



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA – UEPB  
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

**DENNIS OLIVEIRA GALDINO**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA ATENUAÇÃO DO DESCARTE IRREGULAR  
DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE CAMPINA  
GRANDE - PB**

**CAMPINA GRANDE – PB  
2024**

DENNIS OLIVEIRA GALDINO

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA ATENUAÇÃO DO DESCARTE IRREGULAR  
DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE CAMPINA  
GRANDE – PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental – PPGCTA da UEPB – Universidade Estadual da Paraíba, Campus Campina Grande, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

**Área de concentração:** Qualidade de Sistemas Ambientais

**Orientador:** Prof. Dr. William de Paiva

**CAMPINA GRANDE – PB  
2024**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

G149d Galdino, Dennis Oliveira.

Diagnóstico ambiental para atenuação do descarte irregular de resíduos da construção civil no município de Campina Grande - PB [manuscrito] / Dennis Oliveira Galdino. - 2024.

73 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. William de Paiva, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - CCT. "

1. Resíduos da construção civil. 2. Descarte irregular. 3. Impacto ambiental. 4. Plano de gerenciamento de resíduos da construção civil. 5. Diagnóstico ambiental. I. Título

21. ed. CDD 628

DENNIS OLIVEIRA GALDINO

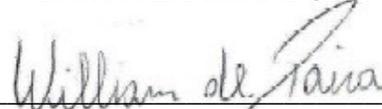
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA ATENUAÇÃO DO DESCARTE IRREGULAR  
DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE  
- PB

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental – PPGCTA da UEPB – Universidade Estadual da Paraíba, Campus Campina Grande, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Área de concentração: Qualidade de Sistemas Ambientais.

Aprovada em: \_05\_/\_02\_/\_2024\_\_\_\_\_.

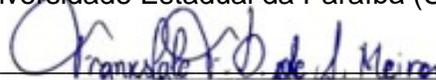
**BANCA EXAMINADORA**



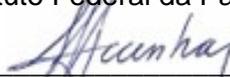
Prof. Dr. William de Paiva (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Laércio Leal dos Santos  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Franksale Fabian Diniz de Andrade Meira  
Instituto Federal da Paraíba (IFPB)



Profa. Dra. Gisele Caldas Cunha  
Instituto Federal da Paraíba (IFPB)

## **AGRADECIMENTOS**

À coordenação do curso do PPGCTA , por seu empenho.

Ao meu orientador, o Professor William de Paiva, bem como ao Professor Laércio Leal dos Santos e ao grupo de pesquisa GpTeca, pelas leituras sugeridas ao longo dessa orientação e pela dedicação.

Ao meus pais, aos meus filhos Amon, Ágatha e Aimée, pela compreensão e pela paciência comigo durante esse período tão importante.

À Raquel, mãe dos meus filhos, que em algumas situações esteve ao meu lado, dando-me força.

Aos funcionários da UEPB, especialmente à Nadilma, secretária do PPGCTA, pelo apoio, cooperação, presteza e atendimento quando nos foi necessário.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## RESUMO

O presente trabalho destaca de forma enfática a urgência e a relevância da elaboração e implementação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) para a cidade de Campina Grande - PB. A centralidade desse plano reside na necessidade premente de preservar o meio ambiente, mitigar os impactos negativos associados à disposição inadequada de resíduos e, simultaneamente, promover a sustentabilidade na gestão urbana. O embasamento teórico apresentado no estudo delinea de forma minuciosa o contexto da construção civil no Brasil e no Mundo, proporcionando uma compreensão abrangente dos desafios enfrentados nesse setor em particular. A metodologia adotada na pesquisa se destaca por sua abrangência, incorporando ferramentas como georreferenciamento e questionários para coletar dados precisos e relevantes. Esses métodos não apenas garantem uma análise robusta da situação atual em Campina Grande, mas também oferecem uma base sólida para a formulação de estratégias eficazes de gerenciamento de resíduos. A análise da situação atual da gestão de resíduos na cidade revela desafios substanciais, com destaque para áreas de descarte irregular que provocam impactos adversos na saúde pública e no meio ambiente. Essa constatação fortalece a tese do estudo sobre a necessidade de políticas públicas mais enérgicas, programas educacionais abrangentes e parcerias estratégicas para concretizar soluções eficientes. Uma das contribuições inovadoras do trabalho é a sugestão prática da viabilidade da utilização de agregados reciclados na construção civil. Essa abordagem não apenas aponta para uma alternativa sustentável, mas ressalta os benefícios intrínsecos à redução do impacto ambiental, incorporando uma visão holística e circular na gestão de resíduos. Conclui-se que a implementação bem-sucedida do PGRCC demanda uma abordagem colaborativa entre o governo, empresas e a comunidade local. Essa sinergia é crucial para superar os desafios identificados e estabelecer um novo padrão de gestão eficaz e sustentável dos resíduos da construção civil em Campina Grande.

**Palavras Chaves:** resíduos da construção civil; descarte irregular; impacto ambiental; plano de gerenciamento de resíduos da construção civil; diagnóstico ambiental.

## ABSTRACT

The present work emphatically underscores the urgency and relevance of developing and implementing a Construction and Demolition Waste Management Plan (CDWM) for the city of Campina Grande. The centrality of this plan lies in the pressing need to preserve the environment, mitigate negative impacts associated with improper waste disposal, and simultaneously promote sustainability in urban management. The theoretical foundation presented in the study meticulously outlines the context of the construction industry in Brazil and globally, providing a comprehensive understanding of the challenges faced in this particular sector. The methodology adopted in the research stands out for its comprehensiveness, incorporating tools such as georeferencing and questionnaires to collect precise and relevant data. These methods not only ensure a robust analysis of the current situation in Campina Grande but also provide a solid foundation for formulating effective waste management strategies. The analysis of the current waste management situation in the city reveals substantial challenges, particularly in areas of irregular disposal that have adverse effects on public health and the environment. This finding reinforces the study's thesis regarding the need for more assertive public policies, comprehensive educational programs, and strategic partnerships to implement efficient solutions. One innovative contribution of the work is the practical suggestion of the feasibility of using recycled aggregates in construction. This approach not only points to a sustainable alternative but also highlights the intrinsic benefits of reducing environmental impact, incorporating a holistic and circular vision into waste management. It is concluded that the successful implementation of the CDWM requires a collaborative approach among the government, businesses, and the local community. This synergy is crucial to overcoming the identified challenges and establishing a new standard of effective and sustainable management of construction and demolition waste in Campina Grande.

**Keywords:** construction and demolition waste; irregular disposal; environmental impact; construction and demolition waste management plan; environmental diagnosis.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Municípios com Manejo e Processamento de RCC (Região Nordeste).....	20
<b>Quadro 2</b> – Distribuição das responsabilidades aos respectivos órgãos competentes .....	33
<b>Quadro 3</b> – Metas Para Resíduos da Construção Civil .....	35
<b>Quadro 4</b> - Relação das unidade de reciclagem de RCC do município de Maringá - PR .....	42
<b>Quadro 5</b> – Identificação dos bairros na área de estudo .....	44

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Evolução da taxa de crescimento do PIB total em (%) e do PIB da construção civil no Brasil (2010-2021) .....	14
<b>Figura 2</b> – Toneladas de RCC coletado X Crescimento Populacional (Brasil, 2010-2018) .....	22
<b>Figura 3</b> - Razão RCC coletado por número de habitantes .....	23
<b>Figura 4</b> – Materiais produzidos pelas unidades de RCC no Brasil .....	24
<b>Figura 5</b> – Municípios com Processamento de Rcc (2008) - Região Nordeste .....	35
<b>Figura 6</b> – Caracterização da área de estudo .....	44
<b>Figura 7</b> - Área de descarte irregular na Bela Vista .....	52
<b>Figura 8</b> - Vias de integração dos Bairros da área 8 construídas nas coordenadas 7°13'22.8"S 35°54'04.4"O .....	52
<b>Figura 9</b> - Área de descarte irregular Área 9 .....	53
<b>Figura 10</b> – Área de descarte irregular Área 14.....	54
<b>Figura 11</b> – Área de descarte irregular Área 16.....	55
<b>Figura 12</b> – Área de Descarte Irregular nos Bairros da Malvinas (A), Serrotão (B), Acácio Figueiredo (C), Cidades (D), Três Irmãs (E) e Presidente Médici (F).....	56
<b>Figura 13</b> – Área de Descarte Irregular Bairro da Liberdade .....	57
<b>Figura 14</b> – Georreferenciamento das áreas com maior incidência de descarte de RCC.....	59
<b>Figura 15</b> - Experiência dos profissionais na área de RCC .....	61
<b>Figura 16</b> - Avaliação sobre a gestão de RCC do Município .....	62
<b>Figura 17</b> - Avaliação dos desafios na gestão de RCC do Município .....	62
<b>Figura 18</b> - Avaliação sobre as melhores práticas a serem adotadas na gestão de RCC no Município .....	63
<b>Figura 19</b> - Avaliação dos principais desafios na gestão de RCC do Município.....	64
<b>Figura 20</b> - Avaliação da evolução na gestão de RCC do município .....	65
<b>Figura 21</b> - Avaliação sobre a disposição de uma área de Bota Fora e Usina de beneficiamento de RCC (Respectivamente) .....	65

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ABRELPE** – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos

**CNAE** – Código Nacional de Atividades Econômicas

**CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente

**CREA** – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

**CRQ** – Conselho Regional de Química

**CRBIO** – Conselho Regional de Biologia

**EMLUR** - Autarquia Especial Municipal De Limpeza Urbana

**FIEP** – Federação das Indústrias do Estado da Paraíba

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IPEA** – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

**MMA** – Ministério do Meio Ambiente

**MCTI** – Ministério da Ciência e Tecnologia

**PERS** – Plano Estadual de Resíduos Sólidos

**PGRCC** – Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

**PNRS** – Política Nacional de Resíduos Sólidos

**PMGIRS** – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos

**PIB** – Produto Interno Bruto

**PBQP-H** - Programa Brasileiro De Qualidade Na Habitação Popular

**PLANARES** – Plano Nacional de Resíduos

**PNSB** - Pesquisa Nacional De Saneamento Básico

**RCC** – Resíduos da Construção Civil

**RSU** – Resíduos Sólidos Urbanos

**SISNAMA** – Sistema Nacional do Meio Ambiente

**SNIS** - Sistema Nacional De Informações Sobre O Saneamento

**SINDUSCON** – Sindicato das Indústrias da Construção Civil

**SNVS** - Sistema Nacional De Vigilância Sanitária

**SUASA** - Sistema Unificado De Atenção À Sanidade Agropecuária

**UBE** – Usina de Beneficiamento (Petrolina – PE)

**USIBEN** – Usina de Beneficiamento (João Pessoa – PB)

**UF** – Unidade Federativa

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b>	10
2	<b>OBJETIVOS</b>	12
2.1	<b>Objetivo Geral</b>	12
2.2	<b>Objetivos Específicos</b>	12
3.	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	13
3.1	<b>Construção Civil No Brasil</b>	13
3.2	<b>Origem Dos Resíduos Da Construção Civil</b>	14
3.3	<b>Resíduos da Construção Civil</b>	16
3.4	<b>Impactos Ambientais</b>	18
3.5	<b>Pequenos e Grandes Geradores de RCC</b>	20
3.6	<b>Aproveitamento de RCC</b>	23
3.7	<b>Panorama do Aproveitamento de RCC no Exterior</b>	24
3.8	<b>Panorama do Aproveitamento de RCC no Brasil</b>	27
3.9	<b>Legislação Ambiental</b>	29
3.9.1	<i>Legislação Federal</i>	30
3.9.2	<i>Legislação Estadual</i>	34
3.9.3	<i>Legislação Municipal</i>	36
3.10	<b>Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC)</b>	38
4	<b>METODOLOGIA</b>	43
4.1	<b>Caracterização da Área de Estudo</b>	43
4.2	<b>Registros Fotográficos</b>	45
4.3	<b>Mapa de Calor</b>	45
4.4	<b>Questionários</b>	46
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	51
5.1	<b>Resultados dos Registros Fotográficos</b>	51
5.2	<b>Mapa de Calor</b>	58
5.3	<b>Resultados dos Questionários Individuais</b>	60
6	<b>CONCLUSÕES</b>	68
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	70

## 1 INTRODUÇÃO

Os resíduos da construção civil (RCC) são uma das principais fontes de poluição ambiental nas cidades em todo o mundo. Eles são gerados durante todo o processo construtivo, desde a demolição até a conclusão da obra, e incluem diversos materiais, como concreto, materiais cerâmicos, metais, madeira, vidro e plásticos, entre outros. Tais resíduos representam um grande desafio para a gestão ambiental, pois, se não forem tratados adequadamente, podem causar diversos impactos negativos, tais como poluição do ar, solo e água, contaminação de aquíferos e a proliferação de doenças.

Um dos principais problemas relacionados à gestão de RCC é a falta de políticas públicas e de conscientização dos geradores de resíduos, que muitas vezes descartam seus resíduos de forma inadequada, em locais inapropriados, como terrenos baldios, rios e encostas, prejudicando a saúde pública e o meio ambiente. No entanto, existem várias soluções possíveis para a gestão adequada desses resíduos. Uma delas é a implementação de sistemas de coleta seletiva e de reciclagem de RCC, que permitem a reutilização de materiais como concreto, materiais cerâmicos e outros produtos, reduzindo assim a quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários. Outra medida de enfrentamento dos problemas relacionados a geração, acúmulo e descarte de RCC é o Plano de gerenciamento de resíduos da construção civil (PGRCC).

O PGRCC é um documento que tem como objetivo estabelecer ações e procedimentos para a gestão adequada dos resíduos gerados em uma obra, desde a sua geração até a sua destinação final. Esse plano deve considerar as características da obra, como o tipo de material utilizado, a quantidade de resíduos gerados e o tempo previsto para a sua conclusão. Além disso, o plano deve contemplar as normas e legislações vigentes sobre a gestão de resíduos, estabelecer metas e prazos para a realização das ações propostas, definir as responsabilidades de cada um dos envolvidos e prever formas de monitoramento e avaliação do processo. O PGRCC é uma ferramenta importante para garantir a gestão adequada dos resíduos gerados em uma obra, contribuindo para a

preservação do meio ambiente e para a promoção do desenvolvimento sustentável.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010, estabelece a obrigatoriedade da elaboração do PGRCC para todos os municípios brasileiros com mais de 20 mil habitantes. Alguns municípios do Sul do Brasil, a exemplo do município de Apucarana, Paraná, possuem um PGRCC bem elaborado, todavia, a adoção desta medida não é utilizada em todos os municípios previstos na lei, a exemplo de Campina Grande, Paraíba.

O desenvolvimento de um modelo de PGRCC para o município de Campina Grande é fundamental para a preservação do meio ambiente e para a promoção de uma sociedade mais saudável e sustentável. É importante que os governos locais tomem medidas efetivas para a gestão adequada de RCC, e espera-se que este estudo seja um passo importante nesta direção.

O objetivo do presente trabalho é desenvolver um modelo de PGRCC para o Município de Campina Grande, visando a maximização da eficiência e a minimização dos impactos ambientais negativos. Para tanto, foram realizadas pesquisas bibliográficas, questionários com profissionais da área da construção civil e análise de dados sobre a produção de RCC no Município. O modelo proposto contempla medidas de prevenção, como a reutilização e reciclagem de materiais, a destinação adequada dos resíduos gerados, incluindo a coleta seletiva e a reciclagem, e a capacitação de profissionais e cidadãos para a correta gestão de RCC.

