



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

SAMUEL SANTOS DE AZEVÊDO

**ANÁLISE DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM CIDADE DE
MÉDIO PORTE: estudo de caso no município de Bezerros-PE**

Caruaru
2024

SAMUEL SANTOS DE AZEVEDO

**ANÁLISE DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM CIDADE DE
MÉDIO PORTE: estudo de caso no município de Bezerros-PE**

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

Orientador: Prof. Dr. Diogo Henrique Fernandes da Paz

Caruaru

2024

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Azevedo, Samuel Santos de.

Avaliação de alternativas para gestão de resíduos de construção civil pelo poder público: estudo de caso no município de Bezerros-PE / Samuel Santos de Azevedo. - Caruaru, 2024.

119f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, 2024.

Orientação: Diogo Henrique Fernandes da Paz.

Inclui referências e anexo.

1. Resíduos; 2. Gerenciamento de Resíduos; 3. Diagnóstico ambiental; 4. Construção Civil. I. Paz, Diogo Henrique Fernandes da. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

SAMUEL SANTOS DE AZEVÊDO

**ANÁLISE DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM CIDADE DE
MÉDIO PORTE: estudo de caso no município de Bezerros-PE**

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: 27/09/2024

BANCA EXAMINADORA

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

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

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

AGRADECIMENTOS

Pela graça de Deus, tudo foi feito. Agradeço a Ele pelo presente de cursar o mestrado e poder defender esta pesquisa. Agradeço também por Ele estar sempre ao meu lado, não me deixar desistir, me guiar, me fortalecer, apresentar as soluções no momento certo, e ao longo de toda essa trajetória por ter colocado pessoas fundamentais que contribuíram para o meu crescimento. Da escuridão, Ele sempre foi a luz.

Agradeço aos meus pais (Margarida M. dos Santos e Sebastião S. de Azevêdo) por terem me incentivado e apostado na educação, pela paciência nos meus momentos de aflição e por terem sido meus companheiros, conselheiros. Ao meu irmão, Ms. Suedy S. de Azevedo, antes de tudo meu amigo e incentivador, na vida e na carreira. A ele, meu agradecimento pelo companheirismo e sinceridade.

Ao meu orientador Dr. Diogo Henrique Fernandes da Paz. Por sua paciência, amizade e guia na construção da melhor proposta para se desenvolver este trabalho. Ele ter acreditado em mim e na minha pesquisa foi fundamental para o êxito. Suas palavras e orientações seguirão comigo sempre.

Aos meus colegas de trabalho e de curso nas disciplinas de mestrado. À UFPE, instituição berço de minha graduação e que eu apostei que poderia me levar a uma excelente formação, bem como o PPGECA, pelo brilhantismo a que se propõe em seu desenvolvimento técnico-científico guiado pelos doutores.

Agradeço à Prof. Dra. Kalinny Patrícia Vaz Lafayette e ao Prof. Dr. Gilson Lima pelas fundamentais contribuições e incentivos para a realização e conclusão desta pesquisa no ato da qualificação.

Agradeço também aos colegas de trabalho e à Prefeitura Municipal de Bezerros-PE, pela cooperação e apoio no desenvolvimento desta pesquisa, fruto de profundo respeito pessoal e desejo de contribuição para construção de uma cidade melhor.

RESUMO

Os municípios, atualmente, têm enfrentado dificuldades no processo de gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil, especialmente quando se trata dos Resíduos da Construção Civil (RCC), devido à ausência de estudos aplicados, metodologias ou à falta de regulamentação específica que contribua para a gestão. Diante disso, a realização de diagnósticos municipais, a nível de saneamento básico, tem se mostrado eficaz como parceria no apoio à criação de proposições de otimização de gestão. Esta pesquisa tem como objetivo a análise do modelo de gerenciamento de RCC no município de Bezerros/PE, por meio da aplicação de estudos diagnósticos e da proposição de alternativas que sejam aplicáveis em outras cidades de médio porte. Bezerros-PE obteve 14 dos 40 pontos envolvidos na aplicação do IGRCD, sendo considerada uma gestão ineficiente. A análise quantitativa permitiu estimar um volume anual de aproximadamente 9.843,49 ton de RCC gerado na cidade. A análise qualitativa permite identificar que quase 70% do resíduo é Classe A, e 45% é de pilhas de médio porte. Dentre os riscos ambientais analisados, o fator renda foi o mais afetado pela disposição irregular. Entre os dispositivos de suporte à gestão de resíduos, foi proposto uma URPV (Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes) no bairro São Sebastião e outra no bairro Santo Antônio, uma ATT (Área de Transbordo e Triagem) no bairro São Pedro e a possibilidade de implantação de um aterro de inertes próximo ao residencial Bezerros, através da aplicação de critérios restritivos e escalonados.

Palavras-chave: Resíduos de Construção Civil. Gerenciamento de Resíduos. Diagnóstico ambiental.

ABSTRACT

Municipalities are currently facing difficulties in the solid waste management process in Brazil, especially when it comes to Civil Construction Waste (RCC), due to the lack of applied studies, methodologies or the lack of specific regulations that contribute to management. . In view of this, carrying out municipal diagnoses, at the basic sanitation level, has proven to be effective as a partnership in supporting the creation of management optimization propositions. This research aims to analyze the RCC management model in the municipality of Bezerros/PE, through the application of diagnostic studies and the proposition of alternatives that are applicable in other medium-sized cities. Bezerros-PE obtained 14 of the 40 points involved in the application of the IGRCD, being considered inefficient management. The quantitative analysis allowed estimating an annual volume of approximately 9,843.49 tons of RCC generated in the city. Qualitative analysis allows us to identify that almost 70% of the waste is Class A, and 45% is medium-sized batteries. Among the environmental risks analyzed, the income factor was the most affected by irregular disposal. Among the support devices for waste management, a URPV (Small Volume Receiving Unit) was proposed in the São Sebastião neighborhood and another in the Santo Antônio neighborhood, an ATT (Transshipment and Sorting Area) in the São Pedro neighborhood and the possibility of implementation of an inert landfill near the Bezerros residential complex, through the application of restrictive and staggered criteria.

Keywords: Civil Construction Waste. Waste management. Environmental diagnosis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Panorama da geração de RSU por Região	18
Figura 2 - Comparação Brasil-Nordeste.....	19
Figura 3 - Dados de disposição de RSU por regiões	19
Figura 4 - Comparativo de geração de RCC por região	21
Figura 5 - Fluxograma da Metodologia	29
Figura 6 - Localização do município de Bezerros-PE.....	30
Figura 7 - Bairros de Bezerros-PE	31
Figura 8 - Caçambas basculantes do município.....	56
Figura 9 - Pá carregadeira 45-C	56
Figura 10 - Obstrução de vias por RCC.....	57
Figura 11 - Obstrução de avenidas por RCC	57
Figura 12 - Área de bota-fora.....	59
Figura 13 - Área de bota-fora.....	60
Figura 14 - Trecho recuado para manejo de RCC no bota-fora	60
Figura 15 - Detalhe da proximidade com a vegetação	61
Figura 16 - Desempenho da gestão de RCC em Bezerros-PE através do IGRCD.....	63
Figura 17 - Comparativo com outros municípios.....	64
Figura 18 - Desempenho dos municípios por categorias avaliadas.....	65
Figura 19 - Disposição irregular de RCC em vias públicas	68
Figura 20 - Classificação dos pontos de RCC segundo Resolução CONAMA.....	71
Figura 21 - Comparativo com perfil de classificação da cidade de Caruaru-PE	71
Figura 22 - Perfil do tamanho das pilhas de RCC	72
Figura 23 - Localização dos pontos a partir do porte das pilhas.....	73
Figura 24 - Unidades de pequenos geradores no bairro Irmã Júlia e Cruzeiro.....	74
Figura 25 - Proximidade do descarte com corpos hídricos e formações florestais	75
Figura 26 - Mapa de riscos ambientais em relação à renda média familiar dos setores censitários	77
Figura 27 - Mapas de riscos de impactos ambientais para os demais critérios	78
Figura 28 - Score obtido a partir dos riscos de impactos ambientais para os demais critérios	80
Figura 29 - Mapas com manchas de risco ambiental e partir da deposição irregular	81
Figura 30 - Classificação final dos pontos de deposição irregular de RCD em Bezerros	82
Figura 31 - Localização e classificação final dos pontos de deposição irregular de RCD em Bezerros	83
Figura 30 - URPV na Av. Agamenon Magalhães, Recife-PE	85
Figura 31 - Acessórios na operação da URPV, Recife-PE.....	85
Figura 32 - Caçambas estacionárias em pátio próximo à rampa	86
Figura 33 - Proposta de implantação de URPV.....	87
Figura 34 - Proposta de implantação da primeira URPV.....	88
Figura 35 - Proposta de implantação da segunda URPV	89
Figura 36 - Terreno proposto para implantação da ATT, Bezerros-PE.....	91
Figura 37 - Proposta de implantação de ATT para Bezerros-PE.....	92
Figura 38 - Área de abrangência para a localização proposta da ATT.....	93
Figura 39 - Mapas temáticos com critérios restritivos.....	94
Figura 40 - Mapas temáticos com critérios escalonados.....	95
Figura 41 - Mapa de aptidão de Bezerros-PE	97
Figura 42 - Mapa de classificação das áreas aptas de Bezerros-PE.....	98
Figura 43 - Área recomendada para implantação do aterro de inertes, Bezerros-PE.....	99

Figura 44 - Imagens da área recomendada para implantação do aterro de inertes, Bezerros-PE.....	100
---	-----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Os planos comportados pela PNRS.....	22
Tabela 2 - Normas da ABNT que envolve Resíduos de Construção Civil	25
Tabela 3 - Grau de eficiência da gestão administrativa.....	28
Tabela 4 - Instrumentos de Gestão.....	35
Tabela 5 - Classificação dos Instrumentos de Gestão	35
Tabela 6 - Programas de Gestão.....	36
Tabela 7 - Classificação dos Programas de Gestão	36
Tabela 8 - Coleta e Triagem	37
Tabela 9 - Classificação Coleta e Triagem.....	37
Tabela 10 - Tratamento e Disposição Final.....	38
Tabela 11 - Classificação do Tratamento e Disposição Final	38
Tabela 12 - órgãos de suporte à coleta de dados	40
Tabela 13 - Índices de geração por área construída	41
Tabela 14 - Critérios e scores utilizados para a classificação dos riscos ambientais.....	43
Tabela 15 - Score dos pontos devido ao porte da pilha de resíduos	44
Tabela 16 - Classes de risco ambiental e as respectivas pontuações.....	45
Tabela 17 - Proposição das instalações necessárias para manejo de RCC, em municípios característicos.....	46
Tabela 18 - Definição para locação de URPV	47
Tabela 19 - Critérios restritivos e classificação através de índices de aptidão	49
Tabela 20 - Critérios escalonados e classificação através de índices de aptidão.....	49
Tabela 21 - Aptidão das áreas para instalação de aterro de inertes e usinas	50
Tabela 22 - Indicadores de sustentabilidade de Bezerros-PE	52
Tabela 23 - Indicadores dos programas desenvolvidos em Bezerros-PE.....	54
Tabela 24 - Indicadores em relação à coleta e triagem em Bezerros-PE	58
Tabela 25 - Indicadores em relação ao tratamento e disposição final em Bezerros-PE	61
Tabela 26 - Estimativa do volume de resíduo gerado mensalmente	66
Tabela 27 - Estimativa do volume de resíduo gerado mensalmente	66
Tabela 28 - Resumo da distribuição dos pontos por bairro	69
Tabela 29 - Quantidade de pontos de acordo com o score obtido	80
Tabela 30 - Quantidade de Obras Regularizadas em Bezerros-PE	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABREMA	Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente
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
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 Civil
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos UC Unidade de Conservação
URPV	Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivos Específicos	15
1.2. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS	17
2.2 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)	19
2.2.1 Definição de RCC	19
2.2.2 Classificação dos RCC	20
2.2.3 Quantificação de RCC	21
2.3 NORMAS RELATIVAS A RCC	22
2.3.1 Legislação Federal	22
2.3.2 Legislação Estadual	23
2.3.3 Legislação Municipal	24
2.3.4 Normas Técnicas Brasileiras	25
2.4 ALTERNATIVAS PARA DESTINAÇÃO DE RCC	26
2.5 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE	27
3 METODOLOGIA	29
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	29
3.1.1 Localização do Município	29
3.1.2 Características Socioeconômicas	31
3.1.3 Características Físicas	32
3.1.3.1 Hidrologia	32
3.1.3.2 Geologia e Relevo	32
3.1.3.3 Vegetação e clima	33
3.2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	33
3.2.1 Diagnóstico Administrativo	33
3.2.1.1 Coleta de dados	33
3.2.1.2 Determinação do IGRCD	34
3.2.1.3 Estimativa da geração de RCC	39
3.2.2 Diagnóstico Ambiental	42
3.2.2.1 Mapeamento dos pontos de descarte irregular de RCC	42
3.2.2.2 Classificação dos riscos ambientais provenientes da deposição de RCC	42
3.2.3 Indicação de áreas aptas para recebimento de RCC	45

3.2.3.1 Identificação de áreas aptas para instalação de URPV	47
3.2.3.2 Identificação de áreas aptas para instalação de aterro de inertes	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	51
4.1 DIAGNÓSTICO DA GESTÃO MUNICIPAL DE RCC	51
4.1.1 Determinação do IGRCD	52
4.1.2 Estimativa da geração de RCC.....	66
4.1.3 Mapeamento dos pontos de descarte irregular de RCC	67
4.1.3.2 Análise qualitativa.....	70
4.1.4 Classificação dos riscos ambientais provenientes da deposição de RCC....	76
4.1.5 Definição da instalação de equipamentos de gerenciamento de RCC	84
4.1.5.1 Indicação de área para instalação de URPV	84
4.1.5.2 Indicação de área para instalação de ATT	90
4.1.5.3 Indicação de área para implantação de aterro de inertes	93
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101
5.1 CONCLUSÕES	101
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	103
REFERÊNCIAS	104

1 INTRODUÇÃO

A indústria de Engenharia e Construção exerce influência significativa no meio ambiente, na economia e na sociedade (WE FORUM, 2024). Após a segunda guerra mundial os resíduos provenientes de edificações atingidas foram processados para uso no concreto e asfalto.

A partir daí, o tema Resíduos da Construção Civil (RCC) começou a ter destaque ao longo da história, e, com a urbanização das cidades, o crescimento desencadeou consequências adversas no que diz respeito ao meio ambiente e à geração de resíduos (Gonçalves e Haubrick, 2020).

O tema ganhou força somente em meados da década de 90, após a queda do Muro de Berlim, principalmente com o viés ambiental (Nagalli, 2022). A ONU (2020) aponta que quase 40% dos gases de efeito estufa estão relacionados à construção de novos edifícios.

Hoje, está na construção civil a origem do alto volume de RCC e os respectivos impactos atrelados. Chen et al. (2021) ressaltam que o gerenciamento de RCC é um problema de escala global. Gomes Júnior e Bello (2022) apontam que, no país, há um prejuízo maior devido ao método manual de alvenaria convencional, que ocasiona mais erros, gerando custo e maior geração de RCC.

A sustentabilidade na construção civil demanda técnicas e materiais que minimizem os efeitos negativos sobre o meio ambiente (Paulino et al., 2023; Pimentel et al., 2023). O descarte inadequado polui solos e cursos d'água, um verdadeiro desafio ambiental (Ângelo e Simões, 2023; Paulino et al., 2023).

O Brasil, como país em desenvolvimento, depende da construção civil para apoiar seu crescimento (Gonçalves e Haubrick, 2020). O RCC representa de 51 a 70% dentro do panorama de RSU que contribuem para a degradação do meio ambiente (Câmara dos Deputados, 2023), e o mau gerenciamento de RCC ocasiona impactos ambientais e socioeconômicos relevantes (Santana et al., 2020).

Em 2022, mais de 45 milhões de toneladas de RCC foram coletadas no Brasil. O Nordeste representa aproximadamente 19,6% do total, perdendo apenas para a Região Sudeste, que se destaca com a coleta de mais de 22 milhões de toneladas (ABREMA, 2023).

A construção civil tem se recuperado em termos de PIB, tendo um desempenho de crescimento de 9,5%, por exemplo, nos seis primeiros meses de 2022, bem maior que a economia nacional (2,5%) no mesmo período (CBIQ, 2022). A Construção Civil no Brasil representou de 4 a 6% do PIB nas últimas décadas, fruto de investimentos em projetos residenciais, comerciais, infraestrutura e obras públicas (IBGE, 2021).

Dentro deste panorama, observa-se a necessidade de implementação de Redução, Reutilização e Reciclagem como algo permanente (Almeida et al., 2020), com práticas eficazes na gestão de Resíduos da Construção (Gomes et al., 2021). Introduzir mecanismos de “Construção Limpa” tem como intuito destinar corretamente, a partir da fonte, os materiais descartados para reduzir impactos negativos ao meio ambiente (Ferreira et al., Rocha et al., 2023).

A PNRS (2010) foi publicada para dispor princípios, objetivos e instrumentos entre geradores e o poder público no âmbito do gerenciamento de resíduos, sendo um passo importante na melhoria da gestão dos RSU (Luna e Viana, 2019). Entretanto, não há dados significativos de melhoria da gestão e tratamento de RCC no Brasil (Oliveira et al., 2022).

A maior parte dos resíduos gerados provém dos pequenos geradores (Elisa e Nagalli, 2020). Araújo (2021) aponta como solução a gestão integrada dos pequenos e médios municípios, superando, inclusive, as dificuldades financeiras.

As prerrogativas e diretrizes estabelecidas pela Resolução CONAMA Nº 307/2002 atribuem aos municípios o correto manejo de resíduos da construção civil, bem como a elaboração de seus respectivos planos de gerenciamento. A triagem dos resíduos, por sua vez, deve se basear na Resolução CONAMA Nº 307/2002, que classifica os resíduos de A a D, estando os resíduos dados como recicláveis ou reutilizáveis como agregados na classe A (NBR 15.113/04).

Marques (2019) aponta a classificação como essencial para a definição de responsabilidades e para as políticas públicas específicas. Do ponto de vista da sustentabilidade, a Construção Civil produz 25% de todos os RS, e 40% dos materiais em aterro (Loizou et al., 2021). O setor é responsável por consumir 75% dos recursos naturais extraídos, segundo o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS, 2020).

A falta de planejamento urbano contribui para problemas como enchentes e exaustão de recursos naturais, que resultam em impactos adversos e na diminuição da biodiversidade (Gomes et al., 2021). Neste contexto, os indicadores são uma

ferramenta metodológica para obtenção objetiva de informações úteis para a tomada de decisão dos responsáveis (Iser; Andriola; Zanin, 2021).

Neste panorama, o município de Bezerros-PE, cidade de médio porte (IBGE, 2010) localizada no agreste meridional, é alvo desta pesquisa voltada ao gerenciamento de RCC, baseada na necessidade de estudo aplicado, semelhante a estudos também desenvolvidos em outras áreas do estado, através de um diagnóstico da situação atual, mapeando os problemas enfrentados e apontando soluções viáveis para a mitigação dos impactos da disposição irregular.

O intuito é conseguir estabelecer um modelo como parâmetro para replicabilidade de estudos de mesma natureza, em municípios de porte semelhante, através das ferramentas de gestão discutidas e utilizadas para obtenção dos dados que traduzem o diagnóstico do município estudado.

Neste arcabouço, a pesquisa é o instrumento para apontar quais ferramentas podem ser utilizadas como guia no gerenciamento cotidiano, com vistas à otimização de rotas para coleta, bem como para analisar as viabilidades de encaminhamento de resíduos para outros destinos. Ainda, a pesquisa é voltada a apontar estratégias para aprimorar o balanço econômico e tornar a prestação de serviço público viável.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem por objetivo realizar a análise do modelo de gerenciamento de RCC no município de Bezerros/PE, por meio da aplicação de estudos diagnósticos e da proposição de alternativas que sejam aplicáveis em outras cidades de médio porte.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar o desempenho atual da gestão de RCC em Bezerros/PE;
- Examinar a disposição dos pontos de deposição irregular de RCC, através de dados georreferenciados;
- Analisar do ponto de vista qualitativo e quantitativo o perfil dos pontos de RCC;
- Propor áreas aptas para instalação de equipamentos de gerenciamento de RCC.

1.2. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A estrutura desta dissertação foi dividida em 6 capítulos, conforme descrito a seguir:

CAPÍTULO 1: Expõe o contexto da dissertação na introdução, bem como sua devida justificativa.

CAPÍTULO 2: Registra a fundamentação teórica necessária para atender a solução da problemática levantada.

CAPÍTULO 3: Caracteriza a área para melhor entendimento e apoia a pesquisa em referências teóricas literárias.

CAPÍTULO 4: Adota a linha de metodologia mais adequada para que seja possível atingir os objetivos definidos para a pesquisa.

CAPÍTULO 5: Apresenta os resultados obtidos considerando as condições de contorno estabelecidas para o estudo de caso aplicável.

CAPÍTULO 6: Infere as devidas conclusões frutos da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta os conceitos relativos aos resíduos sólidos urbanos, apresenta as legislações nas esferas federal, estadual e municipal para o tema, e expõe as ferramentas de apoio ao processo de gerenciamento que se traduzam em dados e em otimização da gestão.

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Nº 12.305/2010 define resíduos sólidos, em seu Art. 3º, inciso XVI como: “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”, e sua classificação, pode ser extraída a partir da NBR 10.004/2004, em que: é obtida através da investigação dos processos ou atividades que deram origem ao resíduo, seus respectivos constituintes, baseados na matéria, insumo ou processo, que por sua vez causam impacto ou à saúde ou ao meio ambiente.

Os resíduos são classificados em:

- a) resíduos Classe I - Perigosos
- b) resíduos Classe II - Não Perigosos
 - i) resíduos Classe II A - Não inertes
 - ii) resíduos Classe II B - inertes

São ditos perigosos aqueles que possuem características definidas em norma com conotação inflamável, corrosiva, reativa, tóxica ou patogênica. São ditos resíduos inertes aqueles que:

“quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G.” (ABNT, 2004)

São considerados não inertes aqueles que não se enquadram nas definições anteriores, e podem possuir características como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade na água.

No Brasil, a Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA) divulgou o panorama dos resíduos sólidos em 2023, com os dados consolidados do ano anterior (2022) e discutiu como a geração, coleta e tratamento tem sido administrada pelas entidades públicas administrativas. No ano de 2022, aproximadamente 77.076.428 t de resíduos foram gerados, cerca de 380 Kg/hab/ano. A distribuição dessa geração pode ser verificada na Figura 1, por região.

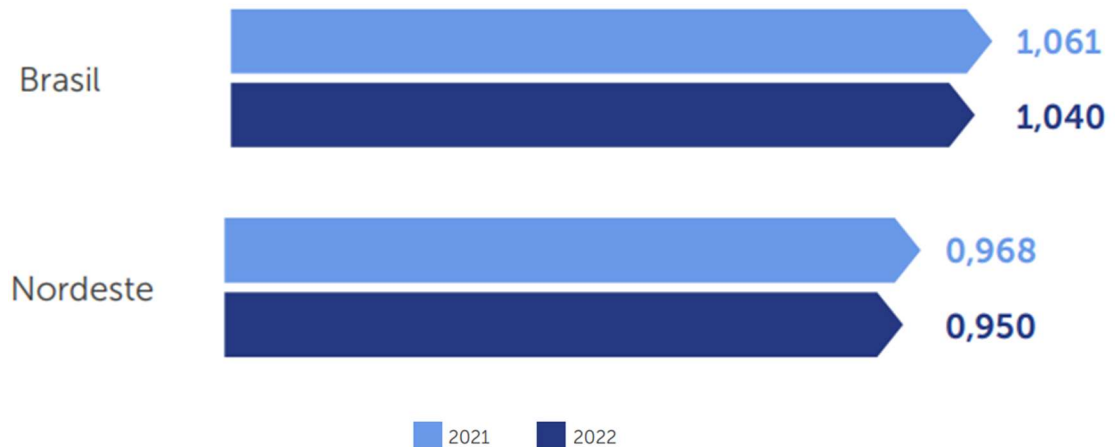
Figura 1 - Panorama da geração de RSU por Região



Fonte: ABREMA (2023)

De certo modo, foi possível verificar um decréscimo na geração em toneladas por ano e no consumo per capita, em nível nacional e no panorama do Nordeste (Figura 2), no período de 2021 para 2022. Do total gerado (77.076.428 t), cerca de 71.729.841 t foram coletadas em 2022, com indícios de evolução (incremento de área de coleta ou de volume de resíduos coletados) quando comparados os anos de 2021 e 2022, nos cenários do Brasil e do Nordeste.

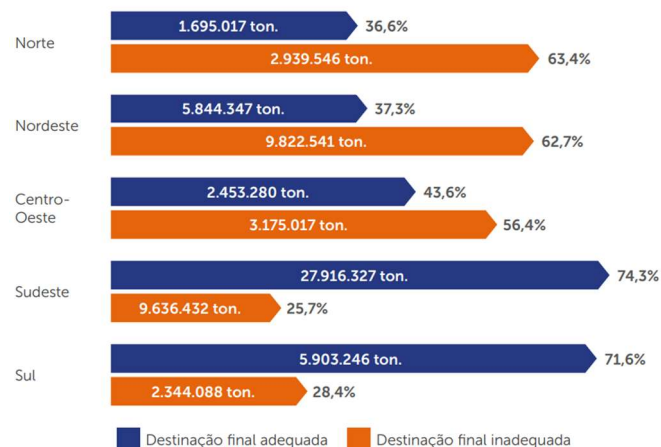
Figura 2 - Comparação Brasil-Nordeste



Fonte: ABREMA (2023)

No panorama divulgado pela ABREMA (2023), somente as regiões Sul e Sudeste conseguem destinar corretamente mais resíduo percentualmente, em relação ao que é disposto de forma irregular. Norte e Nordeste figuram como os mais ineficientes neste comparativo (Figura 3).

Figura 3 - Dados de disposição de RSU por regiões



Fonte: ABREMA (2023)

2.2 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)

2.2.1 Definição de RCC

A resolução CONAMA 307/2002, a qual traça diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos de construção civil, define Resíduos de Construção Civil como aqueles que são:

“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;”

2.2.2 Classificação dos RCC

Assim como para os resíduos sólidos urbanos, os resíduos de construção civil possuem um guia que facilita a sua devida classificação, que por sua vez, está atrelado na melhor condução no processo de gerenciamento, e pode ser verificada na resolução CONAMA 307/2002, que classifica os RCC's em:

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

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

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

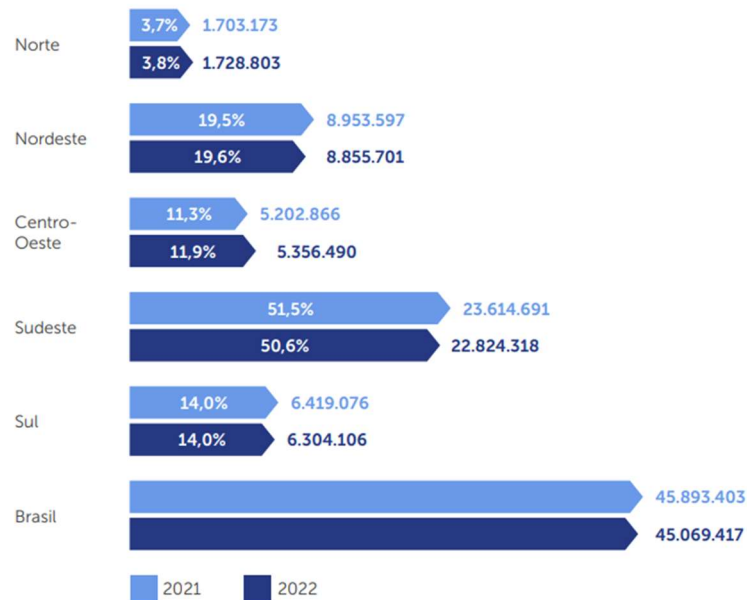
Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

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

No panorama nacional, em 2023, foram coletadas 45.069.417 t de RCC nos municípios do Brasil, segundo a ABREMA (2023). Os dados apresentados pela associação já indicam indícios de um cenário pós-pandemia, em que houve uma retomada gradual ao longo dos meses, e destacam a relevância do ano na evolução normativa nacional no período, voltada à gestão de resíduos, como o Decreto Nº 10.936/2022 e a Lei Nº 11.043/2022. Ainda em relação ao RCC, o Nordeste é a

terceira região em geração de resíduos, quando se faz o comparativo em toneladas. (Figura 4).

Figura 4 - Comparativo de geração de RCC por região



Fonte: ABREMA (2023)

2.2.3 Quantificação de RCC

Gusmão (2008) aponta que não existe no Brasil uma metodologia consagrada no meio técnico para a estimativa da geração de RCC. Entretanto, Pinto e González (2005) propõem uma metodologia que se baseia em:

1. Realizar o cálculo de geração pelo parâmetro de áreas licenciadas;
2. Volume transportado de RCC pelas empresas de coleta;
3. Volume depositado de resíduos em áreas utilizadas como destino final.

De Castro et al. (2012) atribuem a geração de RCC, que é inerente à indústria da construção civil, a fatores como projetos sem detalhamento e especificações, aquisição de materiais de construção de baixa qualidade, armazenamento/transporte de materiais de maneira inadequada, entre outros.

