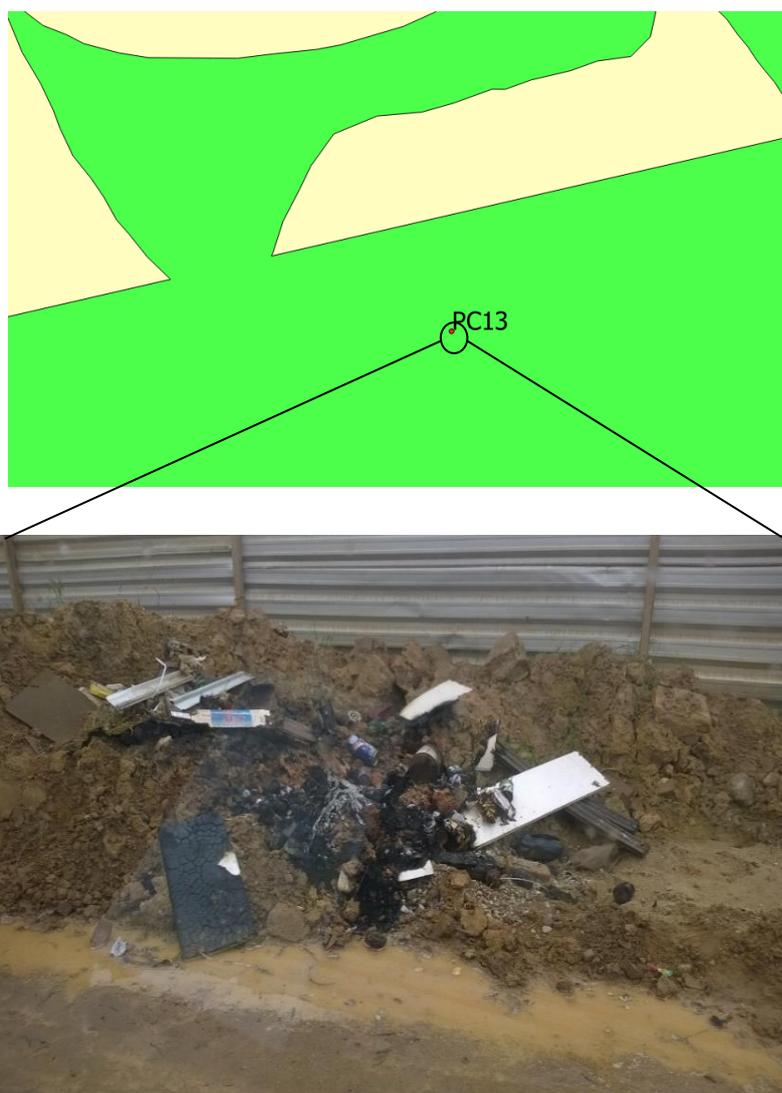
Figura 5.46 – Ponto de descarte irregular dos RCD situado em área com renda média familiar entre R\$ 1.200,00 e R\$ 3.000,00, na Rua Forte Maria, Vila de Suape, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Quanto à deposição irregular dos RCD em áreas de vegetação municipal, com base na análise do mapa 4, Apêndice M, foi observado que apenas 04 pontos (4,71%) de deposição irregular estavam em áreas de vegetação. Cabendo destacar o ponto PC 13 (Mapa 4), localizado na APA 05, que apresentou resíduos Classe D, perigosos, de acordo com a Resolução CONAMA 307/02, contendo lata de solvente e de tinta (Figura 5.47), como foi apresentado no item 5.3.2.

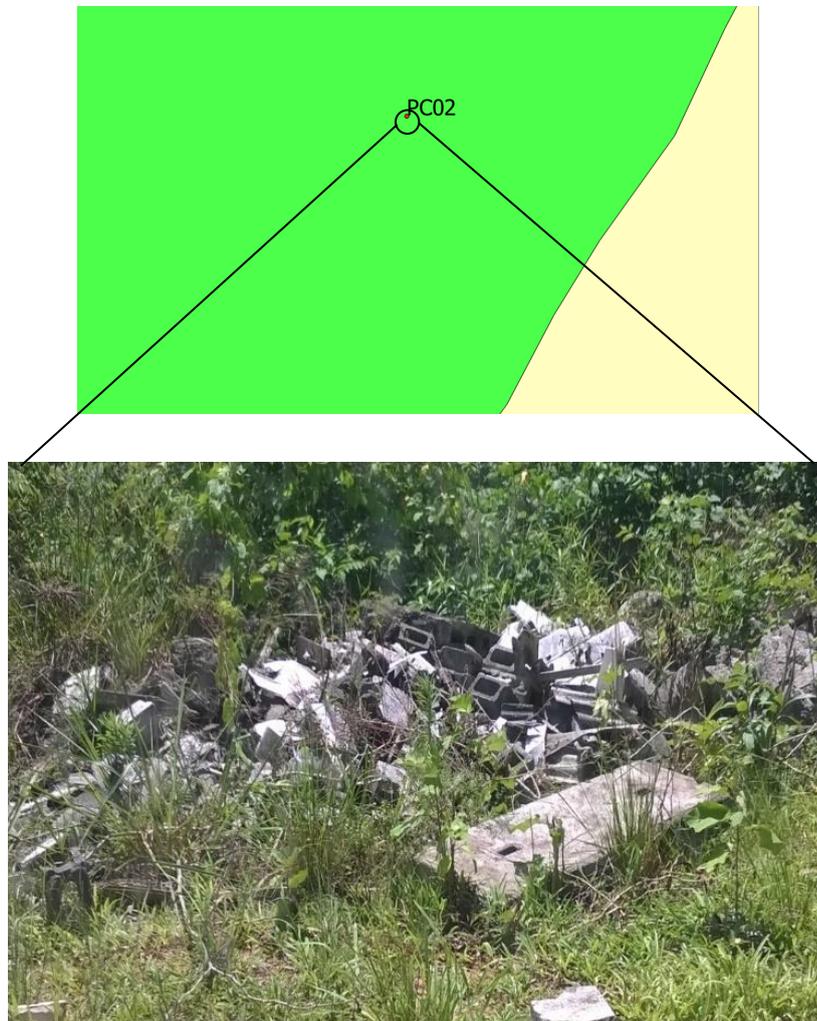
Figura 5.47 – Ponto de descarte irregular dos RCD situado em área de vegetação, na Rua Eunice Severina da Silva, na APA 05, Garapu, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

A Figura 5.48 apresenta um ponto de deposição irregular dos RCD, PC 02, Mapa 4, disposto em um terreno baldio, próximo a uma antiga fábrica desativada no bairro da Destilaria Presidente Vargas. No entorno ainda temos uma faculdade e um instituído federal.

Figura 5.48 – Ponto de descarte irregular dos RCD situado em área de vegetação, na APA 04, na Estrada Velha do Cabo, Destilaria Presidente Vargas Cabo de Santo Agostinho/PE.

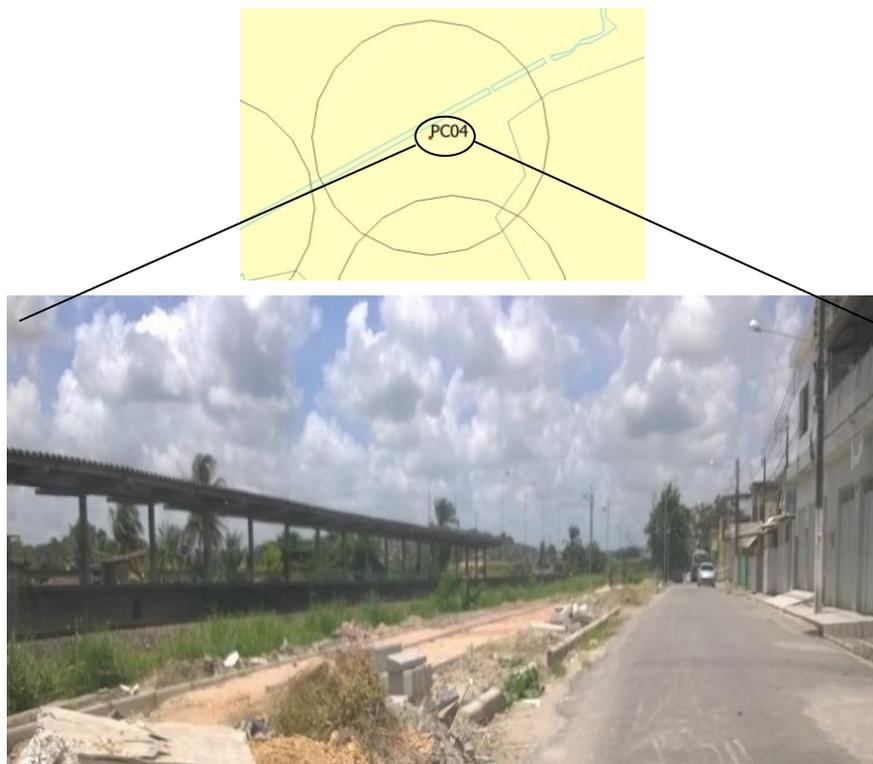


Fonte: O autor.

Constatou-se, com base no mapa 5, Apêndice N, representando a localização de corpos d'água em relação aos pontos de descarte irregular dos RCD, que 16 pontos (18,82%) de descarte irregular dos RCD estavam a uma distância máxima de 100m em relação a corpos d'água, como: rios, riachos e canais.

As Figuras 5.49 e 5.50 apresentam pontos de descarte irregular dos RCD, PC 04 e PC 61, respectivamente, Mapa 5, disposto as margens de logradouro público, próximo a casas e a um canal. Revelando o desrespeito com a população do entorno e a necessidade de uma fiscalização mais eficiente. Ressalta-se ainda que o ponto visualizado na Figura 5.49 também está próximo a uma estação do metrô.

Figura 5.49 – Ponto de descarte irregular dos RCD situado ao lado de um canal, na Rua Vereador Volney da Costa Machado, Vila Social Contra Mucambo, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Figura 5.50 – Ponto de descarte irregular dos RCD situado ao lado de um canal, na Rua Quarenta e Sete, Cohab, Cabo de Santo Agostinho/PE.

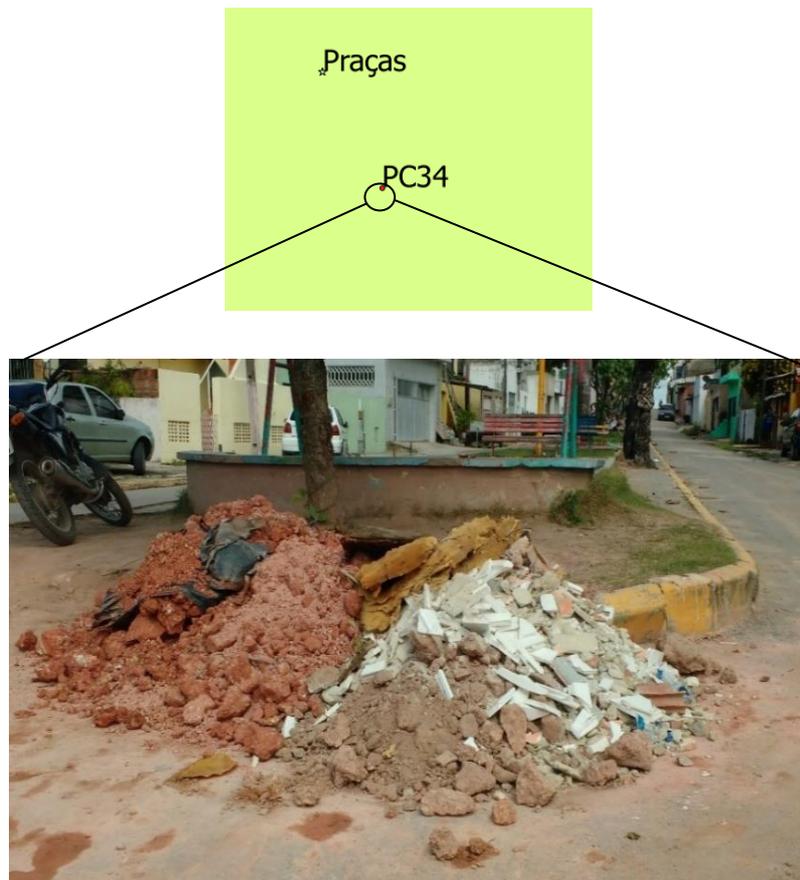


Fonte: O autor.

Por meio da análise de correlação com os equipamentos municipais, mapa 6, Apêndice O, visualizam-se 17 situações com equipamentos municipais localizados a uma distância máxima de 200m de pontos de descarte irregular dos RCD, estando 02 na APA 01, 02 na APA 03, 07 na APA 04, 04 na APA 05 e 02 na APA 07.

Na APA 07 observa-se (Figura 5.51) um ponto de descarte irregular dos RCD depositado sobre logradouro público, PC 34, defronte à uma praça pública, mostrando o total descaso com o patrimônio público municipal. Percebe-se ainda a presença de residências em seu entorno.

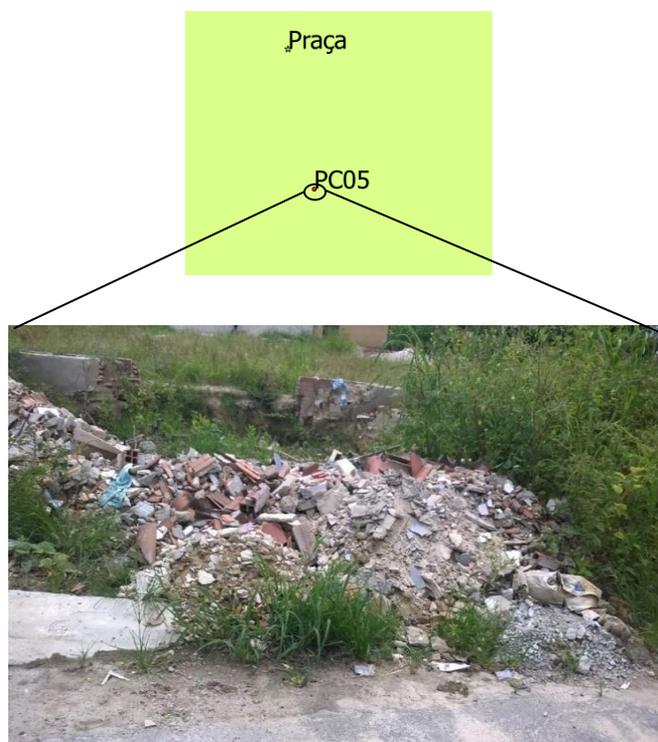
Figura 5.51 – Ponto de descarte irregular dos RCD situado a uma distância máxima de 200m de uma praça pública, na APA 07, na Rua Samuel Caetano da Silva, Pontezinha, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

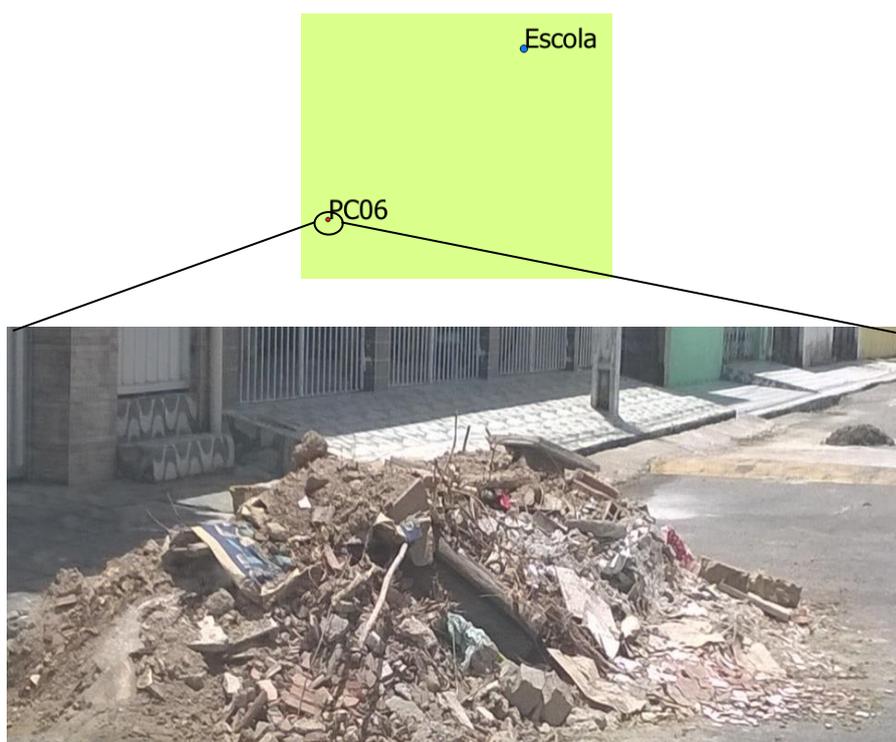
Na Figura 5.52 tem-se um descarte irregular de RCD, PC 05, disposto sobre passeio público, na APA 04, próximo à uma praça pública, demonstrando a precariedade da fiscalização e o descaso com as legislações ambientais. Já na Figura 5.53 temos um ponto, também na APA 04, PC 06, disposto em via pública, próximos a residências e a uma escola.

