UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE ENGENHARIAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ANA CATHERINE MONTEIRO MARQUES

# SUBSÍDIOS PARA CONCEPÇÃO DE PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO PARA UMA OBRA DE UM RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

MOSSORÓ/RN
2023

ANA CATHERINE MONTEIRO MARQUES

# SUBSÍDIOS PARA CONCEPÇÃO DE PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO PARA UMA OBRA DE UM RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.
**Orientadora**: Maria Josicleide Felipe Guedes **Profa. Dra.**

MOSSORÓ/RN

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M775s MONTEIRO MARQUES, ANA CATHERINE .
SUBSÍDIOS PARA CONCEPÇÃO DE PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO PARA UMA OBRA DE UM RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR / ANA CATHERINE MONTEIRO MARQUES. - 2023.
55 f. : il.

Orientadora: Maria Josicleide Felipe Guedes.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil, 2023.

1. Resíduos sólidos. 2. canteiro de obras. 3. diretrizes para manejo adequado. I. Felipe Guedes, Maria Josicleide , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automáto em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ANA CATHERINE MONTEIRO MARQUES

# SUBSÍDIOS PARA CONCEPÇÃO DE PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO PARA UMA OBRA DE UM RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 19/05/2023.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente
gov.br
MARIA JOSICLEIDE FELIPE GUEDES
Data: 26/05/2023 14:38:10-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Maria Josicleide Felipe Guedes, **Profa. Dra.** (UFERSA)
Presidente

Documento assinado digitalmente
gov.br
SOLANGE APARECIDA GOULARTE DOMBRO
Data: 26/05/2023 15:10:08-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Solange Aparecida Goularte Dombroski, **Profa. Dra.** (UFERSA)
Membro Examinador Interno

Documento assinado digitalmente
gov.br
FRANCISCO DAS CHAGAS DA COSTA FILHO
Data: 26/05/2023 14:57:22-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Francisco das Chagas da Costa Filho, **Prof. Dr.** (UFRPE)
Membro Examinador Externo

## AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus por sempre me guiar e abençoar diante das conquistas e dificuldades da vida.

Á minha mãe, meus avôs, meus padrinhos e minha tia Maria por nunca medirem esforços para me ver alcançar meus objetivos. Além de ensinarem a cada dia ser uma mulher melhor, a vocês devo tudo que me tornei. Amo vocês.

E ninguém menos importante dedico tudo que conquistei e ainda conquistarei no decorrer daminha vida, meu bisavô Odílio, quem me viu crescer e me ensinou o que é ser uma pessoa íntegra e caráter.

Minha orientadora Josicleide Guedes pelos ensinamentos, paciência, conselhos nos momentos difíceis e por compartilhar seus conhecimentos onde me ajudaram na elaboração deste trabalho, sem você não teria sido possível. És uma grande profissional e um ser humano ímpar a qual tenho grande admiração.

A toda equipe da A&C Construções, por compartilhar todo conhecimento adquirido nesses últimos 2 anos, em especial a Claudio, vocês foram um pilar essencial na profissional que me tornei.

E aos meus amigos que me ajudaram nessa reta final, seja por meio de incentivo ou um simples “você vai conseguir! ”: Malu, Giovana, Renatha, Rita, Iara, Jandira, onde todos os incentivos para conseguir essa vitória foram primordiais.

E ao meu grupo fifis, onde fiz mais que amigas de profissão, obrigada por acreditarem em mim, e incentivarem para que esse momento se tornasse possível Luanda, Marah e Giovana.

Agradeço, por fim e não menos importante, às colaborações dos membros da banca, que dedicaram tempo para contribuir na melhoria desta pesquisa.

Nenhuma abundância de recursos resiste ao impacto de uma exploração sem retorno.

Paulo Nogueira Neto

## RESUMO

O gerenciamento inadequado dos resíduos da construção civil (RCC) resulta em inúmeros impactos socioambientais negativos, tais como: degradação e contaminação do solo, poluição da água, proliferação de vetores, potencialização dos efeitos de enchentes nos centros urbanos, entre outros. Diante desses malefícios, é fundamental definir, implementar e fiscalizar políticas públicas adequadas com o intuito de garantir o gerenciamento correto desta tipologia de resíduos. Nessa perspectiva, ressalta-se o amparo legal, por meio da Política Nacional de Resíduos Sólidos, para elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) pelos geradores. Diante deste contexto, esta pesquisa teve por objetivo subsidiar a concepção de PGRCC para uma obra de um residencial multifamiliar no município de Mossoró-RN. Para tanto, fez-se levantamento de informações por meio de legislações vigentes e de outros estudos pertinentes, diagnóstico com aplicação de questionário e visitas no canteiro de obras. Como resultado, observaram-se fragilidades em todas as etapas do gerenciamento dos RCC no canteiro e falta de ações de conscientização ambiental com os colaboradores da obra.



**Palavras-chave:** Resíduos sólidos, canteiro de obras, diretrizes para manejo adequado.

## ABSTRACT

Inadequate management of Civil Construction Waste (CCW) results in numerous negative socio-environmental impacts, such as soil degradation and contamination, water pollution, the proliferation of vectors, and potentiation of the effects of floods in urban centers, among others. In the face of these harms, it is essential to define, implement and supervise adequate public policies to guarantee the correct management of this type of waste. In the meantime, the legal support is highlighted by its generators through the National Solid Waste Policy for the elaboration of the Civil Construction Waste Management Plan (CCWMP). Given this context, this paper aims to support the design of CCWMP for a construction of a multifamily residential in Mossoró-RN city. To this end, information was collected through current legislation and other relevant papers, diagnosis, an application of a questionnaire and visits to this construction site. As a result, construction weaknesses were observed in all stages of CCW management at the construction site, and a lack of environmental awareness actions among construction workers.



**Key-words:** Solid waste, construction site, guidelines for proper management.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização do município de Mossoró – RN ..... 24
Figura 2 - Canteiro da obra estudada ..... 25
Figura 3 - Fachada frontal da obra ..... 26
Figura 4 - Fluxograma com etapas metodológicas da pesquisa ..... 26
Figura 5 - Resíduo Classe A identificada na obra estudada ..... 31
Figura 6 - Resíduo Classe A encontrado na obra estudada ..... 31
Figura 7 - Exemplificação de bombonas de armazenamento de resíduos ..... 32
Figura 8 - Caminhão compactador de coleta de resíduos domiciliares ..... 33
Figura 9 - Exemplificação de caminhão basculante ..... 33
Figura 10 - Exemplificação de resíduos Classe A ..... 35
Figura 11- Exemplo de resíduos Classe B e D da obra estudada ..... 35
Figura 12 - Exemplo de local de acondicionamento dos resíduos ..... 38
Figura 13 - Exemplo de caixas estacionárias ..... 38
Figura 14 - Exemplificação de cronograma de implementação ..... 42
Figura 15 – QR Code de vídeo explicativo sobre manejo dos RCC ..... 43
Figura 16 - Pontos importantes a serem implementados dentro do canteiro de obras ..... 44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Estimativa de geração de RCC na obra ..... 36
Tabela 2 - Estimativa de resíduos de acordo com suas classes ..... 36

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Leis Federais que regem sobre os resíduos sólidos.....21
Quadro 2 - Normas brasileiras referentes aos resíduos da construção civil.....21
Quadro 3 - Classificação dos resíduos do canteiro de obras.....34
Quadro 4 - Exemplificação de resíduos de acordo com suas classes.....39

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ABRELPE | Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública |
| ABRECON | Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição |
| CONAMA | Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| IBAMA | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IDEMA | Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente |
| IPA | Instituto de Pesquisa Avançada |
| MMA | Ministério do Meio Ambiente |
| MTR | Manifesto de transporte de resíduos |
| NBR | Norma Brasileira |
| PGRS | Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos |
| PNRS | Política Nacional de Resíduos Sólidos |
| RCC | Resíduos da Construção Civil |
| RS | Resíduos Sólidos |
| RSU | Resíduos Sólidos Urbanos |
| SEMURB | Secretaria Municipal de Infraestrutura, Meio Ambiente, Urbanismo e Serviços Urbanos |

**SUMÁRIO**

**1. INTRODUÇÃO ..... 14**
**2. OBJETIVOS ..... 16**
**2.1. Objetivo geral ..... 16**
**2.2. Objetivos específicos ..... 16**
**3. REFERENCIAL TEÓRICO ..... 17**
**3.1. Indústria da construção civil ..... 17**
**3.2. Conceito de resíduos sólidos e resíduos da construção civil ..... 17**
**3.3. Legislação e normas aplicáveis ..... 20**
**3.4. Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil ..... 21**
**4. METODOLOGIA ..... 24**
**4.1. Descrição da área de estudo ..... 24**
**4.2. Etapas metodológicas da pesquisa ..... 26**
4.2.1. Etapa 1: Levantamento de dados ..... 27
4.2.2. Etapa 2: Classificação e caracterização dos resíduos sólidos ..... 27
4.2.3. Etapa 3: Subsídios para concepção de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) ..... 29
**5. RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 30**
**5.1. Diagnóstico do gerenciamento dos resíduos sólidos no canteiro de obras ..... 30**
**5.2. Classificação dos resíduos sólidos ..... 34**
**5.3. Caracterização dos resíduos sólidos ..... 35**
5.3.1. Caracterização física ..... 35
**5.4. Diretrizes para concepção de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em obras residenciais multifamiliares ..... 37**
5.4.1. Coleta dos resíduos ..... 37
5.4.2. Acondicionamento ..... 37
5.4.3. Transporte ..... 39
5.4.4. Tratamento/destinação ..... 40
5.4.5. Disposição final ..... 41
5.4.6. Monitoramento e controle ..... 41
5.4.7. Ações preventivas e corretivas no manejo de resíduos sólidos ..... 42
**6. CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 45**
**APÊNDICE A – PLANTA BAIXA DO EMPREENDIMENTO ..... 53**

**APÊNDICE B – ROTEIRO DA ENTREVISTA (COM RESPOSTAS) ..... 54**

# 1. INTRODUÇÃO

Devido o crescente avanço da sociedade, o setor da construção civil cresce exponencialmente, corroborando com uma grande geração de resíduos oriundos de construção e de demolição, e uma pequena parcela de resíduos domésticos, onde uma gestão ineficiente pode ocasionar diversos problemas ambientais (SILVEIRA, 2018).