2.3 NORMAS RELATIVAS A RCC

2.3.1 Legislação Federal

O Decreto 10.936/2022, que regulamenta a Lei 12.305 e institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu Art. 30, apresenta a ordem de prioridade para a gestão dos resíduos sólidos, sendo, portanto, a diretriz de: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada, o caminho a ser seguido. Expõe também os atores do processo, desde a fabricação até os consumidores e órgãos públicos.

A Lei 14.026/2020, que altera a Lei 12.305/2010 quanto aos prazos para disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, estabelece que, até 2 de agosto de 2023, municípios que disponham de plano intermunicipal de resíduos sólidos, com população entre 50.000 e 100.000 habitantes, devem possuir mecanismos de cobrança que garantam a sustentabilidade econômico-financeira, abrindo-se prerrogativa nos casos em que for economicamente inviável, devendo ser adotadas outras soluções, observadas as normas técnicas operacionais estabelecidas pelo órgão competente, danos ou riscos à saúde pública, à segurança e os impactos ambientais envolvidos.

Gomes Júnior (2010) reuniu as responsabilidades dos órgãos em suas esferas (Tabela 1), considerando também a necessidade da elaboração desses documentos no cenário da administração pública.

Tabela 1 - 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: Gomes Júnior (2010)

A Lei Nº 12.305/2010 também estabelece diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de Resíduos Sólidos, incluindo perigosos, bem como define responsabilidades entre os geradores e o poder público. Esta política também define as competências do DF e dos municípios bem como dos estados, além de preconizar que se garanta pela união, estados e municípios a manutenção das informações dentro do SINIR (Sistema Nacional de Informações sobre Gestão de Resíduos Sólidos).

2.3.2 Legislação Estadual

A Lei 17.023/2020 (atualização) altera a Lei 14.236/2010, que trata das garantias e promove a proteção e valorização de mulheres que integram o fluxo organizado de resíduos sólidos, especialmente catadoras de materiais recicláveis e reutilizáveis. Já a Lei 14.236/2010 é a Política Estadual de Resíduos Sólidos, que caracteriza os resíduos de construção civil, em seu Capítulo I, Art. 3º, inciso VI, conforme a definição da CONAMA 307, além de manifestar seus instrumentos, como o Programa Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos (PEGRS), os Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS), o Sistema Estadual de Informações sobre Resíduos Sólidos (SEIRES), e itens como pesquisa, cooperação técnica e financeira público-privada, incentivos fiscais, entre outros.

A política estadual ainda dispõe sobre as obrigações de logística reversa para fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, além de definir os respectivos itens, no Art. 20, que devem ser objeto de logística reversa pelos consumidores.

As alterações posteriores à criação da Lei são comuns no processo de melhoria do texto e dos avanços sociais. Assim, a Lei 17.405/2021 também altera a Lei 14.236/2010, ampliando o texto original e especificando as multas e penalidades aos estabelecimentos que descumprirem as regras ambientais adequadas de armazenamento de pneus, por exemplo.

A Lei 35.706/2010 criou o Comitê Estadual de Resíduos Sólidos, para a gestão integrada de resíduos. O Estado de Pernambuco também possui o Fórum Pernambucano de Resíduos Sólidos, instituído pela Lei 35.705/2010, que tem o intuito de promover discussões a respeito da Política Estadual de Resíduos Sólidos. A

Comissão Técnica Interinstitucional (CTI) para a gestão consorciada e regionalizada de resíduos sólidos foi criada por meio da Lei 35.760/2010.

2.3.3 Legislação Municipal

Do ponto de vista das legislações municipais promulgadas ao longo dos anos, foi realizada uma consulta à procuradoria municipal para identificar quais legislações estão em vigor ou que já trataram do gerenciamento de resíduos de forma geral, a fim de identificar como o tema é abordado no nível municipal.

A Lei 531/1998 dispõe sobre atos de limpeza urbana, evidenciando o que são atos lesivos, e, em seu Art. 1º, inciso III, menciona o ato lesivo de “sujar logradouros ou vias públicas, em decorrência de obras ou desmatamento,” além de outras providências em relação a comportamentos do comércio, da feira livre, entre outros, e estabelece providências sobre as ferramentas que podem ser utilizadas pelo poder executivo para prover educação ambiental (palestras, programas, convênios, projetos, etc.).

A Lei de regulamentação do Código de Obras e Edificações Municipal atualmente em vigor é a Lei 770/2005, que, embora esteja atrelada aos procedimentos de construção, não dispõe em capítulos sobre critérios ambientais para os resíduos provenientes da indústria da construção.

A Lei 1.144/2015 autoriza o município a realizar PPP (parceria público-privada) visando à outorga de concessão para gerenciamento, exploração e beneficiamento de resíduos sólidos. O Código de Postura Municipal é instituído por meio da Lei 1.321/2019 e traz algumas informações determinantes para o processo de gerenciamento municipal:

1. Em seu Art. 241, estabelece que a responsabilidade sobre os entulhos gerados por obras, empreendimentos, reformas ou congêneres é do proprietário ou possuidor do imóvel;
2. O Art. 242 determina que tais entulhos só poderão ser descartados em locais indicados pela administração;
3. O Art. 243 estabelece que o transporte também é de responsabilidade do proprietário do imóvel;

4. Elimina a viabilidade de dispor em ruas RCC que prejudique a mobilidade de trânsito ou pedestres, fixando o prazo de 72h para desobstrução;
5. Dispõe sobre os procedimentos de fiscalização da Administração;
6. As transgressões à Lei poderão ser atribuídas a proprietários, empresas, responsáveis técnicos, transportadoras ou até motoristas;
7. O Art. 392, parágrafo 2º, indica que fica proibida a escavação ou aterro de terrenos públicos.

2.3.4 Normas Técnicas Brasileiras

Gomes Júnior também sintetizou as normas técnicas da ABNT que tratam de RCC (Tabela 2), relacionando com o objetivo de cada uma.

Tabela 2 - Normas da ABNT que envolve Resíduos de Construção Civil

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.
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: Gomes Júnior (2010)

2.4 ALTERNATIVAS PARA DESTINAÇÃO DE RCC

Paz (2019) reúne as principais viabilidades de destinação de RCC encontradas na literatura, apontando a de maior porte, os Aterros de Resíduos Classe A, as intermediárias como as Áreas de Transbordo e Triagem de RCC, e, por fim, a primeira atenção básica da coleta como sendo as Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes. Dentro do escopo da reciclagem, são referenciadas as Usinas de Beneficiamento.

A implantação de um aterro de inertes deve seguir o que preconiza a NBR 15.113/2004. Esta NBR ilustra a importância dos registros e a descrição dos materiais/quantidade de tudo que ocorrer no aterro. Os processos devem possuir dados suficientes a respeito do recebimento, rejeitos, análises, inspeções, incidentes e monitoramento de águas superficiais e subterrâneas (PAZ, 2019).

A Área de Transbordo e Triagem (ATT) é um artifício utilizado quando, dentro do gerenciamento, a destinação final possui distância média de transporte relevante. Assim, torna-se vantajoso o uso de uma área temporária que sirva para triagem, armazenamento e posterior destinação final adequada. Considerando que a composição do resíduo é variável, tais triagens parciais podem significar vantagem econômica quando é possível remover do volume total resíduos que não são destinados aos aterros.

Pinto e González (2005) apontam que tais ATT devem ser construídas levando em consideração o Plano Diretor, as proximidades de possíveis grandes geradores e a facilidade de acesso para os veículos utilizados. Estas áreas são regulamentadas pela NBR 15.112/2004.

Os Pontos de Entrega Voluntária (PEV) são áreas de uso público voltadas ao recebimento de pequenos volumes pelos municípios. Este conceito está consolidado no universo do RSU e é uma estratégia de captação de resíduos dentro da composição geral dos Resíduos Sólidos Urbanos. Seu uso como uma unidade de recebimento de pequenos volumes para RCC versa pela proposição de minimizar a quantidade de resíduos dispostos de maneira irregular nos logradouros públicos (PAZ, 2019).

2.5 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

De maneira geral, a pesquisa científica se apoia no desenvolvimento de observações acerca de temas ou se debruça sobre hipóteses levantadas para, assim, refutar ou atestar mediante aplicação de ferramentas capazes de retornar os resultados esperados. Desta forma, emitir juízo acerca de determinado tema, por vezes, requer o uso dos conhecidos indicadores, que podem ser conceituados como:

“O indicador é uma medida, de ordem quantitativa ou qualitativa, dotada de significado particular e utilizada para organizar e captar as informações relevantes dos elementos que compõem o objeto da observação. É um recurso metodológico que informa empiricamente sobre a evolução do aspecto observado”. (Ferreira, Cassiolato e Gonzales (2009 Apud MP 2012 p.16)

é através desses indicadores que é possível instrumentalizar o processo metodológico de diagnóstico. E, neste caso específico, necessita-se de uma associação com o tema desenvolvimento sustentável, que, por sua vez, pode ser entendido, como lembrado por Torresi *et al.* (2010), em 1987, no Relatório Brundtland da Organização das Nações Unidas, como a capacidade que a sociedade atual deve possuir para satisfazer as necessidades do presente sem comprometer os recursos que serão necessários para as gerações futuras, em um elo com o desenvolvimento econômico e social.

A abordagem do "*Triple Bottom Line*," como proposto por Elkington (1994), é a expressão do modelo atualmente em discussão voltada às ações ambientais com cunho de sustentabilidade, fazendo uma ponte com a indústria da construção civil sem abrir mão de colocar como centro as pessoas, o planeta e os lucros ("*people, planet and profit*").

Com vistas à sustentabilidade, a reintrodução do RCC na cadeia da indústria tem sido alvo de pesquisa científica regularmente, como, por exemplo, o uso do agregado da cerâmica vermelha na produção de tijolos (REIS, 2006), a reciclagem de misturas betuminosas provenientes de demolição de estradas (AINCHIL *et al.*, 2004; BASTOS *et al.*, 2004; BAPTISTA, 2006), e o desempenho do concreto em resistência e durabilidade com a adição desses tipos de agregados.

Oliveira *et al.* (2005) evidenciaram em pesquisa que, em média, 60% do resíduo gerado no estado de Goiás poderia ser reciclado, um bom indicador do

potencial do RCC. Pinto (1999) remete a este potencial a possibilidade de redução do consumo de matérias-primas virgens, o que provoca um impacto socioambiental positivo, pela redução do volume descartado.

Entretanto, ter potencial e possuir créditos do ponto de vista ambiental não são suficientes, como apontam Santos e Pompeu (2014), que destacam que a questão, como um todo, precisa partir de um planejamento econômico-financeiro com vistas à viabilidade das soluções propostas, como no caso da implantação de uma Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil.

Para a obtenção de indicadores do desempenho da gestão de RCC, assim como nos trabalhos de Lafayette (2016), Silva (2017), Ximenes (2018), Holanda (2018), Paz (2019) e Gomes Júnior (2022), a literatura demonstra que há a metodologia adaptada do IGR, desenvolvida pela Cetesb (2014) e pela SMA, que apoia a análise dos:

- 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).

Para isto, o cálculo final do IGRCD é feito a partir da equação a seguir e a partir da pontuação obtida, será possível emitir avaliação da gestão considerando o que dispõe a Tabela 3:

$$\text{IGRCD} = \text{IQG} + \text{IQP} + \text{IQC} + \text{IQT} \quad [1]$$

Tabela 3 - Grau de eficiência da gestão administrativa

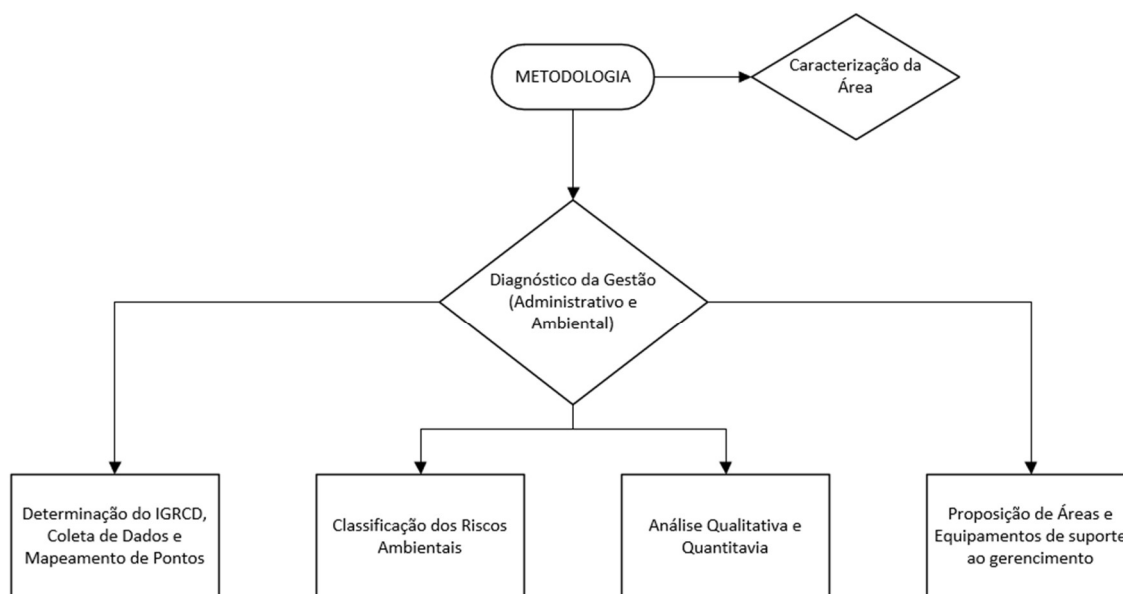
Intervalos	Classificação do Município
$\text{IGRCD} \leq 40$	Ineficiente
$41 \leq \text{IGRCD} \leq 53$	Mediana
$\text{IGRCD} > 54$	Eficiente

Fonte: Holanda (2018)

3 METODOLOGIA

Neste item, é apresentada a estrutura da metodologia, que consiste na caracterização da área de estudo do município de Bezerros-PE em seus aspectos físicos e sociais, e no desenvolvimento da pesquisa, relacionando, assim, a forma do procedimento a ser aplicado e as características do município em estudo, em seus aspectos relevantes para o tema. O desenvolvimento da pesquisa se apoia no diagnóstico administrativo, ambiental e na análise das áreas aptas à implantação de equipamentos para Gerenciamento de RCC. De maneira simplificada, a Figura 5 apresenta o fluxograma para este tópico.

Figura 5 - Fluxograma da Metodologia



Fonte: O autor (2024)

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

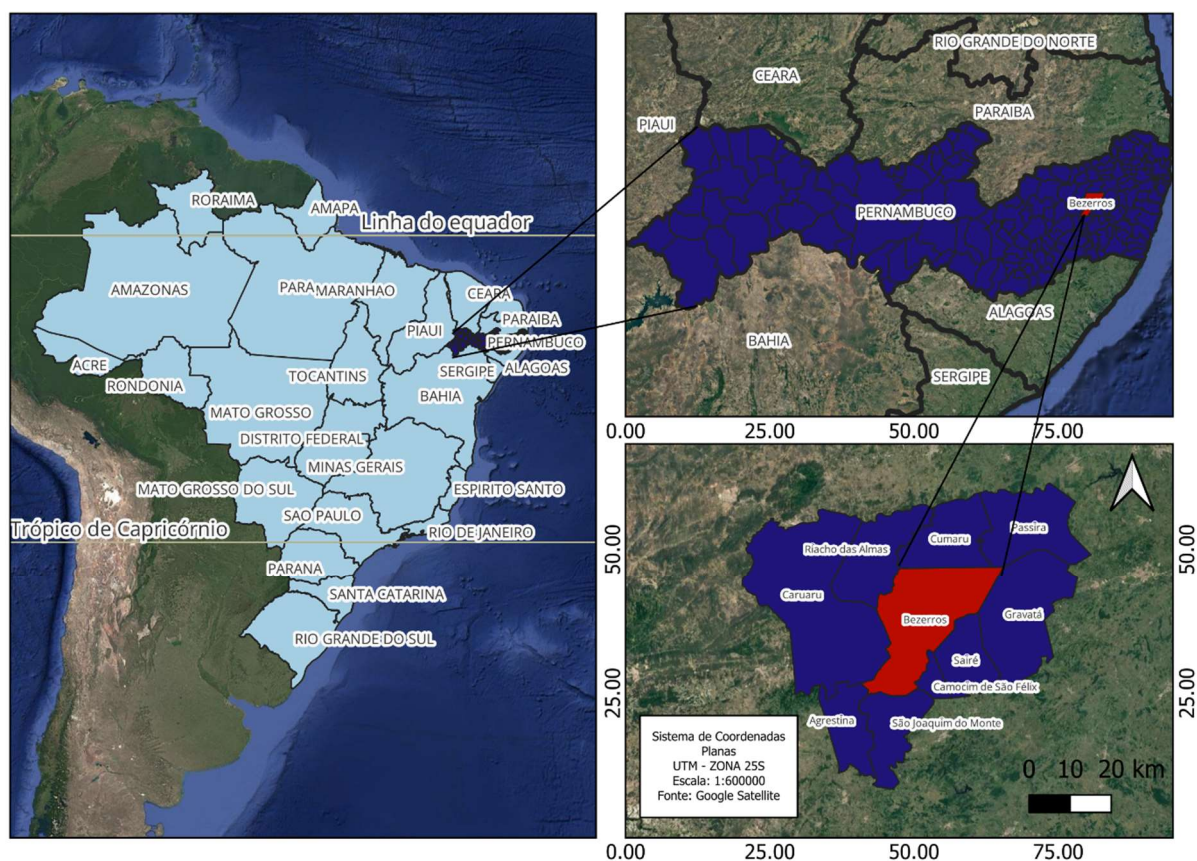
3.1.1 Localização do Município

O município de Bezerros está localizado na mesorregião Agreste e na microrregião Vale do Ipojuca do estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Cumaru e Passira, a sul com São Joaquim do Monte e Agrestina, a leste com Gravatá, Sairé e Camocim de São Félix, e a oeste com Riacho das Almas e Caruaru. O município possui uma área territorial de 492,56 km² e está a cerca de 108 km da capital estadual, Recife-PE, ligada através da BR-232. O município também possui conexão

com a PE-097, que se liga ao município de Cumaru-PE, e à PE-103, que é a rota para a sede do município de Sairé-PE.

O município possui ainda uma densidade demográfica estimada em 119,53 hab/km². A sede do município tem uma altitude aproximada de 470 metros em relação ao nível do mar, com coordenadas geográficas de 08° 14' 00" de latitude sul e 35° 47' 49" de longitude oeste (Figura 6). A cidade está em uma zona de clima tropical. O município possui um IDHM de 0,606 e uma população estimada de 61.398 pessoas (IBGE, 2022).

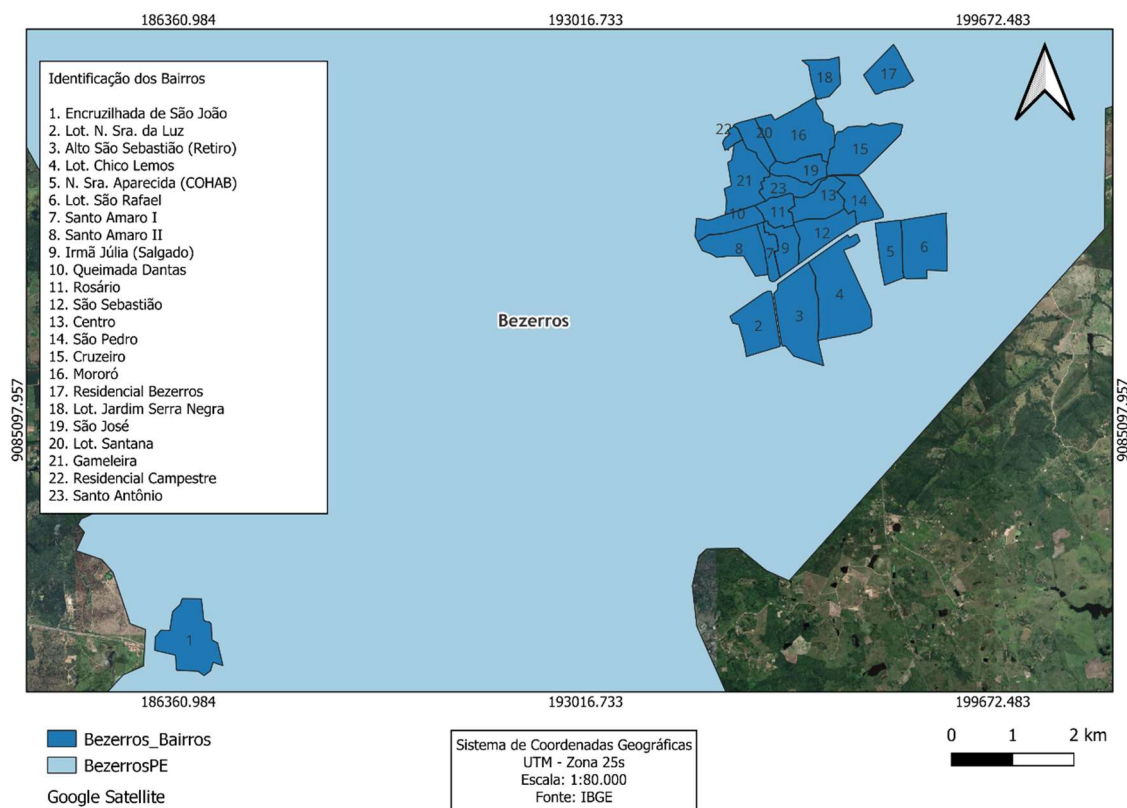
Figura 6 - Localização do município de Bezerros-PE



Fonte: O autor (2024)

O município está dividido em 23 bairros (Figura 7), incluindo novos loteamentos, além de núcleos rurais representativos como Sapucarana e Boas Novas. O local mais afastado do núcleo urbano é o bairro de Encruzilhada de São João. Ainda, conta com uma vila representativa do ponto de vista turístico, e um dos polos estaduais mais importantes do São João, que é a Serra Negra.

Figura 7 - Bairros de Bezerros-PE



Fonte: O autor (2024)

3.1.2 Características Socioeconômicas

O município de Bezerros apresentou um PIB igual a R\$ 748.308,97 no ano de 2020, com o setor de serviços tendo a maior participação, apresentando R\$ 555.791,28. Em comparação com cidades polos do Agreste, Caruaru, que em 2020 apresentou um PIB de R\$ 7.518.244,06, o município apresenta um desempenho menor que 10% em valores absolutos.

Neste mesmo ano, o PIB per capita do município foi de R\$ 12.291,54, enquanto o estado apresentou o mesmo índice, com um montante de R\$ 20.101,38 (CONDEPE/FIDEM, 2020). O município está agrupado na região de desenvolvimento do Agreste Central; na agricultura, destaca-se na produção de tomate, bem como na fabricação e comércio de bolos e doces.

O município conta com um parque industrial às margens da BR-232 (próximo ao Centro de Ensino Experimental Escola Técnica do Agreste), onde fica o primeiro

acesso da cidade no sentido Recife-Caruaru. O setor industrial representou, em 2020, segundo dados estaduais, R\$ 98.667,31 (13,18%) do PIB produzido.

A rede hospitalar atual conta com um hospital da iniciativa privada e uma UPA 24h da rede pública, além de postos de saúde (UBS) espalhados pelo território, como atenção primária. O hospital maternidade que atende a região atualmente está desativado.

3.1.3 Características Físicas

3.1.3.1 Hidrologia

O município está inserido, em parte, na bacia do Rio Ipojuca, em parte na bacia do Sirinhaém e em parte na bacia do Rio Capibaribe, com clima semiárido, verão seco e trechos com clima tropical de altitude. Além disso, está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, com o ponto mais alto a 957 m, no povoado da Serra Negra. A vegetação é composta por caatinga, hiperxerófila e também por mata atlântica (CPRM, 2005).

A precipitação média do município de Bezerros (APAC, 2023) é de 548 mm/ano, com um período chuvoso durando aproximadamente 10 meses, tendo como mês mais chuvoso o mês de junho.

3.1.3.2 Geologia e Relevo

O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. Quanto ao solo, sua fertilidade é variada, com predominância média a alta. A área da unidade é recortada por dois rios perenes (Rio Ipojuca e Rio Riachão), de pequena vazão e com baixo potencial de água subterrânea (CPRM, 2005).

O município está inserido na província Borborema, constituído pelos litotipos dos complexos Salgadinho, Vertentes, dos Granitóides Indiscriminados, da Suíte Intrusiva Leucocrática Peraluminosa, do Complexo Surubim e da Suíte Calcicalcina de Médio a Alto Potássio Itaporanga (CPRM, 2005).

3.1.3.3 Vegetação e clima

A estação quente dura mais de cinco meses, e a temperatura média diária fica acima de 31 °C, com o mês de janeiro sendo o mais quente. O mês mais frio é julho, com temperaturas médias diárias abaixo de 27 °C. A vegetação é formada por florestas subcaducifólias e caducifólias, com clima do tipo tropical chuvoso e verão seco (CPRM, 2005).

3.2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

3.2.1 Diagnóstico Administrativo

O diagnóstico administrativo compreende o levantamento de dados que possam fornecer indicadores sobre o índice de geração de resíduos, bem como sobre o aparato legal disponível nas escalas federal, estadual e municipal. Por fim, é realizada a determinação do Índice de Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição (IGRCD) aplicado ao município.

3.2.1.1 Coleta de dados

O licenciamento ou a dispensa de licenciamento de novas obras é um procedimento administrativo contido dentro da gerência de controle urbano municipal, da Secretaria da Fazenda. O objetivo deste levantamento é reunir dados como o endereço, o tipo de categoria (se seria uma nova obra ou reforma) e a área do empreendimento pretendido, visando fazer comparativos de áreas que possuem maiores índices de licenciamento, bem como alimentar os balanços de geração estimados.

Foram coletados na Secretaria de Infraestrutura os dados referentes ao processo de gerenciamento do resíduo, desde o procedimento de planejamento diário de rotas, as fontes de denúncias ou solicitações, os dados referentes à frota disponível, o procedimento operacional e a logística de disposição final ou reuso do material.

3.2.1.2 Determinação do IGRCD

Dentro do programa de diagnóstico administrativo na gestão de RCC, foi aplicado o Índice de Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição (IGRCD), desenvolvido por Lafayette (2016) e aplicado em municípios pernambucanos por Silva (2017), Holanda (2018), Ximenes (2018), Paz (2019) e Gomes Júnior (2022), sintetizado no questionário de Gomes Júnior (2022), conforme mostra o Anexo A, para coleta de indicadores e obtenção de um índice de sustentabilidade da gestão municipal, com enfoque em grupos específicos na cadeia da gestão de resíduos, classificando o desempenho do município e resumindo-se em:

1. Instrumentos de Gestão;
2. Programas de Gestão;
3. Coleta e Triagem;
4. Tratamento e disposição.

Os indicadores ilustrados no IGRCD foram discutidos por Gomes Júnior (2022) e aplicados no município de Caruaru/PE. Eles envolvem instrumentos de gestão (leis, decretos e resoluções), programas de gestão voltados à educação e conscientização da necessidade de difusão dos 3R's (Redução, Reutilizar e Reciclar), fiscalização de obras e logística reversa desses materiais.

Além disso, os indicadores de coleta e triagem dos resíduos são voltados ao nível de abrangência no espaço urbano, bem como à estrutura do sistema de triagem e seu devido porte de máquinas e equipamentos. Por fim, têm-se os indicadores de tratamento e disposição final em relação ao diagnóstico atual de como o município descarta no meio ambiente os resíduos coletados por iniciativa própria de coleta.

A Tabela 4 expõe os instrumentos de gestão, e a Tabela 5 classifica o município quanto aos indicadores de sustentabilidade. A Tabela 6 coleta informações de programas educativos, e a Tabela 7 é a base para a classificação desses indicadores de programas implementados. A Tabela 8 analisa a coleta e triagem, e a respectiva Tabela 9 avalia o grau de desempenho do município em relação ao tema. Por fim, a Tabela 10 aponta a análise dos indicadores de tratamento e disposição final, e a Tabela 11 aponta a classificação da forma como o município trata e dispõe o RCC.

Tabela 4 - Instrumentos de Gestão

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
	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 1m³/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: Holanda (2018)

Tabela 5 - Classificação dos Instrumentos de Gestão

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

Fonte: Holanda (2018)

Tabela 6 - Programas de Gestão

Item	Subitem	Avaliação	Pontuação
Programas de Gestão de RCC	Ações educativas voltadas à prevenção ou redução de resíduos sólidos de construção e demolição	Estruturadas	2
		Esporádicas	1
		Não	0
	Formação ou capacitação de agentes ou catadores	Sim	1
		Não	0
	Fiscalização periódica de obras	Estruturadas	3
		Esporádicas	1
		Não	0
	Existência de incentivos voltados à 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
		Não existe	0
	Programas e ações em parceria com outros atores (órgãos públicos federais, estaduais, esfera privada, 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: Holanda (2018)

Tabela 7 - Classificação dos Programas de Gestão

Grau	Pontuação
Baixo	De 0 a 6
Médio	De 7 a 10
Alto	De 11 a 23

Fonte: Holanda (2018)

Tabela 8 - Coleta e Triagem

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
	% de 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: Holanda (2018)

Tabela 9 - Classificação Coleta e Triagem

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

Fonte: Holanda (2018)

Tabela 10 - Tratamento e Disposição Final

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 inertes	Pública	3
		Privada	2
		Não	0
	Disposição de RCC em aterro sanitário	Sim	3
		Não	0

Fonte: Holanda (2018)

Tabela 11 - Classificação do Tratamento e Disposição Final

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

Fonte: Holanda (2018)

O método de avaliação do desempenho do município com a gestão de resíduos de construção civil é através do somatório das pontuações obtidas através da classificação das tabelas do tópico anterior, e este representa o índice de sustentabilidade (IGRCD), que varia de 0 a 66 pontos.