Figura 5.52 – Ponto de descarte irregular dos RCD situado a uma distância máxima de 200m de uma praça pública, na APA 04, na Rua Edvard Marques de Barros, Vila Social Contra Mocambo, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

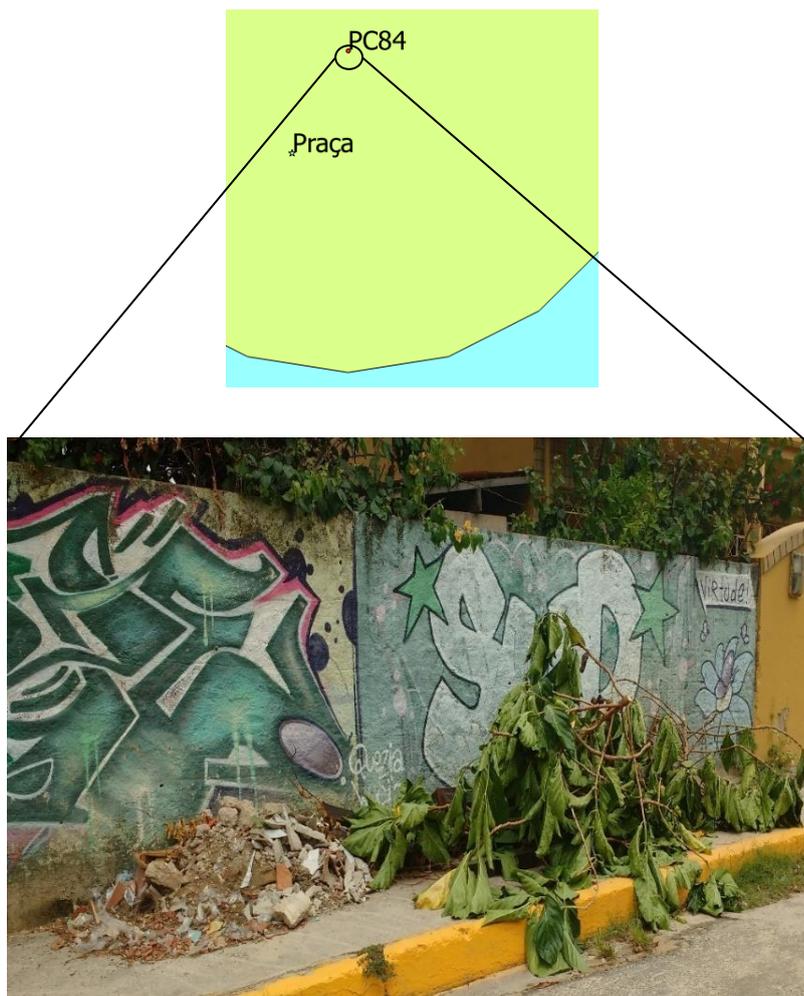
Figura 5.53 – Ponto de descarte irregular dos RCD situado a uma distância máxima de 200m de uma escola, na APA 04, na Rua Generestildes Ferreira de Melo, Vila Social Contra Mocambo, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

A situação registrada na Figura 5.54 diz respeito a um ponto (PC 84) próximo, simultaneamente, de uma praça pública e do oceano Atlântico (litoral da Vila de Suape), na APA 05. Disposto sobre passeio público e próximo de residências.

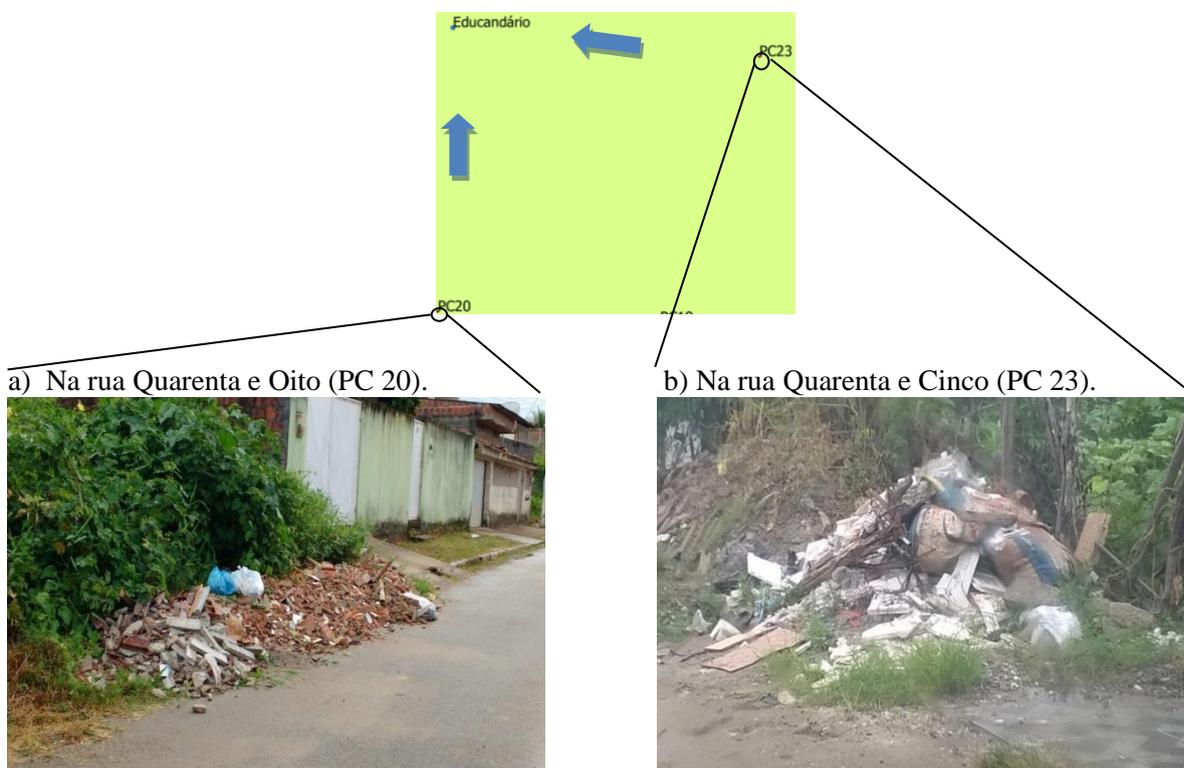
Figura 5.54 – Ponto de descarte irregular dos RCD situado a uma distância máxima de 200m de uma escola e do Oceano Atlântico, na APA 05, na Rua José Miguel de Santana, Vila de Suape, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

A Figura 5.55 ilustra um caso particular, na APA 04, onde dois pontos exercem influência sobre o mesmo equipamento público, no caso em questão um educandário. Observa-se situação semelhante na Figura 5.56, também na APA 04, com outros dois pontos, desta feita, exercendo influência sobre uma escola.

Figura 5.55 a e b – Dois pontos de descarte irregular dos RCD, situados a uma distância máxima de 200m de um educandário, na APA 04, ambos no bairro de Garapu, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

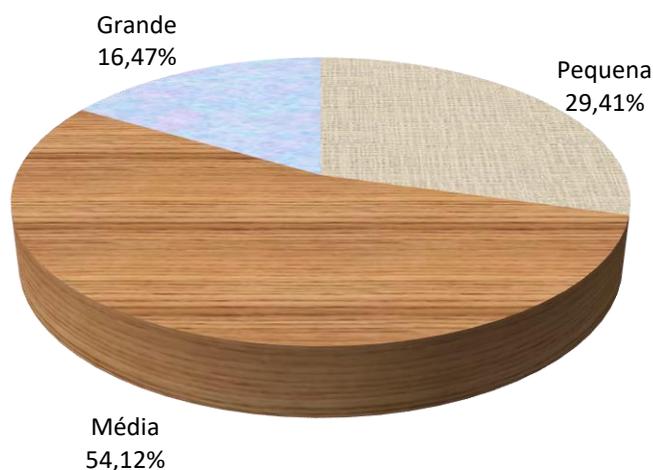
Figura 5.56 – Dois pontos de descarte irregular dos RCD, situados a uma distância máxima de 200m de uma escola, na APA 04, ambos no bairro de Garapu, Cabo de Santo Agostinho/PE



Fonte: O autor.

Quanto ao porte das pilhas dos RCD depositadas irregularmente, de uma forma geral, observou-se, por meio do Mapa 7, do Apêndice P, que, aproximadamente, 54,12% das pilhas eram de porte médio, seguida pelas pilhas de porte pequeno, representando, em torno, de 29,41% das pilhas, as pilhas de porte grande representaram, em torno, de 16,47% das pilhas (Figura 5.57). A Figura 5.58 mostra um ponto de descarte irregular dos RCD, de porte grande, disposto às margens de logradouro público.

Figura 5.57 – Distribuição das pilhas por porte no Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Figura 5.58 – Ponto de descarte irregular dos RCD, de porte grande, na APA 04, disposto às margens de logradouro público, na Rua Quarenta e Sete, Garapu, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

A Figura 5.59 apresenta um ponto de porte médio, disposto sobre passeio público, às margens

de logradouro público, na APA 05. Percebe-se ainda a presença de residências em suas proximidades.

Figura 5.59 – Ponto de descarte irregular dos RCD, de porte médio, na APA 05, disposto sobre passeio público, às margens da Av. Dois, Enseada dos Corais, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

A Figura 5.60 exemplifica um ponto de porte pequeno, na APA 05, disposto em terreno baldio, no bairro de Enseada dos Corais.

Figura 5.60 – Ponto de descarte irregular dos RCD, de porte pequeno, na APA 04, disposto às margens de logradouro público, na Av. Dois, Enseada dos Corais, Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

5.4 Destinação final dos RCD usada pelo município

O Aterro Controlado da Pista Preta, antiga área de deposição dos resíduos sólidos do Cabo de Santo Agostinho/PE, vem, aproximadamente, desde de 2010, passando por melhorias. Na ocasião da visita, a prefeitura havia instalado uma balança do tipo rodoviária no local, com vistas a realizar a pesagem dos resíduos recebidos, como pode ser observado na Figura 5.61. Entretanto, a referida balança ainda não estava em funcionamento, com previsão para o mês de dezembro de 2016. A pesagem dos resíduos que chegavam ao aterro era feita em uma balança localizada em Pirapama. Atualmente, ano de 2017, a balança já se encontra em funcionamento.

Figura 5.61 – Balança para pesagem dos resíduos no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Segundo informações obtidas no Aterro, o local foi utilizado como Lixão por mais de 25 anos e como Aterro Controlado há aproximadamente 07 anos, quem opera o Aterro é uma empresa privada. A vida útil do aterro é de mais de 05 anos e que a área ocupada pelo mesmo é de 06 hectares. Ressalta-se que pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010a) o referido aterro não era para estar mais funcionando.

Atualmente, ano de 2017, os resíduos sólidos comerciais e domiciliares do Cabo estão sendo depositados em Muribeca, Jaboatão dos Guararapes/PE, sob a responsabilidade da Central de Tratamento de Resíduos-Candeias. Entretanto, a área do Aterro Controlado da Pista Preta continua recebendo entulhos provenientes da construção civil, podas de árvores e volumosos, servindo ainda como Área de Transbordo e Triagem de resíduos, como pode ser observado na Figura 5.62.

Figura 5.62 – Área de Transbordo e Triagem dos resíduos no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Verificou-se áreas com cobertura de solo, formando as células utilizadas em aterros para acondicionamento do material depositado, juntamente com instalação das manilhas para canalização de gases gerados pela decomposição dos resíduos de poda, capinação e de madeira, além dos resíduos orgânicos recebidos quando do funcionamento do antigo Lixão da Pista Preta. Também se encontra áreas sem a devida compactação e cobertura, manilhas para canalização de gases caídas e resíduos expostos a céu aberto, segundo a Figura 5.63 – a e b. Observa-se ainda, em primeiro plano, uma pilha de resíduos aparentando ser composta, em sua maioria, por RCD.

Figura 5.63 a e b – Áreas com e sem cobertura e manilha caída, no Aterro Controlado da Pista Preta, Cabo de Santo Agostinho/PE.

a)



b)



Fonte: O autor.

Na Figura 5.64 vê-se em primeiro plano a estrada que dá acesso à Área de Transbordo e

Triagem e ao local onde estão sendo depositados os resíduos recebidos. De acordo com informações obtidas no local, o aterro possuía 07 células.

Figura 5.64 – Estrada de acesso ao Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Já na Figura 5.65 percebe-se em primeiro plano uma área alagada por lixiviado, situada ao lado da Área de Transbordo e Triagem, líquido este de grande toxicidade, podendo conter altas concentrações de metais pesados, que se infiltra no solo o contaminando. Tem-se ainda a presença de aves, próximas às poças de lixiviado, o que favorece a transmissão de doenças. Ao fundo, como no entorno do antigo lixão, tem-se a utilização de áreas para o cultivo agrícola, sendo as principais culturas do município: a de cana-de-açúcar, Banana, Coco da Baía e Laranja (PERNAMBUCO, 2014).

Figura 5.65 – Área alaga por lixiviado no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Uma visão de calhas que deveriam ser utilizadas no sistema de drenagem pluvial do aterro, Figura 5.66, foram encontradas sem uso.

Figura 5.66 – Calhas para drenagem sem utilização, no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Em termos de equipamentos empregados no Aterro Controlado da Pista Preta, um trator é utilizado para espalhar e compactar o material depositado no mesmo, conforme Figura 5.67. Os gases produzidos pela decomposição da matéria orgânica (Metano e CO_2) estão sendo canalizados e eliminados para evitar explosões devido a geração de bolsões no interior do aterro, Figura 5.68, contudo os referidos gases poderiam estar sendo aproveitados como fontes de energia alternativas, ou até mesmo, após alguns investimentos em projetos, equipamentos e tubulações, serem canalizados e vendidos para alguma empresa próxima que demonstrasse interesse. A eliminação dos gases está sendo realizada diretamente no meio ambiente, sem passar por processo de queima, que contribuiria para diminuição do chamado efeito estufa.

Figura 5.67 – Trator utilizado no espalhamento e compactação dos resíduos no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Figura 5.68 – Drenagem vertical dos gases no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

O lixiviado que escorre do aterro é extremamente preocupante, Figura 5.69, devido a sua capacidade de contaminar o solo e corpos d'água. Uma forma de mitigar os impactos ambientais causados pela produção de lixiviado seria a construção de três lagoas, feitas por meio da impermeabilização do solo, onde o lixiviado conduzido passa por uma série de tratamentos (anaeróbico, aeróbico e estabilização) antes de ser devolvido aos mananciais.