O modelo propõe a implantação de um sistema de monitoramento e controle, para a avaliação contínua do plano e sua adequação às necessidades locais. Como resultado, espera-se aumentar a eficiência na gestão de RCC no Município, reduzir o impacto ambiental negativo e promover a conscientização sobre a importância da gestão adequada de RCC.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Obter dados e sugerir estratégias para elaboração de um modelo de PGRCC para o município de Campina Grande-PB que atenda às necessidades da região e promova a sustentabilidade ambiental.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Propor os parâmetros normativos do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos (PMGIRS) do município de Campina Grande e avaliar sua eficácia na redução da geração de resíduos de Construção;
- Analisar através de georreferenciamento, registros fotográficos e aplicação de questionários com profissionais da área da construção civil e gestão de resíduos sólidos, as principais barreiras e desafios para a implementação PGRCC do município e propor medidas para superá-las, e;
- Sugerir possibilidades de reutilização ou reciclagem de RCC e avaliar como as políticas de gerenciamento de resíduos podem ser adaptadas para maximizar esses benefícios.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

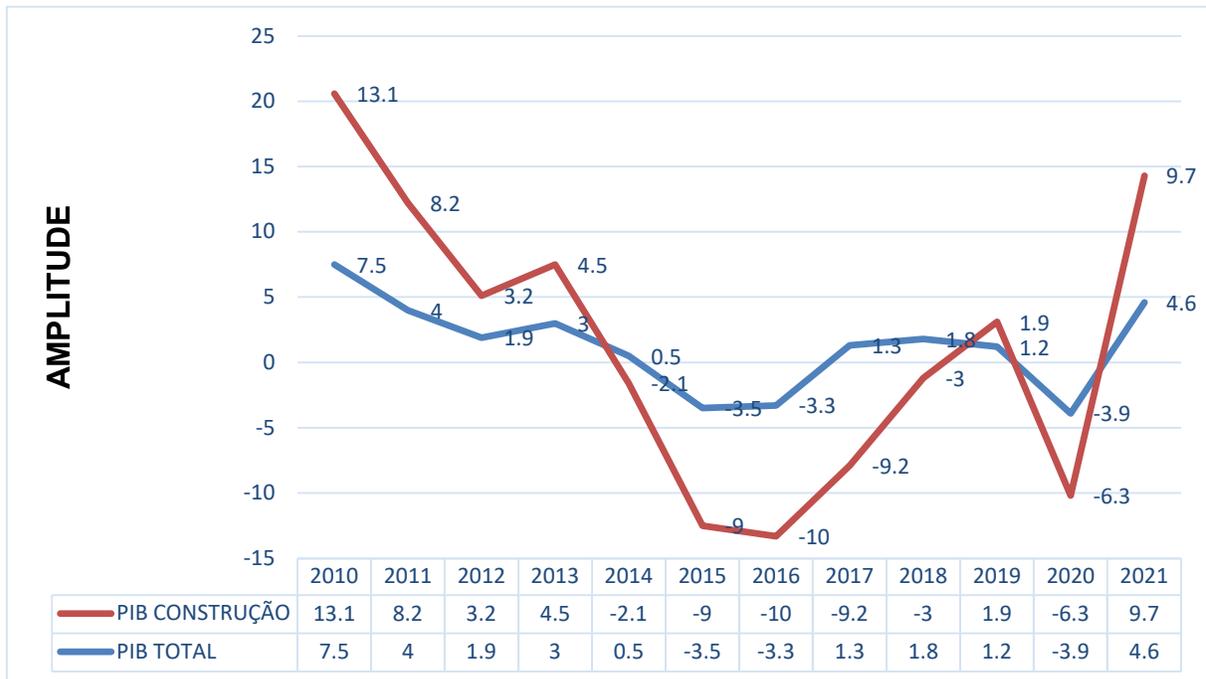
#### **3.1 Construção Civil No Brasil**

De acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), usada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019, p.20), a construção civil é composta de três segmentos, sendo eles: 1 – incorporação de empreendimentos imobiliários, que promovem a realização de projetos de engenharia civil provendo recursos financeiros, técnicos e materiais para a sua execução e posterior venda e construção de edifícios; 2 – o segmento de obras de infraestrutura que compreendem, entre outras coisas, a construção de autoestradas, vias urbanas, pontes, túneis, ferrovias, metrô, pistas de aeroportos, portos e redes de abastecimento de água, sistemas de irrigação, sistemas de esgoto, instalações industriais, redes de transporte por dutos (gasodutos, minerodutos, oleodutos) e linhas de eletricidade, instalações esportivas, ou seja, obras de rodovias, ferrovias, obras urbanas e obras de arte especiais, e; 3 – segmento de serviços especializados na construção como demolição e preparação de terreno, instalações elétricas, hidráulicas e obras de acabamento.

As atividades de construção civil têm um alto impacto no Produto Interno Bruto (PIB) do país, além de ser uma das indústrias que mais emprega no país (IBGE, 2022). Alguns dos fatores que justificam essa alta taxa de empregabilidade do setor é a alta demanda de contingente de colaboradores, a variabilidade de funções exercidas durante cada etapa das obras e a falta de exigência de uma formação regular para a maioria das categorias profissionais do setor. Tendo em vista a importância das atividades da construção civil para o desenvolvimento do país deve-se encontrar soluções para progredir com o aquecimento da indústria da construção civil unida à gestão dos resíduos oriundos desta atividade. Uma dessas soluções é a criação, implantação e controle contínuo de um PGRCC.

Segundo dados do Sindicato das Indústrias de Construção Civil (SINDUSCON), em comparação com o PIB nacional, que cresceu 4,6%, o PIB da construção civil cresceu 9,7% no ano de 2021 (SINDUSCON, 2022), como demonstrado na Figura 1.

**Figura 1** - Evolução da taxa de crescimento do PIB total em (%) e do PIB da construção civil no Brasil (2010-2021)



Fonte - SINDUSCON (2022)

A análise das curvas na figura acima permite inferir a extrema importância do setor da construção civil, como atividade econômica essencial para a geração de emprego e renda, bem como no fornecimento de obras e patrimônios no país, o que ressalta a importância de uma gestão ambiental assertiva, que minimize o desperdício e as perdas exacerbadas de materiais.

### 3.2 Origem Dos Resíduos Da Construção Civil

As atividades de construção, reforma e demolição produzem grandes quantidades diárias de resíduos sólidos que, quando descartados incorretamente, causam impacto negativo ao meio ambiente. A coleta, o tratamento e a disposição de resíduos sólidos, especialmente em cidades altamente urbanizadas tornam-se um problema de difícil solução.

A geração de RCC é diretamente proporcional a quantidade e porte das atividades de reforma, construção e demolição, que por sua vez estão diretamente

ligadas à atenuação do déficit habitacional.

Para a redução do déficit habitacional foi criado o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), instituído em 18 dezembro de 1998, que visa a construção de conjuntos habitacionais e a facilitação ao acesso à moradia de qualidade para a população de baixa renda (Brasil, 1998). A construção em grande escala passou a ser mais considerada ao longo da última década. A adoção de práticas de gestão da qualidade previstas pelo PBQP-H contribuiu para a redução de custos e a melhoria da eficiência na construção civil, o que também é importante para o crescimento do setor.

Entre 2014 e 2018, o PIB da construção foi inferior ao PIB nacional. A construção civil vem retomando o crescimento a partir do 3º trimestre de 2020. Atualmente o setor da construção civil é responsável por aproximadamente 15% PIB brasileiro com investimentos que ultrapassam R\$ 90 bilhões por ano e geração de 62 empregos indiretos para cada 100 empregos diretos (SINDUSCON, 2022). A participação chave do setor contribui para a redução do déficit habitacional e aumento de infraestrutura, indispensável ao progresso, assim como, promove o bem-estar social, melhorando a qualidade de vida e gerando renda para a população local (Karpinsky, 2009; HALMEMAN *et al.*, 2010). Segundo dados da Federação das Indústrias de Brasília (FIBRA, 2022), esse setor econômico possui um valor agregado de R\$ 74 bilhões em construções de edifícios, seguido de obras de infraestrutura, com R\$ 65,5 bilhões, e R\$ 39,4 bilhões em serviços especializados.

Segundo dados do IBGE (2022) o Produto Interno Bruto (PIB) da construção cresceu 9,7% em 2021, após registrar uma queda de 6,3% em 2020.

O resultado positivo no setor da construção civil sinaliza uma preocupação quanto a geração de resíduos. Países em desenvolvimento, como o Brasil, sofrem com a falta de áreas de manejo, armazenamento e tratamento de RCC, enfrentando um desafio em relação a degradação ambiental.

Os RCC ocupam um grande espaço nos locais onde são descartados além de

não se degradarem com facilidade e alguns, ao iniciarem o processo de degradação, podem apresentar características de toxicidade, inflamabilidade e biodegradabilidade ao exemplo do gesso (Pinheiro, 2011). Tal prática de descarte irregular traz consigo diversos impactos ambientais negativos.

A significativa geração de RCC e sua destinação final, quando feita de forma inadequada, podem resultar em impactos ambientais negativos, como obstrução de vias e logradouros públicos, comprometimento da qualidade do ambiente e da paisagem local, proliferação de vetores, assoreamento de córregos e rios, além dos custos com limpeza, entre outros (Pinto, 1999).

### **3.3 Resíduos da Construção Civil**

Os RCC são definidos na Resolução CONAMA Nº 307/2002 (Brasil, 2002) como aqueles 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, dentre outros, comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. Ainda de acordo com a Resolução, os RCC são classificados, como o exposto a seguir:

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

De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em (blocos, tubos, meio-fio etc.) produzidas nos canteiros de obras;

- Classe B: são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como:

plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

- Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem e recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;
- Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde, oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos a saúde.

A Resolução CONAMA 307 foi aprovada em 5 de julho de 2002. Essa resolução estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para o gerenciamento de resíduos da construção civil. Ela se aplica a todas as atividades relacionadas à construção, demolição, reforma, reparos e intervenções em edificações e infraestrutura urbana e rural.

Outros documentos auxiliam na classificação de resíduos de um modo geral, o que envolve diretamente os resíduos da construção, como por exemplo a NBR 10004. Esta é a norma brasileira que estabelece os procedimentos para a classificação de resíduos sólidos. Sua data de publicação é 30/08/2004.

A NBR 10004 é uma norma técnica brasileira que estabelece os procedimentos e critérios para a classificação de resíduos sólidos, bem como para a sua identificação e caracterização. A norma é utilizada como referência por empresas, órgãos governamentais e instituições que atuam na gestão de resíduos sólidos no Brasil.

A NBR 10004 estabelece a classificação dos resíduos sólidos em função de suas características físicas, químicas e biológicas, e também de seus riscos potenciais à saúde pública e ao meio ambiente. A partir dessa classificação, são definidos os procedimentos adequados para o manejo, transporte, armazenamento, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos.

A norma também define os critérios para a identificação e caracterização dos

resíduos sólidos, incluindo a descrição das características físicas, químicas e biológicas dos materiais, bem como as informações sobre sua origem, composição e riscos potenciais. Esses critérios são importantes para garantir a segurança dos trabalhadores envolvidos no manejo dos resíduos, bem como para a proteção do meio ambiente e da saúde pública. De acordo com essa norma, os resíduos sólidos são classificados em:

- Resíduos Classe I: perigosos, que apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.
- Resíduos Classe II A: não inertes, mas que não apresentam periculosidade, como resíduos orgânicos e de construção civil.
- Resíduos Classe II B: resíduos inertes, que não sofrem alteração física, química ou biológica, como entulhos de construção civil e resíduos de mineração.

De acordo com a ABRELPE (2021), estima-se que, os municípios brasileiros coletaram mais de 48 milhões de toneladas de RCC, que representa cerca de 55% de todo o resíduo sólido urbano (RSU) coletado naquele ano. (Nagalli, 2014).

### **3.4 Impactos Ambientais**

Entende-se impacto como sendo os resultados ou as sequelas de uma ação precedente, ou também como sendo a reação a uma determinada ação. Tratando de impactos ambientais pode-se entender que estes seriam os resultados da ação antrópica sobre o meio ambiente (CONAMA, 2002).

É comum que o termo impacto ambiental sugira algo desagradável, porém, essa suposição não é absolutamente verdadeira, uma vez que o Sistema Ambiental Brasileiro entende que a palavra "impacto" faz referência ao resultado das ações que podem modificar o ambiente, seja de maneira positiva ou negativa (CONAMA, 2002).

Segundo a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 001, de 23 de janeiro de 1986, impactos ambientais são definidos da seguinte maneira:

(...) considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - A saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - As atividades sociais e econômicas; III - A biota; IV - As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - A qualidade dos recursos ambientais. (CONAMA, 1986)

Entende-se que todas as ações antrópicas causam impactos de diversos tipos e gravidades, por exemplo, o impacto ambiental negativo, faz referência a emissão de poluentes, descarte de resíduos nocivos e outras interferências prejudiciais ao meio ambiente.

Qualquer ação que modifique o meio ambiente, com o propósito e finalidade de preservá-lo ou recuperá-lo, é entendido como sendo um impacto ambiental positivo. As obras de revitalização, recuperação de áreas degradadas, plantio de árvores, limpeza de córregos, rios e nascente, entre outros, são alguns exemplos desse tipo de impacto ambiental.

São muitos os impactos ambientais negativos relacionados a falta de gestão dos RCC, dentre eles se destacam a degradação paisagística, assoreamento de rios e córregos, obstrução parcial ou total de vias públicas, acúmulo de vetores de doenças, entre outros.

A falta de instrumentos legais de gestão ambiental juntamente com a baixa disponibilidade de áreas de descarte, ou áreas de bota fora, contribui diretamente para o acúmulo destes resíduos. A alta geração de RCC, devido ao aumento das atividades de Construção Civil, intensifica os impactos negativos causados pelo seu descarte irregular.

Os dados mais recentes da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2017), realizada pelo IBGE, destacam que apenas 178 municípios de toda a Região Nordeste faz o processamento de RCC, o que é aproximadamente 10% dos municípios de toda a região (Quadro 1).

**Quadro 1** - Municípios com Manejo e Processamento de RCC (Região Nordeste)

REGIÃO NORDESTE					
UF	Nº Municípios	Nº Manejo	% Manejo	Nº Processamento	% Processamento
AL	102	87	85%	22	22%
BA	417	384	92%	42	10%
CE	184	167	91%	31	17%
MA	217	139	64%	6	3%
PB	223	189	85%	6	3%
PE	184	157	85%	23	13%
PI	224	121	54%	1	0%
RN	167	141	84%	42	25%
SE	75	69	92%	5	7%
TOTAL	1793	1454	81%	178	10%

**Fonte** – Elaborado pelo autor, 2022

Observando o Quadro 1, nota-se que a usina de beneficiamento de RCC do Piauí se destaca como a única em seu estado, que abrange um grande número de municípios na região nordeste. Esta singularidade levanta questionamentos sobre seu funcionamento: se está sobrecarregada por ser a única no estado, ou se opera abaixo do seu potencial devido a questões logísticas e inadequações na coleta de RCC. A existência de apenas uma usina de beneficiamento de RCC pode gerar sobrecarga na sua capacidade de processamento, uma vez que há uma grande quantidade de resíduos gerados em todo o estado. Por outro lado, mesmo que a capacidade da usina seja adequada para a demanda do estado, a falta de uma logística eficiente para a coleta de RCC pode prejudicar o seu funcionamento.

### 3.5 Pequenos e Grandes Geradores de RCC

A gestão de RCC é uma tarefa desafiadora para os diversos setores envolvidos e impõe uma série de obrigações intrínsecas ao tema. Especificamente no âmbito da indústria da construção civil, a produção anual de RCC continua a ser alta, tendo sido coletadas 122.012 toneladas de RCC por dia no Brasil em 2018. Desse montante, a Região Nordeste foi responsável por 24.123 toneladas diárias, representando quase 20% do total de RCC coletado no país. (ABRELPE, 2022).

Assim sendo, para se otimizar a gestão de RCC, foram criadas diversas ferramentas e instrumentos legais de gestão ambiental nos âmbitos federal, estadual e municipal.

A geração de RCC é uma questão relevante em áreas urbanas no Brasil, essa categoria de resíduos corresponde de 50% a 70% do total de resíduos sólidos urbanos (RSU's) (IPEA, 2019). Os principais responsáveis pela geração de RCC são os executores de reformas, ampliações e demolições, atividades que raramente são formalizadas com a solicitação de alvarás, mas que, em conjunto, consistem na principal fonte desses resíduos. Além disso, os construtores de edificações novas, com áreas de construção superiores a 300 m<sup>2</sup>, cujas atividades quase sempre são formalizadas, e construtores de novas residências individuais, tanto aquelas de maior porte, em geral formalizadas, quanto as pequenas residências de periferia, quase sempre autoconstruídas e informais, também contribuem significativamente para a geração de RCC (Brasil, 2010).