Segundo dados da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2020), o Brasil gerou cerca de 100 milhões de toneladas de resíduos da construção e demolição (RCD) no ano de 2020. Logo, diante dos dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) foram coletados cerca de 48 milhões de toneladas de RCD no Brasil em 2021; o que demonstra que pouco menos da metade dos resíduos gerados são coletados por parte dos seus geradores ou órgãos responsáveis (ABRELPE, 2022"a").

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regida pela Lei Federal n° 12.305/2010, instituiu o marco regulatório para a gestão dos resíduos no Brasil, reunindo um conjunto de princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes visando a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, apresentando um grande avanço para sociedade brasileira (BRASIL, 2010).

Salienta-se também que a Lei Federal n° 12.305/2010 tem como um dos objetivos fundamentais estabelecidos a ordem de prioridade para a gestão dos resíduos, que deixa de ser voluntária e passa a ser obrigatória, compreendendo: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

No art. 3 da referida lei, inciso IV, define-se geradores de resíduos sólidos como "pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades" (BRASIL, 2010). No entanto, vale ressaltar que os resíduos da construção civil (RCC), diferentemente dos resíduos domiciliares, são de responsabilidade do seu gerador, como mostra o art. 20, inciso II da lei supracitada. Dessa forma, quem gera RCC é responsável pelo gerenciamento ambientalmente adequado, o qual inclui as etapas de acondicionamento, coleta, transporte, tratamento/destinação e disposição final desses resíduos.

Assim, a PNRS indica o plano de gerenciamento como um meio de controle e planejamento para o correto manuseio dos resíduos sólidos. Esse plano deve compreender um conjunto de ações, tais como: diagnóstico, caracterização dos resíduos e procedimentos operacionais, a fim de garantir que os resíduos sejam gerenciados de forma adequada, além do

desenvolvimento de uma consciência ambiental e sustentável por parte dos geradores (BRASIL, 2010). Diante o exposto, o presente trabalho teve como objetivo subsidiar a concepção de plano de gerenciamento de resíduos da construção civil, tendo como base um estudo de caso de uma obra de um residencial multifamiliar no município de Mossoró-RN.

# 2. OBJETIVOS

## 2.1. Objetivo geral

Subsidiar a concepção de plano de gerenciamento de resíduos sólidos para obra de um residencial multifamiliar no município de Mossoró-RN.

## 2.2. Objetivos específicos

- Identificar as fragilidades e potencialidades no gerenciamento de resíduos sólidos do canteiro de obras;
- Propor diretrizes para o correto manejo dos resíduos sólidos;
- Auxiliar os geradores de resíduos da construção civil na elaboração de planos de gerenciamento em obras similares.

# 3. REFERENCIAL TEÓRICO

## 3.1. Indústria da construção civil

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a construção civil representou uma parcela de 6,9% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, no ano de 2022 (IBGE, 2022"a"). A cadeia produtiva do segmento, além de se destacar no âmbito econômico, ainda está associada à capacidade de geração de empregos formais, informais e se configura como o maior consumidor de matérias primas, tais como areia, brita, entre outros (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

Diante das diversas atividades que são executadas pelo setor, tais como construção, reforma, demolição, manutenção entre outras, a indústria da construção civil dá origem a uma expressiva massa de resíduos que são prejudiciais à saúde pública e ao meio ambiente, seja pela forma da sua disposição final em aterros e bota-fora, pela segregação ou acondicionamento em locais irregulares (TAVARES, 2003).

Apesar de apresentar pontos positivos na sociedade, esse setor também acarreta pontos negativos no que tange as questões ambientais, devido ao alto consumo de insumos naturais, há alta demanda energética e alta geração de resíduos sólidos, além da disposição em locais irregulares (MASUERO, 2022).

Assim, para Silva (2020) a urbanização acelerada, resultante do rápido adensamento das cidades, gerou o crescimento do setor da construção civil, acarretando a larga exploração dos recursos naturais e ocasionando elevados índices no que tange geração de resíduos da construção civil (RCC).

Segundo dados da ABRECON (2020), o Brasil gerou cerca de 100 milhões de toneladas de resíduos da construção e demolição (RCD), sendo 29% desses resíduos oriundos na região Nordeste. Para reduzir esses impactos negativos é necessária não só uma compreensão sobre a geração dos RCC, mas também a compreensão de sua gestão (YUAN et al., 2010).

## 3.2. Conceito de resíduos sólidos e resíduos da construção civil

A Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, define resíduos sólidos como:

> Qualquer material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas

> particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010, art. 3º, inciso XVI).

O correto gerenciamento dos resíduos sólidos está diretamente associado à sua classificação e caracterização. Sobre sua classificação, ocorre através da verificação da origem e periculosidade, já a sua caracterização se dá por meio da forma física, química e biológica, gerando manejo seguro e uma destinação adequada (PINTO et al., 2001).

No que se refere à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), art. 13, a classificação dos resíduos se dá quanto à sua origem e a sua periculosidade (BRASIL, 2010). Quanto à origem, os resíduos sólidos classificam-se em:

> Resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas diárias, como em casas, apartamentos e demais;
> Resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
> Resíduos sólidos urbanos: resíduos de limpeza urbana e domiciliares;
> Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas "b", "e", "g", "h" e "j" da lei federal 12.350/2010, onde dependem do tipo de atividade desenvolvida;
> Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea "c";
> Resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais, onde variam de acordo com as atividades, podendo ainda ser classificados como classe I, classe II e classe III;
> 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;
> Resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
> Resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
> Resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;
> Resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis (BRASIL, 2010, art. 13).

Quanto à periculosidade se classificam em:

> Perigosos (classe I): são classificados de acordo com as suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, apresentando risco a saúde pública e qualidade ambiental e em hipótese alguma, devem ser descartados em aterros;
> Não perigosos (classe II), que se subdividem em:
> não inertes (classe II-a): possuem propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água";

> inertes (classe II-b): não possuem propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água, quando analisados em amostras representativas (BRASIL, 2010, art. 13).

A gestão dos resíduos da construção civil teve diretrizes, procedimentos e critérios estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 307 de 2002, além de trazer a classificação para o correto gerenciamento e diminuir os impactos ambientais gerados (BRASIL, 2002).

Para efeito da resolução supracitada, os RCC são classificados em 4 classes, sendo elas:

> I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
> a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
> b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
> c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
> II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso; (Redação dada ao inciso pela Resolução CONAMA nº 431, de 24.05.2011, DOU 25.05.2011)
> III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (NR) (Redação dada ao inciso pela Resolução CONAMA nº 431, de 24.05.2011, DOU 25.05.2011)
> IV - Classe "D": são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (Redação dada ao inciso pela Resolução CONAMA nº 348, de 16.08.2004, DOU 17.08.2004) (BRASIL, 2002, art. 3º).

Os RCC compõem-se basicamente de resíduos difíceis de se degradar ou não degradáveis, o que os difere dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no quesito de disposição do solo, pois tendem a não ter volume diminuído com o decurso do tempo (MMA, 2022).

No entanto, os RCC podem conter uma grande diversidade de aglomerados, tendo em vista uma formação por materiais inertes, de baixo risco e que causam impactos ambientais devido à construções, reparos, reformas e demolição de obras de construção civil, que geram os denominados entulhos de obras (AMORIM, 2021).

De acordo com a Resolução CONAMA n° 307/2002, os RCC não podem ser dispostos em áreas de bota-foras, encostas de rios, corpos d'água, terrenos vazios ou áreas protegidas por lei; condicionando ainda, nesse ínterim, uma discussão sobre a responsabilidade dos geradores quanto ao seu manejo (BRASIL, 2002).

### 3.3. Legislação e normas aplicáveis

Em agosto de 2010, foi instituída a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) pela Lei Federal n° 12.305/2010, onde dispõe princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos para o gerenciamento de resíduo sólidos, e com ela surge a necessidade de criação de planos de gerenciamento integrado de resíduos por parte das esferas públicas e privadas, além de mostrar as responsabilidades dos seus geradores (BRASIL, 2010).

O art. 20 da Lei Federal n°12.305/2010 estabelece os segmentos que estão sujeitos a sua elaboração, como as empresas da construção civil, sendo responsáveis pela implementação, a fim de estarem em conformidade com todos regulamentos e normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), com intuito de diminuir os impactos ambientais (BRASIL, 2010).

A aprovação dessa Política passa a se tornar uma nova perspectiva ao cenário nacional, devido sua visão sobre a regulamentação de gestão adequada dos resíduos. A lei também inclui questões dos âmbitos sociais e econômicos, em vias de manter a manutenção da qualidade ambiental (IPEA, 2012).

Outro instrumento legal existente, especificamente para a construção civil, é a Resolução CONAMA n° 307 (BRASIL, 2002), que dispõe acerca do gerenciamento dos resíduos da construção civil, no que tange a minimizar ou apresentar diretrizes para subsidiar o manejo adequado dos RCC. Como principal instrumento para o correto gerenciamento dos resíduos, a resolução traz instruções para a elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) por partes de seus geradores, sejam de pessoas físicas, jurídicas, públicas ou privadas – que atuem no setor da construção civil (CONAMA, 2002).

Para que seja possível desenvolver um PGRCC é necessário considerar algumas leis federais e normas, indicadas nos Quadros 1 e 2.