Figura 5.69 – Lixiviado escorrendo a céu aberto no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

O lixiviado que escorre do aterro da Pista Preta, por ser uma substância tóxica, pode contaminar riachos situados em suas proximidades, Figuras 5.70, assim como, os animais que

entram em contato com essas águas.

Figura 5.70 – Riacho situado nas proximidades do Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Apesar de todas as ações tomadas para transformar o Pista Preta em um aterro, no local ainda se observa áreas com resíduos expostos a céu aberto, funcionam como elemento atrativo à presença de ratos, baratas, mosquitos e diversos outros vetores transmissores de doenças, como se observa nas Figuras 5.71 e 5.72.

Figura 5.71 – Resíduos descobertos no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Figura 5.72 – Resíduos expostos a céu aberto no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

Por fim, existem pontos de monitoramento de lixiviado, com 12m de profundidade, espalhados ao redor do aterro segundo a Figura 5.73. Ressalta-se que o Aterro Controlado da Pista Preta é o único no município e que apenas a prefeitura do Cabo de Santo Agostinho/PE envia resíduos para o mesmo, não existindo atividades de reciclagem de resíduos no local. Cabe informar que Parahyba Júnior (2010) visitou o local como parte do desenvolvimento de sua pesquisa.

Figura 5.73 – Ponto de monitoramento do avanço de lixiviado no Aterro Controlado da Pista Preta, no Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

5.5 Propostas de locais para instalação de Ecoestações

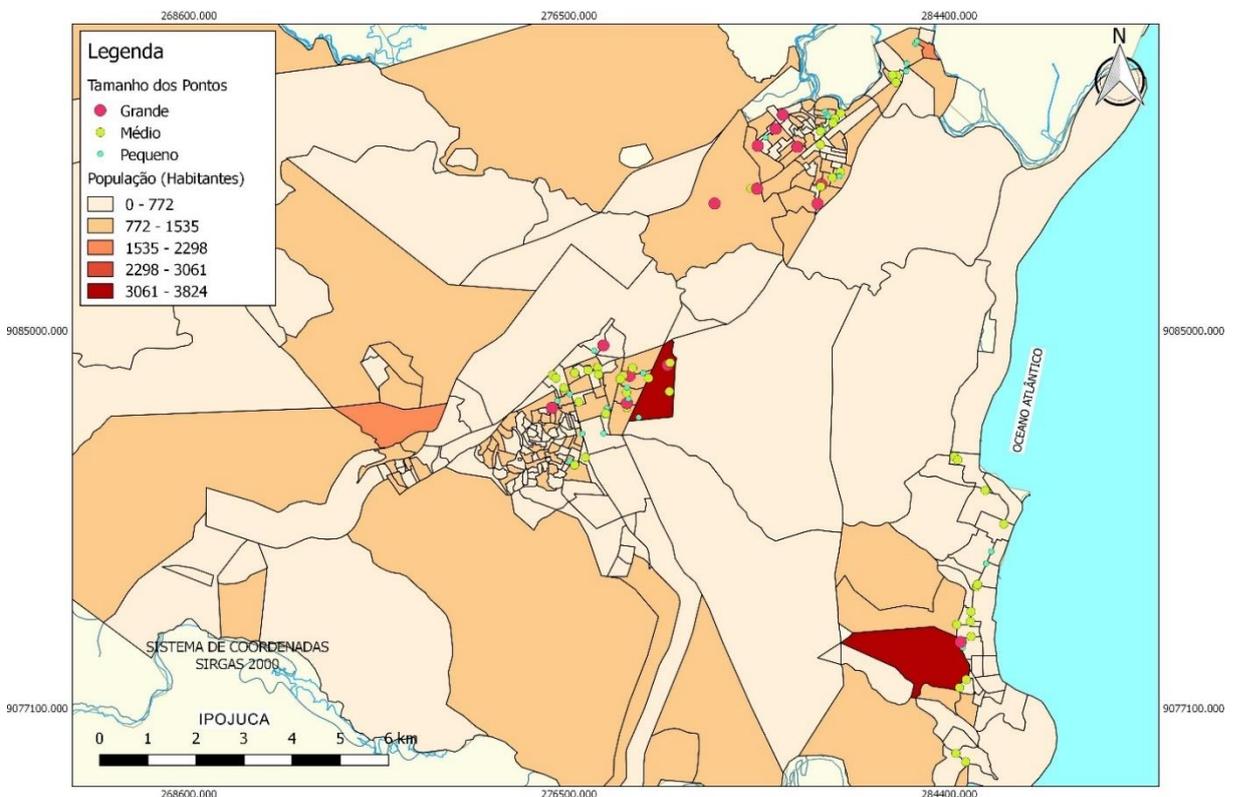
A fim de serem determinados locais para instalação de Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV), também conhecidas como ecoestações, conforme proposto por Pinto e

Gonzáles (2005), foi realizada uma série de análises espaciais de correlação dos pontos de descarte irregular dos RCD com os mapas de renda média familiar por setores censitário do IBGE, população por setores censitários do IBGE e porte dos pontos, com vistas a se conhecer o perfil das áreas em estudo.

Desta forma, como já foi discutido no item 5.3.3, observou-se que aproximadamente 56,47% dos pontos de deposição irregular dos RCD encontram-se no entorno de áreas com renda média familiar entre R\$ 0,00 e R\$880,00, destacando-se os bairros de Garapu e Ponte dos Carvalhos que juntos representam mais da metade do percentual apresentado. Demonstra-se assim que a maioria dos descartes irregulares dos RCD ocorre em regiões de baixa renda.

Quanto ao porte das pilhas (Figura 5.74) observou-se que nas áreas menos nobre e com poucas obras de grande e médio porte, predominaram os pontos de grande porte, o que sugere que estas áreas podem estar sendo utilizadas como área de descarte por carroceiros informais que atuam na região, ação esta facilitada, possivelmente, pela ineficiência da fiscalização por parte dos órgãos públicos competentes.

Figura 5.74 – Mapa correlacionando os pontos de descarte irregular dos RCD com a população por setores censitários e com o porte dos pontos no Cabo de Santo Agostinho/PE.



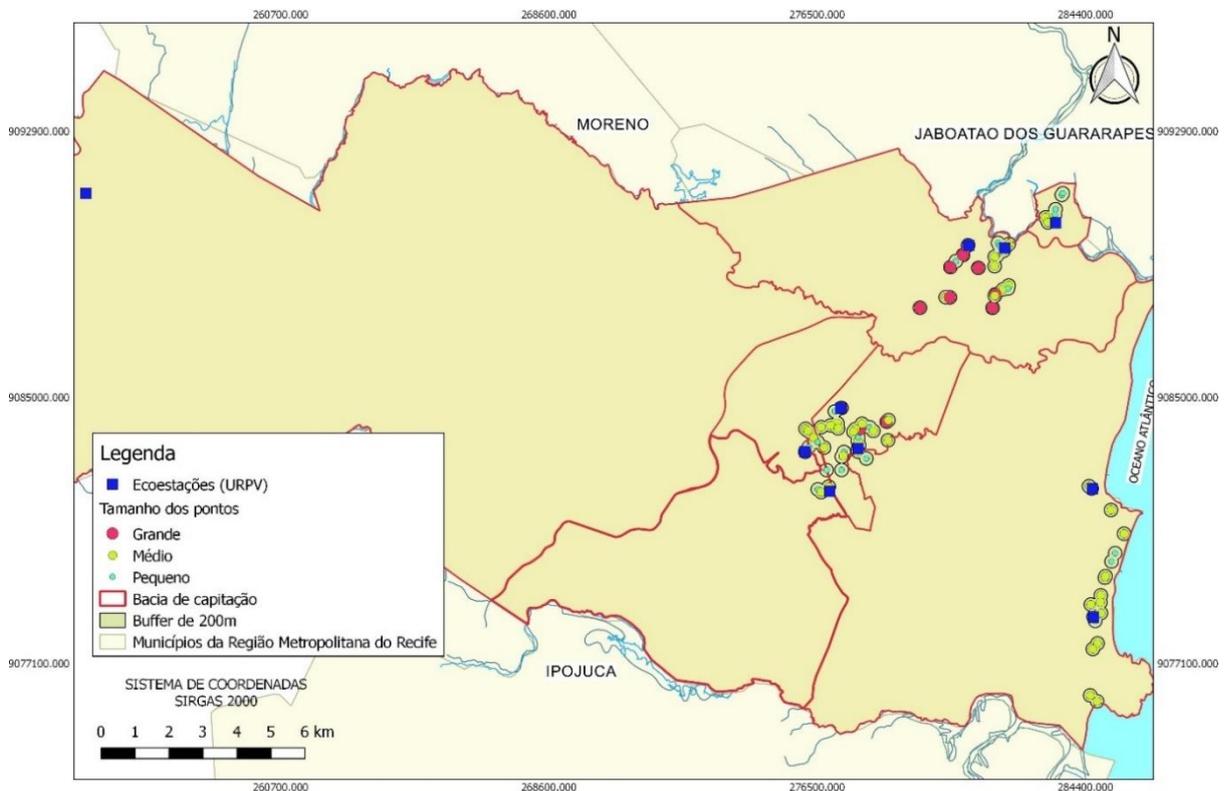
Fonte: O autor.

Por outro lado, nas áreas mais nobres, com maior renda, predominaram pontos de médio e pequeno porte, o que sugere que estas áreas, por sofrerem uma fiscalização mais efetiva dos órgãos municipais, são menos atrativas ao descarte irregular dos RCD, podendo ainda, está associada com um maior nível de conscientização por parte da população residente local e pela menor disponibilidade de terrenos baldios.

A Figura 5.75 apresenta os locais escolhidos para a implantação das URPV, denominadas de Ecoestações, as quais foram propostas com base na análise de relação dos pontos cadastrados com as características da região. Ao todo foram propostas 10 ecoestações, e os bairros escolhidos foram: Centro (APA 01), Cohab (APA 03), Vila Social Contra Mucambo (APA 04), Garapu (APA 04), Itapoama (APA 05), Gaibu (APA 05), Ponte dos Carvalhos (APA 06), Pontezinha (APA 07) e Juçaral (APA 08).

Cabe esclarecer que a escolha do bairro de Juçaral para implantação de uma ecoestação, apesar de ser uma área rural e de não ter sido analisada por meio da metodologia proposta, foi feita para distribuir melhor as ecoestações pelo município, tendo em vista que uma das variáveis consideradas no cálculo foi a área de cada APA.

Figura 5.75 – Mapa com sugestão de possíveis locais para implantação de ecoestações no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.



Fonte: O autor.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Principais conclusões

O município do Cabo de Santo Agostinho/PE apesar de ter apresentado um crescimento na indústria da construção civil local, nos anos de 2013, 2014 e 2015, quando em comparação com o quantitativo de licenças expedidas para novas construções nos anos de 2010, 2011 e 2012, apresenta deficiências graves na gestão de RCD. A ineficácia do trabalho de fiscalização promovido pelo ente municipal, principalmente no que tange o pequeno gerador, é um dos principais problemas diagnosticados.

A metodologia utilizada foi imprescindível para o tratamento dos dados e mostrou eficiência, comprovando a aplicabilidade das ferramentas de geoprocessamento para análises espaciais em trabalhos diagnósticos da gestão municipal de resíduos.

Os dados analisados demonstram que o município do Cabo de Santo Agostinho/PE apresentou uma taxa de geração média, em relação aos anos de 2014 e 2015, de 91,98 kg/m², sendo esta uma taxa subestimada devido à falta de informações relativas aos quantitativos totais das áreas de demolição e reforma ocorridas no município no período. Cabe informar que estas informações foram solicitadas junto à prefeitura, mas até o momento da conclusão desta pesquisa ainda não tinham sido entregues.

Por meio da visita aos canteiros de obras observou-se que apenas uma empresa possuía certificação PBQP-H e ISO 9001, revelando a falta de padronização no processo construtivo, sendo a falta de certificação de qualidade um fator gerado de desperdício de materiais em obras de construção civil, tendo como consequência o aumento na geração dos RCD.

Constatou-se também que apenas a empresa 01 possuía informações de geração de RCD sistematizadas, entretanto, mesmo assim, os dados informados pela referida empresa foram descartados por apresentarem incoerências que comprometeriam o cálculo da taxa de geração dos RCD no município.

Ressalta-se também que a empresa 02 demonstrou possuir o registro das quantidades, algumas em massa outras em volume, dos resíduos retirados do canteiro visitado, sendo este controle para efeito de pagamento do serviço. Desta forma, percebe-se a falta de informações consolidadas para servir de indicador de gerenciamento, o qual nortearia as ações futuras das

empresas.

Estima-se que o município do Cabo de Santo Agostinho/PE gerou em 2014 e 2015 cerca de 200,88 t/dia e 93,27 t/dia, respectivamente, de RCD. Nota-se também que muitos dos pontos encontrados, eram oriundos de pequenas reformas, podendo, em sua grande maioria terem sido realizadas de modo informal, sem as devidas licenças municipais, o que comprova que o pequeno gerador não tem recebido a devida fiscalização por parte dos órgãos municipais competentes, não estando preocupado em realizar a correta destinação dos resíduos de acordo com as legislações vigentes.

Com relação aos ambientes afetados, infelizmente a sociedade ainda é a mais prejudicada, principalmente pelo fato de que os RCD podem servir de moradia para insetos e roedores transmissores de sérias doenças, além de exercer ação atrativa sobre outros tipos de resíduos, como os domiciliares que ao entrar em contato com o RCD o contamina dificultando, ou até mesmo inviabilizando, seu processo de reciclagem.

Em relação aos impactos ambientais, as deposições irregulares dos RCD não trazem problemas apenas para a fauna e a flora, mas gera impactos financeiros para o município, devido aos gastos com coleta, transporte e destinação final, gastos estes que poderiam ser evitados por meio de uma gestão eficaz e de novos procedimentos, como a criação de áreas para recolhimento de pequenos volumes.

A análise realizada nesta pesquisa mostra de forma clara os caminhos e problemas existentes da deposição irregular dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE e serve de subsídio para o aperfeiçoamento da gestão municipal, gerando qualidade de vida para população e economia para o erário público municipal.

Constatou-se que a destinação final dos RCD é feita no Aterro Controlado da Pista Preta, localizado no Cabo de Santo Agostinho/PE. Observou-se vários problemas, tais como, manilhas de canalização dos gases caídas, matérias que deveriam estar sendo utilizados no sistema de drenagem não estavam instalados, lixiviado escorrendo a céu aberto, entre outro. Desta forma, fica evidente que se faz necessária o desenvolvimento de projetos para o planejamento de intervenções no referido aterro com vistas a se evitar os riscos de danos aos recursos naturais.

Em alguns lugares com maior concentração de pontos, seria adequado o estabelecimento de

Áreas de Transbordo e Triagem para os pequenos geradores, conhecidos como Ecoestações, como forma de destinação dos resíduos gerados pelo pequeno gerador, sendo propostas a instalação de 10 unidades. Apenas para se ter uma ordem de grandeza, tendo em vista que, como já foi mencionado no item 5.2.2, as estimativas de geração dos RCD calculadas estão subdimensionadas, devido à falta de informações. Sendo assim, considerando a estimativa de geração de RCD calculada para o ano de 2014, por ser maior que a de 2015, no valor de 200,80 t/dia, pode-se estimar, em média, que a capacidade de cada Ecoestação deverá ser superior a 20 t/dia.

Por fim conclui-se que o diagnóstico da gestão dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE se apresenta como uma importante ferramenta para o aperfeiçoamento das ações de gestão dos RCD com vistas ao aumento da eficiência. Objetivando, com isto, assegurar a sustentabilidade dos recursos naturais, assim como, a reduzir os custos com a manutenção dos RCD no município. Ressaltando ainda, que inadequada gestão dos RCD pode acarretar em prejuízos irreversíveis para a natureza e para a sociedade.

