



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE – CAA
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

EDMILSON GOMES JÚNIOR

DIAGNÓSTICO DA GESTÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS DOS RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

CARUARU

2022

EDMILSON GOMES JÚNIOR

**DIAGNÓSTICO DA GESTÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS DOS RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia Civil e Ambiental. Área de concentração: Tecnologia Ambiental.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria Isabela Marques da Cunha Vieira Bello.

Caruaru

2022

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

G633d Gomes Júnior, Edmilson.
Diagnóstico da gestão e impactos ambientais dos resíduos da construção e
demolição. / Edmilson Gomes Júnior. – 2022.
155 f.; il.: 30 cm.

Orientadora: Maria Isabela Marques da Cunha Vieira Bello.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Mestrado em
Engenharia Civil e Ambiental, 2022.
Inclui Referências.

1. Gestão integrada de resíduos sólidos – Caruaru (PE). 2. Construção civil -
Caruaru (PE). 3. Demolição – Caruaru (PE). 4. Indicadores ambientais – Caruaru
(PE). 5. Impacto ambiental – Avaliação – Caruaru (PE). I. Bello, Maria Isabela
Marques da Cunha Vieira (Orientadora). II. Título.

CDD 620 (23. ed.) UFPE (CAA 2022-013)

EDMILSON GOMES JÚNIOR

**DIAGNÓSTICO DA GESTÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS DOS RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia Civil e Ambiental. Área de concentração: Tecnologia Ambiental.

Aprovada em: 27/12/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Maria Isabela Marques da Cunha Vieira Bello (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Gilson Lima da Silva (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Diogo Henrique Fernandes da Paz (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Kalinny Patrícia Vaz Lafayette (Examinadora Externa)
Universidade de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço, acima de tudo, ao Senhor Deus pela sua graça e misericórdia para conosco; por me presentear com o dom da vida e se fazer presente em cada momento dela, ensinando-me no caminho e escrevendo, assim, a minha trajetória; que me faz enxergar o verdadeiro significado e beleza da vida. “Porque Dele e por Ele, e para Ele, são todas as coisas” (A BÍBLIA, N.T. Romanos, 11:36).

Agradeço a minha mãe, senhora Josefa Rodrigues, por sempre me incentivar a ir em busca dos meus sonhos e nunca desanimar diante dos desafios da vida.

Agradecimentos a todos os amigos que conquistei no curso de Engenharia Civil e também no curso de mestrado no Centro Acadêmico do Agreste, em especial ao meu amigo Marcelo Carlos de Oliveira do Laboratório de Geoprocessamento pela sua disponibilidade e ajuda a mim dedicadas sempre que necessário ao longo desse trabalho, a amiga Érica Luzia, pela grande ajuda prestada no tratamento dos dados coletados para a pesquisa; ao amigo Luttemberg pela enorme colaboração na coleta de dados junto à Secretaria de Serviços Públicos de Caruaru.

Um agradecimento especial a minha orientadora Prof. Dra. Maria Isabela Marques da Cunha Vieira Bello, primeiro, por ter aceitado de bom grado me orientar nessa pesquisa e por não somente ser uma excelente profissional, mas também por representar um modelo de pessoa a ser seguido, que me inspira e motiva a buscar minhas realizações. Seus ensinamentos seguirão comigo para a vida.

Agradeço à Prof. Dra. Kalinny Patrícia Vaz Lafayette e ao Prof. Dr. Diogo Henrique Fernandes da Paz pelas preciosas contribuições e incentivos dados para a realização e conclusão dessa pesquisa, na oportunidade da qualificação.

Agradeço também aos demais professores do PPGE CAM: Ana Cecília, Anderson Paiva, Artur Coutinho, Alessandro Antunes, Érika Marinho, Giuliana Bono, Gustavo Bono, Kenia Barros, Maria Odete, Saulo de Tarso, Simone Machado e Sylvana Santos, ao secretário Marcelo, à secretária Euclécia Arruda e toda a equipe

Agradeço ao Laboratório de Geoprocessamento do Centro Acadêmico do Agreste Pela disponibilização de dados vetoriais do município e que foram fundamentais à pesquisa, e à Prefeitura de Caruaru pela urbanidade e disponibilidade das informações fornecidas, as quais foram de grande importância para o desenvolvimento deste trabalho.

Se clamares por conhecimento, e por inteligência alçares a tua voz, se como a prata a buscares e como a tesouros escondidos a procurares, então entenderás o temor do Senhor, e acharás o conhecimento de Deus. Porque o Senhor dá a sabedoria; da sua boca é que vem o conhecimento e o entendimento. (A BÍBLIA, A. T. Provérbios, 2:3-6).

RESUMO

A gestão dos Resíduos de Construção Civil (RCC) é o principal instrumento para que a construção civil, junto com as municipalidades brasileiras, supra a demanda habitacional de modo sustentável. Embora o município de Caruaru – Pernambuco já disponha de instrumentos normativos específicos que norteiam o gerenciamento, triagem e disposição dos RCC, falta ainda um trabalho de pesquisa nele realizado que trate do tema abordado, semelhante ao que foi feito para algumas cidades da RMR e que corrobore para a tomada de decisões de forma mais assertiva quanto ao tema. Assim, o presente trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico da gestão dos RCC e seus impactos ambientais nesse município. Inicialmente, realizou-se o levantamento bibliográfico da literatura e da legislação pertinente; em seguida foi calculado o Índice de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição - IGRCD, o qual utiliza indicadores de sustentabilidade ambiental. Os resultados foram comparados com os de municípios do estado de Pernambuco que realizaram essa mesma análise. Os pontos dessas disposições foram mapeados com a utilização do Software QGIS 3.16 para identificação dos aspectos socioambientais envolvidos nesse processo e dos fatores de equivalência que interferem na dinâmica do descarte de RCC. Os parâmetros quantitativos também foram delimitados, como a distribuição espacial e especificidades de volume, densidade e composição das pilhas formadas. Essa caracterização permitiu a identificação dos impactos ambientais considerando corpos d'água, vegetação e área habitada. Foram mapeados 410 pontos de disposição irregular distribuídos entre obras de grande a pequeno porte, com predominância do pequeno gerador, revelando a fragilidade dos órgãos municipal na aplicação de ações de fiscalização e prevenção, implicando prejuízos ambientais e sociais. A avaliação da gestão do município de Caruaru quanto aos RCC indicou um baixo desempenho da municipalidade tendo em vista que, dos quatro grupos de instrumentos utilizados, obteve-se grau baixo em três deles, e apenas nos indicadores de instrumentos para políticas obteve o grau médio, o que agrava a problemática da disposição dos RCC. Constatou-se que a grande maioria dos Resíduos de Construção Civil encontrados nos pontos de disposição irregular possuem potencial valor econômico associado por meio da sua reutilização ou reciclagem. O resultado obtido relativo à caracterização dos impactos pode contribuir para a tomada de decisão dos gestores, a fim de mitigar os impactos com ações de educação ambiental e conscientização da população e implementação de Eco estações.

Palavras-chave: gestão de resíduos; resíduos de construção e demolição; IGRCD.

ABSTRACT

The management of Civil Construction Waste (RCC) is the main instrument for civil construction together with Brazilian municipalities to meet the housing demand in a sustainable way. Although the municipality of Caruaru - Pernambuco already has specific normative instruments that guide the management, sorting and disposal of the RCC, there is still a lack of research work carried out in it that deals with the topic addressed, similar to what was done for some cities in the RMR and that corroborate the decision-making in a more assertive way on the subject. Thus, the present work aimed to carry out a diagnosis of the management of RCC and its environmental impacts in this municipality. Initially, a bibliographic survey of the literature and relevant legislation was carried out; then the Construction and Demolition Waste Management Index - IGRCD was calculated, which uses environmental sustainability indicators. The results were compared with those of municipalities in the state of Pernambuco, which performed the same analysis. The points of these provisions were mapping using the QGIS 3.16 Software to identify the socio-environmental aspects involved in this process and the equivalence factors that interfere in the dynamics of RCC disposal. Quantitative parameters were also defined, such as the spatial distribution and specificities of volume, density and composition of the piles formed. This characterization allowed the identification of environmental impacts considering bodies of water, vegetation and inhabited area. 410 points of irregular disposition were mapped, distributed between large and small works, with a predominance of small generators, revealing the fragility of municipal bodies in the application of inspection and prevention actions, implying environmental and social damages. The evaluation of the management of the municipality of Caruaru regarding the RCC indicated a low performance of the municipality considering that, of the four groups of instruments used, a low grade was obtained in three of them, and only in the indicators of instruments for policies obtained the medium grade, which exacerbates the problem of the provision of the RCC. It was found that the vast majority of Civil Construction Waste found in points of irregular disposal have potential economic value associated with their reuse or recycling. The result obtained regarding the characterization of impacts can contribute to the decision-making of managers, in order to mitigate the impacts through environmental education actions and awareness of the population and implementation of Eco stations.

Keywords: waste management; construction and demolition waste; IGRCD.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 -	Classificação dos resíduos sólidos conforme a PNRS	23
Gráfico 1 -	Coleta e disposição final dos RSU coletados no Brasil em 2020 (ton/ano).	24
Figura 1 -	Participação das regiões no total de RSU coletados.	25
Gráfico 2 -	Representatividade da cadeia produtiva da construção civil e da indústria de materiais no PIB do Brasil	26
Gráfico 3 -	PIB da Construção Civil em relação ao PIB do Brasil (Variação %) - 2004 a 2020.	26
Quadro 2 -	Classificação dos RCC conforme Resolução do CONAMA	28
Quadro 3 -	Origem da geração de Resíduos de construção e demolição	29
Quadro 4 -	Tipo de resíduo gerado em cada etapa de uma obra de edificação	31
Quadro 5 -	Classificação dos RCC consoante Resolução nº 307/2002 do CONAMA	33
Fluxograma 1 -	Fluxograma do PGRCC.	35
Quadro 6 -	Os planos comportados pela PNRS	36
Quadro 7 -	Normas técnicas ABNT (2004) que abordam RCC	37
Quadro 8 -	Aspectos e impactos ambientais causados pela disposição de RCC	42
Fluxograma 2 -	Fluxograma da gestão sustentável dos RCC.	44
Quadro 9 -	Cálculo do IQG	47
Quadro 10 -	Categorização das notas do IGR.	49
Quadro 11 -	Pontuação e classificação do IGRCD.	50
Mapa 1 -	Localização do município de Caruaru/PE.	51
Mapa 2 -	Mapa de acesso rodoviário ao município de Caruaru.	52
Mapa 3 -	Mapa do município de Caruaru com a área urbana em destaque.	53
Figura 2 -	Distribuição geográfica dos bairros na cidade de Caruaru.	54
Fluxograma 3 -	Fluxograma da metodologia da pesquisa.	60
Quadro 12 -	Análise dos instrumentos de gestão de RCC	63
Quadro 13 -	Análise de programas de gestão de RCC	64
Quadro 14 -	Análise de coleta e triagem de RCC	65
Quadro 15 -	Análise de tratamento e disposição final de RCC	66
Quadro 16 -	Faixa da classe social de acordo com a renda	70
Quadro 17 -	Faixa de classe econômica de acordo com a renda	70

Quadro 18 -	Crerios para avaliaao dos impactos causados pelos RCC	74
Quadro 19 -	Mensurao dos graus dos impactos	74
Quadro 20 -	Resultado dos indicadores de sustentabilidade do grupo “Instrumentos de gesto de RCC”.	77
Quadro 21 -	Resultado dos Indicadores de sustentabilidade do grupo “Programas de gesto de RCC”	79
Quadro 22 -	Resultado dos Indicadores de sustentabilidade do grupo “Coleta e triagem de RCC”	80
Quadro 23 -	Resultado dos Indicadores de sustentabilidade do grupo “Tratamento e disposio final de RCC”	81
Gráfico 4 -	Distribuio da pontuao obtida para o IGRCD de Caruaru.	83
Gráfico 5 -	Resultado da avaliaao da gesto de RCD em Caruaru	83
Gráfico 6 -	Comparao entre os ndices de sustentabilidade para os dos Indicadores de Gesto Municipal.	85
Gráfico 7 -	Comparao entre os ndices de sustentabilidade para os Programas Municipais.	86
Gráfico 8 -	Comparao entre os ndices de sustentabilidade para a triagem e coleta de resduos.	86
Gráfico 9 -	Comparao entre os ndices de sustentabilidade para a destinao final dos resduos.	88
Gráfico 10 -	Comparao dos IGRCD de Caruaru com os municpios da RMR.	88
Gráfico 11 -	Comparativo entre a quantidade de pontos coletados no municpio de Caruaru e nos municpios da RMR	89
Mapa 4 -	Mapa com os pontos de disposio irregular de RCC no permetro urbano	90
Fotografia 1 -	RCC dispostos na calada no municpio de Caruaru: (a) rua Teofilo Dias; (b) rua Olegrio Bezerra	91
Fotografia 2 -	RCC depositados no meio da avenida So Jos – So Francisco (a) e no cruzamento com a rua Nilo Peanha – So Francisco (b), em Caruaru	91
Fotografia 3 -	Resduos domsticos misturados à RCC em Caruaru: (a) na rua Cap. Lemos – Morro do Bom Jesus; (b) na rua Pedro Augusto Rocha dos Santos – Santa Rosa	92

Fotografia 4 -	Disposição de RCC em ruas de grande fluxo de veículos, na Avenida Joaquim Nabuco (a) e na Rua Rodolfo García (b).	92
Fotografia 5 -	RCC despejados às margens de canais: (a) na Rua Itaguaí; (b) e na Rua Manoel de Abreu.	93
Fotografia 6 -	Disposição de RCC em terrenos baldios em Caruaru: (a) na Rua Clara Nunes – João Mota; (b) em áreas particulares na Rua Elis Regina – Jardim Boa Vista.	93
Fotografia 7 -	RCC despejados em área de vegetação: (a) às margens da Rua Compaixão, 65 – Jardim Boa Vista; (b) e da Rua Cumbe – Nova Caruaru	94
Gráfico 12 -	Classificação da composição dos pontos de RCC conforme resolução do CONAMA	95
Gráfico 13 -	Classificação dos pontos por classes de RCC combinadas.	96
Gráfico 14 -	Materiais componentes dos pontos de RCC.	97
Gráfico 15 -	Classificação da composição dos pontos de RCC conforme Silva (2017).	98
Fotografia 8 -	Pequeno volume de RCC na Rua Treze de maio, 165 – Nossa Sra. Das Dores, Caruaru	98
Fotografia 9 -	Pilha de porte médio de RCC na Rua Heleno Feijó da Silva– São Francisco, Caruaru.	99
Fotografia 10 -	Grande volume de RCC na Rua Elis Regina – Jardim Boa Vista, Caruaru	100
Gráfico 16 -	Locais com maior incidência de pontos de RCC.	100
Mapa 5 -	Mapa com os pontos de RCC em relação à renda média familiar por dados censitários.	102
Mapa 6 -	Mapa com os pontos de RCC em relação à renda média familiar por bairros.	105
Mapa 7 -	Mapa dos pontos de RCC em relação a densidade demográfica por setores censitários	107
Mapa 8 -	Mapa dos pontos de RCC em relação a densidade demográfica por bairros.	108
Mapa 9 -	Mapa de disposição irregular de RCC em relação aos cursos d'água no perímetro urbano.	110

Mapa 10 -	Mapa de disposição irregular de RCC em relação à vegetação no perímetro urbano.	111
Mapa 11 -	Mapa de disposição irregular de RCC em relação às escolas no perímetro urbano.	113
Mapa 12 -	Mapa de disposição irregular de RCC em relação às praças e parques no perímetro urbano.	114
Mapa 13 -	Mapa de disposição irregular de RCC em relação às Unidades Básicas de Saúde no perímetro urbano.	115
Gráfico 17 -	Percentual de impactos causados nos ambientes pela disposição de RCC	117
Fotografia 11 -	Ponto de RCC às margens de cursos d'água na Rua Manoel Geraldo de Albuquerque– Kennedy, Caruaru	117
Fotografia 12 -	Disposição irregular de RCC em área de vegetação	118
Gráfico 18 –	Resultados percentuais da análise da matriz qualitativa.	120
Gráfico 19 -	Resultados percentuais da análise da matriz qualitativa.	121
Fotografia 13 -	Eco estação Indianópolis (a) e Eco estação Universitário (b), no município de Caruaru	123
Fotografia 14 -	Local sugerido para instalação de uma das URPV, no bairro Centenário, em Caruaru	125
Mapa 14 -	Mapa de densidade de Kernel para os pontos de RCC	126
Mapa 15 -	Localização das URPV no perímetro urbano e pontos de RCC	127
Quadro 24 -	Matriz qualitativa de interação de impactos provocados por RCC no município de Caruaru/PE	153
Quadro 25-	Matriz quantitativa de interação de impactos provocados por RCC no município de Caruaru/PE	155

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Quantidade de RSU coletada por regiões e no Brasil.	25
Tabela 2 -	Geração aproximada de RCC em alguns municípios da RMR	30
Tabela 3 -	RCC coletados pelos municípios nas regiões do Brasil e total	31
Tabela 4 -	Composição dos RCC em municípios de Pernambuco	33
Tabela 5 -	Porcentagem por tipo de RCC de acordo com a Resolução do CONAMA.	34
Tabela 6 -	Cobertura e uso do solo do município de Caruaru.	58
Tabela 7 -	Classificação do grau de desempenho dos indicadores de instrumentos de Gestão.	64
Tabela 8 -	Classificação do grau de desempenho dos indicadores de programas de Gestão.	65
Tabela 9 -	Classificação do grau de desempenho dos indicadores de coleta e triagem.	65
Tabela 10 -	Classificação do grau de desempenho dos indicadores de tratamento e disposição.	66
Tabela 11 -	Número de pontos de RCC por classe social dos bairros.	103
Tabela 12 -	Quantidade de quadrícula por grau de impacto gerado	121
Tabela 13 -	Localização das áreas para implantação das URPV	125

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
BDE	Banco de Dados do Estado/Pernambuco
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
CONTRICOM	Confederação Nacional dos Trabalhadores da Indústria da Construção e do Imobiliário
CPRH	Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos
GERCO	Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro
IFPE	Instituto Federal de Pernambuco
PE	Pernambuco
PERS	Plano Estadual de Resíduos Sólidos
PGRCC	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PIB	Produto Interno Bruto
PMGRCC	Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCC	Resíduos de Construção e Demolição
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RMR	Região Metropolitana do Recife
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
UC	Unidade de Conservação
URPV	Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	OBJETIVOS	20
1.1.1	Objetivo Geral	20
1.1.2	Objetivos Específicos	20
1.2	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	22
2.2	RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	27
2.2.1	Conceito e classificação	27
2.2.2	Geração quantitativa dos RCC	28
2.2.3	Caracterização qualitativa dos RCC	31
2.3	LEGISLAÇÃO	34
2.3.1	Âmbito federal	34
2.3.2	Âmbito estadual	38
2.3.3	Âmbito municipal	39
2.4	IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS RCC	41
2.5	GESTÃO AMBIENTAL DE RCC	43
2.6	INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	45
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	51
3.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	51
3.2	CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS	54
3.3	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	55
3.3.1	Classificação climática e regime pluviométrico	55
3.3.2	Hidrologia	56
3.3.3	Geologia	56
3.3.4	Relevo e vegetação	56
3.3.5	Aspectos Ambientais	57
4	METODOLOGIA	60

4.1	ETAPA I: APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO –IGRCD	60
4.1.1	Coleta de dados em órgãos públicos	61
4.1.2	Aplicação de questionário	62
4.1.3	Determinação do IGRCD	66
4.1.4	Comparativo entre os municípios	67
4.2	ETAPA 2: DIAGNÓSTICO E IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	67
4.2.1	Visitas em campo para mapeamento dos pontos	67
4.2.2	Geoprocessamento e análise de dados	68
4.2.3	Caracterização dos impactos pela disposição irregular de RCC	71
4.2.4	Implantação das Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV)	75
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
5.1	DIAGNÓSTICO DA GESTÃO MUNICIPAL DE RCC DE CARUARU	77
5.2	COMPARATIVO DA GESTÃO MUNICIPAL DE CARUARU COM CIDADES DA RMR	84
5.3	DIAGNÓSTICO DA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RCC	88
5.4	DIAGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS PROVENIENTES DA DISPOSIÇÃO DE RCC	109
5.4.1	Análise qualitativa	109
5.4.2	Análise quantitativa	120
5.5	PROPOSTA DE LOCAIS PARA INSTALAÇÃO DAS URPV OU ECO ESTAÇÕES	122
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	128
6.1	CONCLUSÕES	128
6.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	131
	REFERÊNCIAS	132
	ANEXO A - QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: SECRETARIA DE SERVIÇOS PÚBLICOS E SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO MUNICÍPIO DE CARUARU/PE.	139
	ANEXO B - MATRIZ QUALITATIVA DE INTERAÇÃO DE IMPACTOS PROVOCADOS POR RCC NO MUNICÍPIO DE CARUARU/PE.	152

ANEXO C - MATRIZ QUANTITATIVA DE INTERAÇÃO DE IMPACTOS PROVOCADOS POR RCC NO MUNICÍPIO DE CARUARU/PE. 154

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do setor da construção civil está intimamente ligado à situação econômica do país, pois alguns fatores econômicos interferem diretamente nesse setor como taxa de juros, estabilidade econômica, investimentos públicos entre outros. A sua expansão depende, portanto, de uma economia forte e em crescimento. Além disso, conforme a Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias – ABRAINC, esse mercado é responsável por compor grande parcela do Produto Interno Bruto – PIB, compõe cerca de 7% do PIB nacional.

De acordo com a Confederação Nacional dos Trabalhadores da Indústria da Construção e do Imobiliário – CONTRICOM a construção civil responde também pela geração de milhares de empregos e renda. Em 2020 foram 112 mil novas vagas de trabalho geradas pela construção civil; e movimenta, ainda, uma grande cadeia de produção de setores interligados a esse ramo.

Atualmente, 62 atividades econômicas da indústria nacional são movimentadas por esse setor, (ABRAINC, 2020). Outro fator que evidencia a relevância do setor construtivo, é a demanda por moradia e infraestrutura, que se torna cada vez maior com o crescimento populacional, sobretudo, em países em desenvolvimento, tal como o Brasil.

O setor da construção civil extrai enorme quantidade de recursos naturais utilizados como fonte de matéria prima (gipsita, para fabricação do gesso; calcário; materiais rochosos, como brita natural). Parte desses recursos naturais é descartado na forma de resíduo; todo esse processo contribui para a degradação ambiental (SANTOS 2015a; PASCHOALIN FILHO, DIAS & CORTES, 2014).

Tais resíduos, formados em cada uma das etapas do processo construtivo, seja por perdas, seja por desperdício de materiais - e principalmente gerados a partir de reformas e demolições - são denominados de Resíduos de Construção Civil (RCC). Nagalli (2014) afirma que corrobora para essa problemática dos RCC o fato de o processo construtivo brasileiro ser predominantemente manual em sua execução. Isso resulta não apenas em prejuízos financeiros, mas também em maior produção desse subproduto e, maior degradação do ambiente.

Essa significativa quantidade de resíduos, em sua maior parte, não tem uma destinação final adequada, o que acarreta inúmeros problemas nas localidades onde são indevidamente depositados. Como consequência, tem-se impactos negativos na fauna e flora, nos leitos dos rios, nos ambientes urbanos e, até mesmo, problemas em aterros sanitários pela disposição desses materiais nesse lugar. Conforme Leite (2014), problemas de saúde pública e prejuízos com esses materiais que deixam de ser reciclados são também consequências diretas dessa

destinação inadequada. Logo, faz-se necessário o estudo de uma temática que trate dos aspectos socioambientais desse descarte irregular e ainda que quantifique e caracterize os resíduos, além de mapear os locais onde são geralmente depositados.

Nesse cenário, torna-se imprescindível minimizar a produção dos RCC para a proteção e a preservação do meio ambiente (LIMA, 2016). Desse modo, tal necessidade estimulou uma ampliação dos conceitos e princípios do desenvolvimento sustentável no tocante à implementação de uma política de gestão eficaz dos RCC (CRUZ JÚNIOR 2011). Assim, são criados leis e decretos, como a Resolução nº 307/2002 do CONAMA e a Lei 12 305/10 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), para a execução de tais políticas de gestão dos RCC em toda a sua cadeia de produção e, sobretudo, a sua disposição final ou possível reaproveitamento.

Outras ações por parte do poder público são empregadas a fim de regulamentar a gestão dos RCC, compartilhando essa responsabilidade com os estados e municípios e atribuindo responsabilidades também aos geradores (PITOMBEIRA, 2013). Essas iniciativas geram a perspectiva de uma nova cadeia produtiva que venha a conduzir a gestão de resíduos a um patamar mais adequado e condizente com a nova realidade que se apresenta, em que tanto o poder público quanto o setor privado trabalhem em conjunto para buscar alternativas viáveis para mitigação dos RCC e seu aproveitamento como matéria prima.

Segundo Ribeiro e Nobrega (2013), o setor da construção avança para o cumprimento desses objetivos com o benefício adicional da redução de perdas e de custos com os resíduos, bem como, a promoção do desenvolvimento sustentável desse setor.

Albuquerque (2015) avigora essa afirmação quando assevera que, devido à importância do tema, os municípios brasileiros têm estabelecido como meta progressiva o incentivo a iniciativas que visem a maior sustentabilidade dos processos de desenvolvimento e gestão. Desse modo, fomenta-se a promoção da gestão dos RCC para um nível no qual é possível conciliar a relação custo-benefício na busca por alternativas viáveis e consequente crescimento sustentável da indústria da construção civil. Esse, portanto, deve ser o princípio basilar a ser observado e seguido na gestão dos RCC em âmbito municipal para que haja a mitigação dos impactos tanto ambientais quanto sociais e econômicos.

Importantes trabalhos foram desenvolvidos no que se refere aos resíduos de construção e demolição, a exemplo de Silva (2017), Albuquerque (2015), Santos (2015a), Falcão (2011) e Ximenes (2018), os quais realizaram diagnósticos atuais dos RCC nas cidades de Cabo de Santo Agostinho, Recife, Jaboatão dos Guararapes, Olinda e Paulista, respectivamente, cidades essas que integram a Região Metropolitana de Recife (RMR).

O município de Caruaru, localizado na Mesorregião do Agreste de Pernambuco, por se tratar de uma cidade polo, tem relevante importância para a região, possui também uma economia pujante que em parte é alavancada pelo setor da construção civil. Sendo assim, já possui instrumentos normativos específicos que norteiem o gerenciamento, triagem e disposição dos RCC; entretanto, falta ainda algum trabalho de pesquisa nele realizado que trate do tema abordado semelhante àqueles desenvolvidos pelos referidos autores nas cidades da RMR.

Diante do exposto, o presente trabalho embasa-se na ideia de contribuir para a obtenção de informações que identifiquem e caracterizem as variáveis envolvidas no descarte irregular dos RCC no município de Caruaru; e desse modo possa servir como ferramenta de subsídio para a tomada de decisão dos gestores responsáveis para que, por fim, seja mitigado os impactos provocados por esses resíduos sobre o ambiente.

Esta pesquisa surge como uma extensão dos estudos que propuseram a realização de um diagnóstico da gestão dos RCC e seus impactos ambientais em âmbito municipal, através do cálculo de indicadores de sustentabilidade ambiental. Foi a primeira realizada na região do Agreste sobre o tema e ampliou para o interior do estado estudos realizados, até então, apenas para alguns municípios da Região Metropolitana de Recife – RMR.

Pôde-se assim constatar que a situação da disposição irregular dos Resíduos de Construção Civil no município já se configura uma problemática crescente e apresenta-se fragmentada em quase todos os pontos da malha urbana. As técnicas de geoprocessamento utilizadas para a quantificação e a caracterização de resíduos de obras de grande a pequeno porte e identificação dos impactos ambientais considerando corpos d'água, vegetação e área habitada, mostraram-se como um importante instrumento de estudo possibilitando a apuração de análises mais sensíveis e, sobretudo, a produção de dados que - sem o cruzamento de informações possibilitado pela ferramenta de geoprocessamento - não seriam percebidas com facilidade.

Os resultados a partir dessas análises demonstram que a prática da disposição irregular de RCC no município de Caruaru está estritamente ligada aos impactos ocasionados à área urbana e ao meio ambiente. Corrobora para o agravamento da situação o alastramento observado *in loco* do modo desordenado como se dá ocupação de áreas não edificáveis, predominantemente por populações de mais baixa renda e em locais com maior densidade demográfica.

Os espaços de vegetação natural e cursos d'água, mormente aqueles pertencentes à mancha urbana que preenchem as áreas não edificáveis, são os que apresentam maior preferência por parte do grande gerador de resíduos sólidos para servirem de locais para o descarte desses materiais.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar um diagnóstico da gestão dos RCC e seus impactos ambientais nos corpos d'água, vegetação e área habitada, na cidade de Caruaru, Estado de Pernambuco,

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o desempenho da gestão municipal quanto à gestão dos RCC.
- Determinar o IGRCD resultante a partir da pontuação obtida com o questionário aplicado;
- Comparar os resultados dos indicadores de sustentabilidade de Caruaru com os resultados obtidos em municípios do estado de Pernambuco.
- Mapear os pontos de disposição irregular de RCC - por meio do software QGis3.16 - e, posteriormente, quantificar e caracterizar os RCC encontrados.
- Caracterizar os impactos ambientais no entorno dos pontos de disposição de RCC;
- Propor locais para instalação das Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes - URPV

1.2 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A estrutura desta dissertação foi dividida em 5 capítulos, conforme descrito a seguir:

CAPÍTULO 1: Apresenta a introdução, contendo as considerações iniciais, os objetivos (geral e específicos) e a estrutura da dissertação.

CAPÍTULO 2: Apresenta a revisão bibliográfica acerca dos estudos relacionados aos RCC, quais sejam, geração, gestão, legislação referente ao assunto, e outros temas que servirão como base para o desenvolvimento da pesquisa.

CAPÍTULO 3: Apresenta a caracterização da área de estudo, extensão, estimativa populacional, divisões territoriais e outros dados pertinentes.

CAPÍTULO 4: Descreve a metodologia utilizada na execução do trabalho, bem como, as etapas que o compõe, entre elas: a coleta de pontos de disposição irregular de RCC, o levantamento de impactos ambientais e como foi realizada a elaboração dos mapas.

CAPÍTULO 5: Apresenta os resultados obtidos e os resultados esperados, com discussões convenientes, e cronograma da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta cinco tópicos relevantes ao desenvolvimento da pesquisa, como os estudos relacionados aos resíduos da construção e demolição, geração, gestão e legislação referente ao assunto.

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

São diversos os conceitos de Resíduo Sólido Urbano. No entanto, o fator comum presente em todos eles é que esses resíduos resultam da ação antrópica no ambiente na execução de alguma atividade construtiva ou destrutiva (demolição) de edificações.

Castilhos (2003), entende Resíduos Sólidos Urbanos como os que são produzidos pelas diversas atividades realizadas em áreas com aglomerações humanas, abrangendo resíduos originados na construção civil, na indústria, na agricultura, na limpeza pública e outros.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em sua NBR 10004 (ABNT, 2004), relacionada com a Resolução nº307/2002 do CONAMA, define os RSU como:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

Esta resolução adota o critério de periculosidade para classificar os RSU em:

- Resíduos Classe I – Perigosos: apresentam pelo menos uma das características como toxicidade, corrosividade, inflamabilidade, reatividade ou patogenicidade;
- Resíduos Classe II – Não Perigosos, sendo esta classe subdivida em:
 - Classe IIA – Resíduos Não Inertes como, por exemplo, os resíduos domiciliares.
 - Classe IIB – Resíduos Inertes nos quais estão inseridos a fração mineral dos resíduos de construção e demolição.

Por outro lado, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída com o início da vigência da Lei nº 12.305 de 2010, que está intimamente relacionada com a questão dos RCC, classifica os resíduos sólidos quanto a sua origem, como apresentado na Quadro 1 em/prega a seguinte definição para esses materiais:

(...) material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010, p. 2).

Quadro 1 - Classificação dos resíduos sólidos conforme a PNRS.

Classificação	Tipo de resíduos
Quanto à origem	Resíduos domiciliares Resíduos de limpeza urbana Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços Resíduos de serviços públicos de saneamento Resíduos industriais Resíduos de serviços de saúde Resíduos da construção civil Resíduos Agrossilvopastoril Resíduos de serviços de transportes Resíduos de mineração
Quanto à periculosidade	Resíduos perigosos Resíduos não perigosos

Fonte: Adaptado de Brasil (2010).

A mesma lei esclarece a diferença conceitual que existe entre destino final e disposição final. Em seu inciso VII, define destinação final ambientalmente adequada como sendo a destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações; e em seu inciso VIII, se refere à disposição final ambientalmente adequada como sendo a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

A referida lei ressalta ainda que materiais classificados como resíduos sólidos são distintos daqueles constantes em seu art. 3º no inciso XV, denominados rejeitos. Assim, infere-se que a Norma reconhece implicitamente a existência de recursos a serem aproveitados nesses RSU (BARROS, 2012).

Todavia, a não utilização desse valor agregado ao RSU potencializa os danos por eles provocados ao meio ambiente e interfere negativamente na qualidade de vida da sociedade, além de implicar, também, problemas de cunho econômico. Pois, a geração de RSU é crescente e está relacionada a diversos fatores sociais como nível de urbanização, poder de consumo da sociedade e crescimento populacional (CUNHA, 2018).

Dados que constam com o documento elaborado pela ABRELPE (2021), intitulado “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil”, - ano-base 2020 - revelam que, no ano de 2020, a

quantidade de resíduos dispostos para a coleta junto ao serviço público de limpeza cresceu, comparado a anos anteriores. Esse aumento está diretamente relacionado à dinâmica do local e do tipo de atividade humana desenvolvida, tendo em conta que o resíduo gerado e o seu descarte são consequências diretas, também, do consumo e aquisição e/ou ampliação de bens com características distintas.

Foram gerados no Brasil em 2020 cerca de aproximadamente 82,5 milhões de toneladas de RSU, o que corresponde a 225.965 toneladas por dia. Esse valor representa um aumento de 4,24% em comparação ao ano anterior. Deste total, 76,1 milhões de toneladas foram coletadas (ou 92,24%). Isso significa dizer que os 7,76% restante (cerca de 6,4 milhões de toneladas de RSU) deixaram de ser recolhidos junto aos seus locais de geração, (ABRELPE, 2021).

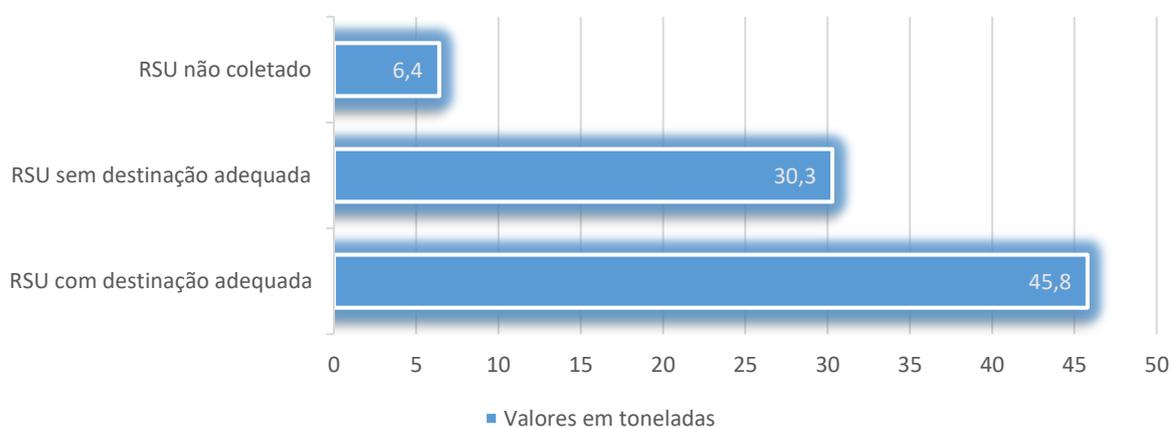
Além dos fatores supracitados, esse aumento na geração de resíduos nesse ano de 2020, foi motivado também pela situação de pandemia provocada pelo vírus SARS-CoV-II vivida nesse ano, que impôs a adoção de medidas sanitárias necessárias para atenuação da velocidade de propagação do vírus, como o distanciamento e o isolamento social.

Quanto à disposição final desses resíduos, ainda de acordo com os dados da ABRELPE, desse montante de resíduos sólidos urbanos coletados, 45,8 milhões de toneladas tiveram uma destinação adequada em aterros sanitários, isso representa 60,2% de todo RSU coletado.

O restante, 30,3 milhões de toneladas de RSU (39,8%) teve uma destinação inadequada, - em 3.001 municípios brasileiros - sendo despejados em lixões ou aterros controlados, os quais não comportam um conjunto de sistemas e medidas necessárias para receber esse produto.

Em números gerais, apenas 55,5% de todo o RSU gerado no ano de 2020 teve uma destinação final adequada, conforme pode ser inferido no Gráfico 1 (ABRELPE, 2021).

Gráfico 1 - Coleta e disposição final dos RSU coletados no Brasil em 2020 (ton/ano).



Fonte: Adaptado de ABRELPE (2021).

Para anos anteriores, em 2017 e 2018, a geração de RSU no território brasileiro teve um aumento de 0,82% e chegou a 216.629 toneladas diárias; enquanto que, no mesmo período, o crescimento populacional foi de 0,40%. Isso significa que a geração per capita sofreu uma elevação de 0,39% para esse período (ABRELPE/IBGE, 2021). A quantidade de RSU coletada por região e no Brasil em valores absolutos e a relação per capita é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de RSU coletada por regiões e no Brasil.

Regiões	RSU total em 2020 (t/ano)	RSU total em 2020 (Kg/hab/dia)
Norte	4.982.940	0,898
Nordeste	16.575.614	0,971
Centro-Oeste	5.780.820	1,022
Sudeste	40.249.087	1,262
Sul	8.491.375	0,805
Brasil	76.079.836	1,067

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2021).

A região sudeste representa a maior geradora de RSU, algo próximo de 113 mil toneladas diárias, enquanto que a região norte é a que menos produz resíduos sólidos urbanos com cerca de 4,0% do total gerado.

A participação em termos percentuais dessas regiões brasileiras no total de RSU coletados é vista na Figura 1.

Figura 1 - Participação das regiões no total de RSU coletados.

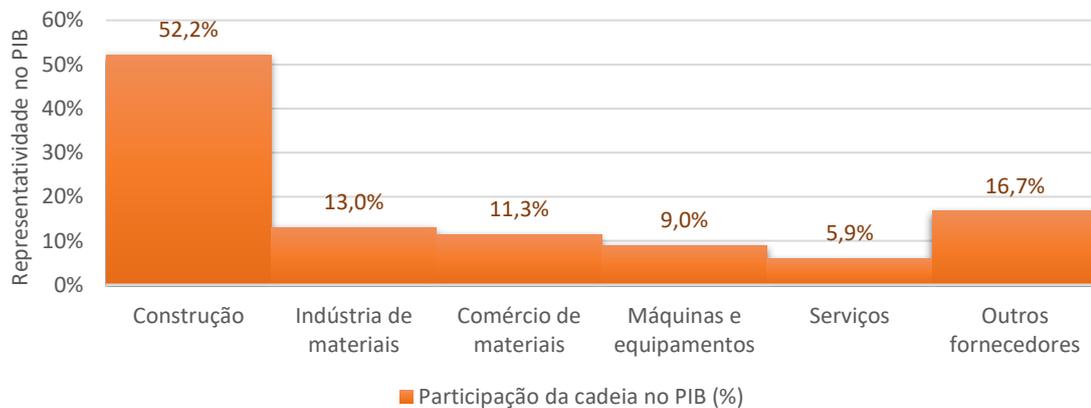


Fonte: ABRELPE (2021).

Dentre as origens utilizadas como critério de classificação para os RSU - pela lei 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - a que contribui de forma mais significativa para o montante de resíduos sólidos gerado é a da construção civil. Os quais podem compor nos grandes centros urbanos aproximadamente 60% de todo RSU coletado, verificado através da composição gravimétrica, conforme (SILVA, 2017).

A quantidade de Resíduos sólidos gerada tem expressiva contribuição da indústria da construção civil. Parte disso pode ser explicada tanto pelo tamanho da sua cadeia, quanto por ela interligar-se a outros setores produtivos (Gráfico 2).

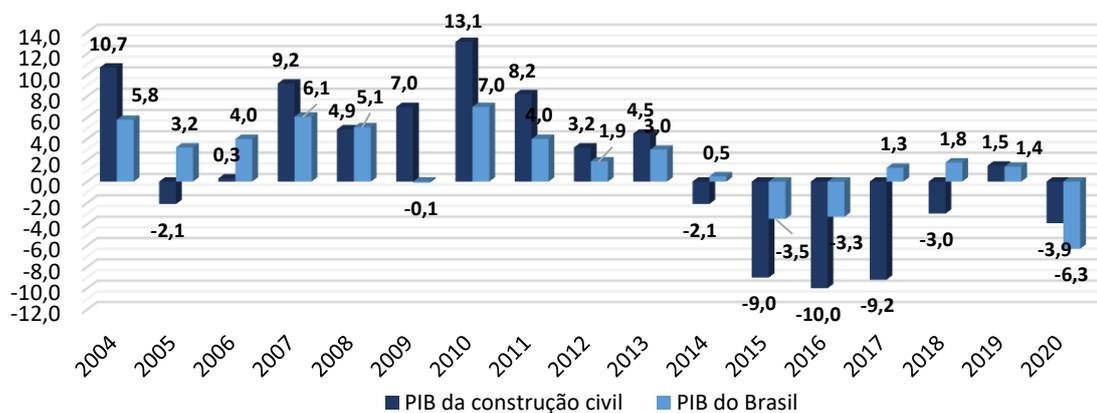
Gráfico 2 - Representatividade da cadeia produtiva da construção civil e da indústria de materiais no PIB do Brasil



Fonte: Adaptado de ABRAMAT/FGV Edição (2020).