**Quadro 5 - Leis Federais que regem sobre os resíduos sólidos**

| Documentos | Descrição |
|---|---|
| Resolução CONAMA n° 307 (BRASIL, 2002) | Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC. |
| Resolução CONAMA n° 348 (BRASIL, 2004) | Altera a Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. |
| Resolução CONAMA n°431/2021 | Altera o art. 3o da Resolução no 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. |
| Resolução CONAMA n°448/2012 | Altera os arts. 2º, 4º , 5º , 6º , 8º , 9º , 10 , 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002 , do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. |
| Resolução CONAMA n°469/2015 | Altera art. 3º da Resolução CONAMA nº 307/2002. Altera a Resolução CONAMA no 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil |
| Lei Federal n°12.305 (BRASIL, 2010) | Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. |
| Decreto n° 10.936 (BRASIL, 2022) | Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. |

Fonte: Autora (2023).

**Quadro 6 - Normas brasileiras referentes aos resíduos da construção civil**

| Normas | Descrição |
|---|---|
| NBR 15.112 (ABNT, 2004) | Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. |
| NBR 15.113 (ABNT, 2004) | Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. |
| NBR 15.114 (ABNT, 2004) | Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. |
| NBR 15.115 (ABNT, 2004) | Procedimentos para execução de camadas de pavimentação utilizando agregados reciclados de resíduos da construção. |
| NBR 13.221 (ABNT, 2017) | Transporte terrestre de resíduos. |
| NBR 10.004 (ABNT, 2004) | Resíduos sólidos (classificação). |

Fonte: Autora (2023).

## 3.4. Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

Diante do que rege as normativas, o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) é uma premissa importante por tratar-se de um documento técnico, essencial para o cumprimento da Política Nacional dos Resíduos Sólidos. No PGRS são identificadas as

tipologias, as quantidades e as características de cada tipologia de resíduos gerados, indicando também as formas ambientalmente corretas para seu manejo (BRASIL, 2010).

O gerenciamento de resíduos sólidos é definido a partir dos aspectos tecnológicos e operacionais, que passam a envolver as etapas administrativas, gerenciais, econômicas e ambientais, nas ações desempenhadas durante as etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação final dos resíduos e disposição final dos rejeitos, de acordo com o plano de gerenciamento (BRASIL, 2010).

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) é uma derivação do PGRS, específico para o setor, o qual aborda os processos de geração e manejo, garante a segregação adequada, medidas de redução, reuso e reciclagem, além de melhorar a eficiência dos resíduos no canteiro de obras (AJAYI et al., 2015; BRUM; HIPPERT, 2012).

De acordo com Silva (2020), um plano de gerenciamento bem elaborado pode reduzir o excedente de materiais descartados e conduzidos para aterros, assim como prevenir diversas contrariedades, a fim de estabelecer responsabilidades ao gerador com o meio ambiente, a sociedade e os seus trabalhadores, proporcionando uma economia considerável no custo final do empreendimento.

Já para Barbosa (2017), a implementação do plano de gerenciamento de resíduos deve considerar a cultura organizacional e o tipo de atividade geradora, pois podem existir diversos tipos, nos quais exigem diferentes soluções.

Para Miranda e Lima (2019), quando há implementação do PGRS em uma empresa é necessário adaptar a realidade e estabelecer critérios importantes, tais como: descrição da empresa; diagnóstico; definição dos responsáveis no processo; definição das soluções compartilhadas com agentes externos de coleta; metas na questão de minimizar a geração de resíduos sólidos; programas de conscientização e treinamento dos funcionários para efetividade e continuidade do plano, bem como a fiscalização.

De acordo com o art. 21 da Lei Federal nº 12.305/2010, o plano de gerenciamento de resíduos sólidos deve contemplar o conteúdo mínimo a seguir:

> I - Descrição do empreendimento ou atividade;
> II - Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;
> III - observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:
> explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos; b) definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;

> IV - Identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores; V - ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;
> VI - Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, à reutilização e reciclagem;
> VII - se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do art. 31;
> VIII - medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;
> IX - Periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do Sisnama.
> § 1º O plano de gerenciamento de resíduos sólidos atenderá ao disposto no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos do respectivo Município, sem prejuízo das normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa.
> § 2º A inexistência do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos não obsta a elaboração, a implementação ou a operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos sólidos.
> § 3º Serão estabelecidos em regulamento:
> I - Normas sobre a exigibilidade e o conteúdo do plano de gerenciamento de resíduos sólidos relativo à atuação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
> II - Critérios e procedimentos simplificados para apresentação dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos para microempresas e empresas de pequeno porte, assim consideradas as definidas nos incisos I e II do art. 3 o da Lei Complementar no 123, de 14 de dezembro de 2006, desde que as atividades por elas desenvolvidas não gerem resíduos perigosos (BRASIL, 2010, art. 21).

Logo, se faz necessário direcionar-se pelas diretrizes apresentadas na PNRS, devido à alta geração de RCC correlacionada com o seu mau gerenciamento, e que, consequentemente, gera diversos impactos socioambientais promovido pelo uso irracional dos recursos naturais e sua destinação final ambientalmente inadequada. (ALMEIDA, 2020).

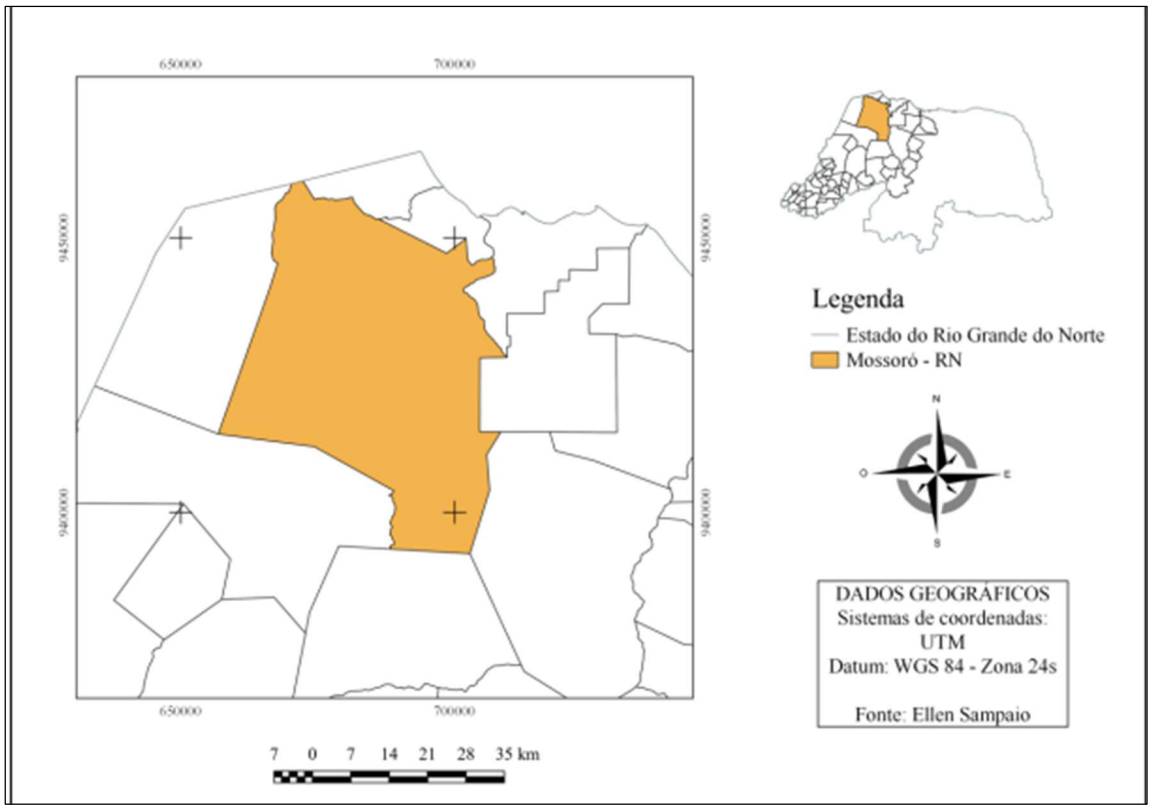
Assim, para requerer a licença ambiental junto ao órgão responsável, o empreendedor deve produzir o PGRCC específico para obra, bem como implementar o processo no canteiro durante a execução do empreendimento (BRASIL, 2010).

# 4. METODOLOGIA

## 4.1. Descrição da área de estudo

O estudo de caso foi desenvolvido no município de Mossoró, no oeste do estado do Rio Grande do Norte, Figura 1. Localizado entre duas capitais, Natal-RN e Fortaleza-CE, em uma distância aproximada de 281 km e 245 km, respectivamente. O município de Mossoró-RN apresenta uma população estimada de 303.792 habitantes, além de ser o segundo município mais populoso do estado, com uma densidade demográfica de 123,76 hab/km² (IBGE, 2021).

**Figura 1 - Mapa de localização do município de Mossoró – RN**




Fonte: Almeida (2020).

O município em questão possui Plano de Saneamento Básico Setorial para Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos desde agosto de 2012, e o Plano Municipal de Saneamento Básico, esse aprovado em dezembro de 2019. Os planos buscam melhorias para o saneamento básico, incluindo o manejo de resíduos sólidos, para atender as diretrizes da Lei Federal n° 12.305/2010. É importante destacar que, no município, essa responsabilidade é cometida à Secretaria Municipal de Infraestrutura, Meio Ambiente, Urbanismo e Serviços Urbanos (SEMURB), para o manejo dos resíduos sólidos de pequenos geradores.

No entanto, suas atividades são gerenciadas tanto por empresas privadas quanto pelo próprio município (START, 2019). Por exemplo, o gerenciamento de resíduos da construção civil é de responsabilidade do gerador; já no com relação aos resíduos sólidos urbanos, estes são de responsabilidade de uma empresa terceirizada.