6.2 Sugestões para futuras pesquisas

A partir das limitações encontradas no desenvolvimento da pesquisa, apresenta-se algumas recomendações para estudos futuros:

- Análise gravimétrica como forma de obter números mais específicos sobre a composição dos RCD presentes nos pontos;
- Análise integrada da gestão dos RCD nos municípios da região metropolitana do Recife/PE;
- Utilização da análise espacial para diagnóstico da gestão de outros tipos de resíduos sólidos, como os domiciliares e os hospitalares.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004a.

_____. **NBR 10.007**: Amostragem de resíduos: procedimento. Rio de Janeiro, 2004b.

_____. **NBR 15.112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004c.

_____. **NBR 15.113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004d.

_____. **NBR 15.114**: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004e.

_____. **NBR 15.115**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004f.

_____. **NBR 15.116**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004 g.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos 2015**. Disponível em: < <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Último acesso em: 25 de maio de 2017.

ADEMI-PE – ASSOCIAÇÃO DAS EMPRESAS DO MERCADO IMOBILIÁRIO DE PERNAMBUCO. **Índice Nacional de Custos da Construção Civil**. Disponível em: <<http://www.ademi-pe.com.br/incc/>>. Último acesso em: 28 de janeiro de 2017.

ALBUQUERQUE, D. M. S. **Análise Socioambiental da deposição irregular do Resíduo da Construção e Demolição (RCD) na Cidade do Recife**. Dissertação (Mestrado). Universidade de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Recife, 2015.

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

ANGULO, Sérgio Cirelli. **Requisitos para a execução de aterros de resíduos de construção e demolição** / ségio Cirelli ângulo, Vanderley Moacyr John. São Paulo: EPUSP, 2006.

ANGULO, S.C.; COSTA, L.N.S.; ALMEIDA, S.L.M.; LIMA, F.M.R.S.; CHAVES, A.P.; JOHN, V.M. Critérios de classificação do resíduo de construção e demolição em área de triagem e reciclagem na cidade de Macaé. **XXII ENTMME / VII MSHMT**. Ouro Preto-MG, novembro 2007., Volume II, pg. 657, 2007.

ARAÚJO, Valdete Santos de. **Gestão de resíduos especiais em universidades: estudo de caso da Universidade Federal de São Carlos**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 154p., 2002.

ARAÚJO JUNIOR, Erico de Lira. **Uso de resíduos da construção e demolição (RCD) em estacas de compactação para melhoramento de solos**. 2010. 166 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco. Recife, 2010.

ARMELIN, Liliane Frosini. **Estudo do comportamento dos resíduos sólidos veiculados pelos rios urbanos junto aos vertedores de entrada de reservatórios de controle de cheias**. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011, 140 p.

AZAMBUJA, Eloisa Amábile Kurth. **Proposta de gestão de resíduos sólidos urbanos – análise do caso de Palhoça/SC**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BARBOSA, Gisele Silva. O desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Visões**. 4. ed. n.4, v. 1 – Jan./Jun. 2008.

BBC. **Conferência do clima termina com 'acordo histórico' contra aquecimento global**. Em:<http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/12/151212_acordo_paris_tg_rb>. Acesso em: 01 de julho de 2017.

BIJU, Bárbara Pavani. **Utilização do sistema de informação geográfica (SIG) na indicação de possíveis áreas aptas à disposição de resíduos de construção e demolição**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 113 f., 2015.

BLUMENSCHNEIN, R. N. **Manual técnico: Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras**. Brasília: SEBRAE/DF. 2007. 48 p. 1. SEBRAE/DF - I. Título CDU 504.05

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 408 p. Disponível em: <<http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariacivil/pos-graduacao/funasa-anual-saneamento.pdf>>. Último acesso em: 11 ago. 2016.

_____. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2010a.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos, Brasília, 2010b. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/4_manual_implantao_sistema_gest_o_resduos_construo_civil_cp_125.pdf>. Último acesso em: 12 de agosto de 2016.

_____. Senado Federal. **Projeto de Lei nº 425 de 2014**. Prorroga o prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos de que trata o art. 54 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em:< <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/119536>>. Último acesso em: 12 de ago de 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 4. ed. Brasília: Funasa, 2015a. 642 p. il. Disponível em: < http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/eng_saneam2.pdf>. Último acesso em: 11 ago. 2016.

_____. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 2289 de 2015**. Prorroga o prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos de que trata o art. 54 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. 2015b. Disponível em:< <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=1555331>>. Último acesso em: 12 de ago de 2016.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **A política dos 5R's**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/comunicacao/item/9410-a-pol%C3%ADtica-dos-5-r-s>>. Último acesso em: 29 de março de 2016.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>>. Último acesso em: 09 de fevereiro de 2017.

BRUM, Fábio Martins. **Implantação de um programa de gestão de resíduos da construção civil em canteiro de obra pública: o caso da UFJF**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

CABO DE SANTO AGOSTINHO. **Lei nº 2.513**, de 30 de dezembro de 2009. Dispõe sobre a política Ambiental de proteção, controle, conservação e recuperação do meio ambiente que revogou a lei municipal nº 1.975 de 03 de dezembro de 2001 e dá outras providências. Disponível em: <http://www.cabo.pe.gov.br/normativos_pmcsa/LEGISLACAOMUNICIPAL/LEIS/2009/Lei%202.513-09.pdf>. Último acesso em: 29 março 2016.

_____. **Decreto nº 1.005**, de 01 de agosto de 2012. Dispõe sobre o reconhecimento do Plano Metropolitano de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana – PMRS/RM, como o Plano de Gestão Intermunicipal de resíduos Sólidos do Município do Cabo de Santo Agostinho, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.cabo.pe.gov.br/normativos_pmcsa/LEGISLACAOMUNICIPAL/DECRETOS/2012/Decreto%201005-12.pdf>. Último acesso em: 12 agosto 2016b.

_____. Secretaria Municipal de Planejamento e Meio Ambiente. Bases de dados de geoprocessamento do município do Cabo de Santo Agostinho. **Obtidas por meio do ofício nº 56/2015**. Cabo de Santo Agostinho, 2016a.

_____. **Nossa Cidade**. Disponível em: < <http://www.cabo.pe.gov.br/index.php/nossa-cidade/>>. Último acesso em: 24 setembro 2016b.

CABRAL, A.E.B.; MOREIRA, K.M.V. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará. Programa Qualidade de Vida na Construção. Fortaleza, 2011.

CÂMARA, G.; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2004. Disponível em: < http://www.dpi.inpe.br/gilberto/new_page.php?lm=livros.csv&lr=livros_right.csv>. Último acesso em: 10 de fevereiro de 2017.

CARDOSO, A.C.F. **Estimativa de geração de resíduos da construção civil nos municípios de Criciúma e Içara e estudo de viabilidade de usinas de triagem e reciclagem**. 2011. 107 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2011.

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) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2005.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil. **PIB 2015**. 2016. Disponível em < <http://www.cbicdados.com.br/menu/home/pib-2015> >. Último acesso em: 10 de fevereiro de 2017.

CHAHUD, E. (Org.). **Reciclagem de resíduos para a construção civil**. Belo Horizonte: Universidades Fumec/FEA, 2007. 756 p.

CHEN, Z.; LI, J.; WONG, C.T.C. An application of bar code system for reducing construction wastes. **Automation in Construction**, n. 11. p. 521-533, 2002.

CÍCLO AMBIENTAL. Disponível em: < <http://cicloambientalrcc.com.br/site/conteudo/?id=3> >. Último acesso em: 15 de Agosto de 2016.

COCHRAN, Kimberly *et al.* Estimation of regional building-related C&D debris generation and composition: Case study for Florida, US. **Waste Management**, 27, 921–931, 2007.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 307**, de 5 de julho de 2002. Brasília, 2001.

_____. **Resolução nº 348**, de 16 de agosto de 2004. Brasília, 2004.

_____. **Resolução nº 431**, de 24 de maio de 2011. Brasília, 2011.

_____. **Resolução nº 448**, de 18 de janeiro de 2012. Brasília, 2012.

_____. **Resolução nº 469**, de 29 de julho de 2015. Brasília, 2015.

CÓRDOBA, R.E. **Estudo do Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção e Demolição do Município de São Carlos-SP**. 2010. 372 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2010.

COSTA, R.V.G. **Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa**. 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de João Pessoa, João Pessoa, 2012.

COSTA, Emiliano Silva; OLIVEIRA, Nilton Fernandes de; REIS, Patrícia Antunes dos; SCHMIDT, Marcio Augusto Reolon. **Utilização de um sistema de informação geográfica no gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Uberlândia-MG**. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – ConGeA. Salvador-BA. 2013.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do município de Cabo de Santo Agostinho. Recife, 11 p. + anexos, 2005.

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental: Responsabilidade social e sustentabilidade**. Editora Atlas S.A., 2011, 232f.

DING, Tao; XIAO, Jianzhuang. Estimation of building-related construction and demolition waste in Shanghai. **Waste Management**, v.34, Issue 11, p. 2327–2334, 2014.

FALCÃO, N. C. B. **Diagnóstico da situação atual dos resíduos da construção civil no município de Olinda**. 127 f. 2011. Dissertação (Mestrado - Construção Civil) - Universidade de Pernambuco. Recife. 2011.

FARDUPE - Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional. **Revisão das leis de parcelamento e de uso e ocupação do solo do município do cabo de santo agostinho: Produto 3 – Relatório preliminar de propostas**. Recife, 2014. Disponível em: <http://www.cabo.pe.gov.br/wp-content/uploads/2014/04/REV_LUOS_201404.pdf>. Último acesso em: 15 agosto de 2016.

FARIAS, Andréa Batista de. **Análise técnica e econômica de resíduos da construção e demolição aplicados em pavimentação** / Andréa Batista de Farias. – Recife : UPE, Escola Politécnica, 2013.183 f.

FERNANDES DOS SANTOS. F. JÚNIOR, L. U. D. T. CECHIN, N. F. ALMEIDA, V. L. SOUZA, M. A. B. Adequação dos Municípios do Estado do Rio Grande do Sul à Legislação de Gestão de Resíduos da Construção Civil. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, Florianópolis, SC, Brasil, v. 4, n. 8, p. 1-18, 2012.

FIRMO, A. L. B. **Estudo Numérico e Experimental da Geração de Biogás a Partir da Biodegradação de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2013 Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Pernambuco, 2013.

FREITAS, W.C. **Análise da geração de resíduos da construção civil no município de Batatais-SP para implantação de gerenciamento integrado**. 2009. 126 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2009.

FUKUROZAKI, S. H; SEO, E. S. M. **Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil no município de São Paulo: a atuação das áreas de transbordo e triagem**. III-086. Simpósio Luso- Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2004.

GUERRA, J.S. **Gestão de resíduos da construção civil em obras de edificações**. 2009. 104 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2009.

GUSMÃO, A.D. **Manual de Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Camaragibe: CCS Gráfica Editora, 2008. 140 p.

HAO, Jane L.; HILLS, Martin J.; TAM, Vivian W. Y. The effectiveness of Hong Kong's Construction Waste Disposal Charging Scheme. **Waste Management & Research**, 553–558, 2008.

HUNGARI, R. **Distribuição espacial dos equipamentos turísticos como subsídio para indicação de locais ótimos para a construção de um centro de convenções em Belo Horizonte – MG.** 2009. 138 p. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/caracteristicas_da_populacao_tab_municipios_zip_xls.shtm>. Acesso em: 15 de agosto de 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População estimada para 2016.** Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 de abril de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área da unidade territorial 2015 (km²).** Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 de abril de 2017.

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

JOHN, V. M.; SILVA, V. G.; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. II Encontro nacional e I Encontro Latino americano sobre edificações e comunidades sustentáveis. **ANTAC/UFRGS**, Canela-RS, p. 91-98, 2001.

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

KERN, Andrea Parisi; DIAS, Michele Ferreira; KULAKOWSKI, Marlova Piva; GOMES, Luciana Paulo. Waste generated in high-rise buildings construction: A quantification model based on statistical multiple regression. **Waste Management** 39: 35-44. 2015.

KGATHI, D. L., BOLAANE, B. Instruments for sustainable solid waste management in Botswana. **Waste Management & Research** 19: 342-353. 2001

LIMA, R.S.; LIMA, R.R.R. **Guia para elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.** Série de publicações temática do CREA-PR. CREA-PR, 2009.

LLATAS, C. A model for quantifying construction waste in projects according to the European waste list. **Waste Management**, 31, 1261–1276, 2011.

LEITE, L. B. T. **Panorama da Logística de Resíduos da Construção Civil no Rio de Janeiro** - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ / Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil, 2014.

LI, Mei; KUHLEN, Anna; YANG, Jay; SCHULTMANN, Frank. Improvement of the statutory framework for construction and demolition waste management exemplified in Germany and Australia. In Urban Environment: Proceedings of the 11th Urban Environment Symposium (UES), Karlsruhe, Germany, 15-25, 2013.

Management, n. 34 LOBO, A; LOPES A. Emissions of C&D refuse in landfills: A European case. *Revista Waste*, p. 1446-1454, 2014

LOVATO, P.S. **Verificação dos parâmetros de controle dos agregados reciclados de resíduos de construção e demolição para utilização em concreto**. 2007. 180 p. Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

LU, Weisheng; YUAN, Hongping. A framework for understanding waste management studies in construction. *Waste Management*, 31, 1252–1260, 2011.

LU, Weisheng; TAM, Vivian W. Y. Construction waste management policies and their effectiveness in Hong Kong: A longitudinal review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 23, 214–223, 2013.

LÚCIO, Renata Franco. **Diagnóstico do sistema de gerenciamento de resíduos de construção e demolição no município de Belo Horizonte - MG**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 121 f., 2013.

MÁLIA, M.A.B. **Indicadores de resíduos de construção e demolição**. 2010. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.

MÁLIA, M.; BRITO, J. de; PINHEIRO, M. D.; BRAVO, M. Construction and demolition waste indicators. *Waste Management & Research*. Março 2013. Vol. 31, nº. 3 241-255.

MANN, Daniela Carnasciali de Andrade. **Diagnóstico dos sistemas de gerenciamento de resíduos de construção civil em Curitiba**. Dissertação (Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

MARQUES NETO, José da Costa. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos: RiMa, 2004. 162 p.

MARQUES NETO, José da Costa. **Estudo da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição na bacia hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI-15)**. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

MARQUES NETO, J.C.; SCHALCH, V. Diagnóstico ambiental para gestão sustentável dos resíduos de construção e demolição. In: SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 13, 2010. *Anais...* Figueira da Foz, Portugal. 2010.

MARTINS, Flávia Gadêlha. **Gestão e gerenciamento de resíduos da construção civil em obras de grande porte – estudo de caso**. Dissertação (Mestrado – Engenharia Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

MELO, Aluísio Braz de; GONÇALVES, Arlindo F.; MARTINS, Isabel M. Construction and demolition waste generation and management in Lisbon (Portugal). *Resources, Conservation and Recycling*, 55, 1252– 1264, 2011.

MERINO, Mercedes del Río; GRACIA, Pilar Izquierdo; AZEVEDO, Isabel Salto Weis. Sustainable construction: construction and demolition waste reconsidered. *Waste Management & Research*, 28, 118–129, 2010.

MESQUITA, A.S.G. Análise da geração de resíduos sólidos da construção civil em Teresina, Piauí. **Revista Holos**, v.2, p.58-65, 2012.

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

NAGALLI, A.; BERTOL, A.C.; RAFFLER, A.; SANTOS, J. P. dos. Analysis of correlation between works characteristics and construction waste generation. Sardenha, 2013.

NAGALLI, André. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. Editora Oficina de Textos, 2014, 176f.