Tamanho é o porte dessa cadeia produtiva que chega a compor parcela significativa do PIB nacional, com 7,0% de participação em média, como representado no Gráfico 3 (ABRAINC, 2020).

Gráfico 3 - PIB da Construção Civil em relação ao PIB do Brasil (Variação %) - 2004 a 2020.



Fonte: Adaptado de IBGE (2021).

Após a queda que a economia brasileira sofreu no ano de 2020, os números do primeiro trimestre de 2021 mostraram um crescimento do país de 1,2%, em relação ao último trimestre de 2020; nesse mesmo período o PIB da construção civil cresceu 2,1% também em relação ao 4º trimestre de 2020 (IBGE, 2021).

Entretanto, quando se trata da esfera ambiental, a cadeia produtiva da indústria da construção civil é a que mais consome recursos naturais na forma de matéria-prima. Por conseguinte, dada a relevância desse setor, cabe a este, também, uma maior parcela de responsabilidade no que toca a mitigação dos danos ambientais. Nesse contexto, suas ações devem ir além do correto manejo, reuso e descarte dos resíduos de construção e demolição, espécie esta do gênero resíduos sólidos urbanos, estabelecendo uma série de procedimentos que visem ao objetivo de diminuir a carga poluidora no meio ambiente e o beneficiamento econômico dos RCC.

2.2 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

2.2.1 Conceito e classificação

Santos (2015) e Shen *et al.* (2004) definem os RCC como sendo material de pouco potencial poluente, podendo conter resto de solo do local da escavação ou da preparação do terreno onde a obra será implantada.

Embora os primeiros estudos e pesquisas abordando o tema dos RCC datem da década de 1980, (Albuquerque, 2015), até o ano de 2002 ainda não havia, no Brasil, políticas públicas estabelecidas para os resíduos gerados pela indústria da construção civil. Foi só a partir de então que Normas Técnicas e Resoluções foram elaboradas a respeito do assunto norteando as ações do poder público e também do setor privado na gestão desses resíduos.

Um desses instrumentos legais é a Resolução nº307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que instituiu procedimentos para a gestão de RCC na tentativa de reduzir os impactos ambientais. Em seu Artigo 2, ela traz a seguinte definição sobre RDC:

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” (CONAMA, 2002, Art. 2).

Esta mesma resolução vem sofrendo alterações ao longo do tempo por parte do CONA-

MA para que possa se adequar às mudanças sociais de um modo geral. Esses complementos que vieram a modificar aquela primeira são as resoluções:

- Resolução n°348/2004: inclui o amianto na classe de resíduos perigosos;
- Resolução n°431/2011: estabeleceu uma nova classificação para o gesso, incluindo-o na Classe B;
- Resolução n°448/2012: alterou os artigos 2°,4°,5°,6°,8°,9°,10 e 11 da Resolução primeira n°307/2002

Ainda de acordo com a Resolução n°307/2002 do CONAMA os Resíduos de Construção Civil podem ser classificados de acordo com o seu potencial de reciclagem, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação dos RCC conforme Resolução do CONAMA.

Classe do resíduo	Definição
Classe A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de 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-fio etc.) produzidas nos canteiros de obras;
Classe B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;
Classe C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
Classe D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde

Fonte: CONAMA, art. 3° (2002).

Todavia, há outras formas de classificação dos RCC a depender do critério que será considerado; ademais, por força das circunstâncias locais, os resíduos podem sofrer transição em sua classificação, independentemente da sua constituição (NAGALLI, 2014).

2.2.2 Geração quantitativa dos RCC

Segundo Firmo (2013), dentre as principais causas correlacionadas à geração

quantitativa dos RCC estão: o nível de urbanização, o poder econômico, o crescimento da população e o seu poder de compra. A maior parte dos municípios brasileiros não possuem um plano de gestão nem dispõem de estrutura física e logística para o adequado tratamento e disposição final dos resíduos. Essa má gestão, Segundo Gusmão (2008), impede que até 90% de toda a massa de RCC gerada seja reaproveitada.

Leite (2014) destaca algumas das principais causas da geração de RCC, que podem ser:

- A falta de qualidade de bens e serviços, possibilitando a perda de materiais nas obras que são descartados na forma de entulho;
- Estruturas de concreto mal concebidas e com isso maior necessidade de manutenção corretiva, o que ocasiona grandes quantidades de resíduos;
- Urbanização desordenada, forçando as construções a passarem por modificações e adequações gerando resíduos;
- Maior poder aquisitivo da população e situação econômica favorável ao desenvolvimento de novas construções e reformas.

No âmbito da construção civil, de um modo geral, os níveis de tecnologia empregados na construção são determinantes para o volume de resíduos que serão gerados. Santos (2007), contribui para a grande quantidade de RCC gerada o fato de os métodos empregados na construção serem ainda bastante artesanais, como pouca ou nenhuma tecnologia envolvida.

Corroboram para essa afirmativa Paz (2014) quando atribuem o aumento da geração de RCC à deficiência do processo de construção, seja por falhas na elaboração dos projetos e na execução, seja por má qualidade dos materiais utilizados ou o seu armazenamento inadequado. Há ainda outros fatores para a geração de RCC, os quais são expostos no Quadro 3.

Quadro 3 - Origem da geração de Resíduos de construção e demolição.

Atividade	Causas da produção de resíduos
Reformas	Falta de cultura de reutilização e reciclagem de materiais;
Demolição	Próprio da atividade, mas pode ser segregado na própria obra;
Construção nova	Falta de compatibilização de projetos, racionalização e planejamento do uso de materiais.

Fonte: Adaptado de Téchne (2015).

Para que se possa implantar os meios necessários à adequada gestão, como rede de coleta, transporte e tratamento, é imprescindível o correto diagnóstico e quantificação dos RCC.

Santos (2015^a) reforça a importância de quantificar os resíduos coletados para a formação de estratégias e ações voltadas ao gerenciamento deles e, por conseguinte, mitigar os impactos negativos causados por esses materiais tanto no meio ambiente quanto nas áreas urbanas.

A quantidade de resíduos gerada depende do tipo de obra que está sendo realizada, das tecnologias aplicadas nessa obra e da etapa em que ela se encontra. Nagalli (2014) acrescenta que as características dos RCC dependem ainda de qual processo construtivo adotado, bem como os materiais utilizados, que deu origem a eles.

Nesse sentido, a indústria da construção utiliza uma gama de matérias-primas nos seus diversos processos construtivos, isso, evidentemente, determina as características dos resíduos gerados. Outros aspectos, de acordo com Karpinsk *et al.* (2009), também influenciam em tais características, como o modelo de infraestrutura que será construída, reformada ou demolida.

Para uma ideia clara do panorama geral da quantidade de resíduos coletados nacionalmente, na Tabela 2 é apresentada a geração de RCC nos principais municípios da Região Metropolitana de Recife - RMR

Tabela 2 - Geração aproximada de RCC em alguns municípios da RMR

Municípios	População (hab)	Geração de RCC (t/dia)	Geração per capita (Kg/hab/dia)	Fonte
Recife	1.487.000	1.334,00	0,77	ALBUQUERQUE (2015)
Jaboatão dos Guararapes	680.943	305,26	0,45	SANTOS (2015)
Olinda	391.433	221,35	0,57	FALCÃO (2011)

Fonte: Adaptado de PAZ (2014).

Quando comparado outros países ao Brasil, é possível constatar que a geração de resíduos no Brasil é menor que a de alguns países como Estados Unidos, Alemanha e Japão. Isso se deve à utilização de técnicas de construção mais adiantadas que reduzem o desperdício naqueles países, enquanto que em lugares como o Brasil as técnicas de construção são ainda artesanais, (LI et al, 2013).

Essa informação reforça o que explica Tessaro, Sá e Scremin (2012), ao dizerem que a geração de resíduos cresce proporcionalmente ao desenvolvimento social e econômico de um país. Em âmbito nacional, uma análise semelhante pode ser feita por meio de dados coletados por região brasileira, e o total coletado pelos municípios brasileiros (Tabela 3).

A ressalva a ser feita sobre tal afirmativa é a de que países com maior capacidade econômica e desenvolvimento social possuem também técnicas de construção mais avançadas em comparação com outros países em desenvolvimento como o Brasil; e com isso, geram menor

desperdício de materiais e menor volume de resíduos.

Embora os valores trazidos nos Tabela 3 não representem o total de resíduos gerados, mas sim o que foi coletado, essas informações permitem uma concepção muito aproximada do real volume de RCC produzido no Brasil. Com base nos dados, nota-se que a região nordeste é a segunda maior produtora de resíduos de construção e demolição, com algo próximo de 24.123 t/dia de resíduos gerados, ficando atrás apenas da região sudeste, com cerca de 63.679 t/dia.

Tabela 3 - RCC coletados pelos municípios nas regiões do Brasil e total.

Regiões	Total (toneladas/ano)	Per capita (Kg/habitante/ano)
Norte	1.812.955	97,09
Nordeste	9.046.890	157,68
Centro-Oeste	5.270.965	319,38
Sudeste	24.496.975	275,21
Sul	6.369.615	210,97
Total	46.997.400	221,19

Fonte: ABRELPE (2021).

Comparando-se os anos de 2017 e 2018, percebe-se uma redução média de 281,8 t/dia na coleta dos RCC e uma redução de 1.409 t/dia somadas todas as regiões do país. Isso não significa, necessariamente, uma menor geração deles, dado que essa menor quantidade pode estar relacionada a quantificação imprecisa desses resíduos coletados, ou mesmo, a diminuição na fiscalização, o que leva disposição irregular desses materiais impedindo sua coleta.

2.2.3 Caracterização qualitativa dos RCC

As características qualitativas dos RCC gerados dependem de uma série de fatores, como a escolha das técnicas construtivas e a seleção das matérias-primas aplicadas na obra. Essa composição também é função da etapa em se encontra a obra, porquanto para cada fase da obra há o consumo de alguns insumos específicos que originam resíduos diferentes (Quadro 4). Farias (2013) reforça essa afirmativa e acrescenta que tais características podem também variar em função dos equipamentos utilizados e da região onde será implantado o empreendimento.

Quadro 4 - Tipo de resíduo gerado em cada etapa de uma obra de edificação (continua)

Etapas	Tipos de Resíduos possivelmente gerados
Demolição	Areia, argamassa, azulejos, ferro, blocos, brita, cal, cerâmica, concreto, esmalte, esquadrias metálicas, gesso, janelas, ladrilhos, madeiras, pedras, perfis metálicos, pisos, portas, pré-moldados de concreto, tábuas, tacos, telhas

(conclusão)

Etapas	Tipos de Resíduos possivelmente gerados
Limpeza do terreno	Solos, rochas, resíduos vegetais
Montagem do canteiro	Blocos, argamassa, concreto (areia e brita), madeira, pregos, telhas,
Fundações	Solo e material rochoso
Drenagem de terrenos	Areia, brita, concreto, juntas de tubos cerâmicos e de concreto, madeira, rejeitos rochosos, solos
Infraestrutura	Areia, argamassa, brita, cal, cimento, concreto, pedras
Superestrutura	Concreto (areia; brita), madeira, sucata de ferro, blocos, brita, cal, cimento, concreto, laminados, saibro, tijolos
Alvenaria	Blocos cerâmicos, blocos de concreto, argamassa
Instalações hidráulicas	Blocos, sucatas de ferro, apara de tubulação (PVC e fibrocimento), argamassa, tubulação de concreto, aparas de cobre e ferro, material de rejunte, vedação e tubulação.
Instalações elétricas	Blocos cerâmicos, fios de cobre e cabos, argamassa, conduíte e mangueira
Reboco interno/ externo	Argamassa
Revestimentos e pisos	Pisos e azulejos cerâmicos, piso de madeira, argamassa ou colas, cimento, borrachas, fibrocimento, granitos, lascas de alumínio, de cerâmica, de mármore e de vidro, pastilhas, pedra, concreto, pedaços de vigas, restos de tacos.
Esquadria de madeira	Aparas de madeira, argamassa, peças de fixação.
Forro de gesso	Placas de gesso acartonado.
Colocação de vidros	Lascas de vidros, massas de fixação
Pinturas	Tintas, vernizes, seladores, texturas.

Fonte: Pacheco (2011).

Via de regra, os RCC são constituídos de materiais inorgânicos e minerais, como concretos, argamassas, solos e cerâmicas e de componentes orgânicos tais como plásticos, papeis, madeiras, materiais betuminosos e outros.

Devido a essas diferentes características, os Resíduos de Construção Civil tornam-se heterogêneos, daí surge a necessidade de segregação desses materiais para que não seja tratado como “entulho” e venha a ser descartado sem o devido aproveitamento (SANTOS, 2015^a).

A heterogeneidade dos RCC não se restringe apenas a sua constituição química, pois, consoante Mália *et al.* (2013), tanto a natureza quanto as suas características físicas (dimensões e geometria) - que podem ainda ser regulares (como as areias e britas) ou irregulares – são determinantes nessa diversidade de materiais.

Corroborando para tal afirmativa Morand (2016), quando assevera que a constituição dos materiais, utilizados interferem nas características finais dos RCC; como também, as técnicas empregadas na execução desses materiais em obras são fatores que provocam alterações nas quantidades geradas dos resíduos gerados nos canteiros de obra.

A própria Resolução n°307/2002 do CONAMA leva em consideração essa heterogeneidade dos RCC para classificá-los, conforme mostra o Quadro 5.

Quadro 5 - Classificação dos RCC consoante Resolução n° 307/2002 do CONAMA.

Classe	Definição do resíduo	Exemplo de resíduo
A	Resíduos recicláveis ou reutilizáveis como agregado, podendo ser empregados em obras de infraestrutura, edificações e canteiros de obras.	Tijolos, concreto, argamassa,
B	Resíduos recicláveis para serem empregados em destinações distintas da classe anterior.	Plástico, papel/papelão, metais, vidros, madeira e gesso*
C	Resíduos para os quais não existem tecnologias que permitam a viabilidade econômica de sua reciclagem/recuperação	Estopas, lixas, panos e pincéis (que não tenham entrado em contato com materiais da classe D).
D	Resíduos compostos, ou em contato com materiais /substâncias nocivos à saúde, oriundos do processo de construção	Solventes e tintas, óleos e outros; telhas e materiais de amianto**; entulho de reformas em clínicas e instalações industriais que possam estar contaminados.

Fonte: Adaptado de Brasil (2002).

Nota: * Classificação dada pela Resolução n° 348/2011 do CONAMA;

** Classificação dada pela Resolução n° 431/2011 do CONAMA.

A composição dos RCC de três municípios do estado de Pernambuco é apresentada na Tabela 4. Embora trate-se de diversos materiais, nela, nota-se a possibilidade de separação dos materiais em dois grandes grupos:

1. O grupo dos resíduos cimentícios: resíduos constituídos à base de cimento (concretos, argamassas, blocos de concreto, lajes, etc) e
2. O grupo dos resíduos cerâmicos: materiais normalmente constituídos à base de argila, sílica ou feldspato (tijolos, telhas, cerâmicas, etc).

Tabela 4 - Composição dos RCC em municípios de Pernambuco.

Composição dos RCC (%)	Municípios		
	Olinda ¹	Recife ²	Petrolina ³
Tijolo	14,4	17,0	-
Material cerâmico	3,5	2,0	-
Papel/papelão	-	-	-
Plástico/PVC	-	-	-
Metal	-	1,0	-
Madeira	-	2,0	-
Solo e areia	32,0	27,0	14,0
Rochas	-	9,0	-
Cerâmicas	16,0	29,0	30,0
Gesso	-	4,0	-
Concreto	-	1,0	-
Argamassa	46,0	43,0	19,0
Fibrocimento	-	-	-
Vidro	-	-	-
Material miúdo	32,0	-	-
Outros	6,0	7,0	37

Fonte: ¹Falcão (2002); ²Carneiro (2005); ³Santos (2008)

Essa composição de resíduos é classificada de acordo com a Resolução n°307/2002 do CONAMA para os mesmos municípios (Tabela 5). Observa-se a predominância daqueles resíduos pertencentes a Classe A (resíduos reutilizáveis ou recicláveis) de acordo com os critérios daquela resolução.

Tabela 5 - Porcentagem por tipo de RCC de acordo com a Resolução do CONAMA.

Classe de RCC conforme o CONAMA	Municípios (%)		
	Olinda ¹	Recife ²	Petrolina ³
Classe A	75	90	63
Classe B	-	5	-
Classe C	21	-	-
Classe D	-	-	-
Outros	4	5	37

Fonte: Adaptado de ¹Falcão (2002); ²Carneiro (2005); ³Santos (2008).

2.3 LEGISLAÇÃO

A Legislação Ambiental é indiscutivelmente um instrumento essencial a preservação do meio ambiente. Os princípios norteadores das leis e normativas de proteção ao meio ambiente foram traçados na Lei n°6.938 de 31 de agosto de 1981, chamada de Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), por ter sido ela uma das pioneiras no Brasil a ter estabelecidos os conceitos gerais; foi, posteriormente, recepcionada pela Constituição Federal de 1988.

Com isso, a Carta Magna reconheceu o direito de todas as gerações a um meio ambiente ecologicamente equilibrado (art. 225, caput). Os preceitos desse artigo referem-se ao correto equilíbrio ambiental e à responsabilização daqueles que provocar dano ambiental.

Embora essa proteção tenha crescido nos últimos anos, há a necessidade da consolidação de novas leis para que, de modo geral, sejam atendidos os ditames do art. 225 da CF/88. Diante dessa premência, novas legislações atinentes aos Resíduos de Construção Civil são estabelecidas, visto que eles representam um potencial dano ao meio ambiente, agravado ainda mais pela expansão das atividades do setor da construção civil, principal gerador desse tipo de resíduo. Essas normas objetivam o uso racional de recursos naturais e a redução dos materiais e orientam o reaproveitamento e a reciclagem dos resíduos gerados.

2.3.1 Âmbito federal

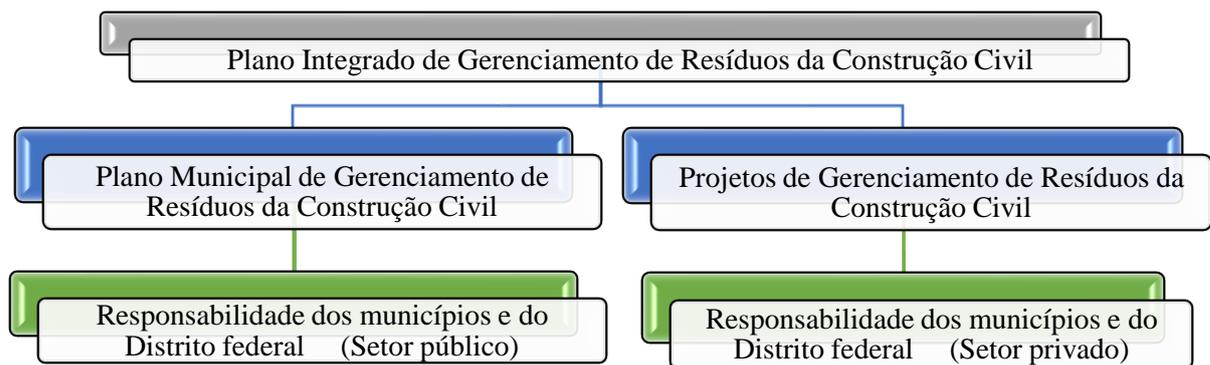
Na esfera federal, a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição reconhece a significativa parcela que os resíduos de construção representam

na quantidade total de resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas, e consolida a viabilidade técnica e econômica para a produção e uso de materiais provenientes da reutilização, reciclagem e beneficiamento desses resíduos (CARELLI, E.; MIRANDA, L., 2013). A resolução nº307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é o principal instrumento de maior efetividade no que diz respeito aos RCC estabelecendo diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos da construção civil e atribuindo a responsabilidade por essa gestão tanto aos estados e municípios quanto aos pequenos e grandes geradores.

Um dos seus destaques é essa atribuição de responsabilidade compartilhada sob os RCC a todos envolvidos diretamente na geração deles, com maior ênfase a uma atualização, realizada por meio da Resolução 348/04, que indica a gerador como principal responsável pelo gerenciamento desses resíduos. Para tanto, ela estabeleceu que os estados e o Distrito Federal devem implementar o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC) o qual deve ser harmônico com o Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil criado pelo município.

Estes, por seu turno, ficam responsáveis por elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) cujo escopo deve abranger os procedimentos necessários ao manejo, triagem e destinação final adequados dos RCC. No Fluxograma 1 é apresentado o fluxograma do Plano de Gerenciamento de Resíduos estabelecido pela Resolução nº 307/2002 do CONAMA.

Fluxograma 1 - Fluxograma do PGRCC.



Fonte: O autor, adaptado de Brasil (2002).

No mesmo sentido, a Lei federal nº12.305/10 instituiu a Política nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) cujo maior diferencial são as propostas de práticas de hábitos de consumo sustentáveis reduzindo a geração de resíduos unidos a um conjunto de medidas que objetivam incentivar o aumento da reciclagem e reutilização dos resíduos

Não obstante essas diretrizes tenham inovado a gestão dos RCC, o principal marco da PNRS foi a atribuição de responsabilidade compartilhada tanto por estados e municípios (no âmbito do poder público) quanto aos geradores de resíduos (setor privado), Seção II art. 30 da Lei nº 12.305/10, sobre responsabilidade compartilhada:

É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos (Brasil, 2010, Art. 30).

Os planos abrangidos pela PNRS são apresentados no Quadro 6. Esse, por sua vez, deve contemplar diretrizes para os pequenos e grandes geradores.

Quadro 6 - Os planos comportados pela PNRS.

Plano	Responsabilidade atribuída
Plano Nacional de Resíduos Sólidos	Responsabilidade da União e coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA)
Plano Estadual de Resíduos Sólidos	Responsabilidade individual de cada estado, e é crucial para obter recursos da União (ou por ela controlados), que tenha finalidade aos empreendimentos e serviços relativos ao gerenciamento dos resíduos sólidos
Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	Responsabilidade dos municípios, sendo este requisito fundamental para captação de recursos junto à União para serem destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e a gestão de resíduos sólidos.
Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos	Responsabilidade dos geradores de resíduos de uma maneira geral.

Fonte: O autor, adaptado de Brasil (2010).

Por fim, são também destacadas ações para a destinação dos resíduos classificados dos como rejeitos, isto é, aqueles que não poderão ser reciclados (BRASIL, 2010).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS prevê os seguintes planos:

1 - Plano Nacional de Resíduos Sólidos: sob a responsabilidade da União e coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente;

2 - Plano Estadual de Resíduos Sólidos: É de responsabilidade de cada Estado, e requisito fundamental para a obtenção de recursos da União destinados aos empreendimentos e serviços envolvidos no gerenciamento de resíduos sólidos nesses estados;

3 - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: sob a responsabilidade dos municípios, também é requisito fundamental para captação de recursos junto à União que serão destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos;

4 - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos: os grandes e pequenos geradores são os responsáveis pela elaboração deste plano de resíduos (perigosos ou não), nos quais estão incluídas as empresas de construção civil.

Há ainda, consoante Cortes (2014), a exigência de planos de gestão de resíduos por agentes públicos e privados. Como a Lei nº 12.305/10 busca regulamentar e organizar a gestão dos resíduos no país, é premente uma visão sistemática e setorial no modo de gerir esses resíduos, que considere os aspectos ambientais, sociais, culturais, econômicos e de saúde pública.

Ademais, a reeducação e a conscientização de todos os agentes envolvidos sobre a racionalização do consumo de recursos naturais de modo a se atingir um nível equilibrado, e a relevância da mitigação dos impactos ambientais para a preservação do ambiente e para o aumento da qualidade de vida da sociedade.

Ainda assim, dada a relevância da necessidade da criação e implementação do Plano Estadual de Resíduo Sólido, segundo dados da Confederação Nacional de Municípios (CNM), até o ano de 2015 apenas seis estados possuíam PERS finalizado - dentre eles o estado de Pernambuco. Outros dezessete estados estavam na etapa de elaboração do plano, e três estados ainda não haviam iniciado nenhuma fase da etapa da elaboração do PERS, mesmo tendo o prazo legal - estipulado pela PNRS para que estados e municípios criassem seus respectivos planos - vencido em agosto de 2012.

Antes mesmo da criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Associação Brasileira de normas Técnicas (ABNT, 2004^a) publicou normas específicas com o propósito de auxiliar os municípios e geradores de resíduos no correto manejo e reutilização desse produto.

Miranda *et al.* (2009) declara que essas normas deram suporte para a gestão dos RCC e fomentaram o início da implantação dos planos de gerenciamento dos resíduos nos canteiros de obras por eles estabelecerem diretrizes para o recebimento do material e utilização dos RC em pavimentação e em concreto de uso não estrutural (Quadro 7).

Quadro 7 - Normas técnicas ABNT (2004) que abordam RCC (continua)

Norma	Título	Objetivo
NBR 15112	Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação	Implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos
NBR 15113	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes de projeto, implantação e operação	Implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil classe A e de resíduos inertes.

(conclusão)

Norma	Título	Objetivo
NBR 15114	Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes de projeto, implantação e operação	Implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil classe A
NBR 15115	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camada de pavimento – Procedimentos.	Execução de camada de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil, denominado agregado reciclado, em obras de pavimentação.
NBR 15116	Agregado reciclado de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.	Emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil.

Fonte: Adaptado de ABNT (2004).

Por outro lado, Mattos (2013) ressalta que haja vista o progresso que a legislação para os RCC vem tendo, ainda não é suficiente para acompanhar o crescimento da geração de resíduos de construção e demolição; tendo em vista que ainda se observa muitos obstáculos à evolução dessas leis.

2.3.2 Âmbito estadual

Em dezembro de 2010, o estado de Pernambuco instituiu a Lei nº14.236, denominada Política Estadual de Resíduos Sólidos, a qual dispõe sobre os princípios, diretrizes, objetivos, instrumentos (inclusive econômicos), responsabilidades, gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos cujo objetivo é estabelecer subsídios para a gestão dos resíduos sólidos no estado por meio de programas e estratégias e a fixação de metas.

As diretrizes do plano estadual são de grande importância para auxiliar os municípios na elaboração de seus planos municipais; com base nisso, o art. 17 da PNRS determina que os planos estaduais devem conter dentre outras exigências:

- Diagnóstico, incluída a identificação dos principais fluxos de resíduos no Estado e seus impactos socioeconômicos e ambientais;
- Metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;

- Metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos;
- Metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- Programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas;
- Normas e condicionantes técnicas para o acesso a recursos do Estado, para a obtenção de seu aval ou para o acesso de recursos administrados, direta ou indiretamente, por entidade estadual, quando destinados às ações e programas de interesse dos resíduos sólidos;
- Medidas para incentivar e viabilizar a gestão consorciada ou compartilhada dos resíduos sólidos;
- Meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito estadual, de sua implementação e operacionalização, assegurado o controle social.

Nessa oportunidade, ao analisar-se o conteúdo obrigatório dos Planos Estaduais de Resíduos sólidos, constata-se que estes devem balizar os planos municipais, os quais devem estar inseridos dentro do diagnóstico estadual e com metas compartilhadas com às estaduais e arriados nos programas e projetos do estado.

2.3.3 Âmbito municipal

Conforme consta no art. 3º, inciso XI da Lei Federal nº 12.305/10 – intitulada de Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – a gestão integrada de resíduos sólidos é caracterizada por um conjunto de ações destinadas a criar soluções para eles, englobando os aspectos políticos, econômicos, ambientais, sociais e culturais, sob a premissa da gestão sustentável.

Isto posto, é de competência dos municípios realizar os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos - este, orientado pelo Plano Municipal de Resíduos Sólidos e aquele pela Lei Federal nº 11.445/07, a chamada Lei Nacional de Saneamento – conjuntamente com a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados em seus respectivos territórios. Dentre os planos previstos na PNRS para os municípios tem-se:

- Os planos microrregionais de resíduos sólidos;
- Os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas;

- Os planos intermunicipais de resíduos sólidos; e
- Os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)

Todos eles devem garantir a sua publicidade e estarem submetidos ao controle social desde a sua concepção até a sua implantação e operacionalização. Sendo, ainda, a elaboração daquele último, o PMGIRS, uma condição imposta aos municípios pela PNRS para acesso a recursos da União (ou por ela controlados) e aos recursos do Fundo Estadual de Prevenção e Controle da Poluição (FECOP). Nesse sentido, terão prioridade no acesso aos recursos aqueles municípios que optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos, e que também implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas e associações.

No estado de Pernambuco, a capital, Recife, possui legislação específica voltada aos RCC; assim também, o município de Jaboatão dos Guararapes, que elaborou a Lei nº 930/13 que aborda as diretrizes para a coleta e transporte dos RCC. Já a municipalidade de Caruaru também possui leis e decretos que abordam o tema dos resíduos sólidos urbanos, que engloba os resíduos domiciliares, de construção e demolição e de outros não abrangidos pela coleta domiciliar regular.

A primeira delas é a Lei nº 5.244/12 que dispõe sobre a execução dos serviços de coleta, transporte, disposição e destinação final de resíduos oriundos da construção civil não abrangidos pela coleta regular, estabelecendo penalidades e dá outras providências. Essa lei foi posteriormente alterada pela Lei nº 6.633 que, entre outras providências, atribui competência para fiscalizar o cumprimento desta lei à alguns órgãos e autarquias municipais, alterando com isso seu Art. 9º. Essa lei ainda alterou os artigos 2º e 16º e revogou o Art. 15º daquela.

O município também criou o Decreto nº 037 de 2018 que dispõe acerca do Plano de Saneamento Básico Setorial para a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos do município entre outras providências. Embora essa lei não trate especificamente dos RCC, nela são apresentadas regras para algumas etapas do gerenciamento dos principais resíduos produzidos no município de Caruaru, entre eles os de construção civil. Há, ainda, o Projeto de Lei nº 7.319 que instituiu o programa “Recicla Caruaru” por meio da coleta seletiva e da remoção e aproveitamento de resíduos sólidos da construção civil no âmbito do município.

De acordo a Secretaria de Meio Ambiente do município, estão sendo elaboradas políticas municipais voltadas para a melhoria da gestão dos RCC, e para a inclusão no Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (PGIRCC) a fim de se adequar às legislações pertinentes (PERNAMBUCO, 2012; CONAMA,2002).

2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS RCC

Há o senso comum de que toda a fonte de matéria-prima utilizada na indústria da construção civil se encontra exclusivamente na natureza. A construção civil mantém uma relação com o ambiente que provoca danosos impactos ambientais justamente pela grande extração de materiais desde a concepção do projeto até a geração de RCC (KARPINSK *et al.*, 2009). Ao longo dessa cadeia produtiva, diversos impactos são gerados os quais incidem principalmente no meio ambiente (KLEIN, 2016).

No entanto, a maior relação de causa e efeito não está relacionada particularmente à quantidade de RDC produzidos, mas sim à maneira como é dada a sua disposição final, de modo e em locais inapropriados.

O crescimento desordenado das cidades tem provocado diversos problemas de cunho:

- Social: dificuldades no fluxo de pessoas e veículos pelas calçadas e rua, respectivamente, quando dispostos nesses locais, obstrução do sistema de drenagem das vias e proliferação de vetores de doenças (CRUNIVEL, 2016);
- Econômico: maior gasto do município com a coleta dos RCC das ruas (CARRELLI E MIRANDA, 2013);
- Ambiental: provocam a supressão da vegetação e o assoreamento dos rios, quando dispensados próximos deles.

Provocados pela falta de políticas fiscalizadoras e de programas estruturados para a exploração de recursos naturais e reutilização ou reciclagem de resíduos de construção. Essa ausência de responsabilidade por parte do poder público municipal impede seu papel fundamental de disciplinar o fluxo dos resíduos - pela implantação, por exemplo, de uma logística reversa, que se trata de um instrumento de desenvolvimento econômico e social.

Esse sistema é composto por um conjunto de ações e procedimentos destinados a possibilitar a coleta e a reutilização dos resíduos sólidos em seu próprio ciclo ou o seu reaproveitamento em outros ciclos produtivos além da destinação final ambientalmente adequada para aqueles resíduos não passíveis de nova utilização (SINIR – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS, 2018)

Nesse contexto, no que se refere às atividades da construção civil, a situação é bastante grave, porquanto 75% dos resíduos oriundos da construção nos municípios provém de pequenas

obras informais (construção, demolição e reformas) o que implica disposição irregular desses RCC nas cidades (ALBUQUERQUE, 2015). A maior parte desse significativo volume é gerado, segundo Pinto (2005), em regiões urbanas compostas por estratos sociais mais carentes como favelas e bairros periféricos, onde predominam pequenas obras e reformas.

Essas atividades são uma das maiores geradoras de RCC nas áreas urbanas e não podem ser mensuradas em área construída por serem desenvolvidas, geralmente, de maneira informal e pela diversidade dos serviços nelas executados (PINTO, 2005).

Dias de Moraes (2006) vai mais além e classifica alguns dos impactos ambientais causados pela disposição irregular dos RCC em meio biótico, antrópico e físico (Quadro 8).

Quadro 8 - Aspectos e impactos ambientais causados pela disposição de RCC.

Meio onde é causado o impacto ambiental	Causas
Impactos no meio biótico	Destruição de fauna e flora; Poluição do ar, gerada pela emissão de material particulado.
Impactos no meio físico	Degradação de áreas hídricas, tais como: rios, riachos, lagos e mananciais, por aterramento; Desvio de rios, riachos, etc., causando alagamentos e cheias; Deslizamentos provocados pôr entulhos em terrenos instáveis.
Impactos no meio Socioeconômico:	Obstruções nas redes de drenagem e bocas-de-lobo, causando-se alagamentos; Aterramentos ou assoreamentos em canais abertos provocados por detritos colocados em vias; Falta de sinalização adequada em obras públicas, onde os resíduos são colocados, causando-se riscos de acidentes; Habitat para roedores e insetos, principalmente se misturado com lixo doméstico, causando-se doenças transmissíveis; Custos de limpeza pública elevado; Elevados custos em horas de máquinas “pesadas”, pagas pela prefeitura municipal, para limpeza de terrenos baldios; Desperdício da indústria da construção civil; Aumento do custeio na fiscalização pelo município, com o crescimento destes resíduos não monitorados; Crescimento nos custos de operação no aterro sanitário.
Outros Impactos	Diminuição da vida útil dos aterros sanitários; Quebra de equipamentos da coleta de lixo, como os compactadores e caminhões; Diminuição do fluxo turístico e bem-estar da população, pela agressão visual na Cidade.

Fonte: Adaptado de Dias de Moraes (2006).

Schneider (2003) afirma que a disposição inadequada dos Resíduos de Construção Civil compromete a paisagem urbana, prejudica o tráfego de pedestre e veículos, interfere na drenagem urbana, a eles são misturados outros resíduos orgânicos e não inertes e atraem vetores patogênicos tornando-se nichos dessas espécies no meio urbano.

Segundo Pinto (2005), outra questão importante que corrobora par o aumento desses impactos diz respeito ao uso de práticas ilegais por parte das empresas particulares para burlarem a legislação e, assim, depositarem esses resíduos em lugares inadequados da área urbana e rural. Esse descarte irregular cresce à medida que a gestão e a fiscalização dos RCC diminuem, tornando-se o fator que mais contribui para dano ao ambiente. Tal situação implica significativos custos para a administração pública, que tem de adotar medidas de correção (mais custosas) ao invés de ações preventivas e fiscalizadoras (menos onerosas) (SCHEID, 2016).

Desta feita, a sustentabilidade na construção civil porta um alto grau de relevância para os objetivos globais. Esta observação tem como proposito buscar o reconhecimento dos caracteres técnicos que propiciem construções ecologicamente precisas proporcionando, assim, um sistema sustentável e gradativo de redução e reutilização dos resíduos sólidos de construção e demolição.

2.5 GESTÃO AMBIENTAL DE RCC

Embora a construção civil seja reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, uma questão ainda é bastante desafiadora para este setor, a de adequar tamanha atividade produtiva às condições que promovam o desenvolvimento sustentável. No conjunto de ações necessárias para a solução dessa problemática, a gestão de resíduos sólidos é a que possui maior potencial de oferecer resultados significativos.

A Resolução n° 307/02 do CONAMA tem como meta principal a não geração de resíduos na construção civil, porém, na impossibilidade do cumprimento integral do objetivo, a mesma norma convencionou ações e obrigações dirigidas tanto ao poder público quanto ao privado e que conduzem à redução, à reciclagem (ou reaproveitamento) e a sua destinação final.

Nesse sentido, Silva Filho (2005) afirma que a gestão de resíduos sólidos visa, justamente, a esses objetivos secundários trazidos pela norma regulamentadora supracitada do CONAMA e ainda inclui planejamento, práticas e procedimentos para a implementação das ações previstas nos programas existentes no rol de leis.

O fomento dessa parceria entre o setor público e os entes privados (indústria e sociedade), por parte da lei, estimula a criação de estratégias que facilitem o controle e o aprimoramento da gestão de RCC (SILVA, SANTOS e ARAÚJO, 2017). Faz parte de uma gestão eficaz dos RCC a atribuição de responsabilidades e a distinção dos responsáveis pela geração, controle, transporte e destinação desses materiais. Por isso, é importante a existência de uma

hierarquia nessa organização (Fluxograma 2) para a condução de melhores práticas para alcançar o fim desejado por aquela resolução.

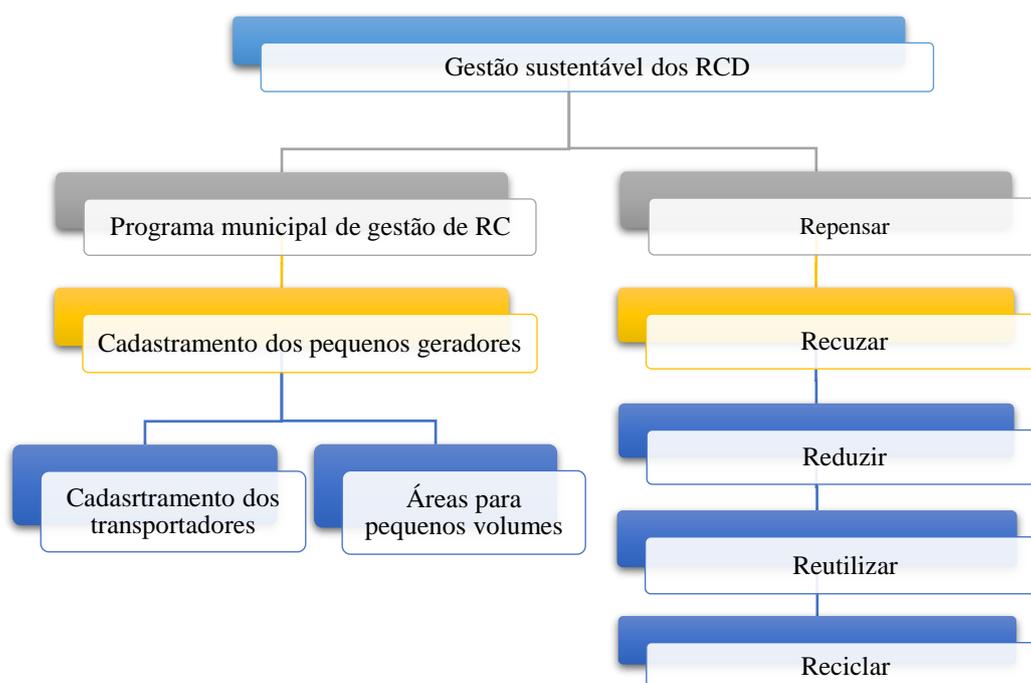
Guerrero *et al.* (2013), corrobora com tal posicionamento e acrescenta que, em um sistema eficiente de gestão, além de se estabelecer a função de cada parte, deve haver a transferência de comunicação entre essas partes para o bom funcionamento de tal organização.

Nagalli (2014), ressalta a diferença entre gestão e gerenciamento de RCC; uma vez que gestão é um processo maior e mais amplo, que envolve as políticas públicas, as quais criam leis e estabelecem os limites de atuação de cada agente. Por outro lado, a gerência é o tratamento direto com os RCC e cabe aos agentes incumbidos dessas atividades.

Logo, nota-se a existência de um conjunto de leis e estratégias que, embora necessitem ser ampliadas, consubstanciam o controle e a melhoria contínua do sistema de gestão de Resíduos de Construção Civil e o desenvolvimento sustentável e a proteção ao meio ambiente pela mitigação dos efeitos deletérios causados pelo trato incorreto desses materiais.

Há ainda, para maior efetividade das ações, o engajamento da sociedade para adoção de medidas de controle e correção da disposição irregular dos RCC, bem como, a adoção de práticas mais sustentáveis nos canteiros de obra como a reutilização de RCC na condição de agregados reciclados. (SILVA, SANTOS e ARAÚJO, 2017).

Fluxograma 2 - Fluxograma da gestão sustentável dos RCC.



Fonte: o autor (2022).

Nota: Adaptado de Marques Neto (2010).