Os pequenos geradores de RCC são pessoas físicas ou jurídicas que geram a quantidade máxima de 2.500 L ou 2,5 m<sup>3</sup> de RCC em até dois meses (Curitiba, 2004). Em São Paulo - SP, é entendido que os pequenos geradores são os “proprietários, possuidores ou titulares de estabelecimentos públicos, institucionais, de prestação de serviços, comerciais e industriais, dentre outros, geradores de resíduos sólidos inertes, tais como entulhos, terra e materiais de construção, com massa superior a 50 kg diários, considerada a média mensal de geração, sujeitos à obtenção de alvará de aprovação e/ou execução de edificação, reforma ou demolição” (São Paulo, 2019).

Segundo dados do SINDUSCON (2012), os pequenos geradores de resíduos de RCC realizam, principalmente, obras informais, cujos resíduos representam até 75% do total de RCC gerados. A indisponibilidade de ecopontos e depósito de RCC de pequenos geradores são fatores que agravam os impactos causados pela disposição irregular destes resíduos principalmente onde os resíduos domésticos, orgânicos ou até mesmo hospitalares são dispostos em conjunto com os RCC.

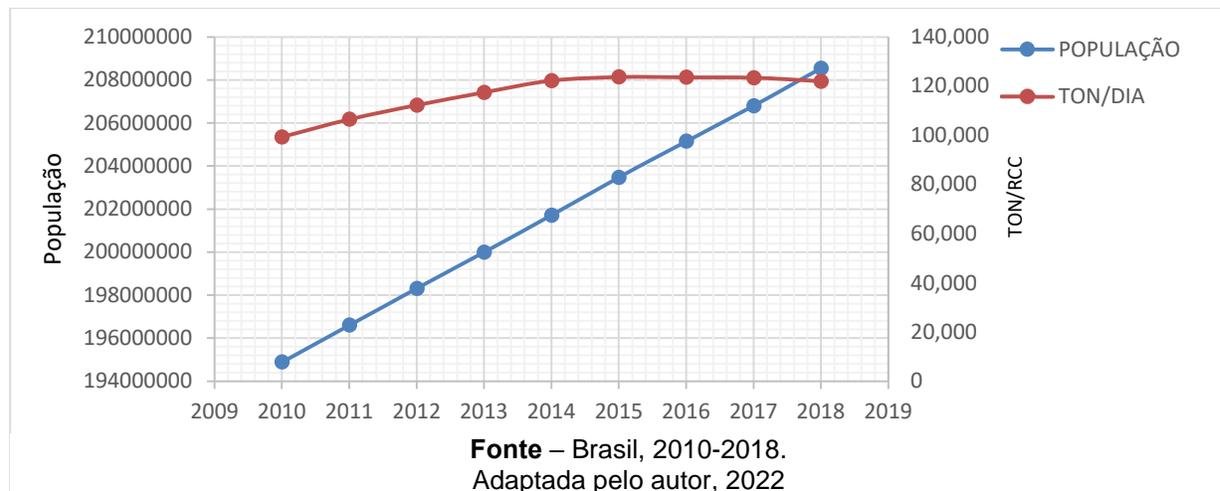
De um modo geral, os geradores de resíduos sólidos são definidos pela política nacional dos resíduos sólidos PNRS (Brasil, 2010) como sendo “pessoas físicas ou

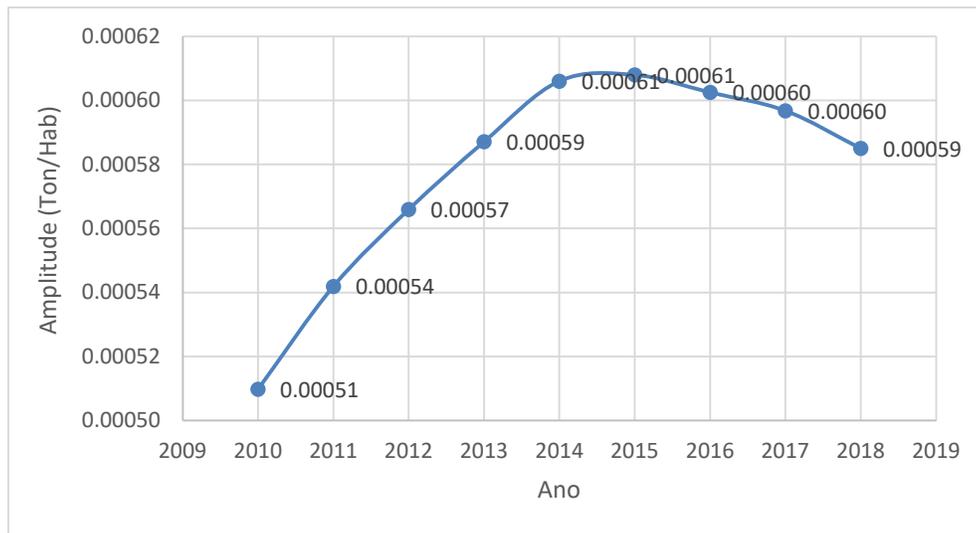
jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, incluindo a atividade de consumo” e possuem suas obrigações definidas por meio da responsabilidade compartilhada. O que se aplica de mesmo modo aos geradores de RCC.

O termo “grandes geradores”, é utilizado para indicar os indivíduos que produzem grandes volumes ou massa superiores ao determinado pelo poder público, sendo, em certos casos, tratados de forma diferenciada dos pequenos geradores de RCC, frente às políticas municipais, justamente por produzirem maior volume de RCC, tendo uma fiscalização mais presente e a obrigatoriedade de documentos como o PGRCC para a devida conclusão da obra. Dentre eles, estão compreendidos estabelecimentos como grandes construtoras, entre outros.

Segundo o PLANARES (Decreto Nº 11.043 de 13 de abril de 2022), com dados coletados pelo IBGE e ABRELPE, em 2010, com uma população de 194.890.682 de habitantes, foram coletados cerca de 99.354 toneladas de RCC por dia em todo o país, já no ano de 2018 foram coletados cerca de 122.012 toneladas por dia com uma população de 208.548.201 de habitantes. Os dados, acerca do crescimento populacional ao longo dos últimos anos e da coleta de RCC no mesmo período, estão representados na Figura 2. A Figura 3 expõe que a razão entre toneladas de RCC coletado pelo tamanho da população vem diminuindo, o que indica que, ao longo da última década, a coleta de RCC produzido vem sendo diminuída.

**Figura 2 – Toneladas de RCC coletado X Crescimento Populacional (Brasil, 2010-2018)**



**Figura 3 - Razão RCC coletado por número de habitantes**

Fonte – Elaborado pelo autor, 2022

Mediante os dados apresentados, não se pode determinar se a diminuição ocorre devido a falta de instrumentos e ferramentas de gestão ambiental ou se devido a atenuação nas perdas de materiais nas respectivas obras. Independentemente do fator de diminuição na coleta de RCC em todo o país, faz-se necessária a elaboração e fortalecimento de ferramentas que possam fomentar a reciclagem e reutilização destes resíduos, principalmente em insumos de fácil produção e comercialização.

### 3.6 Aproveitamento de RCC

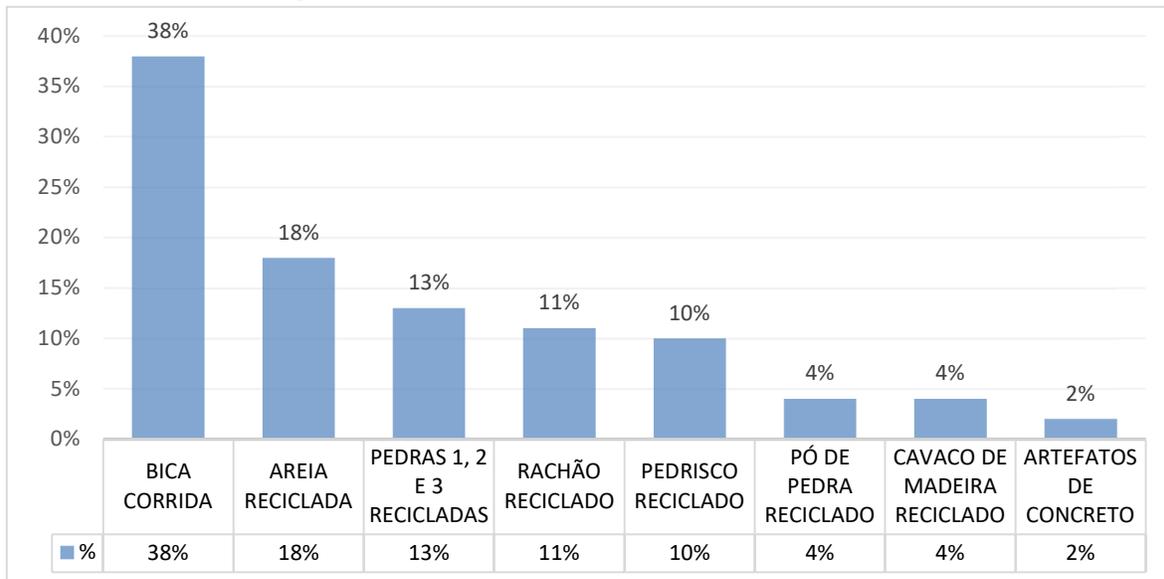
Mediante o crescimento das atividades de construção civil, do aumento da geração de RCC e da indisponibilidade de áreas de descarte e coleta destes resíduos, as alternativas usuais de descarte dos resíduos da população são as calçadas, canais, córregos, acostamentos, terrenos alheios públicos ou privados, ou seja, de certo modo, os materiais são devolvidos ao meio ambiente sem a perspectiva de reaproveitamento.

O entendimento de que não há uma utilidade para os RCCs é demasiadamente precipitado. Estudos e ensaios demonstram que há uma imensa diversidade e alternativas de reaproveitamento destes resíduos.

As usinas de reaproveitamento de RCC já produzem uma determinada quantidade de insumos a partir dos resíduos coletados em todo o país (Brasil, 2022). Dentre os

insumos gerados, pelas usinas de RCCs, destaca-se a bica corrida como sendo o insumo mais produzido, seguido da areia reciclada, pedras brita 1, 2 e 3 recicladas, rachão reciclado, pedrisco reciclado, pó de pedra reciclado, cavaco de madeira reciclado e artefatos de concreto (Figura 4).

**Figura 4** – Materiais produzidos pelas unidades de RCC no Brasil



Fonte - Brasil, 2022

Como demonstrado, existem diversas alternativas de reciclagem de RCC, alternativas essas que podem auxiliar diretamente na diminuição da extração de matérias primas para fabricação de cimento, blocos, concreto, etc.

### 3.7 Panorama do Aproveitamento de RCC no Exterior

Já existem registros de estruturas executadas com a utilização de RCC, como as estruturas de suporte de carga da autoestrada Lahti, Finlândia. De acordo com a pesquisa realizada por ETN (2000), o uso de agregados reciclados é descrito na construção dessas estruturas em uma rodovia na cidade de Lahti. Nesse caso, os agregados reciclados foram produzidos a partir de resíduos de concreto e asfalto provenientes da demolição de estruturas antigas. Esses materiais foram processados em uma instalação especializada de reciclagem, onde foram separados, limpos e processados em diferentes tamanhos. Em seguida, foram misturados com outros materiais para produzir misturas de agregados reciclados que foram utilizados na construção de bases de suporte de

carga e sub-base da rodovia. Os resultados demonstraram que o uso de agregados reciclados não comprometeu a qualidade da estrutura e ofereceu uma alternativa econômica e sustentável para a utilização de agregados naturais.

Do mesmo modo As Camadas de sub-base no Aeroporto Internacional de Lisboa, Portugal, que são outro exemplo de construções onde utilizou-se agregados reciclados em camadas de sub-base de pavimento. Conforme descrito em um relatório da Agência Portuguesa do Ambiente (2013), os agregados reciclados foram produzidos a partir de resíduos de concreto e alvenaria e foram processados em uma instalação de reciclagem especializada. A mistura de agregados reciclados foi então utilizada como sub-base do pavimento em uma área de estacionamento de aeronaves. O uso de agregados reciclados proporcionou economia de custos e redução de impactos ambientais em comparação com a utilização de agregados naturais.

A Reintegração de trincheira de utilidade, Singapura é um exemplo de uso de resíduos de construção em reinstalações de valas de utilidade pública, descrito em um estudo realizado por Lee (2011) em Singapura. Nesse caso, a mistura de agregados reciclados foi produzida a partir de resíduos de concreto e cerâmica e utilizada para preencher as valas após a instalação de novas tubulações. Os resultados demonstraram que a mistura de agregados reciclados atendeu aos requisitos de desempenho da vala e ofereceu uma alternativa econômica e ambientalmente sustentável para a utilização de materiais de construção convencionais.

De um modo geral, percebe-se uma preocupação em aproveitar o potencial de utilização de RCC, diminuindo a exploração de matéria prima diretamente da natureza, o que reduziria consideravelmente os impactos ambientais ocasionados pela extração de materiais utilizados na fabricação de materiais de construção. Lima (2020) faz uma relação entre a geração de RCC de alguns países e sua respectiva taxa de recuperação, como demonstrado na Tabela 1.

**Tabela 1** - Taxa de recuperação de resíduos da construção civil em alguns países

CONT	PAÍS	GERAÇÃO DE RCC (TON)	TAXA DE RECUPERAÇÃO DE RCC (%)	FONTE
OCEANIA	AUSTRÁLIA	19 MI	81	HYDER CONSULTING, 2011
ÁSIA	CHINA	1,13 - 2,36 BI	8	ISLAM et al., 2019
	CORÉIA DO SUL	68 MI	98	YANG et al., 2015
	JAPÃO	75 MI	95	YONITANI, 2015
	HONG KONG	-	92	WU et al., 2019
	CINGAPURA	1,68 MI	99	NATIONAL ENVIRONMENT AGENCY, 2017
	ÍNDIA	530 MI	12	XU et al., 2018
	BANGLADESH	1,28 MI	2	ISLAM et al., 2019
EUROPA	ÁUSTRIA	35 MI	87	EUROSTAT, 2016
	CROÁCIA	1,04 MI	76	EUROSTAT, 2016
	SUÉCIA	8 MI	70	WAHLSTROM, 2019
	ITÁLIA	40 MI	98	EUROSTAT, 2016
	DINAMARCA	6,51 MI	90	EUROSTAT, 2016
	IRLANDA	-	97	EUROSTAT, 2016
	REINO UNIDO	65,7 MI	96	EUROSTAT, 2016
	ISLÂNDIA	-	99	EUROSTAT, 2016
	ALEMANHA	200 MI	86	EUROSTAT, 2016
	PORTUGAL	-	97	EUROSTAT, 2016
	CHIPRE	-	57	EUROSTAT, 2016
	NORUEGA	-	71	EUROSTAT, 2016
	ROMÊNIA	-	85	EUROSTAT, 2016
	FINLÂNDIA	-	87	EUROSTAT, 2016
	HOLANDA	30 MI	99	EUROSTAT, 2016
	ESTÔNIA	2 MI	97	EUROSTAT, 2016
	ESLOVÁQUIA	-	54	EUROSTAT, 2016
	FRANÇA	246 MI	71	EUROSTAT, 2016
ESPANHA	30 MI	79	EUROSTAT, 2016	
REP. TCHECA	6,34 MI	92	EUROSTAT, 2016	
ÁFRICA	ÁFRICA DO SUL	22 MI	6	VAN WYK, 2014; DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL AFFAIRS, 2018
AMÉRICA	BRASIL	84 MI	6	ABRECON, 2015
	EUA	480 MI	76	TOWNSEND et al., 2014

FONTE - Adaptado de Lima, 2020

Observando os dados da Tabela 1, percebe-se que a Holanda é um dos países com o maior índice de reaproveitamento de RCC. Mália *et al.* (2013) observa que os altos índices de reciclagem são devidos a proibição do descarte de RCC com alto potencial de recuperação em aterros, obrigação da triagem na origem, facilitação do mercado de produtos reciclados e multas elevadas pelo descarte inadequado. Essas políticas garantiram o processo mais rápido e eficaz.