NOVAES, M.V.; MOURÃO, C.A.M.A. **Manual de gestão ambiental de resíduos da construção civil**. 1ª ed. Fortaleza: COOPERCON, 2008. 100 p.

OLIVEIRA, Marilia Gabriella Matos de *et al.* Melhoramento de solo com resíduos da construção civil reforçado com fibras de polipropileno. Vitória: Encontro Latino Americano de Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2011.

ORNELAS, Adílio Rodrigues. **Aplicação de métodos de análise espacial na gestão dos resíduos sólidos urbanos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, 2011, Belo Horizonte, 2011.

OSMANI, M. Construction Waste Minimization in the UK: Current Pressures for Change and Approaches. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 40, 37 – 40, 2012.

PAIVA, E.C.R.; SILVA, C.M.; BERNARDES, S.D. Viabilidade econômica de uma usina de reciclagem de entulho em Catalão-GO. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2, 2012, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia, GO, 2012.

PARAHYBA JÚNIOR, Ruy de Azevedo. **Análise das Políticas Públicas de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e seus Impactos Socioambientais no Cabo de Santo Agostinho- PE**. 2010. 118 fls. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2010.

PAZ, D.H.F.; CARDOSO, F.C.N.; LAFAYETTE, K.P.V.; ALENCAR, S.F. Estimativa da geração atual de resíduos da construção e demolição (RCD) nos municípios brasileiros. In: Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 15, São Paulo/SP. **Anais...** São Paulo/SP, 2013.

PAZ, D. H. F. **Desenvolvimento de um sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil em canteiros de obras de edificações urbanas – Recife**: UPE, Escola Politécnica, 2014. 161 f.

PERNAMBUCO. **Lei nº 9.989**, de 13 de janeiro de 1987. Define as reservas ecológicas da Região Metropolitana do Recife. Disponível em:<
<http://legis.alepe.pe.gov.br/arquivoTexto.aspx?tiponorma=1&numero=9989&complemento=0&ano=1987&tipo=&url=>>. Último acesso em: 03 de julho de 2017.

PERNAMBUCO. **Lei nº 14. 236**, de 13 de dezembro de 2010. Dispõe sobre a política estadual de resíduos sólidos, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/Lei%2014236;141010;20101229.pdf>. Último acesso em: 12 de agosto de 2016.

_____. **Plano Metropolitano de Resíduos Sólidos – PMRS**. Secretaria das Cidades - SECID. Recife, Pag. 94, maio de 2011. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/cidadaniaambiental/upload/pdf/material_adicional/Outros_textos_relevantes/PLANO_METROPOLITANO_DE_RESIDUOS_SOLIDOS_GOVERNO_DO_ES_TADO_DE_PERNAMBUCO.pdf>. Último acesso em: 12 de agosto de 2016.

_____. **Plano estadual de resíduos sólidos**. Recife, 2012. Disponível em: <http://www.cataacao.org.br/wp-content/uploads/2012/08/PlanoResiduoSolido_FINAL_002.pdf>. Último acesso em: 29 de março de 2016.

_____. **Base de dados do estado**. Produção Agrícola das lavouras permanentes e temporárias. Período de referencia: 2014. Disponível em: <http://www.bde.pe.gov.br/visualizacao/Visualizacao_formato2.aspx?codFormatacao=451&CodInformacao=471&Cod=3>. Último acesso em: 15 de agosto de 2016.

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

PINTO, T. P.; GONZÁLEZ, Juan Luís Rodrigo. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil - Volume 1 - Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios**. Parceria técnica entre o Ministério das Cidades, o Ministério do Meio Ambiente e a Caixa Econômica Federal. Brasília: Caixa, 196 P., 2005. Disponível em: <http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/Manual_RCD_Vol1.pdf>. Último acesso em: 12 de agosto de 2016.

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Perspectivas del médio ambiente mundial 2000: panorama general**. Nairobi, 1999. Disponível em: <<http://www.grid.unep.ch/geo2000/ov-es.pdf>>. Último acesso em: 29 de março de 2016.

POLETO, C (org). **Introdução ao gerenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010.

RIBEIRO, F. A. B. S. **Análise da gestão de resíduos de construção e demolição em Uberlândia, no contexto da implantação da política nacional de resíduos sólidos**. 42 p. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2013.

RIO + 20. **Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20.html>. Acesso em: 01 de julho de 2017.

NETO RUA, José Bajo. O desperdício de materiais no canteiro de obras, Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva FAIT **revista científica eletrônica**, 2014. Disponível em: <<http://fait.revista.inf.br/site/c/engenharia-civil.html>>. Último acesso em: 10 de fevereiro de 2017.

NE10. **Pernambuco cresceu mais que o Brasil no Governo Eduardo Campos.** Disponível em: < <http://noticias.ne10.uol.com.br/economia/noticia/2014/08/13/pernambuco-cresceu-mais-que-o-brasil-no-governo-eduardo-campos-503870.php>>. Acesso em: 12 de julho de 2017.

SANTOS, Daiany Silva dos. **Diagnóstico da gestão dos resíduos de construção e demolição e seus impactos ambientais no município de Jaboatão dos Guararapes-PE.** 163 f. 2015. Dissertação (Mestrado – Construção Civil) – Universidade de Pernambuco. Recife. 2015.

SCHMITZ, S. **Os resíduos da construção em dois municípios do litoral do Paraná.** 2012. 45 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) – Centro de Estudos do mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2012.

SCREMIN, L.B. **Desenvolvimento de um sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos da construção e demolição para municípios de pequeno porte.** 2007. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SILVA, L.M. **Gestão de resíduos da construção civil: Dificuldades para implementação do plano integrado de gestão de resíduos no município de São Leopoldo.** 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SILVA, M. B. L. **Novos Materiais à Base de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e Resíduos de Produção de Cal (RPC) para Uso na Construção Civil.** Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências dos Materiais) Universidade Federal do Paraná - Curitiba, 2014.

TAM, V. W.; LI, J.; CAI, H. System dynamic modeling on construction waste management in Shenzhen, China. **Waste Management & Research.** China, 2014.

TESSARO, A.B.; SÁ, J.S.; SCREMIN, L.B. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.12, n.2, p.121-130, abr./jun.2012.

TOWNSEND, T; XU, Q; Factors affecting temporal H2S emission at construction and demolition (C&D) debris landfills. **Chemosphere.** n. 96, p.105-1, 2014.

UNIÃO EUROPÉIA. **Directiva 2006/12/CE do Parlamento Europeu e do Conselho.** Disponível em: < http://www.oern.pt/documentos/legislacao/Directiva2006_12_CE.pdf>. Último acesso em: 12 de ago. 2016.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. RCRA, Superfund & EPCRA Hotline Training Module. Disponível em: < <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/statov.pdf>>. Último acesso em: 12 de ago. 2016.

VEDRONI, José Wilson. **Estudo de caso sobre a utilização do RCD (resíduos de construção e demolição) em reaterros de valas nos pavimentos de Piracicaba SP.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

VEIGA, M. M. Analysis of efficiency of waste reverse logistics for recycling. **Waste Management & Research**. Rio de Janeiro. Brasil, 2013.

WANG, Jiayuan; LI, Zhengdao; TAMB, Vivian W. Y. Critical factors in effective construction waste minimization at the design stage: A Shenzhen case study, China. **Resources, Conservation and Recycling**, 82, 1–7, 2014.

WU, Zezhou; YU, Ann T.W.; SHEN, Livin; LIU, Guiwen. Quantifying construction and demolition waste: An analytical review. **Waste Management**, v.34, Issue 9, p. 1683–1692, 2014.

YEHEYIS, Muluken; HEWAGE, Kasun; ALAM, M. Shahria; ESKICIOGLU, Cigdem; SADIQ, Rehan. An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. - **Clean Techn Environ Policy**, 2013. p. 81-91.

YUAN, Hongping; SHEN, Liyin. Trend of the research on construction and demolition waste management. **Waste Management**, 31, 670–679, 2011.

YUAN, H.; CHINI, A.R.; LU, Y.; SHEN, L. A dynamic model for assessing the effects of management strategies on the reduction of construction and demolition waste. **Waste Management**, v.32, n.3, p. 521-531, 2012.

YU, Ann T. W. *et al.* Impact of Construction Waste Disposal Charging Scheme on work practices at construction sites in Hong Kong. **Waste Management**, 33, 138–146, 2013.

XU, Qiyong; TOWNSEND, Timothy; REINHART, Debra. Attenuation of hydrogen sulfide at construction and demolition debris landfills using alternative cover materials. **Waste Management**, 30, 660-666, 2010.

ZANTA, V.M.; JUCÁ, J.F.T.; GOMES, H.P.; CASTRO, M.A.H. **Resíduos Sólidos: gerenciamento e reciclagem de resíduos da construção e demolição**. SNSA-NURENE. 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário para avaliação da gestão de resíduos: Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do município do Cabo de Santo Agostinho/PE

**À Secretaria Municipal de
Planejamento e Meio Ambiente**

Questionário:

1. Existe(m) local(is) de deposição de RCD para grandes geradores no município? Qual(is)?
2. Existe local de deposição de RCD para pequenos geradores no município? Qual(is)?
3. O serviço de coleta dos resíduos sólidos urbanos é terceirizado? Quantas e quais são as empresas que prestam este serviço? Todas possuem as devidas licenças ambientais?
4. O município licencia as empresas coletoras atuantes no Cabo de Santo Agostinho?
5. Há conhecimento dos pontos de deposição irregular de RCD? Já foram mapeados estes pontos?
6. Para que possamos estimar, de forma correta, a geração de RCD do município, qual a estimativa de área de: demolições (serviço sem reforma) e construções licenciadas no município no período de 2010 a 2015?
7. Qual a quantidade de RCD produzida no Cabo de Santo Agostinho por mês? E por ano?
8. Qual a quantidade de RCD depositada irregularmente por mês? E por ano?
9. De forma geral, quais são os custos para manutenção e limpeza urbana do município?
10. Quanto ao RCD, quais são os custos para manutenção e limpeza urbana do município?
11. Há alguma política para a gestão de RCD no município?
12. Há intenção de ser exigido aos grandes geradores o PGRCC dos canteiros de obras, a exemplo de Recife, conforme Resolução CONAMA nº 307/2002?
13. Qual o custo para remoção dos resíduos de pontos irregulares entre 2010 e 2015?
14. O Aterro da Pista Preta ainda está em operação? Se sim, quanto de resíduo recebe diariamente? De onde vem estes resíduos? Apenas do município do Cabo de Santo Agostinho? Quais são os tipos de resíduos que chegam? Possui balança? Quais são os procedimentos adotados?
15. O Termo de Compromisso Ambiental assinado junto ao Ministério Público vem sendo cumprido? Quais as medidas realizadas por esta secretaria?
16. Onde estão sendo depositados os RSU's?
17. Existem no município pontos de entrega voluntária para os RSU e/ou RCD?
18. Existem cooperativas que atuem na coleta e segregação dos resíduos no município?
19. Quais os volumes enviados para o CTR Candeias, entre 2010 e 2015 e a estimativa para o primeiro semestre de 2016?

**APÊNDICE B - Questionário para avaliação da gestão de resíduos: Secretaria de
Limpeza Urbana do município do Cabo de Santo Agostinho/PE**

À Secretaria Municipal de Limpeza Urbana

Questionário:

1. Existem local de deposição de RCD para grandes geradores no município? Qual(is)?
2. Existe local de deposição de RCD para pequenos geradores no município? Qual(is)?
3. O serviço de coleta dos resíduos sólidos urbanos é terceirizado? Quantas e quais são as empresas que prestam este serviço? Todas possuem as devidas licenças ambientais?
4. O município licencia as empresas coletoras atuantes no Cabo de Santo Agostinho?
5. Há conhecimento dos pontos de deposição irregular de RCD? Já foram mapeados estes pontos?
6. Qual a quantidade de RCD produzida no Cabo de Santo Agostinho por mês? E por ano?
7. Qual a quantidade de RCD depositada irregularmente por mês? E por ano?
8. De forma geral, quais são os custos para manutenção e limpeza urbana do município?
9. Quanto ao RCD, quais são os custos para manutenção e limpeza urbana do município?
10. Há alguma política para a gestão de RCD no município?
11. Há intenção de ser exigido aos grandes geradores o PGRCC dos canteiros de obras, a exemplo de Recife, conforme Resolução CONAMA nº 307/2002?
12. Aterro da Pista Preta ainda está em operação? Se sim, quanto de resíduo recebe diariamente? De onde vem estes resíduos? Apenas do município do Cabo de Santo Agostinho? Quais são os tipos de resíduos que chegam? Possui balança? Quais são os procedimentos adotados?
13. O Termo de Compromisso Ambiental assinado junto ao Ministério Público vem sendo cumprido? Quais as medidas realizadas por esta secretaria?
14. Onde estão sendo depositados os RSU's?
15. Quais os volumes enviados para o CTR Candeias, entre 2010 e 2015 e a estimativa para o primeiro semestre de 2016?

**APÊNDICE C - Questionário para avaliação da gestão de resíduos:
Empresa de Coleta e Transporte dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE**

À Empresas de Coleta e Transporte dos RCD

Questionário:

1. Possui licença na prefeitura?

Não

Sim

2. Quanto tempo de atuação tem a empresa?

3. Qual o número de funcionários da empresa?

4. Todos os funcionários receberam treinamento?

5. Qual o grau de instrução dos funcionários?

6. Dispõe de quantos veículos para coleta? De que tipo são? Quais são os respectivos volumes de suas caçambas?

7. Quais os bairros de atuação? Quais são os de maior geração de resíduos?

8. Qual o %, do total de custos, gasto com os seguintes itens:

- Deslocamentos:
- Mão-de-obra:
- Administração:
- Taxa de descarte em bota-foras:

9. Quantas viagens, em média, são feitas por dia? Qual o volume total transportado por dia?

10. Onde são depositados os resíduos coletados?

11. Em média qual a participação dos RCD no total no total de resíduos coletados?

12. Qual a participação dos seguintes itens no total dos RCD coletados:

- Reformas e ampliações térreas;
- Construções de residências térreas;
- Construções de prédios multipiso;
- Limpeza de terrenos;
- Coleta em indústrias e serviços;
- Demolições.

13. Possui algum registro da quantidade de resíduos coletados nos anos anteriores? Se sim, favor disponibilizar estes dados.

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

15. Tem conhecimento de locais de deposição irregular de resíduos? Onde?

16. Qual sua opinião a respeito da implantação de usinas de reciclagem? Tem alguma sugestão?

**APÊNDICE D - Questionário para avaliação da gestão de resíduos:
Empresa de coleta e transporte dos RSU no município do Cabo de Santo Agostinho/PE**

À Empresas de coleta e transporte dos RSU

Questionário:

1. Possui licença da prefeitura?

NÃO

SIM

2. Quanto tempo de atuação tem a empresa?

3. Qual o número de funcionários da empresa?

4. Todos os funcionários receberam treinamento?

5. Qual o grau de instrução dos funcionários?

6. Quais os bairros de atuação? Quais os bairros de maior geração de RSU?

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

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

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

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

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

11. Onde é depositado o resíduo coletado?

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

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

14. Qual a participação dos seguintes itens no total de RCD coletados:

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

15. Possui algum registro da quantidade de resíduos coletados entre os anos de 2010 a 2015? Pode disponibilizar?

16. Tem conhecimento de locais de deposição irregular dos resíduos? Onde?

17. Qual a sua opinião a respeito da implantação de usinas de reciclagem? Tem alguma sugestão?

APÊNDICE E - Questionário para avaliação da gestão de resíduos: Aplicado em três empresas construtoras no município do Cabo de Santo Agostinho/PE

Às Empresas construtoras

Questionário:

1. A empresa construtora é certificada pelo PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat)? ISSO 9001?

 SIM NÃO
2. Há procedimento de quantificação de resíduos no canteiro de obra?