O município utiliza três áreas para disposição final dos resíduos sólidos coletados pela Prefeitura (alguns sendo utilizados de forma irregular), sendo elas: o aterro sanitário, que recebe os resíduos sólidos domiciliares (classe II A – não inertes); o aterro de resíduos da construção e demolição (RCD) e resíduos de poda; e a Piçarreira Chico Mendes, aterro onde também são dispostos os RCD e os resíduos de poda (MOSSORÓ; START, 2016).

Foi definido como área de estudo uma obra de um condomínio residencial, dentro da zona urbana do município de Mossoró-RN, classificada como multifamiliar. Apresenta uma área construída de 834 m² e 16 unidades habitacionais, localizado na rua Chico de Clara Dois Montenegro, bairro Santo Antônio, com as seguintes coordenadas -5.171576, -37.347287, ilustrado na planta baixa no Apêndice A.

A obra em questão (Figuras 2 e 3) contava com uma equipe de 16 funcionários, além do quadro administrativo, que estava alocado no escritório central. No canteiro de obras sua estrutura física estava disposta por meio de central de betoneira, armação, armazenamento de resíduos, almoxarifado, cozinha e alojamento. O horário de expediente dos funcionários era de segunda a sexta-feira, nos turnos manhã e tarde, das 6h30min às 17h00min, dispondo de horário de almoço.

**Figura 2 - Canteiro da obra estudada**

Fonte: Autora (2021).

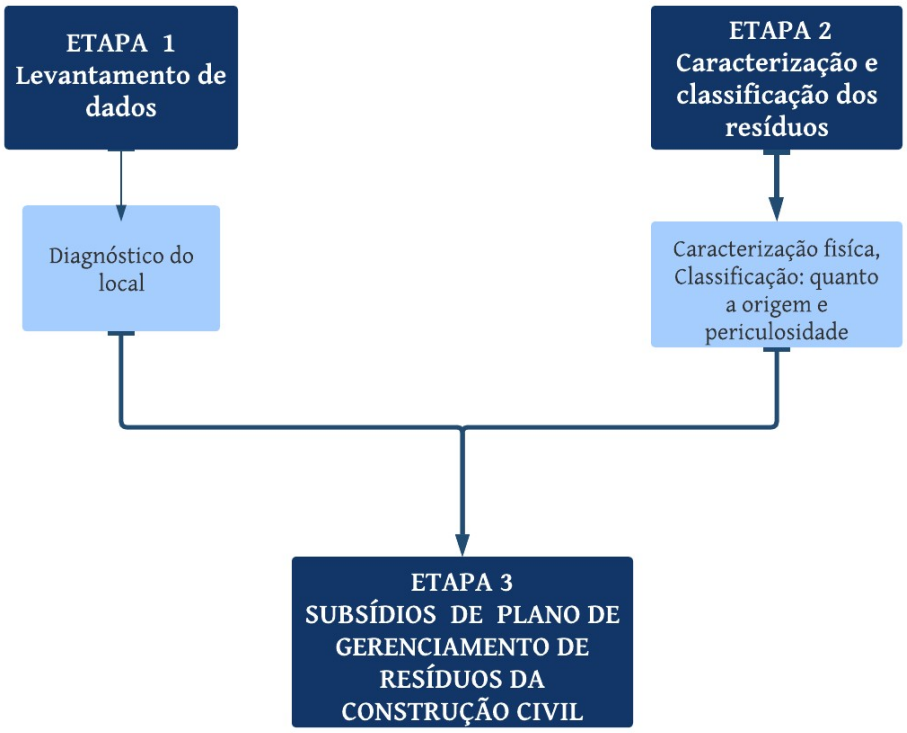
**Figura 3 - Fachada frontal da obra**

Fonte: Autora (2021).

## 4.2. Etapas metodológicas da pesquisa

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram seguidas as etapas metodológicas sintetizadas na Figura 4.

**Figura 4 - Fluxograma com etapas metodológicas da pesquisa**




Fonte: Autora (2023).

Nos itens que seguem serão detalhadas cada uma das etapas supracitadas, que foram essenciais para subsidiar diretrizes para concepção de plano de gerenciamento de resíduos da construção civil referentes à obra de um residencial multifamiliar.

### 4.2.1. Etapa 1: Levantamento de dados

O diagnóstico englobou informações como tipos de geradores, composição dos resíduos, identificação dos materiais, caminho percorrido pelos resíduos dentro da obra até chegar em seu acondicionamento para as etapas posteriores do manejo, e, se há comercialização ou reutilização em outros processos.

Para a obtenção desses dados foi realizada uma visita *in loco*, além da aplicação de um questionário (Apêndice B) para os colaboradores presentes na obra, sendo um total de 16, mais coordenador de obra. Esse segundo passo buscou a obtenção do máximo de informações sobre o projeto, que vão desde a forma de geração de resíduo dentro do canteiro até a destinação e disposição final ambientalmente adequada para então utilizar como base para elaboração de PGRS. Por fim, conhecendo as características presentes no canteiro de obras e listadas todas as informações pertinentes, realizou-se o planejamento operacional, que incluiu as decisões quanto à segregação, armazenamento, transporte, tratamento/destinação e disposição final dos resíduos.

### 4.2.2. Etapa 2: Classificação e caracterização dos resíduos sólidos

A identificação dos resíduos se deu pela classificação e caracterização, tornando possível a separação correta de cada tipo por meio de levantamento quantitativo e qualitativo. A classificação dos resíduos foi feita quanto à sua origem ou periculosidade, de acordo com a Lei Federal nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010). Deste modo, os RCC podem ser classificados como Classe A, B, C e D; e quanto à periculosidade, em classe II-A e classe II-B. Já em relação à caracterização, foi feito de acordo com as características físicas.

De acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004), os resíduos ainda podem ser caracterizados de algumas formas, como a física (podendo ser estimado por meio do peso específico aparente), geração *per capita*, composição gravimétrica, teor de umidade e compressibilidade. Dito isso, o presente estudo foi acometido através do método de peso específico aparente e estimativa de geração de resíduos.

- Peso específico aparente ($\gamma$)

De acordo com IBAM (2001), o peso específico aparente é considerado como o peso do resíduo solto em função do volume ocupado, expresso em kg/m³, sem que ele tenha passado por algum processo de compactação ou segregação. Na ausência de dados mais precisos, podem-se utilizar os valores de 230 kg/m³ para o peso específico do resíduo doméstico, 280 kg/m$^3$ para os resíduos de serviço de saúde e 1.300 kg/m$^3$ para entulho de obras.

Para obter uma estimativa de resíduo gerado dentro do canteiro de obras, é necessário conhecer a área construída do empreendimento e o peso específico de entulhos de obra. Assim, a SEMURB (2018), utiliza a Equação 1 para obter a massa de resíduo de construção, sendo a proporção da área construída pelo peso do resíduo, 150 kg/m². Após saber a massa de resíduos da construção em kg, utilizou-se a Equação 2 para estimar o volume de resíduos de construção em m³.

$$MRCC = AC * \rho = AC * 150 \quad (1)$$

Onde:
$MRCC$ – Massa de resíduo da construção civil [kg];
$AC$ – Área construída do empreendimento [m²];
$\rho$ – Massa específica do resíduo da construção civil [kg/m²].

$$VRCC = \frac{MRCC}{\gamma} = \frac{MRCC}{1300} \quad (2)$$

Onde:
$VRCC$ – Volume de resíduo da construção civil [m³];
$MRCC$ – Massa de RCC estimada [kg];
$\gamma$ – Peso específico do resíduo da construção civil [kg/m³].

- Estimativa de geração de resíduos domésticos

A geração *per capita* é a estimativa de resíduos gerados diariamente pela quantidade de habitantes de determinada região ou pelo número de geradores. No caso do referido estudo, utilizou-se para cálculo a geração *per capita* de resíduos domésticos originados dentro de um

canteiro de obras, considerando uma estimativa entre 0,76 e 1,234kg/hab./dia, segundo a ABRELPE (2022).

Para a obtenção dos dados, a geração *per capita* foi considerada de acordo com dados da ABRELPE (2022), para região Nordeste. Em seguida, utilizou a geração *per capita*, pelo número de colaboradores (n° de pessoas), vezes o tempo da obra como mostra a Eq. 3, para estimar o peso total de resíduo doméstico gerado dentro do canteiro de obras.

$$Peso\ total\ = geração\ per\ capita * n°\ de\ pessoa * tempo\ da\ obra \quad (3)$$

Onde:

$Peso\ total$ – Massa de resíduos [kg];

$geração\ per\ capita$ – Massa de resíduos por habitante por dia [kg/hab/dia];

número de pessoas – Número funcionários na obra [hab];

$tempo\ obra$ – Tempo de execução da obra [dias].

Para a estimativa material de escavação, foi considerado o seu volume de nas etapas de fundação e instalações hidrossanitárias. Essas informações constam no memorial de cálculo da obra, mas especificamente da planilha orçamentária, disponibilizada pelos gestores da empresa.

### 4.2.3. Etapa 3: Subsídios para concepção de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC)

Após a execução das etapas descritas nos itens 4.2.1 a 4.2.2, a terceira etapa consistiu na indicação de subsídios para concepção de PGRCC, considerando o arcabouço legal vigente e literatura especializada.

# 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 5.1. Diagnóstico do gerenciamento dos resíduos sólidos no canteiro de obras

Com base na pesquisa qualitativa realizada por meio do Apêndice B e visitas *in loco*, foi possível observar quais os resíduos que estavam presentes no canteiro de obras. Com a análise do questionário, constatou-se que existia mais de uma origem de atividade geradora, sendo resíduos domésticos (Classe II-A), oriundos das atividades desenvolvidas pelos colaboradores dentro do canteiro de obras e resíduos da construção civil, provenientes da geração de metralhas, como resto de blocos solos, restos de madeiras, entre outros. (Classes A, B, C e D). Um detalhamento da classificação e caracterização dessas tipologias de resíduos é apresentada no item 5.2.

