

IMPACTOS URBANOS DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE CAMARAGIBE/PE

IMPACTOS URBANOS DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN CIVIL: UN ESTUDIO DE CASO EN EL MUNICIPIO DE CAMARAGIBE / PE

URBAN IMPACTS OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE: A CASE STUDY IN THE MUNICIPALITY OF CAMARAGIBE/PE

Maria Julia de Oliveira Holanda*

lcls@poli.br

Diogo Henrique Fernandes da Paz*

diogo.henriquepaz@gmail.com

Kalinny Patricia Vaz Lafayette*

klafayette@poli.br

Luciana Cássia Lima da Silva*

lucianacassialima_@hotmail.com

Jonas da Silva Bezerra*

jonas.silva.doc@gmail.com

*Universidade Federal de Pernambuco/Brasil

Resumo

A indústria da construção civil apresenta um papel fundamental para a economia do país, gerando empregos e fornecendo projetos de infraestrutura que melhoram a qualidade de vida da sociedade. Apesar disso, a alta quantidade de resíduos gerados e o alto consumo de recursos naturais tem sido um dos grande problemas ocasionados pelo setor, principalmente em grandes centros urbanos Neste sentido, este artigo tem por objetivo a realização de uma análise dos impactos ambientais em função da deposição irregular dos Resíduos da Construção Civil (RCC), no município de Camaragibe/PE, de forma a alertar o poder público as consequências desta prática, bem como servir de subsídio à análise de possíveis melhorias na gestão pública. Inicialmente foi realizado um levantamento de pontos de deposição irregular, com posterior geração de mapas temáticos e caracterização dos impactos ambientais. Os resultados obtidos mostraram que existem 124 pontos de deposição irregular de resíduos, e que esses pontos afetam os meios antrópicos, físicos e bióticos, sendo considerados de difícil recuperação. Pode-se concluir que áreas com maior população tiveram uma maior deposição de RCC, sendo esses característicos de pequenas obras, e que necessitam de uma maior intervenção de políticas públicas para uma destinação e deposição considerdas adequadas.

PALAVRAS CHAVE: impactos ambientais, resíduos de construção e demolição, deposição irregular.

Resumen

La industria de la construcción juega un papel clave en la economía del país, generando empleos y brindando proyectos de infraestructura que mejoran la calidad de vida de la sociedad. A pesar de ello, la gran cantidad de residuos generados y el alto consumo de recursos naturales ha sido uno de los grandes problemas ocasionados por el sector, especialmente en los grandes centros urbanos Disposición irregular de Residuos de la Construcción Civil (RCC), en el municipio de Camaragibe/ PE, con el fin de alertar a los poderes públicos sobre las consecuencias de esta práctica, así como servir de subsidio para el análisis de posibles mejoras en la gestión pública. Inicialmente se realizó un levantamiento de puntos de deposición irregular, con la posterior generación de mapas temáticos y caracterización de impactos ambientales. Los resultados obtenidos mostraron que existen 124 puntos de depósito irregular de residuos, y que estos puntos afectan ambientes antrópicos, físicos y bióticos, siendo considerados de difícil recuperación. Se puede concluir que las zonas con mayor población tuvieron mayor depósito de RCC, siendo estas características de obras pequeñas, y que necesitan de una mayor intervención de políticas públicas para un destino y depósito considerado adecuado.

PALABRAS CLAVE: impactos ambientales, residuos de construcción y demolición, disposición irregular.

Abstract

The construction industry plays a key role in the country's economy, generating jobs and providing infrastructure projects that improve society's quality of life. Despite this, the high amount of waste generated and the high consumption of natural resources has been one of the major problems caused by the sector, especially in large urban centers. Irregular disposal of Civil Construction Waste (RCC), in the municipality of Camaragibe/PE, in order to alert the public authorities to the consequences of this practice, as well as to serve as a subsidy for the analysis of possible improvements in public management. Initially, a survey of irregular deposition points was carried out, with subsequent generation of thematic maps and characterization of environmental impacts. The results obtained showed that there are 124 points of irregular deposition of residues, and that these points affect anthropic, physical and biotic environments, being considered difficult to recover. It can be concluded that areas with greater population had a greater deposition of RCC, being these characteristics of small works, and that they need a greater intervention of public policies for a destination and deposition considered adequate.

KEYWORDS: environmental impacts, construction and demolition waste, irregular disposal.

1. Introdução

A indústria da construção civil é de grande importância para a economia do Brasil, sendo também responsável por projetos de infraestrutura que dão estímulo à economia nacional. Entretanto, a deposição desordenada de resíduos tanto de grandes como dos pequenos geradores, têm alterado significativamente o meio ambiente e a sociedade, pois causa problemas de diversas ordens e magnitudes (ZHAO, 2021; LINS, LINS & BURGOS, 2018).

A compreensão da dinâmica da geração de Resíduos da Construção Civil (RCC) é essencial para em um plano de gestão com medidas de redução dos impactos à população (YU et al., 2019), que deve garantir ações desde a coleta, o manuseio e a destinação final (BAKCHAN; FAUST, 2019).

Na atualidade, uma grande quantidade de resíduos de construção civil gerados são despejados em aterros sanitários, espaços abertos ou descartados ilegalmente no corpos d'água e margens de estradas (VILVENTHAN et al. 2019, RAM & KALIDINDI, 2017; MAH et al., 2016; PAZ & LAFAYETTE, 2016; SÁEZ et al., 2015).

Estima-se que mais de 10 bilhões de toneladas de resíduos de construção civil foram gerados em todo o mundo, provocando uma degradação ambiental, além da atração de vetores de doenças (WANG et al., 2018). De acordo com Gomes et al. (2019), a geração dos Resíduos de Construção e Demolição em cidades brasileiras de grande e médio porte corresponde aproximadamente de 41 a 71% da massa dos resíduos sólidos urbanos. Uma grande parte dos problemas identificados é oriunda da ausência de uma área devidamente licenciada para a destinação ou deposição temporária dos RCD, além disto, a criação de ecopontos para a deposição de pequenos volumes aliada a uma política de fiscalização regular resultaria na diminuição dessas áreas de disposição irregular (QUAGLIO & ARANA, 2020).

Outro ponto importante é que a falta de consciência sobre fluxo de resíduos, preocupações com custos, fiscalizações, que ainda são barreiras significativas na melhoria da gestão de resíduos o que coloca a indústria da construção civil como centro de discussões na busca de pelo desenvolvimento sustentável nas suas diversas dimensões (TANGA et al., 2020; AL-SARI et al., 2012).

Diante disso, a geração dos resíduos pode estar relacionada a ações antrópicas e ausência de gestão adequada, necessitando de ferramentas que atue em consonância com os objetivos organizacionais, além de planejamento das atividades com uma atuação pautada na sustentabilidade, ALBUQUERQUE, (2015); GOMES et al., (2021).

Além disto, é necessário uma estimativa precisa dos quantitativos de geração destes resíduos, que ajudam a analisar sistematicamente as ineficiências dos processos e garantem que medidas de redução específicas sejam desenvolvidas (XU et al., 2019), para que estes resíduos sejam considerados como potenciais geradores de bem-estar econômico e social e não como um poluidor ambiental (RONDINEL-OVIEDO, 2021).

Segundo Schiavi e Lipp-Nissinen (2014), essa atividade é de responsabilidade comum da sociedade e da administração pública e, quando mal conduzida, pode gerar problemas de ordem ambiental, econômica, social e sanitária.