Em diversas pesquisas demonstram-se as utilizações de RCC como adições em materiais de construção até mesmo como substituto para algumas matérias primas. Allahverdi *et al* (2013) avaliaram sobre a utilização de resíduos de construção e demolição para cimentos alcalinos ou geopoliméricos avaliando a adequação de resíduos de tijolos e resíduos de concreto como materiais de origem para a síntese de cimentos alcalinos ativados ou geopoliméricos, com a ressalva de que a eflorescência é uma questão que deve ser considerada e controlada.

Em resumo, todas essas construções foram realizadas com o objetivo de aproveitar os resíduos de construção e demolição de forma eficiente e sustentável, para a produção de novos materiais de construção e melhoria de estradas e outras infraestruturas. Cada projeto apresentou diferentes abordagens e técnicas para a utilização de resíduos na construção, visando à redução de custos, emissões de gases de efeito estufa e consumo de recursos naturais, enquanto oferecem benefícios econômicos e ambientais significativos.

### **3.8 Panorama do Aproveitamento de RCC no Brasil**

Na Figura 4 foi indicado que 38% dos RCCs coletados no Brasil são aproveitados como bica corrida, que é um material básico utilizado para pavimentação de um modo geral. Em um estudo sobre o uso do RCC para um Sistema de Cobertura final para um Aterro Sanitário, Oliveira (2017), destaca:

Os RCC, propostos como material alternativos (*sic*) em substituição aos convencionalmente utilizados em aterros se comportou satisfatoriamente à necessidade de drenagem do sistema de cobertura final, tanto na camada de drenagem como na camada de coleta de gás, em função da semelhança dos coeficientes de permeabilidade dos materiais. (Oliveira, 2017. p.592)

Silva (2019) discute a possibilidade de utilizar agregados reciclados provenientes de resíduos da construção civil em novas aplicações de construção. O texto aponta que a demanda por agregados na construção está aumentando globalmente e que o uso de agregados reciclados pode ser uma alternativa para reduzir a extração de recursos naturais e os impactos ambientais associados. O artigo também destaca que a produção de agregados reciclados a partir de resíduos da construção e demolição já existe há vários anos e que, com os avanços na instalação e desenvolvimento de instalações de tratamento, é possível produzir agregados reciclados de alta qualidade. No entanto, a qualidade do material reciclado pode ser comprometida se não forem aplicados procedimentos adequados de controle de qualidade durante a triagem dos resíduos.

O texto apresenta uma compilação de estudos de caso que demonstram a viabilidade técnica e apropriada do uso de agregados reciclados em várias aplicações de construção, incluindo concreto não-estrutural, estrutural, asfalto e aplicações hidráulicas ligadas. Além disso, o artigo destaca que, embora os resultados desses estudos sejam positivos, há uma subutilização significativa de agregados reciclados devido à falta de confiança por parte de contratantes e projetistas. O artigo ressalta a importância de implementar políticas ambientais rigorosas e adotar medidas de demolição seletiva para promover a reciclagem e o uso de agregados reciclados na construção. O uso de agregados reciclados pode ajudar a reduzir o impacto ambiental da construção, além de contribuir para o desenvolvimento de uma economia circular na indústria da construção.

Ainda existem algumas unidades de manejo e reciclagem de RCC que trabalham abaixo do seu verdadeiro potencial de tratamento, como afirma Freitas (2016, p.100), em um estudo realizado na unidade de manejo em Petrolina-PE, onde “Constatou-se (...) a unidade de beneficiamento de entulho (UBE) vem operando bastante aquém da expectativa inicial (...), devido, principalmente, à inexistência de material adequado para o processamento (...) e à ausência de gestão de resíduos nas fontes geradoras.”

Para que haja o devido aproveitamento dos RCC é necessário que haja unidades de manejo, armazenamento e tratamento destes resíduos. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento – SNIS (2019), que reúne as informações e os

indicadores sobre a prestação de serviço de saneamento básico (água e esgoto), assim como manejo de resíduos sólidos e águas pluviais, foram identificados os seguintes tipos de unidades de manejo de RCC:

- Área de reciclagem de RCC;
- Área de Transbordo e triagem de RCC;
- Aterro de RCC (Inertes);
- Unidades de Transbordo de RCC (Armazenamento Temporário);
- Unidades de Triagem de RCC;
- Outros.

Dentre os tipos de unidades de manejo de RCC apresentadas, o Estado da Paraíba possui apenas 1, a Usina de Beneficiamento dos Resíduos da Construção Civil e Demolição (USIBEN), situada no bairro do José Américo na capital paraibana, e administrada pela Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana – EMLUR. Segundo o Plano Estadual de Resíduos (PERS), cerca de aproximadamente 90% dos municípios paraibanos realiza o descarte incorreto de resíduos.

Diante do exposto demonstra-se a necessidade de adotar ferramentas de gestão ambiental que contemplem a eliminação ou diminuição de áreas de descarte irregular de RCC incentivando o reaproveitamento destes resíduos em materiais duráveis e sustentáveis que consequentemente auxiliarão na redução da degradação ambiental. Mesmo com dados favoráveis a reutilização e reaproveitamento de RCC, todas as pesquisas tornam-se sem efeito quando não há uma legislação atuante e firme em fiscalização e gestão.

### **3.9 Legislação Ambiental**

Pode-se conceituar legislação ambiental como sendo o conjunto de preceitos jurídicos que visam a regulamentar a ação antrópica, de modo que estas ações ocorram mediante a devida proteção do meio ambiente. A legislação ambiental brasileira criou parâmetros a serem seguidos por seus cidadãos a fim de atingir seus objetivos de

preservação.

Segundo Borges (2016) a legislação ambiental brasileira foi criada com o objetivo de disciplinar o uso dos recursos naturais, ou seja, as águas, o solo, o ar, a fauna e a flora. Este conjunto de diretrizes foi estabelecido ao perceber-se o aumento da escassez de recursos naturais, seja pelo seu mau uso ou má exploração ou deterioração da sua qualidade ou quantidade.

Como ferramenta da política ambiental para resolver os problemas ambientais ocasionados pelo desenvolvimento da atividade antrópica, a legislação promove a conscientização ambiental, tornando-se um instrumento muito eficaz. Quando utilizada como meio de gestão dos recursos naturais, a legislação ambiental, é a principal ferramenta para a proteção e conservação do meio ambiente.

### **3.9.1 Legislação Federal**

Os principais instrumentos legais referentes aos Resíduos de Construção Civil são: as Resoluções CONAMA nº 307/2002, 348/2004, 431/2011, as Nbr's 15112/2004, 15113/2004, 15114/2004, 15115/2004, 15116/2004, a Lei 12305/2010 e o decreto regulamentador nº 10936/2022 (PLANARES).

A Lei nº 12.305/10 (PNRS, 2010) possui instrumentos de suma importância ao viabilizar o enfrentamento dos impactos ambientais negativos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. É uma legislação federal que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), com o objetivo de promover a gestão sustentável dos resíduos sólidos no país, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.

A PNRS tem como princípios a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a prevenção e a precaução, a ecoeficiência, a educação ambiental, a gestão integrada e o uso de tecnologias limpas. A lei define resíduos sólidos como todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a serem gerenciados pelos poderes públicos e pela sociedade civil. Também estabelece instrumentos para a gestão e o

gerenciamento de resíduos sólidos, como a coleta seletiva, a logística reversa, a gestão integrada, a hierarquia de resíduos, a disposição final ambientalmente adequada, a responsabilidade compartilhada e a educação ambiental.

A hierarquia de resíduos estabelecida pela PNRS prioriza a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento e a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, nesta ordem. A responsabilidade compartilhada pela gestão dos resíduos sólidos envolve a participação do poder público, da sociedade civil e do setor empresarial na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos.

A PNRS determina que a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos deve ser realizada de forma a minimizar os impactos ambientais, observando-se os critérios de proteção à saúde pública e ao meio ambiente. Por fim, a educação ambiental é prevista pela PNRS como um instrumento fundamental para conscientização e mudança de comportamento da sociedade em relação aos resíduos sólidos, contribuindo para a sua gestão sustentável.

O documento mais recente, referente a legislação ambiental em âmbito nacional, é o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), publicado em 14 de abril de 2022, contém dados específicos sobre a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em todo o território nacional, assim como diretrizes e estratégias para a gestão ambiental. No que tange aos RCC, no tópico 4.4, p.168-169, deste documento, estão dispostas as diretrizes com suas respectivas estratégias para o gerenciamento de RCC. São as seguintes:

**Diretriz 1.A – Eliminar as áreas de disposição final inadequada de RCC.**

**Estratégia 1:** Criar linhas de financiamento específicas para o setor público e privado para a recuperação de áreas degradadas pela disposição inadequada de RCC;

**Estratégia 2:** Disponibilizar, por meio do MTR/SINIR, relatório específico sobre a movimentação de Resíduos de Construção Civil, com vistas do cumprimento ao arcabouço legal e normativo;

**Estratégia 3:** Desenvolver capacitação técnica para a gestão adequada e beneficiamento do RCC;

**Estratégia 4:** Orientar os setores público e privado na construção de áreas de destinação final adequada de RCC;

**Estratégia 5:** Definir orientações técnicas e procedimentos para elaboração e cumprimentos de planos de encerramento de aterros de RCC classe A e para a recuperação de áreas de disposição final inadequada de RCC;

**Estratégia 6:** Incentivar os municípios a adotarem definições para grandes geradores de RCC, visando facilitar a sua identificação e a fiscalização para o cumprimento de suas responsabilidades;

**Estratégia 7:** Incentivar os municípios a implantarem ecopontos e ecocentros para recebimento de pequenas quantidades de RCC e resíduos volumosos domiciliares, evitando a criação de pontos de disposição final inadequada.

#### **Diretriz 1B**

**Estratégia 8:** Incentivar o uso do RCC ou de material reciclado a partir de RCC em obras públicas e privadas financiadas com recursos públicos;

**Estratégia 9:** Criar instrumentos econômicos e disponibilizar linhas de financiamento para a aquisição de equipamentos e sistemas voltados a redução da geração e ao aproveitamento de RCC;

**Estratégia 10:** Fomentar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico para ampliação dos processos de reutilização e reciclagem de RCC.

O PLANARES apresenta as responsabilidades quanto ao apoio e execução de cada ponto. A distribuição das responsabilidades quanto a execução das diretrizes e estratégias do gerenciamento dos RCC está disposta no Quadro 2.

**Quadro 2** – Distribuição das responsabilidades aos respectivos órgãos competentes

DIRETRIZES E ESTRATÉGIAS PARA GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)	Diretriz 1ª	Estratégia 1	Apoio: Governo Federal (MMA) Execução: Instituições Financeiras
		Estratégia 2	Governo Federal (MMA)
		Estratégia 3	Apoio: Governo Federal (MMA) Execução: UF, DF, Municípios, Consórcios Públicos, OSC e Setor Produtivo
		Estratégia 4	Governo Federal (MMA), UF, DF, Municípios, e Consórcios Públicos
		Estratégia 5	Apoio: Governo Federal (MMA) Execução: UF, DF, Municípios, Consórcios Públicos e Setor Produtivo
		Estratégia 6	Apoio: Governo Federal (MMA), UF e DF Execução: Municípios e Consórcios Públicos
		Estratégia 7	Apoio: Governo Federal (MMA), UF e DF Execução: Municípios e Consórcios Públicos
	Diretriz 1B	Estratégia 8	Governo Federal, UF, DF, Municípios, e Consórcios Públicos
		Estratégia 9	Governo Federal (MMA e MCTI), e Instituições Financeiras
		Estratégia 10	Governo Federal (MMA e MCTI), UF, DF, Universidades, OSC e Setor Produtivo

**Fonte:** Brasil (2022)

Analisando os dados pode-se inferir que a aplicação das estratégias voltadas a gestão de RCC é distribuída entre os ministérios, os poderes executivos estaduais e municipais e instituições financeiras.

Diferente da política nacional dos resíduos sólidos (PNRS), onde há o regramento legal e normatização de procedimentos para os resíduos sólidos, o plano nacional de

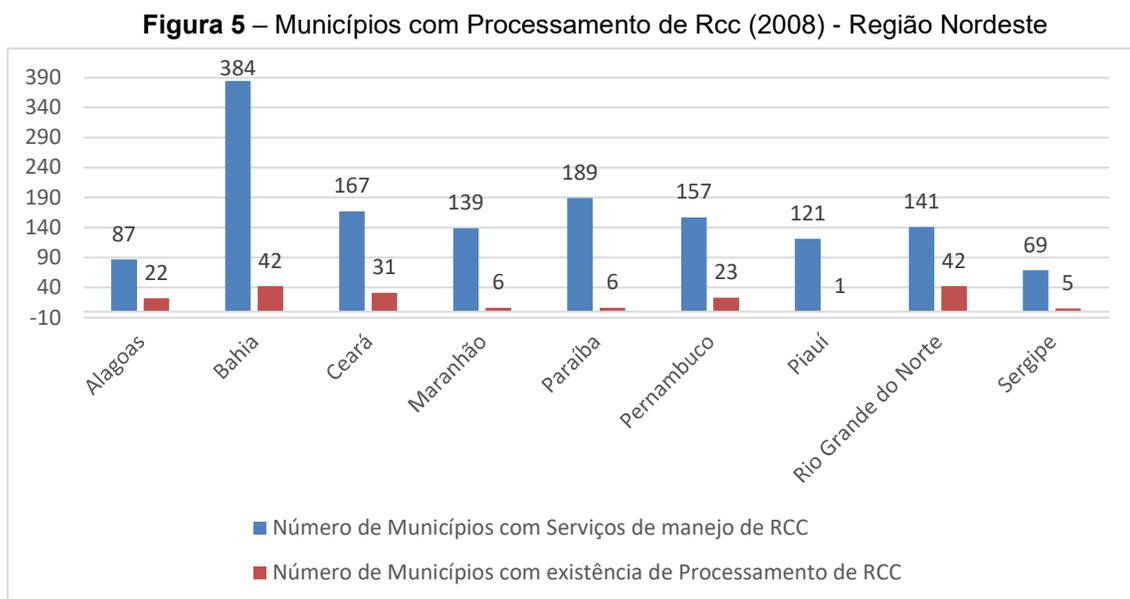
resíduos sólidos (PLANARES) deve apresentar metas e estratégias eficazes com direcionamento preciso de suas atribuições, clareza e objetividade de suas metas e estratégias, assim como uma definição dos processos logísticos para evitar a perda no controle do processo de gestão de resíduos.

### 3.9.2 Legislação Estadual

Em nível estadual, o estado da Paraíba dispõe do PERS (Plano Estadual dos Resíduos Sólidos), que trata da gestão dos resíduos industriais, domésticos, urbanos, hospitalares e de construção civil.

Dentro do tema deste trabalho, o PERS fornece uma visão da contribuição das atividades de construção civil na economia paraibana, assim como o número de municípios que fazem a devida coleta dos RCC, também das metas para a atenuação das áreas de bota fora, além das metas para a implantação do PGRCC nos municípios, dentre outros.

Conforme dados do IBGE (2010), apenas 6 municípios paraibanos fazem o processamento dos RCC, os respectivos nomes municípios não são citados dentro do documento. A Figura 5 representa o número de municípios que fazem o manejo e gestão do RCC, por estado na Região Nordeste.



Fonte: (IBGE, 2010)

O PERS também destaca metas arrojadas para a eliminação das áreas irregulares de descarte de resíduos, assim como o incentivo ao aproveitamento dos RCC e uma data prevista de conclusão. O plano prevê a intensificação da fiscalização em áreas de descarte irregular de RCC, assim como o apoio à descentralização do processamento destes resíduos. Também visa incentivar o armazenamento de RCC, produzidos em cidades de pequeno porte, pois levaria muito tempo a chegar a uma quantidade considerável a fim de ser devidamente tratado e reaproveitado.

O aproveitamento dos RCC também é levado em consideração, pois o plano viabiliza o incentivo a reutilização e reciclagem de materiais e cita a necessidade de priorizar o uso de material reciclado e reutilizado de RCC em obras públicas, diminuindo o ônus na compra de materiais de construção.