Com o valor obtido, municípios que possuem pontuação inferior a 60% (menor que 40 pontos), são classificados como gestão ineficiente. Se o percentual for entre 60% e 80% (de 41 a 53 pontos), a gestão é considerada mediana, e se for superior a 80% (acima de 54 pontos) pode-se classificar como uma gestão eficiente.

3.2.1.3 Estimativa da geração de RCC

Adaptando-se à realidade local, revisou-se o estudo da caracterização quantitativa quanto ao RCC, com base na metodologia proposta por Pinto e González (2005), uma vez que:

(1) a proposta de cálculo da geração de RCC levantadas pelas áreas licenciadas será realizada mediante o índice de regularização de empreendimentos perante o Controle Urbano Municipal;

(2) o volume de transporte de RCC pelas empresas privadas de coleta é desprezado, por não haver empresas cadastradas ou em atividade no município;

(3) a consideração referente à quantificação baseada na disposição de resíduos nas áreas de Destino Final será desprezada, uma vez que não há área licenciada, a área utilizada não possui controle de entrada e, ainda, não é exigência municipal a apresentação de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) à iniciativa privada para regularização.

Portanto, a proposta para adaptar a metodologia em seu item (1) é realizar uma composição de dados de levantamento de campo, com os dados fornecidos pelo Controle Urbano das obras licenciadas. Em seu item (2), foram utilizadas substancialmente as informações fornecidas pela Prefeitura Municipal sobre a quantidade de retirada de resíduos por maquinário próprio, em índice diário/mensal.

Por fim, a projeção do volume gerado de RCC do município, em detrimento à capacidade de suporte da área utilizada, será feita considerando o reconhecimento geoespacial da área atual. Foram consultados a Secretaria da Fazenda, o departamento de gestão interno da Secretaria de Infraestrutura e as respectivas concessionárias de fornecimento de água e energia (Tabela 12).

A caracterização qualitativa foi realizada seguindo a classificação da Resolução CONAMA 307/2002, de A a D. O instrumento da avaliação foi a avaliação in loco, mediante inspeção do volume de resíduo em situação de disposição irregular em vias e logradouros.

Tabela 12 - órgãos de suporte à coleta de dados

Órgão	Coleta
Controle Urbano Municipal - SEFAZ	Dados referente ao índice de obras registradas para Construção e Demolição em 2021 e 2022
Departamento Interno RCC - Infraestrutura	Dados referentes ao volume (m ³) de RCC retirado por mês dos logradouros
Neoenergia - Fornecimento de energia elétrica	Dados referentes ao número de solicitações de instalação de novos pontos de fornecimento de energia
Departamento de Tributos - SEFAZ	Dados referentes a lotes e áreas de propriedade municipal, em zonas potencialmente adequadas, para implantação de aterros.

Fonte: O autor (2024)

Revisou-se também a proposta de Angulo *et al.* (2011), que indicam parâmetros aplicáveis durante a avaliação quantitativa dos materiais dispostos nas vias públicas, classificando:

1. Os grandes geradores (empresas), àqueles responsáveis por geração de mais de 3 m³, e legalizados;
2. Os grandes geradores (informais), àqueles responsáveis por geração de mais de 3 m³, legalizados ou não (ADAPTADO);
3. Os pequenos geradores (informais), os responsáveis pela geração de menos de 3 m³.

Para a estimativa da geração de resíduos de construção, o método de cálculo indireto adotado, se baseia na proposição discutida por Cochran *et al.* (2007) e Solis-Guzman *et al.* (2009), em que nos casos de construção:

$$C = Ac.Pc \quad (1)$$

Onde:

C: Resíduos gerados na construção por mês (t RCC/mês)

Ac: Área Construída por mês

Pc: Índice de geração de resíduo na construção (PAZ, 2014)

Paz (2014), ao analisar dados de 20 obras de construção na cidade do Recife/PE, propôs os índices de geração de RCC de acordo com o porte da obra,

apresentados na Tabela 13. Os dados catalogados pelo órgão municipal são coletados segundo os critérios: Licença de Construção, Licença de Reforma, Legalização, Licença de Demolição e Licença de Reforma com acréscimo. Os processos de legalização foram desconsiderados, pois entendem-se como áreas muito anteriores, já construídas há mais de 10 anos, e que, portanto, não são representativas na geração de resíduos atual.

Tabela 13 - Índices de geração por área construída

Área total construída (m ²)	Geração média total de RCC (t)	Índice de geração por área construída (kg/m ²) ¹
$At \leq 8.000 \text{ m}^2$	879	157
$8.000 \text{ m}^2 < At \leq 15.000 \text{ m}^2$	884	74
$15.000 \text{ m}^2 < At \leq 25.000 \text{ m}^2$	1291	71
$At > 25.000 \text{ m}^2$	1780	29

¹ O índice oficial estabelecido para a cidade do Recife pela Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana (EMLURB), é de 75 kg/m², independentemente do porte da obra.

Fonte: adaptado de Paz (2014)

Para as situações de reforma, há a proposição também de Morales *et al.* (2006):

$$R = P \cdot n \cdot pr \quad (2)$$

Onde:

R: Resíduos gerados na reforma por mês (t RCC/mês)

P: solicitações de transformações nas ligações de água ou energia elétrica (ligações/mês)

n: conversão da área reformada média para cada ligação (30 m² reforma/ligação)

pr: índice de geração de resíduo na reforma (0,47 t RCC/m² reforma) obtido por Morales *et al.* (2006).

Dentro das categorias, obedeceram a equação 1, as áreas computadas como Licença de Construção, e as demais obras, tiveram seu resíduo estimado obedecendo as estimativas da equação 2.

3.2.2 Diagnóstico Ambiental

O diagnóstico ambiental visa à investigação dos impactos atuais dentro da cadeia de geração de RCC, sejam os impactos imediatos pela disposição em vias e logradouros, quanto ao local de disposição final.

3.2.2.1 Mapeamento dos pontos de descarte irregular de RCC

O mapeamento dos pontos de descarte irregular de RCC foi realizado a partir de registro fotográfico através de um aplicativo com geolocalização GPS Maps e importação de dados com coordenadas para uma planilha Microsoft Excel. A planilha também conta com a previsão em percentual da representatividade das classes estabelecidas pela Resolução CONAMA 307/2002. Foi utilizado o software **QGIS 3.28.0 - Firenze** para o tratamento dos dados voltados à criação de um mapa de calor, baseado nas coordenadas levantadas dos pontos e disposição em mapa. As regiões mais afetadas pela dificuldade de gestão foram estudadas para se tornarem alvo de alternativas. O Microsoft Excel também será uma ferramenta para o tratamento de dados, com o intuito de elaborar gráficos para os percentuais das classes, indicando os tipos de resíduos predominantes.

Não há estimativas a serem incorporadas mediante quantidades advindas de PEVs (Pontos de Entrega Voluntária), que, embora sejam uma recomendação do Ministério do Meio Ambiente desde 2012, não têm pontos voltados à gestão de RCC catalogados no município.

3.2.2.2 Classificação dos riscos ambientais provenientes da deposição de RCC

Para identificar as áreas mais suscetíveis a impactos ambientais que exigem atenção prioritária por parte da prefeitura, essas regiões foram classificadas com base em critérios ambientais, seguindo a metodologia proposta por Paz et al. (2020). Nessa abordagem, são atribuídos scores de risco ambiental (Tabela 14), levando em consideração a proximidade entre os locais de deposição irregular de resíduos e elementos como recursos hídricos, cobertura vegetal, áreas de habitação irregular, renda familiar média, parques e praças, além de equipamentos de saúde e educação.

Tabela 14 - Critérios e scores utilizados para a classificação dos riscos ambientais

Parâmetros	Score
Equipamento urbano de saúde (S_s)	Distância (quanto mais próximo dos equipamentos, maior o risco ambiental). Até 20 m – 10,0 pontos Até 40 m - 7,5 pontos Até 80 m - 5,0 pontos Até 160m - 2,5 pontos >160m - 0,5 ponto
Equipamento urbano de educação (S_e)	
Faixa de renda média familiar (S_r)	Renda média familiar (R\$) ¹ (Quanto menor a renda, maior o impacto da deposição de RCD) Até 660,00 – 10,0 pontos 661,00 a 1.320,00 - 8,5 pontos 1.321,00 a 2.372,00 - 7 pontos 2.373,00 a 3.595,00 – 5,5 pontos 3.596,00 a 5.226,00 – 4,0 pontos 5.227,00 a 8.308,00 – 2,5 pontos 8.309,00 – 20.222,00 – 1 ponto Maior que 20.222,00 – 0,5 ponto
Cursos D'água (S_c)	Distância (Quanto mais próximo dos cursos d'água, maior o risco ambiental) Até 20m – 10,0 pontos Até 40 m - 7,5 pontos Até 60m - 5,0 pontos Até 120m - 2,5 pontos > 120m - 0,5 ponto
Área Verde (S_v)	Distância (Quanto mais próximo da área verde maior o risco ambiental) Até 20m – 10,0 Até 40 m - 7,5 Até 60m - 5,0 Até 120m - 2,5 > 120m - 0,5
Aglomerados Subnormais (S_{as})	Distância das unidades habitacionais caracterizadas por ausência de propriedade (ocupação informal/desordenada) No local – 10,0 Até 50 m - 7,5 Até 150 m - 5,0 Até 300 m - 2,5 > 300 m - 0,5
Praças e parques (S_{pp})	Distância (quanto mais próximo dos parques/praças, maior o risco ambiental) Até 20m - 10,0 Até 40m - 7,5 Até 80m - 5,0 Até 160 m - 2,5 > 160m - 0,5

Fonte: Paz *et al.* (2020)

¹ Valores reajustados para o ano de 2022 (para adequar ao último Censo), conforme valores e categorias apresentadas pela Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE, 2013) da Presidência da República.

As distâncias foram calculadas utilizando ferramentas de geoprocessamento, como o buffer e a operação de diferença entre arquivos vetoriais. O somatório dos escores foi realizado por meio de álgebra de mapas no software QGIS. Os arquivos vetoriais gerados com as distâncias foram convertidos em arquivos raster, nos quais cada pixel recebeu um valor correspondente ao *score* final, resultante da soma de todos os critérios considerados.

O *score* para os riscos ambientais de cada ponto de deposição irregular em relação à distância (*Sd*) é calculado de acordo com a Equação (3):

$$Sd = Ss + Se + Sr + Sc + Sv + Sas + Spp \quad (3)$$

Onde: *Sd*: Soma dos scores dos critérios ambientais;

Ss: Score devido à distância dos equipamentos urbanos de saúde;

Se: Score devido à distância dos equipamentos educacionais;

Sr: Score em relação à renda média familiar;

Sc: Score devido à distância dos cursos d'água;

Sv: Score devido à distância de áreas de vegetação;

Sas: Score devido à distância de aglomerados subnormais;

Spp: Score devido à distância de parques e praças.

Além do *score* relacionado à distância dos pontos, também é atribuído um *score* baseado no porte das pilhas de resíduos (*Spo*) (Tabela 15). Foram classificados como pontos de pequeno porte aqueles gerados por pequenos produtores, que produzem menos de 1 m³ de resíduos por dia, cuja coleta é de responsabilidade da prefeitura.

Os pontos de médio porte são aqueles que preenchem uma caçamba estacionária de 6 m³, enquanto os pontos de grande porte são aqueles que demandam mais de uma caçamba para serem removidos. Estes últimos são, em geral, pontos consolidados em terrenos baldios e frequentemente contêm resíduos perigosos.

Tabela 15 - Score dos pontos devido ao porte da pilha de resíduos

Porte	Score
Pequeno	6,5 pontos
Médio	15,0 pontos
Grande	30,0 pontos

Fonte: Paz *et al.* (2020)

O *score* final dos riscos ambientais de cada ponto de deposição irregular (S_f) foi calculado de acordo com a Equação (4), que varia de 10 a 100 pontos.

$$S_f = S_d + S_{po}$$

Onde:

S_f = *score* final dos riscos ambientais dos pontos de deposição;

S_d = soma dos *scores* das distâncias dos pontos;

S_{po} = *score* devido ao porte das pilhas de RCC.

Os resultados obtidos com a aplicação da metodologia possibilitam avaliar, em diferentes magnitudes, os riscos ambientais associados à deposição irregular de RCC. Na Tabela 16, são estabelecidas as classes de impacto e seus respectivos escores, permitindo uma análise mais detalhada dos níveis de risco.

Tabela 16 - Classes de risco ambiental e as respectivas pontuações

Classificação	Escala	Score final
Classe I	Risco Baixo	10,0 a 25,0
Classe II	Risco Médio	25,5 a 50,0
Classe III	Risco Alto	50,5 a 75,0
Classe IV	Risco Muito Alto	75,5 a 100,0

Fonte: Paz *et al.* (2020)

3.2.3 Indicação de áreas aptas para recebimento de RCC

O Ministério do Meio Ambiente (2010), através do Manual para Implantação do Sistema de Gestão dos Resíduos de Construção Civil em Consórcios Públicos, listou ações que deveriam compor um sistema de gestão sustentável para a cadeia do RCC, com o intuito de promover o estudo voltado às áreas de triagem, reciclagem e aterro. São elas:

- Simplificar o rito de licenciamento dessas instalações e incentivar a sua perenização;
- Revisar a regulamentação de cadastro para a atuação dos agentes coletores de entulhos, com impedimento à atuação de coletores não regulares;

- Tornar obrigatório o descarte dos resíduos em grandes volumes exclusivamente nas instalações da rede, impedindo a operação de bota-foras;
- Tornar obrigatória a destinação adequada da totalidade dos resíduos resultantes das operações nas áreas de triagem;
- Fornecer orientação técnica para facilitar o acesso dos agentes privados, devidamente regulamentados, às fontes de financiamento, para aquisição de equipamentos e outros investimentos afins;
- Incentivar a reciclagem de RCC, usando o poder de compra da administração pública para estabelecer o consumo preferencial de agregados reciclados, comprovadamente de boa qualidade, principalmente em obras de infraestrutura.

Neste sentido, o dimensionamento das instalações para o manejo de RCC e volumosos também foi sugerido pelo Ministério, via manual, conforme Tabela 17. Neste contexto, considerações são propostas, baseadas nas limitações enfrentadas por municípios de pequeno porte, principalmente pela disponibilidade do mercado em oferecer ferramentas como as caçambas estacionárias para compor o desenho das instalações necessárias.

Tabela 17 - Proposição das instalações necessárias para manejo de RCC, em municípios característicos

população aproximada (hab)	resíduos com entrega voluntária em pequenas quantidades	resíduos oriundos da limpeza corretiva	resíduos oriundos das obras públicas	destinação final do RCD classe A	nº de instalações	Norma Técnica Brasileira
200 mil	PEVs	ATTs	Aterro RCD		PEVs - 8	NBR 15.112
					ATTs - 2	NBR 15.112
					Aterros - 2	NBR 15.113
100 mil	PEVs	ATT	Aterro RCD		PEVs - 4	NBR 15.112
					ATT - 1	NBR 15.112
					Aterro - 1	NBR 15.113
75 mil	PEVs	ATT	Aterro RCD		PEVs - 3	NBR 15.112
					ATT - 1	NBR 15.112
					Aterro - 1	NBR 15.113
50 mil a 25 mil	PEV Central PEV Central Simplificado		Aterro RCD		PEV Cent. - 1	NBR 15.112
					PEV Sim. - 1	NBR 15.112
					Aterro - 1	NBR 15.113
abaixo de 25 mil	PEV Central		Aterro RCD		PEV Cent. - 1	NBR 15.112
					Aterro - 1	NBR 15.113

Fonte: MMA (2010)

3.2.3.1 Identificação de áreas aptas para instalação de URPV

As áreas destinadas para a instalação de Pontos de Entrega Voluntária (PEV) ou Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV) devem levar em consideração fatores que influenciam o cotidiano das pessoas, seu bem-estar e a capacidade de se propor como viável para que a comunidade do entorno se beneficie do ponto.

O fluxo ideal que pode ou não necessitar de uma Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV), Área de Transbordo e Triagem (ATT) e o Aterro de Inertes é discutido na literatura e possui proposições sobre como definir a necessidade ou não, e a abrangência da solução proposta.

Paz (2019) reuniu algumas referências em torno do estudo sobre as URPV, sendo a proposição final a definição sobre quantos pontos, quais os locais e qual a densidade de deposição irregular (Tabela 18).

Tabela 18 - Definição para locação de URPV

Referência	Proposição	Método
Scremin (2007)	Quantidade mínima de URPV	Uso de equação que relaciona a Área Urbana e o raio de abrangência da URPV
Ornelas (2011)	Aptidão da URPV mediante análise de sua proximidade com pontos de Descarte Irregular	Levantamento de lotes cadastrados vazios, extrapolação espacial com raio de 200m a partir dos Pontos de Deposição Irregular para avaliação de aptidão da URPV
Função de Densidade de Kernel - PAZ (2019)	Instalar URPV próximo à locais com potencial de descarte	Levantamento de população por bacia de captação relacionando com a geração de RCC de pequenos geradores calculados a partir de dados de RSU

Fonte: O autor (2024)

Em sua equação, Scremin (2007) relacionou a área urbana com a área de abrangência das unidades, considerando que os raios de abrangência podem ser definidos topograficamente como: plana - RAB = 2,5 km; ondulada - RAB = 2,0 km; acidentada - RAB = 1,5 km.

$$Nurpv = \frac{Au}{\pi.Rab^2} \quad (3)$$

Onde:

N_{urpv} : Número de Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes

A_u : Área Urbana

R_{ab} : Raio de Abrangência

A proposição de Ornelas (2011) exige a investigação dos locais dos lotes e da posse dos dados referentes ao mapa de deposição irregular. Além disso, Paz (2019) propôs cinco classes de aptidão para a implantação das URPV: nula, baixa, média, alta e muito alta.

3.2.3.2 Identificação de áreas aptas para instalação de aterro de inertes

A NBR 15.113/04 determina as diretrizes de projeto para a implantação e operação de aterros de RCC, levando em consideração geologia, hidrologia, passivo, vegetação, infraestrutura e vida útil, baseando-se nas condições topográficas (área e volume do local escolhido) e na proximidade com comunidades. Optou-se pela mesma metodologia aplicada por Paz (2019), com adaptações, que se baseou em pesquisas apoiadas em Decisão Multicritério (Multi-Criteria Decision Analysis – MCDA).

Os critérios escolhidos, a partir da preocupação com os aspectos construtivos, econômicos, operacionais, ambientais e sociais, foram utilizados devido à sua importância para a implantação de um aterro e usina. Esses critérios incluem: recursos hídricos (OSM, 2024), pedologia (Mapbiomas, 2024), vias de acesso (CPRM, 2002), declividade (PE3D, 2024), áreas urbanas (IBGE, 2022), áreas protegidas (SIG CABURÉ – CPRH, 2014) e geologia (Mapbiomas, 2024).

O índice de aptidão de cada critério foi definido de 1 a 5, sendo 1 as áreas com menor aptidão e 5 as áreas com maior aptidão. Os critérios foram divididos em restritivos (Tabela 19) e escalonados (Tabela 20). Os critérios restritivos são limitações absolutas que impossibilitam a escolha de uma região geográfica, enquanto os critérios escalonados são limitações relativas que definem algum grau de aptidão (Paz, 2019).

Tabela 19 - Critérios restritivos e classificação através de índices de aptidão

Critérios restritivos	Classes	Índice de aptidão
Distância de áreas urbanas	Perímetro urbano	0
	Até 200 m do perímetro	1
	201 m - 400m	2
	401 m - 600m	3
	601 m - 800m	4
	> 800 m do perímetro	5
Distância de recursos hídricos	Área de APP	0
	Até 100m das APP	1
	101 m – 200 m	2
	201 m – 300 m	3
	301 m - 400m	4
	> 400 m das APP	5
Distância de áreas protegidas	Perímetro da área de proteção	0
	Até 100m do perímetro	1
	101 m – 200m	2
	201 m – 300 m	3
	301 m – 400 m	4
	> 400m	5

Fonte: Paz *et al.* (2020)

Tabela 20 - Critérios escalonados e classificação através de índices de aptidão

Critérios escalonados	Classes	Índice de aptidão
Declividade	0 – 3% (Plano)	3
	3 – 8% (Suave Ondulado)	4
	8 – 20% (Ondulado)	5
	20 – 45% (Forte Ondulado)	2
	Acima de 45% (Montanhoso a Escarpado)	1
Distância de vias de acesso	< 200 m	1
	200 – 1000 m	5
	> 1000 m	3
Pedologia (Fragilidade)	Muito baixa	5
	Baixa	4
	Média	3
	Forte	2
	Muito Forte	1
Geologia	Ígneas (Boa)	1
	Sedimentar (Satisfatória e pobre)	3
	Metamórfica (Boa e satisfatória)	5

Fonte: Adaptado de Paz *et al.* (2020)

Para cada critério, foi gerado um arquivo raster que serviu de base para a álgebra de mapas, onde os critérios foram multiplicados por um peso de acordo com o grau de importância, definido por Paz (2019) a partir do método AHP, para determinar a aptidão final de cada área:

$$\text{Aptf} = (\text{Aau} * 0,034) + (\text{Arh} * 0,367) + (\text{Aap} * 0,305) + (\text{Adec} * 0,021) + (\text{Ava} * 0,061) + (\text{Aped} * 0,106) + (\text{Ageo} * 0,106) \quad (4)$$

Onde:

Apt_f é o índice de aptidão final;

A_{au} é o índice de aptidão de áreas urbanas;

A_{rh} é o índice de aptidão de recursos hídricos;

A_{ap} é o índice de aptidão de áreas protegidas;

A_{dec} é o índice de aptidão de declividade;

A_{va} é o índice de aptidão de vias de acesso;

A_{ped} é o índice de aptidão de pedologia;

A_{geo} é o índice de aptidão de geologia

As classes de aptidão foram estabelecidas de acordo com a Tabela 21.

Tabela 21 - Aptidão das áreas para instalação de aterro de inertes e usinas

Score	Área
0,00 a 1,99	Não recomendada
2,00 a 3,99	Recomendada com restrições
4,00 a 5,00	Recomendada

Fonte: Elaborado pelo autor

Todas as áreas que receberam pontuação zero em pelo menos um dos critérios restritivos foram consideradas inadequadas para a implantação de um aterro. Já as áreas com pixels com pontuação superior a zero foram classificadas como recomendadas, com ou sem restrições, de acordo com a pontuação final obtida (Paz, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DIAGNÓSTICO DA GESTÃO MUNICIPAL DE RCC

O município de Bezerros-PE atualmente executa o gerenciamento de RCC através de três instrumentos: a coleta de informação, o estudo de impacto e montagem de operação de limpeza, e a execução. Os instrumentos são regidos por núcleos distintos e são gerenciados por um único colaborador.

1. A coleta de informação (central de demandas): Nesta fase, é válida toda e qualquer fonte de informação, ou seja, tanto através de canais oficiais do município (rede social, contato telefônico e ouvidoria), quanto através de inspeção dos próprios colaboradores envolvidos na gestão.
2. O estudo de impacto e montagem de operação de limpeza (central de gestão): Nesta fase, mediante observação de planilha contendo os dados coletados na fase 1, o colaborador gestor define, dia a dia, qual a rota prevista para operação.
3. Execução da limpeza: Deliberação de máquinas, rotas, quantidades de colaboradores e despacho para execução. Uma das fases mais complexas, considerando:
 - i. que é recorrente imprevisibilidades com grau de urgência alto (por exemplo, obstrução total de vias por munícipes),
 - ii. que o maquinário envelhecido demanda tempo de manutenção muito superior ao desejável, e a mão de obra utilizada não possui benefícios legais por desempenho.

O município atualmente não dispõe de Lei Municipal instituída, que defina grandes geradores, ou que institua deveres a estes, quando enquadrados em definidos perfis, em que a geração exceda a capacidade de retirada da administração em detrimento à contribuição municipal do munícipe, como vislumbrado em legislações municipais, como por exemplo, aqueles que produzirem mais de 50 Kg/dia, preconizado na Legislação do Município de São Paulo (São Paulo, 2002) (Klein e Gonçalves-Dias, 2017).

A capital do Recife instituiu no Decreto Nº 27.399/2013 às Ecoestações, denominação para as unidades de recebimento de pequenos volumes. O mesmo define como pequeno gerador aquele que produz até 1m³ de RCC por dia. Quanto à receita de Bezerros-PE, não há nenhuma prática, regulamentada ou não, referente a taxaço de consumidores de forma específica para RCC, conforme quantidade de resíduos gerados.

Por exemplo, Klein e Gonçalves-Dias (2017) citam países como Dinamarca, Alemanha, Austrália, Coréia e demais países da União Europeia, que possuem implementado sistemas como o PAYT (*pay as you throw*) ou “pague conforme você descarta”, uma ferramenta de gestão que além do ponto de vista organizacional, sua metodologia favorece à redução da geração de RCC, mediante o receio à tributação, contribuindo com o objetivo geral na mitigação de efeitos sobre o meio ambiente.

4.1.1 Determinação do IGRCD

- Instrumentos para a política de resíduos

Inicialmente foram avaliados os índices obtidos a partir da análise dos instrumentos que o município dispõe para a **política de resíduos**. Destaca-se a ausência do município de Legislação própria para RCC (Tabela 22).

Tabela 22 - Indicadores de sustentabilidade de Bezerros-PE

Instrumentos para a política de RCC		
Indicadores	Avaliação	Pontuação
O município possui legislação para a gestão de Resíduos da Construção Civil?	Não	0
O município possui Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil – PMGRCC?	Não	0
O percentual das despesas referentes à limpeza urbana do município coberto por orçamento específico da área?	0 a 7%	0
O município possui Taxas/tarifas de coleta de RCC própria ou embutida em outra taxa/imposto/tarifa?	Sim	3

A prefeitura realiza análise dos planos de Gerenciamento da Construção Civil – PGRCC?	Não	0
A prefeitura tem destino de orçamento específico para a gestão de resíduos sólidos?	Sim	1
A prefeitura tem cadastro atualizado de grandes geradores (acima de 1 m³/dia)?	Não	0
A prefeitura tem cadastro atualizado de transportadores de RCC?	Não	0
A prefeitura tem cadastro atualizado de Cooperativas/Associações de Catadores?	Sim	2
A prefeitura tem cadastro atualizado de áreas licenciadas para recebimento de RCC?	Não	0

Fonte: Adaptado de Holanda (2018)

O município obteve como soma de pontuação o total de 6 pontos neste grupo de avaliação, considerado, portanto, segundo os critérios estabelecidos, como nota baixa. A organização administrativa referente ao levantamento de informações cadastrais, e o baixo valor destinado influenciaram significativamente no desempenho mínimo obtido.

A secretaria de infraestrutura atualmente ainda não prevê início de atividades voltadas à elaboração de planos específicos relacionados ao gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, e possui a equipe de servidores da pasta de retirada de RCC é voltada apenas à gestão de retirada de tais resíduos.

- Programas desenvolvidos

A partir da exposição das atividades que envolvem os cargos destinados à gestão, é possível identificar que trabalhos complementares ficam comprometidos. O segundo grupo de análise do IGRCD busca informações a respeito das atividades educativas, controle e fiscalização de obras, incentivo fiscal a empresas do ramo, além de parcerias.

A Tabela 23 apresenta os resultados referentes ao segundo grupo de questionamentos.

Tabela 23 - Indicadores dos programas desenvolvidos em Bezerros-PE

Programas de Gestão		
Indicadores	Avaliação	Pontuação
A prefeitura desenvolve ações educativas voltadas à prevenção ou redução de resíduos sólidos de construção civil?	Não	0
A prefeitura desenvolve ações voltadas à formação e capacitação de agentes ou catadores?	Não	0
A prefeitura tem realizado a fiscalização periódica das obras?	Esporádico	1
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?	Não	0
A prefeitura tem programas ou ações em coleta seletiva e reciclagem por iniciativa municipal?	Não existe	0
A prefeitura tem programas e ações em parceria com outros atores?	Não	0
O município possui programas de incentivo à logística reversa de resíduos especiais?	Não	0

Fonte: Adaptado de Holanda (2018)

Neste grupo o município de Bezerros-PE somou apenas 1 ponto, pelo escasso nível de implementação de programas que pudessem contribuir com a gestão de RCC. Fica, portanto, classificado como nota baixa.

Quando se trata de educação, dois grupos precisam de atenção. A indústria da construção em si, que pode contribuir ao separar grupos de materiais dos agregados recicláveis, e a população em geral, que detém boa parte das iniciativas de pequenas reformas, não rastreáveis e que poluem em número, e não em quantidade, as vias do município.

O segundo grupo que precisa de atenção já possui cadastro, e é o dos catadores. Considerando que são pessoas atuantes em todo o território urbano, os catadores podem contribuir com a coleta de grupo de resíduos específicos, desde que com valor de mercado.