O principal destino para deposição dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) continua sendo os lixões e aterros sanitários, aumentando o desafio dos municípios, aos quais compete a prestação de serviços de coleta, remoção e destinação final dos resíduos, inclusive a realização de estudos para a definição de seus espaços territoriais para a disposição dos aterros sanitários (HEGEL & CORNELIO, 2013).

No aspecto econômico, os lixões e aterros sanitários recebem uma grande quantidade de materiais que poderiam ser reutilizados ou reciclados (plástico, papel, metal, vidro e matéria orgânica), ocorrendo, portanto, o desperdício de mão de obra, energia, recursos naturais, e matéria-prima, além de reduzir a vida útil dos aterros sanitários já implantados.

A comercialização desses resíduos de forma a explorar novas possibilidades de melhorias ambientais em comunhão com ações educativas frente à redução de uso dos recursos da natureza, coleta seletiva, à adoção de reuso, reciclagem, reaproveitamento na prestação dos services em uma política de gestão eficiente são de fundamental importância para preservar a saúde pública e a qualidade de vida da população, minimizando assim, os impactos ambientais, sociais e econômicos, SANTOS, (2015);SILVA, (2014); AGAMUTHU et al. (2009).

Silva e Fernandes (2012) ratificam que a implantação de um sistema eficiente de educação ambiental focado na adequada destinação dos RCD proporciona ganhos tanto no nível econômico (com a possibilidade de comercialização dos RCD como matéria prima de novas construções), quanto no social (com a demanda de mão de obra que seria necessária para realizar a segregação dos resíduos) e no ambiental (com a limpeza do ambiente urbano e menores impactos sobre as Áreas de Preservação Permanente – APP's – que são utilizadas como depósitos de RCD).

Albuquerque (2015), Schodermayr et al. (2015) e Paz (2014) realizaram estudos relacionados ao levantamento e caracterização de pontos de deposição irregular de resíduos da construção e demolição em centros urbanos, identificando seus impactos ambientais, nas cidades de Recife e Jaboatão dos Guararapes, municípios de grande densidade populacional no estado de Pernambuco. Com isso, os resultados servem de subsídio para o poder público analisar, por exemplo, possíveis melhorias no funcionamento da gestão dos RCD e verificar as consequências da sua disposição inadequada.

Assim, com a finalidade de contribuir com este banco de dados que vem se firmando no estudo de deposição irregular de resíduos de construção e demolição no estado, bem como revelar a importância de analisar os aspectos ambientais nessa área para que seja garantida a sustentabilidade das áreas urbanas e o desenvolvimento da gestão urbana do município, esta artigo

apresenta um estudo em uma das 5 Regiões Político-Administrativas da cidade de Camaragibe, município que possui a quarta maior densidade populacional de Pernambuco.

2. Materiais e Métodos

2.1. Caracterização da área de estudo

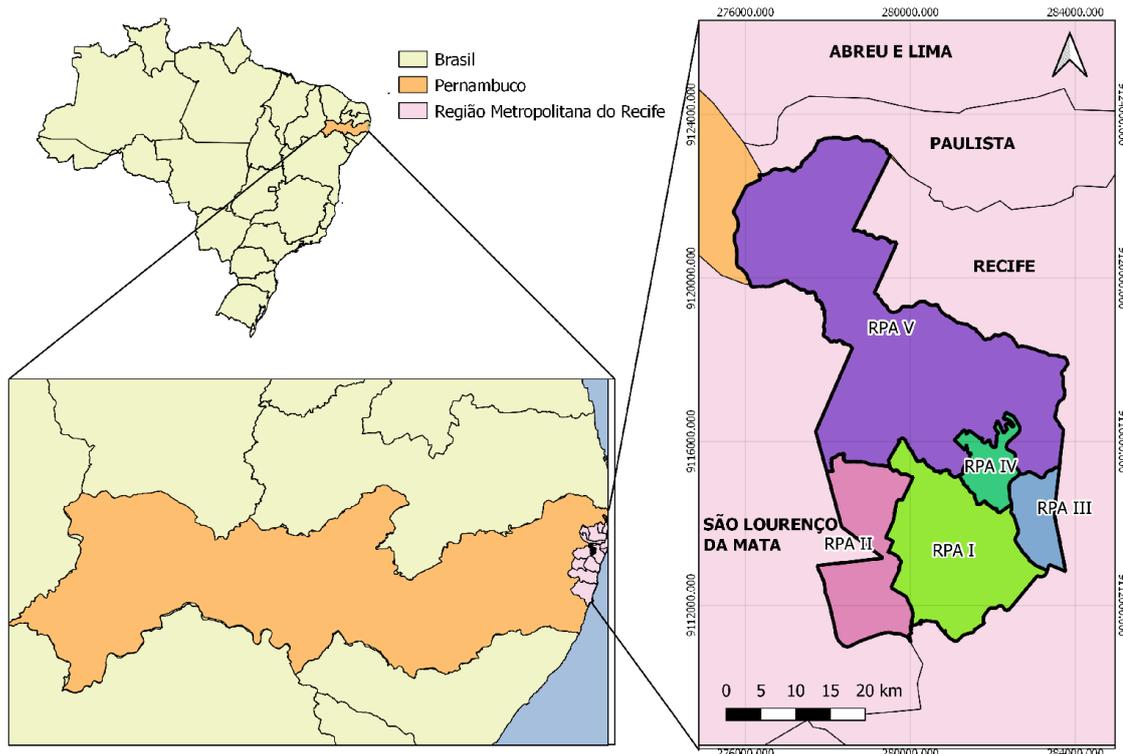
O município de Camaragibe/PE está localizado na região nordeste brasileira, e pertence à Região Metropolitana do Recife (RMR). O município apresenta uma área de aproximadamente 51,26 km² e, de acordo com dados do IBGE (2010), tem uma população estimada de 157.828 habitantes em 2019.

O município de Camaragibe é dividido em 5 Regiões Político-Administrativas (RPA) – definidas para formulação, execução e avaliação permanente das políticas e planejamento governamentais – e possui uma densidade demográfica de 2.818,46 hab/km² (IBGE, 2010), apresentando, porém, população desigualmente distribuída ao longo do território.

O clima da região é do tipo tropical (As'), com precipitação máxima ocorrendo no mês de Junho, e mínima do mês de Novembro. A geomorfologia do município é constituída basicamente por morros e planícies e possui como principais componentes da rede de drenagem o rio Capibaribe e os riachos Timbi, Camaragibe, Besouro e das Pedrinhas.

Neste artigo, é apresentado um estudo em uma das 5 Regiões Político Administrativas da cidade de Camaragibe, município que possui a quarta maior densidade populacional de Pernambuco. A área escolhida corresponde à RPA 1, apresentada na Figura 1, que possui aproximadamente 20,2% do território do município e é composta por treze dos vinte e nove bairros da cidade. Trata-se da região mais populosa e a segunda mais povoada de Camaragibe, apresentando densidade demográfica de cerca de 7.237 hab/km², IBGE (2010).

Figura 1. Localização da Região Político-Administrativa 1 da cidade de Camaragibe-PE



Fonte: autores

Como forma de analisar quais áreas são mais vulneráveis à ocorrência de impactos ambientais (SEROR & PORTNOV, (2018) e que, portanto, devem ter uma atenção especial por parte dos órgãos de limpeza urbana, estas foram classificadas a partir dos critérios ambientais apresentados no Quadro 1, utilizando os *scores* de riscos ambientais desenvolvidos por Paz (2019), de acordo com a distância entre os pontos de deposição irregular e os recursos hídricos, cobertura vegetal, aglomerados subnormais, renda média familiar, parques e praças, equipamentos de saúde e educação.