Além de incentivar o fortalecimento do órgão ambiental competente no gerenciamento dos RCC, o plano alerta para o incentivo à pesquisa e desenvolvimento tecnológico na área. As metas do PERS, em relação aos RCC estão dispostas no Quadro

**Quadro 3 – Metas Para Resíduos da Construção Civil**

METAS		Emergencial	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
		2014	2015-2018	2018-2024	2024-2034
MRCC1	Eliminação de áreas de disposição irregular até 2015	30%	100%	100%	100%
MRCC2	Centrais de triagem e reciclagem disponibilizadas aos municípios	50%	80%	100%	100%
MRCC3	Reciclagem e reutilização de RCC	25%	50%	70%	80%
MRCC4	Implantação dos sistemas de apoio à valorização dos RCC	50%	100%	100%	100%

**Fonte – PERS/PB (2020)**

Tendo em vista a quantidade de municípios que compõem o estado da Paraíba, sua população em crescimento, o aumento em obras de construção civil entende-se que as metas aos RCC (MRCC) são desafiadoras, uma vez que o estado possui apenas 1 estação de manejo e tratamento de RCC, dado este motivo faz-se necessária a interação entre legislação federal, estadual e municipal, tendo a PNRS como documento regulador, o PLANARES como plano de metas e estratégias e o PERS como documento que especifica a realidade da gestão de resíduos no estado assim como a devida orientação sobre metas e procedimentos aos municípios sobre este tema.

### **3.9.3 Legislação Municipal**

Ao longo da última década passamos por um período de facilitação ao crédito imobiliário, época essa conhecida como o *boom* Imobiliário (Mendonça, 2013). Uma época em que constatou-se o aumento da aquisição de imóveis por parte de toda a população.

Em Campina Grande não foi diferente, a cidade com área aproximada de 591.658 Km<sup>2</sup> e aproximadamente 413.830 habitantes (IBGE, 2020), é detentora de vários conjuntos habitacionais entregues durante o período de aquecimento do setor construtivo. Condomínios verticais tais como os edifícios do Condomínio residencial Major Veneziano I, II, III e IV, entregue em meados de 2014, localizado entre os bairros das Três Irmãs, Catingueira, Portal Sudoeste e Acácio Figueiredo, sendo o último bairro citado também com um conjunto habitacional de interesse popular entregue em 2015 com aproximadamente 2 mil casas.

É importante também citar o Complexo Habitacional Aluizio Campos, entregue em meados de novembro de 2019, e que segundo os dados do próprio município, é constituído por aproximadamente 3012 casas e 1088 apartamentos, sendo assim o maior conjunto habitacional do país, abrigoando aproximadamente 5 mil famílias.

Há também outros conjuntos habitacionais, mais antigos, que compõem os bairros desta cidade, a exemplo do conjunto Álvaro Gaudêncio, ou bairro das Malvinas, ocupado em 23 de março de 1983 com um total de 3050 casas, onde se alojaram

aproximadamente 3 mil famílias. Sobre a ocupação deste conjunto habitacional, no dia 27 de março de 1983, o jornal Gazeta do sertão afirmou:

O esperado aconteceu: cerca de 3 mil famílias de todas as classes sociais invadiram ontem o Conjunto “Álvaro Gaudêncio”, situado no bairro de Bodocongó, e que ainda, está por ser concluído. Os inconformados com a demora da Cehap na entrega das casas começaram a invasão no final da tarde de anteontem, procurando as primeiras residências que ficam próximas ao Conjunto “Severino Cabral” (p.08).

Mesmo diante do exposto, não foram identificados parâmetros ou ferramentas de gestão de RCC ou de um PGRCC.

Segundo o artigo 394 do Código de Obras e Posturas do Município (PMCG, 2013) “As edificações destinadas a hospitais e congêneres, aeroportos e terminais rodoviários, deverão gerenciar o tratamento dos seus resíduos sólidos, desde a geração até a disposição final, de maneira a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública.” (p, 103), sendo esta a única menção clara referente a gestão de resíduos sólidos em todo o documento.

O Plano Municipal da Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos do município de Campina Grande – PB (PMGIRS) também não conta com um plano de ação sobre o gerenciamento e disposição final dos RCC dentro do município, todavia no tópico 8, sub-item 8.1 (Carências), lemos o seguinte “Falta de controle sobre os RCC e demolição gerados no município, principalmente da iniciativa privada (médios e grandes geradores)”. (PMGIRS, 2013, p.217).

O documento faz uma definição sobre o conceito de RCC e suas respectivas classificações e exemplificação, porém não há uma delimitação e especificação de plano de ação ou metas pertinentes a área.

Evidencia-se a necessidade da criação e regulamentação de ferramentas específicas para a gestão de RCC, a exemplo do PGRCC.

### **3.10 Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC)**

Os RCC representam um grande volume de resíduos sólidos gerados no Brasil e podem causar danos ambientais significativos se não forem gerenciados adequadamente.

A Resolução CONAMA 307 estabelece regras para a destinação final dos resíduos da construção civil, que devem ser prioritariamente reutilizados, reciclados ou destinados a aterros de resíduos da construção civil. A disposição final em aterros sanitários é permitida somente em casos excepcionais.

O objetivo da Resolução é promover a gestão adequada dos resíduos da construção civil, evitando impactos ambientais e prejuízos à saúde pública. Para isso, a Resolução estabelece a obrigatoriedade da elaboração de um PGRCC para empreendimentos e atividades que gerem esses resíduos.

De acordo com o artigo "Plano de gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil: um panorama de análise a partir da Resolução 307 do CONAMA" (Barros *et al.*, 2019), a falta de regulamentação específica e de fiscalização são alguns dos principais desafios na implementação de PGRCC no Brasil. Além disso, o artigo destaca que a falta de conscientização e educação dos trabalhadores e proprietários de construções são outros desafios importantes na implementação de PGRCC.

O PGRCC deve conter informações sobre a geração, segregação, acondicionamento, armazenamento, transporte, destinação e disposição final dos resíduos, além de medidas de prevenção e controle de impactos ambientais e sanitários.

Oportunidades para a implementação de PGRCC no Brasil incluem a crescente preocupação com questões ambientais e a necessidade de seguir as regulamentações e normas estabelecidas pelo CONAMA. Além disso, o artigo aponta que a reutilização e reciclagem de RCC pode ser uma oportunidade para a implementação de PGRCC, pois pode proporcionar benefícios econômicos e ambientais. Para Barros (2019), é de grande importância incluir a sociedade na elaboração e implementação de PGRCC, para que haja participação e engajamento dos diferentes atores envolvidos. Isso pode ser

alcançado através de campanhas de conscientização e educação, bem como a criação de programas de incentivo para a implementação de PGRCC.

O PGRCC é um documento elaborado para garantir a gestão adequada dos resíduos gerados em obras de construção. Ele estabelece as ações e medidas necessárias para minimizar os impactos ambientais e sociais causados pelos resíduos e garantir a sustentabilidade no meio ambiente. Este documento é composto por uma série de etapas, desde a identificação e caracterização dos resíduos gerados, passando pela seleção e implementação de medidas para sua gestão, até a monitoramento e avaliação das ações. Ele também inclui a definição de procedimentos para a gestão dos resíduos, incluindo a coleta, transporte, tratamento e destinação final adequada.

É importante destacar que o PGRCC deve ser elaborado antes da iniciação de qualquer obra, para que as ações necessárias possam ser implementadas desde o início. Ele deve ser revisado e atualizado periodicamente, para garantir a eficácia das ações e adequação às regulamentações e normas ambientais. Além disso, o PGRCC deve ser elaborado com a participação de todos os envolvidos na obra, incluindo o poder público, empresas e sociedade, para garantir o engajamento e a responsabilidade compartilhada.

O objetivo principal do PGRCC é garantir a gestão adequada dos resíduos gerados na construção, visando minimizar seus impactos ambientais e sociais, além de promover a reutilização e reciclagem de materiais. Isso pode ser alcançado através de medidas como a separação dos resíduos no local da obra, o uso de materiais reciclados e a destinação adequada dos resíduos.

O PGRCC é um que descreve a natureza dos RCC quanto a sua classificação, por tipo e quantificação destes resíduos. O documento também abrange o local onde serão descartados os RCC e qual a empresa realizará a coleta destes resíduos. Vale salientar que a empresa que realiza a coleta deve ter a licença ambiental válida e deixar explícito os locais de descarte de RCC (PNRS, 2017).

Baseada na PNRS, o PGRCC é de responsabilidade do executante da obra e é elaborado e executado por profissional devidamente habilitado nos respectivos

conselhos: Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (CREA), Conselhos Regionais de Química (CRQ) e Conselhos Regionais de Biologia (CRBIO).

Em posse deste documento, torna-se possível estabelecer os métodos e procedimentos para o manejo e descarte adequado dos resíduos.

Esta ferramenta tem como objetivo principal a diminuição da degradação ambiental causada pelo descarte e a destinação incorreta dos resíduos das atividades de construção e demolição, o que traz consigo resultados satisfatórios para preservação ambiental, principalmente no que tange a redução na demanda de materiais, por incentivar ao reuso dos resíduos, como também um melhoramento significativo na paisagem do município, trazendo uma gestão de todo o ciclo de resíduos.

O PGRCC deve conter a descrição do empreendimento ou atividade, assim como o diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os todos os tipos de danos ao meio ambiente causados pelas atividades da empresa e que devem ser compensados e recuperados através de ações e ambientais.

Devem também ser observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA) e, caso haja, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), assim como a identificação das soluções elencadas e compartilhadas com outros geradores e as ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes.

O plano deve contemplar as metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e a reutilização e reciclagem. Atenção e cuidados com incompatibilidade de projetos podem diminuir essas perdas.

Segundo a PNRS (2017) são obrigados a elaborar o PGRCC:

(...) e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;

f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

(...) II - Os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que:

a) gerem resíduos perigosos;

b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal;

III – As empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama;

IV - Os responsáveis pelos terminais e outras instalações referidas na alínea “j” do inciso I do art. 13 e, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e, se couber, do SNVS, as empresas de transporte;

V - Os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo órgão competente do Sisnama, do SNVS ou do Suasa. (BRASIL, 2010)

Alguns municípios possuem um PGRCC bem elaborado, a exemplo do município de Apucarana – PR, cidade localizada ao norte do estado do Paraná com cerca de 558,4 km<sup>2</sup> em extensão territorial e população aproximadamente 138 mil habitantes, onde consta, no PGRCC, especificações acerca de quem são considerados os pequenos geradores de RCC através do volume de resíduos gerados por dia. Também há uma relação de definições de termos de dispositivos que auxiliam na gestão ambiental, tais como, área de transbordo, coleta de resíduos, caçambas abertas, classificação de resíduos, entre outros. Com destaque para a liberação do habite-se, que é o auto de conclusão da obra, apenas junto a apresentação do PGRCC (Apucarana, 2013).

Outro município a ser levado em consideração é o município de Maringá, situado ao norte do estado do Paraná, com uma diferença de cerca de 20 mil habitantes a mais em relação ao município de Campina Grande, o município possui uma população de aproximadamente de 436, 5 mil habitantes e uma extensão territorial de cerca de 487 km<sup>2</sup>, e embora não possua um PGRCC bem definido, em seu PMGIRS há a especificação do destino final dos RCC coletados em seu território. A cidade é munida de 3 pedreiras, onde é realizada a triagem de RCC bem

como sua reciclagem e reaproveitamento (Maringá, 2017). No PMGIRS é possível identificar o endereço, a situação de regularidade da licença ambiental das três pedreiras, bem como a quantidade de RCC recebida por cada uma das unidades de reciclagem (Quadro 4).

**Quadro 4** - Relação das unidade de reciclagem de RCC do município de Maringá - PR

Pedreira	Licença Ambiental IAP	Quantidade recebida
Borges Resíduos Ltda Estrada Carlos Correia Borges, Lote 3-b, 3-c1 Zona Rural	Licença de Operação 21031 Protocolo 13.153.888-0	300 m3 /dia (aproximadamente 6600 m3 /mês)
Pedreira Ingá Ind. Com. Ltda Estrada São José, km 04, n47/e-6 Gleba Ribeirão Pinguim	Licença de Operação 7749 Protocolo 13.384.894-0	690 toneladas/mês (aproximadamente 539 m3 /mês)
Reciclagem Mauá Ltda Av. Guaiapó, 2240	Licença de Operação 19627 Protocolo 120857118 (VENCIDA – PRECISA RENOVAR)	Não informado

**Fonte** - Maringá, 2017

A elaboração e manutenção de tais documentos demonstram a seriedade com que o poder público trata as questões referentes a gestão ambiental em seus municípios devido a facilidade e transparência no acompanhamento de cada fase dos insumos adquiridos, desde a sua aquisição até o respectivo destino final como RCC.

Em resumo, PGRCC é um documento fundamental para garantir a gestão adequada dos resíduos gerados em obras de construção, visando minimizar seus impactos ambientais e sociais, além de promover a reutilização e reciclagem de materiais. Ele deve ser elaborado antes da iniciação da obra, com a participação de todos os envolvidos e revisado periodicamente para garantir a eficácia das ações e a adequação às regulamentações e normas ambientais.

## **4 METODOLOGIA**

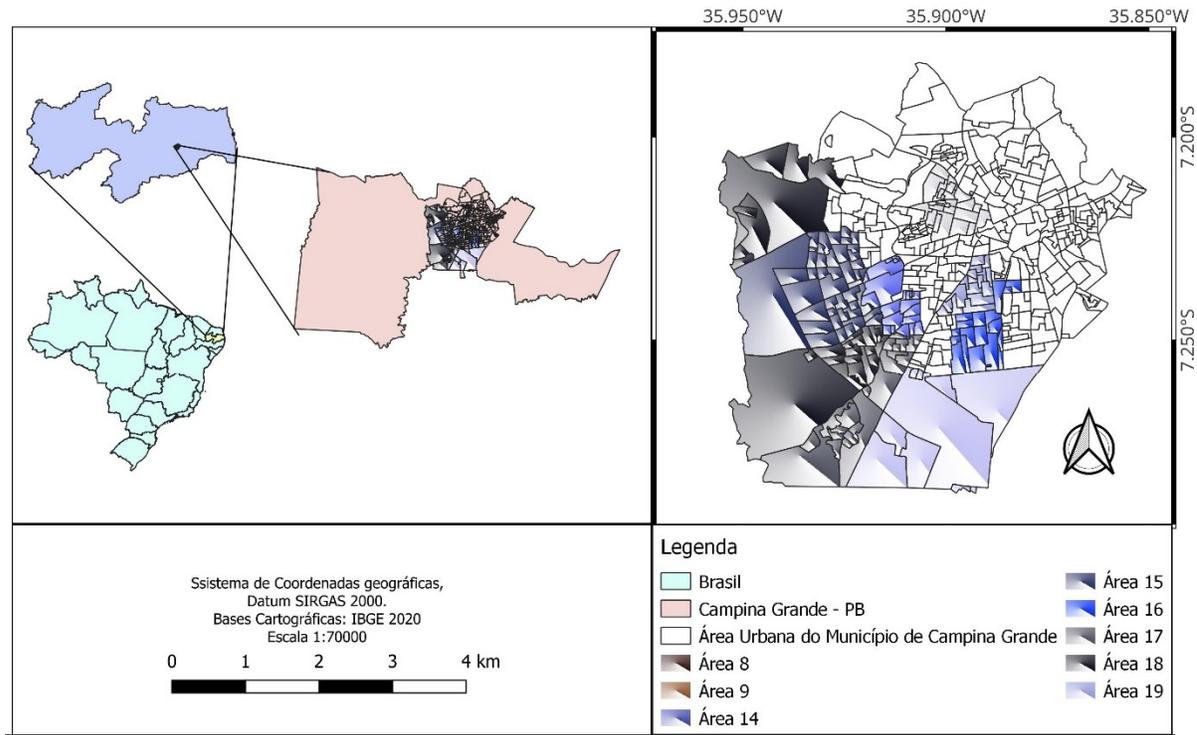
A metodologia utilizada neste trabalho inclui a realização de registros fotográficos em pontos específicos do Município, bem como um mapa de calor que indica onde há a maior incidência de descarte de RCC nas áreas mapeadas. Como critérios adotados para a seleção dos pontos específicos de registro fotográfico das áreas de descarte irregular de RCC são considerados fatores como densidade demográfica, localização geográfica e impacto ambiental.