A partir das atividades geradoras dos resíduos, foram identificados os meios de coleta destes, sendo de duas formas, compreendendo uma fase interna e outra externa. A **coleta interna** dos resíduos foi constituída de acordo com a sua fonte geradora, classificada em resíduos domésticos e em resíduos da construção civil. A coleta dos resíduos domésticos era realizada por partes dos colaboradores e armazenados em sacos de resíduos comuns.

Já em relação as atividades de construção civil, classificados como Classe A, eram coletados com o auxílio de carros de mão ou baldes de tinta até o local do seu armazenamento por um colaborador. Após isto, quando havia um grande acúmulo, os resíduos eram coletados por meio de uma retroescavadeira e transportados com o auxílio de um caminhão basculante. Essa mesma logística de coleta ocorria para as demais classes de resíduos (Classes B, C e D).

Na obra em questão foi observado que toda a separação de resíduos não estava em conformidade com a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002), isto é, os resíduos não estavam sendo coletados ou armazenados conforme sua tipologia ou característica. Além disso, cabe destacar que para cada tipo de resíduo há um método de acondicionamento e local previamente reservado para armazenamento até sua disposição final, o que claramente não estava sendo cumprido.

Em relação à etapa de **acondicionamento**, ressalta-se que os resíduos domiciliares gerados pelos colaboradores do canteiro de obras eram armazenados em sacos plásticos e dentro de baldes de tinta até que ocorresse a coleta externa por parte da Prefeitura Municipal.

Com relação aos resíduos de obra (Classe A), estes eram acondicionados em um local próximo ao muro, sem identificação e, muitas vezes, sem uma segregação correta, como mostra as Figuras 5 e 6. Vale destacar que o acondicionamento dos RCC, classe C e D (incluindo os

resíduos perigosos oriundos do processo de construção, nas etapas de pintura, impermeabilização etc.), ocorria da mesma maneira que os resíduos da Classe A.

**Figura 5 - Resíduo Classe A identificada na obra estudada**

Fonte: Autora (2021)

**Figura 6 - Resíduo Classe A encontrado na obra estudada**

Fonte: Autora (2023)

O acondicionamento dos RCC deveria obedecer aos procedimentos operacionais estabelecidos pelo sistema de qualidade da empresa, que são regidos de acordo com o arcabouço legal vigente. Na obra, em alguns casos, o material era armazenado em bobonas padronizadas, de acordo com o código de cores da Resolução CONAMA n° 275 (BRASIL, 2002), sendo os resíduos de Classe B, tais como plástico, papelão, metal e vidro, conforme ilustra a Figura 7.

**Figura 7 - Exemplificação de bombonas de armazenamento de resíduos**

Fonte: Servidor da empresa (2023)

Após armazenado em locais próximos a saída da obra, os resíduos gerados no canteiro passavam por uma etapa de **coleta externa**, sendo realizada por meio de pessoas jurídicas (no caso dos RCC) ou pelo poder público (no caso dos resíduos domésticos); encarregados pela coleta externa, transporte, tratamento/destinação e disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos.

Portanto, no caso dos resíduos domésticos, Classe II-A, a coleta e disposição final era realizado pelo município, por meio de empresa habilitada por meio de licitação, a Vale Norte; já no caso dos resíduos da construção civil (Classe A, C e D) era de responsabilidade do empreendedor, no que concerne a contração de uma empresa privada com documentações do tipo alvará, licenças ambientais para que pudessem coletar e transportar os RCC do gerador até um aterro licenciado.

Contudo, a partir das observações realizadas in loco, pode-se constatar que a falta de armazenamento apropriado trouxe para o canteiro um aspecto de desorganização, com riscos de ocasionar acidentes de trabalho e até mesmo a proliferação de doenças.

O **transporte** dos resíduos domésticos era realizado três vezes na semana (terça, quinta e sábado) pela empresa Vale Norte, terceirizada pelo município de Mossoró, por meio de caminhões compactadores, de 15 ou 19 m³, como ilustra a Figura 8, e, eventualmente, por caçambas basculantes.

Em relação aos de construção civil (Classe A), como resto de alvenaria, escavação, resto de materiais como madeiras, sacos de cimento, metralha, entre outros, o transporte ocorria periodicamente por um caminhão basculante de 12 m³ (Figura 9), com auxílio de uma retroescavadeira particular, removido e disposto como bota-fora no meio ambiente por parte da própria construtora. A contratação de empresa licenciada para esta etapa do gerenciamento

ocorreu apenas uma vez no período de execução da obra (12 meses); neste caso os eram dispostos no aterro licenciado na BR-304 (trecho Mossoró).

**Figura 8 - Caminhão compactador de coleta de resíduos domiciliares**

Fonte: Google imagens (2023)

**Figura 9 - Exemplificação de caminhão basculante**

Fonte: Autora (2023)

Já no que se refere ao **tratamento/destinação**, essa etapa ocorria, apenas parcialmente, para os resíduos domésticos e RCC Classe B (garrafas de vidro, por exemplo), quando separados e destinados à coleta seletiva do município, que eventualmente passava na localidade do canteiro. No entanto, quando a coleta seletiva não ocorria de forma regular, os resíduos supracitados eram destinados à coleta dos resíduos comuns, sem a devida segregação. Portanto, o único tratamento/destinação dos resíduos sólidos ocorria apenas quando os resíduos domésticos e RCC (Classe B) eram destinados à reciclagem do município. Isto significa dizer que nenhum tratamento/destinação era empregado aos RCC, Classes A, C e D.

A **disposição final** dos resíduos domésticos era realizada por meio da empresa Vale Norte, de responsabilidade do município, sendo dispostos no aterro sanitário de Mossoró (localizado na BR-110, sentido Areia Branca-RN). Já a disposição final dos RCC ocorria como bota-fora, em locais viciados, pela construtora; ou no aterro licenciado na BR-304 (trecho Mossoró-RN).

## 5.2. Classificação dos resíduos sólidos

Após o diagnóstico sintetizado no item 5.1 e as visitas *in loco*, foram classificados os RCC gerados dentro do canteiro de obras, de acordo com o Quadro 3. Observou-se, por conseguinte, a predominância na geração de resíduo Classe A, que são os resíduos caracterizados como metralhas (Figura 10); e, em segundo, os resíduos Classe B, tais como papelão, plástico, metais, vidros entre outros (Figura 11), segundo a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002).

**Quadro 7 - Classificação dos resíduos do canteiro de obras**

| Tipos de resíduos | Classe A | Classe B | Classe C | Classe D |
|---|---|---|---|---|
| Prego e vergalhões | | X | | |
| Blocos cerâmicos, escavação | X | | | |
| Gesso | | X | | |
| Manta asfáltica | | | X | |
| Papel e papelão | | X | | |
| Vidro | | X | | |
| Óleos, solventes, tintas | | | | X |

Fonte: Autora (2023).

**Figura 10 - Exemplificação de resíduos Classe A**

Fonte: Servidor da empresa (2023)

**Figura 11- Exemplo de resíduos Classe B e D da obra estudada**

Fonte: Servidor da empresa (2023)

## 5.3. Caracterização dos resíduos sólidos

Conforme mencionado na metodologia, item 4.2.2, os resíduos sólidos foram caracterizados segundo o peso específico aparente e a geração *per capita.*

### 5.3.1. Caracterização física

A estimativa de resíduos da construção civil foi feita de acordo com as Equações 1 e 2 (item 4.2.2), obtendo durante a obra uma geração de RCC de aproximadamente 8 $m^3$/mês, no

qual levou em consideração o período de execução de 12 meses; obtendo uma projeção de 96,28 m³ para toda obra (Tabela 1).

**Tabela 1- Estimativa de geração de RCC na obra**

| Área construída (m²) | Massa de RCC estimada (kg) | Volume de RCC estimado (m³) | Volume de bota-fora estimado (m³) | Massa de solo estimada (kg) |
|---|---|---|---|---|
| 834,41 | 125.165,50 | 96,28 | 234,08 | 304,30 |

Fonte: Autora (2023)

Na Tabela 2, por sua vez, são apresentadas as estimativas da quantidade de RCC por classe: Classes A, B, C e D. Essa estimativa foi realizada considerando os seguintes percentuais: 60% dos resíduos foram considerados de Classe A, divididos em RCC e bota-fora; 30% de Classe B; e 5% de Classe C e D. Esses percentuais foram considerados de acordo com o Manual para Elaboração e Implantação de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, elaborado por Silva (2021).

**Tabela 2 - Estimativa de resíduos de acordo com suas classes**

| Estimativa de RCC | Massa de RCC (kg) | Volume de RCC (m³) |
|---|---|---|
| Estimativa de geração RCC | 75.096,90 | 57,77 |
| Estimativa (escavação) | 304,30 | 234,08 |
| Total Classe A | 75.401,20 | 291,85 |
| Total Classe B | 37.549,65 | 28,88 |
| Total Classe C | 6.258,28 | 4,81 |
| Total Classe D | 6.258,28 | 4,81 |
| **Total** | **125.469,80** | **330,36** |

Fonte: Autora (2023).

Ressalta-se, ainda, que cada empresa pode fazer sua própria estimativa de geração, de acordo com seus bancos de dados. Contudo, na ausência de dados primários da obra analisada, foram utilizados os percentuais de referência listados em Silva (2021).

Além do peso específico aparente, foi realizada uma estimativa da geração de resíduos no canteiro de obras. Segundo informações da ABRELPE (2022), a região Nordeste gera em torno de 0,790 kg/hab/dia de resíduos, e considerando um quadro de 16 funcionários fixos dentro do canteiro de obras, obteve-se uma geração de 4.613,60 kg para o período de 12 meses (365 dias).