O critério de distância dos recursos hídricos foi baseado no novo Código Florestal - Lei nº 12.651/12 (BRASIL, 2012), que determina as Faixas Marginais de Proteção (FMP). Em relação às áreas protegidas, a distância foi considerada de modo a reduzir os impactos que podem ser gerados próximos às áreas de preservação, conforme estabelece o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) - Lei nº 9.985/00 (BRASIL, 2000). Para os demais critérios, consideraram-se os princípios estabelecidos pelo Estatuto da Cidade - Lei nº 10.257/01 (BRASIL, 2001), Política Nacional de Saneamento - Lei nº 11.445/07 (BRASIL, 2007) e Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei nº 12.305/10 (BRASIL, 2010).

Quadro 1. 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
Equipamento urbano de educação (S _e)	Até 40 m - 7,5 pontos
	Até 80 m - 5,0 pontos
	Até 160m - 2,5 pontos
Faixa de renda média familiar (S _r)	>160m - 0,5 ponto
	Renda domiciliar <i>per capita</i> (R\$) (Quanto menor a renda, maior o impacto da deposição de RCD)
	Até 324,00 – 10,0 pontos
	325,00 a 648,00 - 8,5 pontos
	649,00 a 1.164,00- 7 pontos
	1.165,00 a 1.764,00 – 5,5 pontos
	1.765,00 a 2.564,00 – 4,0 pontos
	2.565,00 a 4.076,00 – 2,5 pontos
4.077,00 – 9.920,00 – 1 ponto	
Cursos D'água (S _c)	Maior que 9.920 – 0,5 ponto
	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
Unidades de Conservação (S _v)	> 120m - 0,5 ponto
	Distância (Quanto mais próximo da cobertura vegetal maior o risco ambiental)
	Até 20m – 10,0 pontos
	Até 40 m - 7,5 pontos
	Até 60m - 5,0 pontos
Aglomerados Subnormais (S _{as})	Até 120m - 2,5 pontos
	> 120m - 0,5 ponto
	Distância das unidades habitacionais caracterizadas por ausência de propriedade (ocupação informal/desordenada)
	No local – 10,0 pontos
	Até 50 m - 7,5 pontos
Praças e parques (S _{pp})	Até 150 m - 5,0 pontos
	Até 300 m - 2,5 pontos
	> 300 m - 0,5 ponto
	Distância (quanto mais próximo dos parques/praças, maior o risco ambiental)
	Até 20m - 10,0 pontos
	Até 40m - 7,5 pontos
	Até 80m - 5,0 pontos
	Até 160 m - 2,5 pontos
	> 160m - 0,5 ponto

Fonte: Paz (2019)

Ressalta-se a importância de correlacionar a deposição irregular de RCD com as faixas renda, pois geralmente as áreas menos nobres possuem menos infraestrutura para coleta e triagem dos resíduos, o que ocasiona em uma grande quantidade de RCD disposta nas ruas. Além disso,

nessas áreas os moradores possuem um maior contato com os resíduos nas vias, aumentando os riscos de doenças.

A classificação da renda média familiar utilizada no mapa temático foi proveniente da Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE, 2013) da Presidência da República (Tabela 1).

Tabela 1. Categorização das classes sociais de acordo com a renda

Classe social	Classificação da Classe Social		
	Grupo	Renda per capita	Renda média familiar
Baixa	Extremamente pobre	Até R\$ 81,00	Até R\$ 324,00
	Pobre, mas não extremamente pobre	Até R\$ 162,00	Até R\$ 648,00
	Vulnerável	Até R\$ 291,00	Até R\$ 1.164
Média	Baixa classe média	Até R\$ 441,00	Até R\$ 1.764,00
	Média classe média	Até R\$ 641,00	Até R\$ 2.564,00
	Alta classe média	Até R\$ 1.019,00	Até R\$ 4.076,00
Alta	Baixa classe alta	Até 2.480,00	Até R\$ 9.920,00
	Alta classe alta	Acima de R\$ 2.480	Acima de R\$ 9.920,00

Fonte: SAE (2013); Paz (2019)

O cálculo das distâncias foi realizado através de ferramentas de geoprocessamento entre os arquivos vetoriais, utilizando a ferramenta de *buffer* (contorno). Para cada *buffer* gerado, foi registrada a pontuação apresentada no Quadro 1. Após esse processo, cada arquivo vetorial gerado com as distâncias foi transformado em arquivo raster, possibilitando assim realizar o somatório dos scores por meio da utilização de álgebra de mapas, onde cada pixel possui um valor, representando o score final obtido através do somatório de todos os critérios (PAZ, 2014).

O score para os riscos ambientais de cada ponto de deposição irregular em relação à distância (S_d) foi definido de acordo com a Equação (1).

$$S_d = S_s + S_e + S_r + S_c + S_v + S_{as} + S_{pp} \quad \dots$$

Equação (1)

Onde:

S_d : Soma dos scores dos critérios ambientais; S_s : Score devido à distância dos equipamentos urbanos de saúde; S_e : Score devido à distância dos equipamentos educacionais; S_r : Score em relação à renda média familiar; S_c : Score devido à distância dos cursos d'água; S_v : Score devido à distância de áreas de vegetação; S_{as} : Score devido à distância de aglomerados subnormais; S_{pp} : Score devido à distância de parques e praças.

Em seguida, os valores dos scores foram classificados quanto ao porte das pilhas (S_{po}) dos resíduos (Tabela 2), conforme proposto/descrito por Paz (2019).

Tabela 2. 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 (2019)

O score final dos riscos ambientais de cada ponto de deposição irregular (S_f) foi calculado de acordo com a Equação (2), que varia de 10 a 100 pontos.

$$S_f = S_d + S_p$$

Equação (2)

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 RCD.

A Tabela 3 apresenta as classes de magnitude dos riscos ambientais em relação à deposição irregular de RCD, variando de risco baixo a risco muito alto, e seus limites de score.

Tabela 3. Classes de risco ambiental e as respectivas pontuações

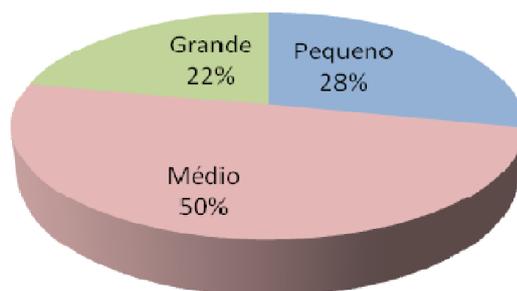
Classificação	Escala	Score final
Classe I	Risco Baixo	10,0 a 25,0
Classe II	Risco Médio	25,5 a 50,0
Classe III	Risco Alto	50,5 a 75,0
Classe IV	Risco Muito Alto	75,5 a 100,0

Fonte: Paz (2019)

3. Resultados e Discussão

O mapeamento dos pontos de deposição irregular de RCD em Camaragibe resultou em um total de 124 pontos. Deste total, 27 pontos são considerados como de grande porte, enquanto que 62 pontos são de médio porte (Figura 2). A partir do cadastramento dos pontos, foram elaborados os mapas de riscos ambientais provenientes da deposição irregular de RCD no município de Camaragibe, através da criação dos arquivos vetoriais de distância dos corpos hídricos, unidades de conservação, aglomerados subnormais, renda, equipamentos de saúde e educação e praças/parques, com o auxílio do *software* QGIS.