Para coletar sugestões e compreender com mais precisão as práticas de descarte de RCC no município foram aplicados questionários com profissionais na área da construção civil e gestão de RCC. Os critérios utilizados para a escolha destes profissionais incluíram tempo de experiência na área, atuação em órgãos públicos, empresas privadas, ONGs ambientais, entre outros, fornecendo uma base sólida para a análise e validação das informações obtidas.

### **4.1 Caracterização da Área de Estudo**

No presente trabalho, é abordada uma área de estudo que englobou determinados bairros de expansão do zoneamento urbano no município de Campina Grande. Essa seleção se justifica devido ao aumento da densidade demográfica na região, que tem implicações como o aumento na quantidade de habitações de interesse popular, construção de condomínios habitacionais verticais e horizontais dentre outros fatores que são relevantes para a compreensão dos processos urbanos e seus impactos socioambientais.

A Figura 6 encontra-se representada a área de estudo deste trabalho na qual utilizou como demarcadores de território a divisão regional do Município com bases cartográficas do IBGE (2020). A delimitação realizada pelo IBGE é fundamental para estabelecer os limites geográficos e as características específicas das diferentes zonas presentes na área em análise.

**Figura 6 – Caracterização da área de estudo**

**Fonte –** Elaborado pelo autor, 2023

A utilização das delimitações prévias estabelecidas pelo IBGE conferiu uma base sólida e confiável para a análise dos fenômenos abordados nesta pesquisa. Essa abordagem contribuiu para uma maior consistência metodológica e para a integração dos resultados obtidos nesta pesquisa com os conhecimentos existentes sobre a área em questão. O Quadro 5 oferece uma visão clara e organizada dos nomes dos bairros correspondentes a cada região definida pelo IBGE.

**Quadro 5 –** Identificação dos bairros na área de estudo

ÁREA 8	ÁREA 9	ÁREA 14	ÁREA 15	ÁREA 16	ÁREA 17	ÁREA 18	ÁREA 19
Bela Vista; Prata; Monte Santo.	Velame; Distrito Industrial.	Santa Cruz; Dinâmica.	Malvinas.	Jardim Paulistano; Tambor.	Bairro das Cidades; Acácio Figueiredo; Presidente Médici.	Três Irmãs; Serrotão.	Liberdade

**Fonte –** Elaborado pelo autor, 2023

Os bairros escolhidos, como amostragem para as análises, fazem parte da Área de Expansão e Zoneamento Urbano do Município (Campina Grande, 2016), este fator dá importância ao tema e demonstra a realidade do crescimento das atividades construtivas no Município.

## **4.2 Registros Fotográficos**

Os registros fotográficos são uma importante ferramenta para documentar e evidenciar a existência de locais de descarte inadequado de RCC, bem como monitorar a evolução do problema e comprovar a regularidade ou irregularidade da gestão de resíduos.

As fotografias são usadas como prova visual da existência de locais de descarte inadequado de RCC, ajudando a evidenciar o problema e sensibilizando a sociedade e as autoridades responsáveis para a necessidade de adoção de medidas para corrigir a situação, também podem ser utilizadas como meio de monitoramento para avaliar a evolução do problema e verificar se as medidas adotadas estão sendo eficazes para reduzir o descarte inadequado de RCC, além de ser utilizadas como meio de comprovação de que os resíduos estão sendo gerenciados de forma regular e adequada, evitando sanções legais. Em resumo, os registros fotográficos das áreas de descarte inadequado de RCC servem como uma ferramenta valiosa para orientar a elaboração de um PGRCC e monitorar sua efetividade.

## **4.3 Mapa de Calor**

Na geociência, os mapas de calor ou densidade de kernel são frequentemente usados para representar a distribuição de fenômenos geológicos, como terremotos, atividade vulcânica, áreas de maior concentração de minerais ou recursos naturais, entre outros. Eles são construídos com base em dados georreferenciados coletados por meio de diversas técnicas, como observações de campo, sensores remotos, instrumentos geofísicos e sistemas de informações geográficas (SIG).

Esses mapas são úteis para identificar áreas de maior intensidade ou frequência de um fenômeno geológico específico, permitindo aos cientistas e pesquisadores visualizar e analisar padrões espaciais, identificar áreas de risco ou potenciais focos de atividade,

além de auxiliar no planejamento e gestão de recursos naturais. A densidade de kernel é uma técnica estatística que ajuda a suavizar e interpolar os dados, permitindo uma representação mais precisa das áreas de maior concentração ou densidade desses eventos geológicos. Para este método foi utilizado o Software Quantum GIS.

O software Quantum GIS, conhecido como QGIS, é um Sistema de Informações Geográficas de código aberto amplamente acessível, com suporte para vários formatos de dados vetoriais, matriciais e de bancos de dados (Guimarães et al., 2012; Nanni et al., 2017). O QGIS oferece uma ampla gama de recursos que permitem a geração, visualização, gerenciamento, edição e análise de dados geoespaciais. Além disso, ele permite a criação de mapas imprimíveis e exportáveis em diferentes formatos.

Uma das vantagens do QGIS é sua capacidade de integração com outros programas SIG e softwares, bem como com diversas bases de dados, à medida que novos complementos são desenvolvidos (Guimarães et al., 2012). O software é acompanhado de um manual do usuário que é regularmente atualizado e disponível em várias línguas. Essa disponibilidade de documentação e a maleabilidade de suas funções por meio de sua arquitetura de plug-ins tornam o QGIS altamente adaptável às necessidades de qualquer usuário.

Além de ser um software livre, é importante mencionar que o QGIS oferece recursos mais abrangentes para a estética de mapas em comparação com outros programas disponíveis no mercado (Guimarães et al., 2012).

#### **4.4 Questionários**

Para compreender e avaliar os impactos ambientais causados pelo descarte de RCC em áreas urbanas foram aplicados questionários com profissionais na área de gestão de RCC. Os questionários foram aplicados utilizando a plataforma Google Forms, através de formulários individuais e de respostas objetivas, onde era possível escolher mais de uma alternativa para cada pergunta proposta. O Google Forms permite aos usuários criar questionários personalizados, enquetes, formulários de inscrição e muito mais. A interface intuitiva e amigável torna a criação e a edição dos formulários bastante simples, mesmo para usuários sem conhecimento técnico avançado.

Ao criar um formulário no Google Forms, é possível adicionar diversos tipos de perguntas, como perguntas de múltipla escolha, respostas curtas, escalas de classificação, listas suspensas, entre outras. Também é possível incluir recursos como imagens, vídeos e links para fornecer mais contexto ou instruções aos respondentes. Uma vez que o formulário esteja pronto, pode ser compartilhado com os destinatários por meio de um link direto, incorporado em um site ou enviado via e-mail. Os respondentes podem preencher o formulário de qualquer dispositivo com acesso à internet, o que proporciona flexibilidade e conveniência na coleta de dados.

As informações fornecidas pelos respondentes são automaticamente registradas em uma planilha do Google Sheets, permitindo que os dados sejam facilmente visualizados, analisados e exportados para outros formatos, se necessário. Além disso, o Google Forms oferece recursos de visualização de respostas em tempo real, gráficos e estatísticas que auxiliam na interpretação dos dados coletados.

Seguem abaixo, as perguntas que foram utilizadas no formulário:

1. Como você considera a sua experiência na gestão de resíduos da construção civil?
  - Inicial (1 a 3 anos de atuação na área);
  - Moderada (3 – 5 anos de atuação na área);
  - Perito ( > 5 anos de atuação na área).
  
2. Como você descreveria a situação atual da gestão de resíduos da construção no município de Campina Grande-PB?
  - Péssima;
  - Ruim;
  - Regular;
  - Ótima;
  - Excelente.
  
3. Quais são os principais desafios enfrentados na gestão de resíduos da construção na região?

- Falta de infraestrutura para a coleta seletiva e destinação adequada dos resíduos da construção na região;
  - Pouca conscientização e engajamento dos cidadãos e das empresas em relação à separação e destinação adequada dos resíduos da construção na região;
  - Dificuldades em encontrar locais adequados para o descarte e tratamento dos resíduos da construção na região;
  - Falta de recursos financeiros e técnicos para implementar tecnologias mais eficientes e sustentáveis na gestão de resíduos da construção na região.
4. Qual é a sua opinião sobre a importância da implementação de um plano de gerenciamento de resíduos da construção no município de Campina Grande-PB?
- Não é importante;
  - É importante, porém não é urgente e necessário;
  - É importante, urgente e necessário.
5. Qual é a sua opinião sobre as melhores práticas para a gestão de resíduos da construção na região?
- Acredito que a separação dos materiais e a destinação adequada de cada tipo de resíduo é uma das melhores práticas para a gestão de RCC na região;
  - Acredito que a implementação de planos de gerenciamento de resíduos da construção, que envolvam as empresas e construtoras da região, é uma das melhores práticas para a gestão de RCC na região;
  - Acredito que a conscientização e educação da população local sobre a importância da separação e destinação adequada dos resíduos da construção é uma das melhores práticas para a gestão de RCC na região;
  - Acredito que a criação de centros de triagem e reciclagem de RCC na região é uma das melhores práticas para a gestão de RCC na região, pois pode reduzir a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários e contribuir para a economia circular.

6. Quais são as principais barreiras para a implementação de um plano de gerenciamento de resíduos da construção na região?

- Falta de recursos financeiros para investir em equipamentos e infraestrutura necessários para a gestão de RCC na região;
- Falta de regulamentação específica sobre a gestão de RCC na região, o que dificulta a implementação de um plano de gerenciamento;
- Falta de conscientização e comprometimento por parte dos geradores de RCC, que não se preocupam em separar e destinar corretamente os resíduos gerados;
- Falta de cooperação entre as empresas e construtoras da região, que não trabalham juntas para implementar um plano de gerenciamento de RCC, dificultando a coleta e destinação adequada dos resíduos.

7. Como você enxerga a evolução da gestão de resíduos da construção no município de Campina Grande-PB nos próximos anos?

- Acredito que, nos próximos anos, haverá uma maior conscientização por parte dos cidadãos e das empresas em relação à importância da separação e destinação adequada dos resíduos da construção, o que pode resultar em uma gestão mais eficiente e sustentável desses resíduos;
- Acredito que, nos próximos anos, serão implementadas novas tecnologias e práticas mais sustentáveis na gestão de resíduos da construção, o que pode contribuir para reduzir o impacto ambiental desses resíduos e promover a economia circular;
- Acredito que, nos próximos anos, serão criadas novas políticas públicas e programas de incentivo para a gestão de resíduos da construção, o que pode facilitar a implementação de planos de gerenciamento de RCC na região;
- Acredito que, nos próximos anos, a gestão de resíduos da construção no município ainda enfrentará muitos desafios, como a falta de recursos financeiros e de infraestrutura, a falta de conscientização por parte dos

geradores de RCC, entre outros.

8. Pensando em todo o processo logístico, em qual dos bairros a seguir você acredita que teria a melhor localização estratégica para comportar uma ÁREA DE BOTA FORA (área de despejo de RCC)?
  - Distrito Industrial;
  - Velame;
  - Três Irmãs;
  - Bodocongó;
  - Outro (Justifique).
  
9. Pensando em todo o processo logístico, em qual dos bairros a seguir você acredita que teria a melhor localização estratégica para comportar uma USINA DE BENEFICIAMENTO DE RCC (Triagem, Separação e Reciclagem)?
  - Distrito Industrial;
  - Velame;
  - Três Irmãs;
  - Bodocongó;
  - Outro (Justifique).
  
10. Caso sinta-se à vontade, expresse sua ideia para otimizar o gerenciamento de RCC no município de Campina Grande – PB.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Resultados dos Registros Fotográficos**

As fotografias evidenciaram uma série de problemas relacionados à saúde pública e à qualidade ambiental dessas áreas.

É importante mencionar que alguns dos bairros incluídos na área de estudo, embora não façam parte da zona de expansão urbana do município, já foram analisados em estudos anteriores, como destacado por Lima (2020), o que permite uma comparação e contextualização dos resultados obtidos neste trabalho em relação aos dados e conclusões anteriores. Uma particularidade importante a ser considerada é o avanço na atenuação do descarte irregular de RCC nessa área de estudo que já foi analisada previamente. Isso se deve à implementação de vias de acesso entre os bairros adjacentes, o que contribuiu para melhorias na infraestrutura local. Essa transformação é um elemento relevante a ser investigado, considerando seus impactos na gestão de resíduos e nas condições ambientais da região em estudo.

Cerca de 52% dos moradores destes bairros vivem em situação de pobreza, com destaque que em bairros como Velame, Distrito Industrial, Bairro das Cidades e Acácio Figueiredo, além desta fração de moradores em situação de vulnerabilidade, há a alarmante parte de cerca de 21% dos moradores que vive em situação de extrema pobreza (Campina Grande, 2016).

Geralmente, onde há uma população que pode não dispor de recursos financeiros para pagar pelo transporte de resíduos para áreas de descarte adequadas ou onde a fiscalização da disposição de RCC é muitas vezes insuficiente ou inexistente, o que significa que os proprietários de obras podem sentir-se menos responsáveis por descartar os resíduos de forma adequada. Nestes bairros, os locais de descarte de resíduos são insuficientes ou inadequados, o que significa que as pessoas podem recorrer a áreas vazias ou terrenos baldios para descartar seus resíduos. Muitas vezes há uma grande quantidade de construções informais, o que significa que os proprietários podem não ter acesso a serviços de coleta de resíduos adequados. A falta de conscientização sobre a importância da disposição adequada de RCC também é um fator

que contribui para o descarte inadequado.

Na área 8, que corresponde aos bairros da Bela Vista, Prata e Monte Santo, foram identificadas mudanças em relação a um estudo prévio realizado por LIMA (2020). Na região situada às coordenadas  $7^{\circ}13'22.8''S$   $35^{\circ}54'04.4''O$  mudanças positivas foram encontradas, uma vez que, onde outrora situava-se uma área de descarte irregular de RCC (Figura 7 – A e B) foram abertas vias de acesso entre os bairros (Figura 8 – A e B),

**Figura 7** - Área de descarte irregular na Bela Vista



**Fonte** - Lima 2020

**Figura 8** - Vias de integração dos Bairros da área 8 construídas nas coordenadas  $7^{\circ}13'22.8''S$   $35^{\circ}54'04.4''O$



**Fonte** – Elaborado pelo autor, 2023

no entanto, o acúmulo de RCC permaneceu nas regiões adjacentes.

Na Área 9, correspondente aos bairros do Velame e Distrito Industrial ( $7^{\circ}15'32.9''S$   $35^{\circ}54'18.0''O$ ), observou-se um grande acúmulo de RCC, formando pilhas de resíduos,

ocupando um espaço significativo da área em questão. As fotografias evidenciam a presença de água acumulada em poças entre as pilhas de RCC (Figura 9), criando um ambiente favorável para a proliferação de mosquitos, como o *Aedes Aegypti*, transmissor de doenças como a dengue, zika, chikungunya e febre amarela, o que pode representar um risco significativo para a saúde da população que vive ou trabalha nas proximidades da área de descarte.

**Figura 9** - Área de descarte irregular Área 9



**Fonte** – Elaborado pelo autor, 2023

Na Área 14, bairros da Dinamérica e Santa Cruz ( $7^{\circ}14'16.6''S$   $35^{\circ}54'37.9''W$ ), está situado o Parque Linear Dinamérica, considerado o maior projeto de intervenção urbana em área de esporte e lazer da história de Campina Grande, com investimento projetado na ordem de R\$ 18,6 milhões, em área total de aproximadamente oito hectares, ao longo de todo o canteiro da via (PMCG, 2022). Neste local foi possível identificar alguns pontos de descarte irregular de RCC (Figura 10 – A e B), que embora tenha sido retirado do local, durante o tempo que permaneceu em via pública, obstruía ruas e acessos públicos, afetando diretamente o trânsito local e a travessia de pedestres ocasionando diversos transtornos além de impactos ambientais negativos, a exemplo da degradação visual e estética. O acúmulo de RCC em vias públicas cria uma aparência desagradável e desordem visual, impactando negativamente a paisagem urbana. Isso pode afetar a percepção de qualidade de vida da comunidade e prejudicar o turismo e o

desenvolvimento urbano.