2.6 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Os indicadores podem ser definidos como um conjunto de parâmetros ou valores os quais representam tendências que permitem a captura ou inferência de informações sobre o estado de um determinado fenômeno sob estudo. Diversas áreas do conhecimento humano fazem uso dos indicadores para análises tanto quantitativas como qualitativas; e muito embora eles não representem totalmente a qualidade dos temas a que se referem, servem de referência, até indireta, para abordá-los e tratá-los em seus mais diversos aspectos (KAWATOKO, 2015).

A busca pelo equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente tem alimentado o paradigma da sustentabilidade por meio do estabelecimento de expedientes capazes de promover subsídios às ações da sociedade que a levem ao desenvolvimento sustentável (COUTO, 2007). Esse tema foi primeiramente abordado no ano de 1980, pela International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), considerando aspectos referentes às esferas ecológica, econômica e social.

Em 1988, a denominada Comissão de Brundtland definiu desenvolvimento sustentável como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades” (CUNHA, 2018).

Há ainda um conceito de gestão sustentável cujo objetivo é a ampliação da visão de sucesso de uma empresa para além da questão financeira denominado de “*triple bottom line*”. A Linha Tripla de Fundo – em uma tradução literal do Inglês – ou o tripé da sustentabilidade é fundamental para a implementação das principais mudanças nas atividades das grandes empresas para o desenvolvimento de novos hábitos por parte da população mundial que estão implicitamente relacionados com a prática de consumo e a relação com as marcas.

Somente na década de 1990, na conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, os indicadores de sustentabilidade foram fortemente recomendados e difundidos entre aqueles países participantes com a finalidade de fornecer informações mais adequadas para a tomada de decisões (OECD, 2006).

Os indicadores de sustentabilidade ambiental são instrumentos através dos quais é possível formar um conjunto de dados e informações que auxiliam no conhecimento de dado fenômeno ambiental (ou mesmo urbano) com capacidade tal que permitem expressar as características essenciais do que está sendo analisado (como incidência, dimensão, evolução e outros) e a dedução de seus efeitos e importância socioambiental.

Para Mascarenhas *et al.* (2010), os indicadores ambientais permitem o monitoramento da sustentabilidade em uma área, o acompanhamento da gestão, além de ações e políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável. O mesmo autor ainda afirma que é possível o desenvolvimento e implantação de melhoria para as políticas públicas da região em estudo a partir desses indicadores.

Partilham dessa afirmativa os autores Gomes e Malheiros (2012) ao considerarem os indicadores ambientais um mecanismo de suporte para a tomada de decisões para a formulação de políticas públicas que culminem em práticas sustentáveis.

Entretanto, Como na construção desses fatores devem ser levados em consideração múltiplos fatores, Kemerich, Ritter & Borba (2014) ressaltam que, por esse motivo, não podem os indicadores serem igualmente empregados regiões cujas características divergem em termos de desenvolvimento ou costumes, por exemplo, por serem importantes na confecção e determinação dos indicadores.

Lafayette (2016) ressalta que uma das maiores dificuldade enfrentadas na quantificação de indicadores consiste na elaboração de metodologias que forneçam um quadro real da situação de sustentabilidade e o faça de um modo simples, mesmo em meio à complexidade da situação. Nesse sentido, uma análise dos indicadores de sustentabilidade ambiental permite a constatação de pontos fortes e de pontos que ainda necessitam de aprimoração.

De todo modo, as discussões sobre esses aspectos é algo salutar para a escolha do indicador mais adequado, auxiliando na tomada de decisões referente ao questionamento em pauta. Neste caso, os indicadores devem fornecer uma visão do todo com foco na integração a fim de se entender os aspectos mais sensíveis explorando, assim, todo o seu potencial.

A fim de e aproveitar melhor tais potencialidades, os indicadores podem ser estruturados em forma de matriz para melhor agregação e ponderação na construção de um índice (BESEN, 2017). A autora ainda assevera que essa matriz é uma ferramenta importante para o planejamento e gestão por justamente permitir a ponderação dos indicadores chegando a um índice sintético e também medindo os indicadores desagregados.

Besen (2017) continua sua explanação afirmando que a utilização dos índices pelos municípios possibilita uma melhor avaliação no tocante à sustentabilidade e ações mais assertivas e implantação de políticas públicas mais eficientes. Além dos municípios, os estados da federação brasileira também buscam a implantação desses instrumentos na sua gestão.

O estado de São Paulo desenvolveu indicadores para a avaliação da política dos Resíduos Sólidos (PRS) A sua Secretaria do Meio Ambiente (SMA) criou o IGR, que consiste em

um índice composto por indicadores de resíduos sólidos para avaliação dos instrumentos de gestão e gerenciamento e cujo objetivo é fornecer subsídios na proposição das políticas públicas do estado e avaliação da gestão dos RCC dos seus municípios.

Em Pernambuco, trabalhos são desenvolvidos com o mesmo intuito de avaliar a gestão dos RCC no estado. A título de exemplo, tem-se os trabalhos de Falcão (2011); Albuquerque (2015); Santos (2015a); Lafayette, (2016); Silva (2017) e Ximenes (2018). Alguns deles utilizaram o IGR com o intuito de contribuir para o desenvolvimento de melhores estratégias na gestão dos RCC.

Complementarmente, Schiavi (2013) assegura que o IGR envolve outros indicadores também desenvolvidos pela SMA e pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) do estado de São Paulo, em específico o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduo (IQR), que avalia e classifica a disposição de RS.

O IGR é calculado por meio da Equação (1).

$$IGR = 0,6 * IQG + 0,35 * IQR + 0,5IQC \quad (1)$$

Onde: IGR: Índice de Gestão de Resíduos; IQG: Índice de Qualidade de Gestão; IQR: Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos; IQC: Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem.

Para Schiavi (2013), o IQG considera entre os seus fatores iniciativas voltadas para a gestão dos RCC, como pode ser verificado no Quadro 9.

Por esse motivo, neste estudo, optou-se pela utilização dos itens avaliados no IQG, com as devidas adaptações. Por sua vez, o IGR é classificado, baseado nas notas obtidas, de 0 a 10, como mostrado no Quadro 10.

Quadro 9 - Cálculo do IQG (continua)

Item	Subitem	Avaliação/ Pontuação		Pontuação Máxima	
Instrumentos para a Política de Resíduos Sólidos	Lei específica para gestão de resíduos	Sim	2	2	
		Não	0		
	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos	Sim	5	5	
		Não	0		
	Taxas/tarifas de lixo própria ou embutida em outra taxa/tarifa/imposto	Sim	3	3	
		Não	0		
	Subtotal de instrumentos				10

(continuação)

Item	Subitem	Avaliação/ Pontuação		Pontuação Máxima
Programas	Ações educativas	Sim	2	2
		Não	0	
	Formação e capacitação de agentes ou catadores	Sim	1	1
		Não	0	
	Iniciativas para obtenção de créditos para financiamento de projetos de reciclagem	Sim	1	1
		Não	0	
	Existência de incentivos para o mercado de reciclagem	Sim	1	1
		Não	0	
	Programas ou ações em coleta seletiva e reciclagem por iniciativa municipal	Sim	2	2
		Não	0	
	Cadastro de grandes geradores	Sim	1	1
		Não	0	
	Cadastro de catadores	Sim	1	1
Não		0		
Programas e ações em parcerias com outros atores (órgãos públicos estaduais, federais, iniciativa privada, associações e outros)	Sim	1	1	
	Não	0		
Subtotal de programas				10
Coleta e triagem	% da área urbana ocupada atendida pela coleta regular de RSU	80 a 100%	10	10
		60 a 80%	5	
		Menos de 60%	2	
		0	0	
	% de domicílios atendidos pela coleta seletiva	Mais de 60%	5	5
		30 a 60%	4	
		Menos de 30%	2	
		0	0	
	Coleta e triagem de materiais recicláveis (papel/papelão, alumínio, vidro, outros materiais ferrosos ou não ferrosos, plásticos)	Sim	5	5
		Não	0	
	Coleta e triagem de resíduos especiais (pilhas e baterias, equipamentos eletrônicos)	Sim	2	2
		Não	0	
	Coleta de óleo de fritura	Sim	2	2
		Não	0	
	Coleta de outros resíduos orgânicos (poda e capina)	Sim	2	2
		Não	0	
	Sistema de coleta de RCC implantado (prefeitura ou terceiros)	Sim	3	3
		Não	0	
	Coleta de RSS diferenciada	Sim	3	3
Não		0		
Subtotal de coleta e triagem				32
Tratamento e disposição	Usina de reciclagem	Sim	3	3
		Não	0	
	Usina de compostagem (nota IQC)	Sim	IQC*0,3	3
		Não	0	
	Tratamento de RSS (incineração)	Sim	3	3
		Não	0	
	Disposição adequada de RSS (aterro sanitário após tratamento)	Sim	2	2
		Não	0	

(conclusão)

Item	Subitem	Avaliação/ Pontuação		Pontuação Máxima
	Controle sobre o destino de pneus	Sim	4	4
		Não	0	
	Disposição de entulho em aterro de RCC	Sim	2	2
		Não	0	
Subtotal tratamento e disposição				17
TOTAL				69

Fonte: Adaptado de Cetesb (2014).

Quadro 10 - Categorização das notas do IGR.

Intervalos	Classificação
Municípios com $IGR \leq 6,0$	Gestão Ineficiente
Municípios com $6,1 \leq IGR \leq 8,0$	Gestão Mediana
Municípios com $IGR \geq 8,1$	Gestão Eficiente

Fonte: Adaptado de Cetesb (2014).

Baseado no IGR foram criados indicadores de sustentabilidade adaptados para a análise em relação aos RCC, chamado de IGRCD (Índice de gestão de Resíduos de Construção e Demolição), sendo este último utilizado por Lafayette (2016) em alguns municípios da RMR (Cabo de Santo Agostinho, Camaragibe, Jaboatão dos Guararapes, Recife e Olinda).

O IGRCD assim como o IGR analisa 4 itens:

- Instrumentos para gestão de RCC, através dos quais é analisado o índice de qualidade de gestão (IQG);
- Programas municipais relacionados aos RCC, através dos quais é analisado o índice de qualidade dos programas (IQP);
- Coleta e triagem de RCC, através do qual é analisado o índice de qualidade de coleta (IQC);
- Tratamento e disposição de RCC, através do qual é analisado o índice de qualidade de tratamento (IQT).

O IGRCD é calculado a partir da Equação (2).

$$IGRCD = IQG + IQP + IQC + IQT \quad (2)$$

Assim, municípios que atingirem 60% ou menos da pontuação (de 0 a 40 pontos) são considerados com uma gestão ineficiente. Municípios com percentual entre 61% a 80% (de 41 a

53 pontos) têm uma gestão mediana, e maior que 81% (de 54 a 66 pontos) tem uma gestão eficiente, conforme apresentado no Quadro 11.

Quadro 11 - Pontuação e classificação do IGRCD.

Intervalos	Classificação do município
$\text{IGRCD} \leq 40$	Gestão Ineficiente
$41 \leq \text{IGRCD} \leq 53$	Gestão Mediana
$\text{IGRCD} \geq 54$	Gestão Eficiente

Fonte: Adaptado de Holanda (2018).

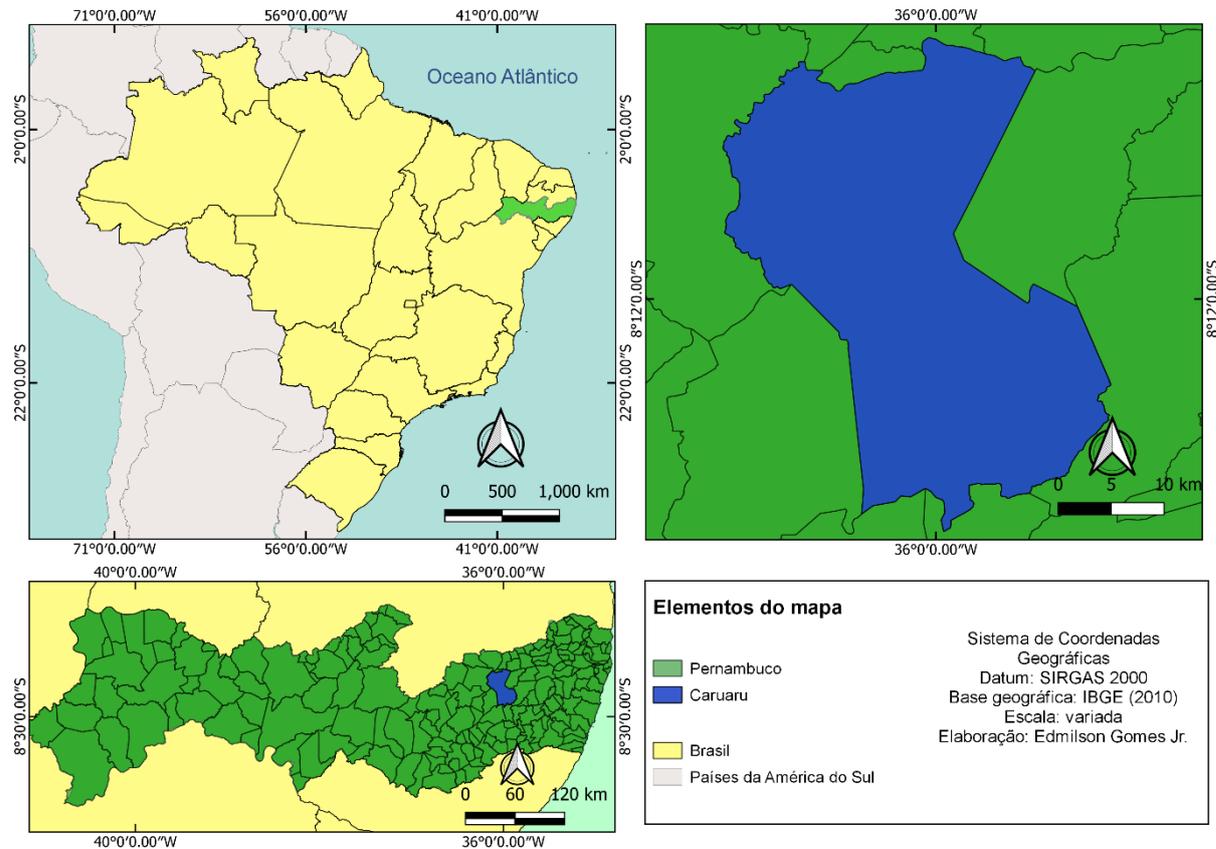
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Neste capítulo, estão descritas localização, características socioeconômicas, físicas e ambientais do município de Caruaru.

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Caruaru está localizado na Mesorregião do Agreste de Pernambuco e microrregião do Vale do Ipojuca, situa-se a $08^{\circ}17'00''$ de latitude sul e $35^{\circ}58'34''$ de longitude oeste (Mapa 1), altitude da sede é de 554 metros e está a oeste da capital do estado, Recife, e distando dela cerca de 130 Km. Os municípios limítrofes são Brejo da Madre de Deus e São Caetano, a oeste; Taquaritinga do Norte, Toritama, Vertentes e Frei Miguelinho, a norte; Riacho das Almas e Bezerros, a leste; e Altinho e Agrestina, a sul.

Mapa 1 - Localização do município de Caruaru/PE.

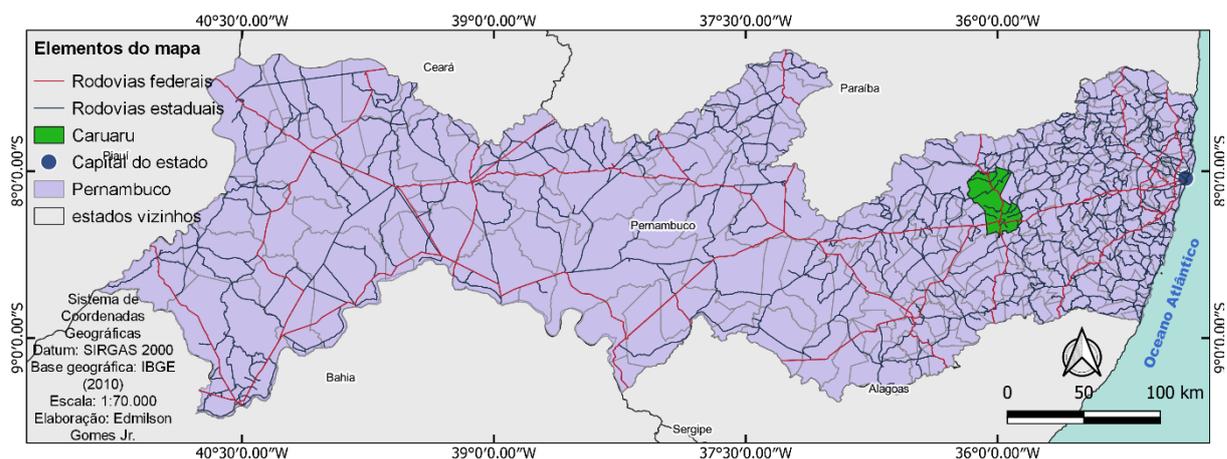


Fonte: O autor (2022).

De acordo com o IBGE, o município de Caruaru, fundado em 18 de maio de 1857, é uma capital regional categoria B (as capitais regionais são o segundo nível de gestão territorial e exercem influência no estado e em estados próximos. Subdividem-se em capitais regionais A, capitais regionais B e capitais regionais C - IBGE) e exerce importante papel centralizador não apenas pela sua localização geográfica, por onde passam rotas estratégicas (Mapa 2)

Essas ligam as microrregiões do estado (BR 232 – Rodovia Luiz Gonzaga (Leste-Oeste); BR 104 (Norte-Sul); PE 095, que liga o município a Riacho das Almas, Cumarú, Passira e Limoeiro e PE 145 - Rodovia Wilson Campos, que o interligam a Brejo da Madre de Deus e Jataúba), mas também pela sua pujança econômica, concentrando o principal polo médico-hospitalar, acadêmico, cultural e turístico do agreste.

Mapa 2 - Mapa de acesso rodoviário ao município de Caruaru.



Fonte: o autor (2022).

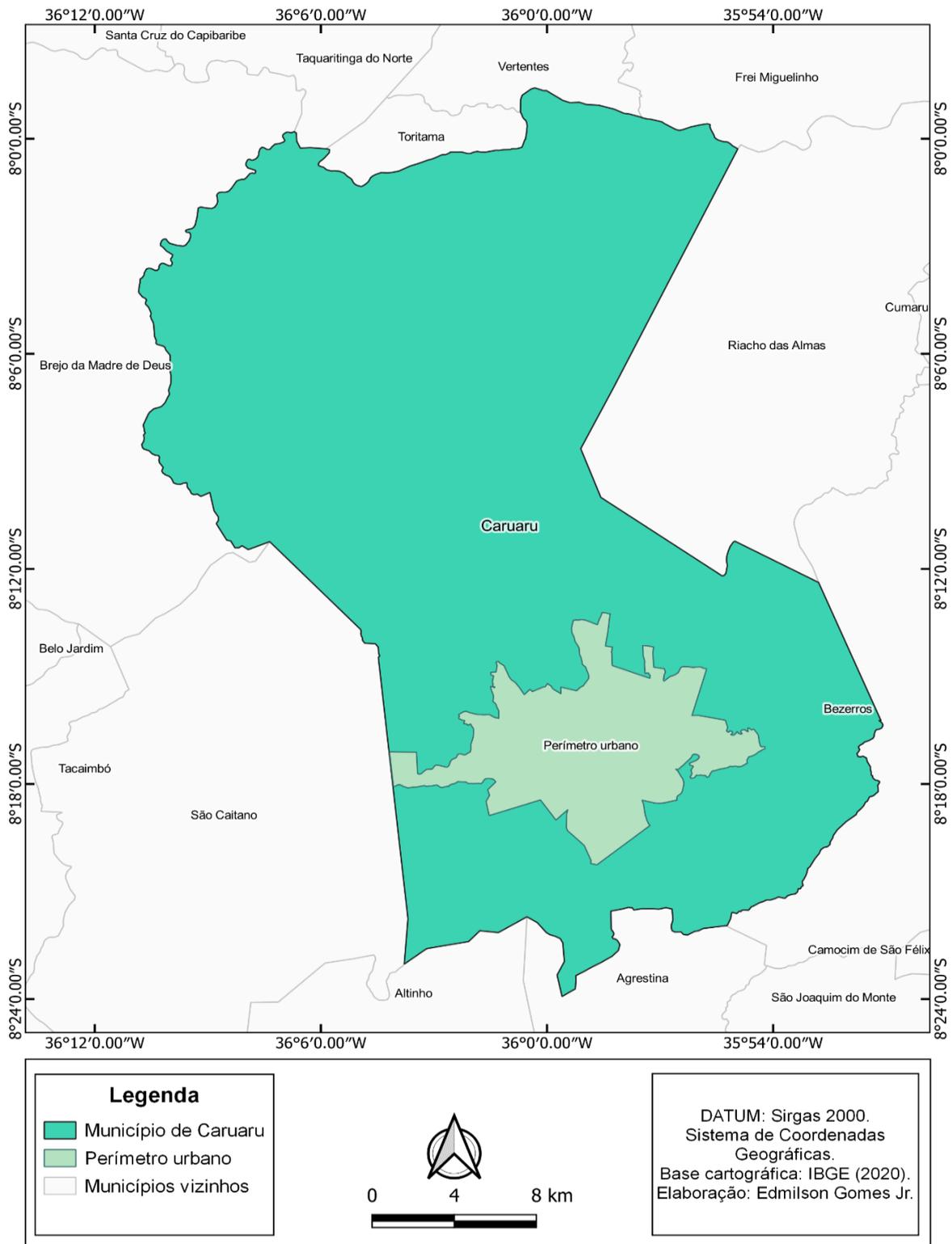
Nota: Adaptado de DNIT (2021).

Segundo dados do IBGE (2020), do censo realizado em 2010, a população da cidade de Caruaru é de 314.912 habitantes (dos quais 276.932 estão localizados na área urbana), e segundo estimativas do mesmo IBGE, em 2020, é de 365.278 habitantes.

O que a coloca como sendo a cidade mais populosa do interior pernambucano e a terceira mais populosa da região nordeste. A mesma previsão para o crescimento populacional é feita pela Base de Dados do Estado – BDE, e estima a população do município em 2021 em 369.343 habitantes (BDE/PE, 2020).

A área total do município é de 920, 611 km², e representa 0.94 % do Estado de Pernambuco. sendo que 80,561 km² estão em perímetro urbano e os 840,05 km² restantes formam a zona rural (IBGE, 2010), conforme é apresentado na Mapa 3.

Mapa 3 - Mapa do município de Caruaru com a área urbana em destaque.

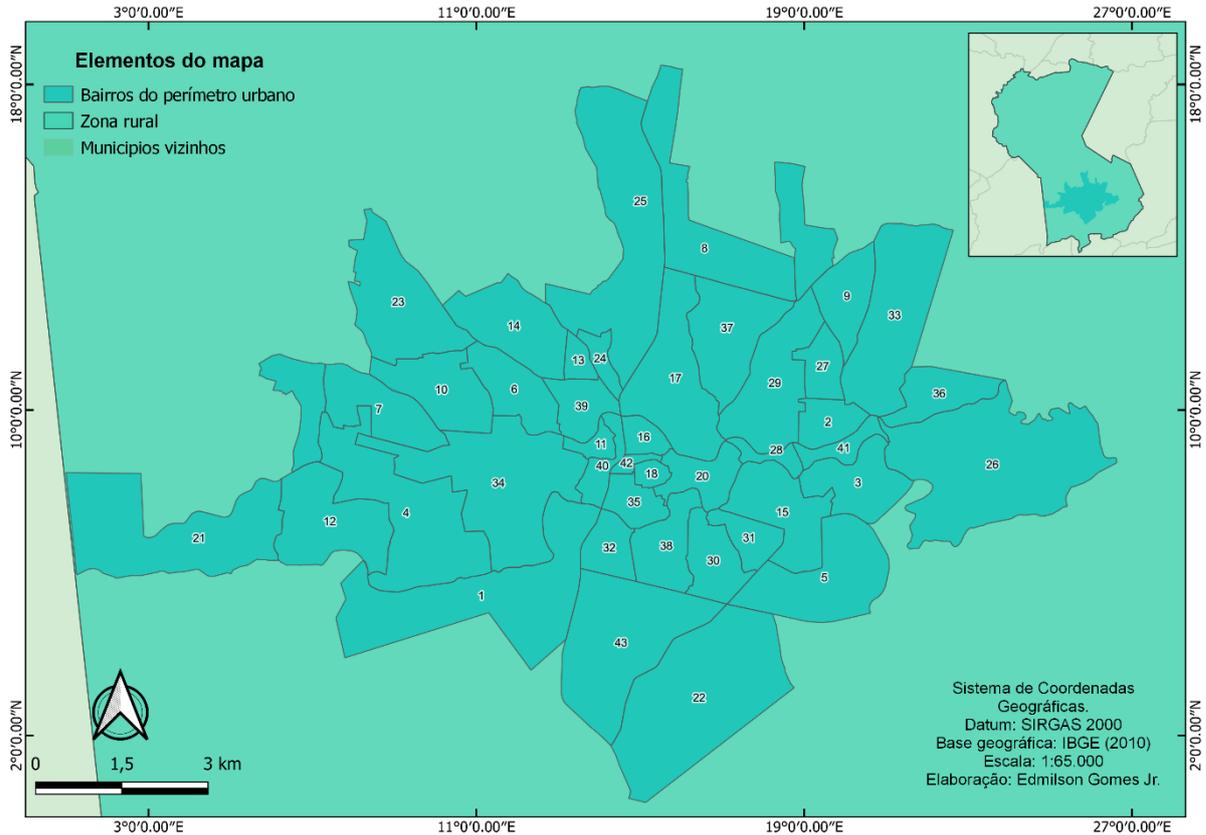


Fonte: O autor (2022).

Nota: Elaborado a partir de dados do IBGE (2020).

O município está dividido ainda em quatro distritos jurídico-administrativos: Caruaru (Sede); Carapotós (2°); Gonçalves Ferreira (3°) e Lajedo do Cedro (4°) e sua área urbana é formada por 43 bairros, como mostrado na Figura 2, a seguir.

Figura 2 - Distribuição geográfica dos bairros na cidade de Caruaru.



1	Agamenon Magalhães	12	Alto do Moura	23	Andorinha	34	Kennedy
2	Cidade Jardim	13	Jardim Panorama	24	Severino Afonso	35	São Francisco
3	Dep. José Antônio	14	Jardim Boa Vista	25	Nova Caruaru	36	São José
4	Distrito Industria	15	Indianópolis	26	Rendeiras	37	Universitário
5	Manoel Bezerra Lop	16	Divinópolis	27	São João da Escócia	38	Petrópolis
6	Maria Auxiliadora	17	Maurício de Nassal	28	Riachão	39	Boa Vista
7	Aeroporto	18	Morro Bom Jesus	29	Salgado	40	Caiucá
8	Luiz Gonzaga	19	Nina Liberato	30	Vassoural	41	Cedro
9	Lagoa do Algodão	20	Nossa Sra. das Dor	31	Santa Rosa	42	Centenário
10	José Carlos de Oli	21	Nossa Sra das Graç	32	Pinheirópolis	43	Cidade Alta
11	João Mota	22	Verde				

Fonte: O autor (2022).

Nota: Adaptado de Prefeitura de Caruaru (2019).

3.2 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS

O município de Caruaru está entre as cidades que compõem o polo de confecção do agreste pernambucano; tem como principais atividades econômicas: Comércio, Prestação de

Serviços, Indústria, Educação, com destaque para o comércio de confecções e de artesanato, além de também ser um polo turístico na região.

Seu Produto Interno Bruto - PIB: R\$ 6.239.417 bilhões e representa a 5ª maior economia do estado e a 1ª posição fora da Região Metropolitana do Recife (CONDEPE/FIDEM, 2014). A Renda per capita (Rendimento nominal médio mensal de pessoas acima dos 10 anos de idade) era de R\$ 10.662,30 em 2010 e saltou para R\$ 20.028,26 em 2018 (IBGE, 2018).

Embora as suas principais atividades econômicas sejam do setor terciário, fato esse que o torna o setor mais relevante para a formação do PIB municipal, com aproximadamente 82,4% das riquezas produzidas anualmente (DBE, 2014), economia do município atua fortemente nos três campos econômicos. O setor da indústria (secundário) se destaca por representar a segunda maior atividade econômica de Caruaru.

A indústria do município é composta por dois módulos, sendo o primeiro, o módulo I, localizado às margens da BR – 232 (Rodovia Luiz Gonzaga) e o e o módulo II instalado na via que dá acesso ao Alto do Moura (um dos principais pontos turísticos da cidade).

Há ainda, por parte da prefeitura, planos para a instalação do módulo III (com 63,2 hectares e 97 lotes) e módulo IV (com 35,5 hectares e 50 lotes), este último exclusivo para a produção têxtil. O setor primário, contudo, é o que representa a menor contribuição para geração de riqueza. Do total do PIB, apenas 19.699 mil reais se referem ao que é gerado pela agricultura e agropecuária (IBGE, 2014).

3.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

3.3.1 Classificação climática e regime pluviométrico

O clima característico do município é o tropical do tipo semiárido, com pouca pluviosidade ao longo do ano, cerca de 500mm, e clima típico do interior nordestino. Possui temperaturas que oscilam entre 25 a 35° no verão e 15 a 20° no inverno, janeiro é o mês mais quente (25.3 °C) e julho, o mais frio (19.5 °C) em média, sendo junho e julho os meses mais chuvosos e outubro o mês mais seco. Por ser uma região sujeita a estiagens, o município de Caruaru está inserido no Polígono das Secas (Fonte: pt.climate-data.org).

Por se tratar de uma região mais elevada em relação às áreas vizinhas, as massas de ar úmidas provindas do Oceano Atlântico perdem força e causam chuva intensas apenas em parte do Agreste e em toda a Zona da Mata – essas chuvas, por possuírem interferência direta do

relevo, são chamadas de chuvas orográficas. Essas chuvas são responsáveis pela presença de rios temporários e pela seca em parte do Agreste.

3.3.2 Hidrologia

O município de Caruaru está inserido nas Bacias Hidrográficas dos Rios Ipojuca e Capibaribe cujos principais tributários são: o Rio Capibaribe e os riachos Tabocas, Caiçara Borba da Onça, Olho d'água, Mandacaru do Norte, Carapotós, São Bento, Curtume e Taquara. Tem como principais corpos de acumulação de água os açudes Eng. Gercino de Pontes (13.600.000m³), Taquara (1.100.000m³), Guilherme (786.000m³), Serra dos Cavalos (761.000m³) e Jaime Nejaim (100.000m³). Os cursos d'água do município são todos em regime de escoamento intermitente, e o padrão de drenagem é o dendrítico (CPRH,2015).

Quanto aos cursos d'água subterrâneos, o município está totalmente inserido no Domínio Hidrogeológico Fissural formado de rochas de embasamento cristalino que englobam o subdomínio rochas metamórficas constituído do Complexo Surubim-Caroalina, Complexo Vertentes, Complexo Belém do São Francisco e do Complexo Serra de Taquaritinga e o subdomínio rochas ígneas da Suíte Salgueiro-Terra Nova, Suíte calcilicática Itaporanga, Suíte peraluminosa Xingó, Suíte Intrusiva Leucocrática Peraluminosa e dos Granitóides (CPRM, 2005).

3.3.3 Geologia

O território de Caruaru encontra-se inserido, geologicamente, na Província Borborema, formada por maciços e outeiros que variam de 600 a 1.000 metros, sendo constituído pelos litotipos da Suíte Serra Taquaritinga, dos Complexos Belém do São Francisco e Vertentes, de Granitóides Indiscriminados, do Complexo Surubim-Caroalina e das suítes Peraluminosa Xingó, Calcilicática de Médio a Alto Potássio Itaporanga e Shoshonítica Salgueiro/Terra Nova, (CPRM, 2018). Essa área possui forma de arco e se estende desde o sul de Alagoas até o Rio Grande do Norte.

3.3.4 Relevo e vegetação

Por estar localizado na mesorregião Agreste Pernambucano na região central do Planalto da Borborema, (na transição do Agreste para o Sertão), consoante a Secretaria de Ciência,

Tecnologia e Meio Ambiente – SECTMA e do Serviço Geológico do Brasil – CPRM (BDE/PE, 2020), seu relevo é suave e ondulado, o seu solo é pedregoso e argiloso.

Seu clima é o semiárido seco, com chuvas escarças e mal distribuídas com chuvas concentradas no período de abril a junho e índice pluviométrico de cerca de 550 mm. O clima do município é o característico do interior nordestino, as precipitações pluviométricas são escarças devido à primeira encosta do Planalto da Borborema, que impede parcialmente a chegada das chuvas vindas do litoral.

A vegetação predominante no município é a típica do bioma caatinga, ainda com presença de remanescentes da Mata Atlântica em brejos de altitude. A caatinga possui espécies hiperxerófilas e composta por árvores típicas como a baraúna, o juazeiro, o mulungú, a algaroba e a imburna; arbustos como o velameiro, marmeleiro e urtiga; broméliaceas como o caroá, macambira e o gravatá e cactáceas como o facheiro, xique-xique, mandacaru e coroa-de-frade.

Também possui vegetação húmida e arborizada - Mata Atlântica, típica de brejos de altitude - ao sul. Suas árvores de grande porte formam um microclima rico em biodiversidade na divisa com o brejo pernambucano no extremo sul do município (CPRM, 2020).

3.3.5 Aspectos Ambientais

Com relação aos aspectos ambientais, o município de Caruaru também se destaca por possuir diversidades ambiental, abarcando em seu território biomas como o de caatinga e de floresta tropical (Mata Atlântica). Possui ainda unidade de preservação ambiental chamada Parque Natural Municipal Professor João Vasconcelos Sobrinho, mais conhecido como Parque Serra dos Cavalos, com aproximadamente 359 hectares de área protegida e figura como um dos principais pontos turísticos do município.

Outro destaque turístico são os parques urbanos da cidade os quais propiciam maior qualidade de vida para a população pois as estruturas e qualidade ambiental dessas áreas verdes foram pensadas para trazerem diferentes benefícios físicos, sociais e psicológicos através do contato com a natureza, uma vez que a paisagem e a proximidade desses parques junto aos locais de moradia dos usuários são fatores decisivos para o incentivo a sua constante utilização.

São exemplos dessas áreas verdes: o Parque Municipal Ambientalista Severino Montenegro, que é um exemplo de recuperação ambiental pois foi construído onde antes funcionava uma usina de asfalto; o Parque baraúnas; o Parque São Francisco; o Parque Rendeiras (PREFEITURA DE CARUARU, 2020).

O principal curso d'água que integra a paisagem natural do município é o Rio Ipojuca, de acordo com a Agência Embrapa de Informação Tecnológica (Sgeitec), com sua nascente localizada na cidade de Arcoverde e sua foz ao sul do Porto de Suape. Seu percurso é de 320 Km, seu regime fluvial é intermitente até o seu médio curso, quando se torna perene, já nas proximidades do município de Caruaru.

Por banhar várias cidades ao longo de sua extensão, o rio Ipojuca acumula um volume elevado de poluentes gerando uma carga poluidora muito maior do que ele pode suportar. O Ipojuca em outras épocas servia como incentivo ao turismo e era referência de lazer e pesca para moradores da região, porém a carga de detritos domésticos e industriais despejada diariamente em seu curso o torna o terceiro rio mais poluído do Brasil (IBGE, 2018).

Nesse contexto, no ano de 2013 o governo do estado de Pernambuco assinou um contrato de empréstimo com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) de US\$: 330 milhões para revitalização e esgotamento sanitário nessas cidades pelo rio banhadas. Sendo que a companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa) ficaria responsável pela aplicação de 90% desse recurso na contratação de projetos, obras de coleta e tratamento de esgoto, além de outros serviços, e os 10% restantes, a cargo da Agência Pernambucana de Águas e Climas (Apac), com ações voltadas à preservação ambiental e recuperação das matas ciliares dos rios.

Com o mesmo objetivo de preservar o meio ambiente e valorizar o espaço público, está sendo implantado em Caruaru, no Agreste de Pernambuco, o Parque Ambiental Janelas para o Rio. O projeto prevê uma série de intervenções para beneficiar o rio Ipojuca, protegendo suas margens e potencializando o papel do rio na paisagem urbana. O parque ocupará uma área aproximada de 6,65 hectares, sendo 1,58 hectares no lado norte e 5,06 hectares no lado sul, sendo 3,06 hectares de áreas reflorestadas (GOVERNO DE PERNAMBUCO, 2020).

Referente ao uso das terras, o município possui 81.3% de domicílios com esgotamento sanitário e 61.8% de seus domicílios urbanos em vias públicas com arborização e apenas 3.4% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio), outras formas de uso do solo são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Cobertura e uso do solo do município de Caruaru.

Classe	Área (%) ⁽¹⁾
Mosaico de vegetação campestre com áreas agrícolas	45,56
Pastagem natural	43,43
Área artificial	5,40
Outras classes	5,62

Fonte: IBGE (2014).

Nota: (1) Percentual em relação ao total da área municipal.

Quando comparado com os outros municípios do estado, fica na posição 5 de 185, 103 de 185 e 111 de 185, respectivamente (IBGE, 2020). A rápida e desordenada urbanização pela qual passa o município, associado ao crescimento vertical acelerado (em contraste às lentas medidas de preservação ambiental) resultam em uma série de problemas socioeconômicos e ambientais, o que provoca impactos em espécies da fauna que ocupam a região.

Quanto à flora, de acordo com as Nações Unidas (ONU), para cada habitante no território urbano, deve ser preservada uma área verde de 12 m², entretanto, assim como na maioria das cidades brasileiras, em Caruaru, no Agreste de Pernambuco, esta determinação não é atendida. Para tanto, a capital do Agreste deveria ter o equivalente a 3.890.000 m² preservados.

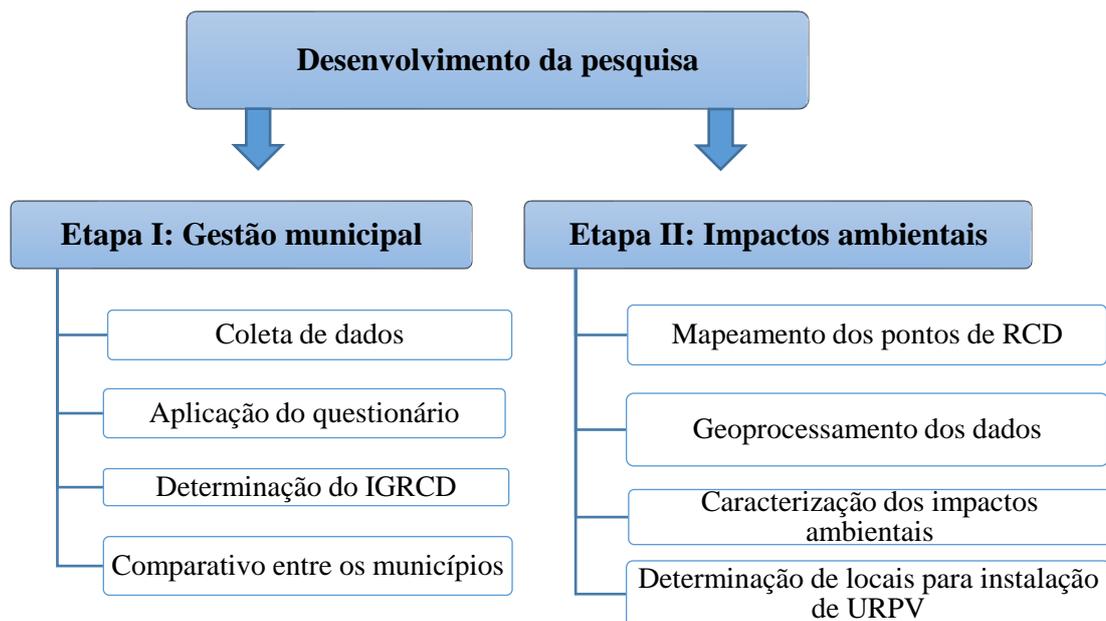
Nesse sentido, são notórias a riqueza e a diversidade natural que o município possui, mas que não estão sendo suficientemente protegidas e usufruídas. Para que esse patrimônio municipal seja devidamente preservado é necessário que as autoridades públicas adotem um planejamento socioeconômico mais eficaz e incluam a questão ambiental nas políticas públicas para que o processo de urbanização não conflite com o meio ambiente e possa gerar externalidades proveitosas para a sociedade.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a metodologia da pesquisa aplicada, a qual está estruturada em 2 etapas interdependentes e sequenciais, compostas de 4 partes cada (Fluxograma 3). Foram levantados dados quantitativos obtidos por visitas em campo, levantamento de dados junto à órgãos do município e entrevistas, com o intuito de propiciar maior clareza e entendimento das fases de cada etapa e do tipo de pesquisa realizada para o diagnóstico da gestão de RCC no município de Caruaru. É apresentada também, a metodologia de análise dos possíveis impactos decorrentes do inadequado tratamento e disposição dos RCC.

A abordagem quantitativa/qualitativa do presente trabalho fundamenta-se em documentos e análise de dados, permitindo uma proposta de trabalho mais flexível como alternativa a uma estruturação mais rígida no tratamento do tema (GERHARDT et al 2009).

Fluxograma 3 - Fluxograma da metodologia da pesquisa.



Fonte: Adaptado de Ximenes (2018).

4.1 ETAPA I: APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO –IGRCD

Esta etapa é marcada pela análise da gestão municipal quanto aos RCC pela determinação do Índice de Gestão dos Resíduos da Construção e Demolição (IGRCD). Para tanto, se fez

necessário o cumprimento de algumas fases: Coleta de dados em órgãos públicos, aplicação do questionário, determinação do IGRCD e comparativo entre os municípios.