## 5.4. Diretrizes para concepção de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em obras residenciais multifamiliares

Com base no diagnóstico realizado para o estudo de caso desta pesquisa e da classificação e caracterização dos resíduos, foram levantadas algumas diretrizes que devem ser consideradas para elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC).

### 5.4.1. Coleta dos resíduos

A coleta dos resíduos sólidos significa recolher o resíduo acondicionado por quem o produz para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e à disposição final (IBAM, 2001).

Nagalli (2014) diz que a coleta dos resíduos deve obedecer a alguns aparatos técnicos, principalmente com relação a frequência e forma. A frequência é estabelecida pela característica do resíduo, podendo ser diariamente, duas vezes por semana ou a depender da quantidade gerada ou o cronograma da obra.

Diante disto a coleta dos resíduos é dividida em duas etapas, a interna e externa, até a chegada no local apropriado para seu acondicionamento. Assim os serviços de coleta e remoção dos resíduos é realizado por empresas autorizadas, por meio de caminhões poliguindaste, caçamba basculante ou de maneira informal por veículos de porte animal (MENEZES, 2019).

### 5.4.2. Acondicionamento

O armazenamento dos resíduos deve ser realizado em locais e recipientes apropriados, de acordo com sua classe, de forma que sua separação assegure sua integridade até a tratamento/destinação e/ou disposição final. Assim, o espaço de armazenamento dever ser em um local estratégico dentro da construção: coberto, com piso, identificado e dividido entre os resíduos domésticos e os de construção civil.

Portanto, Nagalli (2014) entende que o local de armazenamento é compreendido como o local que o resíduo aguarda o encaminhamento correto até seu tratamento/destinação e/ou disposição final ambientalmente adequada. Ressalta-se que os locais de armazenamento podem ser em baias, tambores ou central de resíduos.

No entanto a Resolução CONAMA n° 307 (BRASIL, 2002) descreve formas de armazenamento dos resíduos da construção, sendo divididas por classe e podendo ser em bombonas, baias, caçambas estacionárias, entre outras, como as Figuras 12 e 13.

**Figura 12 - Exemplo de local de acondicionamento dos resíduos**

Fonte: Servidor da empresa (2023)

**Figura 13 - Exemplo de caixas estacionárias**

Fonte: Camargo caçambas (2023)

Vale salientar que é de suma importância manter os locais de acondicionamento/armazenamento limpos e organizados, de maneira a manter uma boa conservação dos recipientes, sendo necessário, também, ter a identificação adequada. Silva (2020) sugere alguns locais de armazenamentos temporários de acordo com as classes de RCC, como sugere o Quadro 4.

**Quadro 8 - Exemplificação de resíduos de acordo com suas classes**

| Classes | Destinação |
|---|---|
| Classe A | Caçambas estacionárias, baias. |
| Classe B | Bombonas revestidas de sacos de ráfia, bags. |
| Classe D | É importante isolar os materiais em uma baia, com proteção para evitar riscos de contaminação. |

Fonte: Adaptado de Silva (2020)

A Resolução CONAMA n° 7 (BRASIL, 2002) define como área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos como as áreas corretas para destinar o recebimento de RCC, seja para triagem, armazenamento dos materiais segregados até a destinação adequada por parte do seu responsável. Ainda podendo ressaltar que cada classe do resíduo tem um tipo de armazenamento apropriado segundo as normas técnicas e leis.

A NBR 11.174 (ABNT, 1990) estabelece que na execução e operação de um local para armazenamento de resíduos sólidos Classe II, seja eles inertes (Classe II-B) e não inertes (Classe II-A), “devem ser considerados aspectos relativos ao isolamento, sinalização, acesso à área, medidas de controle de poluição ambiental, treinamento de pessoal e segurança da instalação”.

### 5.4.3. Transporte

A Resolução CONAMA n° 307 descreve que o “transporte deve ser realizado por pessoas físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação” (BRASIL, 2002).

Para Nagalli (2014), o transporte dos resíduos se divide em duas fases, interno e externo. Após o acondicionamento e armazenamento adequado, se faz necessário que ocorra o transporte dos RCC. Primeiro deve ocorrer o transporte interno, por meio de funcionários designados para tal função, ou pela equipe da atividade geradora. Com relação ao transporte externo deve ocorrer por uma empresa especializada para este fim e devidamente legalizada, sendo recolhido as frações dos resíduos separadamente, de acordo com sua classe, para assim ocorrer a destinação correta.

A Portaria nº 280 (BRASIL, 2020) instituiu o cadastro no Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), documento de declaração e gestão por parte do seu gerador que estejam sujeitos à elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos. O cadastro mostra o tipo de resíduo, o gerador e a destinação, além de registrar quem efetua o transporte externo do resíduo, a fim de acompanhar o transporte e destinação ambientalmente adequados.

Portanto, o estado de conservação dos veículos transportadores dos resíduos deverá ser inspecionado para que não haja perdas durante o transporte, e, consequentemente a disposição em as vias públicas durante o transporte. Ressalta-se que as atividades deverão ser realizadas em turnos apropriados para evitar constrangimento junto à população que reside nas proximidades do canteiro de obras, devido à grande quantidade de ruídos gerados por máquinas e equipamentos. Além disso, a NBR 13.221 (ABNT, 2021) institui que:

> Os resíduos classificados como perigosos devem estar acondicionados em embalagens adequadas e identificados como previsto na legislação vigente e, durante o transporte, devem estar protegidos de intempéries, assim como devem estar devidamente acondicionados (amarrados, escorados et.) no veículo ou no equipamento de transporte, para evitar o seu deslocamento ou a sua queda (ABNT, 2021, item 4.1.3).

Assim, no município em questão existe algumas empresas licenciadas e responsáveis pelo correto transporte e destinação ambientalmente adequada. Essas empresas podem ser contratadas por grandes geradores e darem o devido destino ao resíduo de construção como estabelece as leis ambientais.

### 5.4.4. Tratamento/destinação

Segundo a PNRS, o tratamento dos resíduos inclui ações corretivas que podem trazer benefícios, como valorização dos resíduos, reinserindo-os na cadeia produtiva, promovendo a geração de emprego e renda, ganhos ambientais e o aumento da vida útil da operação dos locais de disposição final (BRASIL,2010). Assim, essas ações objetivam minimizar o potencial poluidor e a quantidade dos resíduos solidos, seja impedindo o descarte em locais inapropriados, seja transformando em materiais inertes.

A reutilização é um dos métodos estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 307 (BRASIL, 2002), que é um processo de reaplicação dos resíduos sem que ocorra mudanças físicas dos mesmos; já a reciclagem é o reaproveitamento dos resíduos, após ocorrer o processo de transformação.

A destinação dos RCC é orientada pela Resolução CONAMA n° 307, conforme as classes dos materiais gerados dentro do canteiro de obras:

> I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
> II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

> III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;
> IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas (BRASIL, 2002, art.10).

Levy (2017) apresenta a aplicação de agregados reciclados dentro do canteiro de obras para fabricação de concreto, onde é aplicado 20% desse agregado para a fabricação das peças. Já Silva (2017) apresenta em seu estudo de caso, a utilização de agregados reciclados gerados no canteiro de obras para fabricação de pisos intertravados na aplicação de calçadas.

A reciclagem dos resíduos da construção civil proporciona a melhoria da paisagem urbana, elimina grande parcela dos bota-fora clandestinos e possibilita uma melhor qualidade de vida para os habitantes, além de reduzir os custos operacionais da administração pública com a remoção dos RCC (CARVALHO, 2003).

Outro aspecto importante para o tratamento correto dos resíduos é a logística reversa, que estabelece um conjunto de ações que visam a coleta e restituição dos produtos e resíduos para o reaproveitamento em seu ciclo produtivo ou em outros, ou ainda em forma de destinação final ambientalmente adequada, com a vigência da Lei n° 12.305/2010 (BRASIL, 2010) e Decreto Federal nº 10.936 (BRASIL, 2022).

### 5.4.5. Disposição final

De acordo com a Resolução CONAMA n° 307 “os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de ‘bota-fora’, em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei” (BRASIL, 2002, art. 4, § 10). Se tratando da disposição ambientalmente adequada, todo o resíduo tem um padrão operacional de descarte, ou seja, tem um local pré-estabelecido e locais licenciados pelo órgão fiscalizador do estado, o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA), ou pelo setor de meio ambiente do município para sua destinação.

### 5.4.6. Monitoramento e controle

Para Silveira (2018), as gestões ineficientes no que concerne os resíduos sólidos podem trazer diversos malefícios a sociedade e ao ambiente de trabalho, tais como proliferação de vetores, acidentes de trabalho, impactos ao redor da obra. Logo, é necessário a fiscalização e o

esclarecimento sobre as leis por parte dos órgãos públicos, para que ocorra a conscientização por parte da sociedade, ou seja tenha uma educação ambiental.

A geração de RCC está associada a fatores que fazem parte do dia a dia da obra, tais como falta de gerenciamento nos canteiros, mão de obra insuficiente com relação ao gerenciamento de resíduos, desperdício de materiais devido a projetos mal elaborados ou gerenciados, como relata Souza (2021). Assim estratégias, medidas de gerenciamento e pesquisas estão sendo dedicadas a redução, reciclagem e tratamento dos resíduos da construção civil.

Segundo Silva (2021), por meio de um cronograma de implementação de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) é possível realizar o planejamento, quantificar a posição e o volume dos condicionadores, com base no quantitativo e nos tipos de resíduos gerados em cada fase da obra. Por isso, é importante dispor do cronograma, conforme esquematizado na Figura 14, apontando a origem para cada etapa do serviço, os principais tipos de gerações de RCC por processos construtivos. É importante ter um responsável técnico por parte do administrativo para servir de apoio e instruir os colaboradores sobre o gerenciamento dos resíduos.