Quanto à fiscalização, não há outra medida senão investir na ampliação da capacidade de rastreio e notificação às obras de construção ou reforma. A atuação do controle urbano municipal possui relevância na observação da aplicação das legislações urbanísticas vigentes, contribui com a ação do CREA-PE ao poder notificar

construções sem acompanhamento de profissional da área ou sem critérios técnicos, além de contribuir com a gestão integrada de RCC, indicando os Ecopontos mais próximos, e se o porte da obra preconiza uma responsabilidade de pequeno ou grande gerador.

O crédito às empresas da área possui caráter de atuação da Secretaria de Administração e Inovação, no que concerne à captação de potenciais empresas na macrorregião do município, e compete à secretaria da Fazenda no estudo de viabilidade junto à procuradoria e no formato adequado para implementação, considerando a natureza contábil que tais empresas precisam possuir.

A coleta seletiva também configura ponto de destaque, em que junto à coleta de Resíduos Sólidos Domésticos (RSD), necessita de estudos específicos dentro da cadeia de produção. Já na gestão consorciada, em que se provoca sobre as parcerias com outros atores, fica registrado a necessidade de estudos específicos, considerando possíveis inviabilidades quando tais resíduos necessitam de grandes DMT's para o descarte adequado.

Outro ponto importante e que abrange não só a gestão de RCC, mas a Limpeza Urbana do município, é o desenvolvimento de ações que visem a logística reversa. A legislação federal contribui como, por exemplo, com a área de medicamentos, através do Decreto Federal 10.338/2020, e que se estende a eletrônicos, pneumáticos, e que necessita também ampliar ao RCC.

- Gestão da coleta e triagem

Neste parâmetro para determinação do IGRCD, para exemplificar sobre o procedimento de coleta, é importante registrar quais os subsídios disponíveis para os gestores atuarem na pasta e que correlaciona com o desempenho obtido na categoria. A Figura 8 apresenta os veículos atualmente disponíveis para a gestão da coleta, que compartilha o tempo de operação com outras atividades inerentes à Secretaria.

Destes, dois são de propriedade do município com capacidade de 8m³, e dois são por locação, realizada de forma sazonal com capacidade de 14m³.

Figura 8 - Caçambas basculantes do município



Para o tombamento do resíduo, é necessário o suporte de uma das máquinas da frota, onde a secretaria de infraestrutura municipal dispõe apenas de uma pá carregadeira em uso (45C), enquanto que a retroescavadeira e a outra pá carregadeira (75-III) embora sendo propriedade, estão em desuso pelas condições operacionais que não viabilizam financeiramente a recuperação (Figura 9).

Figura 9 - Pá carregadeira 45-C



Fonte: O autor (2024)

Desta forma, a operação é comprometida devido a ausência de capacidade operacional que muitas vezes inviabiliza o serviço desejado, e com a eficiência adequada. Em relação a coleta, o município tem se preocupado em atender, na abrangência que a área urbana necessita, os pedidos de remoção de RCC, irregular ou não, sem o filtro adequado se a obra está regularizada.

Tal efeito é tradução da incapacidade de gestão em estabelecer fluxo de informações que determine se o descarte nas vias é ou não regular, e uma resposta que precisa ser dada pela secretaria de infraestrutura, considerando que RCC em vias é problema de limpeza urbana, precisa ser resolvido e é agravante considerando que a depender do volume de material descartado, vias podem ser obstruídas, como exemplificado nas Figuras 10 e 11.

Figura 10 - Obstrução de vias por RCC



Fonte: O autor (2024)

Figura 11 - Obstrução de avenidas por RCC



Fonte: O autor (2024)

Bezerras obtém 7 pontos na soma destinada a este grupo referente à coleta e triagem. Sua melhoria na classificação depende de ações praticadas em unidades ainda inexistentes, como as ATT's e as URPV's (Tabela 24).

Tabela 24 - Indicadores em relação à coleta e triagem em Bezerras-PE

Coleta e triagem		
Indicadores	Avaliação	Pontuação
A prefeitura tem sistema de coleta de RCC implantado?	Sim	2
Qual percentual da área urbana ocupada atendida pela coleta regular de RCC?	81 a 100%	3
Ocorre Triagem de Resíduos em Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes – URPV?	Não	0
Há por parte da prefeitura a existência de Área de Transbordo e Triagem – ATT?	Não	0
O município recebe RCC de outros municípios (Consórcios)?	Não	0
A prefeitura possui implantação de sistema de Disque Coleta?	Sim	2

Fonte: Adaptado de Holanda (2018)

Este subgrupo abriga a maior parte da atuação municipal na secretaria de infraestrutura. Envolve a coleta de informações, seja por ligação, mensagem de aplicativo, ou mesmo presencialmente.

A partir das informações básicas, como local e ponto de referência, a demanda rastreada entra na fila de espera considerando a capacidade de operação do momento da secretaria em retirar o resíduo gerado, independente da área que estiver o resíduo. Os canais oficiais de atendimento ao público, incluindo ouvidoria, são amplamente divulgados, segundo as informações.

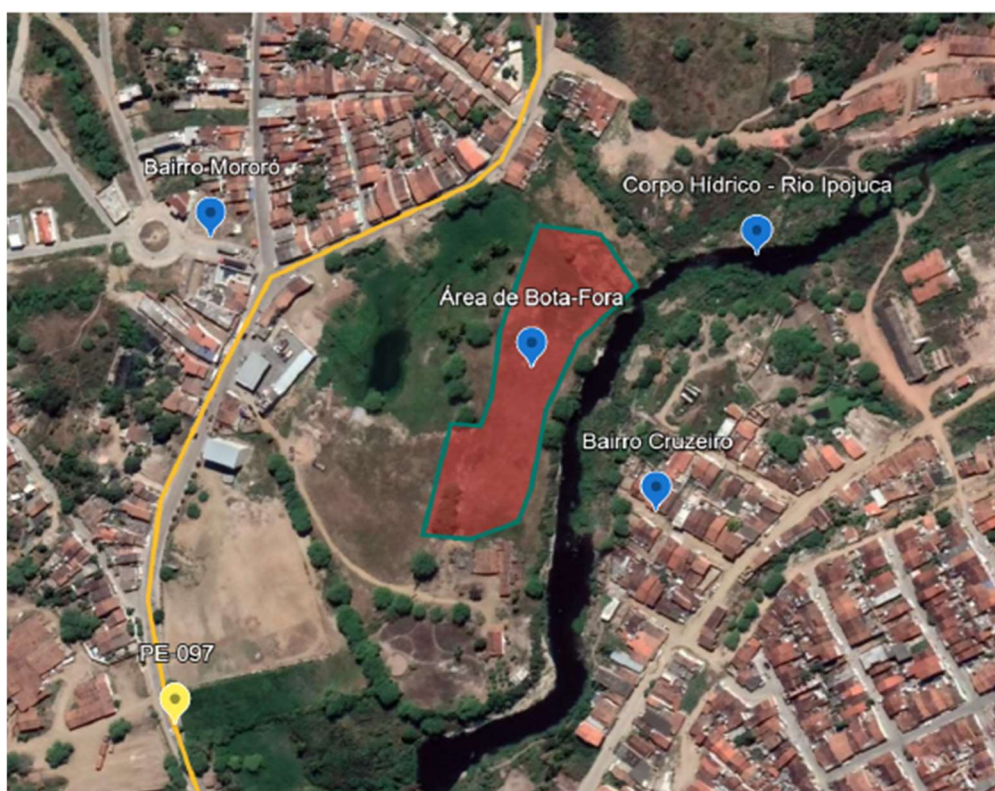
Os comitês de discussão intermunicipal, de temas que impactem na melhoria do desempenho econômico dos municípios vizinhos e os temas de interesse comum, precisam ter atuação para que se pudessem traçar metas de estudos visando a viabilidade da gestão consorciada, e assim, municípios satélites pudessem captar resíduos e proceder com instrumentos adequados para tratamento e descarte final.

- Gestão do tratamento e disposição

Observou-se nesta categoria um dos maiores desafios da gestão municipal, o tratamento e a disposição final. A Secretaria de Infraestrutura municipal conta atualmente com o uso de uma área apenas de bota-fora para o RCC coletado em todo o município, finalizando assim o que é proposto de gerenciamento.

A Figura 12 apresenta a localização do bota-fora, bem como as imagens da situação atual de operação do local (Figuras 14 e 15), com o descarte dos resíduos. A área possui proximidade com o Rio Ipojuca (corpo hídrico mais próximo), não possui acesso nem possui residências nas proximidades.

Figura 12 - Área de bota-fora



Fonte: O autor (2024)

O material basculado na área é espalhado (Figura 13), mas não possui compactação de camadas. Não há coletores ou catadores que extraíam materiais para reuso ou reciclagem. A área opera como bota-fora, mas é alvo de questionamentos para que se defina uma nova área para assim ser a disposição final dos resíduos.

A área é desprovida de vegetação densa de médio ou grande porte (Figura 15), possuindo apenas poucos exemplares de árvores altas. A depressão da área favorece a adoção do uso da área, bem como sua localização próxima ao núcleo urbano.

A fauna da localidade é a característica da Caatinga da região agreste. Os resíduos em suas classes, são misturados tanto nos carregamentos, quanto no descarregamento (Figura 14) e consequentemente no espalhamento do material, o que dificulta uma futura operação de triagem.

Figura 13 - Área de bota-fora



Fonte: O autor (2024)

Figura 14 - Trecho recuado para manejo de RCC no bota-fora



Fonte: O autor (2024)

Figura 15 - Detalhe da proximidade com a vegetação



Fonte: O autor (2024)

Ao mesmo tempo, resta ao local de bota-fora as devidas análises de viabilidade de recebimento destes itens. Neste grupo o município não pontuou, recebendo, portanto, nota baixa (Tabela 25).

Tabela 25 - Indicadores em relação ao tratamento e disposição final em Bezerros-PE

Tratamento e disposição final		
Indicadores	Avaliação	Pontuação
Há no município usina de beneficiamento de resíduos da construção?	Não	0
Há no município galpão de triagem de materiais recicláveis em convênio e/ou com a participação da prefeitura?	Não	0
Há no município disposição de RCC em um aterro de inerte?	Não	0
Há no município disposição de RCC em um aterro sanitário?	Não	0

Fonte: Adaptado de Holanda (2018)

Tal qual a gestão de RSD, não há catálogo de locais que atuem na triagem de materiais e que estejam incorporados ao ciclo da gestão de resíduos na cidade. Tal fato se estende às usinas de beneficiamento.

A implantação do aterro, seja de inertes ou sanitário, visa justamente contornar a informalidade e insegurança daquilo que é lançado ao meio ambiente. As condições de proximidade com corpos hídricos, a agressão fruto de decomposição de RCC contaminado no lençol freático, bem como os impactos atrelados ao formato de

disposição também irregular em um bota-fora, põe em risco o contexto ambiental ao qual está inserido.

- Avaliação obtida

Diante dos somatórios obtidos, o município somou um total de 14 pontos. Estando no grupo de municípios com desempenho abaixo dos 40 pontos, sendo, portanto, considerado **uma gestão ineficiente**.

- Sobre a gestão municipal de RCC do município de Bezerros-PE

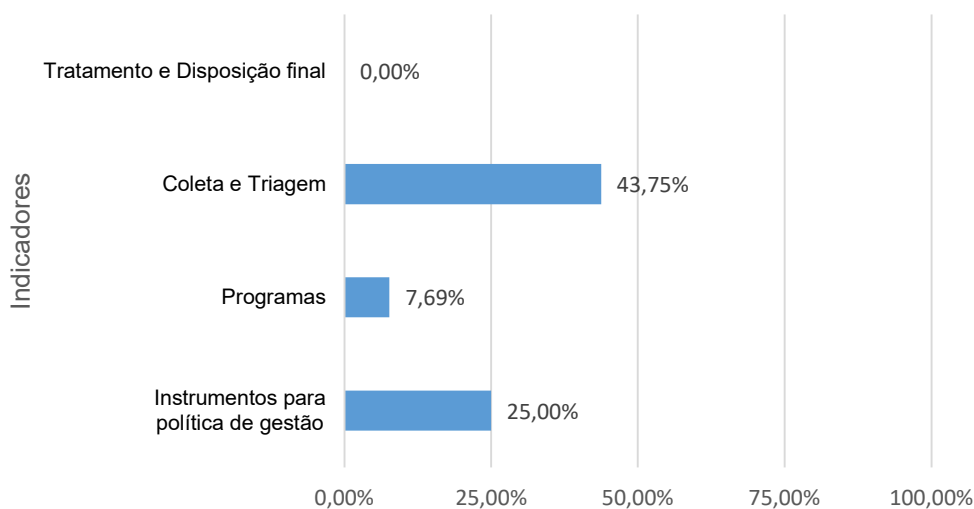
O IGRCD possui uma segunda fase de diagnóstico em que envolve a investigação sobre como é a gestão em si do RCC no município, com dados além daqueles envolvidos nas etapas anteriores. Dentre as informações coletadas, não expostas anteriormente, destacam-se:

- a. O município está inserido em um Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos, estando no agrupamento 3 do estado. Porém não implementado;
- b. O tema RCC não é discutido em consultas públicas;
- c. O município nem recebe, nem destina, RCC de outros municípios;
- d. Não há programas de incentivo ao reuso ou reciclagem para reinserção no ciclo produtivo e minimização dos passivos ambientais;
- e. Há conhecimento ou controle dos grandes geradores, através da atuação do controle urbano, embora não exista área para servir como orientação e redirecionar os resíduos gerados por eles;
- f. O município não possui nenhum Ecoponto de RCC, apenas RSD;
- g. O município não dispõe de ATT para resíduos classe A ou B, nem aterro para classe A;
- h. Embora havendo legislação para cobrança pela retirada de resíduos dispostos de forma irregular, o município atualmente não aplica a cobrança;
- i. O município não possui estimativa de quanto de RCC é gerado por dia, mas possui capacidade de investigação da quantidade de toneladas recolhidas por dia/semana;
- j. Os dados dentro do que a Secretaria de Infraestrutura dispõe, são atualizados constantemente em nuvem para os colaboradores envolvidas no sistema de gestão;
- k. Não há conhecimento de áreas licenciadas pela FEPAM, para manejo de RCC;

- I. Reiterando, o município não dispõe de controle sobre novos descartes irregulares, somente via denúncia.

Dentro do campo dos resultados obtidos, é necessário avaliar também um resumo geral por área (indicador) analisado da gestão municipal, dentro da avaliação do IGRCD, onde neste contexto, podemos verificar que, a gestão não possui desempenho superior a 50% em nenhum dos *halls* avaliados, podendo ser traduzido como a entrega em menos da metade do que é considerado razoável para uma gestão eficiente do ponto de vista da gestão de RCC, como pode ser visualizado na Figura 16.

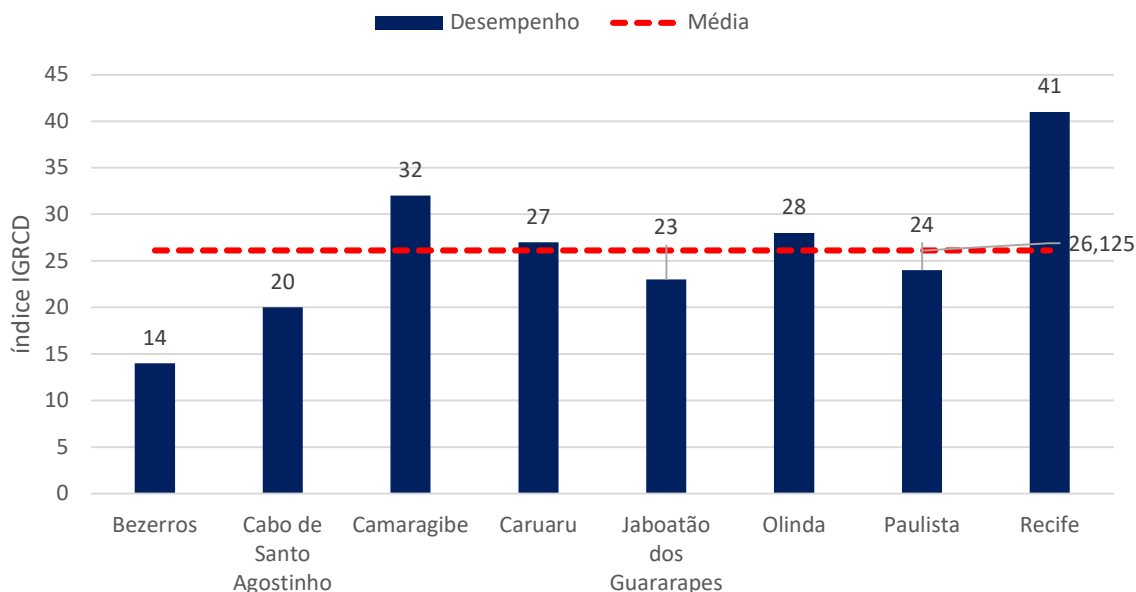
Figura 16 - Desempenho da gestão de RCC em Bezerros-PE através do IGRCD



Fonte: O autor (2024)

Realizando-se a comparação com as cidades mais representativas, do ponto de vista populacional no estado, e que possuem pesquisas na área, como Caruaru e Recife, e cidades da RMR (Região Metropolitana do Recife), é possível entender se a cidade está ocupando um lugar de desempenho para as pesquisas de avaliação de gestão, semelhante ou que destoa das cidades do mesmo estado, um parâmetro importante, considerando que a depender das realidades político-econômicas, os desempenhos deveriam ser semelhantes (Figura 17).

Figura 17 - Comparativo com outros municípios



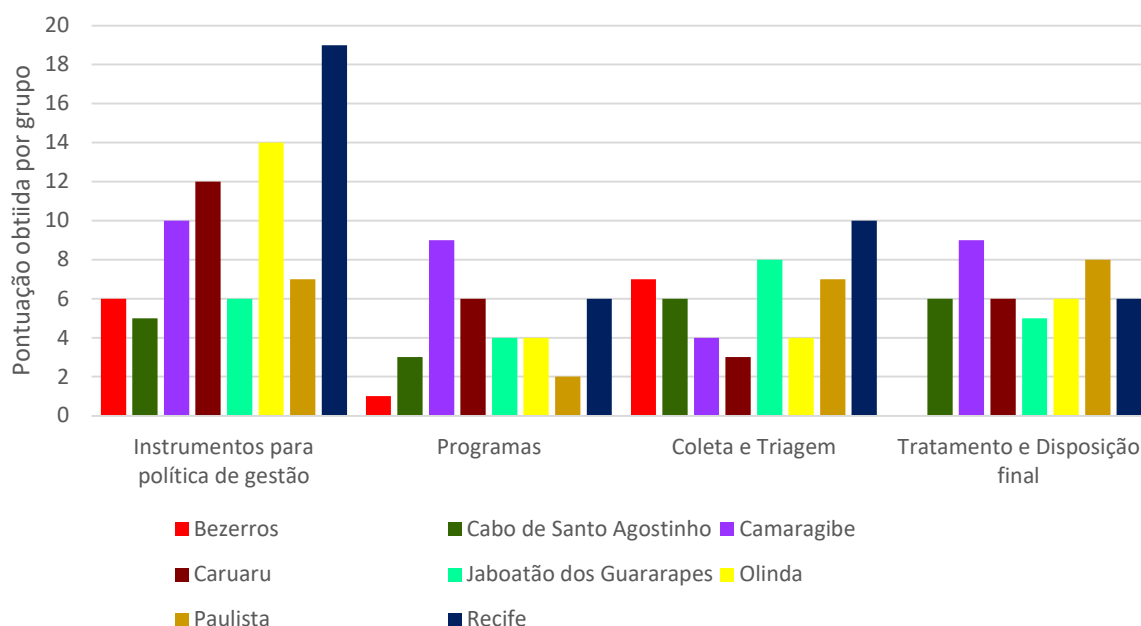
Fonte: Adaptado de Gomes Júnior (2022)

Tanto no comparativo com outros municípios como quanto em relação à média entre as cidades incluindo Bezerros-PE, a cidade figura em uma realidade abaixo da média de desempenho entre as que já foram alvo de pesquisa.

Um dado que coloca a gestão em um patamar que partilha das dificuldades enfrentadas no cenário estadual, mas que se depara com a constatação que necessita evoluir considerando o baixo desempenho de cada grupo de perguntas aplicadas, incluindo através do espelho das ações de sucesso já implementadas por outras cidades.

A partir da análise global comparativa de desempenho, é importante analisar por grupo de indicadores, como anda o comparativo de desempenho com relação aos outros municípios, buscando identificar se há grupo ou grupos de desempenho inferior de forma comum aos demais municípios e que desta forma, se consiga assimilar propostas desenvolvidas e de sucesso. A figura 18 apresenta o comparativo de desempenho entre municípios, com os índices obtidos por grupo.

Figura 18 - Desempenho dos municípios por categorias avaliadas



Fonte: O autor (2024)

Verifica-se no desempenho individual por grupos que nenhum município atingiu nenhum teto de pontos para as respectivas categorias: instrumentos para políticas de gestão (24), programas (13), coleta e triagem (16) e tratamento e disposição final (16).

A RMR se destaca com Recife, Olinda e Camaragibe quanto aos instrumentos para políticas de gestão, junto com Caruaru no agreste do estado. Bezerros conseguiu apenas 25% dos pontos disponíveis (6/24), acompanhando Jaboatão dos Guararapes com o segundo pior desempenho.

A cidade também não possui corpo mínimo para desenvolvimento de atividades de programas que apoiem a gestão tanto administrativa quanto operacional. Estes programas institucionalizam o formato mais eficiente de se tratar o tema RCC, considerando o controle geral das obras em andamento, que contribui com a arrecadação municipal, como semeiam o senso de responsabilidade social conduzindo a comunidade a conhecer direitos e deveres, que irão refletir no espaço urbano. Neste quesito, o município de Camaragibe se destacou entre os demais.

Figurando com o terceiro melhor desempenho entre os municípios analisados, Bezerros-PE junto com Paulista-PE possuem desempenho compatível com a realidade estadual, com base nos dados em estudo, com proximidade com a capital, a melhor avaliada se tratando da coleta e transporte.

Bezerros-PE se expõe em um cenário ambiental quando não apresenta alternativas que pontuem dentro do grupo tratamento e disposição final. Um cenário que não acompanha os demais municípios, que apresentam algum tipo de gestão dentro da avaliação do grupo, e que por consequência dá condições da gestão evoluir a partir das devidas estratégias. Necessário registrar que apenas Camaragibe esteve acima da metade dos pontos disponíveis, o restante dos municípios pontuou menos da metade.

4.1.2 Estimativa da geração de RCC

Segundo os dados coletados no controle urbano municipal, foi possível identificar os índices estimados de geração de RCC mensalmente no município (Tabelas 26 e 27). Os dados repassados possuíam a localização das obras legalizadas ou em processo de legalização, entretanto, não há fluxo de informações com a Secretaria de Infraestrutura (responsável pela remoção de resíduo disposto de forma irregular) ou arrecadação das taxas de obras em descumprimento de Lei de gestão dos próprios resíduos gerados.

Tabela 26 - Estimativa do volume de resíduo gerado mensalmente

Ano	Tipologia	Área (m²)	Volume de RCC estimado (t/mês)
2021	Área total - Construção	30.10,56	394,34
2022	Área total - Construção	20.004,16	239,84

Fonte: O autor (2024)

Tabela 27 - Estimativa do volume de resíduo gerado mensalmente

Ano	Metodologia	Quantidade	Volume de RCC (Reforma) estimado (t/mês)
2022	Balanço Ligações de Energia Elétrica Neoenergia - Bezerros/PE	494	580,45

Fonte: O autor (2024)

É possível verificar que há maior estimativa de volume em toneladas para as reformas com base na aplicação da equação de Morales *et al.* (2006). Em relação ao valor da estimativa de construções, foi realizada uma média aritmética em relação aos valores dos anos de 2021 e 2022 para efeito de cálculo.

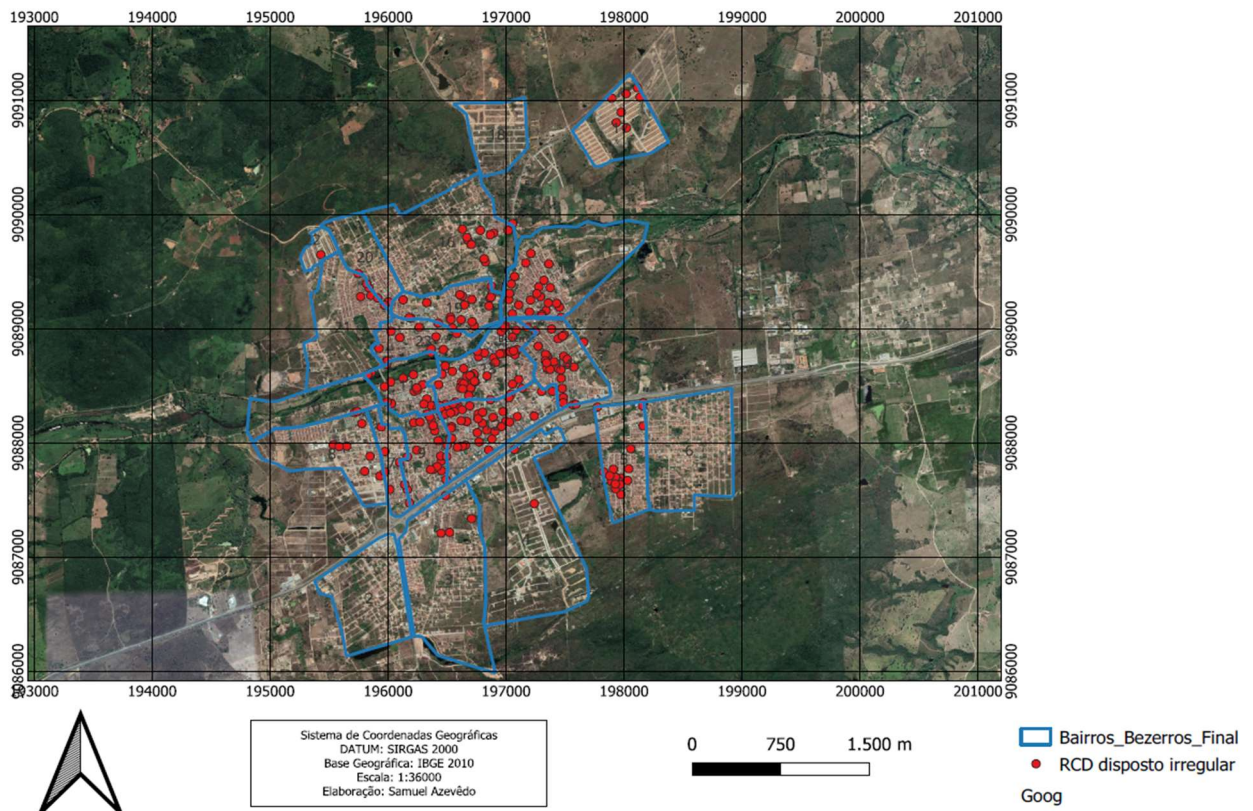
Conforme metodologia, o volume total para o ano de 2022, considerando as respectivas proposições para situações de construção e de reforma foi de 820,29 toneladas/mês (0,44 Kg/hab.dia), que representa um volume anual de resíduo estimado que foi disposto em vias no referido ano de aproximadamente 9.843,48 toneladas.

4.1.3 Mapeamento dos pontos de descarte irregular de RCC

Objetivamente, a análise quantitativa e qualitativa envolvida no processo de mapeamento dos resíduos, buscam confrontar com os impactos ambientais atrelados, baseado na investigação da proximidade dos locais de deposição com corpos hídricos, mananciais, equipamentos relevantes do ponto de vista antrópico, bem como com ecossistemas do meio biótico, que possam vir a serem impactados pela coleta ou pela disposição final.

O município possui um banco de dados de 03/01/2023 até 28/06/2023, que possui todas as solicitações catalogadas por disk coleta, por pedidos presenciais ou através de ouvidoria, totalizando 279 pontos. Os dados podem ser visualizados na Figura 19.

Figura 19 - Disposição irregular de RCC em vias públicas



Fonte: O autor (2024)

4.1.3.1 Análise quantitativa

O mapa com a disposição de RCC em relação aos bairros do município é crucial para permitir maior eficiência na definição dos locais para implantação dos equipamentos que irão auxiliar o gerenciamento de RCC. A análise envolve a localização dos pontos em relação a pontos críticos, em relação ao número de domicílios, e permite estimar o perfil de geração por bairro.

O diagnóstico qualitativo permite também relacionar o percentual de classes de RCC presentes nos pontos, os materiais encontrados, e o volume aproximado das pilhas.

A pesquisa envolveu o levantamento de 279 pontos de disposição irregular em toda a área urbana (Tabela 28). Verificou-se que há maior densidade de pontos em bairros com população de poder aquisitivo emergente/em ascensão ou consolidado (são os casos dos bairros São Sebastião, São Pedro e Centro).

Não foram identificados pontos ou em quantidade próxima a zero em bairros/loteamentos que estão em processo de divulgação, vendas, ou ainda nos residenciais provenientes de casas populares oriundas de programas governamentais, são os casos do Residencial Bezerras, Campestre e dos loteamentos Chico Lemos, São Rafael e Santana.