Previamente a essa primeira fase, realizou-se o levantamento bibliográfico acerca do tema abordado para consolidação do devido embasamento teórico e prático da pesquisa. Essa revisão da literatura fez-se importante e necessária para o aprimoramento dos conceitos que tangem os principais temas relacionados à gestão dos RCC. Sendo assim, realizou-se uma considerável pesquisa documental que auxiliou na consolidação da revisão bibliográfica e também na construção do entendimento das principais ações ligadas aos Resíduos de Construção Civil como um todo e no município de Caruaru.

Assim, tendo por base a pesquisa qualitativa, foi possível compreender as nuances da gestão e do gerenciamento de RCC no município de Caruaru. Esse método de pesquisa tem por processo a análise de um problema (que na pesquisa consiste em entender a organização e funcionamento da gestão de resíduos no município) para melhor descrição e análise dessa questão pesquisada.

4.1.1 Coleta de dados em órgãos públicos

Participou-se de reuniões com o coordenador e com o secretário de serviços públicos do município de Caruaru para maior esclarecimento das questões relacionadas com os RCC, como a regulamentação das atividades necessárias ao trato com os RCC e informações sobre coleta e destinação dos resíduos em âmbito municipal.

Conjuntamente, foram coletados junto à secretaria de serviços públicos dados e informações relacionados à coleta e destinação dos RSU com o objetivo de obter-se o diagnóstico da gestão dos RCC no município de Caruaru. Houve também a busca por informações que possam constar na base de dados municipal a referentes do mapeamento da coleta e disposição de RCC, os quais poderiam servir, fundamentalmente, para nortear o trabalho de campo e o estabelecimento de áreas consideradas como críticas pela pesquisa.

Outros dados essenciais e complementares para a pesquisa, foram obtidos diretamente no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, com informações do Censo 2010, Censo 2018 e estimativa para o ano de 2020. Esses dados secundários foram os demográficos e socioeconômicos gerais, tais como população, IDHM e PIB do município.

Além disso, realizou-se consultas a relatórios técnicos a respeito do tema em site institucionais oficiais como o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, o Instituto de

Tecnologia de Pernambuco – ITEP e a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE e outros.

Foi ainda consultada a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT quanto as suas normas específicas, NBR 15112 (Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação), NBR 15113 (Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação), NBR 15114 (Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação).

Também a NBR 15115 (Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos) e NBR 15 116 (Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos), para regulamentação do adequado manejo, destinação e finalidade em podem ser empregados os agregados de RCC.

As leis federais, estaduais e municipais também foram objeto de consulta ao longo do desenvolvimento da pesquisa como a Política Nacional Dos Resíduos Sólidos (nº 12.305/2010), o Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2012), a Lei Nº 14.236, de 13 de dezembro de 2010, institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, a Resolução nº 307/02 do CONAMA, além pesquisas em livros, periódicos e outras literaturas.

4.1.2 Aplicação de questionário

Posteriormente, a fim de avaliar o nível de gestão de RCC no município, pela obtenção do IGRC atribuído, foi aplicado um questionário (Anexo A) ao secretário de serviços públicos composto por quatro grupos de indicadores:

- Instrumentos de gestão;
- Programas de gestão;
- Coleta e triagem e
- Tratamento e disposição.

Estes grupos são formados por 27 indicadores de sustentabilidade específicos para a gestão de RCC; esses subitens são formados por leis, planos de gestão, ações educativas e outros. Do total de indicadores:

- 10 indicadores são dirigidos para os instrumentos de gestão (Quadro 12), que são as leis, decretos e resoluções. Esses instrumentos foram elaborados com base no conjunto de procedimentos ambientalmente corretos que contempla a geração, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos. Na Tabela 7 é apresentada a classificação do município quanto aos indicadores de sustentabilidade dos instrumentos do grupo de gestão de RCC.

- 7 indicadores são dirigidos para os programas municipais (Quadro 13), em que o enfoque maior é dedicado às ações educativas voltadas à conscientização da necessidade de redução e reutilização dos resíduos sólidos, à Fiscalização periódica de obras para o cumprimento da legislação pertinente, ao fomento de incentivos e programas de coleta seletiva e reciclagem e também a logística reversa desses materiais. Também é apresentado na Tabela 8 a classificação do grau de desempenho dos indicadores de programas de Gestão.

- 5 indicadores para a coleta e triagem dos resíduos (Quadro 14), cuja atenção maior é dedicada ao sistema de coleta, à abrangência da coleta regular na área urbana ocupada, à estrutura do sistema de triagem dos resíduos em Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes – URPV, como caçambas, baias e compactadores, além da existência de consórcios com outros municípios. Em seguida, na Tabela 9 é mostrada a classificação do grau de desempenho dos indicadores de coleta e triagem.

- 4 indicadores para a destinação final dos resíduos (Quadro 15) no qual é dada uma abordagem específica para o modo como o município realiza a destinação final dos resíduos e qual o tipo de tratamento empregado antes dessa disposição final. Na Tabela 10 é apresentada a classificação do grau de desempenho dos indicadores de tratamento e disposição final.

Todos os indicadores têm suas respectivas gradações e pontuações, de modo que, a pontuação do grupo é função dos subitens que compõem este grupo. A pontuação máxima dos grupos somados totaliza 66 pontos, esse somatório configura o índice de sustentabilidade dos municípios com relação à gestão dos resíduos de construção e demolição, o IGRCD.

Quadro 12 - Análise dos instrumentos de gestão de RCC (continua)

Item	Subitem	Avaliação	Pontuação
Instrumentos de gestão de RCC	Lei municipal para gestão de resíduos da construção civil	Específica	2
		Embutida em outra lei	1
		Não	0

(conclusão)

Item	Subitem	Avaliação	Pontuação
Instrumentos de gestão de RCC	Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil - PMGRCC	Sim	5
		Em elaboração	3
		Não	0
	Percentual das despesas públicas referentes à Limpeza Pública do Município	Acima de 15%	2
		7 a 15%	1
		0 a 7%	0
	Taxas/tarifas de coleta de RCC própria ou embutida em outra taxa/imposto/tarifa	Sim	3
		Não	0
	Análise dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC)	Sistema informatizado	3
		Físico	2
		Não	0
	Destino de orçamento específico para a gestão dos resíduos sólidos	Sim	1
		Não	0
	Cadastro de grandes geradores (acima de 1m ³ /dia)	Sim	2
		Não	0
	Cadastro de transportadores de resíduos	Sim	2
		Não	0
	Cadastro de cooperativas /Associação de catadores	Sim	2
Não		0	
Cadastro de áreas licenciadas para recebimento de RCC	Sim	2	
	Não	0	

Fonte: Adaptado de Holanda (2018).

Tabela 7 - Classificação do grau de desempenho dos indicadores de instrumentos de Gestão.

Grau	Pontuação
Baixo	De 0 a 11
Médio	De 12 a 16
Alto	De 17 a 24

Fonte: Adaptado de Holanda (2018).

Quadro 13 - Análise de programas de gestão de RCC (continua)

Item	Subitem	Avaliação	Pontuação
Programas de gestão de RCC	Ações educativas voltadas a prevenção ou redução de resíduos sólidos de construção e demolição	Estruturadas	2
		Esporádicas	1
		Não	0
	Formação e capacitação de agentes ou catadores	Sim	1
		Não	0
	Fiscalização periódica das obras	Estruturado	3
		Esporádico	1
		Não	0
	Existência de incentivos voltados a obtenção de crédito para o financiamento de projetos e mercado de agregados reciclados	Governamental	2
		Privado	1
		Não	0
	Programa ou ações em coleta seletiva e reciclagem por iniciativa municipal	Implantado	2
Em implantação		1	

(conclusão)

Item	Subitem	Avaliação	Pontuação
Programas de gestão de RCC		Não existe	0
	Programas e ações em parceria com outros atores (órgãos públicos estaduais, federais, iniciativa privadas, associações e outros)	Sim	1
		Não	0
	Incentivo à logística reversa de resíduos especiais (gesso, sacos de cimento/argamassa e latas de tinta)	Sim	2
		Em parte	1
		Não	0

Fonte: Adaptado de Holanda (2018).

Tabela 8 - Classificação do grau de desempenho dos indicadores de programas de Gestão.

Grau	Pontuação
Baixo	De 0 a 6
Médio	De 7 a 10
Alto	De 11 a 13

Fonte: Adaptado de Holanda (2018).

Quadro 14 - Análise de coleta e triagem de RCC

Item	Subitem	Avaliação	Pontuação
Coleta e triagem de RCC.	Sistema de coleta de RCC implantado (prefeitura ou terceiros)	Específica de RCC	2
		Misturado com RSU	1
		Não	0
	% da área urbana ocupada atendida pela coleta regular de RCC	81 a 100%	3
		61 a 80%	2
		0 a 60%	0
	Triagem de resíduos em Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes - URPV (caçambas, baias e compactadores)	Quantidade suficiente	4
		Quantidade insuficiente	3
		Não	0
	Área de Transbordo e Triagem – ATT	Implantação e operação pública	3
		Implantação e operação privada	1
		Não	0
	Recebimento de RCC de outros municípios (Consórcio)	Sim	2
		Não	0
	Implantação de sistema de Disk Coleta	Sim	2
Não		0	

Fonte: Adaptado de Holanda (2018).

Tabela 9 - Classificação do grau de desempenho dos indicadores de coleta e triagem.

Grau	Pontuação
Baixo	De 0 a 7
Médio	De 8 a 11
Alto	De 12 a 16

Fonte: Adaptado de Holanda (2018).

Quadro 15 - Análise de tratamento e disposição final de RCC.

Item	Subitem	Avaliação	Pontuação
Tratamento e disposição final de RCC	Disposição de RCC em Usina de beneficiamento de resíduos da construção	Pública	4
		Privada	3
		Não	0
	Galpão de triagem de materiais recicláveis em convênio e/ou com a participação da prefeitura	Sim	3
		Não	0
	Disposição de RCC em um aterro de inerte	Pública	3
		Privada	2
		Não	0
	Disposição de RCC em aterro sanitário	Sim	3
		Não	0

Fonte: Adaptado de Holanda (2018).

Tabela 10 - Classificação do grau de desempenho dos indicadores de tratamento e disposição.

Grau	Pontuação
Baixo	De 0 a 7
Médio	De 8 a 11
Alto	De 12 a 16

Fonte: Adaptado de Holanda (2018).

4.1.3 Determinação do IGRCD

Conforme Siche *et al.* (2007), a escolha mais adequada da formulação de índice de gestão se dá conforme a sua capacidade em abranger os diversos indicadores de modo tal que reflitam o quadro geral da condição que se busca apresentar.

Destarte, a partir do somatório das pontuações atribuídas a cada indicador dos quatro grupos, é possível classificar a gestão municipal dos resíduos de construção e demolição. Esse somatório representa o índice de sustentabilidade (IGRCD) do município em relação ao RCC e pode variar de 0 a 66 pontos. Como a quantidade de indicadores que compõem cada um dos quatro grupos é distinta, assim também é a pontuação máxima obtida para cada um destes, pois varia em função daqueles.

De posse desse valor final, o município que obtiver uma pontuação igual ou inferior a 60% (menor ou igual a 40 pontos) é classificado como tendo uma gestão ineficiente. Se o percentual obtido for maior que 60% e menor ou igual a 80% (de 41 a 53 pontos), a gestão será considerada mediana. Já para uma pontuação superior a 80%, (de 54 a 66 pontos) a gestão é tida como eficiente.

4.1.4 Comparativo entre os municípios

Uma análise é realizada entre os indicadores de gestão obtidos para o município em estudo e outros municípios, em sua maior parte da RMR, com base em estudos anteriores, já realizados para esses locais: Cabo de Santo Agostinho (SILVA, 2017), Camaragibe e Recife (LAFAYETTE, 2016), Jaboatão dos Guararapes (SANTOS, 2015a), Olinda (FALCÃO, 2011), e Paulista (XIMENES, 2018).

Com o resultado da comparação entre os índices de sustentabilidade dos municípios da RMR e de Caruaru é possível apontar quais instrumentos necessitam de melhorias. Tal estudo é relevante para contribuir para a formação de ações conjuntas para o estabelecimento de medidas corretivas e preventivas no que trata da disposição inadequada dos RCC.

O grau obtido pelo município de Caruaru em relação aos indicadores de gestão reflete o nível de atenção que o município está dedicando ao gerenciamento dos RCC em seu território. Para mais, possibilita a elaboração de medidas corretivas para aqueles instrumentos que demonstraram baixo desempenho e que, portanto, necessitam de melhorias. Tais medidas devem também ser estendidas a ações conjuntas que visem a prevenção desse tipo de ocorrência.

4.2 ETAPA 2: DIAGNÓSTICO E IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

4.2.1 Visitas em campo para mapeamento dos pontos

Inicialmente foi realizada o zoneamento do município, agrupando bairros de acordo com o seu tamanho e proximidade para otimização do trabalho de campo. Com relação à distribuição espacial dos pontos, para a viabilização da pesquisa, a área de estudo delimitou-se à porção compreendida com sendo urbana. Por esse motivo, a confecção dos mapas deu-se de modo a destacar essa área urbanizada conformada pelos seus bairros.

A coleta dos pontos de disposição irregular de RCC ocorreu unicamente pelas visitas em campo, por meio da varredura dos bairros a fim de se detectar essas incidências. Observações in loco também foram realizadas para a obtenção de dados qualitativos e determinação de áreas com maior concentração de pontos, tendo em vista que o município não dispunha de dados referentes à disposição irregular dos resíduos de construção e demolição.

Todos esses pontos foram identificados e registrados por suas coordenadas geográficas por meio do aplicativo de GPS para mapeamento e ferramentas GIS denominado UTM Geo

Map, versão 3.2.8, desenvolvido pela Y2 Tech e instalado no aparelho Smartphone Xiaomi, modelo MI9T. Junto com a coleta desses pontos, também foi feito o registro fotográfico para determinação dos tipos de materiais que compunham essas pilhas de resíduos para posterior classificação delas conforme a resolução nº 307/02 do CONAMA, bem como, a sua quantificação para que fosse possível sua caracterização e classificação quanto ao porte dessas pilhas de resíduos, consoante classificação apresentada por Silva (2017), que define:

- Pilhas de pequeno porte: são as que podem ser removidas por meio carro de mão;
- Pilhas de porte médio: são as que podem ser removidas por uma caçamba de 5m³;
- Pilhas de grande porte: são as que necessitam de mais de 5m³ para ser removidas.

Desse modo, a classificação apresentada permite apontar o possível responsável pelo descarte, se o pequeno gerador ou o grande gerador.

4.2.2 Geoprocessamento e análise de dados

Foi realizada a espacialização dos pontos através dos dados obtidos no seu mapeamento. Com os dados coletados e com o mapeamento dos pontos de disposição irregular do RCC criou-se um banco de dados que auxiliou na caracterização da real situação da gestão do município e na delimitação das áreas críticas. Todas as informações desses pontos coletados foram organizadas em uma planilha em que, além das informações de localização por coordenadas geodésicas e em Universal Transversa de Mercator (UTM).

São também incluídas informações referentes a proximidade de equipamentos públicos (praças, parques, unidades de saúde e escolas), corpos d'água, vegetação e ainda tamanho das pilhas formadas. Para além, foi possível a realização de uma análise relacionada à classificação da composição das pilhas de RCC de todos os pontos coletados consoante resolução do CONAMA 307/02, além do seu registro fotográfico.

Essa base de informação foi então, posteriormente, utilizada em um software de geoprocessamento e nele foram confeccionadas as camadas (Shapefiles) em formato de arquivo vetorial para o cruzamento de dados e análises mais refinadas sob a área de estudo. O software utilizado para a espacialização e compilação dos dados coletados em campo foi a ferramenta computacional de geoprocessamento denominada QGis3.16 Hannover.

Esse é software de Código Aberto que compõe o Sistema de Informação Geográfica (SIG), licenciado segundo a Licença Pública Geral GNU. O QGIS integra o projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo).

O programa permite a confecção dos mapas de acordo com a variável que se deseja analisar, com ele foi possível associar as informações às coordenadas georreferenciadas e correlacioná-las com áreas estratégicas de interesse comum por suas características como vegetação, recursos hídricos e equipamentos públicos de educação e saúde, e com algumas variáveis sociais tais como renda familiar, concentração populacional e outros.

O programa comporta uma grande base de dados chamada tabela de atributos. Ela permite a criação de camadas específicas com informações diversas para análises espaciais (SILVA, 2017). Além da facilidade com que essas informações podem ser manipuladas e atualizadas, o software também proporciona a superposição de camadas para o cruzamento de dados e a filtragem desses dados para a criação de mapas mais refinados.

Essas especificidades permitiram a alimentação do banco de dados do programa com as informações colhidas em campo e seguinte criação de camadas específicas contendo informações tais como quantidade, característica e tipo de resíduo (conforme Resolução 307/02 do CONAMA) com maior incidência nas localidades, entre outras informações.

Para elaboração dos mapas foram identificadas as variáveis consideradas mais importantes, a saber, corpos d'água, vegetação, equipamentos públicos, faixa de renda e outras. Para cada variável foi atribuída uma camada "shapes" para análises comparativas com os pontos de disposição dos RCC. Para isso, considerou-se as características físicas, ambientais e sociais do município fornecidos pela sua secretaria de planejamento e colhidas *in loco*.

Após elaborada a tabela de atributos, foram construídos os mapas no Datum Sirgas2000 e com sistema de projeção tanto em UTM quanto geográficas (a depender do tipo de banco de dado utilizado e do produto desejado como resultado final do processamento) e com escala variada para melhor detalhamento e objetividade das informações visuais.

O primeiro mapa (camada) é formado pelo levantamento dos pontos de RCC georreferenciados e com sua respectiva classificação conforme Resolução 307/02 do CONAMA. A partir deste, foram criados outros mapas que apresentam a correlação entre esses pontos e os logradouros existentes. Essa consolidação é importante para se observar a distribuição dos pontos de disposição irregular com relação aos espaços públicos e privados do município. O mesmo cruzamento é feito com o Zoneamento Municipal, construído a partir de informações coletadas na base de dados municipal por meio da secretaria de desenvolvimento de Caruaru.

No âmbito social, os mapas relacionam a renda da população municipal, confeccionada a partir de dados oficiais extraídos do IBGE, com os pontos de RCC coletados em campo a fim de se investigar se tal ocorrência está relacionada, em alguma medida, ao nível de renda. Para tanto, uma análise foi feita para quais esferas sociais há uma maior incidência na sua geração.

Foi utilizada a discriminação para as faixas de renda média familiar dadas pela Secretaria de Assuntos Estratégicos – SAE, da Presidência da República (Quadro 16), e também por classes econômicas do Centro de Políticas Públicas da Fundação Getúlio Vargas, (Quadro 17).

Quadro 16 - Faixa da classe social de acordo com a renda

Classe social	Categorização da classe social				
	Grupo	Renda <i>per capita</i>	SM	Renda familiar (4 pessoas)	SM
Baixa	Extremamente pobre	Até R\$: 81,00	0,10	Até R\$: 324,00	0,41
	Pobre	Até R\$:162,00	0,20	Até R\$: 648,00	0,82
	Vulnerável	Até R\$: 291,00	0,37	Até R\$: 1.164,00	1,48
Média	Baixa classe média	Até R\$: 441,00	0,56	Até R\$: 1.764,00	2,24
	Média classe média	Até R\$: 641,00	0,81	Até R\$: 2.564,00	3,25
	Alta classe média	Até R\$: 1.019,00	1,29	Até R\$: 4.076,00	5,17
Alta	Baixa classe alta	Até R\$: 2.480,00	3,15	Até R\$: 9.920,00	12,59
	Alta classe alta	Acima de R\$: 2.480,00	3,15	Acima de R\$: 9.920,00	12,59

Fonte: SAE (2015).

Nota: *O valor do salário mínimo (SM) no ano de 2015 era de R\$: 788,00, de acordo com o Departamento Intersindical de Estatística e Estudo Socioeconômico – DIEESE, (2021).

Quadro 17 - Faixa de classe econômica de acordo com a renda

Categorização da classe econômica				
Classe econômica	Limite inferior	SM	Limite superior	SM
Classe E	R\$: 00,00	0,00	R\$: 1.254,00	1,73
Classe D	R\$: 1.255,00	1,73	R\$: 2.004,00	2,77
Classe C	R\$: 2.005,00	2,77	R\$: 8.640,00	11,93
Classe B	R\$: 8.641,00	11,93	R\$: 11.261,00	15,55
Classe A	R\$: 11.262,00	15,55	R\$: -----	----

Fonte: FGV (2014).

Nota: *As classes econômicas são definidas a partir dos rendimentos familiares *per capita* e estão expressos em preços (R\$) de janeiro de 2014.

**O valor do salário mínimo (SM) no ano de 2015 era de R\$: 724,00, de acordo com o Departamento Intersindical de Estatística e Estudo Socioeconômico – DIEESE, (2021).

Foi feito o mapeamento os pontos de equipamentos públicos municipais (escolas, hospitais e creches) para se verificar se as consequências da disposição irregular de RCC nas proximidades desses equipamentos pode ocasionar algum prejuízo a sua utilização.

Por fim, essa coleção de dados constituída, foi utilizada para subsidiar as análises de possíveis impactos ambientais e sociais provocados nas proximidades de cada um dos pontos e, dessa forma, contribuir para a criação de estratégias que minimizem os seus efeitos negativos. Por esse mapeamento é possível a definição de pontos estratégicos para a locação de Eco estações, a partir da observação de locais com maior concentração de pontos de disposição irregular, e ainda, a proximidade com aterros sanitários e usinas de beneficiamento.

As informações utilizadas para a construção dessa configuração tiveram como fonte a base de dados do último censo realizado em 2010 pelo Instituto de Geografia e Estatística – IBGE. À época do censo alguns bairros e loteamentos integrantes da área urbana atualmente ainda não haviam sido formados. Porém, esses novos bairros, alguns casos, são produtos de desmembramento de um outro bairro maior, anteriormente criado e/ou surgiram a partir de lotes localizados em áreas rurais.

Para ambos os casos, verificou-se que a base de dados do censo do IBGE contemplou essas áreas. Assim, com o uso do software QGis 3.16 Hannover confeccionou-se a camada (shapefile) do mapa atual delimitando a área urbana contendo os seus bairros e, ainda com a utilização do software, realizou-se o cruzamento de dados desse mapa atualizado com os setores censitários do IBGE.

Atribuiu-se a um determinado bairro todos os setores censitários inteiramente contidos dentro dos limites da sua área; e para aqueles setores cuja linha limítrofe dos bairros o atravessavam, realizou-se uma interpolação dos dados desse setor censitário diretamente proporcional a área do setor contida em cada bairro. Com isso, pôde-se então determinar os valores médios de interesse para todos esses bairros mais recentemente formados.

4.2.3 Caracterização dos impactos pela disposição irregular de RCC

Martins (2009) apresentada pelo modelo estatístico que pode ser empregado para o estabelecimento da quantidade representativa de pontos de RCC a serem coletados. Os parâmetros por ela calculados são utilizados para a estimativa da média de uma população finita, mostrada na Equação (3).

$$n = \frac{Z^2 N^2}{d^2 (N - 1) + Z^2} \quad (3)$$

Onde:

n = tamanho da amostra aleatória simples a ser selecionada da população

Z = abscissa da normal padrão (grau de confiança)

N = tamanho da amostra

d = erro amostral

Todavia, o município não possui um catálogo com o levantamento de pontos críticos de RCC, de modo que inviabiliza a aplicação do método para determinação da amostra.

Desta feita, optou-se por levantar o maior número de pontos de RCC possível para a representação mais fiel do quadro geral de disposição irregular dos resíduos de construção e demolição. Considerando, sobretudo, o tempo disponível para a realização do trabalho, bem como a localização e dificuldade na aquisição dos pontos. Com isso, chegou-se à quantidade de 410 pontos levantados no perímetro urbano da municipalidade, o que resulta (com relação a área do mesmo perímetro) em aproximadamente 5,1 ponto por Km².

Comparando-se essa quantidade de pontos coletados com outros estudos realizados para alguns municípios da RMR (como Jaboatão dos Guararapes, Olinda, Recife, Paulista e outros), observa-se que a quantidade levantada é a maior já coletada para a completa análise e comparação dos resultados.

Após a identificação das áreas de disposição irregular de RCC, feita por meio de pesquisa exploratória, para a correta caracterização dos impactos ambientais gerados pelos RCC, considerou-se o potencial de risco que esses materiais podem ocasionar para a sociedade e o meio ambiente. Essa escala de risco foi feita com base na classificação dos resíduos trazida pela Resolução 307/02 do CONAMA.

Naturalmente, na identificação dos impactos ambientais foram considerados o Meio Físico (logradouros, habitações e equipamentos públicos), o Meio Biótico (fauna e flora) e o Meio Antrópico (alterações na paisagem e transtornos para a comunidade como piora nas condições sanitárias, interferência no tráfego em vias locais e na drenagem urbana, maior volume de resíduos destinados aos aterros sanitários).

Para tanto, fez-se uso de uma matriz de interação, que consiste em uma forma de organização das informações e permite a visualização tanto das relações entre os indicadores relativos ao meio natural quanto entre os indicadores relativos ao meio antrópico, isso em uma mesma estrutura (LUZ, 2013).

A Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais de Leopold (Anexo B) tem sido utilizada em muitos estudos realizados, por se tratar de uma alternativa metodológica eficaz para a execução de estudos de avaliação de impactos ambientais (LEOPOLD *et al.*, 1971). Trata-se de uma matriz bidimensional que trabalha com conceitos de interação entre as ações do empreendimento e fatores ambientais. Essas interações consideram questões relativas à frequência, importância, significância e criticidade em cada análise (XIMENES, 2018).

As células da matriz de Leopold compõem a sua estrutura, e cada uma delas relaciona as atuações humanas relativas às etapas ou aos processos do empreendimento com os aspectos ambientais potencialmente afetados por esses processos, mensurando tanto a magnitude (locada no canto superior esquerdo das células) quanto a significância (posicionada no canto inferior direito das células) dos impactos em uma escala que varia de 1 a 10 (LUZ, 2013).

A aplicação da matriz de interação qualitativa permite a análise (ainda que, em parte, subjetiva, por envolver a percepção do autor) da magnitude dos impactos ambientais, escalados de acordo com a Resolução n° 001/86 do CONAMA, causados diretamente ou indiretamente pelos RCC e quais possíveis soluções adotar. E foi adaptada a partir da metodologia adotada por Santos (2015^a) para possibilitar a análise qualitativa dos impactos ambientais causados nas adjacências desses locais de disposição irregular de RCC.

Também é averiguado o potencial de danos causados aos corpos hídricos localizados nas proximidades dos pontos de disposição irregular coletados de acordo com a distância medida entre esses elementos. Tomando como parâmetro de risco a Lei n° 12.727/12, que atualiza o código florestal, estipulada para aqueles cursos d'água com mais de dez metros e menores que cinquenta metros de largura (BRASIL, 2012).

Essa etapa do trabalho ainda conta com a apresentação e análise dos seguintes mapas:

- Mapa dos impactos ambientais em relação aos corpos hídricos
- Mapa dos impactos em relação a vegetação
- Mapa dos impactos ambientais em relação aos equipamentos de educação

Contudo, embora a Matriz de Leopoldo permita uma análise qualitativa e quantitativa do objeto em investigação, em algumas situações ela pode ser insuficiente para retratar toda a realidade observada *in loco*. Por esse motivo, ela deve ser utilizada de modo complementar a um conjunto de informações já existentes. Visto que, essa possível limitação pode estar atrelada

à subjetividade da pontuação da matriz para cada impacto, visando que envolve uma atribuição de peso relacionado às correlações nela traçadas.

Em todo caso, considerando-se a base de trabalhos já realizados para avaliação dos impactos de RCC no meio ambiente com o auxílio dessa ferramenta - o que demonstra sua importância para esse tipo de análise - e para maior qualidade da pesquisa apresentada, optou-se pela utilização desse instrumento de avaliação também neste trabalho.

Outra importante qualidade da matriz de Leopold determinante para a sua utilização nesse trabalho é o fato de se tratar de um método de fácil compreensão; mesmo com a combinação de técnicas qualitativas e quantitativas, envolve fatores sociais comuns ao público em geral (LAFAYETTE, 2016). Os critérios para a investigação dos impactos positivos e negativos ocasionados pelos RCC estão apresentados no Quadro 18.

Quadro 18 - Critérios para avaliação dos impactos causados pelos RCC.

ORIGEM
Impacto direto (D) – quando resulta de uma simples relação de causa e efeito
Impacto indireto (I) – quando é uma reação secundária em relação à ação, ou quando é parte de uma cadeia de reações.
EXTENSÃO
Impacto local (L) – quando a ação se circunscreve ao próprio local e às suas imediações
Impacto regional (R) – quando o efeito se propaga por uma área além das imediações do local onde se dá a reação.
REVERSIBILIDADE
Impacto reversível (Rv) – quando uma vez cessada a ação, o fator ambiental retorna às suas condições originais
Impacto irreversível (Iv) – quando cessada a ação, o fator ambiental não retorna às suas condições originais.

Fonte: Lafayette (2016).

O Quadro 19 mostra a classificação quanto à pontuação dos graus de impacto em uma escala que varia de 0 a 5 em função de sua magnitude relacionadas às alterações dos parâmetros ambientais, acrescida de sinal que indica se o impacto causado foi positivo (+) ou negativo (-).

Quadro 19 - Mensuração dos graus dos impactos

Nenhum impacto	0
Impacto desprezível	1
Impacto de baixo grau	2
Impacto de médio grau	3
Impacto de alto grau	4
Impacto de altíssimo grau	5

Fonte: Lafayette (2016).

4.2.4 Implantação das Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV)

As Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes são também chamadas de Eco estações e formam uma rede de pontos de entrega Voluntária (PEV) estrategicamente pensados cujo objetivo consiste em coletar os resíduos da construção e outros resíduos volumosos produzidos por pequenos geradores e coletores que poderiam depositá-los em locais impróprios (SCREMIN *et al.*, 2014). Essas áreas estão definidas na NBR 15.112/2004 (ABNT, 2004b) como:

áreas de transbordo e triagem de pequeno porte, destinada à entrega voluntária de pequenas quantidades de resíduos de construção e resíduos volumosos, integrante do sistema público de limpeza urbana, e tem como objetivo facilitar o descarte dos RCC oriundo da construção informal, constituída predominantemente por reformas e ampliações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

As URPVs têm sua implantação e operacionalização sob responsabilidade do poder público municipal e integram o PMGRCC. A escolha das áreas mais adequadas para a implementação de PEVs foi feita por intermédio do diagnóstico do volume e localização dos pontos de disposição irregulares dos RCC realizados nessa pesquisa.

Conforme Pinto (2005), essas áreas ou “bacias de captação de resíduos” possuem características em grande parte homogêneas, e sua dimensão é pensada para que permita o deslocamento dos pequenos coletores da sua localidade até o ponto de entrega respectivo ao seu perímetro e, com isso, evitando o despejo indevido dos resíduos por essa facilidade proporcionada a sua entrega em um local planejado para esse fim.

Para Scremin (2007), a definição da área de abrangência dos pontos de captação deve ser determinada com base no levantamento dos locais com maior incidência de disposição indevida dos resíduos pelos pequenos geradores. Além desses, o autor também aponta outros fatores que devem igualmente ser considerados tais como:

- A capacidade de deslocamento que os pequenos coletores têm para a URPV, algo compreendido entre 1,5 Km e 2,5 Km
- A topografia da localidade para que a altimetria da região (aclives íngremes) não seja um empecilho para a entrega dos resíduos nesses pontos de coleta.
- A existência de obstáculos naturais (ou artificiais) que possam dificultar o acesso ao ponto de coleta.

Outra questão importante no estabelecimento das URPVs diz respeito ao seu custo de implantação, que deve ser minimizado com a utilização de áreas que estejam disponíveis ao poder público; evitando, dessa forma, gastos com a aquisição de novas áreas.

Havendo a indisponibilidade dessas áreas próximas aos locais com maior incidência de disposição irregular de RCC, o município deverá alugar ou conseguir a cessão de áreas privadas para essa implantação, as quais ficarão isentas de licenciamento ambiental (MMA, 2006).

Já para a estimativa da quantidade mínima de pontos que viabilize o correto gerenciamento dos RCC, utilizou-se a metodologia proposta pelo mesmo autor, Scremin (2007), baseada no cálculo apresentado na Equação (4).

$$N_{EST_URPV} = \frac{A_u}{(\pi * R_{AB}^2)} \quad (4)$$

Onde:

A_u é a área urbana do município em Km²; R_{AB} é o raio de abrangência das URPV em Km.

A partir dessas informações e conhecendo-se o perfil dos agentes geradores é possível delinear os limites das bacias de captação bem como a localização dos pontos de entrega voluntária. Foram considerados todos esses critérios para a definição dos locais considerados críticos no tocante à disposição de RCC, estabelecidos por meio da utilização de ferramentas de geoprocessamento. Também foi calculada a quantidade necessária de Eco estações para o atendimento dos municípios caruaruenses

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo é apresentado os resultados referentes às análises feitas no município de Caruaru quanto à gestão de RCC e sua disposição irregular, além dos impactos ambientais ocasionados por esse descarte inadequado.

5.1 DIAGNÓSTICO DA GESTÃO MUNICIPAL DE RCC DE CARUARU

(a) Instrumentos para política de resíduos:

Dentre os indicadores desse tópico, verificou-se, com relação à política de resíduos, se o município de Caruaru possui legislação própria específica para a gestão de resíduos sólidos, bem como, o plano de gerenciamento de resíduo sólido. O Quadro 20 contém os indicadores de sustentabilidade resultantes para os índices relacionados aos instrumentos de gestão atinentes a avaliação do município de Caruaru.

Quadro 20 - Resultado dos indicadores de sustentabilidade do grupo “Instrumentos de gestão de RCC”.

Instrumentos de gestão		
Indicadores	Avaliação	Pontuação
Lei municipal para gestão de resíduos da construção civil	Específica	2
Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil -PMGRCC	Em elaboração	3
Percentual das despesas públicas referentes à Limpeza Pública do Município	0 a 7%	0
Taxas/tarifas de coleta de RCC própria ou embutida em outra taxa/imposto/tarifa	Não	0
Análise dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC)	Físico	2
Destino de orçamento específico para a gestão dos resíduos sólidos	Sim	1
Cadastro de grandes geradores (acima de 1m ³ /dia)	Não	0
Cadastro de transportadores de resíduos	Sim	2
Cadastro de cooperativas /Associação de catadores	Sim	2
Cadastro de áreas licenciadas para recebimento de RCC	Não	0

Fonte: Adaptado de Holanda (2018).

Nota: Baixo = 0 a 11 pontos, Médio = 12 a 16 pontos, Grau: Alto = 17 a 24 pontos.

Na somatória dos índices o município atingiu a pontuação 12, obtendo, de acordo com a classificação, o Grau médio referente à gestão dos resíduos de construção e demolição. Observa-se o que o município obteve a pontuação mínima necessária para ser classificado como possuindo uma gestão de RCC classificada como mediana.

Ainda que possua o grau médio para a gestão desses resíduos, o porte do município e seu natural crescimento contribuem para que o tornem um grande gerador, motivo o qual torna o resultado apresentado insatisfatório, necessitando, por conseguinte, aprimorar seus instrumentos de gestão e adotar medidas que viabilizem a otimização dos serviços relacionados nesse grupo analisado a fim de obter uma gestão com índices mais altos, que reflitam uma melhor qualidade na gestão de RCC.

De acordo com a Secretaria de Serviços Públicos, conjuntamente com a Secretaria de Meio Ambiente, o município implementa constantemente melhorias nos instrumentos de gestão dos resíduos e busca por realizar parcerias público privadas para a melhoria dos serviços prestados, além da captação de recursos para a execução de projetos atinentes à ampliação da estrutura existente e implantação de áreas licenciadas para recebimento de RCC. Ademais, por meio do seu poder legislativo, o município busca agilizar a elaboração da lei que criará o Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil – PMGRCC.

(b) Programas de gestão de RCC.

Na segunda parte do questionário foi verificada se existe e quais são os programas voltados à educação da população, com vistas à conscientização da necessidade da diminuição na geração de resíduos, bem como as intervenções realizadas pela prefeitura para a efetiva contribuição no sentido educacional, como um programa de coleta seletiva em prédios da região.

É apresentado no Quadro 21, os resultados dos indicadores de sustentabilidade relacionados aos programas de gestão do município de Caruaru. Atingiu-se para esse grupo de indicadores o índice 6, que corresponde ao Grau baixo. Do resultado, constata-se a inexistência de ações educativas voltadas a prevenção ou redução de resíduos sólidos de construção.

Isso implica falta de engajamento por parte da população. Conseqüentemente, ela deixa de despertar a conscientização sobre a importância que cada cidadão tem quanto à necessidade de mitigação da geração RCC, e, quando gerados, do seu correto acondicionamento e uso do sistema de coleta oferecido.

Desta feita, quando sem a implementação desses programas educativos, tem-se uma maior geração de resíduos, o descarte irregular em locais inadequados, o esgotamento do serviço de coleta e o aumento nos custos de operação.

Quadro 21 - Resultado dos Indicadores de sustentabilidade do grupo “Programas de gestão de RCC”

Programas municipais de gestão de RCC		
Indicadores	Avaliação	Pontuação
Ações educativas voltadas a prevenção ou redução de resíduos sólidos de construção edemolição	Não	0
Formação e capacitação de agentes ou catadores	Não	0
Fiscalização periódica das obras	Esporádico	1
Existência de incentivos voltados a obtenção de crédito para o financiamento de projetos e mercado de agregados reciclados	Governamental	2
Programa ou ações em coleta seletiva e reciclagem por iniciativa municipal	Implantado	2
Programas e ações em parceria com outros atores (órgãos públicos estaduais, federais, iniciativa privadas, associações e outros)	Sim	1
Incentivo à logística reversa de resíduos especiais (gesso, sacos de cimento/argamassa e latas de tinta)	Não	0

Fonte: Adaptado de Holanda (2018).

Nota: Baixo = 0 a 6 pontos, Médio = 7 a 10 pontos, Grau: Alto = 10 a 13 pontos.

O dano mais grave causado pela falta de campanhas educativas desenvolvidas pela prefeitura de Caruaru no tocante a esse tema é a degradação do meio ambiente pela contaminação causada pela exposição de materiais tóxicos (resíduos classe D, conforme resolução 307/02 do CONAMA) misturados aos RCC que são lançados às margens de rios e córregos da localidade e próximos a vegetações nativas.

Com tudo isso, constata-se que de todos os investimentos que deverão ser realizados, o mais importante deles, e o de maior retorno, é o investimento em campanhas educativas e ações voltadas a despertar o senso de colaboração do cidadão, para que então a população possa significar suas ações em prol da melhoria do meio ambiente.

Outro ponto a se destacar é fato de a prefeitura não estimular a formação e capacitação dos agentes ou catadores. Assim, a realização de negócios sustentáveis em redes solidárias, como as de empreendimentos solidários de catadores por meio de cooperativas, é dificultada por não haver as condições para esse desenvolvimento humano/profissional.

Com a devida orientação e capacitação, esses profissionais poderão ter maiores oportunidades de realizarem contratos junto ao poder público para a prestação de serviços de coleta e triagem de materiais recicláveis. Desse modo, haverá uma significativa melhoria na cadeia produtiva local pela industrialização de recicláveis e agregação de maior valor aos materiais trabalhados nesse processo de reciclagem e, conjuntamente, maior valorização dos catadores.

Há, ainda, uma vez capacitados para tanto, a maior possibilidade da formação de contratos junto às indústrias para a implementação de serviços de logística reversa. Esse conjunto de procedimentos para a recolha e encaminhamento de materiais no pós-venda no setor

empresarial para reaproveitamento ou para a correta destinação final a esses resíduos, o que inclui os RCC, denominada de logística reversa.

Esse recurso é uma ferramenta de gestão importante que vem sendo cada vez mais implementada para a otimização do retorno de bens materiais após seu descarte. No caso específico dos RCC, eles podem ser transformados em agregados reciclados para aplicação em argamassas e concretos não estruturais em Usinas de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil.

(c) Coleta e triagem de RCC

Foi levantada a abrangência das áreas atendidas para a coleta dos resíduos sólidos no território municipal, e o detalhamento de como é feita a triagem e destinação final desses materiais. No Quadro 22 verifica-se o resultado dos indicadores de sustentabilidade do grupo coleta e triagem de RCC

Quadro 22 - Resultado dos Indicadores de sustentabilidade do grupo “Coleta e triagem de RCC”

Coleta e triagem		
Indicadores	Avaliação	Pontuação
Sistema de coleta de RCC implantado (prefeitura ou terceiros)	Não	0
% da área urbana ocupada atendida pela coleta regular de RCC	0 a 60%	0
Triagem de resíduos em Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes - URPV (caçambas, baias e compactadores)	Não	0
Área de Transbordo e Triagem – ATT	Implantação e operação privada	1
Recebimento de RCC de outros municípios (Consórcio)	Não	0
Implantação de sistema de Disk Coleta	Sim	2

Fonte: Adaptado de Holanda (2018).

Nota: Baixo = 0 a 7 pontos, Médio = 8 a 11 pontos, Grau: Alto = 12 a 16 pontos.