**Figura 14 - Exemplificação de cronograma de implementação**

| CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO PGRSCC | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MESES DO ANO 2021/2022 | abril | maio | junho | julho | agosto | setembro | outubro | novembro | dezembro | janeiro | fevereiro | março | abril |
| PLANEJAMENTO | | | | | | | | | | | | | |
| Definição do responsável pelo PGRSCC | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Características do local | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Conhecendo os Resíduos | | ■ | | | | | | | | | | | |
| Implantando ações ambientais | | ■ | | | | | | | | | | | |
| IMPLEMENTAÇÃO | | | | | | | | | | | | | |
| Preparação do local de armazenamento dos resíduos | | | ■ | | | | | | | | | | |
| Inauguração e treinamento | | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| MANUTENÇÃO | | | | | | | | | | | | | |
| Acompanhamento e monitoramento | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Levantamento | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Atividades de informação e sensibilização | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Implementação do PGRSCC | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

Fonte: Servidor da empresa (2021)

### 5.4.7. Ações preventivas e corretivas no manejo de resíduos sólidos

A etapa de planejamento dentro do plano é imprescindível. Além do monitoramento das etapas dentro do canteiro, essa metodologia pode deixar a gestão mais eficiente e auxiliar a conscientização ambiental diante de seus colaboradores.

Para isso, é preciso disponibilizar meios para que os colaboradores possam participar com eficiência no processo, a exemplo de palestras, campanhas de conscientização, sistema de premiação para quem mantiver o ambiente de trabalho limpo e organizado, até usar os meios eletrônicos para divulgar vídeos autoexplicativos. Na Figura 15 é exemplificado pelo QR Code como planejar adequadamente as etapas da obra.

**Figura 15 – QR Code de vídeo explicativo sobre manejo dos RCC**

Fonte: Famobel produções (2021)

As palestras deverão ser realizadas periodicamente, com os temas de consumo e produção consciente de resíduos, as consequências da má destinação, a importância da reciclagem, entre outros assuntos correlacionados.

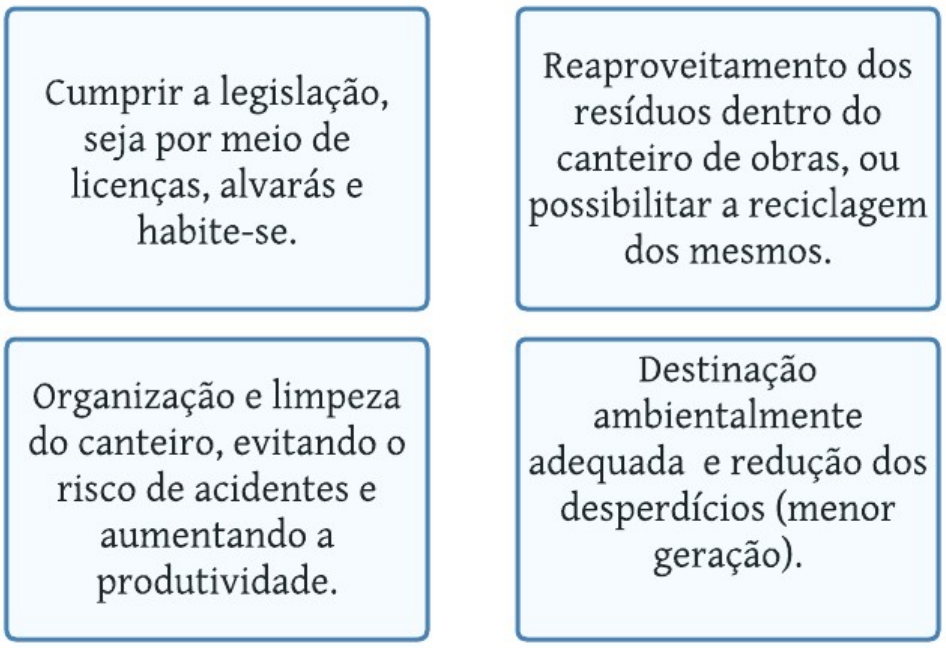
A etapa de minimização dos RCC pode ser correlacionada com a equipe de qualidade da empresa em questão, onde poderão ser realizadas vistorias semanais por parte do técnico de edificação ou estagiário nos métodos construtivos dentro do canteiro. Desta forma, minimizam-se os erros de execução e, consequentemente, o desperdício de materiais.

Além de minimizar no processo de segregação, pode ser feito o encaminhamento para reutilização em outros processos antes da destinação, tais como compostagem (para os resíduos orgânicos), reciclagem, incineração, reutilização e aterro sanitário.

Para Lordêlo (2007) a reciclagem do RCC pode trazer algumas vantagens tanto para empreendedor como para o meio ambiente, tais como, redução dos gastos com a destinação dos resíduos, redução da poluição e do consumo de energia, além da redução do volume de resíduos encaminhados ao aterro.

Portanto, após conhecer e saber como deve ser uma gestão adequada e eficiente no que concerne a implementação de um PGRCC, a Figura 16 mostra pontos importantes a serem planejados, implementados e monitorados dentro de um canteiro de obras.

**Figura 16 - Pontos importantes a serem implementados dentro do canteiro de obras**




Fonte: Autoria própria

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diagnóstico do gerenciamento dos resíduos da construção civil na obra residencial multifamiliar apontou fragilidades em todas as etapas do manejo, desde o acondicionamento até a disposição final dos RCC, perpassando pela ausência de ações de conscientização ambiental no canteiro de obras.

Deste modo, diretrizes foram apontadas para subsidiar a elaboração de PGRCC em obras similares. A concepção de plano adequado, atendendo ao arcabouço legal vigente, pode contribuir para a gestão de resíduos sólidos, com ênfase na minimização da geração, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação adequados, antes da disposição final destes resíduos.

De acordo com o que foi apresentado, observou-se que há um desperdício significativo de materiais na área em estudo, boa parte sendo armazenados de forma inadequada, seguido de uma ausência de destinação e disposição final em pontos viciados no município, prejudicando o meio ambiente. Pode-se inferir ainda que, em alguns casos, a fiscalização por parte do poder público no que tange a área dos resíduos sólidos é ineficiente e a ausência de informações gera prejuízos a todos (sociedade e meio ambiente).

Para as construtoras e profissionais, esta pesquisa tem aplicação direta, considerando que um PGRCC compila as informações mais importantes sobre as práticas efetivas aqui investigadas, o que proporciona um direcionamento importante para a elaboração de planos e a sua implantação, além da capacitação do setor.

Em geral, falta sensibilização ambiental no gerenciamento de resíduos e no manejo adequado por parte dos gestores, e o baixo discernimento ambiental por parte dos colaboradores acarreta um baixo nível de segregação dos resíduos. Por isso, é de extrema importância haver um profissional responsável apto para gerenciar os resíduos nas construções e é significativo o incentivo ao treinamento das equipes de obra.

**REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, Ellen Maria Sampaio. **Utilização de veículo aéreo não tripulado na quantificação de áreas de disposição inadequada de resíduos da construção civil.** 77 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro de Engenharias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO (ABRECON). Disponível em: <Notícias - Abrecon> Acesso em 21 de jun. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDEUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Portal da ABRELPE**, 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/> Acesso em 20 de jun. de 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDEUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos solidos no Brasil em 2022.** Brasil, 2022 “a”. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em 18 de mar. de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004:** Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15.112:** resíduos da construção civil e reśíduos volumosos: áreas de transbordo e triagem: diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15.113**: 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. **ABNT NBR 15.114**: resíduos sólidos da construção civil: áreas de reciclagem: diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15.115**: procedimentos para execução de camadas de pavimentação utilizando agregados reciclados de resíduos da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13221:** transporte terrestre de resíduos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

BARBOSA, Adriane Rangel. **Análise e operacionalização de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos:** estudo de caso na ESMPU e PR/DF. 125 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. Cerâmica, São Paulo, v. 61, n. 358, p. 178 - 189, abr./jun. 2015.

BRASIL. Lei N° 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: Poder Executivo, Brasília, DF, 2 ago. 2010.

BRASIL**.** Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, n. 117, p. 80, 19 jun. 2001.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, n. 136, p. 95-96, 5 jul. 2022.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 431, de 5 de maio de 2011. Estabelece diretrizes, critérios procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, n. 136, p. 95-96, 5 jul. 2011.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 448, de 5 de maio de 2012. Estabelece diretrizes, critérios procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF,2012.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 469, de 5 de julho de 2015. Estabelece diretrizes, critérios procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF,2015.

CANEJO, Carlos. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**: múltiplas perspectivas para um gerenciamento sustentável e circular. Rio de Janeiro: Freitas Bastos Editora, 2021.

CRUZ, Elvis Enéas Santana da. **Gestão de resíduos sólidos nas atividades administrativas de uma construtora de condomínio residencial:** um estudo de caso na cidade de João Pessoa-PB**.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2017.

HEMPE, Cléa; NOGUERA, Jorge Orlando Cuellar. A educação ambiental e os resíduos sólidos urbanos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 5, n. 5, p. 682-695, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados**: Mossoró (RN). Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/mossoro.html>. Acesso em: 07 ago. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema de Contas Nacionais Trimestrais**. Brasil, 2022"ª". Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5932#/n1/all/v/6563/p/202104,202201,202202,202203,202204/c11255/all/d/v6563%201/l/v,p,t+c11255/resultado>. Acesso em: 15 mar. 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil 2012.** Brasil, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_constr ucao_civil.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2023.

IBAM, **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos** / José Henrique Penido Monteiro [et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 2001. 200 p.