Há de se destacar o reuso também desses materiais nos próprios loteamentos para regularização de vias, nos casos em que a área não possui pavimentação. Assim, a comunidade usa o RCC lançando no leito natural, uma prática comum.

O município é cortado pelo Rio Ipojuca e é alimentado por dois canais notórios e tidos como principais, o canal do bairro da Gameleira (com trechos tubulares e outros não) e o canal do bairro Irmã Júlia, que tem seu início no bairro Alto São Sebastião, e que é um canal com infraestrutura no qual foram construídas paredes de pedra argamassada nas laterais que o delimitam.

Os pontos de RCC sugerem a deposição de RSD para alguns, que atraindo moscas, ratos, baratas, animais peçonhentos, e que dificultam a operação de limpeza e principalmente a possibilidade de segregar os materiais a posteriori.

Um ponto crítico identificado como ônus à sociedade é o fato dos resíduos dispostos em vias ou calçadas prejudicarem o fluxo de veículos, podendo ocasionar acidentes pelos desvios dos mesmos, bem como os pedestres que dividem a rua com os veículos na inviabilidade de locomoção.

A área total dos bairros (área urbana) utilizada para estudo corresponde a aproximadamente 10,7 km², de um total de 492,63 Km² (IBGE, 2022). Desta forma, foi identificado uma média de 26 pontos por quilômetro quadrado para o intervalo de tempo de coleta de dados.

Tabela 28 - Resumo da distribuição dos pontos por bairro

Bairro	Pontos de RCC
Centro	51
São Sebastião	44
São Pedro	28
Cruzeiro	23
Irmã Júlia	19
São José	17
Nossa Senhora Aparecida	16
Rosário	16
Mororó	12
Santo Antônio	11
Santo Amaro I	9
Santo Amaro II	7
Residencial Bezerras	7
Gameleira	7

Alto São Sebastião	4
Queimada Dantas	2
São Rafael	2
Chico Lemos	2
Campestre	1
Loteamento Santana	1
Nossa Senhora da Luz	0
Encruzilhada de São João	0
Lot. Jardim Serra Negra	0
TOTAL	279

Fonte: O autor (2024)

4.1.3.2 Análise qualitativa

Predominantemente, a disposição de resíduos no município adota o padrão de locação sobre o pavimento. Situações excepcionais que adentram no passeio, ou se utilizam de terrenos baldios. O núcleo urbano do município possui poucos terrenos não edificadas, e os que possui, normalmente estão cercados ou murados.

A disposição em leito de vias possui um agravante para a comunidade afetada, conforme aponta Gomes Júnior (2022), que é o carreamento desses materiais para galerias ou para a macrodrenagem, além da própria obstrução da microdrenagem desviar o curso d'água, causar alagamento e muitas vezes para dentro das residências.

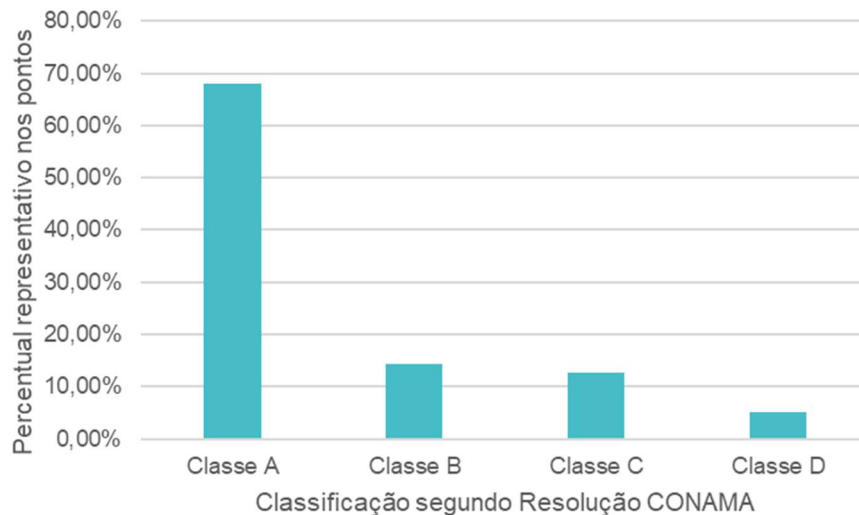
A relação pontos por quilômetros indica do ponto de vista ambiental, maior probabilidade de poluição atmosférica, considerando a respectiva ineficiência da coleta. O particulado invade casas e pode agravar o quadro respiratório de pessoas que já possuem algum problema respiratório.

Dos 279 pontos rastreados (provenientes da coleta de campo, ouvidoria, disk coleta, pedidos/reclamações realizados na sede da secretaria), foram selecionados os 119 pontos provenientes de visita de campo para viabilizar o enquadramento dos pontos na classe representativa ao qual o resíduo pertence, segundo a Resolução CONAMA 307/2002. Preferiu-se priorizar bairros com maior volume não coletado (ainda nas vias) na época da amostra (bairros que não tinham sido limpos recentemente).

A Figura 20 mostra o percentual individual das classes de enquadramento do resíduo constante nas pilhas de RCC. Já a Figura 21 faz o comparativo entre os

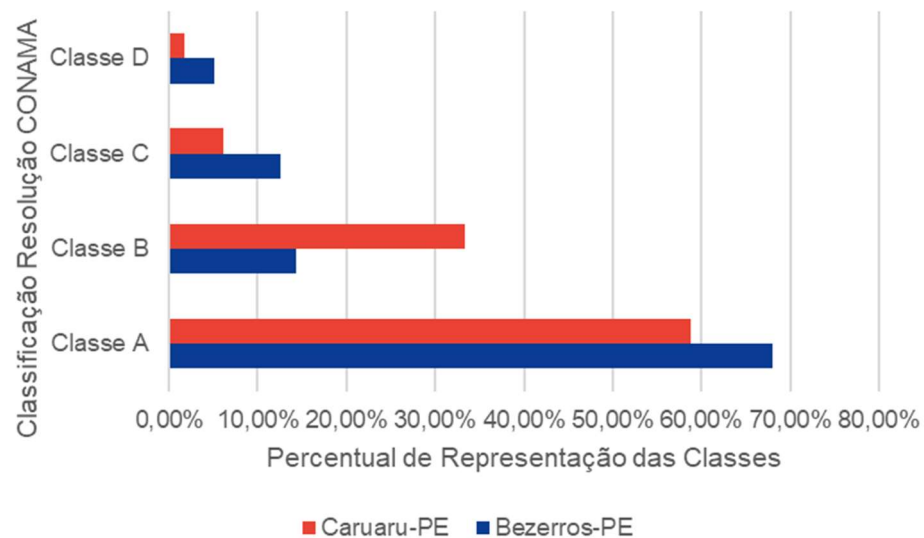
percentuais de resíduos comparando com o perfil de RCC da cidade de Caruaru-PE, com base nos dados levantados na pesquisa de Gomes Júnior (2022).

Figura 20 - Classificação dos pontos de RCC segundo Resolução CONAMA 307/2002



Fonte: O autor (2024)

Figura 21 - Comparativo com perfil de classificação da cidade de Caruaru-PE



Fonte: O autor (2024)

A Figura 20 apresenta os resíduos Classe A (68,07%) na cidade como aqueles dispostos com mais representatividade entre as demais. Os resíduos Classe B

(14,29%) e C (12,61%) são encontrados em proporções semelhantes, e desta forma é possível que estejam poluindo (misturados) os resíduos Classe A, dificultando eventuais processos de triagem.

Os resíduos Classe D (5,04%) são encontrados em percentual menor, entretanto acabam sendo incorporados aos demais resíduos na coleta convencional.

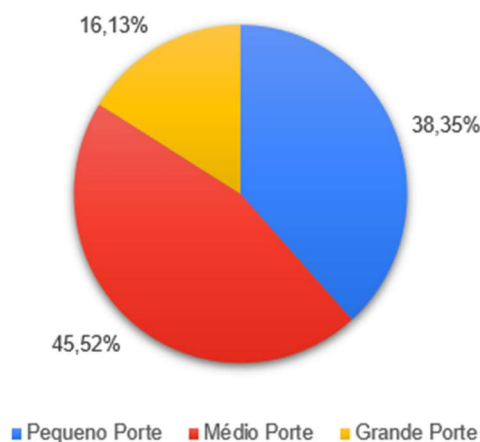
Quando comparamos (Figura 21) os perfis de resíduos das duas cidades (Bezerros e Caruaru), é observado a semelhança percentual entre as classes. Devido ao grande volume de construções da cidade de Caruaru-PE, temos maior representatividade também dos resíduos Classe B, maior divergência observada, e que é compensada pelos resíduos oriundos das construções convencionais, e de menor porte que originam os resíduos Classe A.

Na classificação dos resíduos, encontra-se em termos percentuais de divergência, respectivamente, em relação a Bezerros-PE e Caruaru-PE, resíduos Classe A (68,07% a 58,78%), resíduos Classe B (14,29% a 33,38%), resíduos Classe C (12,61% a 6,10%) e resíduos Classe D (5,04% a 1,74%).

A partir da análise global da classificação, também foram realizadas duas análises, uma em relação ao tamanho das pilhas, que por serem constituídas de materiais diferentes, de densidades diferentes, possuem volumes diferentes.

A Figura 22 De forma intermediária há pilhas de porte médio até 6m³, e as de grande porte como aquelas dos grandes geradores que produzem acima de 6m³ (ou demandam mais de uma caçamba).

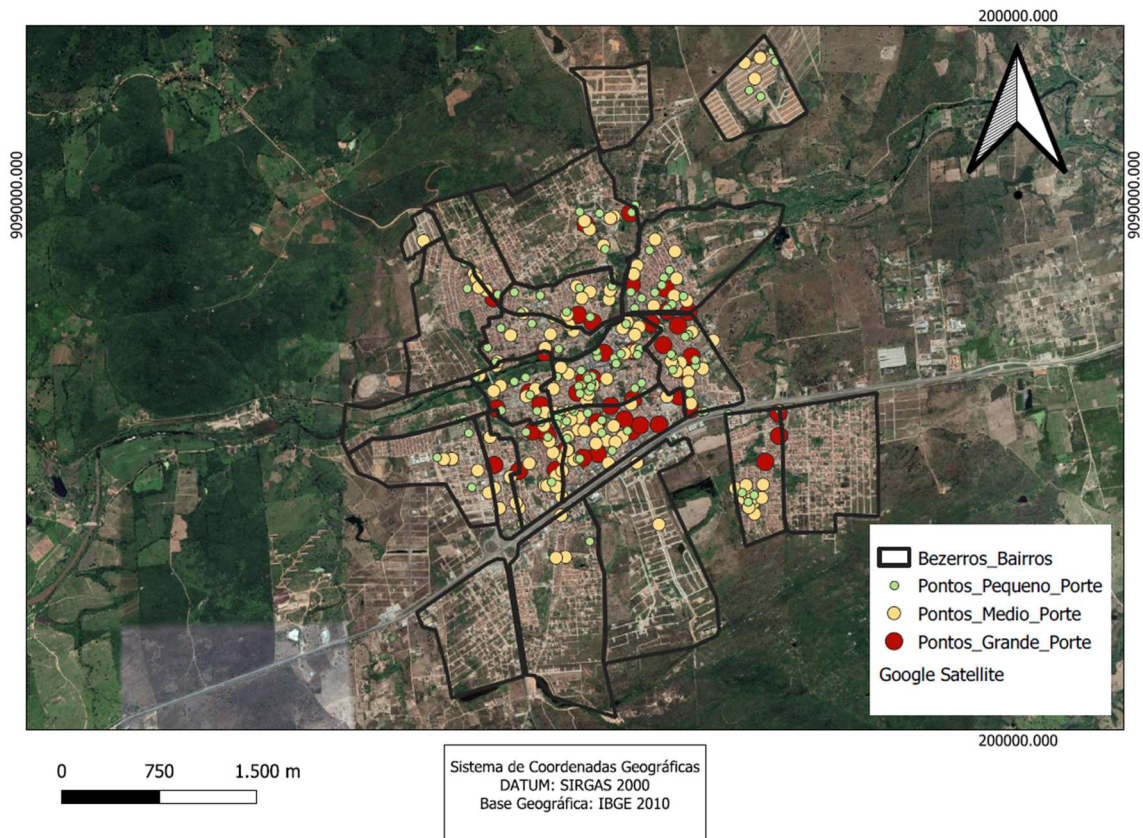
Figura 22 - Perfil do tamanho das pilhas de RCC



Fonte: O autor (2024)

Verifica-se o equilíbrio entre a quantidade de pilhas pequenas e médio porte. Nessas condições a energia desprendida para remoção de pontos de deposição de resíduos em pequenas quantidades prejudica a eficiência na coleta. A Figura 23 a disposição dos pontos em relação ao porte.

Figura 23 - Localização dos pontos a partir do porte das pilhas



Fonte: O autor (2024)

Os resíduos de pequeno porte (Figura 24) são os prováveis representantes dos descartes clandestinos, fruto de pequenas intervenções que nem sempre são alvos de regularização.

Figura 24 - Unidades de pequenos geradores no bairro Irmã Júlia e Cruzeiro



Fonte: O autor (2024)

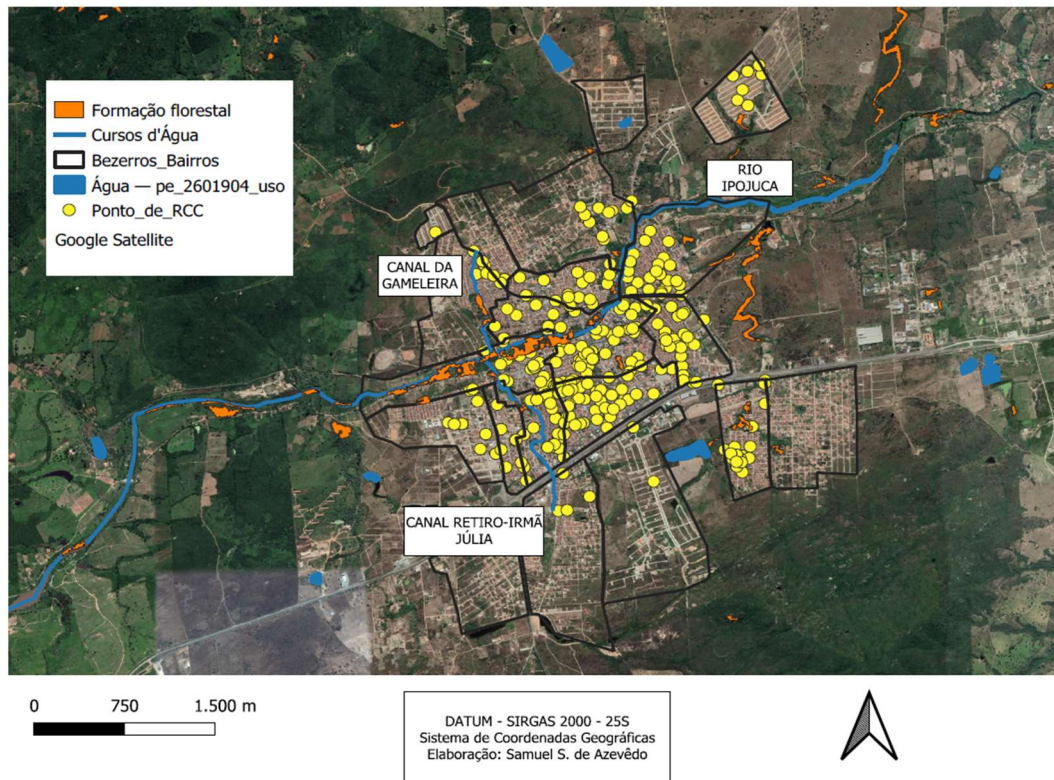
Em contrapartida, os resíduos de médio e grande porte, como já discutido, representam problemas na drenagem urbana, no trânsito e na gestão integrada de resíduos de outras classificações.

Dentro do processo de gerenciamento, as pilhas de grande porte, provenientes muitas vezes pela demolição completa de residências ou da escavação para regularização topográfica, representam também um vilão preocupante. O problema nestes casos para o gerenciamento é o tempo despendido em um único ponto enquanto outras áreas carecem de intervenções pontuais.

O impacto da fragilidade dos processos de regularização prejudica inclusive a clareza sobre a atribuição pela remoção do resíduo de grandes proporções depositado de forma irregular, uma vez que impacta ao prejudicar a assistência de pessoas que, de forma regular, poderiam estar sendo atendidas.

Um ponto importante de se analisar é a proximidade deste descarte irregular em relação aos corpos hídricos ou aos locais em que há escoamento de água pluvial preferencial (canais). A figura 25 mostra a densidade de pontos em amarelo e o curso do Rio Ipojuca, mananciais e os dois canais principais da cidade, em azul, e em laranja as formações florestais atuais identificadas.

Figura 25 - Proximidade do descarte com corpos hídricos e formações florestais



Fonte: O autor (2024)

Os dados foram coletados junto a Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente, que possui as informações sobre as formações florestais e não-florestais, áreas de preservação permanente, área edificada, e as áreas catalogadas com água.

Os canais possuem regime de escoamento não exclusivo de águas pluviais, há poluição do dispositivo ao longo do percurso com efluentes não tratados e clandestinos. É possível identificar que embora a densidade de pontos se aproxime dos canais, não há relatos de obstrução total dos canais por RCC, mas apenas o assoreamento por detritos normais ao uso do dispositivo.

As áreas de formação florestal são resquícios de áreas próximas a mananciais ou cursos d'água, temporários ou não. É possível identificar que estas áreas de formação florestal possuem maior contato com o RCC disposto irregularmente no bairro Centro, Rosário e Queimada Dantas.

4.1.4 Classificação dos riscos ambientais provenientes da deposição de RCC

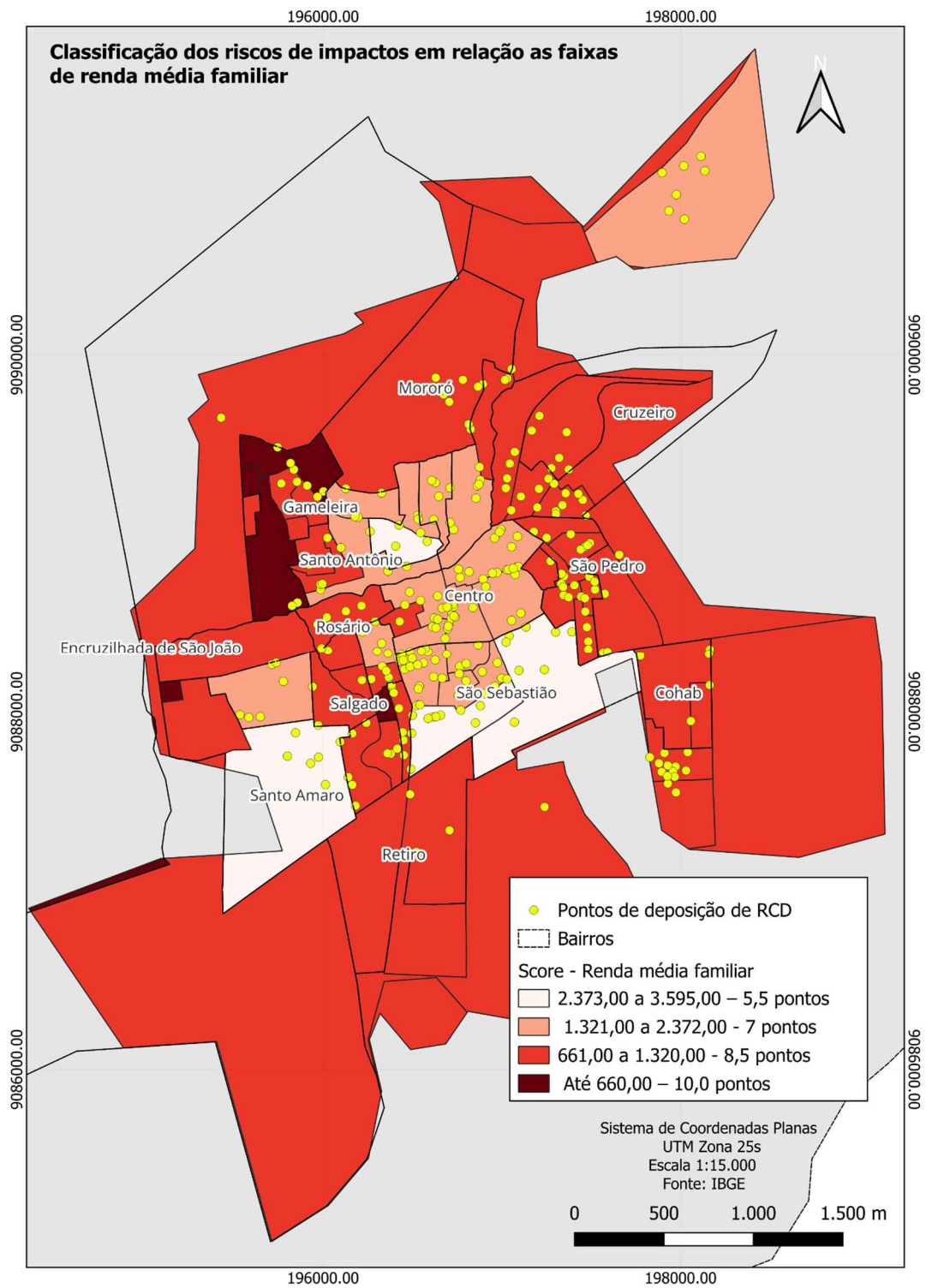
Os mapas de riscos ambientais foram construídos a partir da criação de arquivos vetoriais de distância no software QGIS 3.28.0 - Firenzi entre os pontos de deposição irregular e os pontos de análise (critérios), sendo eles:

1. Corpos Hídricos
2. Vegetação/Formação Florestal
3. Aglomerados Subnormais
4. Faixas de Renda
5. Equipamentos públicos de saúde (UBS/HOSPITAL/MATERNIDADE)
6. Equipamentos públicos de educação (creches, escolas e colégios da rede pública ou privada)
7. Espaços públicos (Praças e Parques)

O critério para obtenção do *score* de acordo com as faixas de renda foi definido considerando que os riscos ambientais são maiores nas áreas de menor renda familiar, devido à dificuldade de acesso dos caminhões de coleta de RCC nessas áreas, e à maior susceptibilidade a vetores de doenças.

A Figura 26 apresenta o mapa que classifica os riscos ambientais, pontuando de 5,5 a 10 pontos, em relação à renda média familiar dos setores censitários de Bezerras.

Figura 26 - Mapa de riscos ambientais em relação à renda média familiar dos setores censitários



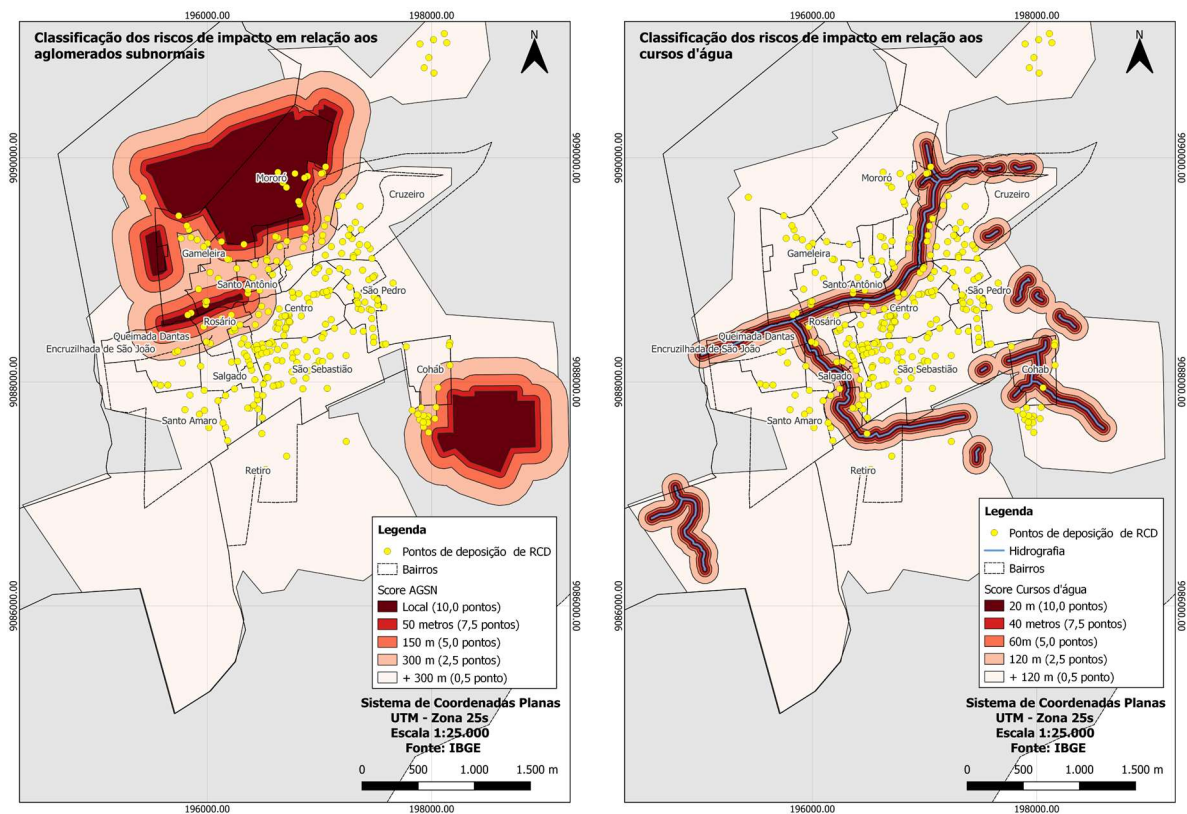
Fonte: O autor (2024)

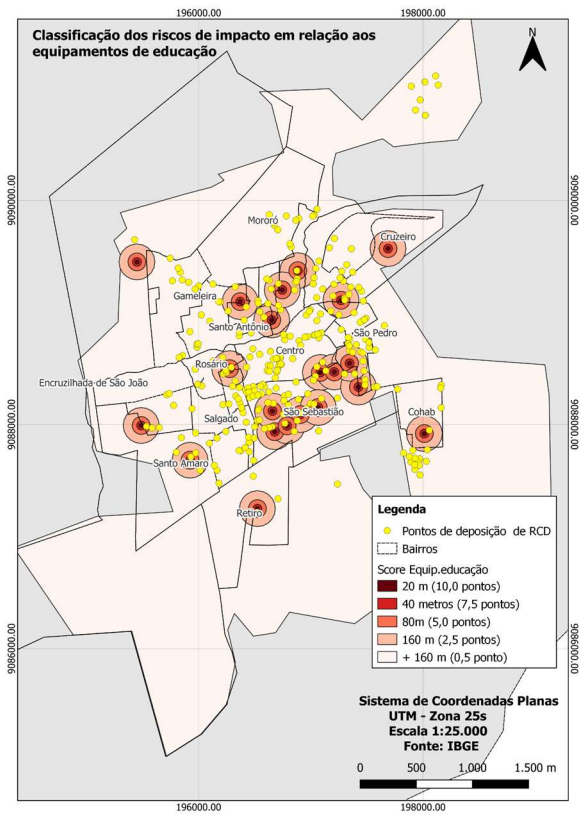
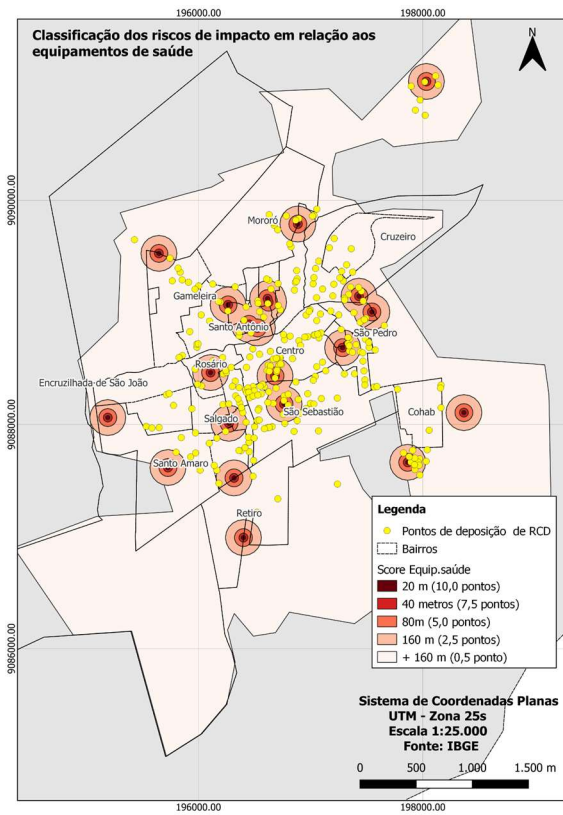
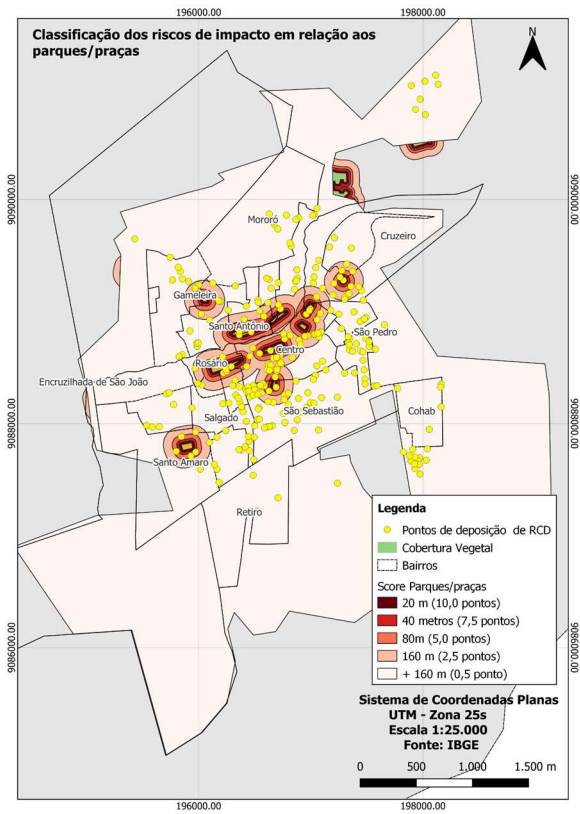
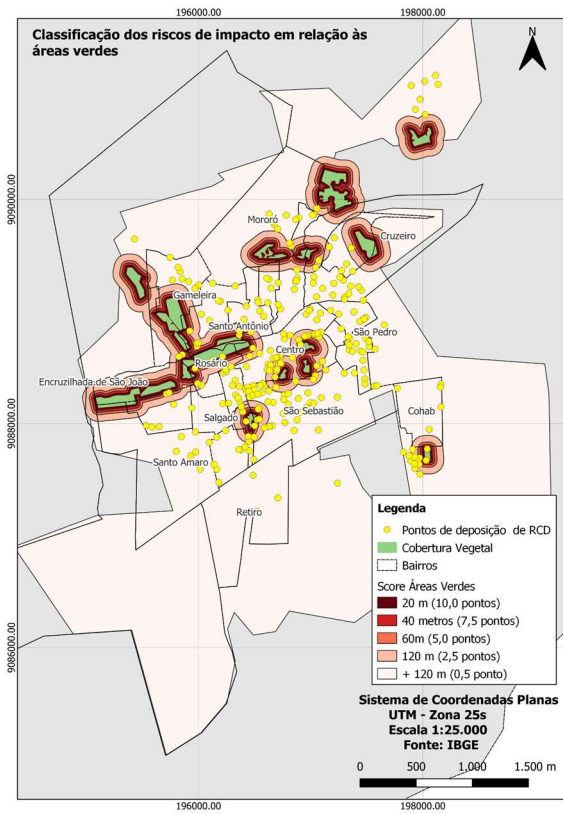
Verifica-se a partir do mapa a presença de 99% dos pontos cadastrados no entorno das áreas com renda média familiar de classe baixa, ou seja, até R\$ 2.372,00.