 SIM NÃO
3. A empresa desenvolve ações específicas que visem à redução de resíduos? Quais?
4. Existe a classificação dos resíduos, em relação as suas características físicas, químicas e/ou biológicas, no canteiro de obra?
5. É realizado, no próprio canteiro de obra, o reaproveitamento de algum resíduo?

 SIM NÃO
6. A empresa oferece aos funcionários orientação para que contribua na redução de desperdício de materiais durante a execução dos trabalhos?

 SIM NÃO
7. O engenheiro responsável pela obra tem conhecimento da Resolução CONAMA nº 307 que trata da gestão de resíduos na Construção Civil?

 SIM NÃO
8. Quantos m² tem a obra?
9. Qual o número de pavimentos?
10. Qual o método construtivo utilizado?
11. Teve PGRCC?
12. Qual o volume de m³ da caçamba?
13. Qual o número de caçambas de RCD retiradas da obra nas seguintes fases de construção:
 - a. Terraplenagem _____
 - b. Fundações _____
 - c. Estrutura _____
 - d. Alvenaria _____
 - e. Revestimento _____
 - f. Acabamento _____
14. Qual o responsável pelo recolhimento do resíduo da obra?
15. Qual a destinação dos resíduos?
16. Tem conhecimento de locais de deposição irregular de resíduos? Onde?

APÊNDICE F - Check List para Cadastramento de Pontos Críticos: Áreas de deposição irregular dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE

CHECK LIST PARA CADASTRAMENTO DE PONTOS CRÍTICOS: ÁREAS DE DEPOSIÇÃO IRREGULAR DOS RCD NO MUNICÍPIO DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PE

CÓDIGO DO PONTO:	
LOCALIZAÇÃO	APA:
	BAIRRO:
	RUA:
	COORDENADAS (x;y):

ASPECTOS DO MEIO FÍSICO

1.	CARACTERÍSTICAS DE OCUPAÇÃO DA ÁREA	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO
1.1	Ordenada			
1.2	Desordenada			
2.	LOCALIZAÇÃO	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO
2.1	Calçada			
2.2	Proximidade de Construções			
2.3	Aglomerado não normal (favela)			
2.4	Parque / Praça			
2.5	Viaduto / Túnel / Pontilhão / Ponte			
2.6	Proximidade com a orla			
3.	PAVIMENTAÇÃO DE VIAS	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO
3.1	Asfalto			
3.2	Terra			
3.3	Calçamento			
4.	HIERARQUIA VIÁRIA	SIM	NÃO	
4.1	Local			
4.2	Coletora			
4.3	Arterial			
5.	ACESSIBILIDADE	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO
5.1	Área de acesso			
5.2	Manobra para caminhão			
6.	ÁREA DE ATERRO	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO
6.1	Consolidado (antigo)			
6.2	Não consolidado (recente)			

ASPECTOS DO MEIO BIÓTICO

		SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO
7.	Áreas Verdes			
7.1	Unidade de Conservação / Áreas Protegidas			
8.	Cursos d'água	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO
8.1	Proximidades à cursos d'água (rios, córregos, canais, etc.)			

ASPECTOS DO MEIO ANTRÓPICO

9.	ENTORNO	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO: Números e distância do ponto crítico.
9.1	Residências, condomínios, habitação popular			
9.2	Instituições de ensino e serviços, escolas, faculdades, creches, hotelzinho, outros.			
9.3	Igrejas, templos, entidades, entre outras			
9.4	Edf. Comercial, galerias, lojas, armazéns, posto de combustível, outros			
9.5	Hospital, ambulatório, posto de saúde, outros.			
9.6	Indústria, fábrica, distribuidora			
9.7	Edifícios / sítios históricos, patrimônio, monumento			
9.8	Sucateiros, cooperativas, grupo de coleta seletiva e outros agentes.			

TIPOLOGIA DO RESÍDUO

10.	CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO
10.1	Resíduo com risco ambiental			
10.2	Resíduo sem risco ambiental			
10.3	Presença de animais no local			
11.	CLASSIFICAÇÃO DO RESÍDUO (CONAMA 2002 e suas alterações)	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO
11.1	Classe A			
11.2	Classe B			
11.3	Classe C			
11.4	Classe D			
12.	TIPOS DE RESÍDUOS	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO E (%)
12.1	Concreto (Blocos de concreto, pré-moldados de concreto, entre outros)			
12.2	Cerâmico (Revestimentos cerâmicos, componentes cerâmicos em geral, telhas, tijolos, entre outros.)			
12.3	Argamassa			
12.4	Areia e brita			
12.5	Madeira (Resto de formas, escoras, tábuas, tacos, ripas e tacos)			
12.6	Plásticos			
12.7	Papel/Papelão (sacos e caixas de embalagens dos insumos utilizados durante a obra) e papéis (escritório).			
12.8	Metal (ferro, aço, arames, pregos, etc.)			

12.	TIPOS DE RESÍDUOS (Cont.)	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO E (%)
12.9	Gesso de revestimento, placas, acartonado, fechamentos em geral e artefatos.			
12.10	Solos e material rochoso			
12.11	EPS (poliestireno expandido) - exemplo: isopor			
12.12	Tintas, vernizes, seladores e texturas			
12.13	Resíduos perigosos (presentes em embalagens plásticas, metais, industriais, radioativos e de saúde)			
12.14	Resto de uniforme, EPI's, botas, panos e trapos sem contaminação por produtos químicos.			
12.15	Resíduos de poda			
12.16	Resíduos orgânicos			
12.17	Resíduos eletro/eletrônico			
12.18	Resíduos Volumosos			

ASPECTOS QUANTITATIVOS

		SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO:
13.	TAMANHO DAS PILHAS DE RESÍDUO			
13.1	Pilhas pequenas			
13.2	Pilhas médias			
13.3	Pilhas grandes			

OBS.: Por meio da análise visual, as pilhas de RCD foram classificadas de acordo com o seguinte critério:

- Pilhas de porte pequeno: Aquelas que poderiam ser removidas por meio de um carro de mão;
- Pilhas de porte médio: Aquelas que poderiam ser removidas por uma caçamba de 5m³;
- E por fim, pilhas de porte grande: Aquelas que necessitariam de um volume maior que 5m³ para serem removidas.

**APÊNDICE G – Questionário para avaliação da gestão de resíduos:
Aterro controlado da Pista Preta no município do Cabo de Santo Agostinho/PE**

Ao Aterro da Pista Preta

Questionário:

1. Qual o tempo de existência do aterro?
2. É um aterro sanitário, controlado ou lixão?
3. É Público ou Privado?
4. Possui balança para controle do peso?
5. Qual o custo para operar o aterro?
6. Quanto custa a tonelada de resíduo? É função do tipo de resíduo?
7. Qual a vida útil do aterro?
8. Qual a área ocupada pelo aterro da Pista Preta?
9. Existem outros aterros no município? Quantos e quais são?
10. Qual a quantidade de células do aterro?
11. Existe algum sistema de drenagem nas células? Se sim, qual(is)?
12. Existe algum sistema de drenagem para águas pluviais? Se sim, Qual(is)?
13. Qual a percentagem da população do Cabo de Santo Agostinho atendida pelo aterro?
14. Quais os tipos de resíduos que chegam ao aterro?
15. Há recebimento de RCD neste aterro?
16. Existe uma série histórica da quantidade de resíduos, por tipo, que é recebida em cada ano?
17. Quem traz os resíduos para o aterro?
18. O que é feito com os resíduos recicláveis?
19. Quais outras ações são desenvolvidas no aterro?
20. Alguma universidade desenvolveu ou desenvolve alguma pesquisa no aterro da Pista Preta?

APÊNDICE H – Ofício n.º 006/2017 protocolado junto à Secretaria Municipal de Planejamento e Meio Ambiente da Prefeitura do Cabo de Santo Agostinho/PE

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO



Recife, 14 de fevereiro de 2017

Ofício n.º 006/2017

Att: **Sr. Arthur Albuquerque**

Assessor Especial

Prefeitura do Cabo de Santo Agostinho

Prezado Srs.,

Venho por meio deste informar a V. Sa. que ~~está sendo~~ desenvolvida pesquisa sobre o tema de Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Município do Cabo de Santo Agostinho, no Programa de Mestrado em Engenharia Civil da ~~Universidade~~ de Pernambuco, sob a minha orientação, por meio do Engenheiro Alberto Alvarenga da Silva (Mestrando/UPE).

O desenvolvimento desta pesquisa permitirá obter um ~~diagnóstico~~ da situação dos Resíduos de Construção e Demolição no Cabo, onde trará dados importantes, que servirão de instrumentos para elaboração de um Plano de Gerenciamento destes resíduos para o município, conforme exige-se nas legislações vigentes, além de aperfeiçoamento ~~do mesmo~~.

Desta forma, venho solicitar a V.Sa. autorização para que o referido pesquisador (Alberto Alvarenga da Silva) possa obter informações a respeito dos seguintes itens:

-Licenças de Serviços sem reforma (demolições) e licenças de serviços com reformas (com ou sem acréscimo de área construída) expedidas pela prefeitura do município do Cabo de Santo Agostinho, nos anos de 2014 e 2015, com o objetivo de obter as áreas licenciadas para as referidas atividades construtivas, para o cálculo da estimativa da geração dos RCD no referido município.

Desde já gostaria de agradecer pela atenção e apoio ao desenvolvimento da pesquisa.

Atenciosamente,

Stela Fucala

Stela Fucala, DSc.
Professora Associada POLI/UPE

P. M. C. S. A. - F. R. ...

Recebido em 14/02/17

às 15:31 Olin



Universidade de Pernambuco - UPE
Escola Politécnica de Pernambuco - POLI
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PEC
Rua Benfca, 455 - Madalena - Recife - Pernambuco - CEP 50.720-001
Fone/Fax: 81-31847566 - CGC N.º 11.022.597/0005-15
Home page: www.poli.br / www.pec.poli.br

APÊNDICE I – Inventário dos pontos de descarte irregular dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.

Pontos críticos	Coordenadas geográficas		APAs	Local ⁴	Bairro	Porte
	x	y				
PC01 ⁵	-8,276213	-35,0244411	04	Rua do Quartzo	Destilaria Presidente Vargas	P ¹
PC02	-8,2754003	-35,0228928	04	Estrada Velha do Cabo	Destilaria Presidente Vargas	M ²
PC03	-8,2753268	-35,0226823	04	Estrada Velha do Cabo	Destilaria Presidente Vargas	G ³
PC04	-8,27947	-35,02378	04	Rua Vereador Volney da Costa Machado	Vila Social Contra Mucambo	M
PC05	-8,2794732	-35,0237892	04	Rua Edvard Marques de Barros	Vila Social Contra Mucambo	M
PC06	-8,2800081	-35,025587	04	Rua Generestildes Ferreira de Melo	Vila Social Contra Mucambo	M
PC07	-8,2804792	-35,0281179	01	Rua Lucilo Reis e Silva	Centro	M
PC08	-8,2809043	-35,0323013	01	Rua Padre Antônio Alves de Souza	Centro	M
PC09	-8,2814372	-35,0316535	04	Avenida Armínio Guilherme dos Santos	Santo Inácio	M
PC10	-8,28718	-35,02206	04	Rua Agripino Xavier	Santo Inácio	P
PC11	-8,28842	-35,02266	04	Próximo à Rua Vereador Alderico Alves da Silva	Garapu	P
PC12	-8,28821	-35,02226	04	Próximo à Rua Vereador Alderico Alves da Silva	Garapu	M
PC13	-8,28897	-35,0161	05	Rua Eunice Severina da Silva	Garapu	P
PC14	-8,28712	-35,01832	05	Rua Eunice Severina da Silva	Garapu	M
PC15	-8,28627	-35,01828	04	Rua Cinquenta e Oito	Garapu	G
PC16	-8,28542	-35,01801	04	Rua Cinquenta e Seis	Garapu	P
PC17	-8,28423	-35,01837	04	Rua Cinquenta e Cinco	Garapu	M
PC18	-8,28327	-35,01828	04	Rua Cinquenta e Três	Garapu	P
PC19	-8,28109	-35,01775	04	Rua Quarenta e Sete	Garapu	G
PC20	-8,28102	-35,01898	04	Rua Quarenta e Oito	Garapu	M
PC21	-8,29198	-35,02273	04	Próximo a Antiga Estrada de Gaibú	Santo Inácio	P
PC22	-8,28172	-35,01953	04	Avenida Almirante Paulo Moreira	Garapu	M
PC23	-8,27962	-35,0172	04	Rua Quarenta e Cinco	Garapu	M
PC24	-8,28057	-35,01521	04	Rua Dr. Júlio Araújo	Garapu	P
PC25	-8,28156	-35,0142	04	Avenida Governador Eraldo Gueiros Leite	Garapu	M
PC26	-8,28409	-35,01028	04	Rua Oitenta e Seis	Garapu	M
PC27	-8,2791	-35,0106	04	Rua Dr. Júlio Araújo	Garapu	G
PC28	-8,27866	-35,01012	04	Rua Sessenta e Sete	Garapu	M
PC29	-8,21848	-34,96354	07	Próximo à Avenida Ernestina Batista	Pontezinha	P
PC30	-8,21804	-34,96323	07	Avenida Ernestina Batista	Pontezinha	P
PC31	-8,22228	-34,9652	07	Rua da Estação	Pontezinha	P
PC32	-8,22371	-34,96534	07	Rua da Estação	Pontezinha	P

¹Depósito clandestino de porte pequeno.

²Depósito clandestino de porte médio.

³Depósito clandestino de porte grande.

⁴Os nomes dos logradouros (local) foram obtidos correlacionando os depósitos clandestinos com as informações do Google Earth e do Google Maps.

⁵Ponto crítico (PC) ou ponto de descarte irregular dos RCD.

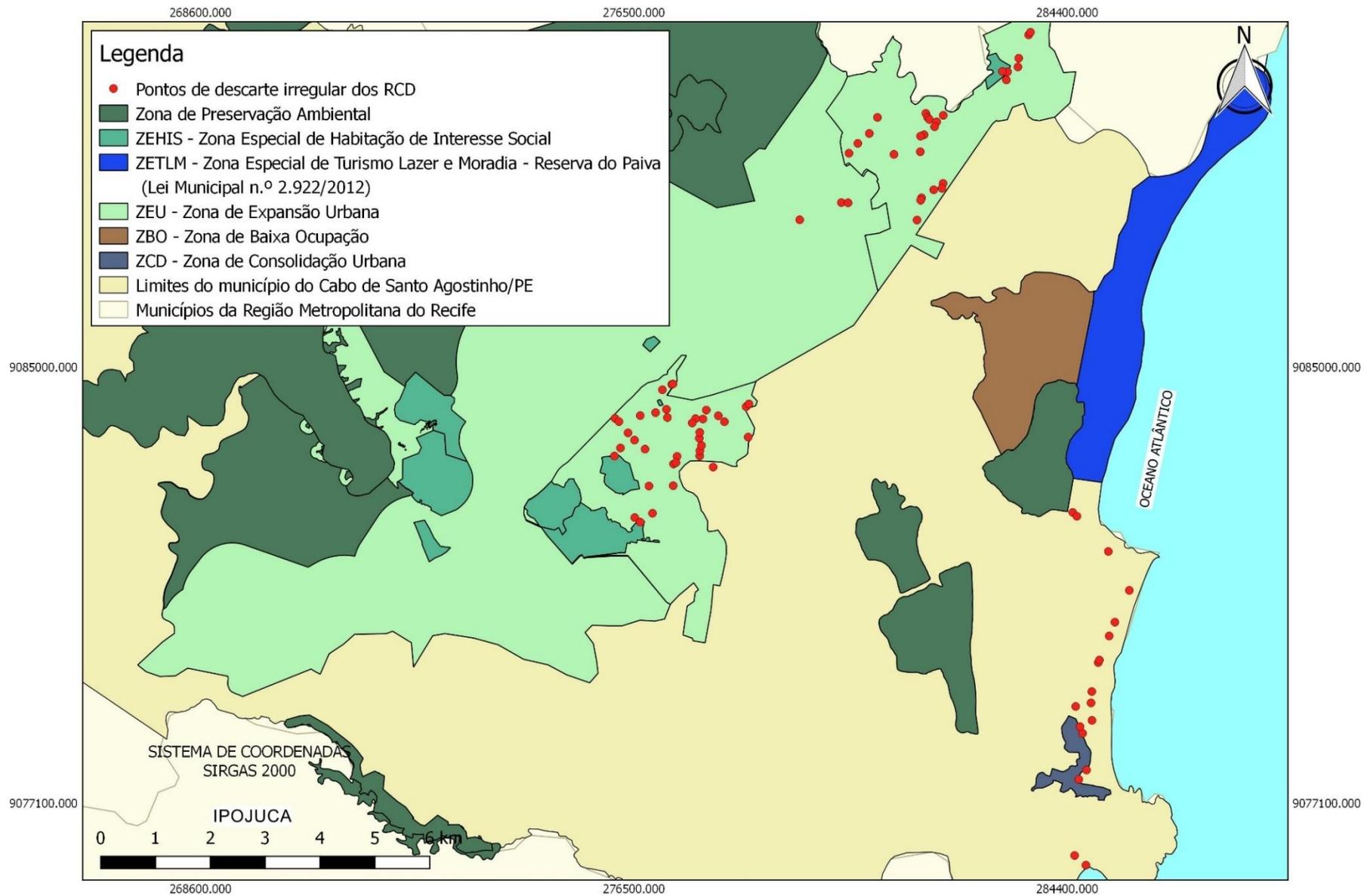
Continuação do Quadro do Apêndice I.