Para o grupo de coleta e triagem, o município obteve um rendimento muito baixo para os seus indicadores, com índice igual a 3, o que representa um grau considerado baixo. O fato de ainda não ter sido implantado um sistema de coleta dos Resíduos de Construção Civil no município, corrobora para o aumento do descarte irregular desses materiais pela população.

Esse pequeno gerador, no mais das vezes, não sabe como proceder com o descarte por não haver pontos de coleta nas proximidades da sua obra, nem uma empresa pública ou privada a quem o cidadão possa acionar para a coleta dos RCC.

A cobertura da área urbana atendida pela coleta regular também é outro agravante. O

A cobertura da área urbana atendida pela coleta regular também é outro agravante. O aprimoramento da prestação desse serviço depende precipuamente da avaliação de como ele é oferecido no espaço urbano do município. Logo, para a necessária ampliação da área de cobertura atendida pela coleta regular, é importante que haja um levantamento tanto com dados qualitativos quanto com dados quantitativos sobre esse tipo de serviço - como ampliação da estrutura existente, maior capacidade de coleta e transporte - para que, com base nessas informações, passa determinar-se quais atividades e locais necessitam de maiores investimentos.

(d) Tratamento e disposição.

Verificou-se a existência e operacionalização do Programa Integrado de Gerenciamento, em cumprimento da Lei Municipal nº930/13, e quais programas ou ações educativas estão sendo executadas voltadas ao reaproveitamento dos RCC. Foi investigada qual a destinação final dada pelo município aos resíduos sólidos produzidos por pequenos e grandes geradores. Com tais resultados, será então realizado o diagnóstico do município com relação ao seu potencial de gestão dos RCC. No Quadro 23 verifica-se o resultado dos indicadores de tratamento e disposição final de RCC.

Quadro 23 - Resultado dos Indicadores de sustentabilidade do grupo “Tratamento e disposição final de RCC”

Tratamento e disposição final		
Indicadores	Avaliação	Pontuação
Disposição de RCC em Usina de beneficiamento de resíduos da construção	Privada	3
Galpão de triagem de materiais recicláveis em convênio e/ou com a participação da prefeitura	Sim	3
Disposição de RCC em um aterro de inerte	Não	0
Disposição de RCC em aterro sanitário	Não	0

Fonte: Adaptado de Holanda (2018).

Nota: Grau: Baixo = 0 a 7, Médio = 8 a 10 pontos, pontos Alto = 10 a 13 pontos.

Também no último quesito o município obteve um resultado insatisfatório, atingindo o índice 6, que corresponde ao grau baixo de sustentabilidade quanto ao tratamento e disposição de RCC. De acordo com a Secretaria de Serviços Públicos do município existem empresas cadastradas que realizam tanto a coleta quanto a destinação final dos Resíduos de Construção Civil em uma usina de beneficiamento, localizada na zona rural da cidade.

Porém, não existe ainda uma fiscalização ou mesmo um controle por parte da prefeitura para certificar-se de que a totalidade dos resíduos coletados são, de fato, transportados para a

usina de beneficiamento, onde são transformados em agregados de diâmetros variados e reaproveitados no preparo de concretos não estruturais.

Após a análise dos quatro grupos que compõem o questionário apresentado na metodologia – cujas categorias foram (a) Instrumentos par políticas de resíduos, (b) programas, (c) coleta e triagem e (d) tratamento e disposição - para avaliação da gestão do município de Caruaru quanto aos RCC observa-se um baixo desempenho da municipalidade tendo em vista que, dos quatro grupos de instrumentos, obteve grau baixo em três deles.

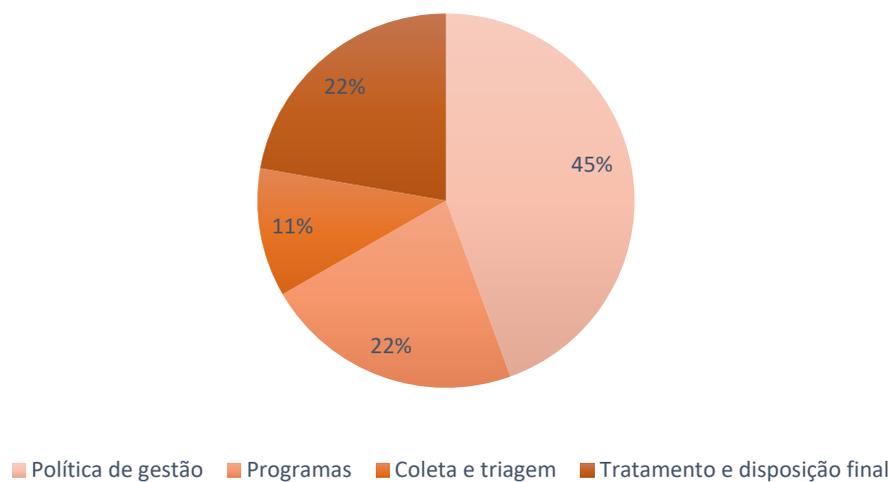
Apenas nos indicadores de instrumentos para políticas obteve o grau médio, ainda assim, com a pontuação mínima necessária para tanto. O Gráfico 5 apresenta a pontuação individual dos grupos de indicadores de gestão dos RCC. Dentre os principais fatores que contribuíram para o resultado considerado insatisfatório estão:

- a inexistência do Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil – PMGRCC (uma vez que ainda se encontra em fase de elaboração),
 - o baixo percentual de despesas referentes à limpeza urbana do município, coberto por orçamento específico,
 - a ausência de taxas e tarifas de coleta de RCC específica ou embutida em outras,
 - a não informatização do sistema de análise dos Planos de Gerenciamento de resíduos da Construção Civil – PGRCC,
 - não possuir cadastro dos grandes geradores nem o cadastro de áreas licenciadas para o recebimento de RCC, no grupo de instrumentos para políticas de resíduos sólidos;
 - a falta de desenvolvimento de ações educativas voltadas à prevenção ou redução de resíduos sólidos da construção civil e à formação e capacitação de agentes ou catadores,
 - a fiscalização apenas esporádica das obras e falta de incentivo à logística reversa de resíduos especiais, no grupo de programas;
 - a prefeitura não possuir sistema de coleta de RCC implantado,
 - o baixo percentual de área urbana ocupada atendida pela coleta regular de RCC, não ser realizada a triagem de resíduos em usinas de recebimento de pequenos volumes – URPV, na coleta e triagem;
 - a não disposição de RCC em um aterro de inerte nem em aterro sanitário, no grupo de tratamento e disposição.

Os valores obtidos a partir da pontuação do questionário foram aplicados na Equação (2) e determinou-se, então, o IGRCD para o município de Caruaru, conforme a metodologia utilizada por Holanda (2018) para alguns municípios da RMR.

Conforme o resumo da pontuação total, apresentado no Gráfico 5, o valor final obtido para o IGRCD foi de 27 pontos; conforme detalhado percentualmente por grupo no Gráfico 4 e consoante a metodologia aplicada para a classificação do tipo de gestão de RCC.

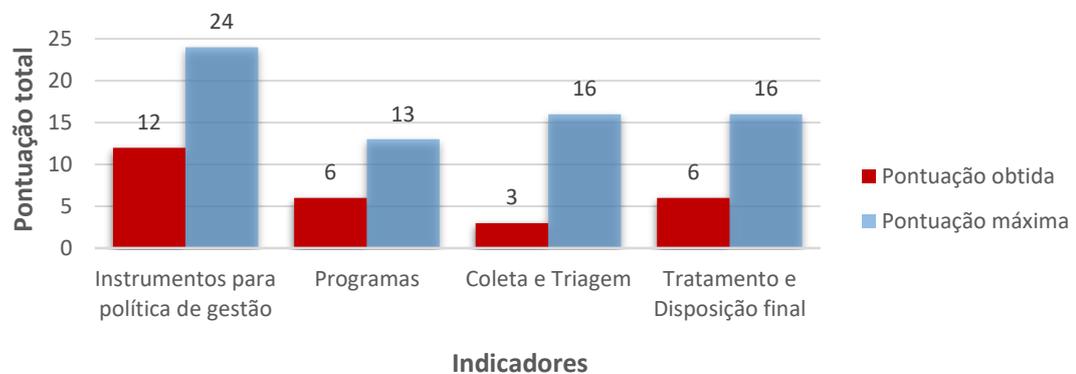
Gráfico 4 - Distribuição da pontuação obtida para o IGRCD de Caruaru.



Fonte: o autor (2022).

Para a pontuação obtida para cada grupo, conforme apresentada no Gráfico 5, o município analisado tem sua gestão, portanto, classificada como sendo ineficiente,

Gráfico 5 - Resultado da avaliação da gestão de RCD em Caruaru



Fonte: o autor (2022).

Diante do exposto, é imprescindível que o município adote as medidas necessárias para evolução da sua gestão dos Resíduos de Construção Civil e estabeleça diretrizes e metas progressivas para os planos e programas estabelecidos pela legislação específica.

5.2 COMPARATIVO DA GESTÃO MUNICIPAL DE CARUARU COM CIDADES DA RMR

No tocante ao primeiro grupo, o de Indicadores de gestão, Caruaru obteve o terceiro melhor desempenho entre os sete municípios analisados (Gráfico 6), ficando atrás apenas da cidade de Recife, único município a obter grau considerado alto para esse quesito, e equiparando-se ao resultado do município de Olinda, ambos classificados como de grau médio.

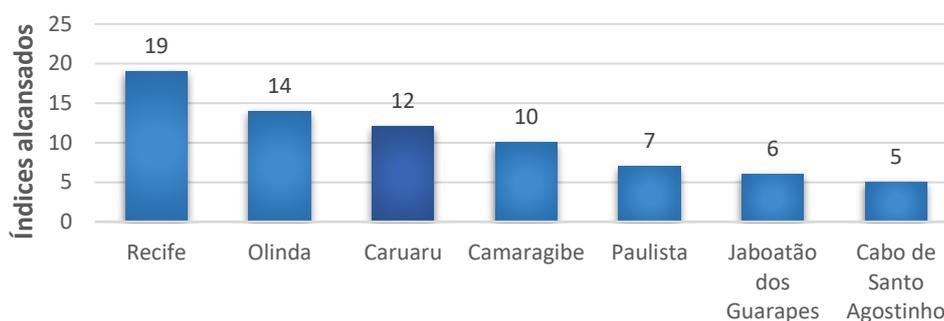
Esse bom desempenho da Capital pode, em parte, ser explicado pelos investimentos crescentes realizados pela sua prefeitura - em parceria local com a empresa responsável pela prestação de serviço de manutenção e limpeza urbana- para a melhoria da gestão de resíduos.

Não obstante, a capital pernambucana foi a primeira do estado a criar o seu Programa municipal de Gestão de Resíduos da construção Civil – PMGRCC e a atender, no Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC, de aos principais requisitos para esse grupo de indicadores de gestão, quais sejam, a criação do cadastro de áreas devidamente licenciadas e, portanto, aptas a receber os resíduos, e também a criação do cadastro de cooperativas e o incentivo à capacitação dos seus colaboradores, sejam eles catadores ou coletores.

Já o município de Olinda, embora esteja só um pouco à frente de Caruaru em termos de pontuação quanto a esses instrumentos, é um dos municípios que mais tem evoluído a sua política de gestão dos RCC dentre os municípios analisados. Por sua vez, a capital Recife já possui o PMGRCC implementado e dispõe de cadastro de áreas licenciadas para o recebimento de resíduos sólidos. Ademais, conta ainda com uma destinação de orçamento específico para o trato e gestão dos RCC.

Os demais municípios não atingiram a pontuação necessária para que obtivessem uma classificação considerada como minimamente satisfatória. Tal desempenho pode estar relacionado à insuficiência de políticas municipais que promovam a criação daqueles instrumentos previstos no PGRCC cujas ações propostas, se realizadas, alavancariam a performance desses municípios.

Gráfico 6 - Comparação entre os índices de sustentabilidade para os dois Indicadores de Gestão Municipal.



Fonte: Adaptado de Ximenes (2018)

Para o segundo grupo de indicadores de sustentabilidade analisado, o de programas municipais, Caruaru se manteve entre as melhores pontuações. Todavia, isso não significa que, para esse quesito, o seu desempenho seja satisfatório. Sua baixa pontuação para esse grupo de elementos de sustentabilidade reflete a sua realidade. Pois observa-se que o município ainda não desenvolveu por completo uma conformação consolidada para a formação e capacitação de agentes catadores e o incentivo à criação de cooperativas de reciclagem.

Outrossim, a falta de ações educativas voltadas à prevenção ou redução da produção de resíduos sólidos da construção e demolição, caracteriza-se como um dos principais agravantes no que tange os instrumentos de programas de gestão, por manter a população alheia aos prejuízos trazidos pela disposição irregular de RCC.

Dentre todos os municípios analisados, apenas Camaragibe obteve uma pontuação que permite avaliar seu grau como sendo de médio desempenho de sustentabilidade, relativo ao índice desse grupo.

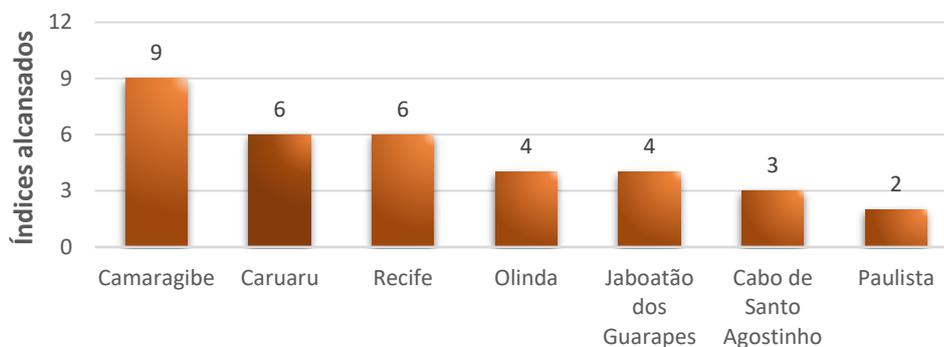
O que possibilita esse resultado acima dos demais é a existência, nessa municipalidade, de ações que promovem a redução da produção de resíduos sólidos, tanto por programas de conscientização da população quanto pela constante fiscalização de obras nela existentes. Para mais, a implementação de programas de reciclagem, também realizado em parceria com outros agentes e órgãos, e a realização de coleta seletiva permitem um maior desenvolvimento socioeconômico local por meio dessas cooperativas, o que traz benefícios não apenas para a população, mas para o ambiente urbano como um todo.

O fato de o município de Paulista não ter programas de municipais vigorando, explica, em parte ele ter obtido o menor valor dentre os sete municípios das pesquisas para esses índices de análise. Porém, de acordo com Ximenes (2018), alguns programas estavam em fase de

estudo para implementação por parte da sua Secretaria de Meio Ambiente, programas esses voltados para a capacitação de agentes, fiscalização de obras e ações de educação ambiental.

Tratando-se dos demais municípios, por obterem baixa pontuação, menor ou igual a seis, o que inclui o município de Caruaru, classificam-se como Grau baixo de sustentabilidade em relação ao índice desse grupo; pelos mesmos motivos expostos para o a municipalidade de Caruaru (Gráfico 7). Fica, portanto, evidente a premente necessidade de um conjunto de medidas por parte desses municípios que mitiguem os malefícios, fomentados por suas inações, referentes à gestão desses resíduos sólidos por meio de práticas e ações que resultem em uma significativa melhora desses parâmetros.

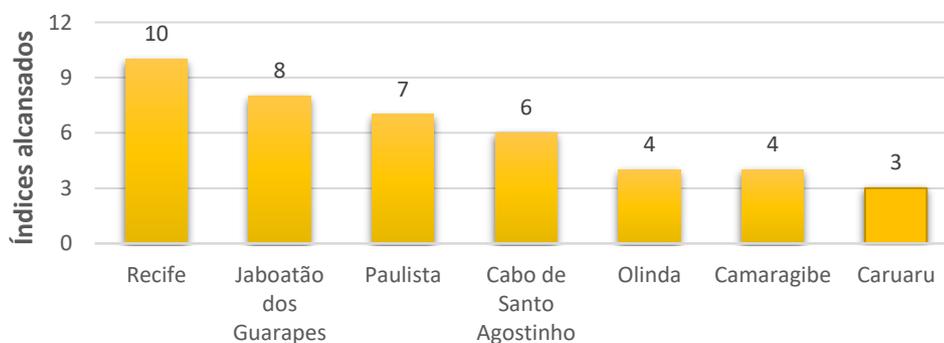
Gráfico 7 - Comparação entre os índices de sustentabilidade para os Programas Municipais.



Fonte: Adaptado de Ximenes (2018).

Com relação ao terceiro grupo de índices de sustentabilidade avaliado quanto à coleta e triagem dos resíduos, Caruaru obteve o pior desempenho dentre todos os municípios que integraram as pesquisas (Gráfico 8).

Gráfico 8 - Comparação entre os índices de sustentabilidade para a triagem e coleta de resíduos.



Fonte: Adaptado de Ximenes (2018).

Dos seis critérios analisados para esse grupo, o município atendeu a apenas dois deles, com a implementação de uma área de transbordo e triagem - mas de operação privada - e a instalação de um sistema de disque coleta – porém, sem haver ainda um sistema de coleta de RCC implementado, o que, praticamente inutiliza aquele primeiro.

De modo geral, apenas Recife e Jaboatão dos Guararapes conseguiram alcançar um índice de grau considerado médio de sustentabilidade, ambos com os sistemas de coleta de RCC e de disque coleta implantados e em funcionamento.

Para os índices de sustentabilidade da destinação final dos resíduos de construção e demolição, Paulista e Camaragibe obtiveram pontuações que atingiram o valor mínimo necessário para uma classificação de grau mediano. Contribuiu, de forma significativa para isso, o fato de já possuírem usina para a disposição e beneficiamento de RCC, além de galpão para a triagem de materiais recicláveis com participação da prefeitura, realização de convênios, entre outros.

Já os demais municípios, Recife, Olinda, Jaboatão dos Guararapes, Cabo de Santo Agostinho e, inclusive, Caruaru, alcançaram um baixo índice de sustentabilidade, de acordo com as suas pontuações. Conforme a Secretaria de Serviços Públicos, Caruaru dispõe de um cadastro de empresas, sem vinculação alguma com o município, que realizam a coleta e o transporte para a usina de beneficiamento, também privada, para tratamento e disposição final dos RCC.

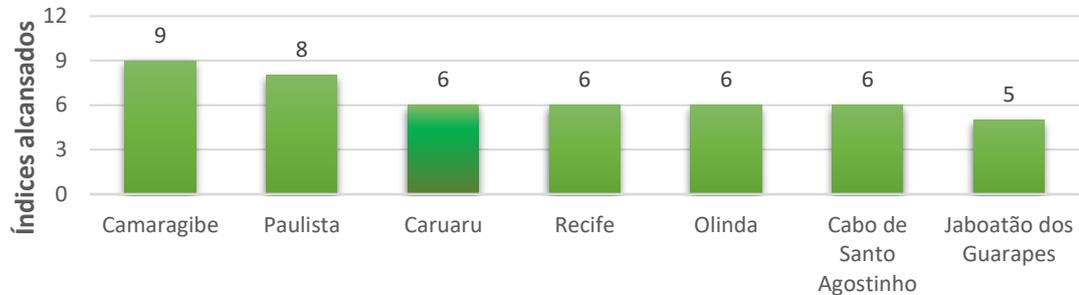
Dos quatro grupos de índices de sustentabilidade aplicados, o de maior custo financeiro e de maior exigência para sua implementação - dependendo, inclusive, de elaboração e aprovação de leis no âmbito municipal – é o de tratamento e disposição final. Pois, é necessária a destinação de áreas públicas ou privadas para a sua instalação e estrutura física específica para, por exemplo, o tratamento e beneficiamento de RCC.

Por esse motivo, a maioria dos municípios encontra dificuldade em atender a esses índices, o que reflete o seu insatisfatório resultado nesse tópico. O Gráfico 9 apresenta o comparativo da pontuação obtida pelos municípios para os índices de sustentabilidade para a destinação final dos RCC.

Com a análise de todos os grupos de indicadores de gestão de Resíduos de Construção Civil e somada a pontuação de cada um desses grupos, foi determinado IGRCD para todos os municípios comparados (Gráfico 10). Observa-se que, de todos os municípios analisados, apenas a capital Recife atingiu o limite mínimo inferior para que sua gestão de RCC seja considerada mediana. Como se trata da capital do estado, é esperado que atinja melhores índices que os demais municípios por sua importância político-administrativa e sua capacidade de

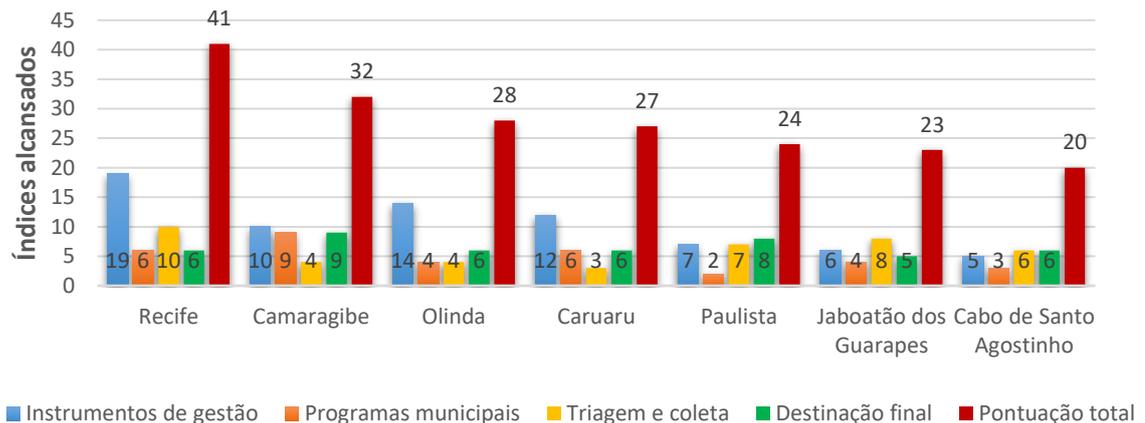
arrecadação de impostos e consequente investimentos em ordenamento público, infraestrutura e gestão, como forma de retorno desses tributos coletados.

Gráfico 9 - Comparação entre os índices de sustentabilidade para a destinação final dos resíduos.



Fonte: Adaptado de Ximenes (2018).

Gráfico 10 - Comparação dos IGRCD de Caruaru com os municípios da RMR.



Fonte: Adaptado de Ximenes (2018).

Diante dos resultados, é premente que haja uma modernização da gestão dos RCC por meio de investimento governamental, bem como, que os municípios busquem a formação de convênios e parcerias público-privadas para que seja possível uma rápida melhoria nas diretrizes e estratégias já estabelecidas no Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS e no Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC.

5.3 DIAGNÓSTICO DA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RCC

No diagnóstico da disposição irregular de RCC é apresentado o mapeamento dos pontos coletados e a sua média por Km² do município alvo do estudo e sua comparação com os outros

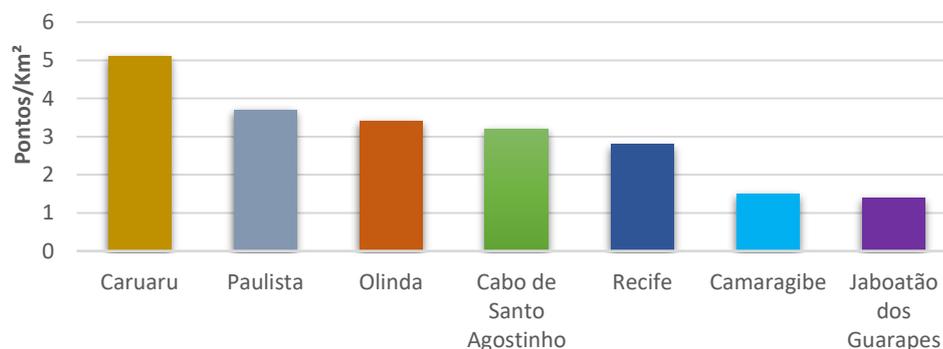
municípios para os quais foram realizados os mesmos estudos. O diagnóstico apresenta ainda O mapa dos RCC em relação as ruas do município, a localização dos pontos de disposição irregular em comparação com a renda média familiar e localização dos pontos de disposição irregular em relação ao número de domicílios, a quantidade de pontos contendo as classes de RCC, os materiais encontrados nas pilhas de RCC e o volume aproximado dessas pilhas.

Foram mapeados 410 pontos de disposição irregular de Resíduos de Construção Civil em toda área urbana pertencente ao município de Caruaru, Mapa 4. Nota-se que a incidência de pontos mais próximos entre si é maior para bairros mais periféricos e de menor infraestrutura. Essa densidade de pontos tem relação diretamente proporcional à renda média familiar das localidades, conforme pode ser constatado a partir da correlação realizada entre a localização de cada ponto e a renda familiar média dos setores censitários do município.

Para a determinação dessa quantidade representativa de pontos de RCC, adotou-se o mesmo critério empregado para a terminação da quantidade de pontos usado nos outros trabalhos os quais são aqui objetos de análise comparativa. Sendo assim, buscou-se coletar a maior quantidade de pontos possível mesmo sob a influência dos fatores limitantes de tempo e recursos materiais e humano.

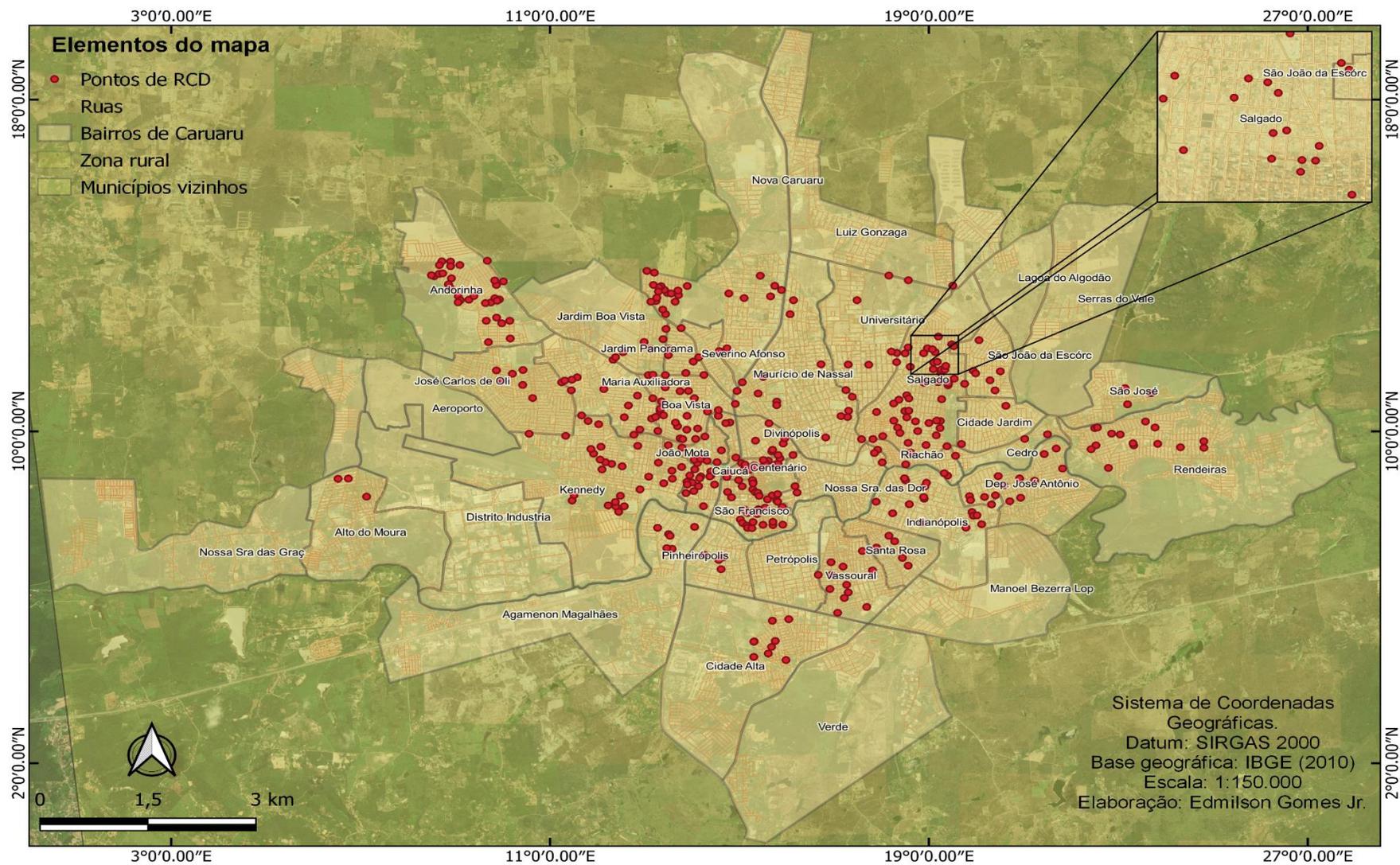
As ações em campo abrangeram toda a área urbana do município cuja extensão total de área é de aproximadamente 80,56 Km² (IBGE, 2010); assim, a quantidade de pontos coletados equivale a 5,1 pontos por Km². Essa quantidade foi comparada com a dos municípios da RMR estudados (Gráfico 11).

Gráfico 11 - Comparativo entre a quantidade de pontos coletados no município de Caruaru e nos municípios da RMR



Fonte: Adaptado de Ximenes (2018).

Mapa 4 - Mapa com os pontos de disposição irregular de RCC no perímetro urbano



Fonte: O autor (2022).

Em uma análise preliminar, realizada ainda *in loco*, constatou-se que a grande maioria dos pontos estão às margens das vias públicas, depositados nas calçadas e em parte da via, que são locais com grande fluxo de pessoas e veículos (Fotografia 1). Logo, a consequência mais imediata é perturbação do trânsito normal das pessoas e o risco que elas correm com a maior probabilidade de acidentes em decorrência dessa disposição.

Fotografia 1 - RCC dispostos na calçada no município de Caruaru: (a) rua Teófilo Dias: (b) rua Olegário Bezerra



Fonte: o autor (2022).

Outra constatação foi a de que não há a preocupação, por parte daqueles que descartam esse material, com a segurança das pessoas que transitam por esses lugares, sejam elas pedestres ou motoristas em seus veículos.

Na Fotografia 2 são mostrados o descarte dos resíduos literalmente no meio da avenida São José (a) e a disposição deles em cruzamento de ruas movimentadas, como a rua Nilo Peçanha no bairro São Francisco (b) em Caruaru.

Fotografia 2 - RCC depositados no meio da avenida São José – São Francisco (a) e no cruzamento com a rua Nilo Peçanha – São Francisco (b), em Caruaru



Fonte: o autor (2022).

Isso aumenta significativamente o risco de acidentes no local e compromete a integridade física das pessoas com a possibilidade maior de colisões, atropelamentos e quedas.

Foi observado que determinados pontos, a despeito da irregularidade na disposição dos RCC, estavam também se tornando pontos de descarte de lixo doméstico. Na Fotografia 3 é apresentada uma das situações em que o RCC é misturado a outros resíduos domésticos.

Fotografia 3 - Resíduos domésticos misturados à RCC em Caruaru: (a) na rua Cap. Lemos – Morro do Bom Jesus; (b) na rua Pedro Augusto Rocha dos Santos – Santa Rosa



Fonte: o autor (2022).

A mistura desses resíduos orgânicos aos Resíduos de Construção Civil dificulta o seu futuro tratamento ou até mesmo inviabilizando-o. Essa situação constitui ainda malefícios à própria população, uma vez que aumenta o risco à saúde dessas pessoas moradoras do entorno com a proliferação de doenças transmitidas por vetores atraídos pelos resíduos orgânicos contidos nesses montantes. A Fotografia 4 mostra dois pontos de descarte em logradouros no centro da cidade, os quais são rotas de linhas de ônibus e com intenso fluxo de veículos.

Fotografia 4 - Disposição de RCC em ruas de grande fluxo de veículos, na Avenida Joaquim Nabuco (a) e na Rua Rodolfo García (b).



Fonte: o autor (2022).

Na Fotografia 5 pode-se observar que as margens de riachos que foram canalizados são utilizadas como local para o despejo desses resíduos, representando, na prática, verdadeiras áreas de descarte clandestinas. Uma das mais graves consequências disso acontece no período chuvoso do ano.

Pois, parte dos resíduos tombam ou são carregados pelo escoamento superficial das águas para dentro dos canais, provocando a obstrução deles e conseqüente transbordo. Isso faz com que as águas, que deveriam seguir seu curso livremente, provoquem alagamentos de ruas comprometendo o sistema de drenagem urbana e invadam moradias adjacentes causando prejuízos sociais, econômicos e de saúde.

Fotografia 5 - RCC despejados às margens de canais: (a) na Rua Itaguaí; (b) e na Rua Manoel de Abreu.



Fonte: o autor (2022).

Outra área comumente utilizada para o descarte dos RCC são os terrenos baldios, e áreas particulares (Fotografia 6).

Fotografia 6 - Disposição de RCC em terrenos baldios em Caruaru: (a) na Rua Clara Nunes – João Mota; (b) em áreas particulares na Rua Elis Regina – Jardim Boa Vista.



Fonte: o autor (2022).

Esses locais são circundados, em sua grande maioria, por moradias simples, que não dispõem de estrutura e carentes de infraestrutura básica como saneamento básico e calçamento das ruas. Com tal situação, problemas como a poluição atmosférica, gerada pela por materiais particulados presentes nos RCC que são carregados pelo vento e inalados pelos moradores nas proximidades, e a poluição visual, pela presença de grandes pilhas de resíduos expostas e prejudicando as paisagens que possa haver nesses locais.

Ainda com relação à incidência de disposição de RCC, foi constatado que alguns pontos críticos estão localizados em áreas de vegetação do município (Fotografia 7). Essas áreas verdes têm a sua importância para a qualidade ambiental da cidade.

Fotografia 7 - RCC despejados em área de vegetação: (a) às margens da Rua Compaixão, 65 – Jardim Boa Vista; (b) e da Rua Cumbe – Nova Caruaru



Fonte: o autor (2022).

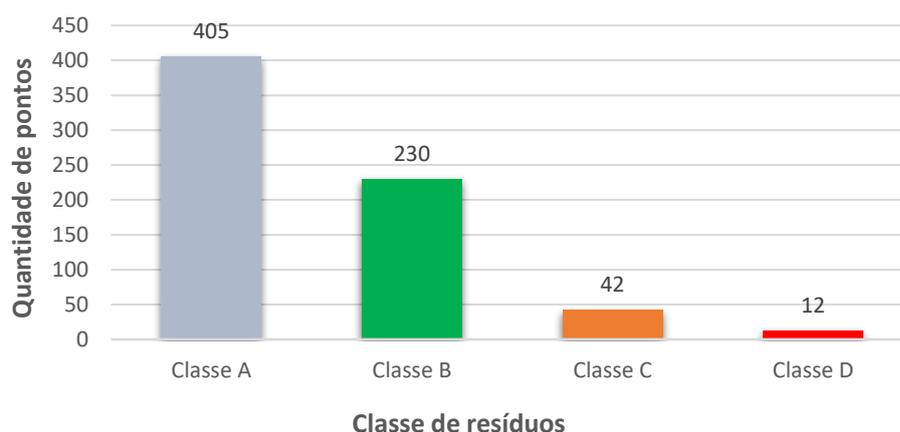
É possível inferir a partir dessa conjuntura que a apropriação demasiada da vegetação - provocada não pela natural e esperada transformação do espaço, mas pela utilização desses espaços para o despejo dos resíduos – tem por intenção eximir-se da responsabilidade pela correta destinação desses substratos de construção e reforma.

A partir das visitas em campo constata-se que a maior parte dos pontos estão localizados em calçadas e vias públicas de áreas urbanas. Não obstante, verificou-se também que outros elementos integrantes da paisagem urbana são igualmente afetados pela disposição irregular de RCC, tais como, cursos d'água, áreas de vegetação, equipamentos públicos como unidades de saúde, creches e escolas e áreas de lazer, como praças, parques e locais abertos à prática de atividade física.

No que diz respeito aos aspectos quantitativos, realizou-se o tratamento de dados dos pontos quanto ao tipo de classe pertencente o resíduo, conforme classificação dada pela

Resolução 307 do CONAMA, e apresentado no Gráfico 12. Com o enquadramento dos pontos, observou-se que parte predominante dos pontos, 98,78%, continham resíduos da Classe A, composta por materiais cimentícios (como concreto e argamassa), materiais cerâmicos (como telhas, cerâmicas e tijolos) e solos, materiais esses que podem ser reciclados ou reaproveitados para outras finalidades como agregados reciclados.

Gráfico 12 - Classificação da composição dos pontos de RCC conforme resolução do CONAMA



Fonte: o autor (2022).

Os pontos que também continham resíduos de classe B (gesso, madeira, metal, plástico e papel/papelão) - os quais são recicláveis, mas para destinações diferentes daquela primeira – foram os que também apresentaram quantidade significativa, com 56,10% da incidência dos pontos, sendo o segundo tipo predominante.

Geralmente esses materiais pertencentes a Classe B são ou acompanham materiais de acabamento, como porcelanatos, madeiras para forro, tintas e vernizes e, juntamente com o pouco volume dessas pilhas formadas – observados *in loco* - evidenciam que o tipo de obra predominante na maioria dos casos é o de pequena reforma.

Os resíduos Classe C estavam contidos em 41 pontos, ou 10,24%, que são as podas de árvores, sacarias e isopor. Esses não foram encontrados isoladamente, mas misturados com os resíduos das demais classes, contaminando os outros tipos de RCC ou dificultando um futuro processo de triagem para reciclagem. Por fim, os resíduos de Classe D, materiais que em sua constituição contêm substâncias tóxicas que podem representar risco à saúde humana, representaram apenas 12 pontos, o que representa apenas 2,93% das ocorrências.

A maior parte dos resíduos são constituídos por materiais cimentícios e cerâmicos revelam o potencial valor econômico que esses resíduos, descartados de forma inadequada, têm por

meio da sua reciclagem. É válido destacar também que a predominância desses ocorre, sobretudo, em áreas de mais baixa renda, o que poderia demonstrar que o tipo de resíduo gerado é um indicativo do tipo de obra que foi executada, a tecnologia empregada em sua execução e o porte do seu agente (se pequeno ou grande gerador).

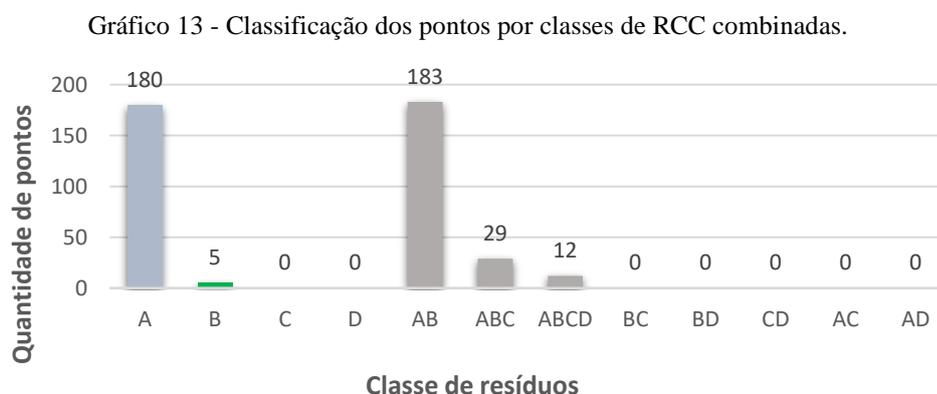
A soma total dos pontos das classes de resíduos é superior ao total de pontos coletados porque em quase todos os pontos existiam materiais que se enquadravam em classes distintas misturados nessas pilhas.

O processo de separação desses materiais deveria ser realizado pelo próprio gerador do resíduo a fim de facilitar a um posterior triagem e tratamento desses RCC, permitindo, assim, que mesmo os catadores de recicláveis de papel/papelão e plástico façam a coleta e encaminhem para as cooperativas de catadores para posterior tratamento.

Outro prejuízo ao correto tratamento desses resíduos provocado por essa mistura de materiais pertencentes a classes diferentes é a contaminação deles por resíduos tóxicos (Classe D) que pode inviabilizar o seu tratamento, devido ao risco provocado à saúde daqueles que irão manipular esses materiais. Os pontos com presença de materiais dessa última classe continham materiais predominantemente da Classe B, geralmente utilizados como embalagens daqueles.

No Gráfico 13 é apresentada a quantidade de pontos categorizados em mais de uma classe de materiais, dadas pela Resolução 307 do CONAMA, e suas combinações.

Essa possibilidade de enquadramento de uma mesma pilha de resíduos em mais de uma classificação dada pelo CONAMA se dá devido ao fato, constatado em campo, de os pontos apresentarem diversos materiais constituintes, madeira, plástico, vidro, metal e orgânicos.