Isso se deve ao fato de que não existem áreas no município de Bezerros com Renda Média Familiar Alta, ampliando o horizonte de contato das camadas sociais mais baixas com os resíduos dispostos de forma irregular.

A Figura 27 apresenta os demais mapas com as classificações dos riscos ambientais com base no restante de critérios adotados para análise.

Figura 27 - Mapas de riscos de impactos ambientais para os demais critérios





Fonte: O autor (2024)

Com auxílio do *software* QGIS 3.28.0 foi possível extrair os dados de *score* de cada ponto nos referidos critérios. A Tabela 29 expõe a quantidade de pontos de acordo com o *score* obtido por critério.

Tabela 29 - Quantidade de pontos de acordo com o *score* obtido

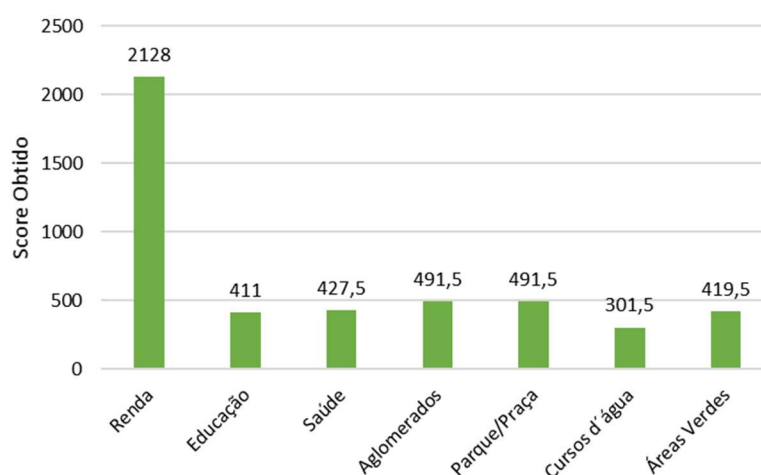
Score	Renda	Educação	Saúde	Aglomerados	Parque/praiça	Cursos d'água	Áreas Verdes
10,0	6	3	3	12	11	2	6
8,5	127	--	-	-	-	-	-
7,5	-	6	5	7	4	2	10
7,0	120	-	-	-	-	-	-
5,5	27	-	-	-	-	-	-
5,0	-	21	20	21	22	13	13
4,0	0	-	-	-	-	-	-
2,5	0	53	67	47	60	35	47
1,0	0	-	-	-	-	-	-
0,5	0	197	185	193	183	228	204

Fonte: O autor (2024)

O critério com maior pontuação de risco ambiental muito alto foi o de vegetação com 12% dos pontos. Tal fato se deve a localização de pontos próximos de áreas protegidas. Seguido, esteve também o critério de aglomerados subnormais, onde 11% dos pontos de deposição obtiveram o *score* 10,0.

A Figura 28 apresenta a soma dos *scores* de riscos ambientais de cada critério. O critério renda é o mais afetado pelos pontos de deposição irregular de RCC cadastrados na pesquisa, alcançando o *score* de 2128 pontos, devido ao fato de que 90% dos pontos de deposição estão localizados nos *scores* de baixa renda (7 a 10 pontos).

Figura 28 - *Score* obtido a partir dos riscos de impactos ambientais para os demais critérios

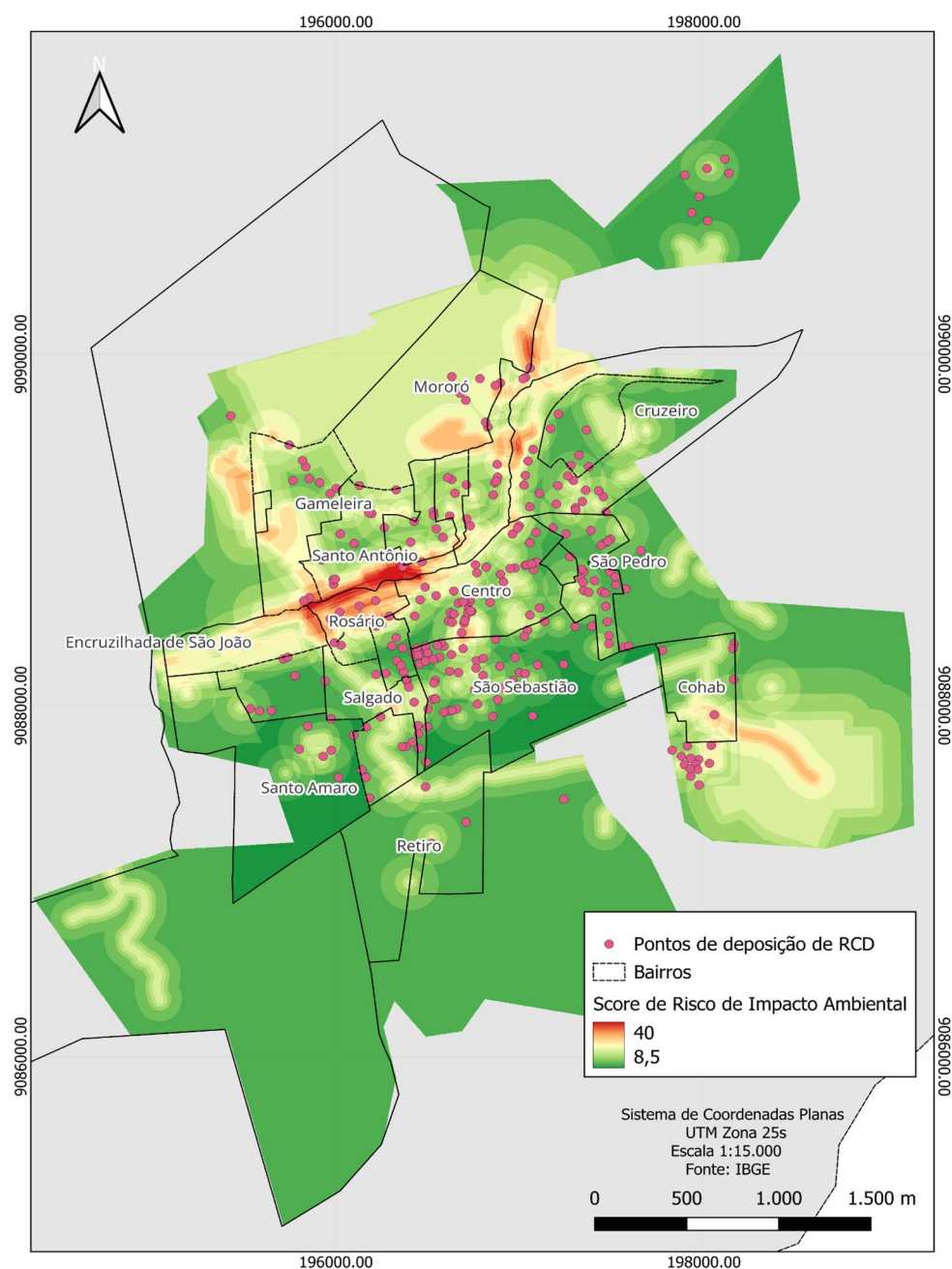


Fonte: O autor (2024)

Por outro lado, os critérios de cursos d'água e educação obtiveram o menor *score* de risco ambiental, pois a grande maioria dos pontos de deposição não se aproximam destes pontos.

A Figura 29 apresenta as áreas com concentração das manchas de risco ambiental, onde a partir do mapa e do arquivo *raster* é possível identificar o risco ambiental a partir da deposição de resíduo estudada, relacionando com os scores de cada critério analisado.

Figura 29 - Mapas com manchas de risco ambiental e partir da deposição irregular



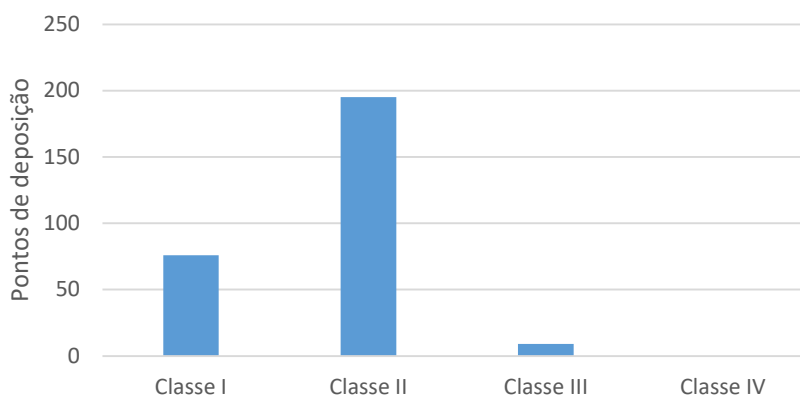
Fonte: O autor (2024)

A mancha de maior risco ambiental identificada figura entre os bairros Centro, Rosário e Santo Antônio, principalmente devido às formações florestais próximo ao curso d'água, unidades de saúde e de educação próximo à localidade. Também há próximo aos bairros Cruzeiro e Mororó a aparição de mancha de impacto também devido a áreas de vegetação e do curso do Rio Ipojuca.

No rosário e parte baixa do Santo Antônio, também há considerações de renda a ser levado em consideração, onde detém áreas vulneráveis, assim como norte do bairro da Gameleira que também apresentou a mancha de impacto.

A Figura 30 apresenta a classificação final de cada ponto de deposição irregular cadastrado em relação aos riscos ambientais, após o cálculo entre a distância e o porte de cada ponto.

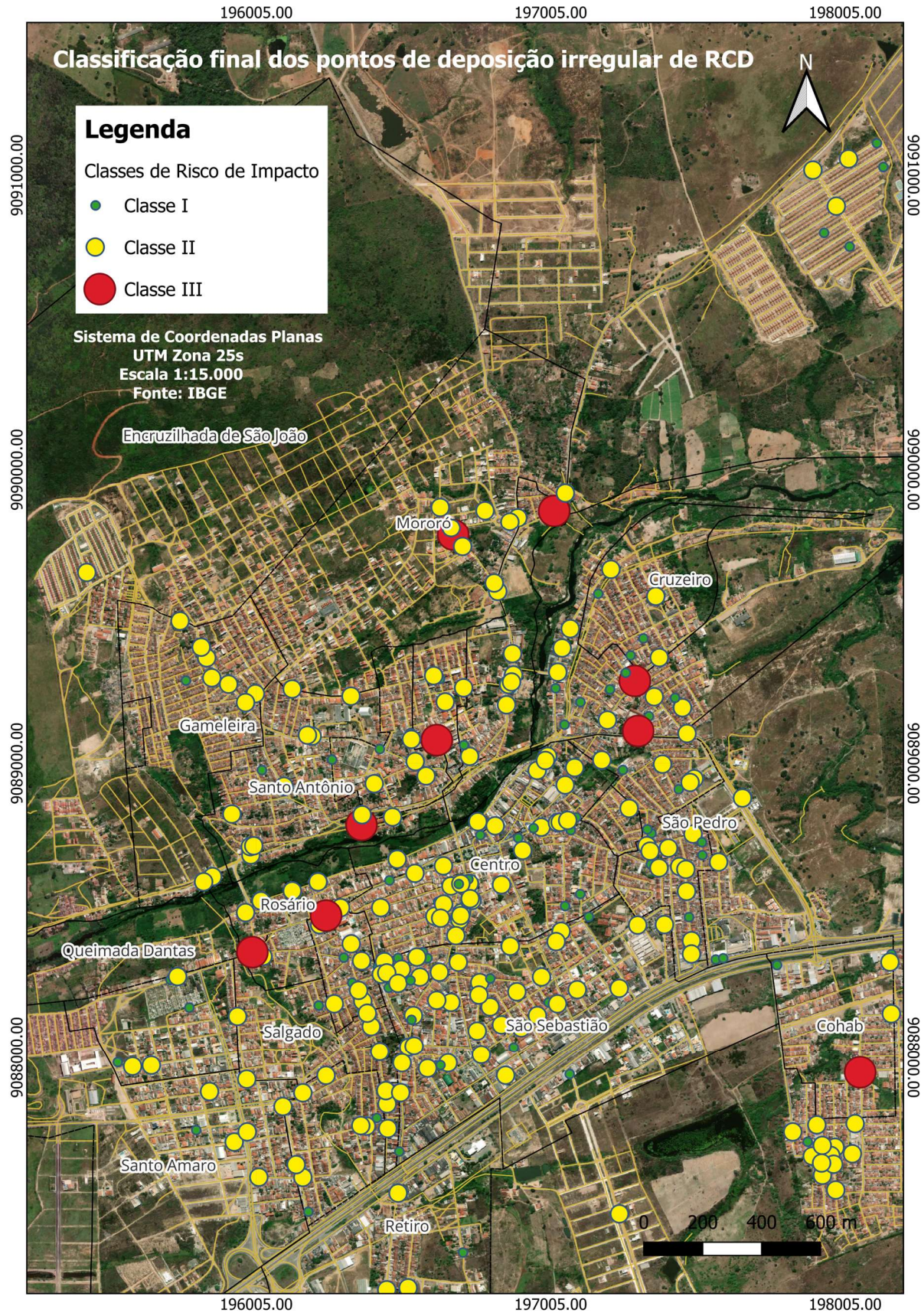
Figura 30 - Classificação final dos pontos de deposição irregular de RCC em Bezerros



Verificou-se que 76 pontos (27,1%) são considerados como de Risco Baixo (Classe I). Por outro lado, 195 pontos (69,6%) são de Risco Médio (Classe II), 53 pontos (3,2%) são de Risco Alto (Classe III), e não foram encontrados pontos com Risco Muito Alto (Classe IV). O mesmo resultado foi obtido por Paz (2019), onde a maioria dos pontos (56,5%) são Classe II (risco médio).

A localização dos pontos de deposição com sua classificação é apresentada na Figura 31.

Figura 31 – Localização e classificação final dos pontos de deposição irregular de RCC em Bezerros



4.1.5 Definição da instalação de equipamentos de gerenciamento de RCC

Dentro da metodologia adotada na determinação na quantidade necessária de URPV's, a proposição de Scremin (2007) relaciona o raio de abrangência, a depender da topografia local, e a área urbana considerada como alvo de estudo. Quanto ao raio de abrangência, o município de Bezerros possui topografia em sua maior parte como acidentada, com trechos íngremes que compõem um vale em que o Rio Ipojuca corre.

Neste arcabouço, adotou-se o valor de 1,5Km como o raio de abrangência a ser considerado. Os 23 bairros da zona urbana, no qual são relacionados no registro de solicitações de remoção de entulhos, representam uma área aproximada de 10,7Km². Para o município de Bezerros, seguindo a proposição, seria necessário a instalação de 2 URPV's.

Seguindo os critérios do ministério do meio ambiente, para a população atual do município de aproximadamente 62 mil habitantes, seriam indicados, no mínimo, para o adequado gerenciamento de RCC, a instalação de 3 PEV's, 1 ATT e 1 aterro de inertes, seguindo as respectivas normas brasileiras regulamentadoras, que definem os critérios para instalação e operação dos dispositivos.

4.1.5.1 Indicação de área para instalação de URPV

De posse dos dados georreferenciados utilizando o QGIS, em que é possível identificar a mancha predominante de deposição de resíduos no espaço urbano, e a partir dela verificar quais as áreas mais impactadas para propor locais que possam ser utilizados para a finalidade.

A área proposta buscou equalizar a proximidade com os pontos, evitando custos excessivos de transporte, a facilidade de acesso, e a possibilidade de implantação em área não ocupada (preferencialmente). Não há nenhuma ecoestação no município ou projeto em curso de tal prédio, o qual possui recomendações pela NBR 15.112/2004 (ABNT, 2004B).

Como já discutido, para o município seria necessária a implantação de 2 unidades, com vistas a gestão adequada dos resíduos, abrangendo a densidade de pontos mapeados e as proximidades com estes.

Cabe destacar alguns pontos relevantes quanto às URPV, uma vez que embora havendo unidades deste tipo espalhadas pelo Brasil, sua concepção, objetivo

e funcionalidade de maneira geral são desconhecidas do poder público. O Decreto 27.399/2013 da capital do estado (Recife-PE) regulamenta essas unidades, e projeta informações que podem ser modelo base para novas unidades.

O regulamento da cidade possui exigências mínimas, como dispor de 4 caçambas estacionárias, ser dotadas de rampas para facilitar o lançamento de resíduos nas caçambas, e possuir caminhão poliguindaste. Dentro de todo o processo o gerador é responsável pelo resíduo e sua integridade sem causar ônus à terceiros até a entrada na unidade.

As figuras 30 a 32 apresentam um exemplo de URPV, situada na intersecção entre a Av. Agamenon Magalhães e a Rua Odorico Mendes (bairro de Campo Grande - Recife/PE), ilustrando a disposição dos equipamentos, estruturas, dispositivos e porte. Na visita haviam 5 operadores, incluindo o responsável pela unidade.

Figura 32 - URPV na Av. Agamenon Magalhães, Recife-PE



Fonte: O autor (2024)

Figura 33 - Acessórios na operação da URPV, Recife-PE



Figura 34 - Caçambas estacionárias em pátio próximo à rampa



Fonte: O autor (2024)

É possível a área de acesso, onde ao fundo há a área de manobra e a rampa para subir com veículos e descartar os materiais nas caçambas estacionárias (em quantitativo de quatro unidades), bem como o espaço para descarte de móveis e materiais não recicláveis.

Observa-se ainda os locais de armazenamento de materiais recicláveis e ao fundo o gradil que cerca toda a área, e também os lutocares ou carrinhos utilizados na coleta de RSD. Na figura 32 observa-se a disposição das caçambas estacionárias.

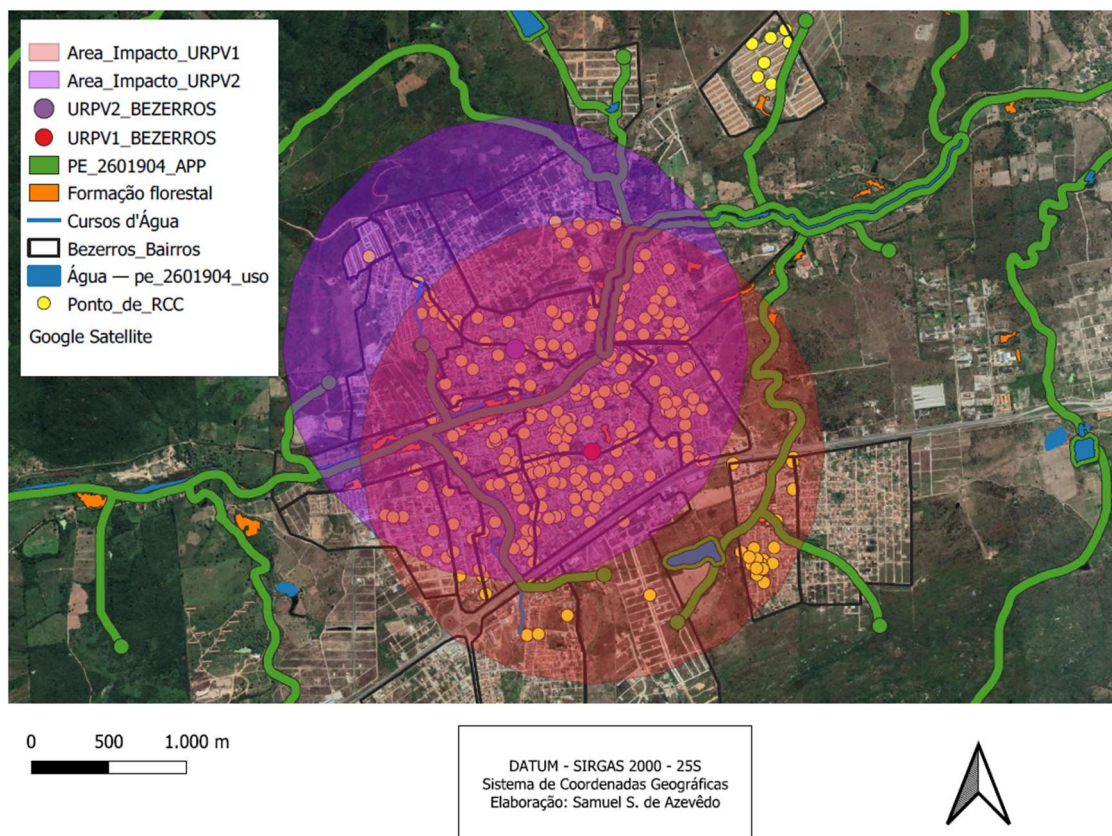
Para efeito de recebimento a triagem é crucial, evitando que sejam direcionados RCC misturados com outros tipos/classes de resíduos, para que seja definido o limite diário por município, assim como a destinação a parte de resíduos volumosos, aqueles entendidos como móveis, resíduo de poda, equipamentos domésticos, etc. e por fim para redirecionar para área de entrega voluntária nos casos de resíduos recicláveis.

É indicado em Decreto também prever condições prévias à instalação, como localização, isolamento, recepção segura, área para administração, área de armazenamento, equipamentos, pátio de manobra, além de cada unidade possuir seu próprio projeto, memorial descritivo e licenciamento ambiental aprovado pelos órgãos externos.

Em Bezerros, observou-se a possibilidade de implantação da unidade em dois locais passíveis de desapropriação, mas não ocupados, em região central, e que não

estão em áreas principais de drenagem urbana. A Figura 33 apresenta as localizações propostas e a sombra (*buffer*) da área de abrangência.

Figura 35 - Proposta de implantação de URPV



Fonte: O autor (2024)

As bacias de captação dessas unidades foram propostas considerando a atuação complementar entre elas, para que pudessem abranger o maior número de domicílios, bem como de maneira objetiva seu raio de abrangência de 1,5 Km. Essas unidades possuem como finalidade o encaminhamento dos recicláveis para a cadeia da reciclagem, e os demais itens para o aterro.

A figura 33 traz como elemento também as Áreas de Preservação Permanente (APP) destacadas em verde escuro. Os círculos em vermelho e roxo são os *buffers* que representam a amplitude de 1,5Km de abrangência, que precisa ser relacionado a outros fatores para garantia de abrangência.

É importante destacar que o município de Bezerros apresenta topografia acidentada em ambas as margens do Rio Ipojuca, o que dificulta o manejo de resíduos

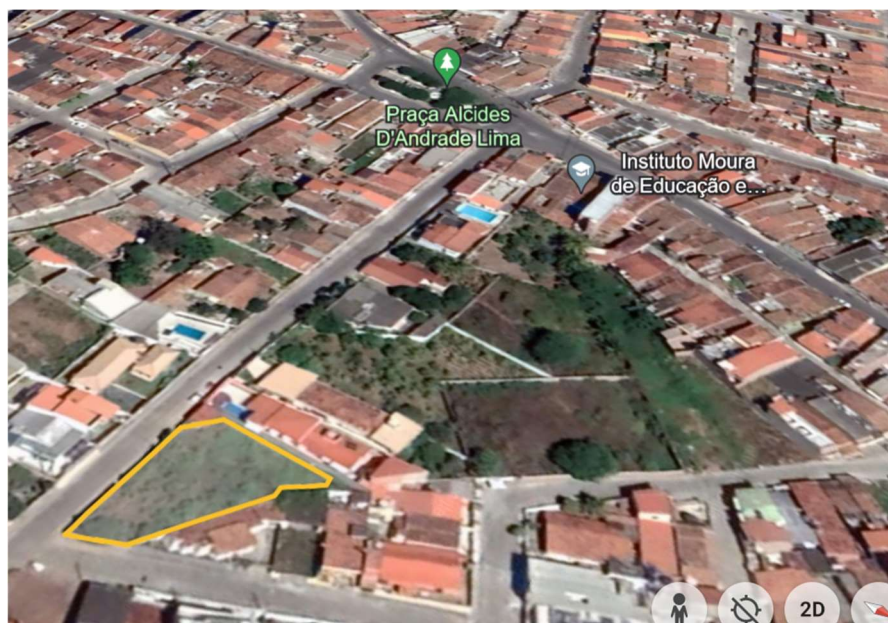
de um lado a outro da cidade se realizado por tombamento ou por veículos de pequeno porte.

Essa consideração é extremamente relevante na sugestão das áreas para URPV que recebem materiais diretamente dos geradores, uma vez que a escolha equivocada poderia inviabilizar o uso de parte de uma cidade pelas dificuldades ou custos excessivos aos pequenos geradores.

A localização atual de bota-fora possui outros terrenos adjacentes, fora de APP, mas inviabilizam a locação por estarem nas Zonas Especiais de Uso Sustentável, em que são zonas proibidas de novas ocupações (áreas congeladas) segundo o Plano Diretor.

A URPV 1 (Figura 34) está situada em uma rua asfaltada, uma via de transição entre os bairros São Sebastião e São Pedro. O local é uma área privada, mas historicamente sem uso. O terreno e a área do entorno é plana, e a bacia de captação envolve principalmente bairros como o Centro, São Sebastião, São Pedro, Rosário e Santo Amaro, a área possui 880 metros quadrados disponíveis.

Figura 36 - Proposta de implantação da primeira URPV

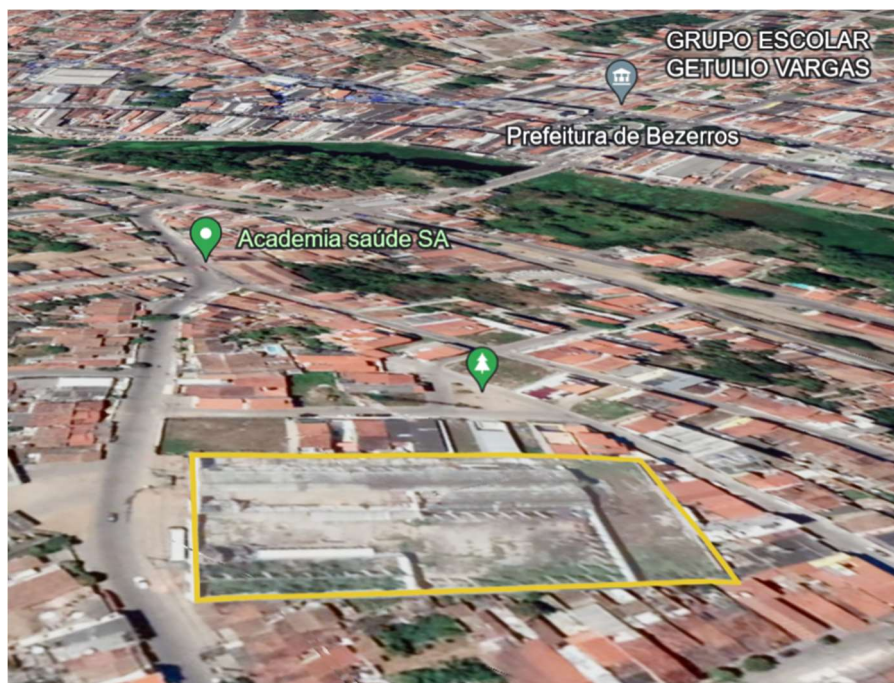


Fonte: O autor (2024)

A URPV 2 (Figura 35) abrange o lado norte do Rio, fora da zona da APP, e atende bairros como Cruzeiro, Santo Antônio, São José, Mororó e Gameleira, além de contribuir com a bacia do bairro Centro. Está situada na via principal de acesso aos bairros na Rua Henrique Dias, bairro Santo Antonio, com topografia plana, o local

possui três áreas não ocupadas no mesmo ponto que podem ser avaliadas em seu potencial de implantação.