LEVY, Salomon Mony. Materiais Reciclados na Construção Civil. In: ISAIA, Geraldo Cechella (ed.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais.** 3. ed. São Paulo: Ibracon, 2017. Cap. 50. p. 1633-1667

LORDÊLO, P. M.; EVANGELISTA, P. P. A.; FERRAZ, T. G. A. **Gestão de resíduos na construção civil: redução, reutilização e reciclagem**. Salvador: SENAI-BA, 2007. 86 p.
MASUERO, Angela Borges. Desafio da Construção Civil: crescimento com sustentabilidade ambiental. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 26, 2022.

MENEZES, Rodrigo Emanuel do Nascimento. **Gerenciamento adequado para destinação final dos resíduos da construção civil em Mossoró**. 2019.

Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos / José Henrique Penido Monteiro ...[et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p.; 21,0 x 29,7cm

MOSSORÓ; START. Plano Municipal De Saneamento Básico Do Município De Mossoró-RN. Produto C – diagnóstico técnico-participativo. Mossoró, 2016. (Versão Preliminar).

MOSSORÓ; START. Plano Municipal De Saneamento Básico Do Município De Mossoró-RN. Produto K – diagnóstico técnico-participativo. Mossoró, 2019. (Relatório final).

NAGALLI, André. **Gerenciamentos de resíduos solidos na construção civil**. São Paulo: Oficina de Textos Edição, 2014.
PREFEITURA MUNICIPAL DE MOSSORÓ/RN. **Produto C – Diagnóstico Técnico-Participativo**. Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Mossoró/RN. Mossoró, 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NATAL. **Formulário de gerenciamento de resíduo da construção civil:** construção. Natal: SEMURB de Natal/RN, 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JUNDIAÍ. **Disponível em:** <Jundiaí é destaque no ranking das cidades mais 'limpas' | Notícias (jundiai.sp.gov.br)> Acesso em 14 de mai. 2023.

RODRIGUES, Daniela Carolina. **Proposição de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos para o Centro Integrado de Operação e Manutenção da Casan (CIOM).** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SILVA, Allyson Leandro Bezerra; MORAIS, Paulo Alexandre da Rocha. Análise do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no município de Mossoró-RN. In: VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 5, Porto Alegre. **Anais**: IBEAS: Porto Alegre. 2015.

SILVA, Maria Aliny Souza. **Proposta de distribuição espacial de pontos de entrega voluntária para recebimento de resíduos de construção e demolição**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Engenharias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020.

SILVEIRA, Augusto de lima. **Gestão de resíduos sólidos: cenários e mudanças de paradigma.** Curitiba**:** InterSaberes, 2018.

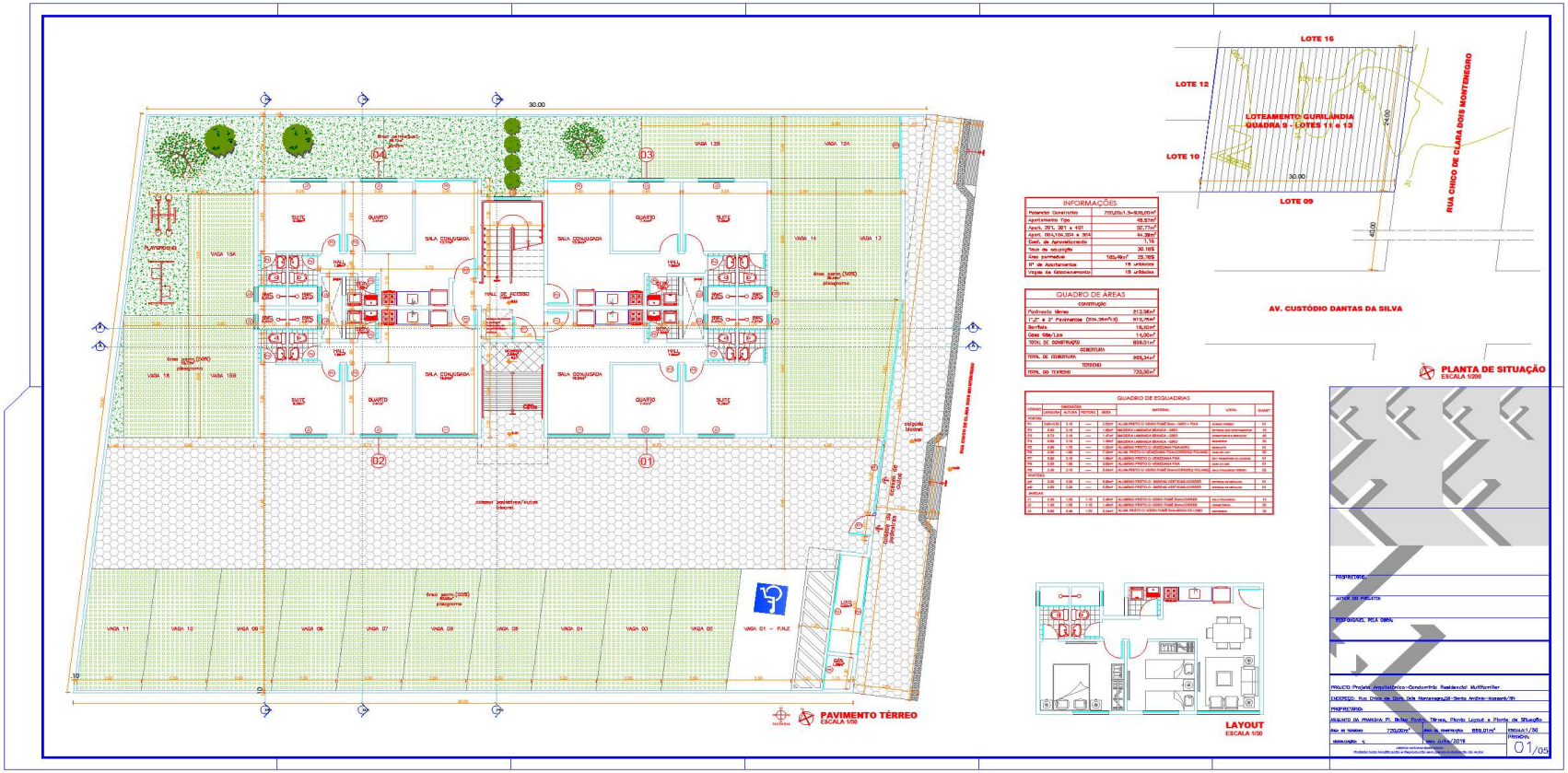
SOUZA, Lisandra Natália de; GONÇALVES, Pedro Henrique Pereira; FERREIRA, Rafael de Souza. **Gerenciamento de resíduos na construção civil em uma obra no município de Pouso Alegre-MG**. 14 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Coordenação do Curso de Engenharia Civil, Pouso Alegre, Minas Gerais, 202**1.**

BRECHANDO**,** Mossoró já está em clima de Natal, inclusive nos caminhões de lixo, **Disponível em**: <Mossoró já está em clima de Natal, inclusive nos caminhões de lixo – Brechando>Acesso em 25 de abril de 2023.

CAMARGO CAÇAMBAS, **Disponível em**: <CAMARGO CAÇAMBAS | Caçambas em Itú (cacambasemitu.com.br)> Acesso em 25 de abr. de 2023.

Famobel produções**, Disponível em**:<EXPLICANDO SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CÍVIL - YouTube> Acesso em 15 de mai. de 2023

# APÊNDICE A – PLANTA BAIXA DO EMPREENDIMENTO



## APÊNDICE B – ROTEIRO DA ENTREVISTA (COM RESPOSTAS)

**Quanto aos TIPOS de resíduos gerados:**

1. Qual caracterização do resíduo?

2. Quais são eles?

3. Quais as áreas que geram os resíduos?

4. Como se dá a SEGREGAÇÃO dos resíduos?

5. Como se dá o ACONDICIONAMENTO dos resíduos?

**Quanto à IDENTIFICAÇÃO:**

6. As embalagens utilizadas para o acondicionamento são identificadas pelo símbolo correspondente ao tipo de resíduo que contém?

**Quanto ao ARMAZENAMENTO:**

7. Existe nesta obra um local exclusivo para armazenamento dos resíduos gerados?

**Quanto à COLETA INTERNA:**

8. Quem é responsável pela coleta interna dos resíduos gerados?

9. Qual é a periodicidade com que é efetuada a coleta dos resíduos gerados nesta obra?

**Quanto ao TRANSPORTE INTERNO:**

10. Qual é a forma utilizada para transportar os resíduos do local onde é gerado até onde é efetuada a coleta externa?

**Quanto ao TRATAMENTO INTERNO:**

11. Os resíduos gerados nesta obra recebem algum tipo de tratamento antes da coleta externa e/ou disposição final?

**Quanto à COLETA EXTERNA:**

12. Quem é responsável pela coleta externa dos resíduos gerados?

**Quanto ao TRATAMENTO EXTERNO:**

13. Os resíduos gerados na obra recebem algum tipo de tratamento externo?

**Quanto à DISPOSIÇÃO FINAL:**

14. Qual é o tipo de disposição final dada aos resíduos gerados na obra?

**Quanto à REUTILIZAÇÃO dos resíduos em geral:**

15. É feita a reutilização de algum tipo de produto químico ou de algum outro resíduo?

**Quanto à RECICLAGEM de resíduos:**

16. Por favor, há algum tipo de resíduo desta obra que é encaminhado para reciclagem?

17. No caso de haver resíduo/rejeito líquido, como é feito seu DESCARTE?

**Quanto aos DADOS da obra:**

18. Quantos funcionários tem na obra?

19. Quantos turnos de funcionamento?

20. Quantos banheiros?

22. Você sabe o que é coleta seletiva?

23. A empresa ou funcionários já participaram de treinamentos, cursos, palestras sobre resíduos sólidos?

24. Os funcionários utilizam copos descartáveis ou outro tipo de copo?

25. Você acha interessante os funcionários participarem de oficinas, treinamentos e cursos sobre resíduos sólidos?