Figura 2. Percentagem de porte dos pontos de deposição de RCD mapeados em Camaragibe



Fonte: autores

A RPA que apresentou a maior quantidade de pontos de deposição foi a RPA I (Tabela 4), com metade dos pontos, sendo também a área mais populosa. A Figura 3 apresenta a quantidade dos pontos da RPA 1, assim como das demais que constituem o município de Camaragibe.

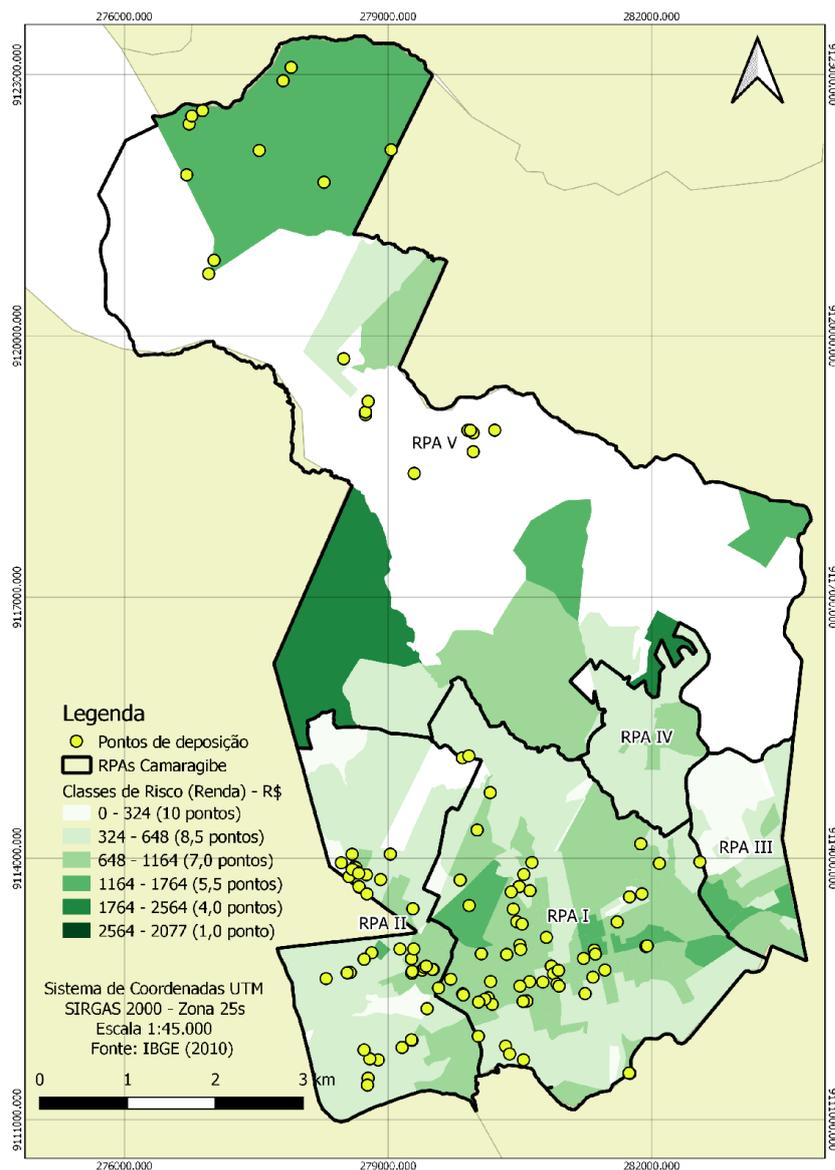
Tabela 4. Quantidade de pontos de deposição irregular por RPA em Camaragibe

RPA	Quantidade de pontos	Porcentagem
I	64	51,6%
II	40	32,2%
III	0	0,0%
IV	0	0,0%
V	20	16,2%

Fonte: autores

A Figura 3 apresenta a localização dos pontos de deposição em relação à renda média familiar dos setores censitários de Camaragibe. Conforme aponta Paz (2019), o *score* foi definido considerando que os riscos ambientais são maiores nas áreas de menor renda familiar, devido ao maior contato da população com os resíduos, onde pode ocorrer transmissão de doenças, além da maior dificuldade de acesso dos caminhões de coleta de RCD nessas áreas.

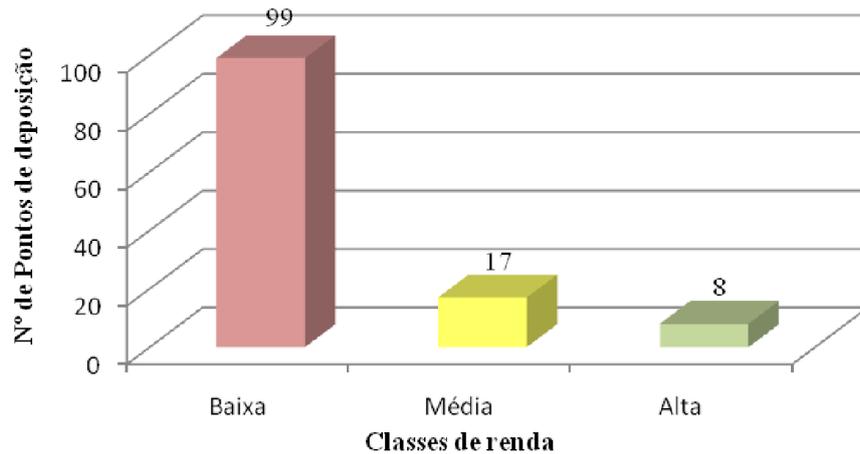
Figura 3. Localização dos pontos de deposição em relação à renda média familiar dos setores censitários



Fonte: autores

Conforme pode ser visto na Figura 4, 79,8% dos pontos cadastrados se encontram no entorno das áreas com renda média familiar de classe baixa, ou seja, até R\$ 1.164,00 (US\$ 290,18). Isso se deve ao fato de que a maior parte da deposição irregular são provenientes de pequenos geradores, localizadas em regiões menos nobres, onde há grandes quantidades de pequenas reformas e construções informais, que contribuem com a destinação inadequada dos RCD gerados.

Figura 4. Quantidade de pontos de deposição irregular de acordo com a renda média familiar



Fonte: autores

A Figura 5 mostra a classificação de riscos de impactos ambientais relacionados aos demais critérios considerados. Após o cruzamento dos dados, realizado através de análise espacial, foi obtido o score de cada ponto de deposição em relação aos critérios ambientais utilizados. A Tabela 5 apresenta a quantidade de pontos de deposição irregular de RCD de acordo com o *score* obtido em cada critério ambiental.

Figura 5. Mapa de riscos ambientais: (a) aglomerados subnormais; (b) recursos hídricos; (c) vegetação; (d) equipamentos de saúde.