Figura 37 - Proposta de implantação da segunda URPV



Fonte: O autor (2024)

Segundo o Plano Diretor do município, a localização proposta para a URPV 1 está em uma Zona Especial de Atividades Múltiplas (ZEAM) o que favorece a possibilidade de implantação, estando amparado no Art. 92 do Plano Diretor. Já em relação a URPV 2.

Considerando a população do censo de 2022 de aproximadamente 62 mil pessoas, e a estimativa anual de 2022 de aproximadamente 820,29 t/mês de RCC, é estimado o volume de 0,44 Kg/hab/dia a ser coletado.

As URPV, espalhadas nos bairros do Arruda, Campo Grande e Torre da cidade do Recife-PE possuem em média 830 metros quadrados, dado obtido através do estudo de Paz (2019). Um parâmetro importante para implantação de novas unidades, considerando a abrangência média populacional sem haver necessariamente uma relação linear entre área implantada e população atendida.

Dados coletados também por Paz (2019) para o município de Recife-PE apontam que o investimento de implantação de uma unidade na capital é em torno de R\$500.000,00, e a média do custo de manutenção é em torno de R\$50.000,00/mês.

4.1.5.2 Indicação de área para instalação de ATT

Quanto a implantação da unidade de transbordo e triagem, com o intuito de se adotar uma decisão multicritério, baseada em condições de contorno, resgatou-se a distribuição espacial das obras regularizadas no Controle Urbano municipal, com a finalidade de georreferenciar a unidade a ser locada mais próxima das áreas com maior densidade de obras.

Foram levantadas 377 obras regularizadas. Conforme já apresentado, é projetado apenas a implantação de uma única área de transbordo e triagem que visa suprir a necessidade do município, de modo que esteja locada em região estratégica em relação ao estudo de deposição irregular, sua infraestrutura de acesso e as respectivas localizações das URPV.

A tabela 30 indica a relação de obras regularizadas por bairro em relação à quantidade e ao quantitativo em metros quadrados por bairro entre 2021 e 2022. Foram considerados novos loteamentos aqueles que mesmo em trâmite de regularização ainda não são de responsabilidade do município, e surgiram nos últimos 6 anos.

Tabela 30 - Quantidade de Obras Regularizadas em Bezerros-PE

Bairro/Loteamento	Obras em 2021	Obras em 2022	Área Regularizada (m²)
Santo Antônio	7	6	2.362,05
Retiro	3	5	1.790,94
Serra Negra	9	13	4.113,41
Centro	18	7	5.728,78
Loteamento Nossa Senhora da Luz	2	1	731,63
São Rafael	4	6	2.511,96
Cruzeiro	4	3	3.195,85
Irmã Júlia	4	6	2.207,91
Santo Amaro	7	6	4.072,77
Loteamento João Paulo II	1	0	210
São Pedro	11	5	13.892,99
São Sebastião	10	6	4.827,67
Mororó	1	2	947
Rosário	1	1	124,31
Queimada Dantas	1	3	1.137,87
Nossa Senhora Aparecida	1	5	1.125,87
São José	1	1	541,97
Loteamento Chico Lemos	27	26	8.737,81
Novos Loteamentos	51	33	24.047,86

Fonte: O autor (2024)

O bairro São Pedro corresponde ao bairro com maior área (13.892,99 m²) de obras regularizadas no biênio (2021-2022) em relação ao total, enquanto que o Centro (bairro) (25) e o Chico Lemos (Loteamento) (53) possuem a maior quantidade de cadastros. Optou-se, portanto, pela localização da unidade preferencialmente em possíveis áreas no bairro São Pedro ou no Centro.

A área sugerida levou em consideração também a viabilidade de acesso, ou seja, haver vias para chegada e saída de veículos, previsão de legalidade a respeito da área com base no Plano Diretor, áreas preferencialmente não habitadas, e com no mínimo 1000,00 m² disponíveis, conforme estudos de Paz (2019).

A estimativa de geração de RCC para Bezerros-PE é de 25,08 m³/dia com base no cálculo de 820,29 t/mês já discutido, considerando peso específico de 1090Kg/m³ (DALTRO FILHO *et al.*, 2006). Para este índice, é suficiente uma unidade com 1000 m² para triagem e acondicionamento de forma adequada.

A área proposta fica localizada na Rua Júlio Sacerdote, bairro São Pedro, e possui área estimada de 2.469,45 metros quadrados (Figura 36). Este terreno não possui edificação e está em uma área considerada como ZEAM (Zona Especial de Atividades Múltiplas).

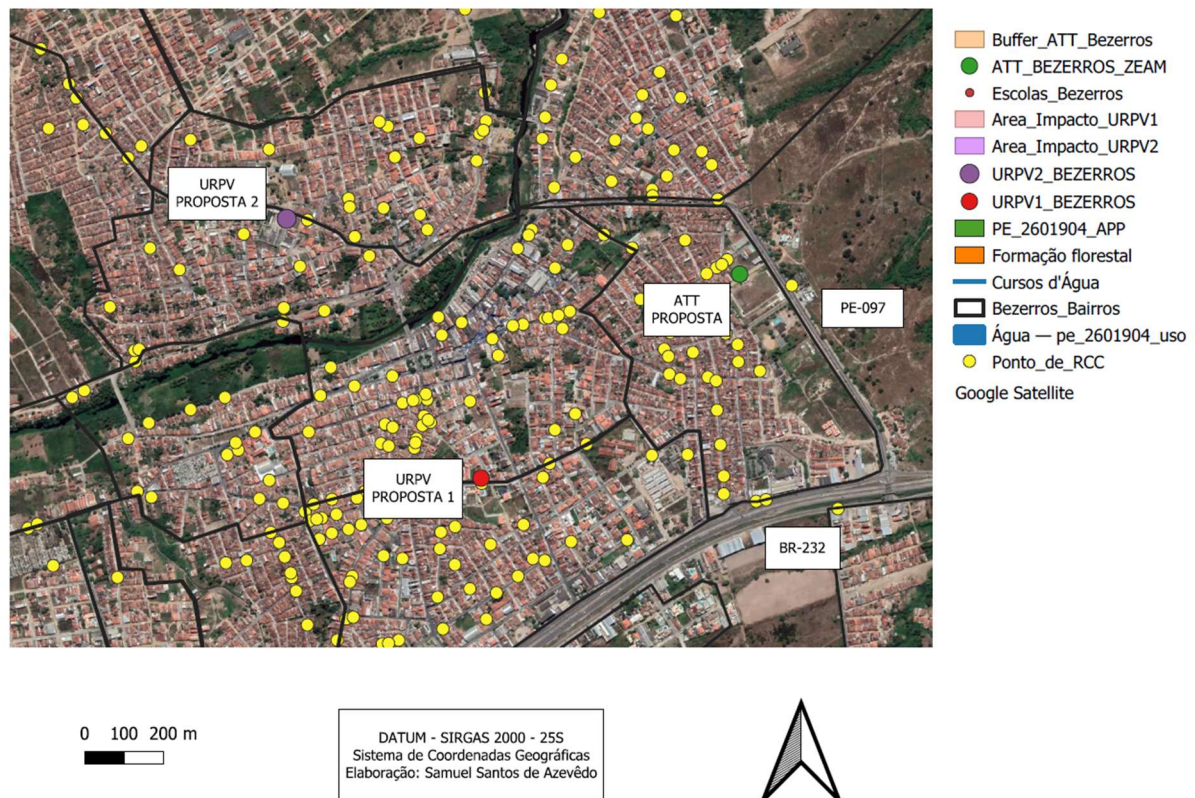
Figura 38 - Terreno proposto para implantação da ATT, Bezerros-PE



Fonte: O autor (2024)

Em relação ao contexto ao qual está inserida (Figura 37), a via de acesso embora não pavimentada está a poucos metros da rodovia estadual PE-097, sendo uma via larga e com área de manobra para veículos de grande porte. O local está centralizado considerando haver a região central, a região ao norte do Rio Ipojuca e a região ao sul da BR-232 (onde se localiza o Loteamento Chico Lemos).

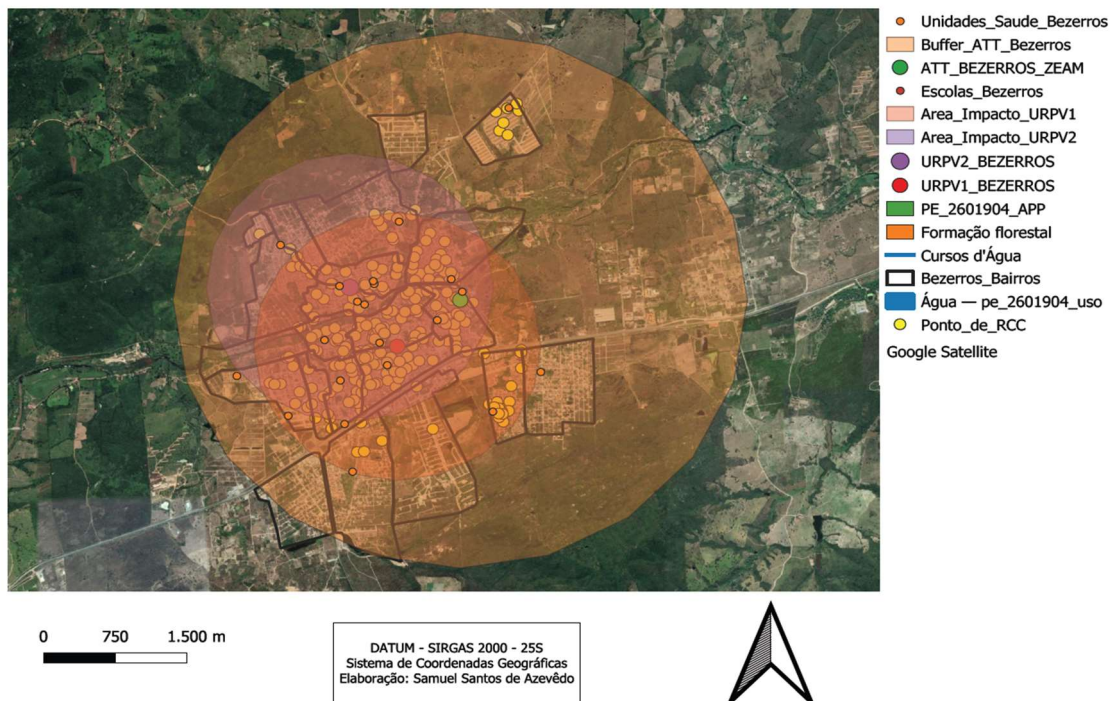
Figura 39 - Proposta de implantação de ATT para Bezerros-PE



Fonte: O autor (2024)

A ATT foi projetada para abranger uma região (buffer) de 3Km de raio como bacia de captação, conforme pode ser visualizado na Figura 38.

Figura 40 - Área de abrangência para a localização proposta da ATT



Fonte: O autor (2024)

4.1.5.3 Indicação de área para implantação de aterro de inertes

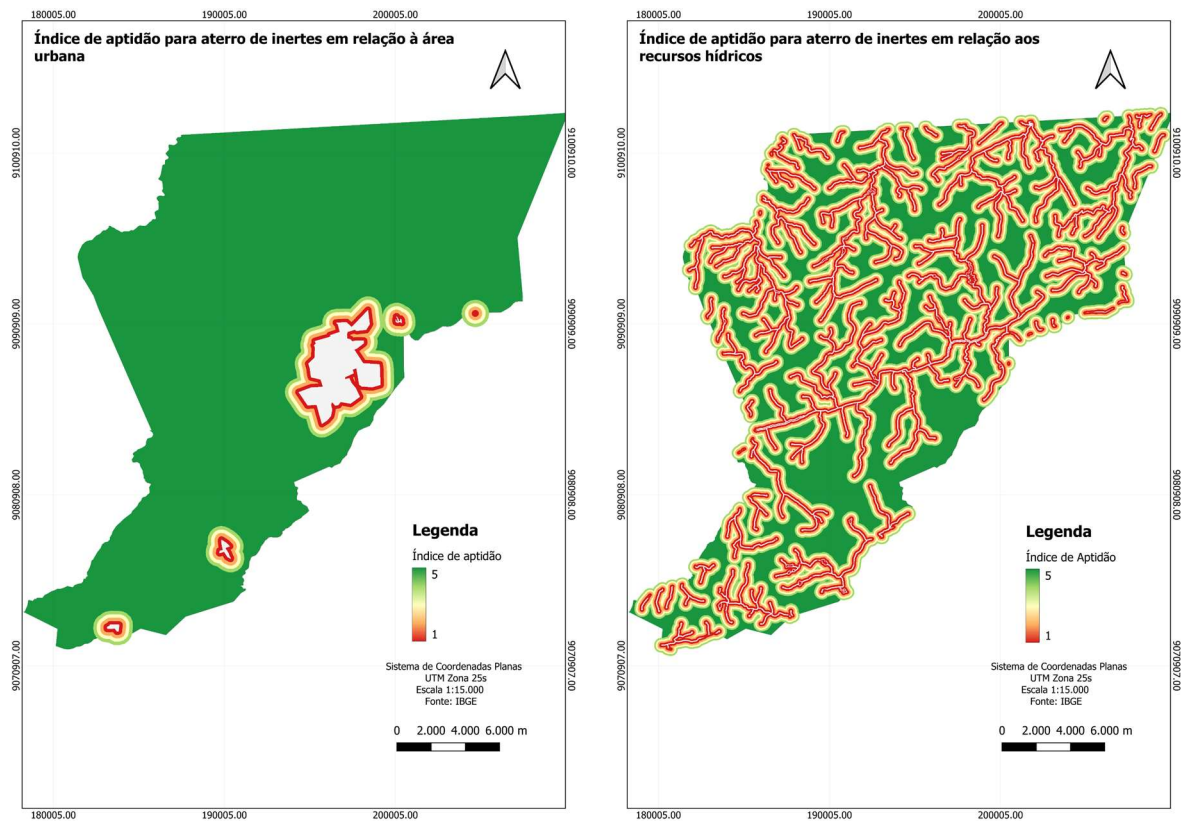
No caso específico do estudo de implantação de aterro de inertes, considerando a amplitude da instalação, o procedimento adotado para indicação leva a áreas recomendáveis e aptas à discussão, considerando que para além dos critérios científicos, há de se pesar o custo de possíveis desapropriações e a proximidade com áreas povoadas.

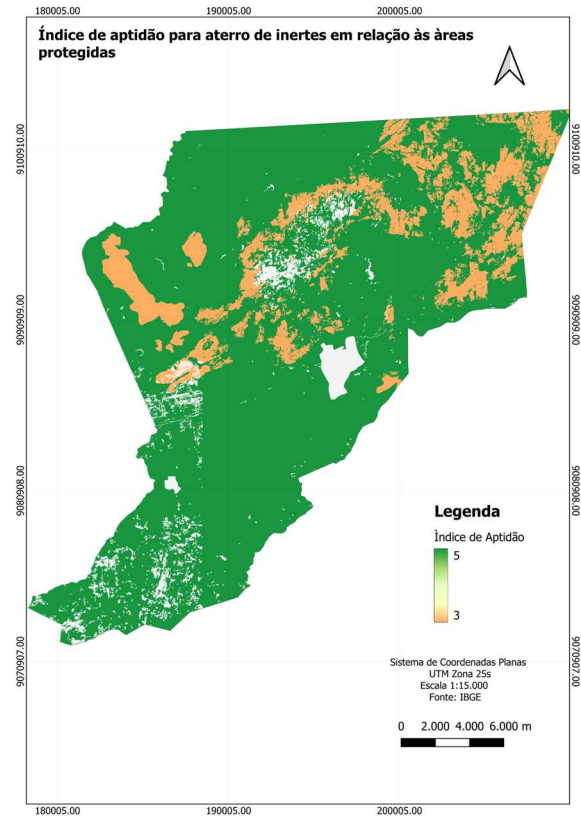
Essas estruturas não devem ser instaladas nos centros urbanos, com isso, foi avaliado as áreas excludentes a mancha urbana municipal. Com base nos critérios ambientais I. Áreas Urbanas, II. Recursos Hídricos, III. áreas protegidas IV. Declividade, V. Vias de acesso, VI. Geologia e VII. Pedologia, foi possível a sobreposição de camadas que expõe de maneira excludente as áreas aptas das áreas não indicadas. Como critérios restritivos, foram adotadas as áreas urbanas, as áreas protegidas e os recursos hídricos, respectivamente.

De posse da classificação dos critérios, realizou-se a sobreposição de camadas, gerando mapas temáticos, com critérios restritivos (Figura 39) e escalonados (Figura 40), tomando como base os índices de aptidão da área.

Uma vez determinados os índices de aptidão, realizou-se a álgebra dos mapas, multiplicando-se os pesos de cada critério. O resultado da aplicação da equação da álgebra gerou valores de 0 a 5.

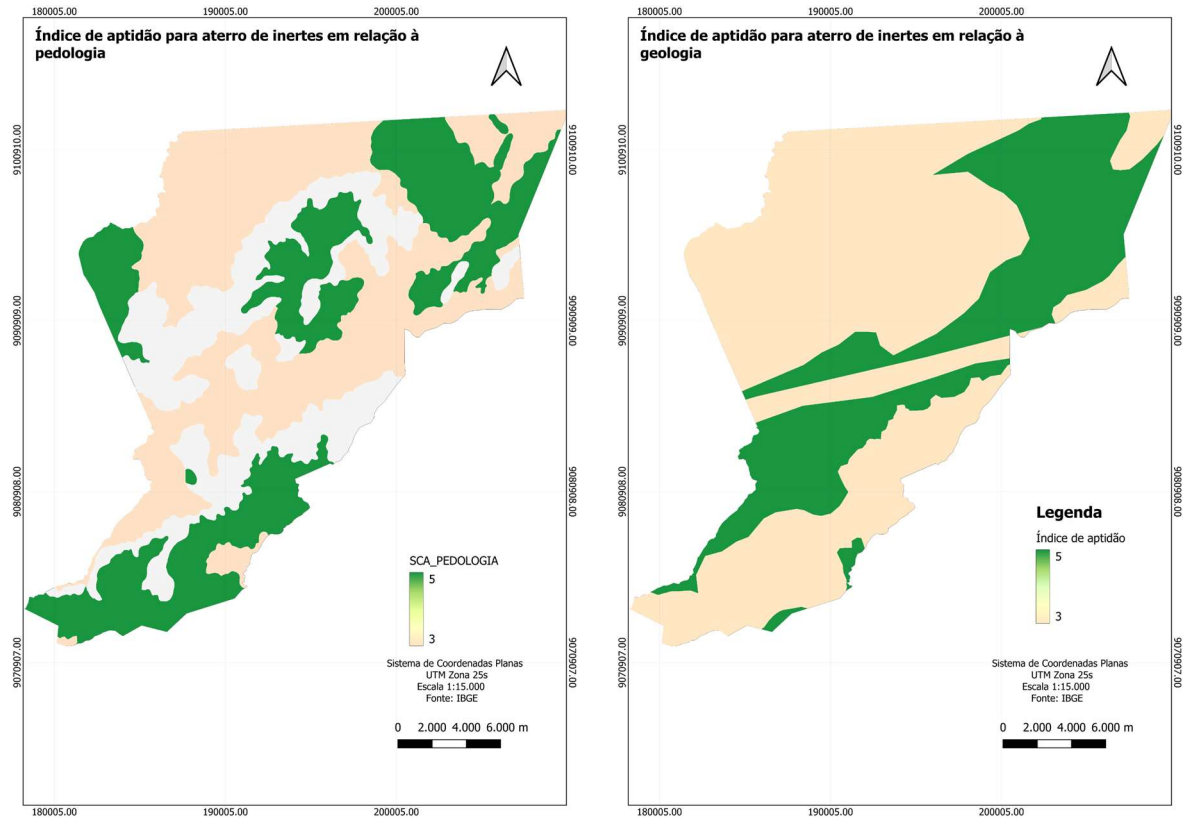
Figura 41 - Mapas temáticos com critérios restritivos

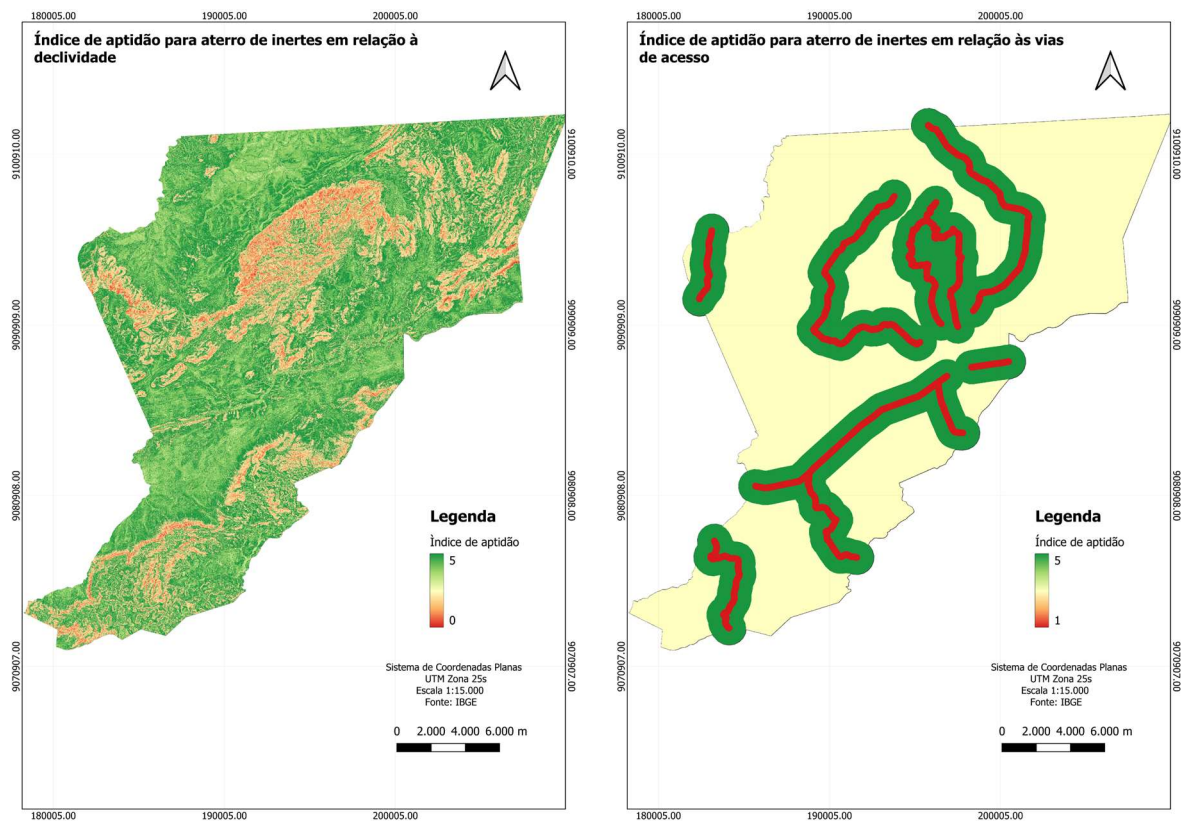




Fonte: O autor (2024)

Figura 42 - Mapas temáticos com critérios escalonados

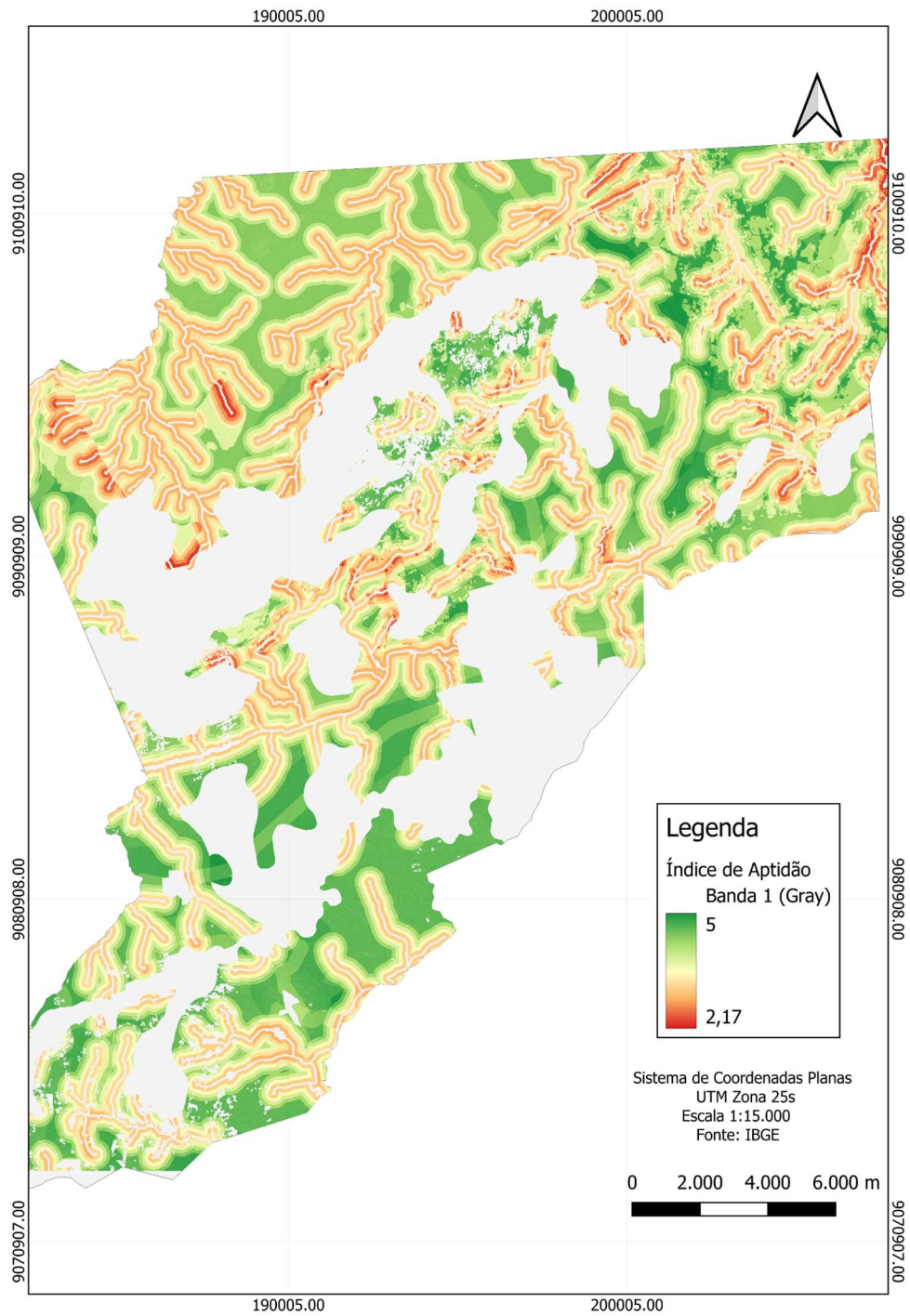




Fonte: O autor (2024)

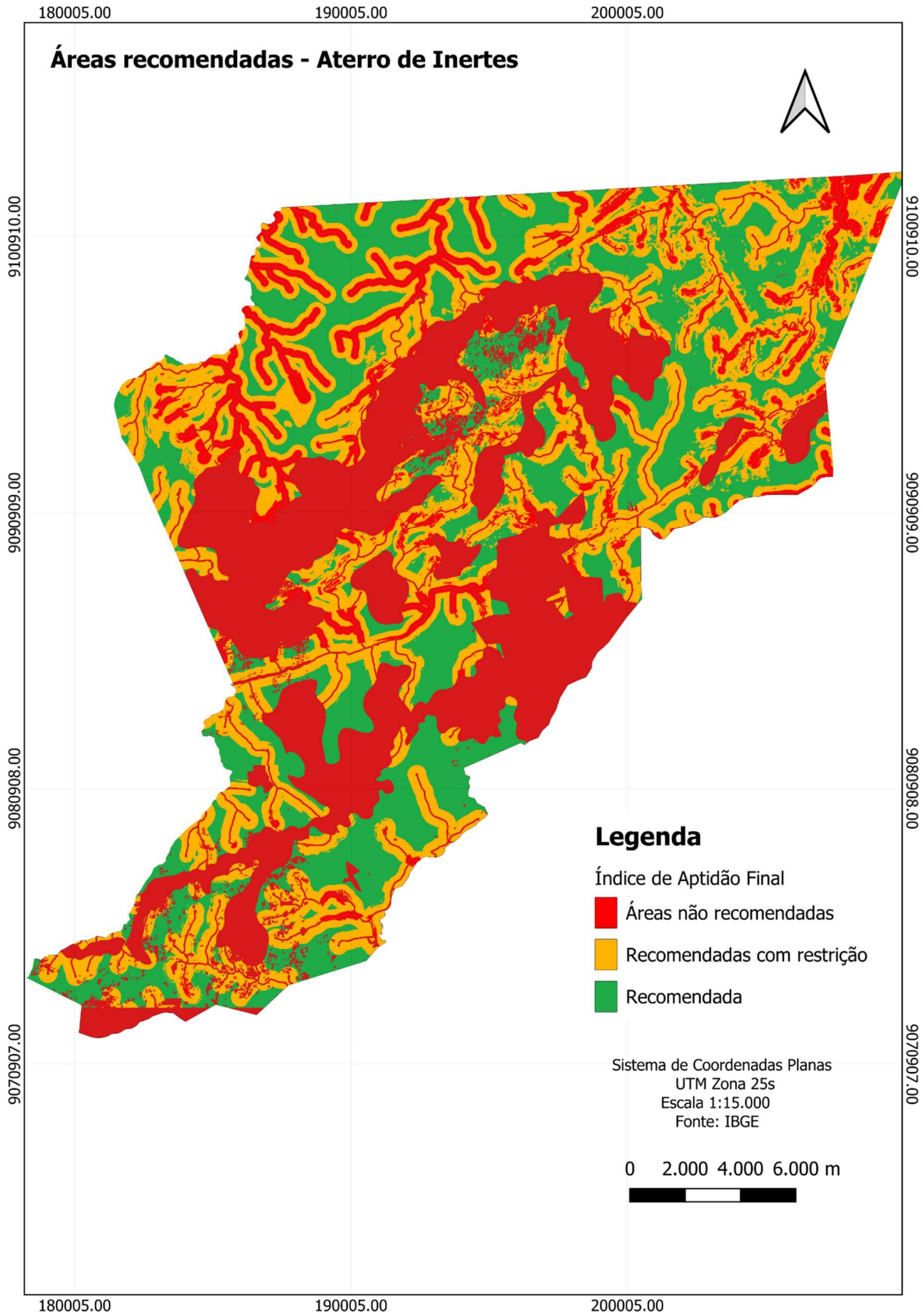
Como critérios escalonados foram adotados a declividade, as rodovias, geologia e pedologia. Enfim, a partir da confecção dos gráficos, é possível apresentar gráficos consolidados (Figura 41 e Figura 42) das áreas com aptidão dentro dos limites geográficos do município de Bezerros.