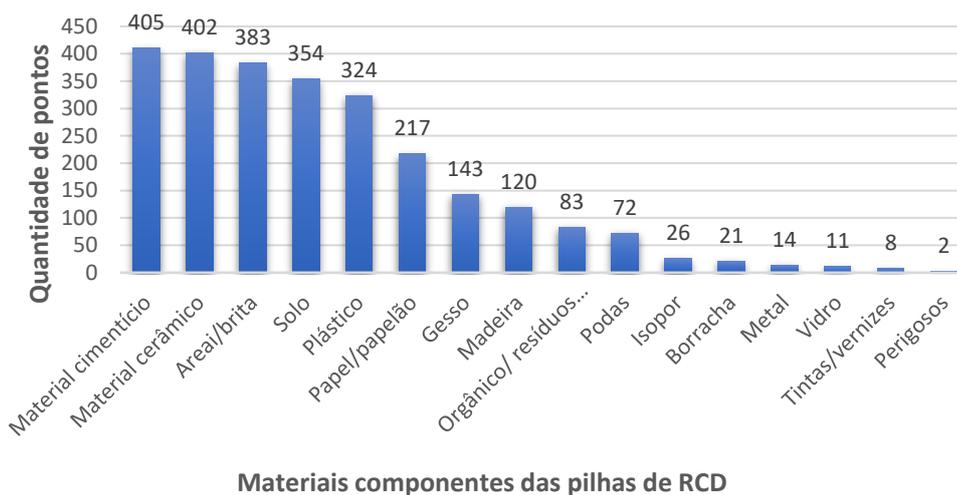


Fonte: o autor (2022).

Uma análise mais detalhada pode ser feita a partir do Gráfico 14, que apresenta a quantidade de pontos que continha, cada tipo de material relacionado na Classificação dada pela

Resolução 307 do CONAMA. Como observado, 185 pontos estavam enquadrados em apenas uma classificação, conforme o CONAMA, significando que existia apenas um tipo de material componente naquela pilha. A maior parte dos pontos de disposição (225 pontos) possuíam resíduos de duas classes distintas e a minoria, 12 pontos, enquadrados em quatro classes.

Gráfico 14 - Materiais componentes dos pontos de RCC.



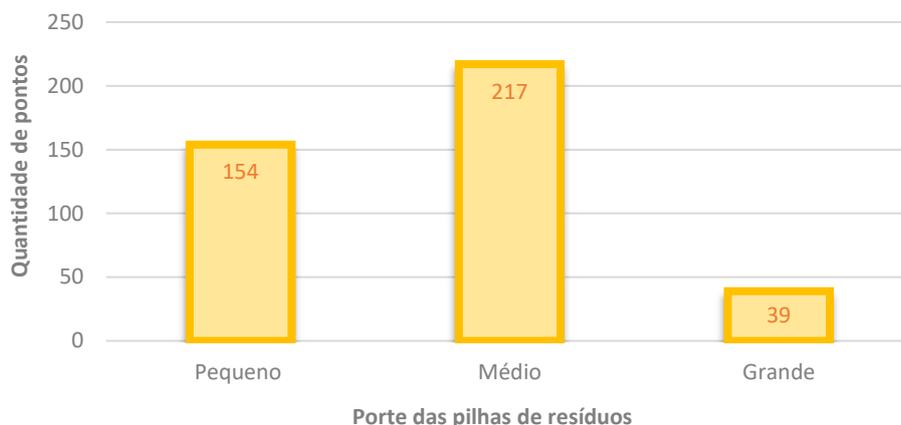
Fonte: o autor (2022).

Além da quantidade, a mistura dessas classes de materiais em um mesmo ponto de disposição irregular de resíduos, como também, a proporção delas, influência no tamanho e volume dessas pilhas. Todos os pontos de RCC também foram classificados quanto ao seu volume, conforme exposto por Silva (2017), e apresentados no Gráfico 15.

De acordo com os dados apresentados, uma parcela significativa da quantidade de pontos é atribuída ao pequeno gerador. A soma das pilhas de pequeno e médio porte representa cerca de 90,49% do total. Isso significa que a quase totalidade do volume de resíduos gerados provem de pequenas reformas. Entretanto, mesmo aqueles volumes considerados de grande porte são formados pela disposição recorrente de pequenos volumes de RCC oriundos também dos pequenos geradores.

Um dos motivos para a formação dessas grandes quantidades se dá ao local de formação dessas pilhas, uma vez que, todos os pontos de disposição delas estão em locais que favorecem o seu descarte, tais como, em terrenos baldios, próximo a áreas de vegetação e às margens de córregos e estradas, pelo motivo de não estarem sujeitos a fiscalização ou a reclamações de terceiros, além de esses locais não interferirem no fluxo de pessoas e veículos nessas áreas.

Gráfico 15 - Classificação da composição dos pontos de RCC conforme Silva (2017).



Fonte: o autor (2022).

Outra constatação extraída a partir da coleta em campo das informações referentes aos pontos de disposição irregular de RCC é a relação existente entre o volume das pilhas de resíduos e os locais onde são depositados esses materiais. Observou-se que os locais com maior incidência de pilhas com pequeno volume, com até 1m³, foram as vias públicas e as calçadas, o que indica que o pequeno gerador foi o responsável pelo descarte clandestino, pois tal volume pode ser facilmente transportado por carro de mão. Na Fotografia 8 é mostrado um desses pontos de pequeno volume.

Já para as pilhas de médio porte, observou-se que os locais preferidos para o seu depósito foram os terrenos baldios, que são de propriedade privada, mas sem os devidos cuidados com o cercamento da sua delimitação, e em áreas públicas.

Fotografia 8 - Pequeno volume de RCC na Rua Treze de Maio, 165 – Nossa Sra. Das Dores, Caruaru



Fonte: o autor (2022).

Igualmente às pilhas de pequeno volume, esses médios volumes podem ser formados também pelo pequeno gerador, uma vez que esses espaços comportam maiores volumes, que são acumulados ao longo do tempo, em que haja prejuízo ao fluxo de pessoas e veículos como acontece, mesmo que em pequenos volumes, quando depositados em ruas e calçadas. Na Fotografia 9 é apresentada uma situação de volume de médio porte em área comum de circulação.

Fotografia 9 - Pilha de porte médio de RCC na Rua Heleno Feijó da Silva– São Francisco, Caruaru.



Fonte: o autor (2022).

Com relação às pilhas de grande volume (Fotografia 10), que compreende aquelas com mais de 5m³, são, em maior parte, são formadas em áreas afastadas e de vegetação natural, as quais representam espaços de valor ambiental para o município.

A escolha desses lugares pode estar vinculada a uma maior dificuldade por parte dos órgãos municipais responsáveis por fiscalizar essas disposições clandestinas, e também pela menor probabilidade de haver denúncias feitas por testemunhas oculares que possam, porventura, flagrar esse tipo de situação devido a essas áreas de vegetação serem mais afastadas.

Assim como as áreas de vegetação, as margens de canais e riachos que cortam a cidade também são usadas como lugares de despejo de grandes volumes de RCC, sendo que, no perímetro urbano, não são recobertas pela mata ciliar, o que favorece esse tipo de ação

Essas áreas são vistas pela população como áreas de pouco valor, pois não há ali vegetação natural ou paisagismo nem equipamentos públicos de lazer para a ocupação desses espaços pela população local. Desse modo, esses despejos são feitos com pouco ou nenhum risco de denúncia por parte da população.

Fotografia 10 - Grande volume de RCC na Rua Elis Regina – Jardim Boa Vista, Caruaru

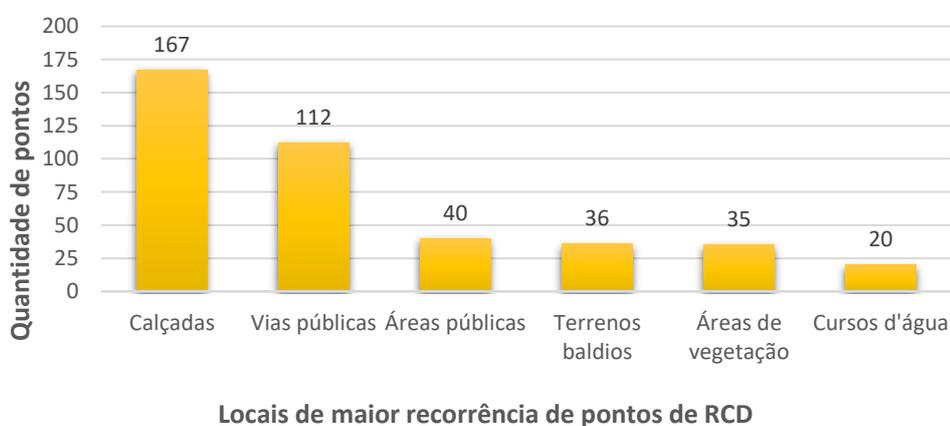


Fonte: o autor (2022).

Dada a conjuntura, compreende-se a hipótese de que, devido ao grande volume de RCC depositados irregularmente e o fato de estarem localizados em áreas de difícil acesso, os responsáveis por tal irregularidade são, possivelmente, os grandes geradores; dado que, não seria viável o transporte e depósito desses materiais feitos pelo pequeno gerador, que, geralmente, se utiliza de pequenas carroças para o transporte desse RCC. No Gráfico 16 são apresentados os principais locais de disposição de RCC e a quantidade de pontos observados nessas localidades

A fim de corroborar com essas hipóteses, foi realizada a análise mais detalhada dos critérios de conformidade para contrastar as informações observadas *in loco* com as informações técnicas referentes ao tipo de resíduos e os possíveis impactos provenientes de sua inadequada disposição, a partir de uma análise de caráter qualitativo.

Gráfico 16 - Locais com maior incidência de pontos de RCC.



Fonte: o autor (2022).

A partir da categorização da classe social por faixa de renda, é mostrado no Mapa 5, a distribuição dos pontos de disposição irregular RCC na área urbana do município e confrontados com o valor da renda média familiar da população dessa área abrangida pela pesquisa, repartida por setores censitários. A confrontação dessas informações permite uma análise que relaciona o poder aquisitivo dessa população com a geração de RCC.

Constata-se que 79,27% dos pontos catalogados (385 pontos) estavam em localidades classificadas como sendo de classe baixa, com renda média *per capita* não superior a R\$: 441,00 e familiar de até R\$: 1.164,00. Isso evidencia a dificuldade que os munícipes dessas áreas têm em custear o descarte dos RCC em locais adequados, muitas vezes distantes dos locais de suas obras, e que envolve, obrigatoriamente, a contratação de serviços de transporte e coleta desses materiais e cujo valor representa parte significativa da sua renda média familiar.

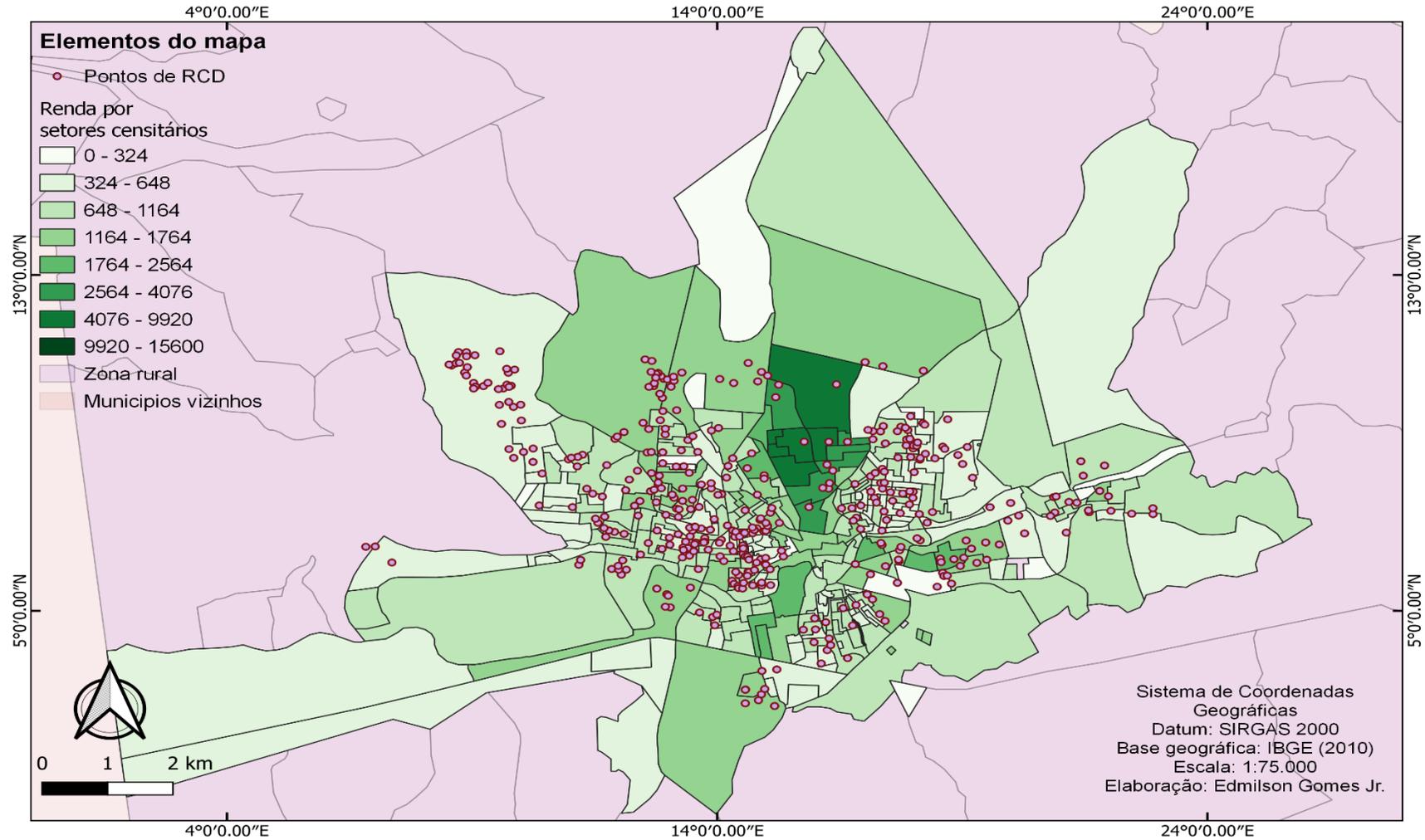
Observou-se durante as visitas em campo que os lugares com maior número de pontos de RCC possuíam, em sua maioria, habitações de baixo padrão, evidenciando a forte relação entre o aspecto socioeconômico dessas localidades e a incidência das disposições irregulares de RCC, uma vez que tal prática se mostrou mais frequente em localidades cuja população urbana é mais carente, sendo elas as responsáveis pelas pequenas obras e reformas.

Soma-se a isso a inviabilidade do desprendimento de recursos, por parte desses geradores de baixa renda, para o custeio da correta acomodação, recolhimento e transporte dos resíduos gerados por essas pequenas construções e reformas, explicitando ainda mais essa relação.

Da análise, identifica-se outra relação importe referente ao tipo de material encontrado nos pontos de RCC. Os materiais cimentícios e cerâmicos não apenas predominam em 90,56% dos pontos como também se fazem presentes em maior quantidade, quando comparados aos demais tipos de materiais encontrados nas pilhas de resíduos de construção e demolição, em localidades de baixa renda. Tal relação sugere que o tipo componente do resíduo em função das áreas de menor renda pode indicar o agente gerador. Uma verificação semelhante é feita considerando o valor médio da renda *per capita* por bairro (Mapa 6).

A Tabela 11 apresenta a relação entre os bairros, sua classe social, e a quantidade de pontos neles contidos. O distrito industrial (primeiro elemento da tabela) apresenta valores zerados por se tratar de uma zona industrial, para a qual não é permitida a edificação de habitações de acordo com o Plano Diretor do município.

Mapa 5 - Mapa com os pontos de RCC em relação à renda média familiar por dados censitários.



Fonte: o autor (2022).

Nota: Elaborado a partir de dados do IBGE (2010).

Tabela 11 - Número de pontos de RCC por classe social dos bairros.

Classe social	Nome dos bairros	Renda média familiar	Número de pontos de RCC
Classe social baixa (Até R\$: 1164,00)	Distrito Industria	R\$: 0,00	0
	Andorinha	R\$: 324.12	31
	Aeroporto	R\$: 345.41	0
	Nina Liberato	R\$: 345.41	0
	Morro Bom Jesus	R\$: 401.05	5
	Verde	R\$: 416.60	0
	Centenário	R\$: 427.94	13
	Nossa Sra das Graças	R\$: 442.35	0
	José Carlos de Oliveira	R\$: 497.03	7
	Cedro	R\$: 507.87	3
	Severino Afonso	R\$: 511.64	2
	João Mota	R\$: 511.74	9
	Alto do Moura	R\$: 543.90	3
	São João da Escócia	R\$: 564.33	7
	Salgado	R\$: 596.56	46
	Agamenon Magalhães	R\$: 601.75	6
	Vassoural	R\$: 638.58	12
	São José	R\$: 644.24	3
	Santa Rosa	R\$: 645.29	5
	Riachão	R\$: 646.02	4
	Manoel Bezerra Lopes	R\$: 708.07	0
	Cidade Jardim	R\$: 719.18	2
	Caiucá	R\$: 761.01	19
	Serras do Vale	R\$: 809.38	0
	Kennedy	R\$: 822.63	30
	Cidade Alta	R\$: 840.82	9
	Rendeiras	R\$: 855.61	15
	Lagoa do Algodão	R\$: 909.53	0
	Jardim Panorama	R\$: 913.06	7
	São Francisco	R\$: 916.68	29
	Pinheirópolis	R\$: 952.21	4
	Nova Caruaru	R\$: 968.32	23
	Dep. José Antônio	R\$: 971.07	13
Maria Auxiliadora	R\$: 1008.92	15	
Divinópolis	R\$: 1048.62	9	
Boa Vista	R\$: 1053.96	19	
Nossa Sra. das Dores	R\$: 1056.29	6	
Total de pontos de disposição irregular de RCC: 356			
Classe social média (Até R\$: 4076,00)	Petrópolis	R\$: 1182.49	1
	Luiz Gonzaga	R\$: 1224.69	3
	Jardim Boa Vista	R\$: 1422.57	9
	Indianópolis	R\$: 1511.95	16
	Maurício de Nassau	R\$: 2514.69	16
	Universitário	R\$: 3031.25	9
Total de pontos de disposição irregular de RCC: 54			

Fonte: Elaborado a partir de dados do IBGE (2010).

No Mapa 6 é apresentado o Mapa com os pontos de RCC em relação à renda média familiar por bairros. Aqueles bairros com menor poder aquisitivo concentram a maior quantidade de pontos e poucos são os bairros de classe média que contêm algum ponto de despejo de RCC, ainda assim, em pequena quantidade.

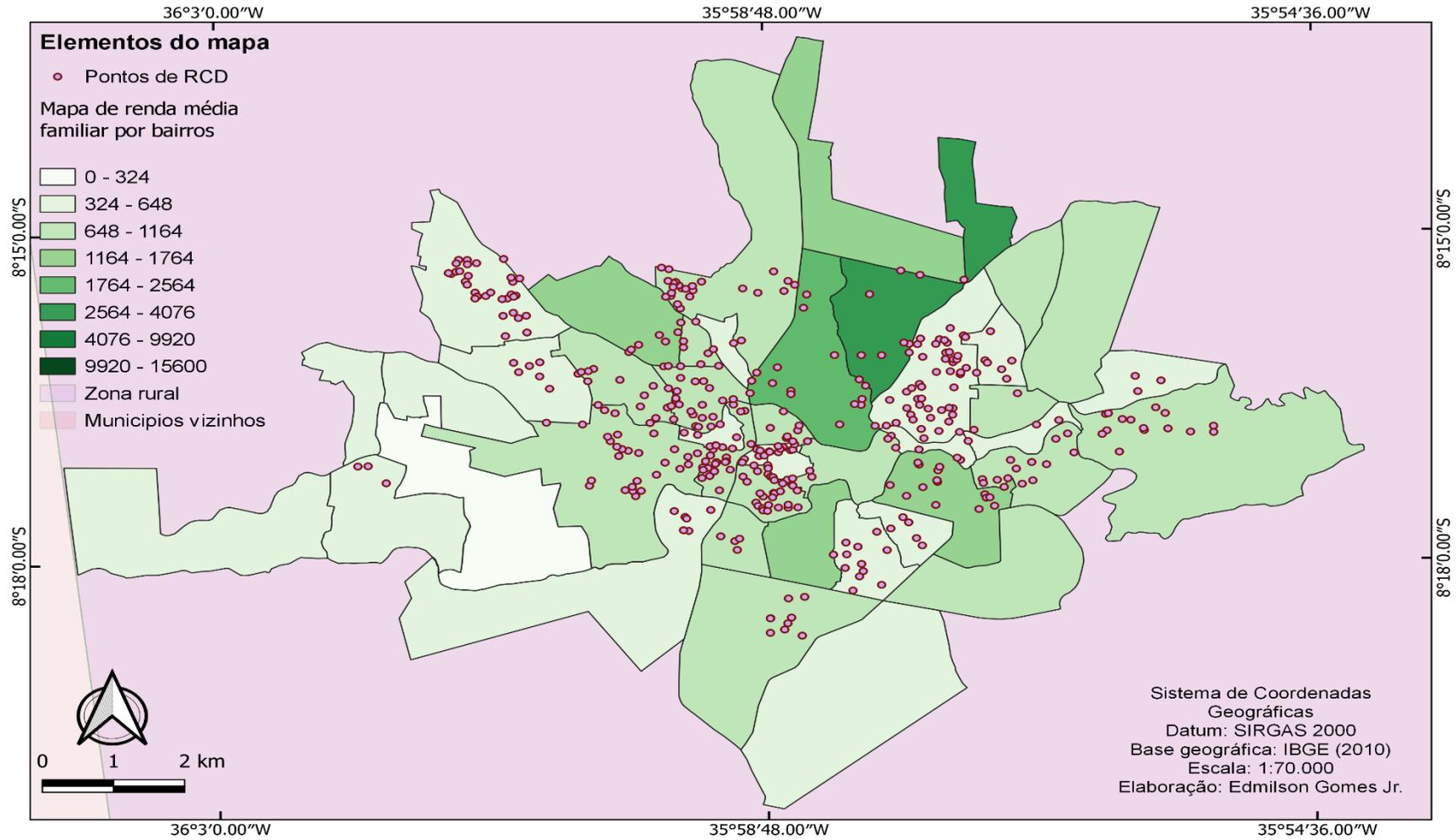
Além dos fatores socioeconômicos, alguns bairros como Salgado, Andorinha e Kennedy apresentam as maiores quantidades de pontos quando comparados aos demais também devido a sua extensão territorial. Esses bairros, por terem maior área, concentram também, em números totais, maior quantidade de pessoas e unidades habitacionais, o que pode justificar em parte o número elevado de pontos de RCC.

Quanto aos bairros de classe alta, destaca-se o fato de não ter sido encontrado pontos de disposição de RCC irregulares. Esses bairros possuem grande valorização imobiliária e são preferidos para a construção de novos empreendimentos, o que gera, em alguma medida, os resíduos de construção civil. Logo, isso pode demonstrar que tais localidades dispõem de uma melhor logística de coleta e transportes desses materiais, bem como, pode refletir uma menor realização de reformas em casas e apartamentos nesse lugar, fazendo com que praticamente não haja, ali, a produção de RCC.

Outra inferência lógica que pode ser feita para a explicação entre a disparidade da quantidade de pontos vistos em áreas menos nobres e em áreas de classe mais é a de que nessas áreas com população de menor poder aquisitivo, pode haver uma menor fiscalização por parte dos órgãos competentes quanto a construções e reformas, uma vez que se encontram em localidades mais afastadas como as periferias, enquanto que a população de classe mais alta se encontra em moradias mais centrais, sujeita, portanto, a uma fiscalização mais constante.

Essas observações, em si sós, não são suficientes para justificar a desproporcionalidade de pontos encontrados nessas áreas, outros fatores decisivos colaboram para a conformação da distribuição desses pontos, a exemplo, a densidade populacional e o número de domicílios erigidos em cada localidade da zona urbana do município.

Mapa 6 - Mapa com os pontos de RCC em relação à renda média familiar por bairros.



Fonte: O autor (2022).

Nota: Elaborado a partir de dados do IBGE (2010) e Prefeitura Municipal de Caruaru (2019).

Quando feita a análise levando-se em consideração os parâmetros demográficos como densidade demográfica e número de habitantes por área em hectare (Mapa 7) verifica-se a seguinte distribuição dos pontos:

- 20,0% dos pontos de disposição de RCC (ou 82 pontos) encontram-se em setores de baixa densidade de domicílios (de 0 a 20 habitantes por hectare).
- 58,8% dos pontos de disposição de RCC (ou 241 pontos) encontram-se em setores de média densidade de domicílios (de 20 a 160 habitantes por hectare).
- 21,2% dos pontos de disposição de RCC (ou 87 pontos) encontram-se em setores de alta densidade de domicílios (acima de 160 habitantes por hectare).

Em áreas de aglomerados subnormais – o IBGE define esses espaços como ocupações feitas de maneira irregular em terrenos públicos ou privados de áreas urbanas, muitas vezes com restrição à ocupação, para finalidade de habitação, geralmente com um padrão urbanístico não regular e carentes de infraestrutura e serviços públicos essenciais – não foram encontrados pontos de disposição irregular de RCC

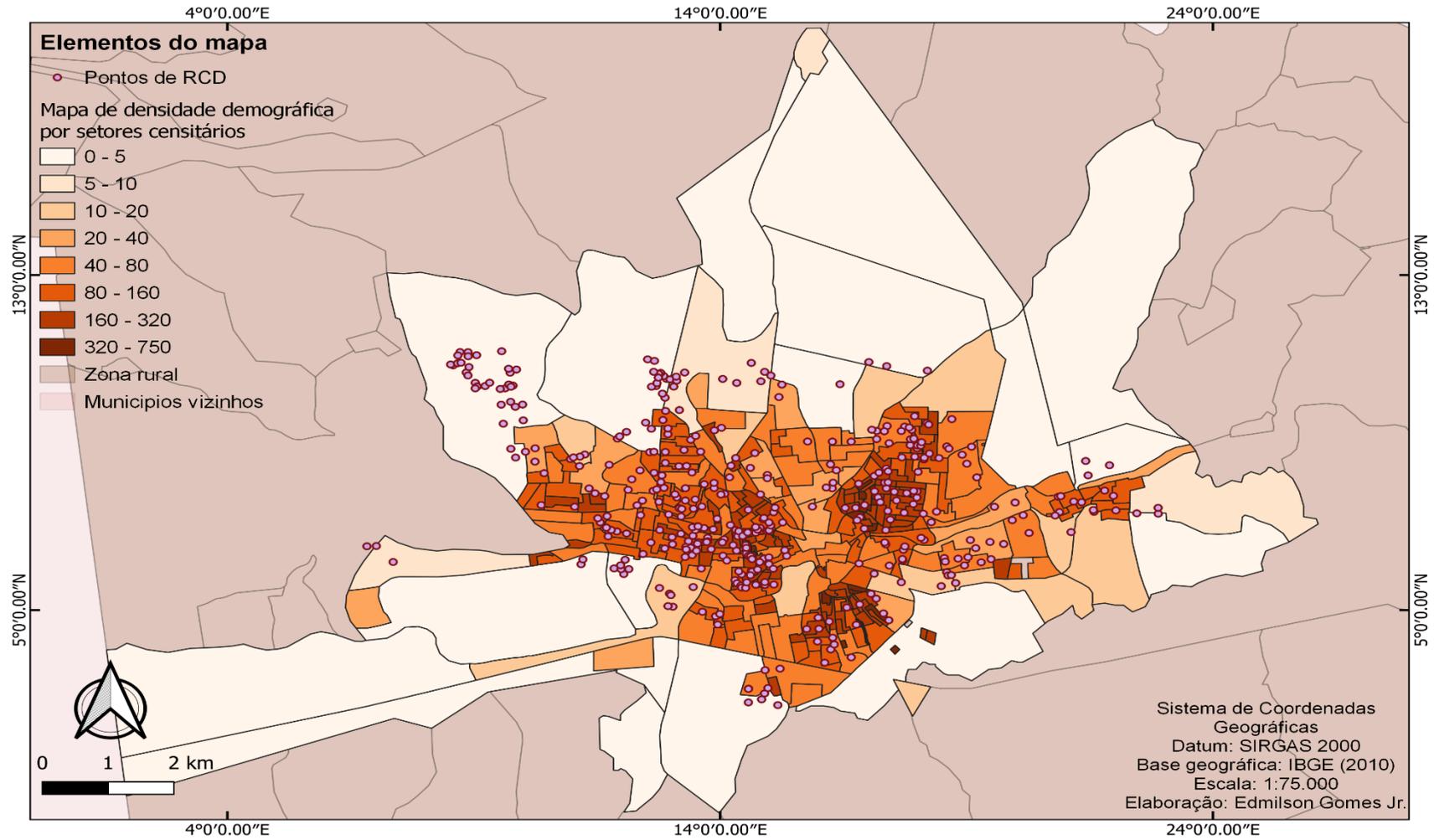
Embora os bairros de classe alta do município estejam passando por um processo de verticalização, o que corrobora para uma maior densidade habitacional nesse local, os bairros de classe baixa são os que contêm as maiores taxas de densidade habitacional. O baixo poder aquisitivo impele essas pessoas para as áreas periféricas onde esses bairros se formam.

Mesmo o município dispondo de uma grande extensão de terras, esses bairros concentram parte significativa da população, pois alguns fatores contribuem para isso, a exemplo da estrutura urbana já estabelecida que compreende a rede de transporte público, o acesso relativamente fácil à serviços básicos de saúde e educação e o comércio local que atende às necessidades de consumo, além da possibilidade de oferta de trabalho formal e/ou informal nessas próprias localidades.

Dessa conjuntura, nota-se que a prática da disposição irregular de RCC decorre a necessidade de reformas e ampliações das unidades habitacionais para acomodação do crescimento das famílias. A consequência desse processo é a geração em maiores quantidades de resíduos oriundos das reformas e construções. Com essa constatação, observa-se a influência das variáveis socioeconômicas nessa dinâmica de geração e disposição dos RCC.

A mesma análise feita por bairros para a renda média familiar também foi realizada para a densidade demográfica dessas localidades, apresentado no Mapa 8.

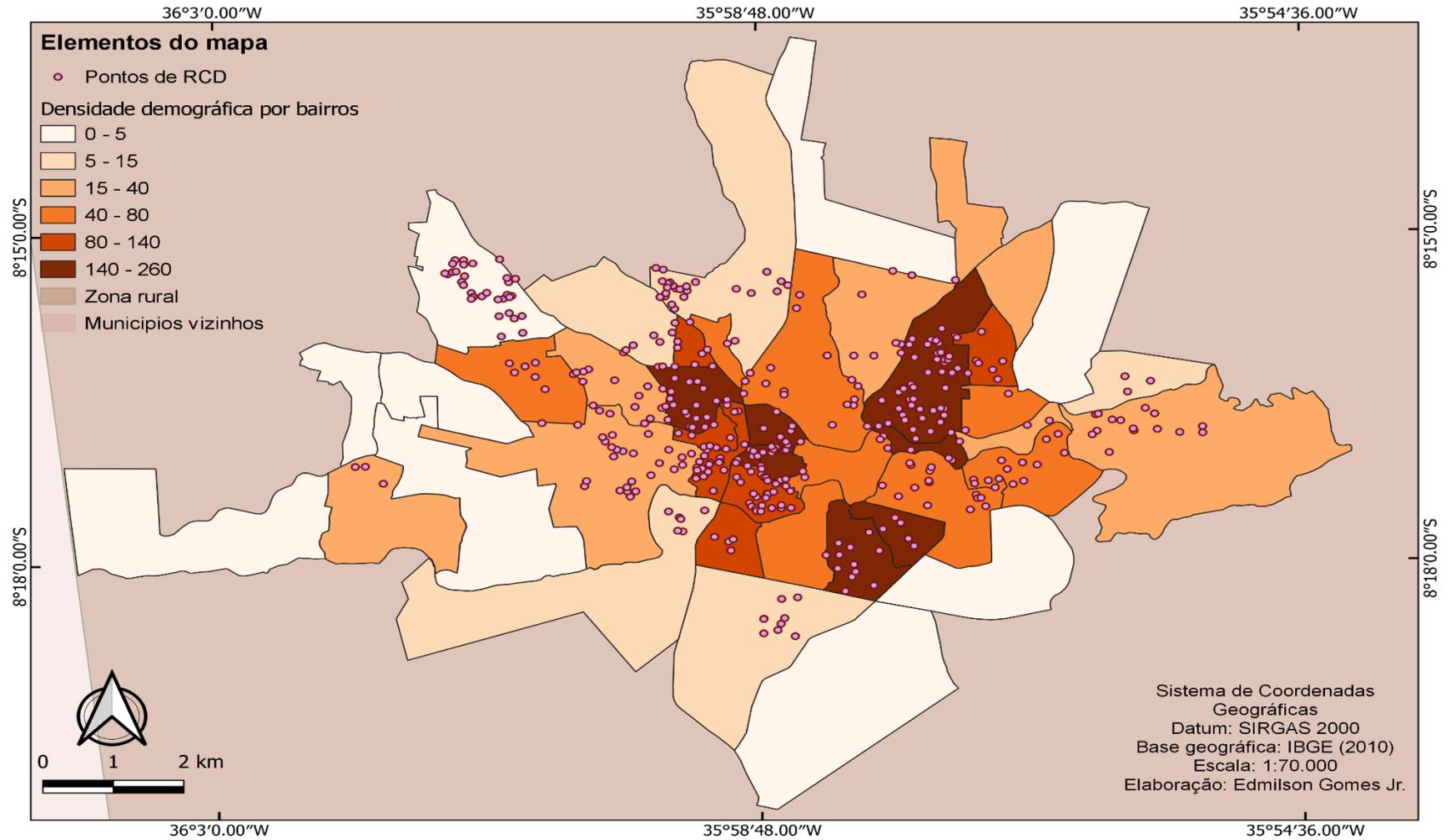
Mapa 7 - Mapa dos pontos de RCC em relação a densidade demográfica por setores censitários



Fonte: O autor (2022).

Nota: Elaborado a partir de dados do IBGE (2010).

Mapa 8 - Mapa dos pontos de RCC em relação a densidade demográfica por bairros.



Fonte: O autor (2022).

Nota: Elaborado a partir de dados do IBGE (2010) e Prefeitura Municipal de Caruaru (2019).

5.4 DIAGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS PROVENIENTES DA DISPOSIÇÃO DE RCC

Foi realizada uma análise dos impactos ocasionados nas áreas no entorno de cada ponto para, assim, contribuir com o estabelecimento de estratégias para mitigação de tais efeitos deletérios, variados em função do tipo de material, tamanho da pilha e proximidade dos pontos com equipamentos públicos. Análise qualitativa.

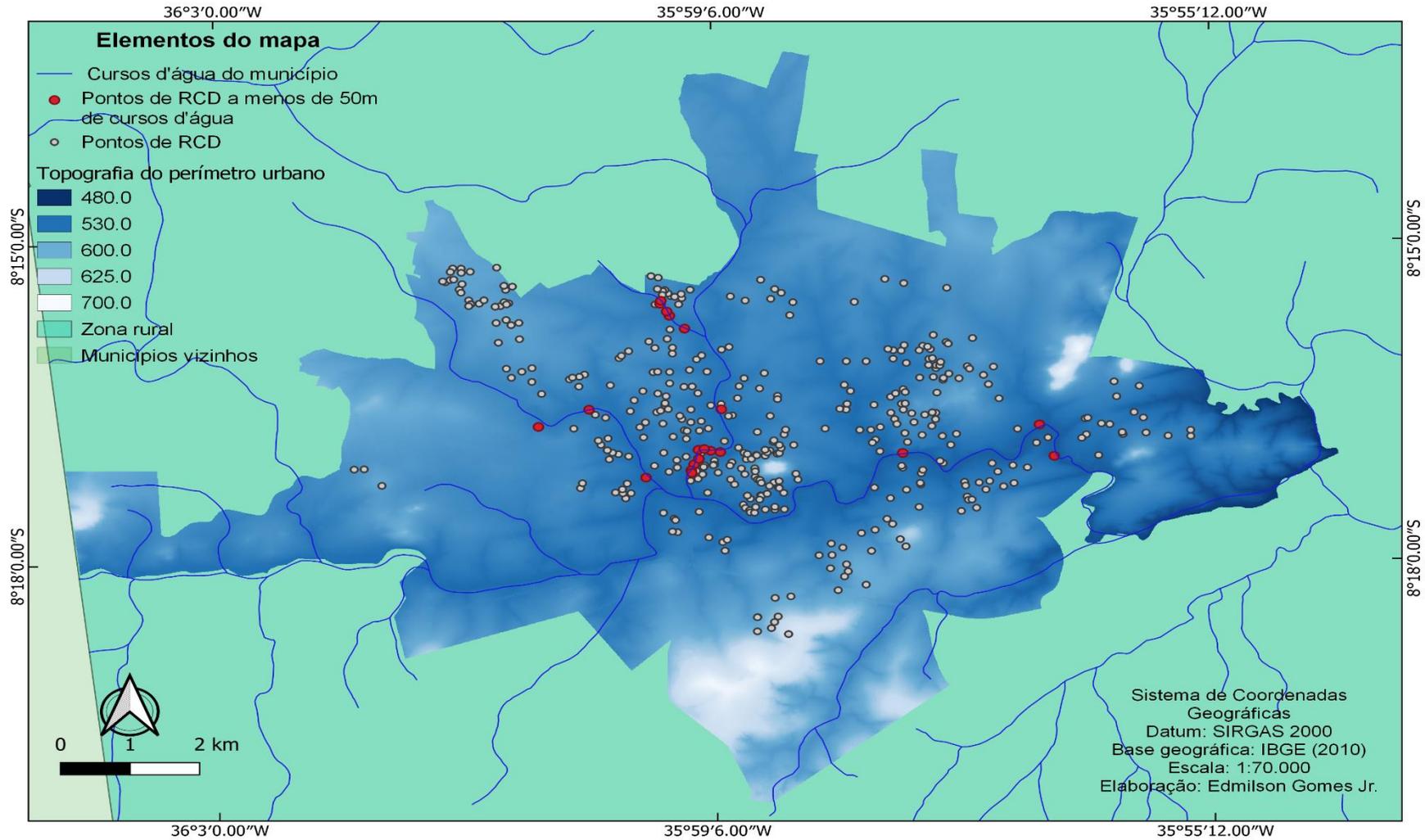
5.4.1 Análise qualitativa

Para a determinação do critério de proximidade ou não proximidade dos pontos de disposição irregular com relação aos cursos d'água empregado na pesquisa, utilizou-se o parâmetro estipulado pelo código florestal – atualizado pela Lei nº 12.727/12- que estabelece uma distância de até 50m para cursos d'água de 10 a 50m de largura. Os pontos com distância inferior a esse limite são, portanto, os que mais propensos a causar algum impacto ambiental (BRASIL, 2012).

Estabelecido o critério de proximidade, encontrou-se 20 pontos (destacados em vermelho), os quais estão a localizados até uma distância máxima de 50m dos corpos d'água, como pode ser verificado no Mapa 9. São esses os considerados de maior impacto negativo para os corpos hídricos, tendo em vista que podem causar a obstrução dos cursos d'água e assoreamento, o que acarreta enchentes e alagamentos, além da poluição provocada nesses locais e em sua volta.

O mesmo critério de distância (50m) foi também utilizado para se averiguar o potencial de risco que os RCC podem causar ao meio biótico (fauna e flora). No Mapa 10 é apresentado o mapa com os pontos de RCC e a vegetação dentro do perímetro urbano do município no qual pode-se verificar que apenas 35 pontos incidem sobre as áreas verdes. Embora os demais pontos não estejam a uma distância considerada crítica dessas áreas de vegetação, ainda assim devem ser considerados, pois mesmo que indiretamente podem vir a causar algum dano a esse meio biótico.

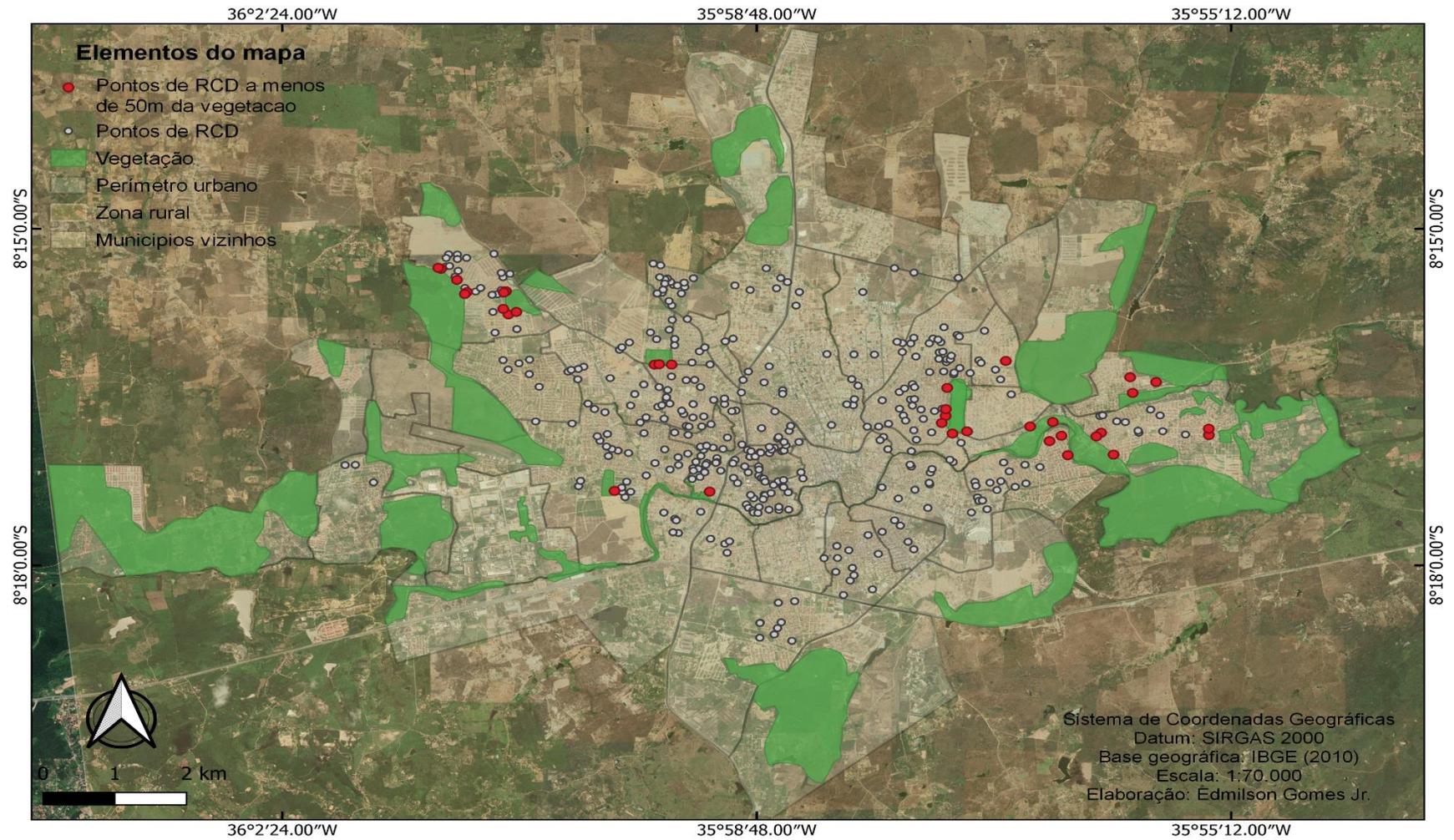
Mapa 9 - Mapa de disposição irregular de RCC em relação aos cursos d'água no perímetro urbano.