**Figura 10** – Área de descarte irregular Área 14



**Fonte** – Elaborado pelo autor, 2022

O descarte irregular de RCC em vias públicas pode também obstruir o tráfego, dificultar a locomoção de veículos e pedestres e aumentar o risco de acidentes. Além disso, o acúmulo de resíduos pode obstruir sistemas de drenagem pluvial, resultando em alagamentos e problemas de drenagem.

Na área correspondente aos Bairros do Jardim Paulistano e Tambor (Área 16), o registro fotográfico evidenciou a presença de grandes quantidades de gesso descartado de forma inadequada (Figura 11). O gesso é um resíduo que, quando descartado de forma inadequada, pode liberar gases tóxicos em contato com a água, causando danos ao meio ambiente e à saúde humana (Melo, 2012). Além disso, o acúmulo de gesso pode representar um risco para a saúde dos trabalhadores envolvidos no descarte e manuseio desse material, pois pode causar irritação na pele, nos olhos e problemas respiratórios.

**Figura 11** – Área de descarte irregular Área 16



**Fonte** – Elaborado pelo autor, 2022

De acordo com Melo (2012), a produção de gesso resulta em um impacto ambiental significativo devido ao processo de calcinação em altas temperaturas, que requer um alto consumo energético retirado da flora local. Durante a fabricação do gesso, uma grande quantidade de água e resíduos da combustão é liberada, o que gera impactos devido à sua deposição inadequada. Durante o processo de calcinação, são liberados óxidos de enxofre ( $\text{SO}_x$ ), que reagem com a água, formando gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) e ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), aumentando a possibilidade de chuva ácida (Oliveira *et al.*, 2014).

Tais resíduos, quando expostos a intempéries, geram substâncias tóxicas, normalmente decorrentes da hidratação do gesso em água. Os produtos finais da hidratação do gesso são os sais de cálcio (Ca) e o sulfato de cálcio ( $\text{CaSO}_4$ ).

A concentração significativa de construções residenciais nos bairros das Malvinas (Área 15), Acácio Figueiredo, Cidades, Presidente Médici (Área 17), Três Irmãs e Serrotão (Área 18) não só evidencia a dinâmica de expansão urbana, mas também delinea um panorama desafiador em termos de resíduos de RCC na região. A Secretaria

**Figura 12** – Área de Descarte Irregular nos Bairros da Malvinas (A), Serrotão (B), Acácio Figueiredo (C), Cidades (D), Três Irmãs (E) e Presidente Médici (F)



Fonte – Elaborado pelo autor, 2022

de Obras do Município (Campina Grande, 2016) categorizou essa área como Zona de Expansão Urbana, justificando assim a intensa ocupação desse espaço. A interligação entre esses bairros e sua contiguidade geográfica resultam na concentração acentuada de residências novas, culminando em um rastro substancial de RCC (Figura 12).

A relevância desse contexto reside na necessidade premente de implementar estratégias eficazes para o gerenciamento desses resíduos. A vasta quantidade de RCC gerada nessa área demanda uma abordagem proativa para promover sua reutilização e reciclagem, alinhada com práticas sustentáveis na construção civil.

Considerando que os resíduos são, em sua maioria, do Tipo A, caracterizados por possuírem baixo potencial de contaminação, torna-se ainda mais pertinente explorar e incentivar a aplicação de técnicas de reciclagem e reutilização. Este cenário oferece uma oportunidade ímpar para estabelecer programas e políticas voltados à valorização desses resíduos como recursos, contribuindo assim para a redução do impacto ambiental e a promoção da economia circular na região.

Na análise do Bairro da Liberdade (Área 19), é possível observar um descarte misto de RCC e resíduos orgânicos, gerando um ambiente propício para a proliferação de animais, como ratos, baratas, moscas, mosquitos e outros vetores de doenças (Figura 13). As fotografias mostram que o local é frequentado por cães e outros animais, que podem ser portadores de doenças transmissíveis para os seres humanos.

**Figura 13** – Área de Descarte Irregular Bairro da Liberdade



**Fonte** – Elaborado pelo autor, 2022

Além disso, a presença de animais de grande porte em áreas urbanas pode representar risco para a segurança das pessoas, especialmente quando se trata de animais agressivos ou espécies consideradas perigosas. Ainda, a deposição de resíduos orgânicos nesses locais pode atrair outros animais, como insetos e roedores, que podem proliferar-se rapidamente, agravando ainda mais a situação.

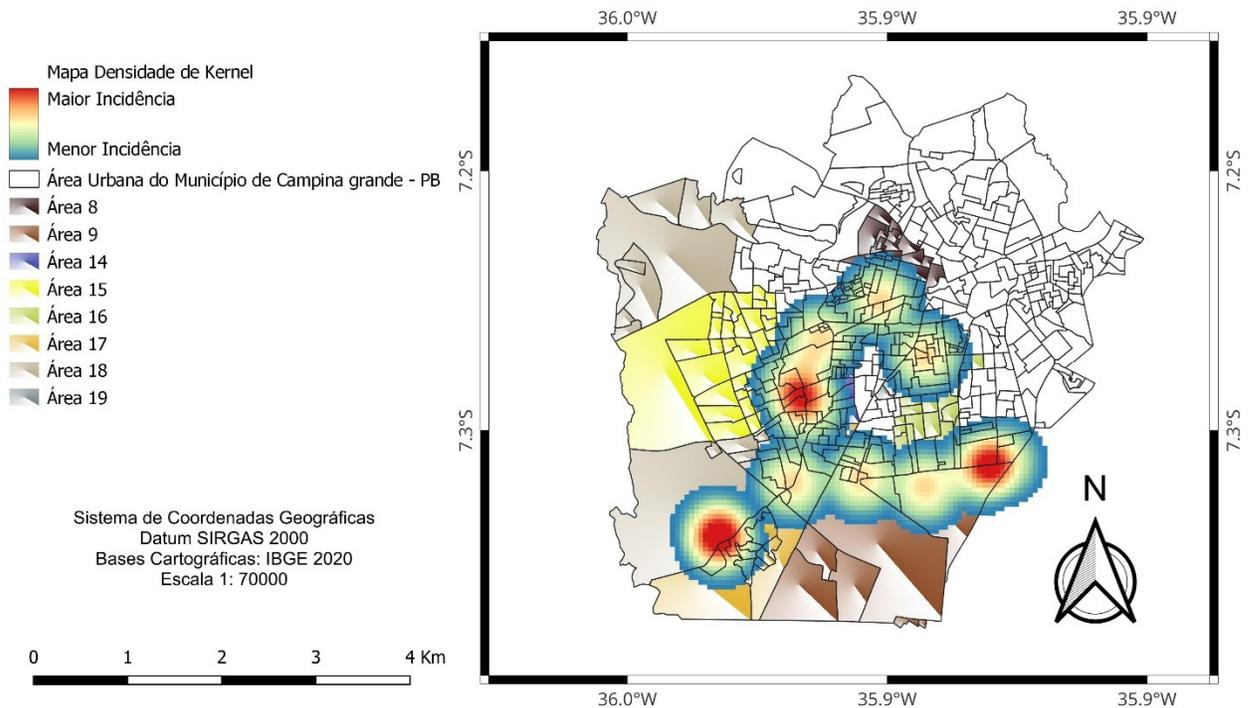
Diversas ocupações apresentam maior suscetibilidade ao contato com a bactéria *Leptospira*, incluindo trabalhadores envolvidos em atividades de limpeza e desentupimento de esgotos, coleta de resíduos, agricultura, pesca e serviços de combate a incêndios. Não obstante, a maioria das ocorrências de infecção se verifica em indivíduos que habitam ou laboram em áreas com infraestrutura sanitária deficitária e expostos à urina de roedores (Lara, *et. al.*, 2019).

## **5.2 Mapa de Calor**

Um dos objetivos do presente trabalho é identificar as regiões com maior incidência de descarte de RCC na região de expansão urbana do município de Campina Grande. A identificação dos pontos de descarte irregular de RCC foi conduzida por meio de visitas *in loco* aos locais de interesse. Durante essas visitas, foram realizadas as captações das coordenadas geográficas de cada região visitada, utilizando equipamentos de geolocalização precisos, como receptores de GPS, além de levar em consideração um raio de 2km de área de influência entre as áreas de descarte irregular de RCC.

Essa abordagem permitiu obter informações espaciais precisas e georreferenciadas sobre a localização exata dos pontos de descarte irregular de RCC. A coleta das coordenadas geográficas dos locais visitados forneceu dados geoespaciais essenciais para a análise e o mapeamento detalhados dessas áreas de descarte, permitindo o georreferenciamento por meio de um mapa de calor, ou mapa de densidade de Kernel (Figura 14).

**Figura 14** – Georreferenciamento das áreas com maior incidência de descarte de RCC



Fonte – Elaborado pelo autor, 2023

A interpretação dos resultados de um mapa de calor ou densidade de kernel é fundamental para compreender os padrões espaciais e a distribuição de eventos ou fenômenos em uma determinada área. Para uma interpretação mais precisa, foi utilizado como raio de 2 quilômetros de distância de uma área de descarte irregular para a outra. Os mapas de calor utilizam uma escala de cores para representar a intensidade ou densidade de eventos. O parâmetro utilizado para a análise foi a distância entre um ponto de descarte e outro, quanto menor a distância, maior a intensidade.

Geralmente, cores mais intensas, como vermelho ou laranja, indicam áreas de

maior concentração, enquanto cores mais suaves, como azul ou verde, indicam áreas de menor concentração. A interpretação do gradiente de cores ajuda a identificar as áreas de maior e menor intensidade de eventos no mapa.

A partir dos dados representados na Figura 14 é possível identificar que, dentro da área de estudo, as regiões com maior incidência de descarte de RCC estão localizadas nos bairros da Área 9 (Velame e Distrito Industrial), Área 15 (Malvinas), Área 17 (Acácio Figueiredo) e Área 18 (Três Irmãs e Serrotão).

### **5.3 Resultados dos Questionários Individuais**

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados obtidos na pesquisa realizada com profissionais da área de gestão de resíduos da construção civil. A pesquisa teve como objetivo identificar a experiência e formação dos participantes, a situação atual da gestão de resíduos da construção no município de Campina Grande-PB, os principais desafios enfrentados na gestão de resíduos da construção na região, a opinião dos entrevistados sobre a importância da implementação de um plano de gerenciamento de resíduos da construção no município e as melhores práticas para a gestão de resíduos da construção na região.

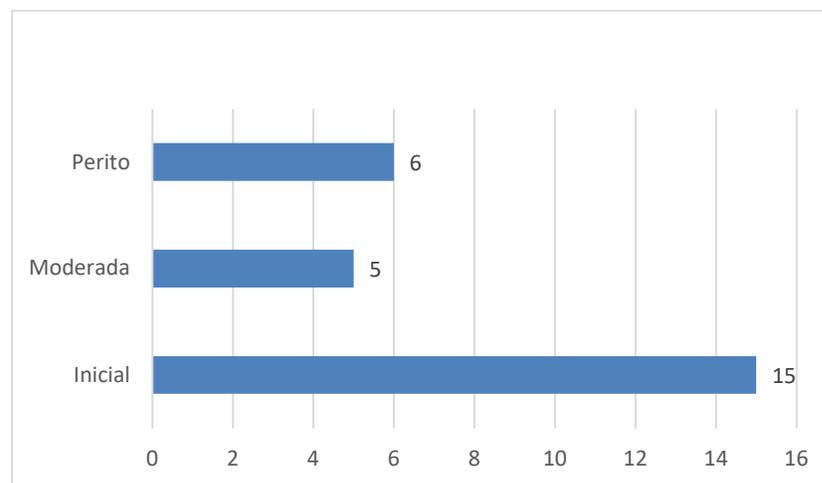
Além disso, a pesquisa buscou identificar as principais barreiras para a implementação de um plano de gerenciamento de resíduos da construção na região e a percepção dos entrevistados sobre a evolução da gestão de resíduos da construção no município nos próximos anos.

Das 174 empresas atuantes da área da construção civil, cadastradas no banco de dados da Federação das indústrias do estado da Paraíba (FIEP), a pesquisa conseguiu alcançar 26 delas, ou seja, aproximadamente 15%, ou seja, o mínimo necessário para uma amostragem segura. A identidade dos entrevistados foi preservada, tendo o questionário sido enviado diretamente ao responsável pela coleta e descarte de RCC da empresa. A pesquisa pode ser consultada e respondida através do link:

<<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSczro75Z9I3wQ2V0b8-kafvjFKwPulzV-jdDWoffTT7YQoMg/viewform>>

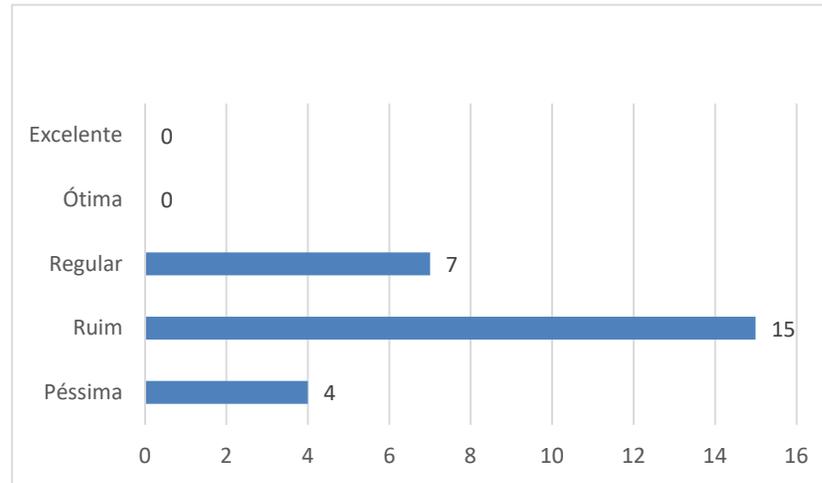
Em resposta a pergunta 1 “Como você considera a sua experiência na gestão de resíduos da construção civil?”. Foram considerados peritos, os profissionais com mais de 5 anos de experiência, moderada, os profissionais com experiência de 3 a 5 anos e os profissionais com experiência inicial com atuação de 1 a 3 anos. Os resultados mostraram que a maioria dos entrevistados (15) tem experiência inicial na área de gestão de resíduos da construção civil, enquanto 5 têm experiência moderada e 6 são peritos (Figura 15).

**Figura 15** - Experiência dos profissionais na área de RCC



**Fonte** – Elaborado pelo autor, 2023

Em relação à situação atual da gestão de resíduos da construção no município de Campina Grande-PB, os resultados indicaram que 4 entrevistados classificaram como péssima, 15 como ruim, 7 como regular e nenhum entrevistado classificou como ótima ou excelente (Figura 16). Esses resultados evidenciam a necessidade de melhorias na gestão de resíduos da construção na região.

**Figura 16** - Avaliação sobre a gestão de RCC do Município

**Fonte** – Elaborado pelo autor, 2023

Tratando sobre os principais desafios enfrentados na gestão de resíduos da construção na região, os entrevistados apontaram a falta de infraestrutura para a coleta seletiva e destinação adequada dos resíduos da construção na região (10), a pouca conscientização e engajamento dos cidadãos e das empresas em relação à separação e destinação adequada dos resíduos da construção na região (7), as dificuldades em encontrar locais adequados para o descarte e tratamento dos resíduos da construção na região (4) e a falta de recursos financeiros e técnicos para implementar tecnologias mais eficientes e sustentáveis na gestão de resíduos da construção na região (5). (Figura 17).