Figura 43 - Mapa de aptidão de Bezerros-PE



Fonte: O autor (2024)

Figura 44 - Mapa de classificação das áreas aptas de Bezerros-PE

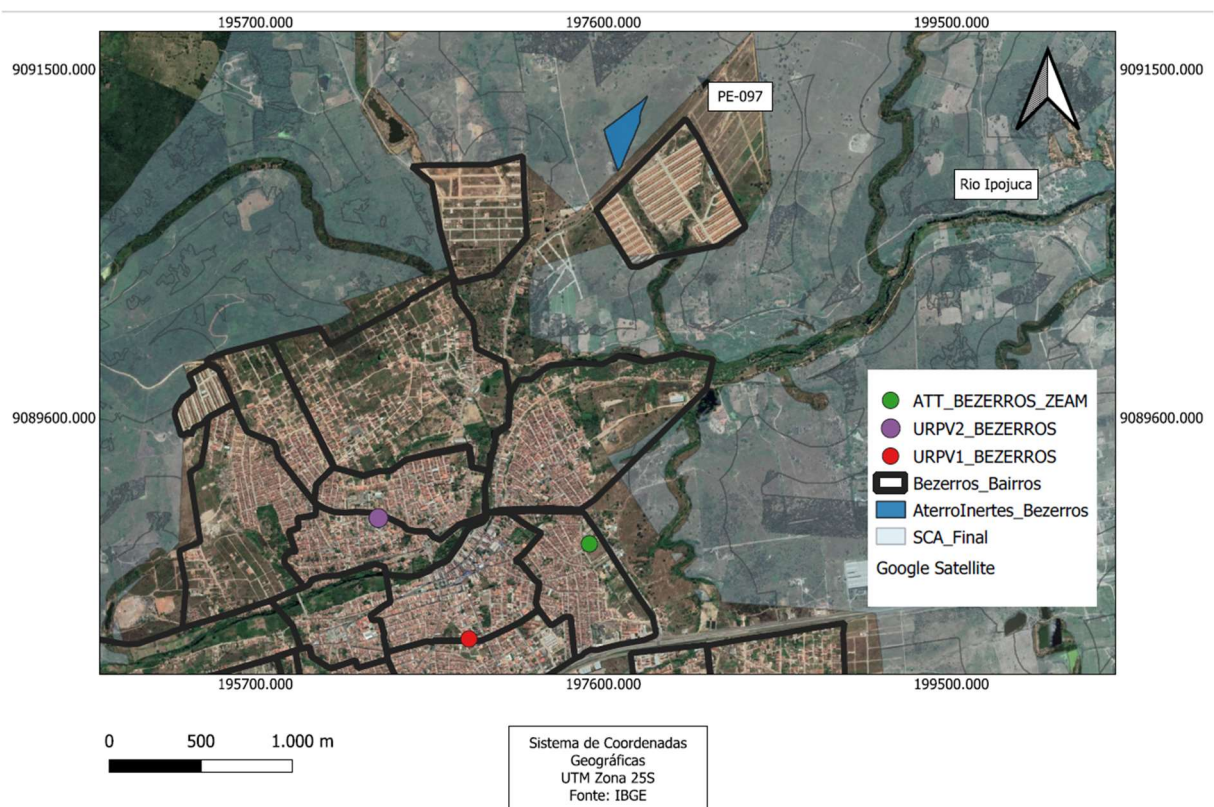


Fonte: O autor (2024)

O mapa da Figura 43 apresenta as áreas que foram classificadas como recomendadas, recomendadas com restrições e não recomendadas.

O aterro de inertes é proposto por Biju (2015) com no mínimo 12.000 m² de área. A melhor solução dentre os mapas produzidos seria a área localizada no Km 3 da rodovia PE-097, que dista em média 2 Km do centro municipal, que possui em torno de 34.397,66m². É importante destacar que é necessário moderar os pesos para os critérios, com vistas a obter mais áreas aptas a estudo e proposição, assim como propõe Lourenço (2015).

Figura 45 - Área recomendada para implantação do aterro de inertes, Bezerros-PE



Fonte: O autor (2024)

Figura 46 - Imagens da área recomendada para implantação do aterro de inertes, Bezerros-PE



Fonte: O autor (2024)

O passo sugerido ao município é a visita ao local sugerido, bem como a visita a outros locais com potencial semelhante, para incorporar aos critérios científicos, os critérios administrativos que permitam a implantação de um aterro bem como de operá-lo.

Paz (2019) também aponta que é importante avaliar a opinião de especialistas e pesquisadores, considerando que as ponderações dos critérios adotados podem ter como resultado mais áreas a serem consideradas (recomendadas) ou menos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são sintetizadas as informações mais relevantes obtidas a partir dos resultados, bem como a apresentação de sugestões que relacionam o diagnóstico obtido e as fragilidades do desempenho do município de Bezerros-PE em relação a gestão de RCC. Ainda, é proposto sugestões de pesquisa relacionadas ao tema desta dissertação.

5.1 CONCLUSÕES

Foi verificado que o município de Bezerros-PE possui desafios a superar dentro do panorama investigado de atuação. As debilidades encontradas no diagnóstico do IGRCD indicam falhas graves de gestão. O município atingiu apenas 14 pontos, sendo considerado uma gestão ineficiente. Em comparação com outros municípios que também foram alvo de pesquisa, Bezerros esteve em último lugar, atrás de cidades como o Cabo de Santo Agostinho (20) e Paulista (24).

O município não atinge nem metade do desempenho em nenhuma das áreas estudadas. Estando em último na pontuação, fica muito abaixo da média em comparação com outros municípios que foram alvo da mesma pesquisa.

Em relação as estimativas de geração, com as metodologias adotadas, foram estimadas a geração de quase 10 toneladas de RCC por ano, o que representa uma geração média por habitante de 0,44Kg/Hab/Dia.

Na pesquisa de dados e os lançando no software QGIS 3.28.0, foram levantados 279 pontos de deposição irregular ao longo de aproximadamente 6 meses de consultas. O Centro, bairro São Sebastião e São Pedro foram os mais impactados no período pelo lançamento desses materiais.

Dentro da análise qualitativa, o resíduo estudado apresentou em sua maioria a maior presença de resíduo Classe A, uma representação comum em resíduos de pequenas obras, enquanto que os resíduos Classes B e C estiveram em percentual muito semelhante próximo a 15% das amostras.

Em relação ao porte das pilhas, quase 40% é de pilhas de pequeno porte, até 1m³, enquanto que em torno de 16% são as pilhas de grande porte que carregam os

problemas de dificuldade de recolhimento, além de potencializar os impactos da deposição irregular.

Em relação à renda familiar, 99% dos resíduos esteve em área de renda familiar de classe baixa, principalmente devido à ausência de áreas predominantemente de classe mais altas.

A proximidade com a vegetação foi a maior pontuação da análise com o score "muito alto", devido à proximidade de pontos com áreas protegidas. Os critérios analisados de proximidade com equipamentos públicos educacionais e cursos d'água foram os que tiveram o menor score de risco ambiental.

Foram apontadas as áreas com possibilidade estratégica de uso com a finalidade de implantação das unidades de gerenciamento. Verificou-se a necessidade de implantação de duas URPV, com raio de abrangência de 1,5Km, uma no bairro São Sebastião, bairro bastante impactado na análise de campo, e outra no bairro Santo Antônio dado os desafios topográficos e o conceito do envio voluntário de RCC pelo pequeno gerador.

Com base nos dados de obras regularizadas, foi estimado a geração de 25,08m³/dia de resíduo, e para atender este volume seria demandado uma ATT com área em torno de 1000m², com base nas unidades e raios de abrangência de equipamentos públicos de porte semelhante (que atende população equivalente) situado na capital.

A ATT foi proposta com a abrangência de 3Km de raio, situada no bairro São Pedro e com proximidade à PE-097 para melhor acesso e tráfego de veículos.

Quanto ao aterro de inertes, sua localização foi proposta próximo ao residencial Bezerras e ao loteamento Jardim Serra Negra, com acesso pela rodovia estadual PE-097, fora da área urbana, mas com infraestrutura que permita a operação do aterro.

A pesquisa, embora apontando sugestões e melhores práticas a nível estadual, demanda a elaboração de um PMGRCC para que se registre e se trace estratégias com base na disponibilidade financeira e realidade do município.

O método adotado se mostra eficiente e com capacidade de replicabilidade em outros municípios de mesmo porte, e para além da pesquisa, a gestão consorciada e a discussão multilateral podem se tornar o meio para a evolução desta pauta ambiental que assola tantos municípios no estado de Pernambuco.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir do desenvolvimento da pesquisa, foi possível perceber a necessidade de maiores contribuições dentro do campo científico a respeito do tema, e como referências futuras relativos à gestão de RCC, é sugerido:

- I. Análise econômica para implantação das unidades que compõe o gerenciamento de RCC para cidades de médio porte;
- I. Estudo de viabilidade de gestão consorciada de RCC para cidades do agreste de Pernambuco;
- II. Avaliação das potencialidades de implantação de unidades de reciclagem voltadas à RCC no agreste de Pernambuco;
- III. Revisão sistemática da existência e do uso de Planos Municipais de Resíduo Sólido no agreste de Pernambuco;

REFERÊNCIAS

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

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.113:** Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004f.

ABREMA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.** 2023.

APAC – AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA. Climatologia: **Precipitação média por município – Bezerros.** Pernambuco. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/193-climatologia/521-climatologia-por-municipio>. Acesso em: 09 Jul. 2023.

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil.** Vol. 5. São Paulo: Edgard Blucher, 2011.

AMADEI, D. I. B.; PEREIRA, J. A.; SOUZA, R. A., MENEGUETTI, K. S. **Questão dos resíduos de construção civil: um breve estado da arte.** Revista NUPEM, Campo Mourão, v.3, n.5, ago./dez.2011.

ANGULO, S.C.; TEIXEIRA, C.E.; CASTRO, A.L.; NOGUEIRA, T.P. Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 299-306, jul./set. 2011.

BAPTISTA, A., **Bituminous Mixtures Recycled by Heat in a Plant**, Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade de Coimbra. Portugal, 2006, 165p.

BASTOS, G. D. A. BASTOS, I. D. A. FIOR, L. HILDEBRAND, L. CERRI, J. A. ARAÚJO, M. S. **Anais Conf. Lat.-Am. Constr. Sustent., in: X Enc. Nac. Tecnol. Amb. Constr.,** S. Paulo, 2004.

BAUMANN, H.; TILLMAN, A. **The hitch hiker's guide to LCA: An orientation in life cycle assessment methodology and application.** Londres: Studentlitteratur, 2004. 543 p.

BIJU, B.P. **Utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG) na indicação de possíveis áreas aptas à disposição de resíduos de construção e de demolição.** 2015. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

BOHNENBERGER, J.C.; PIMENTA, J.F.P.; ABREU, M.V.S.; COMINI, U.B.; CALIJURI, M.L.; MORAES, A.P.; PEREIRA, I.S. **Identificação de áreas para implantação de usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição com uso de análise multicritério.** Ambiente construído, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 299-311, jan./mar. 2018

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. **Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2010a.

BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. **Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2022.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2002.

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

BRASIL. Lei nº 14.026/2020, de 15 de Julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2020.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Reportagem especial: construção civil é a campeã em poluição ambiental no Brasil.** Disponível em:

<https://www.camara.leg.br/tv/202934-reportagem-especial-construcao-civil-e-campea-em-poluicao-ambiental-no-brasil/>. Acesso em 28/08/2024

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Disponível em: www.cbic.org.br. Acesso em: 09 jul. 2023.

COCHRAN, K.; TOWNSEND, T.; REINHART, D.; HECK, H. **Estimation of regional building-related C&D debris generation and composition: Case study for Florida, US.** Waste Management, Oxford, v. 27, n. 7, p. 921-931, 2007.

CONDEPE/FIDEM – AGÊNCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISAS DE PERNAMBUCO. **Produto Interno Bruto dos municípios – Pernambuco.** 2020. Disponível: <http://www.condepefidem.pe.gov.br/>. Acesso em: 09 de julho de 2023.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Bezerros, estado de Pernambuco.** Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 11 p. + anexos.

DE CASTRO, A.P.V; DA SILVA, F.C.F; NAZÁRIO, P.L.; CERRI, J.A.; NAGALLI, A. **Sistema informatizado de gerenciamento de resíduos da construção civil.** Techne: Revista de Tecnologia da Construção, São Paulo, v. 186, p. 50-53, 2012.

DING, Z.; ZHU, M.; WU, Z.; FU, Y.; LIU, X. **Combining AHP-Entropy approach with GIS for construction waste landfill selection – a case study of Shenzhen.** International Journal of Environmental Research and Public Health, Basel, v. 15, n. 10, 2254, 2018

DOSAL, E.; CORONADO, M.; MUÑOZ, I.; VIGURI, J.R.; ANDRÉS, A. **A GIS-based methodology for sustainable spatial planning for Construction and Demolition**

Waste (C&DW) management facilities in a Spanish coastal regional. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING FOR WASTE AND BIOMASS VALORISATION, 4., 2012, Porto. Anais [...]. Porto: WasteEng, 2012.

ELISA, M.L.; NAGALLI, A. **Pequenos geradores de resíduos da construção civil: prefeituras municipais e a disponibilização de informações.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 7, n. 15, p. 43-50, 2020.

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

FERREIRA, H.; CASSIOLATO, M.; GONZALEZ, R. **Uma experiência de desenvolvimento metodológico para avaliação de programas: o modelo lógico do programa segundo tempo.** Texto para discussão 1369. Brasília: IPEA, 2009.

FERREIRA, T. C., CALDANA, A. C. F., BATALHÃO, A. C. S., ALVES, M. F. R., PALIARI, J. C. (2023). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: o impacto de grandes representantes da construção brasileira.** Ambiente & Sociedade, 26, 1-22.

GAEDE, L. P. F. **Gestão dos resíduos da construção civil no município de Vitória-ES e normas existentes.** 2006. 74 f. Monografia (Especialização em Construção Civil)- Escola de Engenharia UFMG, Belo Horizonte, UFMG, 2006. Disponível em: [http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/Monografia Lia - final.pdf](http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/Monografia%20Lia%20-%20final.pdf). Acesso em: 09 de julho de 2011.

GOMES JÚNIOR, Edmilson. **Diagnóstico da gestão e impactos ambientais dos resíduos da construção e demolição.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, 2022

GONÇALVES, Gustavo Henrique Vital; CASTRO, Marcus Cesar Avezum Alves de; CASTRO, Marco Aurélio Soares de; SCHALCH, Valdir; LEITE, Wellington Cyro de Almeida; ROCHA, Leonardo Brian Gonçalves da; NETO, José da Costa Marques. **Proposição e análise de viabilidade econômica de cenários para o gerenciamento de resíduos da construção civil por meio de consórcios intermunicipais.** Eng Sanit Ambient, [s. l.], 31 maio 2023.

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

HOLANDA, M.J.O. **Desenvolvimento de ferramenta de apoio à gestão municipal de resíduos de construção e demolição na Região Metropolitana do Recife.** 2016. 163 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2022.** Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 09 Jul. 2023.

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

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos da construção civil**: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo: USP, 2000.

JUNIOR, José Atila Matos Aroucha; SOARES, Wanderson Moraes; PIRES, Mariana Silva; FILHO, Marcos Henrique Costa Coelho; NETO, Solon Tupinambá Leite. **Gestão de Resíduos da Construção Civil**. Revista Caderno Pedagógico, Curitiba, 4 jan. 2024. Studies Publicações e Editora Ltda., p. 01-23.

KARPINSKI, L. A. *et al.* **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental**. Porto Alegre: Edipucrs, 2009. 163p.

KLEIN, F.B.; GONÇALVES-DIAS, S.L.F. **A deposição irregular de resíduos da construção civil no município de São Paulo: um estudo a partir dos instrumentos de políticas públicas ambientais**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, Curitiba, v. 40, p. 483-506, 2017.

LAFAYETTE, K.P.V. **Análise dos impactos ambientais e dos indicadores de sustentabilidade como subsídio para a gestão de resíduos da construção civil (RCC) na Região Metropolitana do Recife**. 2016 145 f. Seleção de Professor Adjunto. Escola Politécnica de Pernambuco, Recife, 2016.

LEVY, Salomon Mony. **Reciclagem do entulho de construção civil, para utilização como agregado de argamassas e concretos**. 1997. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997. Acesso em: 09 jul. 2023.

LU, W.S., YUAN, H.P. **Investigating waste reduction potential in the upstream processes of offshore prefabrication construction**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Oxford, v. 28, p. 804-811, 2013.

LÚCIO, R.F. **Diagnóstico do sistema de gerenciamento de resíduos de construção e demolição no município de Belo Horizonte/MG**. 2013. 121 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

MIRANDA, L.F.R.; ÂNGULO, S.C.; CARELLI, E.D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 9, p. 57-71, jan./mar. 2009.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos**. Brasília, 2010.

MORALES, G; MENDES, T.; ANGULO, S.C. **Índices de geração de RCD provenientes de obras de construção, reforma e demolição na cidade de Londrina/PR**. In: II Congresso Internacional na Recuperação, Manutenção e Restauração de Edificações, 2006, Rio de Janeiro. Anais... (CD-ROM). Rio de Janeiro: 2006. v. 1.

NAGALLI, André. **Resíduos de construção civil: quantificação e gerenciamento**. 2ª edição. São Paulo: Oficina de textos, 2022. eISBN 978-65-86235-65-4

NUNES, Kátia Regina. **Diagnósticos das gestões municipais de resíduos sólidos da construção**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, 2005, Campo Grande. **Anais**. Campo Grande, 2005.

OLIVEIRA, J.C.; REZENDE, L.R.; GUIMARÃES, R.C.; CAMAPUM, J.C.; SILVA, A.L.A. **Evaluation of a flexible pavement executed with recycled aggregates of construction and demolition waste in the municipal district of Goiânia, Goiás**. 2005. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PAVEMENT RECYCLING, 2005, São Paulo, Anais eletrônicos do 2005 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PAVEMENT RECYCLING.[CD ROM]. São Paulo, 2005. n.p.

OLIVEIRA, Carla Tognato de; SANTANA, Jorge Luiz Guedes; VIEIRA, Bruno Santos; MENEZES, Fábio Sprada de; PALADINI, Edson Pacheco. **SERVIÇOS SUSTENTÁVEIS APLICADOS AO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**. GESTÃO & SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL, [s. l.], v. 12, p. 1-26, 29 dez. 2023.

OLIVEIRA, Darione; TORRES, Jaqueline Mendonça; CASTRO, Mozer Teixeira de; CARDOSO, Ricardo Terenzi; KINOSHITA, Angela Mitie Otta; TAMASHIRO, Jacqueline Roberta; PAIVA, Fabio Friol Guedes de. **USO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA FABRICAÇÃO DE MATERIAIS CONSTRUTIVOS ALTERNATIVOS**. A Construção Civil: em uma perspectiva econômica, ambiental e social, [s. l.], 29 dez. 2023.

OPAS – ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. Monografia online. 2002. Disponível em: <http://www.opas.org.br/promoção/temas>.

ORNELAS, A.R **Aplicação de métodos de análise espacial na gestão dos resíduos sólidos urbanos**. 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; STOROPOLI, J. H.; GUERNER DIAS, A. J.; DUARTE, E. B. de L. Gerenciamento dos Resíduos de Demolição Gerados nas Obras de um Edifício Localizado na Zona Leste da Cidade de São Paulo/SP. **Desenvolvimento em Questão**, [S. l.], v. 13, n. 30, p. 265–305, 2015. DOI: 10.21527/2237-6453.2015.30.265-305. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/3026>. Acesso em: 9 jul. 2023.

PAZ, Diogo Henrique Fernandes; LAFAYETTE, Kalinny Patrícia Vaz; HOLANDA, Maria Júlia de Oliveira; SOBRAL, Maria do Carmo Martins; COSTA, Luiz Augusto Ramos de Castro. **Assessment of environmental impact risks arising from the illegal dumping of construction waste in Brazil. Environment, Development and Sustainability:: Environment, Development and Sustainability: A Multidisciplinary Approach to the Theory and Practice of Sustainable Development**, [s. l.], ano 2020, v. 22, p. 2289–2304, 23 nov. 2018. DOI <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0289-6>.

Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-018-0289-6>. Acesso em: 5 set. 2024.

PAZ, Diogo Henrique Fernandes Da. **Desenvolvimento de um Sistema de Apoio ao gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil em canteiros de obras de edificações urbanas**. 2014. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2014.

PAZ, Diogo Henrique Fernandes Da. **Desenvolvimento de um sistema de apoio à gestão integrada de resíduos da construção e demolição**. 2019. 290f., il., figs., gráfs., tabs., abrev. e siglas. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2019.

PAZ, D. H. F.; LAFAYETTE, K. P. V. ; SOBRAL, M. C. M. . **Waste generation indicators in brazilian construction sites**. THE JOURNAL OF SOLID WASTE TECHNOLOGY AND MANAGEMENT, v. 45, p. 419-427, 2019.

PINTO, T.P.; GONZÁLEZ, J.L.R (coord.). **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília: CAIXA, 2005.

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo. 1999. 202 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999

G. REBITZER, T. EKVALL, R. FRISCHKNECHT, D. HUNKELER, G. NORRIS, T. RYDBERG, W.-P. SCHMIDT, S. SUH, B.P. WEIDEMA, D.W. PENNINGTON. **Life cycle assessment: Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications**, Environment International, Volume 30, Issue 5, 2004, Pages 701-720, ISSN 0160 4120, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2003.11.005>. Acesso em: 9 jul. 2023.

J. AINCHIL, A. BURGUEÑO, Proc. RILEM - Int. Conf. Use Recycled Mater. Build., Barcelona, Spain (2004) 322.

J. P. REIS, **Incorporação de resíduos industriais em massa cerâmica usada na fabricação de tijolos**, Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Santa Catarina, Santa Catarina, 2006, 71p.

ROCHA, P. A. S., URASHIMA, D. C., GUIMARÃES, M. G. A. (2023). **Desempenho de agregados reciclados de concreto no preenchimento de blocos segmentais em muros de solo reforçado com geogrelhas**. Revista Matéria, 28(1), 1-17.

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.

SANTOS, D.S. **Diagnóstico da gestão dos resíduos de construção e demolição e seus impactos ambientais no município de Jaboatão dos Guararapes/PE.** 2015. 166 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

SANTOS, F. R.; POMPEU, R. B. (2014). **Logística Reversa de Resíduos da Construção Civil: Uma análise de Viabilidade Econômica.** Revista Tec. Fatec AM Americana, São Paulo, Brasil. v.2 n.1 p. 105 – 120.

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

SILVA, Aleffy Gil Pereira da; FILHO, Gastão Coelho de Aquino; SILVA, Maria Fernanda Bandeira da; SILVA, José Fernando Bandeira da; SOUSA, Signey Everton Edival de; FILHO, Orlando Leite Rolim. **APLICABILIDADE DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE DA EFICIÊNCIA E IMPACTO AMBIENTAL.** REVISTA DE GESTÃO SOCIAL E AMBIENTAL, Miami, v. 18, p. 1-9, 10 maio 2024.

SOLIS-GUZMAN, J.; MARRERO, M.; MONTES-DELGADO, M.V.; RAMIREZ-DE-ARELLANO, A. **A spanish model for quantification and management of construction waste.** Waste Management, Oxford, v. 29, n. 9, p. 2542-2548, 2009.

SOUZA, M. I. B.; SEGANTINI, A. A. S.; PEREIRA, J. A. **Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 12, n. 2, 2008.

TOMAZIA, Anna Julia Ferreira da Silva; FRANÇA, Maria Clara da Silva; SILVA, Michelle Francisco da; SILVA, Léa Paz da; BAPTISTA, José Abel de Andrade. **Os Impactos ao Meio Ambiente Causados pelos Descarte de Materiais e Resíduos de Obras da Construção Civil.** EnGetec em Revista, [S. l.], v. 1, p. 65-72, 30 maio 2024.

TORRESI, S. I. C.; PARDINI, V. L.; FERREIRA, V. F. **O que é sustentabilidade.** Química Nova Online, Vol. 33, nº 5. USP, São Paulo, 2010.

XIMENES, T. C. F. **Diagnóstico da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição e seus impactos ambientais no município de Paulista/PE.** 2018. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2018.

WE FORUM. **Engineering and Construction.** 2024. Disponível em: <<https://www.weforum.org/communities/engineering-and-construction/>>. Acesso em 01/09/2024.

YEHESES, M.; HEWAGE, K.; ALAM, M.S.; ESKICIOGLU, C.; SADIQ, R. **An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability.** Clean Technologies and Environmental Policy, New York, v. 15, p. 81-91, 2013.

**ANEXO A – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA DO
MUNICÍPIO DE BEZERROS/PE**



PPGECCAM

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

Índices de Gestão de Resíduos da Construção Civil (IGRCC)

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 1 m³/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?					
☐	Estruturadas	☒	Esporádicas	☐	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)?					
☒	Específica de RCC	☐	Misturado com RSU	☐	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? Quais?			
Comentário: Sim, agrupamento 3 do estado, consorciado com outros municípios (intermunicipal).			
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 da 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	☐ Sim, do próprio município	☒ Não	☐ Em elaboração/aprovação - Plano Intermunicipal
			☐ Em elaboração/aprovação - Plano Intermunicipal

☐	(Plano intermunicipal)	☐	☐	☐	☐
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 - Plano Intermunicipal
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(is) 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) fontes?	☒	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?	☐	Não		
Comentário: Dentro do licenciamento de obras no Controle Urbano Municipal					
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?	☒	Não	☐	Em fase de implantação.

Comentário:

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, privado.

☐ Sim, público.

☒ Não

☐ Em fase de implantação.

21. O município possui Área de Reciclagem de RCC Classe A?

☐ Sim, privado.

☐ Sim, público.

☒ Não

☐ Em fase de implantação.

22. O município possui Área de Reciclagem de RCC Classe B (madeira)?

☐ Sim, privado.

☐ Sim, público.

☒ 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? Qual a periodicidade de atualização?			
☒	Sim	☐	Não
Comentário: Mensal			
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?	☒	Não
Comentário:			
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.	
☐ Satisfatório	☒ Insatisfatório
40. Avalie os serviços de coleta e de triagem dos RCC.	
☐ Satisfatório	☒ Insatisfatório
41. Avalie os serviços de tratamento e a disposição final dos RCC.	
☐ Ótimo ☐ Satisfatórios.	☒ Insatisfatórios
42. Avalie o monitoramento da gestão dos RCC.	
☐ Ótimo ☐ Satisfatórios.	☒ Insatisfatórios
43. Avalie a gestão dos RCC como um todo?	
☐ Ótimo ☐ Satisfatórios.	☒ Insatisfatórios
43. Qual(is) o(s) ponto(s) crítico(s) da gestão RCC?	
Comentário: Ausência de estratégia para arrecadação, ausência de destino final ambientalmente adequado, insuficiência de maquinário para coleta ou implementação de alternativas de entregas voluntárias, ausência de educação e responsabilidade social, ausência de central ampla de coleta de informações diárias, ausência de software de gerenciamento e ausência de sustentabilidade econômica-financeira dos processos.	