Pontos críticos	Coordenadas geográficas		APAs	Local	Bairro	Porte
	x	y				
PC33	-8,2245	-34,96706	07	Avenida Conde da Boa Vista	Pontezinha	M
PC34	-8,22444	-34,96791	07	Rua Samuel Caetano da Silva	Pontezinha	M
PC35	-8,22582	-34,96726	07	Rua Euclides Alves da Silva	Pontezinha	M
PC36	-8,23158	-34,97773	06	Próximo à Rua Dom Pedro	Ponte dos Carvalhos	M
PC37	-8,23124	-34,98062	06	Rua do Porto	Ponte dos Carvalhos	P
PC38	-8,23192	-34,98031	06	Rua do Bom Pastor	Ponte dos Carvalhos	P
PC39	-8,23224	-34,98003	06	Rua Vinte e Um de Abril	Ponte dos Carvalhos	P
PC40	-8,23263	-34,97883	06	Rua da Independência	Ponte dos Carvalhos	M
PC41	-8,23343	-34,97917	06	Próximo à Rua da Mangueira	Ponte dos Carvalhos	M
PC42	-8,23473	-34,98092	06	Rua da Mangueira	Ponte dos Carvalhos	P
PC43	-8,23497	-34,98151	06	Rua da Mangueira	Ponte dos Carvalhos	M
PC44	-8,23752	-34,98156	06	Próximo à Rua Antônio Marinho Vanderlei	Bom Conselho	M
PC45	-8,24376	-34,97936	06	Rua Mário Félix Cavalcante	Engenho Ilha	M
PC46	-8,24272	-34,97782	06	Rua Sete	Engenho Ilha	M
PC47	-8,24352	-34,97801	06	Rua Sete	Engenho Ilha	P
PC48	-8,24506	-34,98139	06	Rua Chico Mendes	Engenho Ilha	G
PC49	-8,24546	-34,98154	06	Avenida Prefeito Diomedes Ferreira de Melo	Engenho Ilha	M
PC50	-8,24869	-34,98216	06	Avenida Prefeito Diomedes Ferreira de Melo	Engenho Ilha	G
PC51	-8,2377	-34,99337	06	Rua Governador Miguel	Ponte dos Carvalhos	G
PC52	-8,2361	-34,9919	06	Rua Vinte e Um	Ponte dos Carvalhos	P
PC53	-8,23448	-34,98998	06	Rua Vinte e Nove	Ponte dos Carvalhos	G
PC54	-8,23186	-34,98863	06	Rua Xingu	Ponte dos Carvalhos	G
PC55	-8,23792	-34,98592	06	Rua São José	Ponte dos Carvalhos	G
PC56	-8,28708	-35,03243	01	Rua Manoel Queiros da Silva	Centro	G
PC57	-8,28576	-35,03142	01	Rua Noventa e Cinco	Cohab	P
PC58	-8,28328	-35,03016	03	Rua Antônio Custódio de Lima	Cohab	M
PC59	-8,28449	-35,02909	03	Rua Antônio Custódio de Lima	Cohab	P
PC60	-8,29201	-35,02675	03	Rua Antônio Custódio de Lima	Cohab	P
PC61	-8,29647	-35,02618	03	Rua Quarenta e Sete	Cohab	M
PC62	-8,29717	-35,02911	03	Rua Vinte	Cohab	P
PC63	-8,29791	-35,02821	03	Rua Vinte e Cinco	Cohab	M
PC64	-8,28597	-35,02736	04	Rua Cinco	Santo Inácio	M
PC65	-8,24856	-35,00157	06	Antiga Estrada Rodovia	Distrito Industrial Santo Estevão	G
PC66	-8,24577	-34,99467	06	Antiga Estrada Rodovia	Distrito Industrial Santo Estevão	M
PC67	-8,24582	-34,99355	06	Próximo à Antiga Estrada Rodovia	Distrito Industrial Santo Estevão	G
PC68	-8,32129	-34,95253	05	Avenida Dois	Enseada dos Corais	M

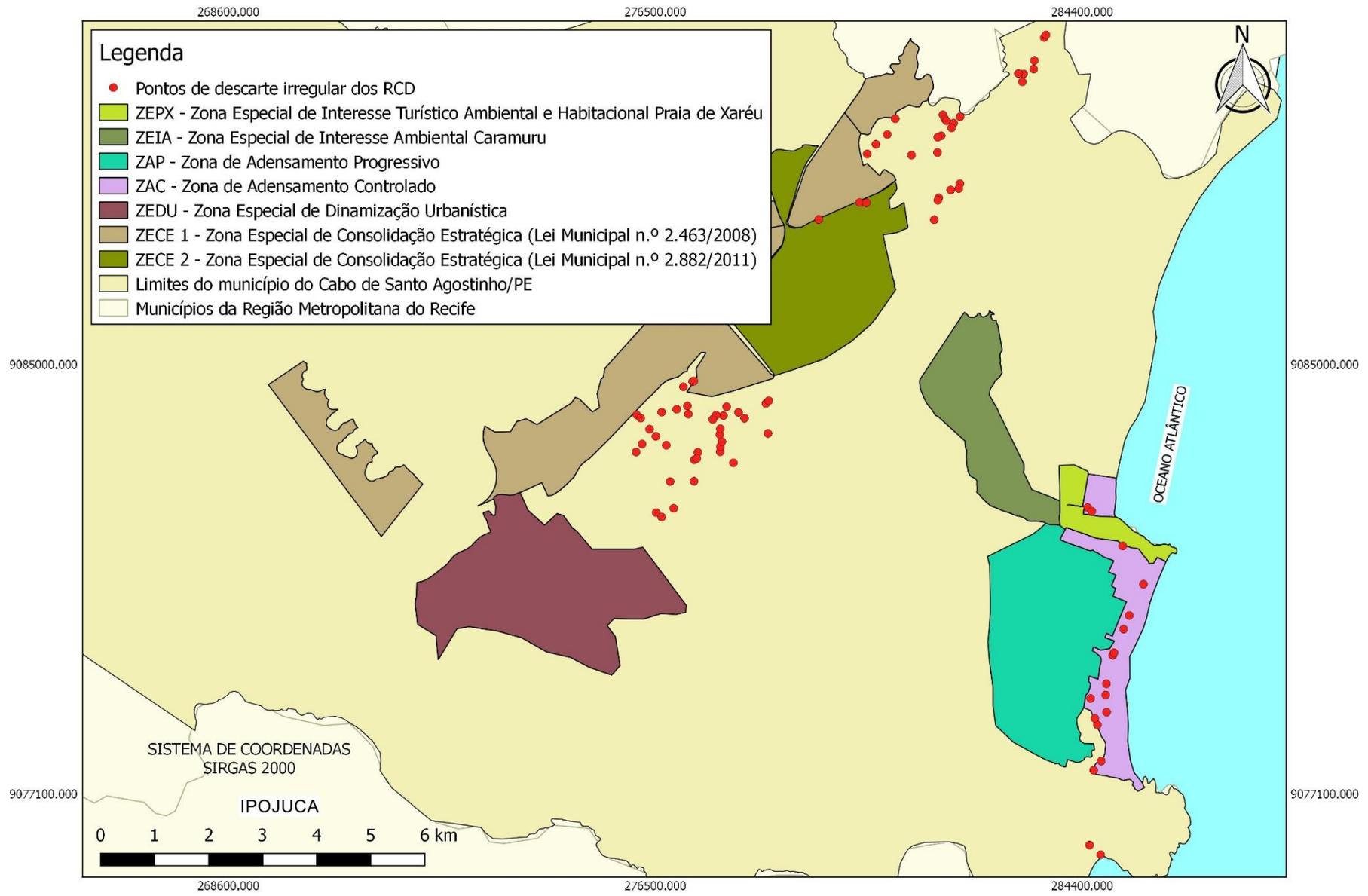
Continuação do Quadro do Apêndice I.

Pontos críticos	Coordenadas geográficas		APAs	Local	Bairro	Porte
	x	y				
PC69	-8,32087	-34,95233	05	Avenida Dois	Enseada dos Corais	M
PC70	-8,30949	-34,94732	05	Rua Vc. Vinte e Quatro	Enseada dos Corais	M
PC71	-8,3031	-34,95077	05	Avenida IV	Enseada dos Corais	M
PC72	-8,29669	-34,95663	05	Rua Treze	Itapoama	M
PC73	-8,29731	-34,95594	05	Rua Dezoito	Itapoama	M
PC74	-8,31468	-34,94973	05	Avenida Dois	Enseada dos Corais	P
PC75	-8,31694	-34,9507	05	Avenida Dois	Enseada dos Corais	P
PC76	-8,32845	-34,95629	05	Próximo à Avenida Um	Enseada dos Corais	M
PC77	-8,33286	-34,95517	05	Rua Vc. Três	Enseada dos Corais	P
PC78	-8,33175	-34,9556	05	Rua Vc. Três	Enseada dos Corais	G
PC79	-8,33074	-34,95362	05	Avenida V	Enseada dos Corais	M
PC80	-8,32602	-34,95362	05	Avenida V	Enseada dos Corais	M
PC81	-8,32788	-34,95375	05	Avenida V	Enseada dos Corais	M
PC82	-8,33887	-34,95456	05	Avenida V	Gaibu	M
PC83	-8,34039	-34,95584	05	Avenida V	Gaibu	M
PC84	-8,35444	-34,95473	05	Rua José Miguel de Santana	Vila de Suape	M
PC85	-8,35284	-34,95659	05	Rua Forte Maria	Vila de Suape	M

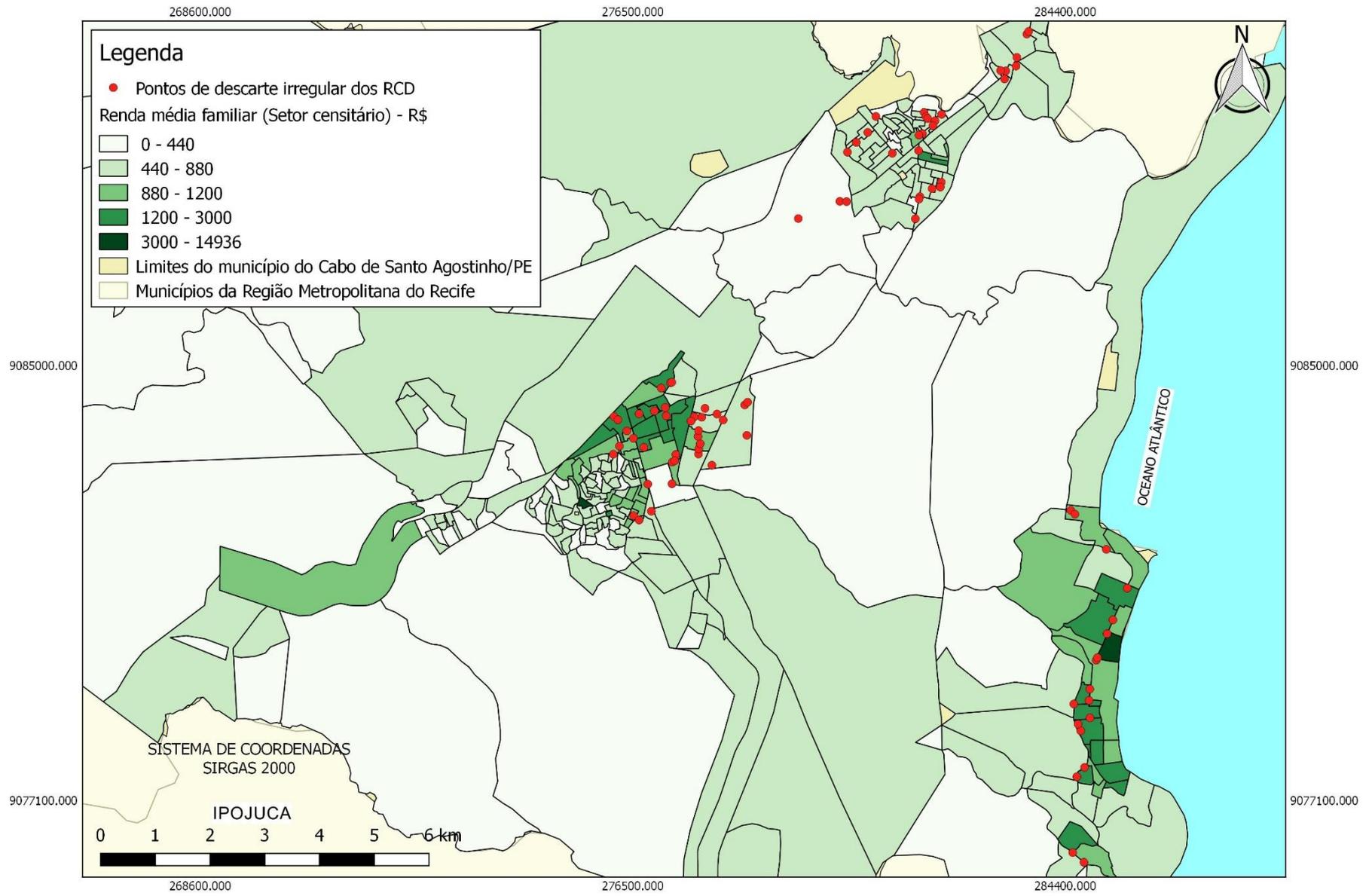
APÊNDICE J – MAPA 1 – Correlação dos pontos de descarte irregular dos RCD com o Zoneamento do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.