Fonte: o autor (2022).

Nota: Elaborado a partir de dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA (2021).

Mapa 10 - Mapa de disposição irregular de RCC em relação à vegetação no perímetro urbano.



Fonte: o autor (2022).

No que diz respeito ao meio antrópico, 291 pontos verificados apresentam impactos atinentes a população nas proximidades. Os problemas mais comuns observados foram o aumento de volume das pilhas de RCC pela recorrência do pequeno gerador em depositar esses resíduos no mesmo ponto, a mistura de resíduos domésticos com matéria orgânica aos RCC que provocam alteração das condições sanitárias locais, alterações paisagísticas e alteração do tráfego de pedestres e veículos.

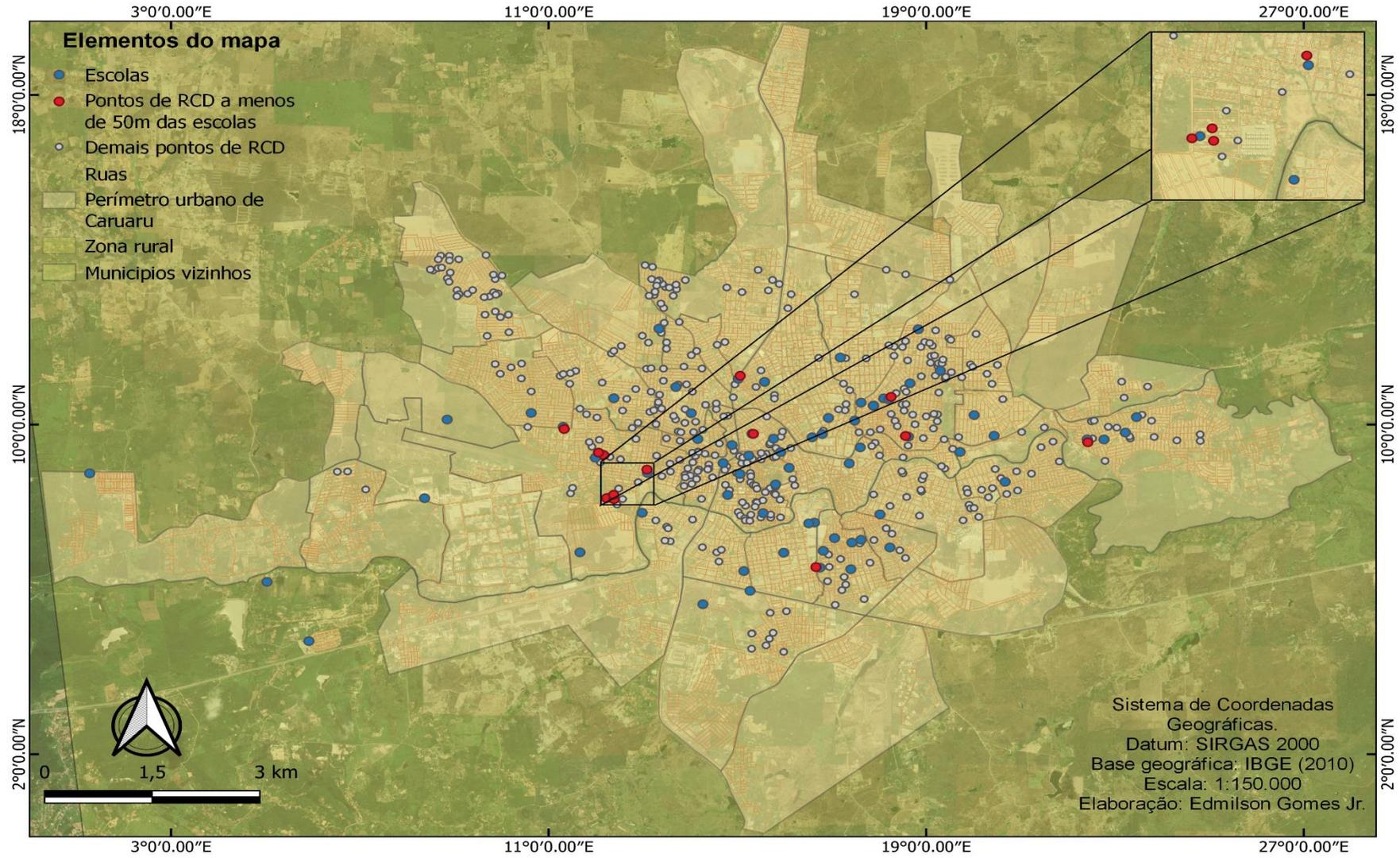
A fim de padronizar a distância estabelecida como crítica, gerou-se um buffer de 50m para análise da proximidade dos pontos aos equipamentos públicos. Da análise dos mapas, observa-se que 9,3% da incidência de pontos de disposição de RCC (cerca de 37 pontos) encontravam-se a menos de 50m dos equipamentos de uso público.

No Mapa 11 é apresentado o mapa dos pontos de RCC com relação às escolas no perímetro urbano do município. É possível observar que 13 pontos de RCC estão a uma distância considerada crítica. No Mapa 12 tem-se o mapa dos pontos de Resíduos de Construção Civil com relação às praças e parques no perímetro urbano do município, com 9 pontos de resíduos sólidos próximos a esses equipamentos. No Mapa 13 é mostrado o mapa dos pontos de RCC com relação às Unidades Básicas de Saúde no perímetro urbano do município e a incidência de 15 pontos de RCC.

Os impactos nesses locais são mais significativos porque afetam diretamente uma área de interesse social e interfere diretamente na qualidade de vida dos usuários desses equipamentos públicos, com danos causados aos aspectos visuais (com a poluição visual provocada pelas pilhas de resíduos sólidos), sanitários (com a atração e proliferação de vetores de doenças) e o tráfego das vias adjacentes (dificultando o trânsito das pessoas, desviando rotas de transportes públicos ou dificultando o acesso a eles).

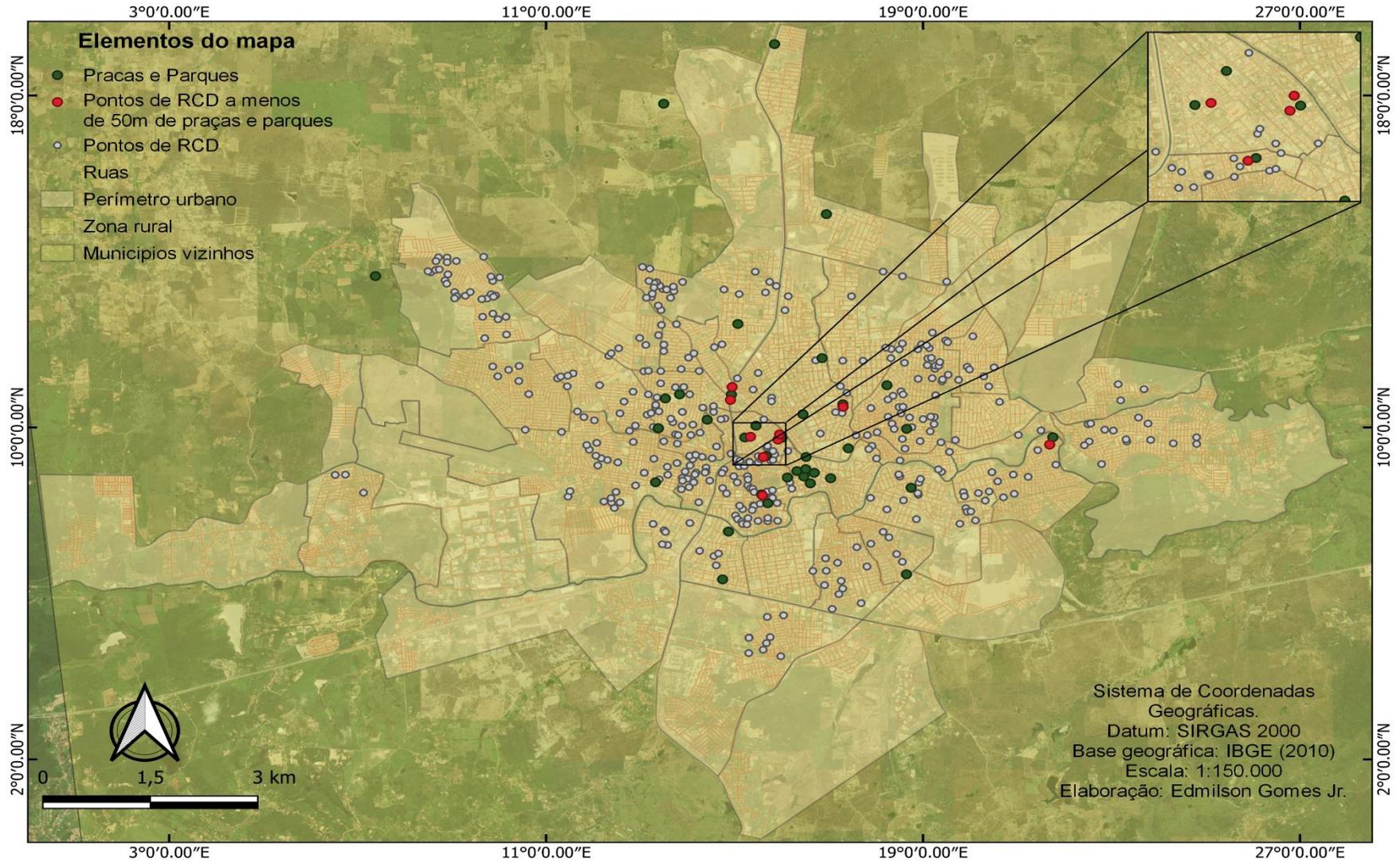
Assim, compreende-se a importância desses eventos constatados a partir do processamento das informações para a constatação das multicausalidades provocadas a partir da dinâmica da disposição inapropriada de RCC, em que os fatores biológicos e socioeconômicos da população representam instrumentos especiais para colaboração na gestão dos resíduos sólidos.

Mapa 11 - Mapa de disposição irregular de RCC em relação às escolas no perímetro urbano.



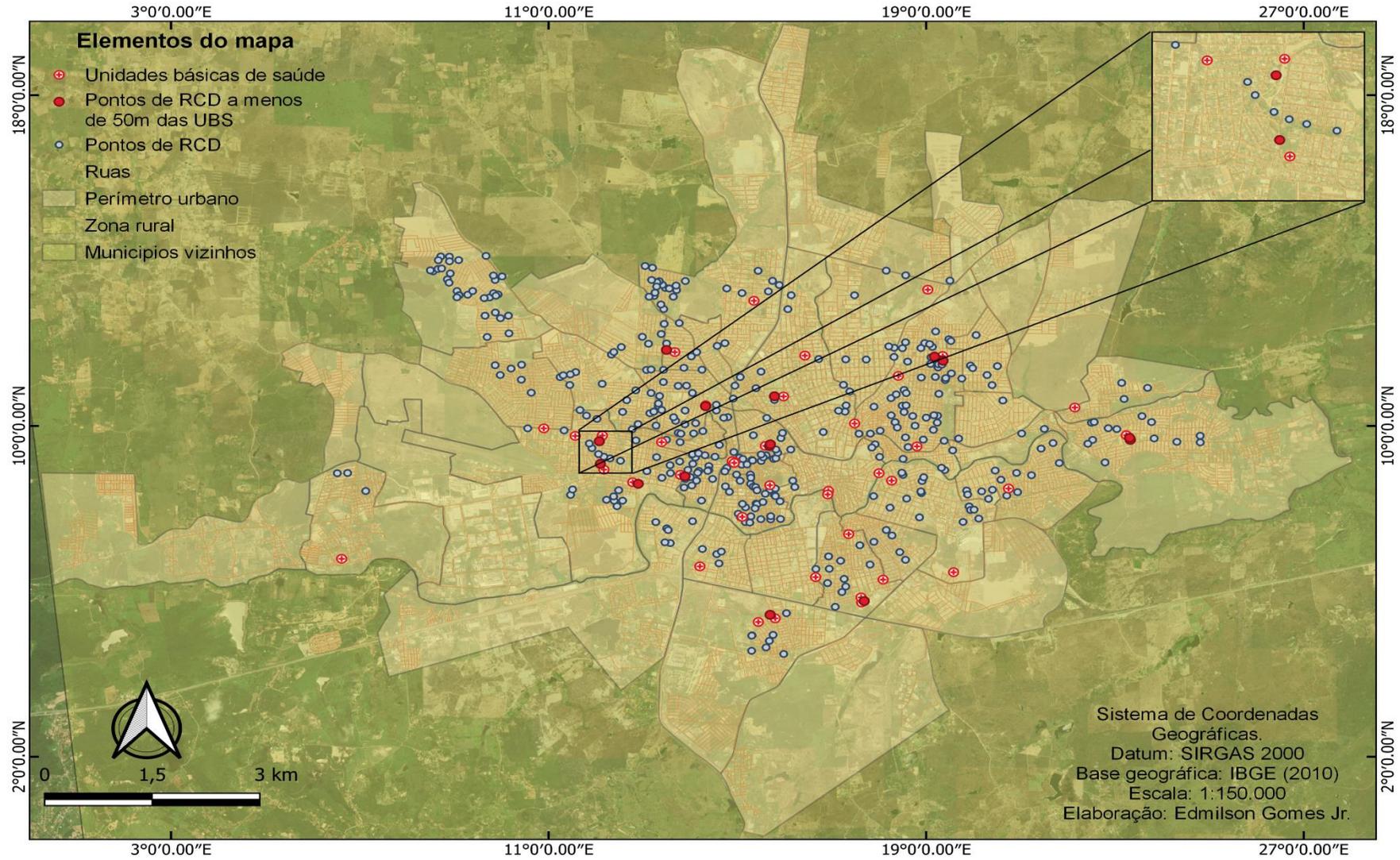
Fonte: o autor (2022).

Mapa 12 - Mapa de disposição irregular de RCC em relação às praças e parques no perímetro urbano.



Fonte: o autor (2022).

Mapa 13 - Mapa de disposição irregular de RCC em relação às Unidades Básicas de Saúde no perímetro urbano.



Fonte: o autor (2022).

Complementarmente à análise qualitativa, a análise quantitativa contribui para o apontamento das ações impactantes para o meio físico, biótico e antrópico. Por meio da matriz quantitativa de interação dos impactos ocasionados pelos RCC é apresentada a distinção entre impactos positivos e negativos gerados e seu grau de magnitude pela análise das quadrículas para melhor compreensão da dimensão dos impactos ocorridos e, por fim, a indicação de quais medidas adotar para minimizá-los.

Compilada todas as informações extraídas do questionário aplicado para a Matriz de interação e correlacionada as conexões de maior influência na dinâmica de interação que interferem no meio e acarretam impactos decorrentes da disposição irregular de RCC, que podem ser ocasionados tanto no âmbito social quanto na esfera ambiental, é notório que as condições naturais de uma localidade estão sujeitas ao desequilíbrio provocado pela disposição imprópria de RCC. Assim, evidencia-se a relevância do potencial de interferência desses resíduos no meio em volta, promovendo alterações ambientais.

Com a oportunidade das visitas em campo para a coleta das informações avaliou-se parâmetros outros para além dos impactos diretos meio ambiente e de caráter mais amplo. Por esse intermédio, constata-se que o meio antrópico foi o que sofreu maior dano como consequência da disposição irregular dos materiais de resíduos sólidos com 291 pontos, o que representa 71,0% do total de pontos coletados. Tal avaliação pode colaborar para que os gestores municipais busquem atingir o equilíbrio entre o desenvolvimento social e os recursos naturais.

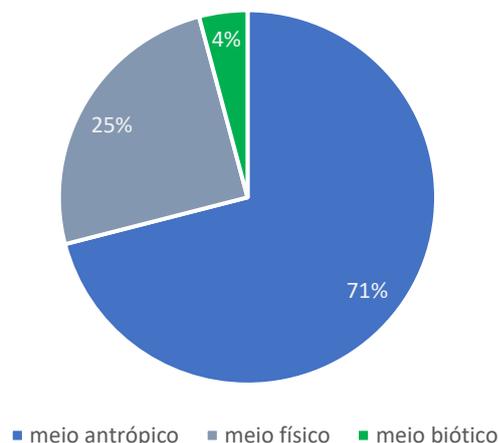
O meio físico tem por conceito fundamental o espaço que aloja os demais meio e está caracterizado no Art 6º da Resolução CONAMA nº001/86. Esse apresentou uma ocorrência de impactos de cerca de 24,9%, correspondente a 102 pontos de disposição irregular de RCC. E o menos afetados foi o meio biótico, compreendido pela mesma Resolução CONAMA nº001/86 em seu Art. 6º como sendo o meio biológico que engloba os ecossistemas naturais e conteve apenas 17 pontos de RCC, ou 4,1% do total.

No Gráfico 17 são apresentados os percentuais da interferência dos pontos de RCC em cada espaço ambiental. No meio físico, os aspectos mais relevantes dizem respeito ao regime de escoamento no perímetro urbano no que compreende a drenagem urbana das águas pluviais, já que 279 pontos de RCC estavam depositados em ruas e calçadas, impedindo o correto escoamento das águas.

Ainda provocando o entupimento das bocas de lobo e das canalizações de drenagem. Soma-se a isso a possibilidade de alteração das propriedades físicas do solo como, por exemplo,

interferência na capacidade de retenção de água no solo que estão expostos e em locais onde foram encontrados pontos de disposição irregular.

Gráfico 17 - Percentual de impactos causados nos ambientes pela disposição de RCC



Fonte: o autor (2022).

O risco de contaminação química também se mostrou presente, tendo em vista que 12 pontos apresentaram materiais com componentes tóxicos, Classe D, o que pode ocasionar a contaminação do solo e até do lençol freático do lugar. Os cursos d'água também estão sujeitos a contaminação por líquidos percolados - como o chorume, gerado a partir da decomposição dos resíduos orgânicos de origem doméstica misturados aos resíduos sólidos – pela proximidade desses pontos com os recursos hídricos (Fotografia 11).

Fotografia 11 - Ponto de RCC às margens de cursos d'água na Rua Manoel Geraldo de Albuquerque– Kennedy, Caruaru



Fonte: o autor (2022).

No que concerne o meio ambiente, os impactos podem ser classificados como reversíveis, visto que provocou apenas pequena supressão de área para depósito desses materiais, sendo considerado de ordem direta e com extensão local, consoante a matriz de interação. Tal situação pode ter ocorrido devido à expansão imobiliária pouco planejada pela qual o município passa, com lotes sendo construídos em locais próximos a áreas de vegetação e sem o devido planejamento urbano, ampliando de forma acelerada o uso e ocupação do solo.

Da matriz de interação, no que diz respeito à geração de resíduos sólidos de construção e uso e ocupação do solo, igualmente foram consideradas de caráter reversíveis, embora tenham causado impactos diretos, tanto no meio físico, quanto no meio antrópico e biótico.

E, quando considerada a interação desses fatores, a reversibilidade do dano ocasionado é urgente e condicionada a ações reparadoras que estabeleçam um planejamento para sua implementação de modo a trazer resultados ainda a curto prazo, e escalada no tempo para a consecução da reversão dos danos também a médio e longo prazos. Na Fotografia 12 é mostrado um ponto de RCC em área de vegetação natural.

Fotografia 12 - Disposição irregular de RCC em área de vegetação



Fonte: o autor (2022).

Outro fator de impacto direto que foi analisado decorre do carregamento das partículas dos materiais pelo vento e seu consequente espalhamento com risco à inalação deles pelos moradores locais. Dessarte, o meio antrópico é mais fortemente afetado com o prejuízo às condições de saúde não apenas pela inalação desses materiais particulados, bem como, pela proliferação de doenças transmitidas por vetores atraídos para esses resíduos pela possibilidade de abrigo ou de alimento.

Pois, é comum a mistura de resíduos orgânicos de origem doméstica à pilha dos RCC, o que também provoca a emissão de odores gerados pela sua decomposição. Como a maioria

das disposições irregulares ocorrem próximas a residências, a população local convive com essas interferências a poucos metros de suas residências.

Ainda quanto ao aspecto social, meio antrópico, não se observou risco de desmoronamento que pudesse ser provocado em decorrência do descarte de RCC; embora tenha-se observado o acúmulo desses materiais em áreas de exclusão social, com construções desprovidas de estrutura e em terrenos íngremes, com risco de tombamento das pilhas de resíduos pela ação da chuva ou deslocamento de terra em áreas onde há instabilidade do solo.

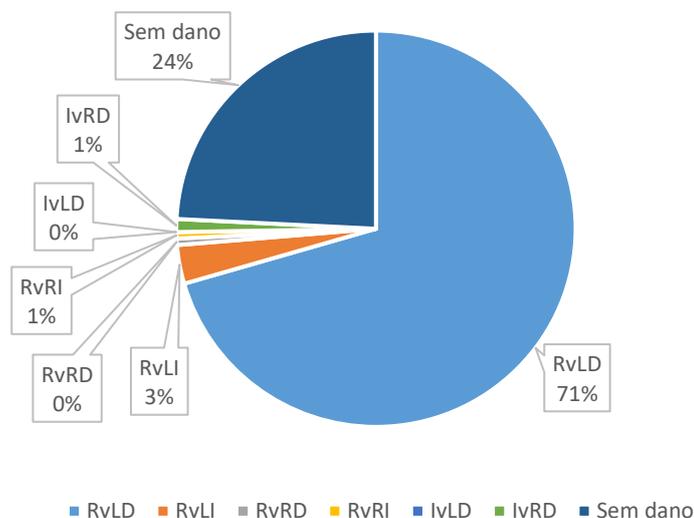
Geralmente, uma análise não pormenorizada permite constatar que os pontos são considerados causadores de danos reversíveis e com extensão local, dado que a maioria dos impactos estão caracterizados como reversíveis, diretos e locais. Indica, portanto, ser possível a mitigação dos prejuízos causados, se implementado um conjunto de ações planejadas visem à sustentabilidade completa da lide dos resíduos tanto em âmbito social quanto ambiental.

No Anexo B é apresentada a Matriz qualitativa de interação com os impactos provocados pelos RCC nos pontos coletados no município de Caruaru. Essa informação é sintetizada no Gráfico 18, com a mesma análise qualitativa. De todas as quadrículas de interação analisadas, têm-se que:

- (134 quadrículas) foram considerados como sendo de impactos reversíveis locais e diretos;
- (46 quadrículas) não ocasionavam nenhum impacto;
- (1 quadrículas) reversível regional direto;
- (0 quadrículas) irreversível local direto;
- (6 quadrículas) reversível local indireto;
- (2 quadrículas) irreversível regional direto e
- (1 quadrículas) reversível regional indireto.

Nos locais próximos a pequenos cursos d'água, verificou-se que 5 pontos estavam às margens de canais responsáveis pela drenagem de sub-bacias no trecho urbano do município, o que pode implicar obstrução dos canais levando à formação de enchentes nos períodos do ano de maior precipitação pluviométrica. Entretanto, em uma análise mais apurada, realizada por meio de uma verificação espacial e traçando uma correlação entre as informações colhidas *in loco*, nota-se um quantitativo ainda maior desses pontos nas proximidades dos corpos d'água.

Gráfico 18 - Resultados percentuais da análise da matriz qualitativa.



Fonte: o autor (2022).

5.4.2 Análise quantitativa

A interação quantitativa entre as interferências de maior impacto nos meios sob análise - quais sejam, o meio físico, o meio biótico e o meio antrópico - e por elas afetados é necessária para a identificação da natureza do impacto causado, se positivo ou negativo, e o seu grau de magnitude quando negativo.

Nesse aspecto, tal análise é feita com base na compreensão do pesquisador, o que inevitavelmente imprime um caráter em parte subjetivo aos resultados, de modo que, repetida a pesquisa algumas vezes, poderia encontrar-se resultados um pouco diferentes, muito embora todos convergissem para uma mesma constatação. O Anexo C apresenta a matriz quantitativa de impactos e consta de 190 quadrículas, das quais:

- 86 quadrículas referentes a impactos negativos;
- 15 quadrículas referentes a impactos positivos; e
- 89 quadrículas referem-se à inexistência de impacto.

A soma de -189 referente ao balanço dos valores da matriz quantitativa permite a comprovação de que a maioria dos impactos são de caráter negativo para o ambiente. Corroboram para esse valor a geração de RCC e ocupação do solo, para os quais chegou-se a atribuir grau de impacto 5, o mais alto. A alteração das condições sanitárias, bem como, o risco de

contaminação química por elementos de Classe D, misturados aos resíduos sólidos, representa um alto grau de dano ambiental, independe da quantidade de material, pelo risco de impactos ambientais graves ou até irreversíveis.

A difusão de materiais particulados constituintes dos resíduos sólidos também contribui significativamente para a elevação desse valor negativo. Por estarem esses pontos muito próximos à população, aumentam o risco à saúde pelo desenvolvimento de doenças respiratórias. O comprometimento da vegetação e a impermeabilização do solo, embora tenham causado impactos negativos, esses não se mostraram ser os de mais alto impacto.

A Tabela 12 resume a quantidade de quadrículas para cada grau de magnitude dos impactos provocados.

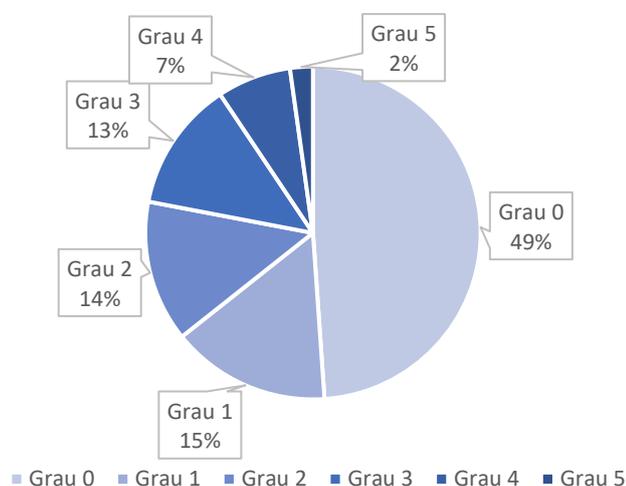
Tabela 12 - Quantidade de quadrícula por grau de impacto gerado

Magnitude dos impactos	Quadrículas
Grau 0	89
Grau 1	28
Grau 2	25
Grau 3	23
Grau 4	13
Grau 5	4

Fonte: o autor (2022).

Do total de 190 quadrículas analisadas na matriz de interação quantitativa, no Gráfico 19 é apresentado o grau de magnitude dos impactos dos RCC em termos percentuais para o município

Gráfico 19 - Resultados percentuais da análise da matriz qualitativa.



Fonte: o autor (2022).

Contribuem para a elevação do grau de impacto a falta de fiscalização adequada e a falta de elaboração de instrumentos para a conscientização quanto aos riscos aos quais a população está sujeita quando despejam esses resíduos sólidos sem os devidos cuidados e em locais impróprios. Por outro lado, essa mesma população encontra dificuldades em realizar a correta disposição de RCC – sobretudo nas localidades mais carentes de estrutura e recursos -pela falta de locais adequados especificamente criados para o descarte dos resíduos gerados.

Todos esses graus de impactos seriam fortemente mitigados, ou até mesmo zerados, isto é, classificados como de grau 0 (para o qual o impacto é inexistente) se houvessem locais apropriados destinados para o descarte dos resíduos sólidos gerados.

5.5 PROPOSTA DE LOCAIS PARA INSTALAÇÃO DAS URPV OU ECO ESTAÇÕES

A análise realizada no contexto socioambiental constata a necessidade das URPV para uma melhor gestão do RCC proveniente do pequeno gerador. Sendo assim, o diagnóstico realizado nesse trabalho apresenta subsídios através de informações podem indicar quais melhorias adotar para uma melhor sistematização integrada das unidades, tendo em vista que esses pontos de entrega voluntária são parte de uma rede maior de coleta e destinação daqueles resíduos de construção e demolição.

No município de Caruaru existe dois pontos de eco estação já implantados e em operação. Em vista disso, realizou-se visitas a essa unidade com o intuito de conhecer o funcionamento do sistema e a sua área de abrangência, onde foi possível verificar que essa atende aos requisitos da legislação municipal. Na Fotografia 13 é apresentada a Eco estação localizada no bairro Indianópolis (a) e a Eco estação localizada no bairro Universitário (b), no município de Caruaru. As unidades ocupam uma área de 280 m² cada uma e dispõem de boa estrutura para recebimento e acomodação dos volumes.

Todavia, observou-se também que, embora sua capacidade de processamento dos resíduos sólidos seja pequena, está localizada em bairros de classe média alta, para os quais verificou-se bem pouca geração de RCC, de modo que essa unidade tem sua capacidade subutilizada.

Tendo em vista que a maioria dos pontos de disposição dos RCC estavam localizados bem mais próximos da população de locais de mais baixa renda, ou seja, tão mais próximos são esses pontos do convívio dessas pessoas quanto mais baixa é a sua renda média familiar, a escolhas dos locais sugeridos para a instalação das URPV devem também considerar o critério

de proximidade, pois o modo como esses pontos estão dispostos espacialmente indicam a formação de microáreas de captação não regularizadas.

Fotografia 13 - Eco estação Indianópolis (a) e Eco estação Universitário (b), no município de Caruaru



Fonte: o autor (2022).

As áreas onde foram observados esses pontos sinalizam os locais preferíveis para a instalação das URPV. Desta feita, criou-se um buffer de 200m (LAFAYETTE, 2016) entorno dos pontos irregulares para melhor identificar as áreas que sejam próximas aos locais com maior incidência de pontos. Ademais, fez-se importante considerar a conjuntura social local, que não permite a viabilização do transporte desses resíduos por longos trechos até um local mais afastado, em razão da precariedade do tipo de equipamento empregado carregamento dos RCC.

Durante a realização das visitas em campo observou-se a existência de apenas um ponto de coleta para esse tipo de resíduo, o qual resta insuficiente para um perímetro urbano tão grande quanto o do município. Por isso, aplicou-se a equação de Scremin (2007) para determinação do número de Eco estações adequado. Como resultado, foram propostas 7 (sete) URPV para atender satisfatoriamente o município de Caruaru, considerando a sua área urbana de 80,56 Km² e um raio de abrangência de 2 Km para essas unidades, definido em função da topografia local.

Todavia, como trata-se de uma estimativa aproximada, outra análise foi realizada para a verificação da quantidade ótima de URPV no município. Essa análise foi feita no QGis utilizando o algoritmo de Mapa de Densidade de Kernel (Mapa 14), identificando os padrões de distribuição espacial deles.

O raio de influência utilizado foi de 500m e a função estatística usada para a interpolação dos dados foi quântica. Assim, com as manchas de densidade resultante da análise foi possível determinar a delimitação das bacias de captação formadas pela disposição espacial dos pontos

e, como resultado desse conjunto de análises, que reuniu a Equação de Scremin e o mapa de densidade, fixou-se o número de 9 URPV como sendo adequado para atender todo o perímetro urbano do município.

Ainda assim, para a instalação de eco estações é necessário que haja disponibilidade de áreas suficientemente adequadas. Por esse motivo, para determinação dos locais mais adequados para instalação das unidades levou-se em consideração o mapa de densidade de Kernel, uma vez que, o mais adequado é que as URPV estejam localizadas no centroide das manchas de densidade geradas.

Entretanto, como o município não dispõe de áreas públicas em todas as localidades, foi escolhida a área mais próxima possível dos centroides e que se apresentassem viáveis para a instalação. É sugerido também a realização de parcerias público-privadas para a viabilização financeira da sua instalação. Ficando o município responsável por incentivar a utilização dessas unidades e responsabilizando-se pela sua fiscalização, (SCREMIN, 2007).

Outra questão preponderante para a escolha dos locais de instalação das URPV diz respeito ao volume de certos pontos de disposição de RCC encontrados, pois sugerem um ponto de recorrência de disposição de resíduos sólidos e geralmente localizados em áreas abertas. Os pontos com tais características que estiverem circundados pelo buffer de pontos adjacentes ou em locais com maior densidade de pontos têm maior potencial para adequar-se aos requisitos definidos para tornarem-se locais de URPV.

Ainda que todos os critérios adotados tenham convergido para a determinação dos melhores locais para a implantação das URPV, na busca realizada por meio do software Google Earth não foi possível encontrar áreas adequadas na localização ótima para cada algumas unidades. Sendo assim, algumas delas encontram-se deslocadas áreas nas quais teriam a máxima abrangência de pontos de disposição de RCC.

Na Fotografia 14 é mostrado um dos locais sugeridos para a instalação de uma URPV. O terreno fica em uma área pública, possui forma trapezoidal com 220m² de área

No Mapa 15 é apresentado o mapa com a indicação estratégica dos locais onde poderiam ser implantadas as Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes com os pontos de disposição irregular coletados em campo.

Fotografia 14 - Local sugerido para instalação de uma das URPV, no bairro Centenário, em Caruaru



Fonte: o autor (2022).

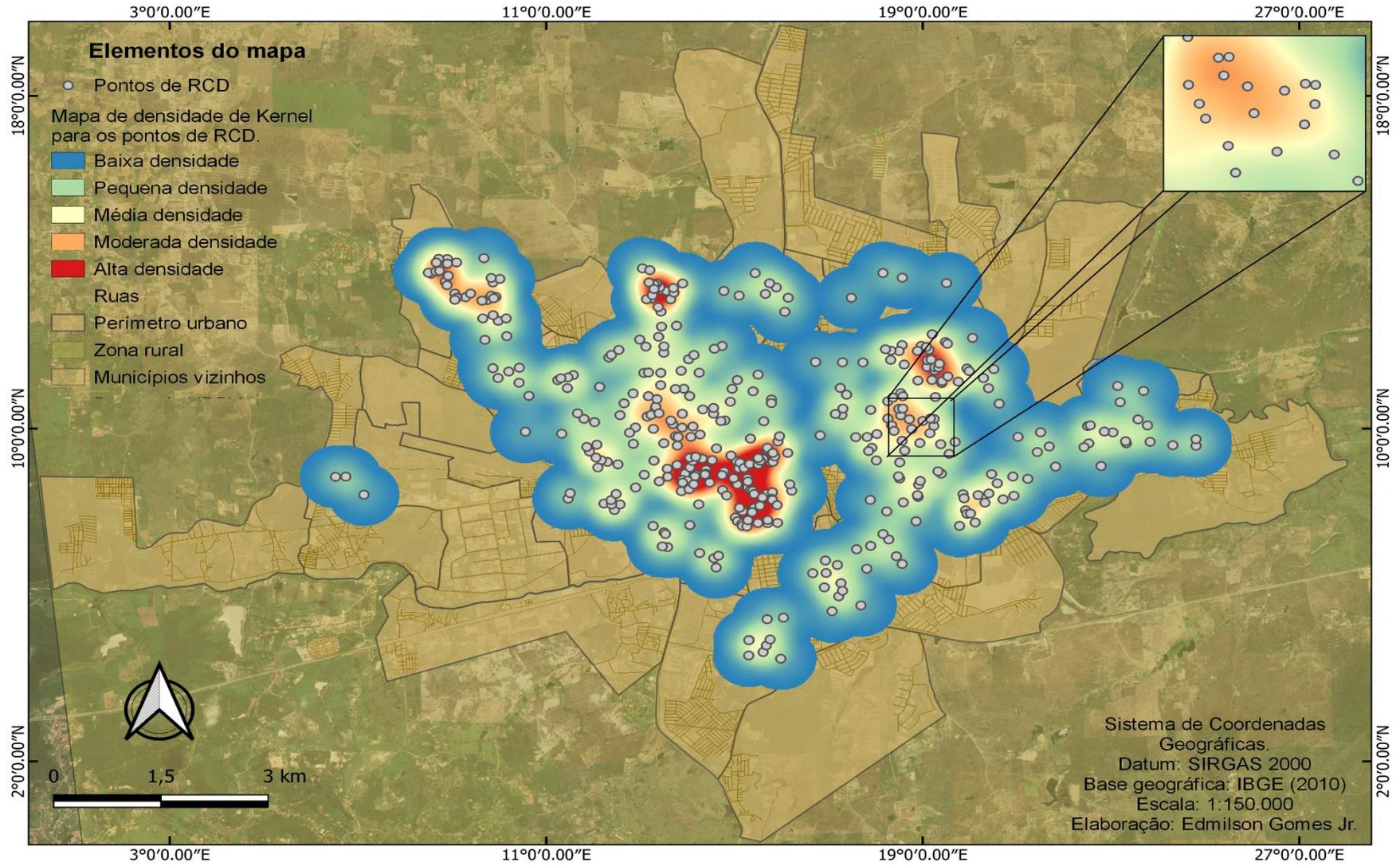
Na Tabela 13 é apresentada a relação das localidades sugeridas para cada URPV. A unidade 04 na Rua Manoel Nunes e a unidade 08 na Rua Albert Bruce Sabin – Salgado, são unidades já implantadas e em funcionamento.

Tabela 13 - Localização das áreas para implantação das URPV

Pontos	Coordenadas geográficas		Endereço
	Latitude (S)	Longitude (W)	
01	8°15'28.1"S	36°01'04.2"W	Rua Quitéria Batista de Souza – Andorinhas
02	8°15'29.6"S	35°59'23.3"W	Rua Propiá – Nova Caruaru
03	8°16'01.2"S	35°57'07.1"W	Rua Unide – São João da Escócia
04	8°17'20.4"S	35°57'05.0"W	Rua - Indianópolis
05	8°16'40.9"S	35°57'31.1"W	Rua José Bernd. de Carvalho - São João da Escócia
06	8°17'03.1"S	35°59'12.3"W	Avenida Caiucá - Caiucá
07	8°17'15.1"S	35°58'48.6"W	Rua Vigário de Antônio Jorge – São Francisco
08	8°15'51.9"S	35°57'43.1"W	R. Albert Bruce Sabin, 340 - Salgado
09	8°16'59.2"S	35°58'35.4"W	Travessa Piauí – Centenário

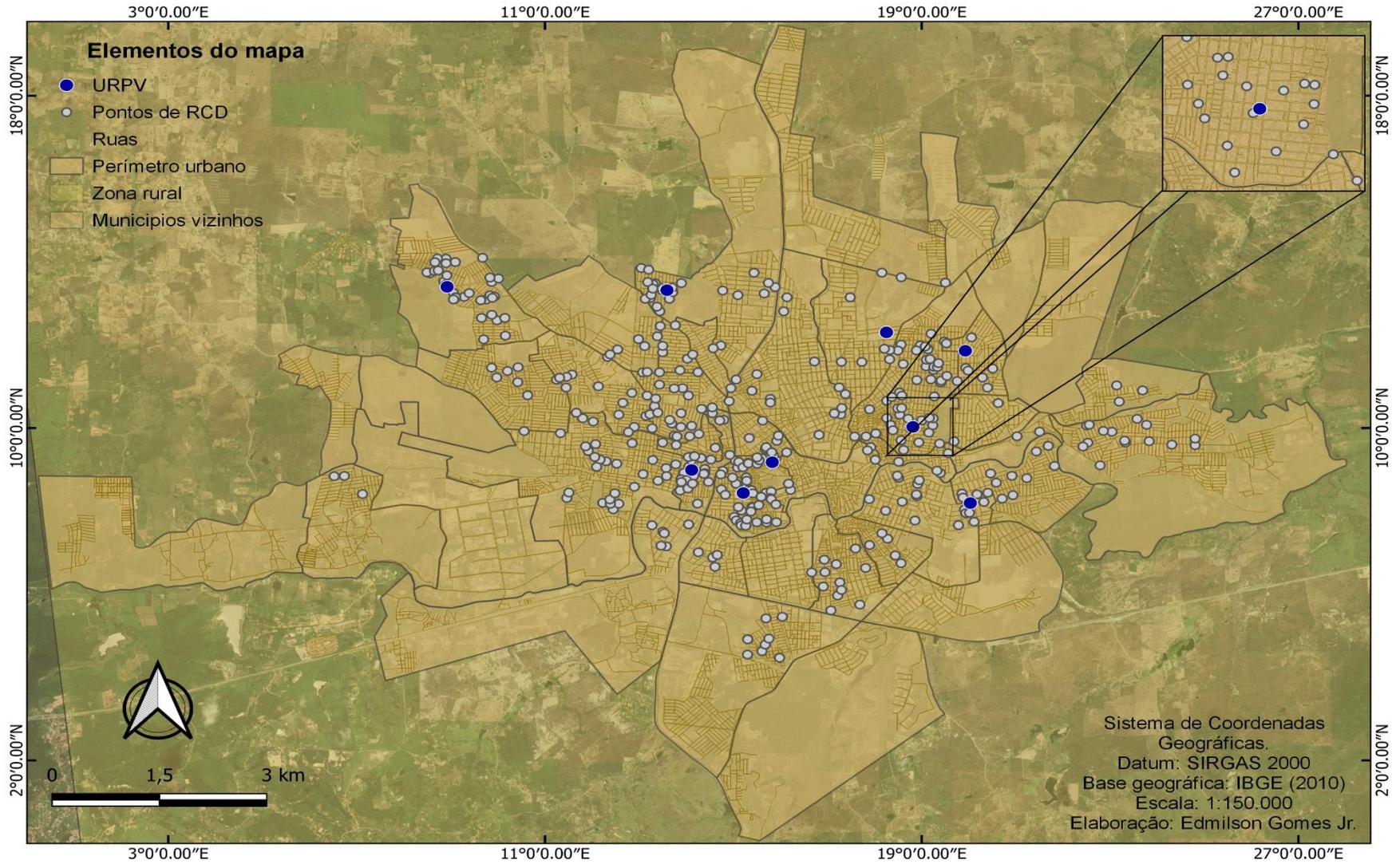
Fonte: o autor (2022).