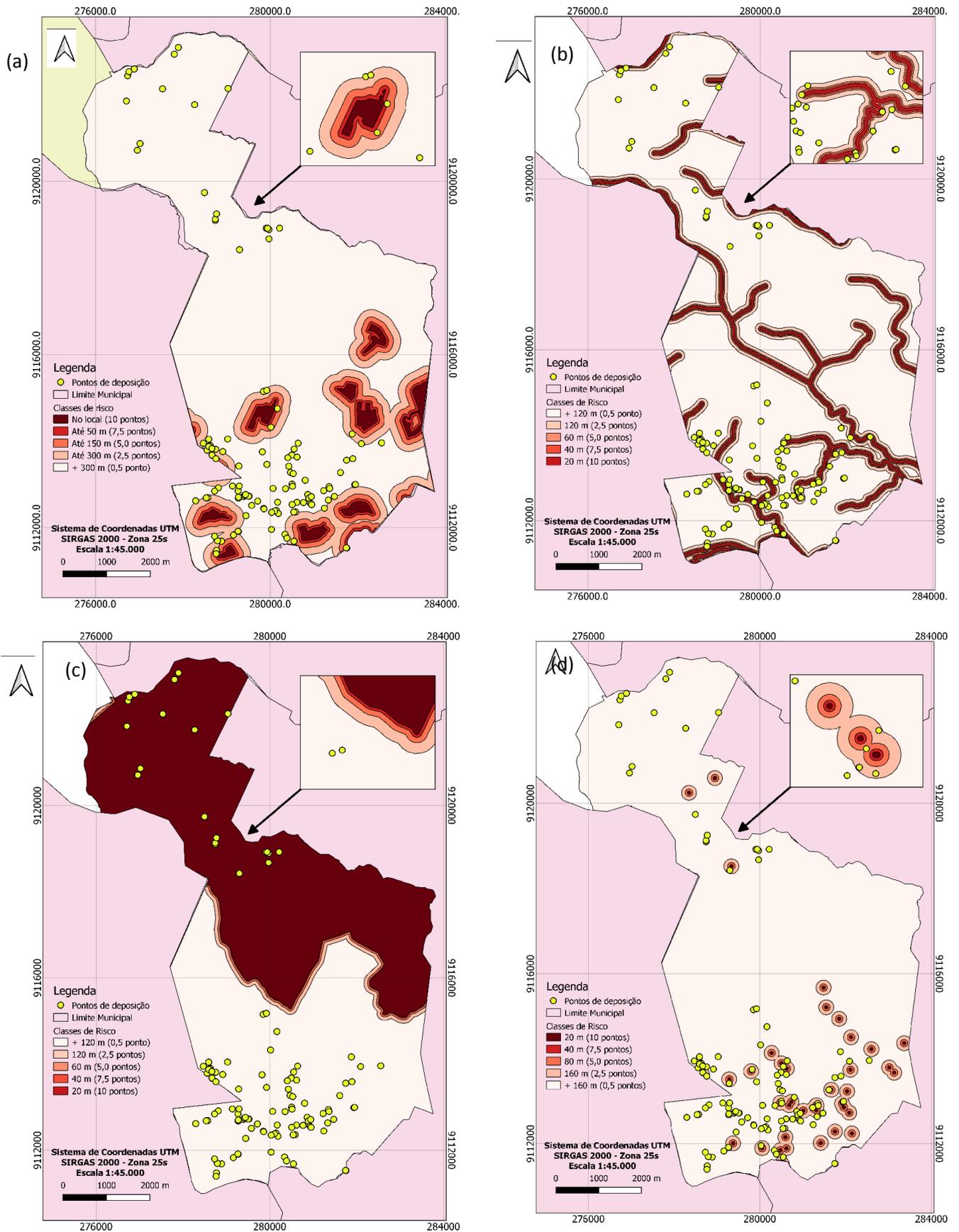
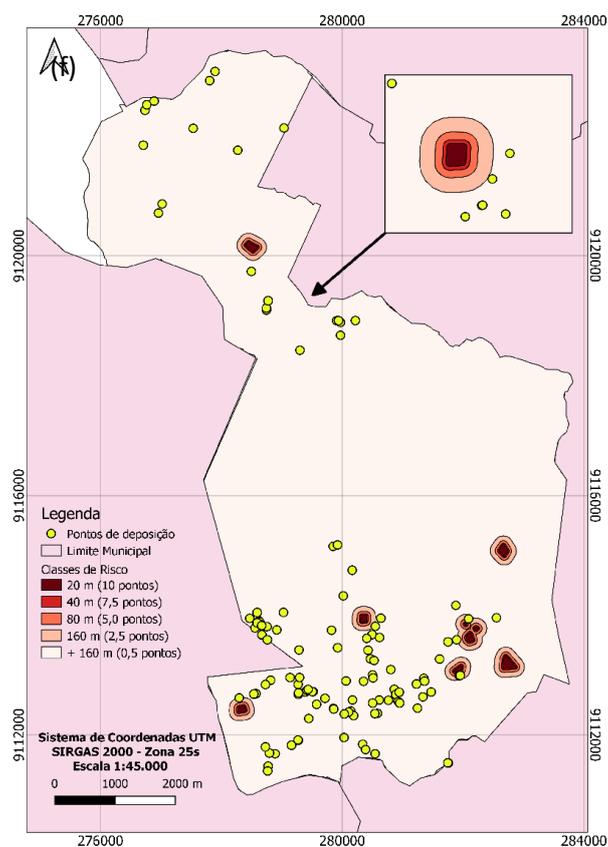
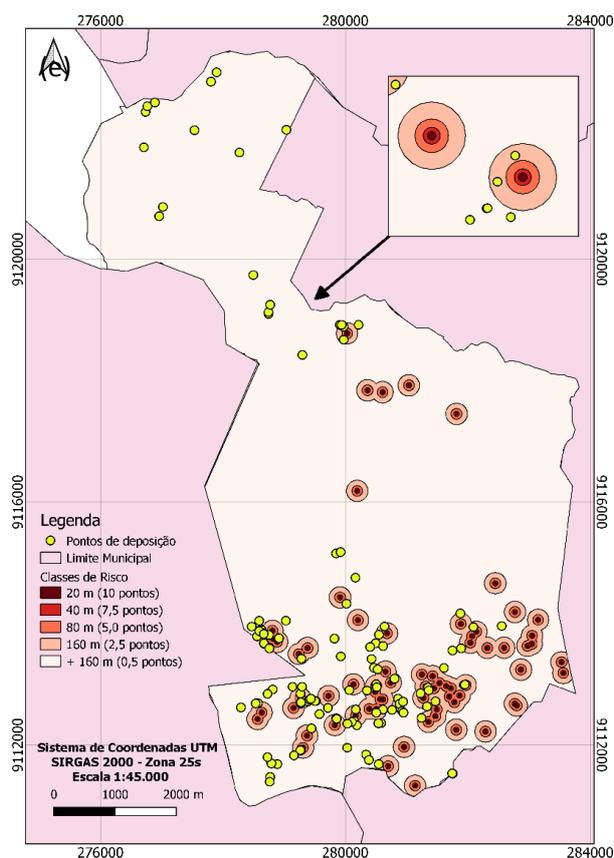


Figura 5. Mapa de riscos ambientais (continuação): (e) equipamentos de educação; (f) parques e praças



Fonte: autores

Tabela 5. Quantidade de pontos de acordo com a pontuação obtida.