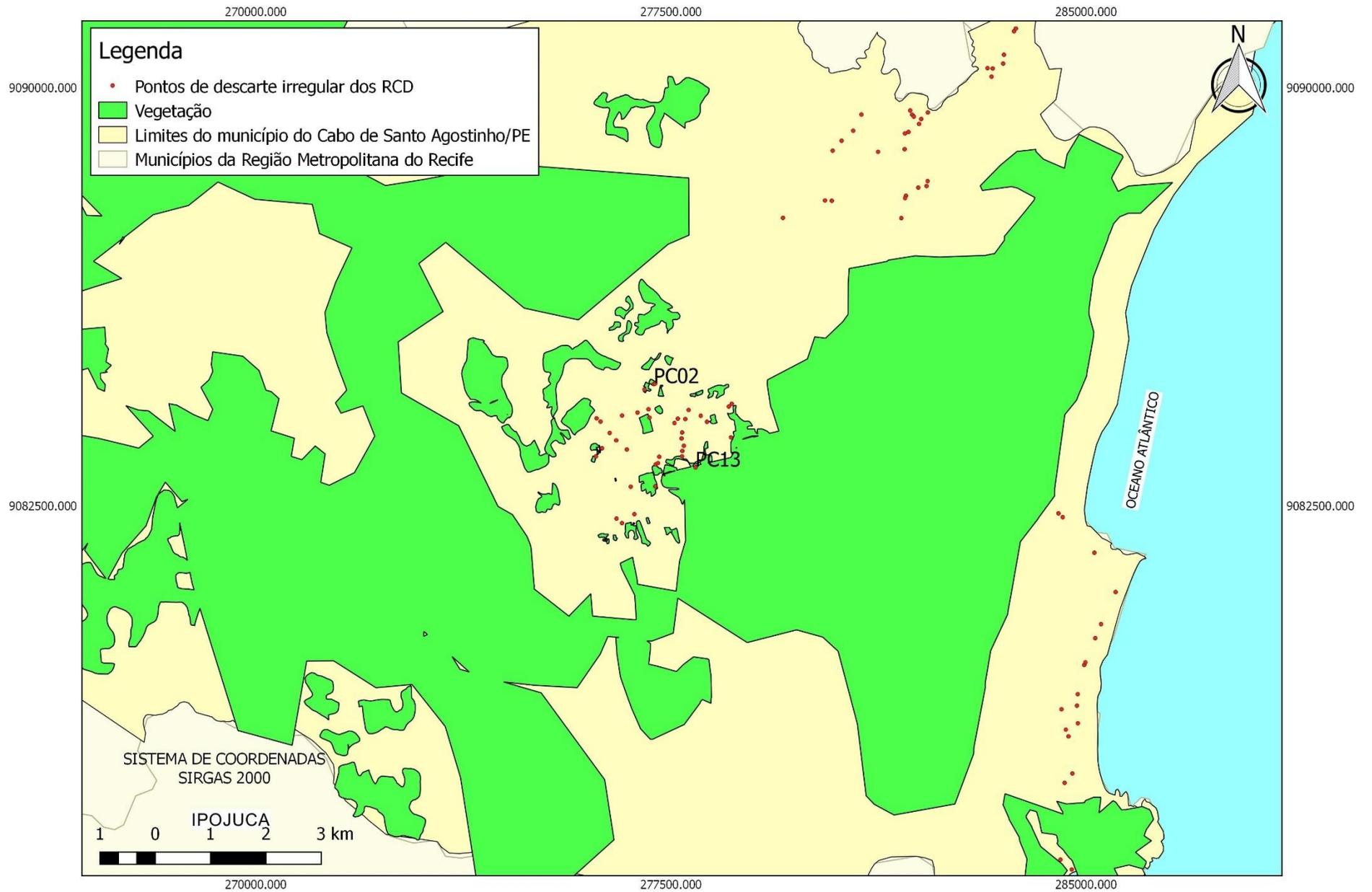
APÊNDICE K – MAPA 2 - – Correlação dos pontos de descarte irregular dos RCD com o Zoneamento do município do Cabo de Santo Agostinho/PE (continuação).



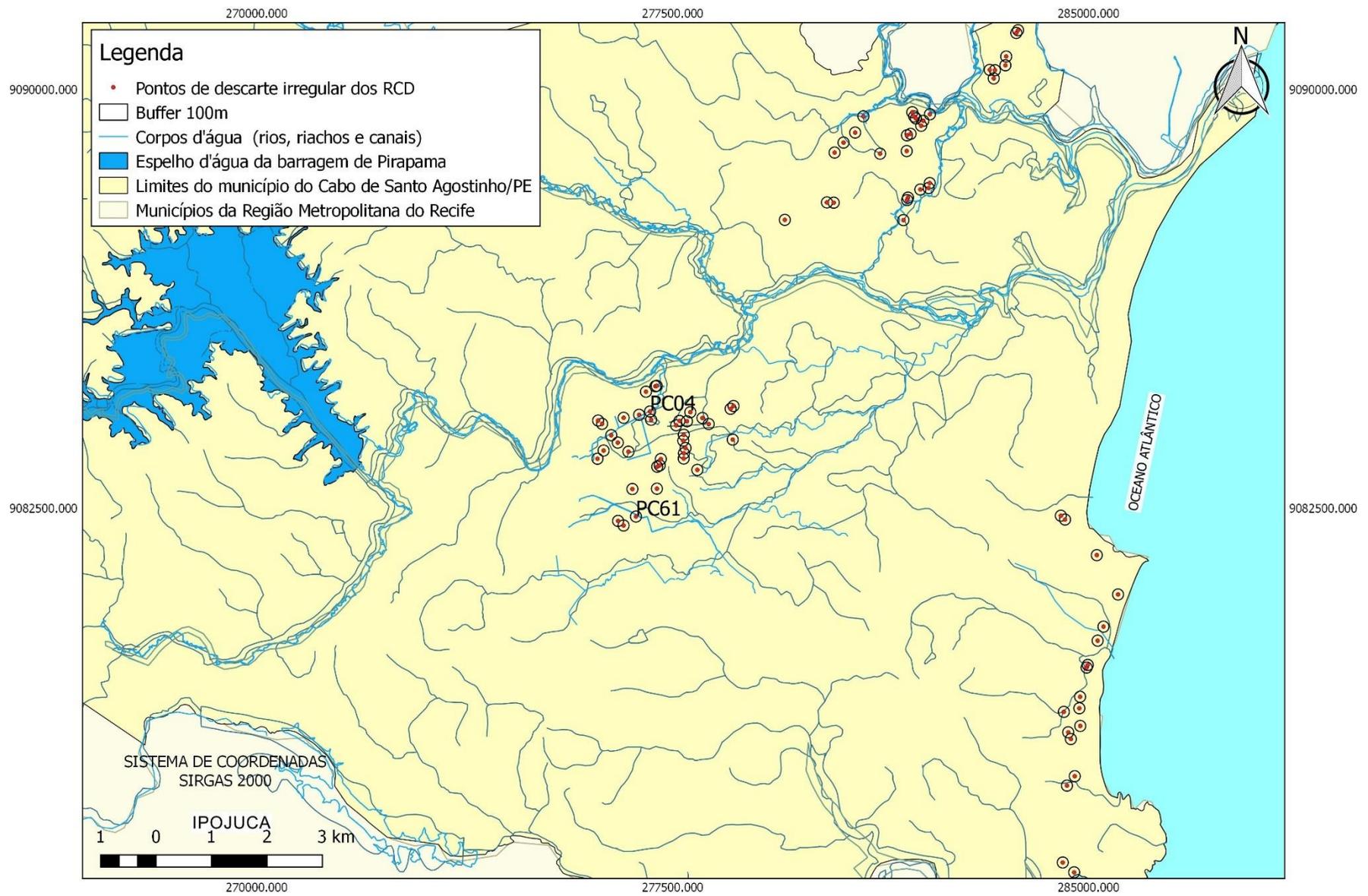
APÊNDICE L – MAPA 3 – Correlação dos pontos de descarte irregular dos RCD com Renda Média Familiar por Setores Censitários do IBGE do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.



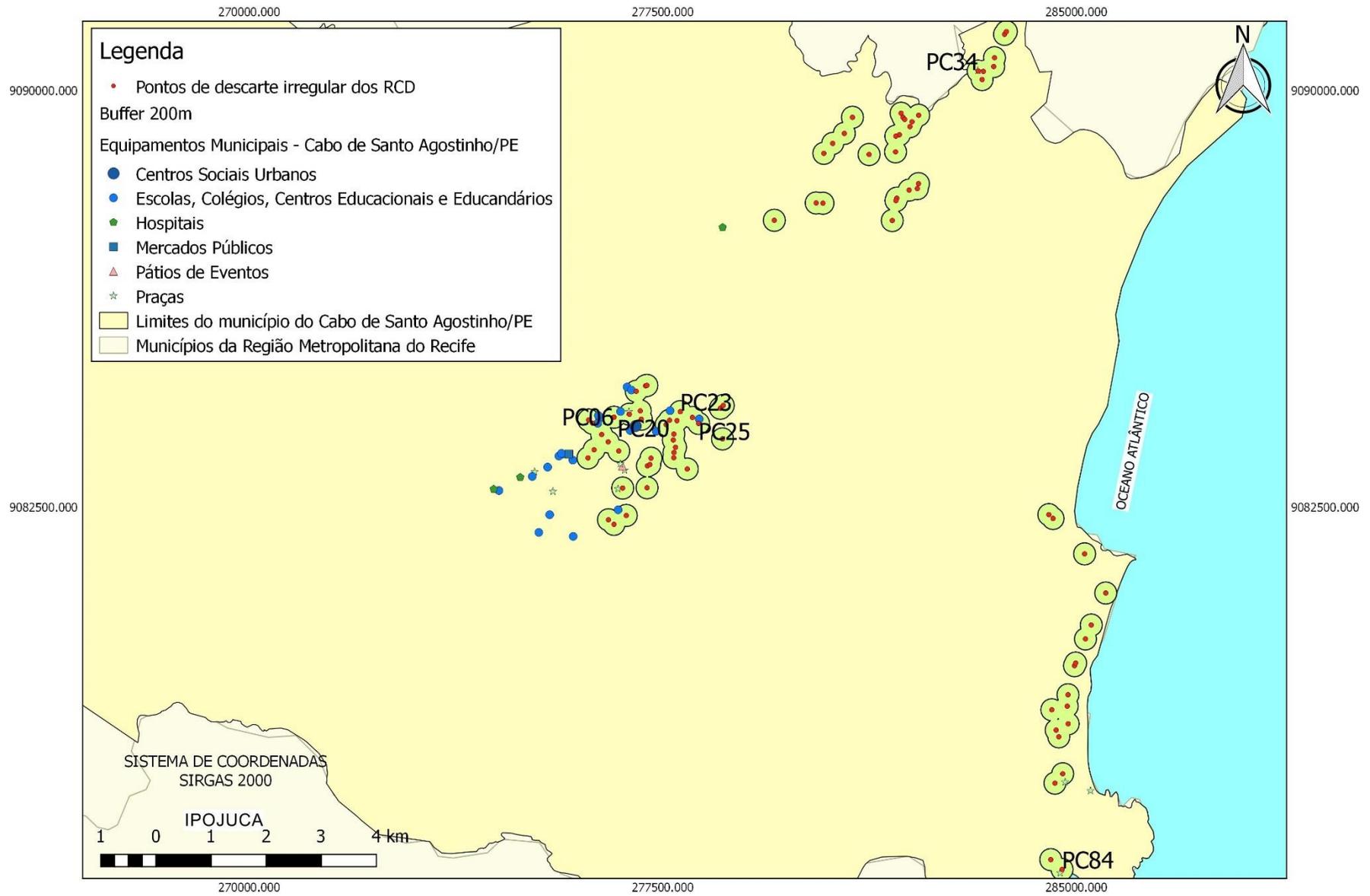
APÊNDICE M – MAPA 4 – Correlação dos pontos de descarte irregular dos RCD com a Vegetação do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.



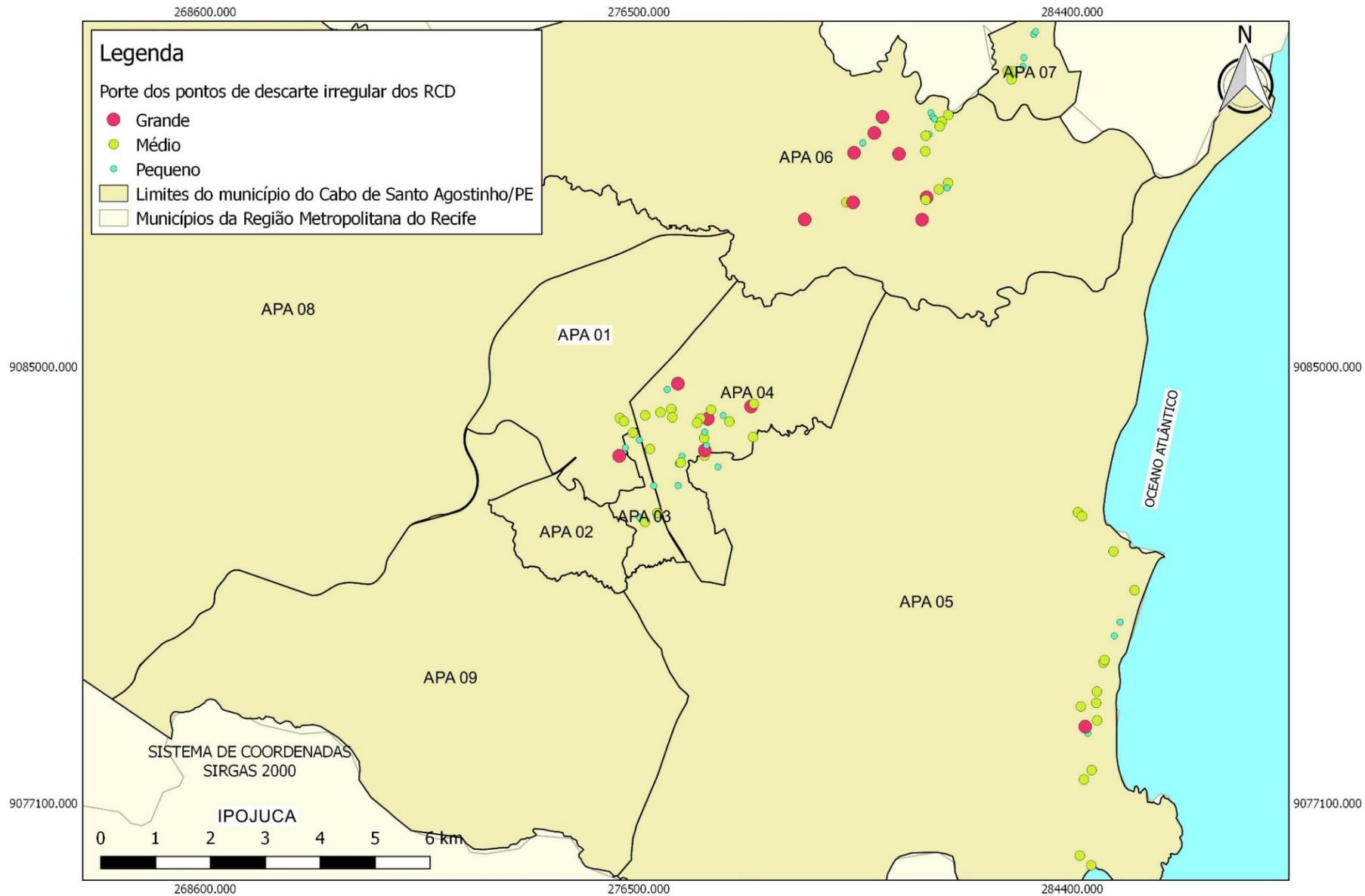
**APÊNDICE N – MAPA 5 – Correlação dos pontos de descarte irregular dos RCD com
Corpos d'água do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.**



APÊNDICE O – MAPA 6 – Correlação dos pontos de descarte irregular dos RCD com Equipamentos Municipais do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.



APÊNDICE P – MAPA 7 – Porte dos pontos de descarte irregular dos RCD no município do Cabo de Santo Agostinho/PE.



APÊNDICE Q – MAPA 8 – Correlação dos pontos de descarte irregular dos RCD do município do Cabo de Santo agostinho/PE com a Classificação CONAMA 307/02.