**Figura 17** - Avaliação dos desafios na gestão de RCC do Município

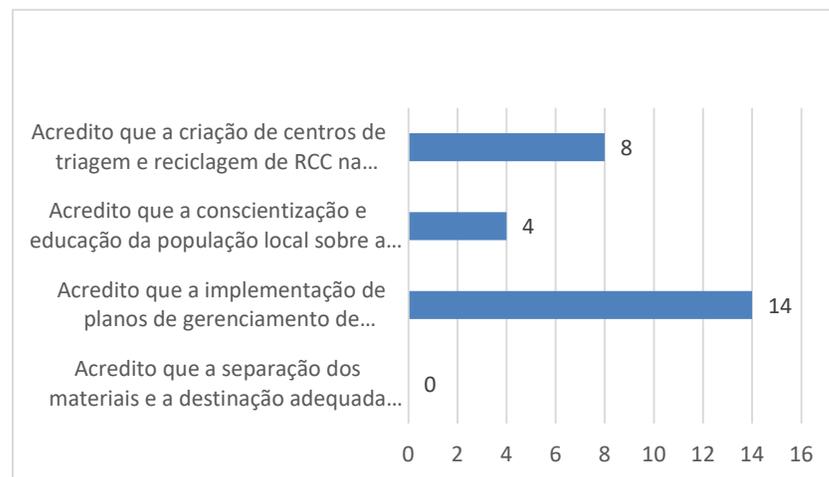
**Fonte** – Elaborado pelo autor, 2023

Acerca da importância da implementação de um plano de gerenciamento de resíduos da construção no município de Campina Grande-PB, a maioria dos

entrevistados (24) considerou essa medida como importante, urgente e necessário. Dois entrevistados consideraram importante, porém não é urgente e necessário, enquanto nenhum entrevistado respondeu que não é importante.

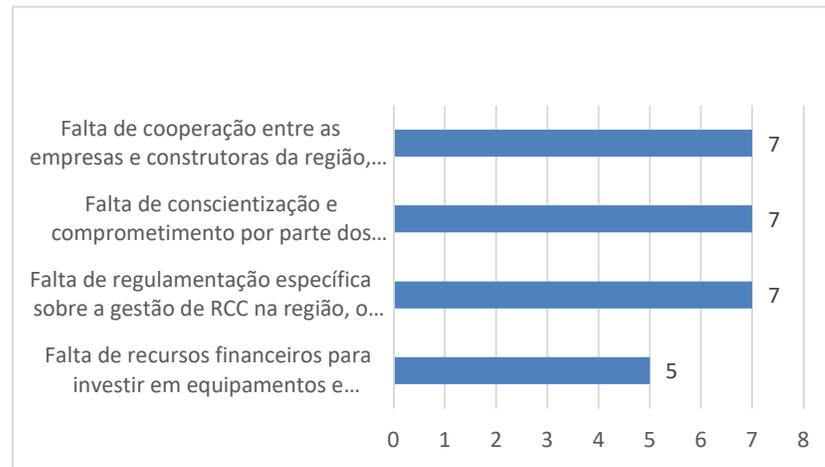
Sobre as melhores práticas para a gestão de resíduos da construção na região (Figura 18), 14 entrevistados acreditam que a implementação de planos de gerenciamento de resíduos da construção é uma das melhores práticas para a gestão de resíduos da construção na região, 4 acreditam que a conscientização da população quanto a separação e destinação de RCC contribuirá de modo mais eficaz a gestão de RCC, enquanto que 8 entrevistados acreditam que a melhor prática é a criação de centros de triagem e reciclagem de RCC.

**Figura 18** - Avaliação sobre as melhores práticas a serem adotadas na gestão de RCC no Município



**Fonte** – Elaborado pelo autor, 2023

Verificou-se que a falta de recursos financeiros para investir em equipamentos e infraestrutura necessários para a gestão de RCC na região foi apontada por 5 entrevistados como a principal barreira para a implementação de um plano de gerenciamento (Figura 19). Outra barreira significativa foi a falta de regulamentação específica sobre a gestão de RCC na região, apontada por 7 entrevistados. A falta de conscientização e comprometimento por parte dos geradores de RCC foi apontada por 7 entrevistados, assim como a falta de cooperação entre as empresas e construtoras da região, que não trabalham juntas para implementar um plano de gerenciamento de RCC, apontada por 7 entrevistados, dificultando a coleta e destinação adequada dos resíduos.

**Figura 19** - Avaliação dos principais desafios na gestão de RCC do Município

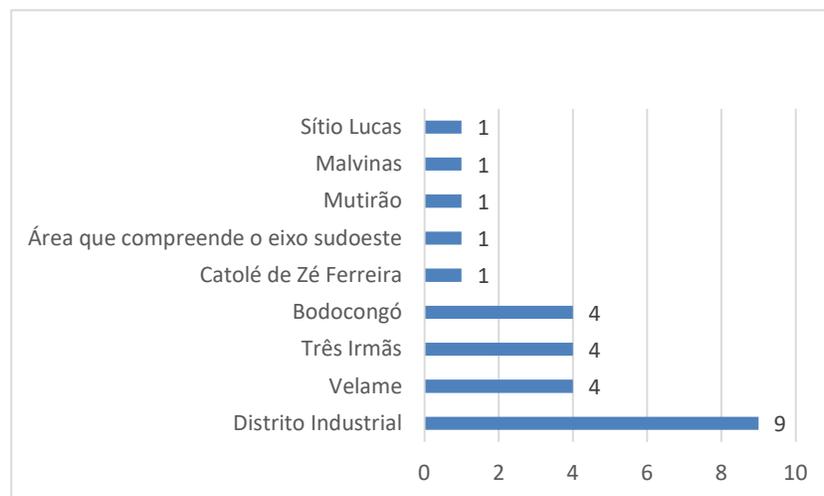
Fonte – Elaborado pelo autor, 2023

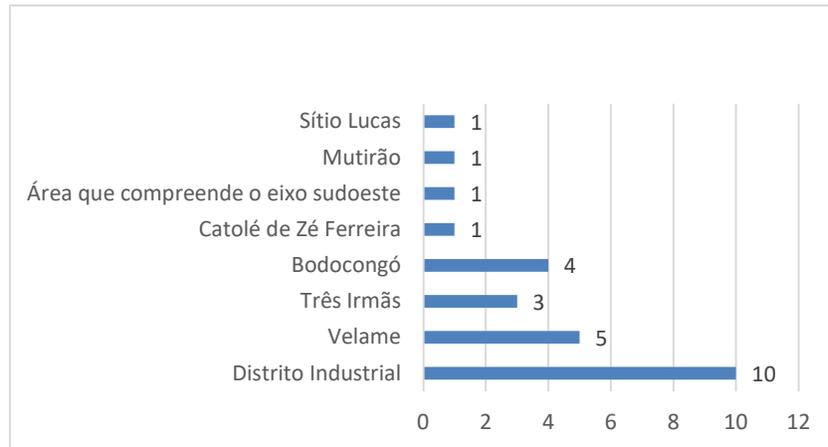
Em relação à evolução da gestão de resíduos da construção no município de Campina Grande-PB nos próximos anos (Figura 20), os entrevistados apresentaram diferentes visões. Enquanto alguns acreditam que haverá uma maior conscientização por parte dos cidadãos e das empresas em relação à importância da separação e destinação adequada dos resíduos da construção (2), resultando em uma gestão mais eficiente e sustentável desses resíduos, outros acreditam que a gestão de resíduos da construção no município ainda enfrentará muitos desafios (10), como a falta de recursos financeiros e de infraestrutura, a falta de conscientização por parte dos geradores de RCC, entre outros. No entanto, também foi apontado que nos próximos anos podem ser implementadas novas tecnologias e práticas mais sustentáveis na gestão de resíduos da construção (8), o que pode contribuir para reduzir o impacto ambiental desses resíduos e promover a economia circular, bem como a criação de novas políticas públicas e programas de incentivo para a gestão de resíduos da construção, o que pode facilitar a implementação de planos de gerenciamento de RCC na região (6).

**Figura 20** - Avaliação da evolução na gestão de RCC do município

**Fonte** – Elaborado pelo autor, 2023

Quanto à localização estratégica para comportar uma área de bota-fora (Figura 21 A), e uma usina de beneficiamento de RCC (Figura 21 B), os entrevistados apontaram o Distrito Industrial como a melhor opção. Isso se deve à sua localização privilegiada, próxima às principais vias de acesso da cidade, o que facilitaria o transporte dos resíduos. Além disso, a área é de grande porte, o que possibilitaria a implementação de uma usina de beneficiamento de RCC.

**Figura 21** - Avaliação sobre a disposição de uma área de Bota Fora e Usina de beneficiamento de RCC (Respectivamente)



**Fonte** – Elaborado pelo autor, 2023

A opinião dos entrevistados sobre sugestões para o PGRCC do Município variou entre outras práticas importantes que incluem a fiscalização e o monitoramento da gestão dos resíduos da construção, com o objetivo de garantir o cumprimento das normas e legislações ambientais, bem como a sensibilização e conscientização dos profissionais da construção civil sobre a importância da gestão adequada dos resíduos gerados durante as obras.

Sobre o incentivo, por parte do poder público, às empresas que gerirem corretamente o RCC oriundo de suas obras, um dos entrevistados pontuou: “Quando o poder público passar a dar incentivos em isenção de tributos, por exemplo ISS, para empresas e construtores que façam corretamente a coleta e o devido destino aos rcc , aí sim as coisas vão acontecer.”

É importante ressaltar que a gestão adequada dos resíduos da construção é fundamental para minimizar o impacto ambiental e garantir a sustentabilidade do setor. Além disso, a gestão adequada dos resíduos também pode trazer benefícios econômicos, como a redução dos custos com transporte e descarte de resíduos, além da geração de renda a partir da comercialização de materiais reciclados.

Dessa forma, a implementação de um PGRCC é uma prática importante para a região, visto que esses planos estabelecem procedimentos para a gestão adequada dos resíduos gerados nas obras, desde a separação e classificação até o transporte e

destinação final. Além disso, a implantação de políticas públicas para a gestão dos resíduos da construção civil, como incentivos fiscais e programas de capacitação para os profissionais da área, também pode contribuir para a melhoria do gerenciamento desses resíduos.

## 6 CONCLUSÕES

O descarte irregular de resíduos da construção civil pode causar graves impactos ambientais e à saúde pública, incluindo a proliferação de vetores de doenças, contaminação do solo e da água e riscos à saúde dos trabalhadores envolvidos na disposição e manuseio desses materiais.

Ao realizar a devida revisão bibliográfica é possível identificar que os resíduos da construção civil, especialmente concreto, tijolos e argamassa, podem ser reutilizados como material de construção e em técnicas construtivas sustentáveis, reduzindo a demanda por novos materiais e diminuindo os impactos ambientais associados à extração e produção de novos materiais. É importante continuar realizando estudos e análises sobre a utilização de resíduos da construção civil como material de construção.

Ao analisar a Legislação Ambiental competente conclui-se que gestão adequada dos resíduos da construção civil deve incluir tanto o descarte adequado quanto a possibilidade de reutilização desses materiais. A coleta seletiva e a reciclagem são medidas importantes para minimizar a quantidade de resíduos descartados inadequadamente e promover a economia circular na construção civil.

Ao pesquisar a opinião dos profissionais da área identifica-se que as autoridades públicas e as empresas do setor da construção civil devem trabalhar juntas para implementar políticas e programas eficazes de gestão e gerenciamento dos resíduos da construção civil que protejam o meio ambiente e a saúde pública, incentivem a economia circular e promovam a sustentabilidade na construção civil. Em suma, a gestão adequada dos resíduos de construção é crucial para mitigar impactos ambientais e garantir a sustentabilidade. A efetiva implementação do PGRCC exige uma abordagem colaborativa entre o governo, empresas, profissionais da construção civil e a comunidade. Investimentos em infraestrutura, conscientização e estímulo à reutilização e reciclagem são fundamentais.

Diante destas conclusões, recomenda-se a formulação de políticas públicas mais eficazes e programas educacionais voltados à gestão sustentável de resíduos de

construção. Parcerias com o setor privado e acadêmico para desenvolvimento de tecnologias inovadoras são igualmente importantes para soluções eficientes nesse gerenciamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAHVERDI, A.; et. al., **Use of construction and demolition waste (CDW) for alkali-activated or geopolymer cements**. In: Handbook of Recycled Concrete and Demolition Waste. [s.l.] Elsevier, 2013. p. 439–475.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15112/2004: **Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15113/2004: **Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15114/2004: **Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15115/2004: **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15116/2004: **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- BARROS, R. M. V. **Plano de gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil: um panorama de análise a partir da Resolução 307 do CONAMA**. Revista de Tecnologia da Construção, v. 14, n. 3, p. 23-40, 2019.
- BRASIL. Decreto nº 7404, de 23 de dezembro de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm). Acesso em 07/12/2021.
- BRASIL, DF. Lei nº 4.704, 20 de Dezembro de 2011. **Dispõe sobre a gestão integrada de resíduos da construção civil e resíduos volumosos**.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Manual para Implantação de Sistema de Gestão de Resíduos de Construção Civil em Consórcios Públicos**. Brasília, DF: Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, 2010.
- CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 307 de 5 de julho de 2002**.
- ETN, 2000. **Use of recycled materials as aggregates in the construction industry**. ETN Recycl. Constr. 2 (3 & 4), 1e12.
- FERNANDES, E.M., et al., 2009. In: Elsamex Portugal, S.A. (Ed.), **Recycled**

**aggregates for unbound sub-base pavement layers** (in Portuguese), (Elsamex Portugal, S.A., Aveiro, Portugal).

FREITAS, C. F.V., *et al.* **Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (Rcd): Um Estudo de Caso na Usina de Beneficiamento de Resíduos de Petrolina-Pe.** Revista de Gestão Social e Ambiental. São Paulo, v.10, n. 1, p. 93-109.

GUIMARÃES, R. F., *et al.* (2012). **Avaliação de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) Livre: Estudo de Caso utilizando o QGIS.** Geografia, 37(1), 105-119.

IBGE, **Aspectos Regionais do Município de Campina Grande – PB**, disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/campina-grande/panorama>. Acessado 8 de agosto de 2022.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil.** Relatório de Pesquisa. Brasília, 2019.

KARPINSK, L. A. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental.** EDIPUCRS, 2009.

LARA, J. M. *et al.* **Leptospirose no município de Campinas, São Paulo, Brasil: 2007 a 2014.** Rev Bras Epidemiol [internet]. 2019 [acesso em 2023 mar 7]; (22):2007-14. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-790X2019000100417&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2019000100417&lng=pt&tlng=pt).

LEE, Y.P.K., *et al.*, 2011. **Beneficial Use of Recycled Concrete Aggregate for Utility Trench Reinstatement**, 7th International Conference on Road and Airfield Pavement Technology. Bangkok, Thailand, p. 8.

LIMA, R. A. **“Identificação dos Locais de Descarte Inadequado de Resíduos da Construção Civil na Área Urbana do Município de Campina Grande – PB”, 2019-2020.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – UEPB. P 79, 2020.

MELO, C. *et al.*, **Processo de calcinação da gipsita/resíduo em um forno rotativo contínuo para a produção de gesso beta reciclável.** Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

MENDONÇA, M. J. C. **“O Crédito Imobiliário No Brasil e Sua Relação Com a Política Monetária”.** Revista Brasileira de Economia, vol. 67, no 4, dezembro de 2013, p. 457–95. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1590/S0034-71402013000400005>.

NAGALLI, André. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

NANNI, M. R., *et al.* (2017). **Spatial Distribution of Potential Landslides in the Municipality of Nova Friburgo (RJ) Using the QGIS Free Software.** Brazilian Journal of Geology, 47(2), 339-355.

OLIVEIRA, R. F. *et al.* **Sistema de Cobertura Final de Um Aterro Sanitário para a RMB de Belém–PA, com Emprego de Resíduos da Construção Civil.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental [2238-8753]. 2017. V.:6 n.:3 p.:592.

PINHEIRO, S. M. M. **Gesso reciclado: avaliação das propriedades para uso em componentes**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2011.

PMGIRS - **Plano Municipal da Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos do município de Campina Grande – PB**. Diagnostico\_2204\_VF | SESUMA. Disponível em [https://sesuma.org.br/gestao-de-residuos-solidos/diagnostico\\_2204\\_vf/](https://sesuma.org.br/gestao-de-residuos-solidos/diagnostico_2204_vf/). Acessado 8 de agosto de 2022.

SILVA, R.V. *et al.* **Use of recycled aggregates arising from construction and demolition waste in new construction applications**. Journal of Cleaner Production, v. 239, p. 11811200, 2019.