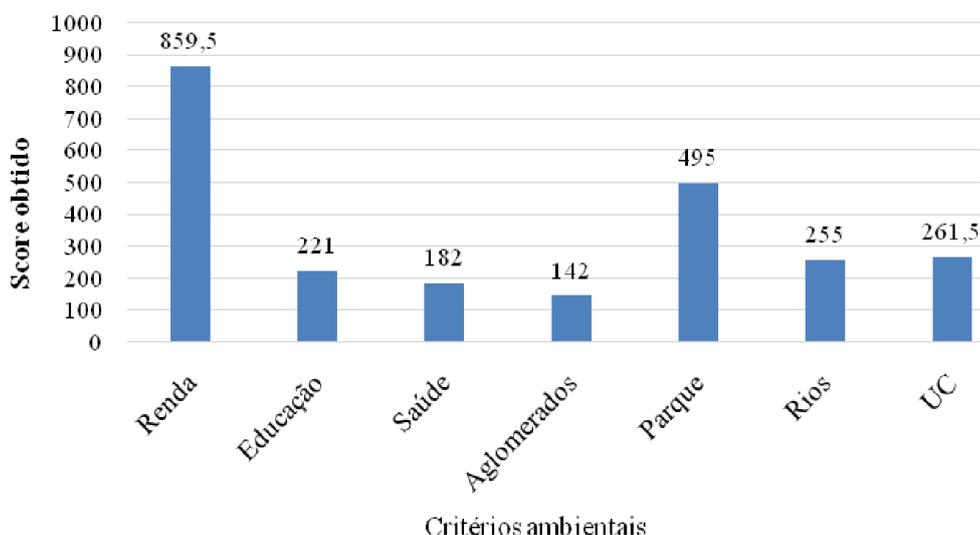
Score	Renda	Educação	Saúde	Agglomerados	Parques	Rios	Unidades de Conservação
10,0	6	1	0	1	0	10	21
8,5	40	-	-	-	-	-	-
7,5	-	5	6	1	24	5	0
7,0	53	-	-	-	-	-	-
5,5	13	-	-	-	-	-	-
5,0	-	9	8	7	49	6	0
4,0	0	-	-	-	-	-	-
2,5	4	37	21	16	4	18	0
1,0	6	-	-	-	-	-	-
0,5	2	72	89	99	120	85	103

Fonte: autores

O critério que apresentou a maior quantidade de pontos com risco ambiental muito alto foi o de Unidades de Conservação, visto que quase metade da área do município (cerca de 47%) se encontra dentro de uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável (APA Aldeia-Beberibe) (PAZ et al., 2018), seguido do critério de distância de rios, onde 10 pontos de deposição obtiveram o score 10,0 em relação a esse critério.

A Figura 6 apresenta o somatório do *score* de riscos ambientais de cada critério. Observou-se que o critério de renda é o mais afetado pelos pontos de deposição irregular de RCD cadastrados na pesquisa, alcançando o score de 859,5 pontos, devido ao fato de que 80% dos pontos de deposição estão localizados nos *scores* de baixa renda (7 a 10 pontos). Por outro lado, os critérios de equipamentos urbanos de saúde e aglomerados subnormais obtiveram o menor *score* de risco ambiental, pois a grande maioria dos pontos de deposição está localizada a mais de 160 metros desses equipamentos.

Figura 6. Score dos riscos ambientais obtidos para os critérios utilizados.

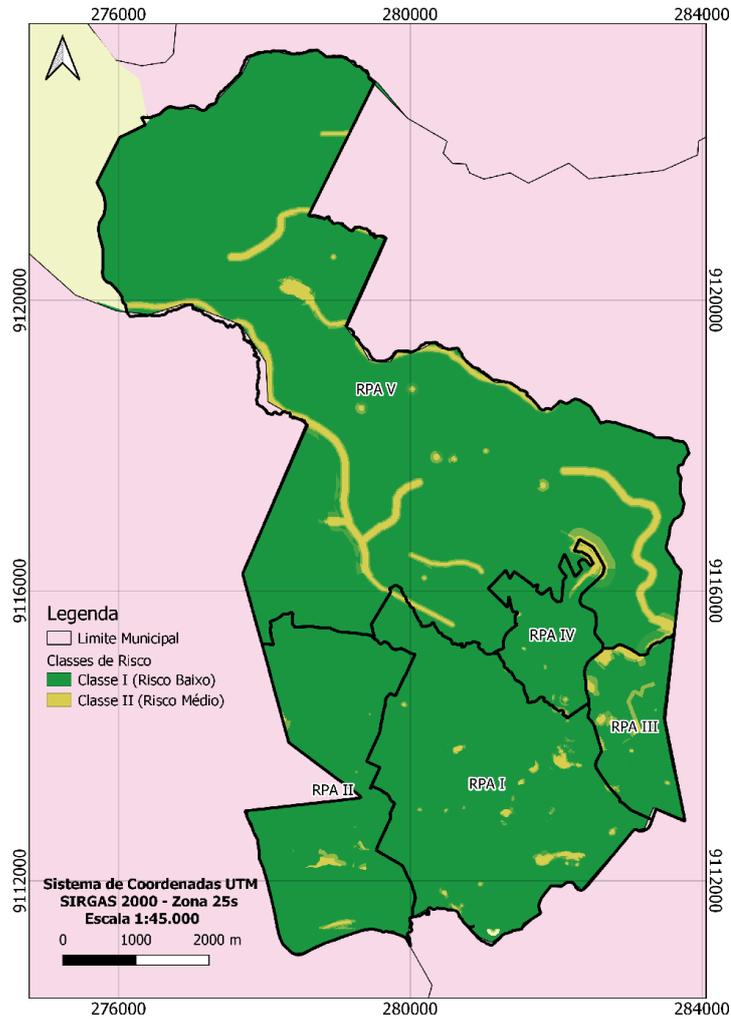


Fonte: autores

Foi criado um arquivo *raster* com a classificação dos pixels da área do município de Camaragibe, de acordo com os scores de cada critério (Figura 7), de modo a identificar as áreas com maior risco ambiental. Foi possível identificar de forma mais ágil o risco de impacto ambiental dos pontos de deposição irregular que vierem a ser cadastrados posteriormente.

Observou-se que as áreas foram classificadas apenas em Risco Baixo e Risco Médio. As áreas mais críticas estão localizadas na RPA V, que pertence em sua totalidade à APA Aldeia-Beberibe. Por outro lado, foram identificadas pouquíssimas áreas de risco na RPA II.

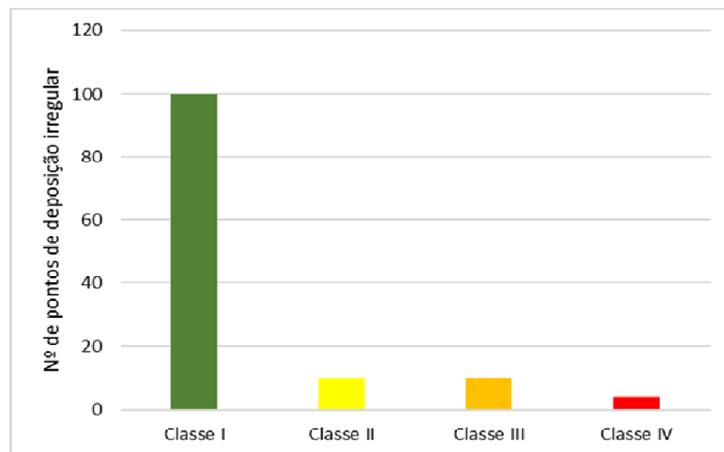
Figura 7. Classificação do município de Camaragibe de acordo com os riscos ambientais.



Fonte: autores

A Figura 8 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.