Mapa 14 - Mapa de densidade de Kernel para os pontos de RCC



Fonte: o autor (2022).

Mapa 15 - Localização das URPV no perímetro urbano e pontos de RCC



Fonte: o autor (2022).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentadas as conclusões inferidas a partir da análise dos resultados obtidos quanto à gestão municipal dos RCC, seu desempenho em relação a alguns municípios da Região Metropolitana de Recife; o mapeamento desses pontos e a sua proximidade com a vegetação nativa, os cursos d'água e os equipamentos públicos, além das consequências socioambientais resultantes dessa disposição irregular de RCC no município de Caruaru. Subsequentemente, são levantadas algumas sugestões para trabalhos futuros.

6.1 CONCLUSÕES

Por meio da aplicação dos indicadores de sustentabilidade, foi possível constatar que a gestão de RCC do município está abaixo do que é considerada como sustentável, tendo em vista que obteve apenas 24 pontos no IGRCD, o que é considerado como uma gestão ineficiente desses resíduos. Comparando-se aos demais municípios estudados da RMR, Paulista obteve a 4ª colocação com o IGRCD menor que o obtido por Recife, Camaragibe e Olinda.

Com o diagnóstico de baixo grau de sustentabilidade em relação à gestão de RCC, fica evidente que é imprescindível que haja uma reestruturação na gestão do município, para que o mesmo cumpra o que está estabelecido e acordado no Plano Municipal de Resíduos Sólidos – PMRS (PERNAMBUCO, 2012).

Esse Plano estabeleceu alternativas para destinação de resíduos, entre eles os RCC. Entre as alternativas propostas pelo PMRS está a implantação de usinas de beneficiamento de resíduos e a criação de consórcios entre municípios, para que fiquem de acordo com o que estabelece a Resolução 307 do CONAMA 2002 em relação às diretrizes dos PMGRCC.

As técnicas de geoprocessamento adotadas para o trabalho através da metodologia utilizada mostraram-se de grande importância para a realização de análises mais detalhadas. O emprego desse instrumento de análise espacial viabilizou o cruzamento de informações indispensáveis à averiguação realizada, permitindo a produção de informações mais refinadas, as quais não seriam facilmente conseguidas sem as diversas formas de confrontamento de informações possibilitadas por essa ferramenta de investigação geoespacial.

O município de Caruaru apesar de sua relevante importância econômica para toda a região do Agreste - e para o estado de Pernambuco como um todo, tanto que figura como a principal cidade do interior do estado – e de observar-se no seu setor da construção civil uma forte expansão nos últimos anos, possui ainda uma gama de pontos a melhorar na sua gestão

de RCC. Assim, problemas com o despejo e acúmulo de RCC em locais inapropriados agravam aspectos socioambientais e gera diversos impactos.

Após a análise dos grupos que compõem o questionário apresentado na metodologia – cujas categorias foram (a) Instrumentos para políticas de resíduos, (b) programas, (c) coleta e triagem e (d) tratamento e disposição - para avaliação da gestão do município de Caruaru

Quanto aos Resíduos de Construção Civil observa-se um baixo desempenho da municipalidade tendo em vista que, dos quatro grupos de instrumentos, obteve grau baixo em três deles, e apenas nos indicadores de instrumentos para políticas obteve o grau médio, ainda assim, com a pontuação mínima necessária para tanto.

O seu baixo desempenho evidencia a necessidade de uma indispensável estruturação da gestão municipal de RCC e a criação do seu Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PMGRCC, obedecendo às diretrizes da Lei nº 12.305/10 que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, (BRASIL, 2010).

O município demonstra caminhar pra uma melhora nesse quadro com a implantação da sua primeira Eco estação (e ainda busca reunir recursos para a implantação de outras), também dispõe de uma Área de Transbordo e Triagem – ATT de implantação e operação privada destinada aos RCC, localizado em sua zona rural, além de possuir lei municipal para gestão de resíduos da construção civil e de estar já em fase de elaboração o seu Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil –PMGRCC, o qual, dentre outros, atribui responsabilidades ao gerador dos resíduos.

Todavia, apesar dos esforços que o poder municipal tem demonstrado na tentativa de alcançar uma maior eficiência na gestão e na busca por uma integração para o correto manejo do RCC, é patente a pouca eficiência e a falta de propostas que atuem de modo a prevenir os problemas decorrentes dessa falta de estruturação e integração para a gestão adequada dos resíduos de construção e demolição.

A disposição espacial dos pontos de RCC na malha urbana do município, da mesma maneira que sua caracterização e quantidade, forneceram indícios que permitem a dedução de que os principais responsáveis pela formação e disposição das pilhas de resíduos nos diversos pontos da municipalidade são os pequenos geradores, cujo perfil se caracteriza por serem moradores da própria localidade onde os resíduos são encontrados e de mais baixa renda familiar. 79,27% dos pontos coletados estavam nessas áreas de classe baixa, com renda média familiar não superior a R\$: 1.164,00.

Outra característica notável diz respeito à densidade demográfica, que tende a ser maior nas localidades com mais incidência de pontos de disposição de RCC, uma vez que 87

pontos (ou 21,2%) estavam localizados em áreas consideradas de alta densidade demográfica, isto é, acima de 160 habitantes por hectare. E mais 241 pontos (ou 58,8%) em áreas de média densidade demográfica que são aquelas com população de 20 a 160 habitantes por hectare. E apenas, 82 pontos (o que representa 20,0%) em localidades de baixa densidade demográfica (com até 20 habitantes por hectare).

Essas correlações são reforçadas pela análise da composição das pilhas de RCC catalogadas. A preponderância de resíduos Classe A (405 pontos), encontrado na quase totalidade dos pontos (98,8%), ratifica a constatação de que a grande maioria dos pontos de RCC provêm realmente de pequenas obras e reformas. Os pontos Classe B foi o segundo tipo mais predominante, com 230 pontos, com incidência também dos resíduos Classe C em 42 pontos.

Essa difusão desordenada do uso e ocupação do solo – demonstrado pela quantidade e composição dos pontos de RCC - configura a inoperância da gestão municipal quanto aos RCC, sobretudo, em locais caracterizados pela dominância da população de baixa renda e carentes de infraestrutura e serviços públicos.

Essa dinâmica de disposição e composição das pilhas de resíduos está estritamente relacionada aos impactos ocasionados no meio ambiente e no meio social. O ambiente urbano é mais fortemente afetado pela presença de RCC em muito pela proximidade desses pontos à população. Pois, 37 pontos de RCC estavam depositados a uma distância inferior a 50m de equipamentos de uso público. Sendo 15 pontos próximos à unidades de saúde, 13 pontos próximos à escolas e 9 pontos próximos à praças e parques.

O que provoca um aumento do risco à saúde das pessoas pela liberação, e consequente inalação, de material particulado advindos desses resíduos; e, ainda, a presença de animais vetores de doenças atraídos pela disposição de resíduos orgânicos de origem doméstica nessas pilhas formadas. Para mais, a poluição visual e prejuízos causados às redes de drenagem e à mobilidade das pessoas também foram considerados como de grande impacto negativo constatados para essas áreas.

Tratando-se dos impactos provocados no meio ambiente, a maioria dos danos foram considerados reversíveis e de abrangência local. Deles, 35 pontos incidiam em locais com proximidade menor que 50m de áreas de vegetação e 20 pontos a uma distância menor que 50m de cursos d'água.

Contudo, é importante que haja o estabelecimento de um conjunto de medidas que promovam a reversibilidade dos malefícios já causados, considerando que quanto maior for o retardo na aplicação dessas correções menor será a capacidade de recuperação do maio

ambiente afetado. Tais medidas corretivas poderiam ser iniciadas pela implantação de áreas destinadas ao recolhimento de pequenos volumes.

Algumas localidades apresentaram maior concentração de pontos de disposição irregular de RCC, caracterizando a conformação de bacias de captação de resíduos sólidos clandestinas. Para esses lugares seria apropriada a criação de ecopontos, como solução para a destinação dos resíduos gerados em pequenas quantidades oriundas de obras e reformas. Isso minimizaria em aproximadamente 48% o número de pontos de disposição irregular de RCC, considerando as localidades, a quantidade e a área de abrangência das URPV sugeridas.

O diagnóstico da gestão municipal e dos possíveis impactos ambientais provocados pela disposição irregular de RCC realizados e as análises de geoprocessamento nesse trabalho apresentadas contribuem para a elaboração de diretrizes que objetivem o planejamento e a criação de propostas com vistas a estruturar um sistema de gestão que atue nas diferentes interfaces dessa sistemática, integrado de modo a permitir a detecção das suas fragilidades.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- O estudo realizado reúne um conjunto de análises e compilação de dados dos quais derivam diversas informações que servem de referencial para a realização de trabalhos futuros relativos à gestão de resíduos de construção e demolição. Dessarte, apresenta-se como sugestão para trabalhos futuros:
- A análise socioeconômica dos custos envolvidos na disposição inadequada de RCC no município de Caruaru/PE;
- O estabelecimento de uma metodologia que permita uma maior fiscalização da disposição irregular de RCC;
- O estudo de propostas que permitam a ampliação e integração da rede de eco estações, e sistematização da coleta, transporte, triagem de disposição final de RCC.
- O desenvolvimento de um método para quantificar os RCC que são gerados em cada localidade mapeada, e análise gravimétrica para a obtenção de informações mais específicas a respeito da composição dos resíduos de construção e demolição.

REFERÊNCIAS

A BÍBLIA: antigo testamento. Brasília, DF: Sociedade Bíblica do Brasil, 2010.

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

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

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

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

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

_____. **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, 2004f.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2019**. Abrelpe, 2020. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama-2020>>. Acesso em: 18 de out. 2020.

ALBUQUERQUE, D.M.S. **Situação socioambiental disposição irregular dos resíduos da construção e demolição na cidade do Recife**. 2015. 184 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2015.

BARROS, E. JORGE C. F. **Gestão de RCC - resíduos de construção e demolição, na obra de ampliação do Aeroporto Francisco Sá Carneiro**. Revista da Faculdade de Ciência e Tecnologia. Porto. ISSN 1646-0499. 5 (2008) 62-74 FCT - Número 05 (2008)

BDE - BASE DE DADOS DO ESTADO. Pernambuco, 2020. Disponível em: <http://www.bde.pe.gov.br/estruturacao geral/conteudo_site2.aspx>. Acesso em: 02 de nov. de 2020.

BESSEN, Gina Rispah; FREITAS, Luciana; JACOBI, Pedro Roberto. **Política nacional de resíduos sólidos: implementação e monitoramento de resíduos urbanos**. São Paulo: IEE USP: OPNRS, 2017.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

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

_____. Presidência da república, casa civil. **Lei nº 12.727/12 alterações do código florestal. 2012**. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112727.htm>. Acesso em: 22 de set. de 2020.

BRASIL. Decreto nº 5.798 de 7 de jul. de 2006. Regulamenta os incentivos fiscais às atividades de pesquisa tecnológica e desenvolvimento de inovação tecnológica, de que tratam os arts. 17 a 26 da Lei no 11.196, de 21 de novembro de 2005. Brasília, art II. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5798.htm >. Acesso em 12 de dez. De 2020.

CARELLI, E.; MIRANDA, L. **Apostila do curso de Gestão Integrada de Resíduos da Construção Civil e operação de usina de reciclagem de entulho**. Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição e Instituto Nova Ágora. São Paulo, 2013.

CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Disponível em: <<http://cbic.org.br/>>. Acesso em 27 de set. de 2020.

CLIMATE. Climograma de Caruaru. Disponível em: < <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/pernambuco/caruaru-34674/> >. Acesso em 16 de dez. de 2020.

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

_____. **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.

CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS. **Construção Verde: Desenvolvimento com sustentabilidade**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Brasília. 2012. 69p.

CONTRICOM - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRABALHADORES DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO E DO IMOBILIÁRIO. **Estudo técnico – Edição nº 26 – abril de 2015**. Disponível em: <http://contricom.org.br/images/arquivospdf/Estudo_tecnico_n_26_CONTRICOM.pdf> Acesso em 02 de dez. de 2020.

COUTO, O. F. V. **Geração de um índice de sustentabilidade ambiental para bacias hidrográficas em áreas urbanas através do emprego de técnicas integradas de**

geoprocessamento. 2007. Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

CPRH - COMPANHIA PERNAMBUCANA DE RECURSOS HIDRÍCOS. **Diagnóstico socioambiental**. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/Controle_Ambiental/dados_sobre_residuos_solidos_de_pernambuco/situacao_geral_do_estado_de_pernambuco/44062%3B40815%3B481401%3B0%3B0.asp> Acesso em 20 de jan. de 2021.

CRUNIVEL, P. B. **Análise Da Gestão De Resíduos Da Construção E Demolição No Distrito Federal Com Proposição De Indicadores De Sustentabilidade Ambiental**. 2016. 120 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) —Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

CRUZ JUNIOR, J. B. **Análise da Gestão dos Resíduos Sólidos da Construção e da Demolição (RCC's) No Município De Angicos - RN**. Angicos, 2011. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) Universidade Federal Rural do Semiárido.

CUNHA, G.S.T. **Contribuição para a Sustentabilidade na Gestão dos Resíduos Sólidos urbanos nos Municípios da Região Metropolitana do Recife (RMR)**, 2018 Dissertação (Mestrado - Construção Civil) Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2018.

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS. DIEESE. Disponível em:< <https://www.dieese.org.br/analisecestabasica/salarioMinimo.html> >. Acesso em 30 de jan. de 2021.

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

FARIAS, A. B. de. **Análise técnica e econômica de resíduos da construção e demolição aplicados em pavimentação**. Recife: UPE, Escola Politécnica, 2013. 183f.

FERREIRA, P.H.C.M.; RIBEIRO, H. F.; **Resíduos da Construção Civil: Panorama da legislação municipal nos 200 maiores municípios brasileiros, 2017**. Disponível em: < <http://blog.netresiduos.com.br/rcc-panorama-da-legislacao-municipal-brasileira/> > Acesso em 05 de nov. de 2020.

GERHARDT, T.E. SILVEIRA, T.D. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p.

GOMES, P. R; MALHEIROS, T. F. Proposta de análise de indicadores ambientais para apoio na discussão da sustentabilidade. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 151-169, mai-ago/2012.

GOOGLE. Google Earth Pro. Lugares, 2018. Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>>. Acesso em: 30 de Jan. de 2021.

HOLANDA, M.J.O.; PAZ, D.H.F.; XIMENES, T.C.F.; LAFAYETTE, K.P.V. Indicadores de sustentabilidade como ferramenta de gestão municipal de resíduos da construção civil. In: ENCONTRO PERNAMBUCANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 5, Recife, PE, 2016. **Anais...Recife**, 2016.

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 dez.de 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Relatório de Pesquisa. Rio de Janeiro, RJ, 2012.

_____. **População estimada para 2020**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26 de nov. de 2020.

KARPINSK, A. PANDOLFO, A. REINEHR, R. KUREK, J. PANDOLFO, L. GUIMARÃES, J. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental**. PortoAlegre: Edipucrs, 2009. 163 p.

KARPINSK. Luisete Andreis. [et al.]. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental** [recurso eletrônico] /... [et al.]. – Dados eletrônicos. –Porto Alegre: Edipucrs, 2009.163 p.

KAWATOKO, I.E.S. **Ferramentas de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos para os planos municipais de saneamento básico, aplicadas ao estudo de caso de Campinas/SP**.2015. 295 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

KEMERICH, P. D. da C.; RITTER, L. G.; BORBA, W. F. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista Monografias Ambientais - REMOA-** V. 13, N. 5. Edição Especial LPMA/UFSM, p. 3723-3736, 2014.

KLEIN, F. B.; DIAS, S. L.F. Os resíduos da construção civil e os limites das políticas públicas de prevenção à disposição irregular no Município de São Paulo. In: encontro internacional sobre gestão empresarial e meio ambiente, 18., São Paulo. **Anais eletrônicos...São Paulo**: Engema, 2016. Disponível em :<http://engemausp.submissao.com.br/18/anais/arquivos/104.pdf>. Acesso em 16 de fev. de 2021.

LAFAYETTE, K.P.V. **Análise dos impactos ambientais e dos indicadores de sustentabilidade de resíduos da construção civil, em alguns municípios da Região Metropolitana do Recife**. Tese de livre docência. Universidade de Pernambuco. Escola Politécnica de Pernambuco, Recife, 2016.

LAFAYETTE, KALINNY PATRÍCIA VAZ; PAZ, DIOGO HENRIQUE FERNANDES DA; HOLANDA, MARIA JÚLIA DE OLIVEIRA; COSTA, LUIZ AUGUSTO RAMOS DE CASTRO. **Analysis of generation and characterization of construction and demolition waste on construction sites in the city of Recife, Brazil**. *Materia-Rio de Janeiro* v. 23, p. 1-16, 2018.

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.

LEOPOLD, L. B. et al. **A procedure for evaluating environmental impact**. U. S. Geol. Surv.Circ., 645, Washington D. C., 1971.

LI, M.; KUHLEN, A; YANG, J.; SCHULTMANN, F. 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.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Resíduos Sólidos**. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar. 2016. Disponível em:<<http://177.92.30.55/ws/wp-content/uploads/2016/12/residuos-solidos.pdf>>. Acesso em 17 de fev. de 2021.

LIMA, W. S. **Resíduos sólidos da construção civil: gestão economicamente sustentável demateriais**. Faculdade Estácio Vitória - FESV, 2015. Disponível em:<<https://pt.slideshare.net/wesleysathler9/resduos-slidos-da-construo-civil-gesto-economicamente-sustentvel-de-materiais>>. Acesso em 03 de mar.de 2021.

LUZ, M. A. S. **Avaliação de impactos ambientais**. IESP, 2013. Disponível em: <<http://www.iesp.edu.br/newsite/assets/2012/11/32.pdf>>. Acesso em 09 de out. de 2020.

MÁLIA, M; BRITO, J.de; PINHEIRO, M. D.; BRAVO, M. Construction and demolition waste indicators. **Waste management & research**, v. 31, n. 3, p. 241–55, mar. 2013.

MASCARENHAS, A.; COELHO, P.; SUBTIL, E.; RAMOS, T. B. The role of common local indicators in regional sustainability assessment. **Ecological Indicators**, v. 10, n.3, p. 646–656,2010.

MATTOS, B. B. M. **Estudo do reuso, reciclagem e destinação final dos resíduos da construção civil na cidade do rio de janeiro**. 2013. 83 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em:< <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009307.pdf>>. Acesso em 19 de jan. de 2021.

MORAND, F.G. **Estudo das principais aplicações de resíduos de obras como materiais deconstrução**. 2016. 89 f. Monografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. 2016. Disponível em:< <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10017420.pdf>>.

NAGALLI, A. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil**. Editora: Oficina de Textos, 2014. 176p.

OEDC – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. (2006). Good practices in the National Sustainable Development Strategies of OECD Countries. Sustainable Development Studies.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; DIAS, A. J. G.; CORTES, P. L. Aspectos normativos a

respeito de resíduos de construção civil: uma pesquisa exploratória da situação no Brasil e em Portugal. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 29, p. 155-169, abr. 2014.

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. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos**. Governo do Estado de Pernambuco, Recife, 2012. Disponível em: < http://www.cidadessustentaveis.org.br/sites/default/files/arquivos/plano_estadual_residuos_solidos_pernambucp.pdf>. Acesso em julho de 2021.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

PITOMBEIRA, S. C. **Aspectos relevantes da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. São Paulo: Atlas, 2013. 280p

PREFEITURA DE CARUARU. **Visite Caruaru**. Disponível em: <https://visitecaruaru.com.br/pt/Aonde_Ir/Parques/75/>. Acesso em 02 de dez de 2020.

PREFEITURA DE CARUARU. **Lei complementar nº 72.19-30.12.2019 Plano Diretor de Caruaru**. Disponível em: < <https://caruaru.pe.gov.br/wp-content/uploads/2020/01/Plano-Diretor-de-Caruaru-Lei-Complementar-72.19-30.12.2019.pdf> > Acesso em 25 de nov. de 2020.

QGIS Brasil, Lançamento do QGIS versão 3.16.14 Hannover, 2020 Download. Disponível em: < https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html >. Acesso em 10 de março de 2021.

RIBEIRO, A. H.; NOBREGA, R S. S. Impactos ambientais dos resíduos da construção civil no município de Campina Grande-PB. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE, 2013. **Anais...**Paraíba, 2015.

SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS. SAE, 2013. Disponível em: < <http://www.sae.gov.br/>>. Acesso em 30 de nov. de 2020.

SANTOS, D.S. **Diagnóstico da gestão dos Resíduos de Construção Civil e seus impactos ambientais no município de Jaboatão dos Guararapes/PE**. 2015. 166 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2015a.

SANTOS, E. J. **Desenvolvimento Socioambiental no Município de Paulista – (Pernambuco): Uma avaliação dos Programas de Qualidade de Vida**. 2015. 158p. Dissertação (Mestrado em Gestão do Desenvolvimento Local Sustentável) - Faculdade de Ciências da Administração de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2015b.

SCHEID, M. R. **Gerenciamento dos resíduos da construção civil: situação atual nas construtoras de Santa Maria/RS**. 2016. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

Disponível em :< http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2016/TCC_RI-CARDO%20MOREIRA%20SCHEID.pdf>. Acesso em ago. 2021

SCHIAVI, C.S. **Análise da gestão de resíduos da construção e demolição em municípios do estado do Rio Grande do Sul-RS**. 2013. 131 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas e Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

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

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.

SHEN, L.Y.; TAM, V.W.Y.; TAM, C.M.; DREW, D. Mapping approach for examining waste management on construction sites. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.130, n.4, p.472-481, 2004.

SILVA, A.A. 2017. **Diagnóstico da gestão dos Resíduos de Construção Civil no município do cabo de santo agostinho/pe**. Dissertação, Universidade de Pernambuco, 2017.

SILVA, C. A.; SATTTLER, M. A. **Avaliação da gestão de Resíduos da Construção Civil no município de vitória da Conquista/BA**, 2017. Disponível em:<https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/gestao_rcc.pdf> . Acesso em: 12 de jan. de 2021.

SILVA, M. B. L. **Novos Materiais à Base de Resíduos de Construção Civil (RCC) 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.

SILVA, W.C., SANTOS. G. O., ARAÚJO, W.E. L. Resíduos sólidos da construção civil: caracterização, alternativas de reuso e retorno econômico. **Revista gestão e sustentabilidade ambiental**, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 286 - 301, jul./set. 2017.

SINIR – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. Logística reversa dos resíduos sólidos. Disponível em: < Logística Reversa - SINIR - Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos >. Acesso em 14 de dez. De 2020.

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.

XIMENES, T. C. F. **Diagnóstico da Gestão Municipal dos Resíduos de Construção Civil e seus Impactos Ambientais no município de Paulista/pe**, 2018. Dissertação (Mestrado - Construção Civil) Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2018.

**ANEXO A - QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS
DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: SECRETARIA DE SERVIÇOS PÚBLICOS E
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO MUNICÍPIO DE CARUARU/PE.**



ÍNDICE DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (IGRCC)

Município: Caruaru

1 – Instrumentos para a política de resíduos sólidos

1.1 – Indique se o município possui legislação para a gestão de Resíduos da Construção Civil

- Específica
- Inserida em outra lei
- Não

1.2 – Indique se o município possui Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil – PMGRCC.

- Sim
- Em elaboração
- Não

1.3 – Indique o percentual das despesas referentes à limpeza urbana do município coberto por orçamento específico da área.

- Acima de 15%
- 7 a 15%
- 0 a 7%

1.4 – Indique se o município possui Taxas/tarifas de coleta de RCC própria ou embutida em outra taxa/imposto/tarifa

- Sim
- Não

1.5 – Indique se a Prefeitura realiza análise dos planos de Gerenciamento da Construção Civil - PGRCC

- Sistema informatizado
- Físico
- Não

1.6 – A prefeitura tem destino de orçamento específico para a gestão de resíduos sólidos?

Sim

Não

1.7 – A prefeitura tem cadastro atualizado de grandes geradores (acima de 1m³/dia)?

Sim

Não

1.8 – A prefeitura tem cadastro atualizado de transportadores de RCC?

Sim

Não

1.9 – A prefeitura tem cadastro atualizado de Cooperativas/Associações de Catadores?

Sim

Não

1.10 – A prefeitura tem cadastro atualizado de áreas licenciadas para recebimento de RCC?

Sim

Não

2 – Programas

2.1 – Indique se a prefeitura desenvolveu ações educativas voltados à prevenção ou redução de resíduos sólidos de construção civil.

Estruturadas

Esporádicas

Não

2.2 – A prefeitura desenvolveu ações voltadas à formação e capacitação de agentes ou catadores?

Sim

Não

2.3 – A prefeitura tem realizado a fiscalização periódica das obras?

Estruturada

Esporádica

Não

2.4 – Indique se há por parte da prefeitura a existência de incentivos voltados a obtenção de

crédito para o financiamento de projetos e estruturação do mercado de agregados reciclados

Governamental

| | Privado

| | Não

2.5– *Indique se a prefeitura tem programas ou ações em coleta seletiva e reciclagem por iniciativa municipal.*

| Implantado

| | Em fase de implantação

| | Não Existe

2.6– *A prefeitura tem programas e ações em parceria com outros atores (órgãos públicos, estaduais, federais, iniciativa privada, associações e outros)?*

Sim | |

Não

2.7– *Indique se o município possui programas de incentivo à logística reversa de resíduos especiais (Gesso, sacos de cimento, latas de tinta)*

| | Sim

| | Em parte

| Não

3– Coleta e triagem

3.1– *A prefeitura tem sistema de coleta de RCC implantado (prefeitura ou terceiros)?*

| | Sim |

| Não

3.2– *Indique o percentual da área urbana ocupada atendida pela coleta regular de RCC.*

| | 81 A 100%

| | 61 A 80%

| 0 A 60%

3.3– *Indique se ocorre Triagem de Resíduos em Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes – URPV (caçambas, baias e compactadores).*

| | Quantidade suficiente |

| Quantidade insuficiente |

| Não

3.4– *Indique se há por parte da prefeitura a existência de Área de Transbordo e Triagem - ATT.*

| | Implantação e operação pública

Implantação e/ou operação privada
 Não

3.5– *O município recebe RCC de outros municípios (Consórcios)?*

Sim
 Não

3.6– *A prefeitura possui implantação de sistema de Disque Coleta?*

Sim
 Não

4 – Tratamento e disposição

4.1– *Indique se há no município usina de beneficiamento de resíduos da construção.*

Pública
 Privada
 Não

4.2– *Indique se há no município galpão de triagem de materiais recicláveis em convênio e/ou com participação da prefeitura.*

Sim
 Não

4.3– *Há no município disposição de RCC em um aterro de inerte?*

Pública
 Privada
 Não

4.4– *Há no município disposição de RCC em um aterro sanitário?*

Sim
 Não

QUESTIONÁRIO II: SOBRE A GESTÃO MUNICIPAL DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCC)

1) *Há legislação municipal específica para a gestão de resíduos sólidos?*

Sim.

Não.

Em elaboração / aprovação.

2) *O Município possui Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos?* ()

Sim, consorciado com outros municípios (Plano Intermunicipal). Quais?

Sim, do próprio município

Não.

Em elaboração / aprovação – Plano Intermunicipal. Municípios: _____

Em elaboração / aprovação – do próprio Município.

3) *Se o Município já possui o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, sobre a sua implementação pode-se dizer que:*

já ocorre plenamente.

algumas etapas já estão implantadas. Especifique: _____

depende da liberação de recursos financeiros.

depende de outro(s) fator(es). Especifique _____

iniciará conforme a previsão do cronograma de metas.

4) *No decorrer da elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos houve a participação da sociedade civil por meio de audiências públicas?*

Sim.

Não.

Não, mas há previsão de realização de audiência pública.

5) *Há legislação municipal específica para a Gestão de Resíduos da Construção e Demolição - RCC?*

Sim.

Não.

Em elaboração / aprovação.

6) *O Município possui um Plano Municipal de Gestão de RCC?*

Sim, em conjunto com outros municípios (Plano Intermunicipal).

Sim, do próprio município.

Não.

Em elaboração / aprovação –

Plano Intermunicipal.

Em elaboração / aprovação – do próprio

município.

7) *A temática dos RCC é discutida por meio de reuniões para divulgação e consultas públicas no município?*

Sim.

Não.

8) *A Administração local estabelece consórcio / convênios com outros Municípios para o manejo dos RCC?*

Sim. Qual(is) o(s) município(s) _____

Não.

Em elaboração / aprovação. Qual(is) o(s) municípios _____

9) *O Município recebe RCC de outros Municípios?()*

Sim.

Não.

10) O Município envia RCC para outros Municípios?

() Sim.

() Não.

11) O Município dispõe de recursos financeiros para a implementação do Plano Municipal Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos?

() Sim. Qual(ais) as fontes? _____

() Não.

() Em fase de captação.

12) O Município possui um programa de incentivo a reutilização e/ou reciclagem e beneficiamento dos RCC, para sua reinserção no ciclo produtivo e a minimização dos passivos ambientais?

() Sim. Qual(is)? _____

() Não.

13) O Município dispõe de algum instrumento para o conhecimento / controle dos geradores, com a finalidade de direcionar a utilização de seus RCC para determinadas obras?

() Sim. Qual(is) a(s) forma(s) de conhecer / controlar? Licenciamento Ambiental

() Não.

14) O Município desenvolve programas ou ações educativas voltadas, especificamente, aos RCC?

() Sim. Qual(is)? _____

() Não.

15) A gestão de RCC municipal possui uma estratégia específica para a disposição de pequenas quantidades de resíduos sólidos de construção ou demolição, de forma gratuita e voluntária pela população (pequenos geradores), em locais como por exemplo "Ecopontos"?

() Sim. Quantos locais na cidade? 2

() Não.

() Em fase de implantação.

16) O Município desenvolve programas ou ações em parceria com outros atores (órgãos públicos estaduais, federais, iniciativa privada, associações e outros)?

() *Sim. Qual(is)?* _____

() *Não.*

17) *O Município possui alguma outra estratégia de controle do manejo dos RCC, ou programa/projeto que deva ser destacado neste questionário?*

() *Sim. Qual (is)?* _____.

() *Não.*

18) *Indique se há sistema de coleta de RCC implantado no Município.*

() *Sim, privado.*

() *Sim, público.*

() *Não.*

() *Em fase de implantação.*

19) *Há conhecimento/controlado sobre logística/fluxos de destinação dos RCC coletados por empresas privadas?*

() *Sim.*

() *Não.*

20) *O Município possui Área de Transbordo e Triagem (ATT) de RCC?*

() *Sim, privada.*

() *Sim, pública.*

() *Não.*

() *Em fase de implantação.*

21) *O Município possui Área de Reciclagem de RCC Classe A?*

() *Sim, privada.*

() *Sim, pública.*

() *Não.*

() *Em fase de implantação.*

22) *O Município possui Área de Reciclagem de RCC Classe B Madeira?*

) *Sim, privada.*

) *Sim, pública.*

) *Não.*

) *Em fase de implantação.*

23) *O Município possui Aterro de RCC Classe A?*

) *Sim, privado.*

) *Sim, público.*

) *Não.*

) *Em fase de implantação.*

24) *Há cobrança pelo uso das unidades públicas de serviços de manejo dos RCC municipal?*

) *Sim, apenas para grandes geradores.*

) *Sim, para grandes e pequenos geradores.*

) *Não, para grandes e pequenos geradores.*

) *Não há unidades públicas de serviços de RCC.*

25) *Há uma estimativa do volume de RCC (t/dia) gerado no Município para o planejamento da gestão de RCC?*

) *Sim. Qual a estimativa? _____.*

) *Não.*

26) *O Município possui uma estimativa de reaproveitamento e/ou beneficiamento do RCC no Município.*

) *Sim. Qual a estimativa (%)? _____.*

) *Não.*

27) *O Município possui uma estimativa dos resíduos destinados a aterro de RCC.*

) *Sim. Qual a estimativa (%)? _____.*

) *Não.*

28) *O Município possui uma estimativa do volume de RCC (t/dia) disposto irregularmente?*

() *Sim. Qual a estimativa (t/dia)?* _____

() *Não.*

29) *Existe uma estimativa dos custos diretos e indiretos causados pela disposição irregular de RCC?*

() *Sim. Qual a estimativa?* _____

() *Não.*

30) *Há controle de dados da gestão de RCC com atualização periódica no Município?* ()

Sim. Qual a periodicidade de atualização? _____

() *Não.*

31) *Existe a destinação de RCC em área atualmente licenciada pelo Município para o serviço de manejo dos RCC?*

() *Sim. Quantas áreas licenciadas e quais os respectivos códigos de ramo de atividades enquadrados?*

1-Aterro Sanitário-CTR. 3821-1-00-Tratamento e disposição de resíduos não perigosos.

() *Não.*

32) *Há áreas licenciadas pela FEPAM para o serviço de manejo dos RCC no Município?*

() *Sim. Quantas áreas licenciadas?* _____.

) *Não*

() *Não há conhecimento.*

33) *Facilitaria ao Município realizar o licenciamento ambiental das atividades dos serviços de manejados RCC?*

() *Sim.*

() *Não.*

34) *Há monitoramento/fiscalização de pontos irregulares de descarte dos RCC, no sentido de coibir essa prática e o estabelecimento de novos pontos?*

() *Sim.*

() *Não.*

35) Há controle dos grandes geradores de RCC através do licenciamento dos seus respectivos empreendimentos?

) Sim.

) Não.

36) Há controle da segregação de RCC na origem de obras consideradas pequenas e médias geradoras?

) Sim.

) Não.

37) O número/composição de servidores da equipe técnica atual é suficiente para a demanda de fiscalização (vistorias técnicas) dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (grandes geradores) que ocorrem no Município?

) Sim.

) Não.

38) O número/composição de servidores da equipe técnica é suficiente para a execução do Plano municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil?

) Sim.

) Não.

39) Avalie os programas municipais de gestão dos RCC. ()
Ótimos.

) Satisfatórios.

) Insatisfatórios.

40) Avalie os serviços de coleta e a triagem dos RCC. ()
Ótimos.

) Satisfatórios.

) Insatisfatórios.

41) Avalie os serviços tratamento e a disposição final dos RCC

) Ótimos.

) Satisfatórios.

) Insatisfatórios.

42) *Avalie o monitoramento da gestão dos RCC.*

() *Ótimos.*

() *Satisfatórios.*

() *Insatisfatórios.*

43) *Avalie a gestão dos RCC como um todo?()*
Ótima.

() *Satisfatória.*

() *Insatisfatória.*

44) *Qual(is) o(s) ponto(s) crítico(s) da gestão RCC?*

Comunicação entre os geradores e municípios.

A grande demanda de geradores informais

**ANEXO B - MATRIZ QUALITATIVA DE INTERAÇÃO DE IMPACTOS PROVO-
CADOS POR RCC NO MUNICÍPIO DE CARUARU/PE.**

Quadro 24 - Matriz qualitativa de interação de impactos provocados por RCC no município de Caruaru/PE.

AÇÕES QUE PODEM CAUSAR IMPACTOS	FATORES QUE PODEM SER AFETADOS																		
	MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO				MEIO ANTRÓPICO						
	Solo			Ar		Água			Alteração do regime de escoamento	Flora	Fauna	Alteração na dinâmica dos ecossistemas	Alteração nas condições de saúde	Qualidade paisagística	Alteração de tráfego nas vias locais	Aumento de resíduos sólidos	Danos a bens sedimentados	Poluição visual	Exclusão social
	Indução de processos erosivos	Qualidade do solo	Esgotamento de jazidas naturais	Poluição sonora	Qualidade do ar	Qualidade da água	Alteração da qualidade das águas subterrâneas	Poluição das águas subterrâneas											
Supressão de vegetação	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	--	RvLD	RvLD	RvLD	--	RvLD	--
Uso e ocupação do solo	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLI	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	--	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD
Impermeabilização do solo	RvLD	RvLD	RvLD	--	--	--	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	--	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD
Geração de resíduos Sólidos	RvLD	RvLD	RvLD	--	--	--	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	--	--	RvLD	--	RvLD	RvLD	RvLD	--
Emissão de material particulado	--	--	RvLD	RvLI	RvLD	--	RvLD	--	--	RvLI	RvLD	RvLI	RvLD	RvLD	--	--	RvLI	RvLD	RvLD
Consumo e desperdício de água	--	--	--	--	--	RvRDI	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	--	--	--	RvLD	--
Risco de desmoronamento	RvLD	RvLD	--	--	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	--	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD
Educação ambiental	--	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvDI	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	--	RvLD	--
Mudança de uso de imóvel	--	--	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	IRD	RvLD	RvLI	--	RvLD	--	RvLD	RvLD	--	RvLD	RvLD	RvLD
Remoção de edificação	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	RvLD	IRD	RvRI	--	RvLD	--	RvLD	RvLD	--	RvLD	RvLD	RvLD

Legenda - Reversibilidade: (Rv) – Reversível (Iv) - Irreversível; Extensão: (L) –Local e (R) -Regional; Origem: (D) –Direta e (I) –Indireta

ANEXO C - MATRIZ QUANTITATIVA DE INTERAÇÃO DE IMPACTOS PROVOCADOS POR RCC NO MUNICÍPIO DE CARUARU/PE.

Quadro 25 - Matriz quantitativa de interação de impactos provocados por RCC no município de Caruaru/PE.

AÇÕES QUE PODEM CAUSAR IMPACTOS	FATORES QUE PODEM SER AFETADOS																			Total (+)	Total (-)	Total Geral
	MEIO FÍSICO						MEIO BIÓTICO						MEIO ANTRÓPICO									
	solo			Ar		Água																
	Indução de processos erosivos	Qualidade do solo	Esgotamento de jazidas naturais	Polição sonora	Qualidade do ar	Qualidade da água	Alteração da qualidade das águas superficiais	Polição das águas subterrâneas	Alteração do regime de escoamento	Flora	Fauna	Alteração na dinâmica dos ecossistemas	Alteração nas condições de saúde	Qualidade paisagística	Alteração de tráfego nas vias locais	Aumento de resíduos sólidos	Danos a bens edificados	Polição visual	Exclusão social			
Supressão de vegetação	-3	-3	-1	0	-4	-3	-2	-4	-4	-5	-4	-5	0	-4	-1	-3	0	-1	0	0	-47	-47
Uso e ocupação do solo	-3	-4	-3	-2	-3	-2	-2	-3	-3	-4	-5	-3	0	-2	-1	-3	-2	-3	-2	0	-50	-50
Impermeabilização do solo	-1	-3	-2	0	-1	-2	-2	-2	-3	-4	-3	-2	0	-2	-1	-2	-1	-2	0	0	-33	-33
Geração de resíduos Sólidos	-3	-4	-4	-1	-4	-3	-1	-1	-3	-3	-2	-1	-3	-2	-2	-4	-1	-2	-1	0	-45	-45
Emissão de material particulado	-2	-1	-2	-1	-5	-3	-2	0	-1	0	-1	0	-4	-1	-1	0	0	-2	0	0	-26	-26
Consumo e desperdício de água	-1	0	-1	0	0	0	-3	-1	0	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	-8	-8
Risco de desmoronamento	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-1	0	-2	0	0	0	-7	-7
Educação ambiental	0	+2	0	+1	+2	+2	+2	+2	+1	+2	+3	+2	+3	+3	+1	+2	0	+2	0	+30	0	+30
Mudança de uso de imóvel	0	0	0	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-3
Remoção de edificação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total (+)	0	+2	0	+1	+2	+2	+2	+2	+1	+2	+3	+2	+3	+3	+1	+2	0	+2	0			
Total (-)	-13	-16	-13	-8	-17	-13	-12	-11	-14	-16	-16	-11	-7	-14	-7	-12	-6	-10	-3			
Total Geral	-13	-14	-13	-7	-15	-11	-10	-9	-13	-14	-13	-9	-4	-11	-6	-10	-6	-8	-3			-189