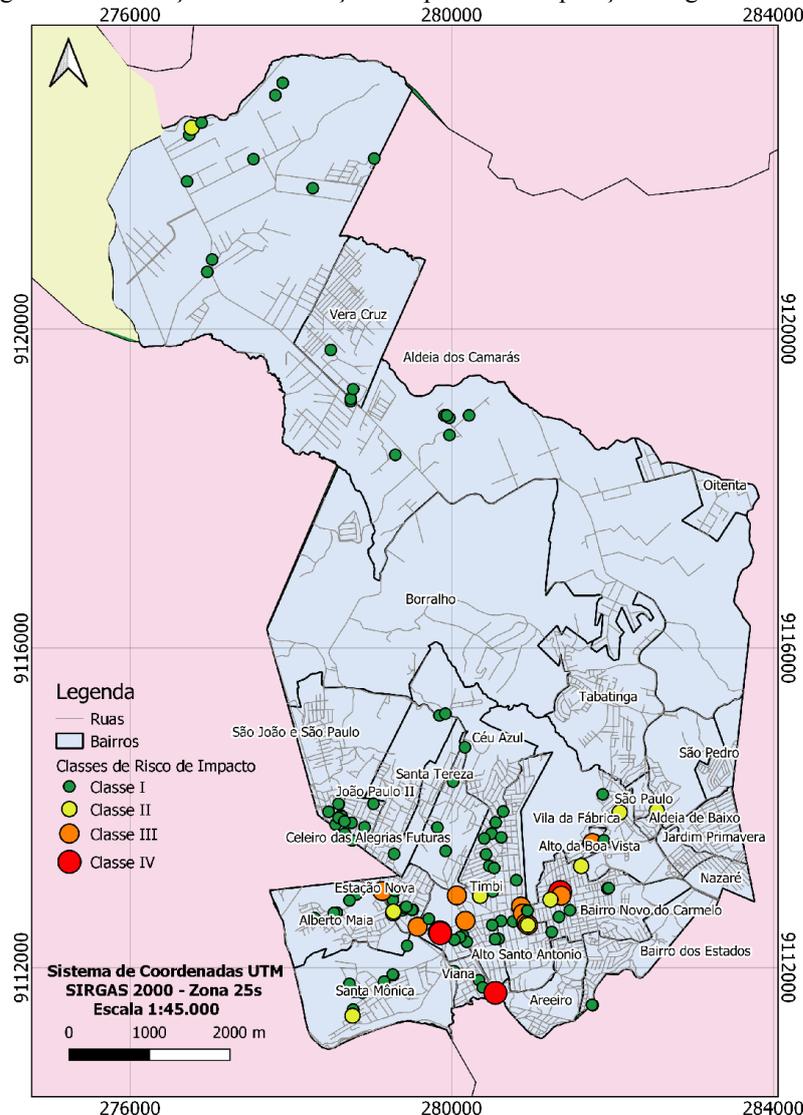
Figura 8. Classificação final dos pontos de deposição irregular de RCD em Camaragibe.



Fonte: autores

A localização dos pontos de deposição com sua classificação é apresentada na Figura 9. Verificou-se que 100 pontos (80,6%) são considerados como de Risco Baixo (Classe I).

Figura 9. Localização e classificação dos pontos de deposição irregular de RCD



Fonte: autores

Por outro lado, as classes de Risco Médio (Classe II) e Risco Alto (Classe III) possuem 10 pontos (8,1%). Foram identificados 4 pontos de Risco Muito Alto na RPA I (Tabela 6), que possui uma densidade demográfica de 7.237 hab/km² (IBGE, 2010).

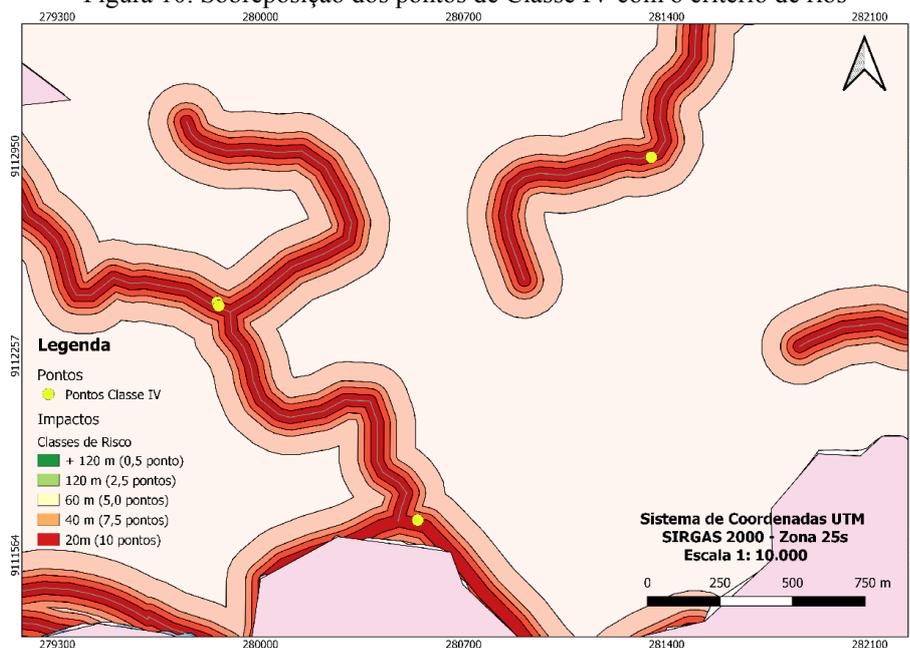
Por meio da sobreposição dos pontos Classe IV com os critérios trabalhados, foi possível observar que os critérios que mais contribuíram para o risco muito alto desses pontos foi a distância para rios/canais (todos os pontos estão localizados à margem) (Figura 10) e distância para equipamentos de saúde e educação (Figura 11).

Tabela 6. Classificação dos pontos de deposição irregular de acordo com as RPAs

RPA	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Total
RPA I	43	6	9	4	62
RPA II	37	3	1	0	41
RPA III	0	0	0	0	0
RPA IV	0	0	0	0	0
RPAV	20	1	0	0	21
Total	100	10	10	4	124

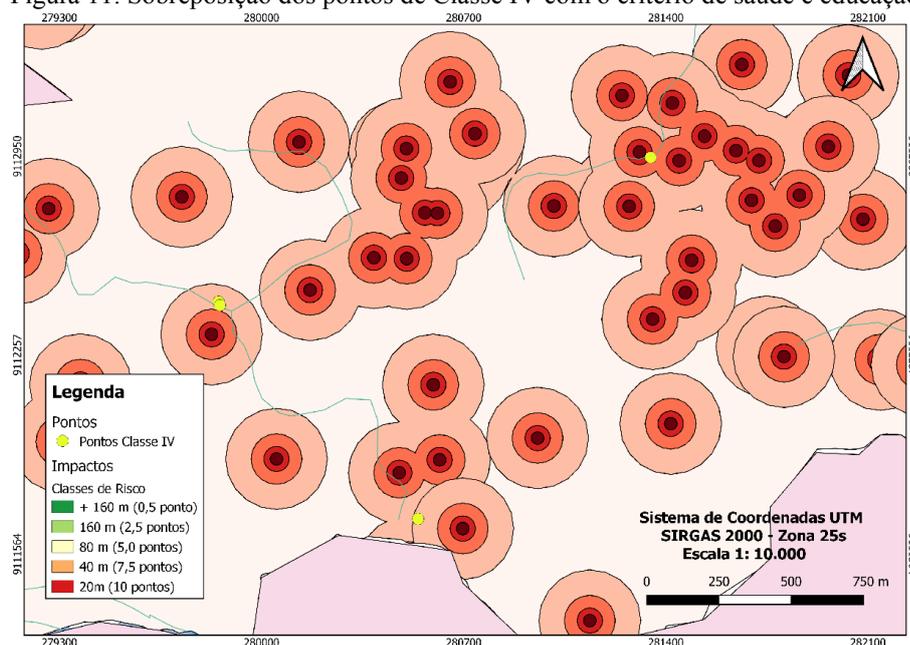
Fonte: autores

Figura 10. Sobreposição dos pontos de Classe IV com o critério de rios



Fonte: autores

Figura 11. Sobreposição dos pontos de Classe IV com o critério de saúde e educação



Fonte: autores

4. Conclusões

Esta pesquisa realizou uma análise de riscos de impactos ambientais ocasionados pela deposição irregular de RCD no município de Camaragibe, considerando 7 critérios socioambientais, de modo que cada ponto foi classificado de acordo com o grau de risco.

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que os riscos de impactos ambientais estão concentrados na região mais populosa do município de Camaragibe (RPA 1), especialmente nas áreas de baixa renda média familiar.

Além disso, a soma dos *scores* dos pontos apontou para um risco alto nos critérios ambientais de parques e praças, rios e Unidades de Conservação, demonstrando a necessidade de uma maior fiscalização e controle desta prática.

As ferramentas de geoprocessamento utilizadas mostraram-se bastante úteis para mapeamento das áreas mais críticas, favorecendo a correta sobreposição de critérios, reduzindo o tempo necessário para avaliar cada critério de forma isolada.

Referências

AGAMUTHU, P.; KHIDZIR, K. M., HAMID, F. S. Drivers of sustainable waste management in Asia. **Waste Management & Research** 2009: 27: 625–633.

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

AL-SARI M. I., AL-KHATIB I. A.; AVRAAMIDES, M. (2012) A study on the attitudes and behavioural influence of construction waste management in occupied Palestinian territory. **Waste Management & Research** 30: 122–136.

BAKCHAN, A.; FAUST, K.M. (2019) Construction waste generation estimates of institutional building projects: Leveraging waste hauling tickets. **Waste Management**, 87, 301-312.

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**, 2010. SAE

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de Julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2001.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, altera a Lei nº 6.766, de 19 de Dezembro de 1979^a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de

1993, e a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2007.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2012.

BRASIL. Lei nº 9.985/2000, de 18 de Julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2000.

GOMES, C. P.; LEITE, G.U.; SENA, R. W. R.; ANDRADE, E. M. G. Impacto Ambiental e Gerenciamento de Resíduos Sólidos Advindos da Construção Civil no Brasil: Uma Revisão de Literatura. **Id on Line Rev.Mult. Psic.**, 2021, vol.15, n.55, p. 729-742.

GOMES, S.de C.;ZHOU, J. L., LI, W.; LONG, G. Progress in manufacture and properties of construction materials incorporating water treatment sludge: a review. **Resources, Conservation & Recycling: Michigan**,v. 145,p. 148-159, 2019.

Hegel, C.G. Z.; Cornélio, P. F. O. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: DEPÓSITOS IRREGULARES NO MUNICÍPIO DE PASSO FUNDO, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 2, n.1, p. 5-19 ,abr./set. 2013

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 18 Out. 2019.

Lins, J. M. de S.M.; LINS, E. J. M.; Burgos, R. D. F. Resíduos deconstrução e demolição reciclados no Brasil: Diagnóstico e crédito ambiental. In: SILVA, R. C. P; SANTOS, J. P. O; MELLO, D. P; EL-DEIR, S. G. (Org). **Resíduos Sólidos:Tecnologias e Boas Práticas de Economia Circular**. 1. ed. Recife:Gampe/UFRPE, 2018. p. 424-439.

MAH, C. M, FUJIWARA, T.; HO, C.S. Construction and demolition waste generation rates for high-rise buildings in Malaysia. **Waste Management & Research**, v. 34, n. 12, p. 1224-1230, 2016.

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

PAZ, D. H. F., LAFAYETTE, K. P. V. (2016). Forecasting of construction and demolition waste in Brazil. **Waste Management & Research**, 34(8), p. 708-716.

PAZ, D.H.F. **Desenvolvimento de um sistema de apoio à gestão integrada de Resíduos da Construção e Demolição**. 2019. 289 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

PAZ, D.H.F.; LAFAYETTE, K.P.V.; HOLANDA, M.J.O.; SOBRAL, M.C.M.; COSTA, L.A.R.C. **Environment, development and sustainability**, p.1-16, 2018.

SAE – SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS. 2013. Disponível em: www.sae.gov.br. Acesso em: 31 out. 2016.

SÁEZ, P.V.; PORRAS-AMORES, C.; MERINO, M.D.R. New quantification proposal for construction waste generation in new residential constructions. **Journal of Cleaner Production**, v. 102, p. 58-65, 2015.

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 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2015.

SCHIAVI, C. S., LIPP-NISSINEN, K. H. Panorama da gestão de resíduos da construção civil em uma amostra de municípios do Estado do Rio Grande do Sul – RS. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**, v.13, n.4, set-dez. 2014, p.3491-3515.

SCHODERMAYR, D. S. S. ; LAFAYETTE, K. P. V. ; BEZERRA, J. S. ; PAZ, D. H. F. ; SOUSA, R. R. ; ALBUQUERQUE, R. A. . Analysis of the Environmental Impacts Arising from Irregular Civil Construction Waste Disposal in the City of Jaboatão dos Guararapes/PE. (Bundle 26).. *The Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, v. 20, p. 12791-12800, 2015.

SEROR, N.; PORTNOV, B.A. Identifying areas under potential risk of illegal construction and demolition waste dumping using GIS tools. **Waste management**, v. 75, p. 22-29, 2018.

SILVA, V. A. DA; FERNANDES; A. L. T., Cenário do gerenciamento dos resíduos da construção e demolição (RCD) em Uberaba-MG. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, ano 24 n. 2, 333-344, mai/ago. 2012.

SILVA, C.S.S. **Diagnóstico ambiental de áreas de disposição de resíduos da construção e demolição em Porto Alegre**. 2014. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2014.

QUAGLIO, R. S.; e ARANA, A. R. A. (2020) Diagnóstico da gestão de resíduos da construção civil a partir da leitura da paisagem urbana. **Sociedade & Natureza**. v.32; p.457-47; 2020.

RAM, V.G.; KALIDINDI, S.N. Estimation of construction and demolition waste using waste generation rates in Chennai, India. **Waste Management & Research**, v. 35, n. 6, p. 610-617, 2017.

RONDINEL-OVIEDO; D. R. Construction and demolition waste management in developing countries: a diagnosis from 265 construction sites in the Lima Metropolitan Area. **International Journal of Construction Management**, 2021.

TANGA, Z.; LI, W.; TAM, V.; XUE, C. Advanced progress in recycling municipal and construction solid wastes for manufacturing sustainable construction materials. **Resources, Conservation & Recycling: Michigan**, v.6, n. 102020. <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2020.100036>

VILVENTHAN, A.; RAM, V.G.; SUGUMARAN, S. “ Value stream mapping for identification and assessment of material waste in construction: A case study. **Waste Management & Research** (2019).

WANG, J.; WU, H.; TAM, V.W.Y.; ZUO, J. Considering life-cycle environmental impacts and society's willingness for optimizing construction and demolition waste management fee: An empirical study of China, **Journal of Cleaner Production** (2018).

XU, J. SHI, Y. XIE, Y. ZHAO, S. A BIM-Based construction and demolition waste information management system for Green house gas quantification and reduction. **Journal of Cleaner Production**. v. 229, p. 308-324, 2019.

YU, Y.; YANG, X.; LI, K. Effects of the terms and characteristics of cadres on environmental pollution: Evidence from 230 cities in China. **Journal of environmental management**, v. 232, p. 179-187, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.002>>.

ZHAO, X. Xianbo Stakeholder-Associated Factors Influencing Construction and Demolition Waste Management: A Systematic Review. **Buildings** 2021, 11, 149. <https://doi.org/10.3390/buildings11040149>

Recebido em: 29/06/2021

Aceito em: 16/05/2022

Endereço para correspondência:

Nome: Luciana Cássia Lima da Silva

Email: lcls@poli.br



Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)