

**INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA**

**CAMPUS FLORIANÓPOLIS**

**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

**CURSO SUPERIOR DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**LUCAS MACHADO DE FREITAS**

**Avaliação dos resíduos sólidos da construção civil gerados na execução da  
supraestrutura, desforma e alvenaria em uma obra residencial multifamiliar**

**FLORIANÓPOLIS, 2022**

**INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA**

**CAMPUS FLORIANÓPOLIS**

**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

**CURSO SUPERIOR DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**LUCAS MACHADO DE FREITAS**

**Avaliação dos resíduos sólidos da construção civil gerados na execução da  
supraestrutura, desforma e alvenaria em uma obra residencial multifamiliar**

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido ao Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa  
Catarina como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Civil.

Orientadora:

Profª Drª Elivete Carmen Clemente Prim

**FLORIANÓPOLIS, 2022**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Freitas, Lucas Machado de  
Avaliação dos resíduos sólidos da construção civil gerados na execução da supraestrutura, desforma e alvenaria em uma obra residencial multifamiliar / Lucas Machado de Freitas; orientação de Elivete Carmen Clemente Prim. - Florianópolis, SC, 2022.

78 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico de Construção Civil.

Inclui Referências.

1. Construção civil. 2. Resíduos da construção civil.
3. Multifamiliar. I. Carmen Clemente Prim, Elivete. II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. Avaliação dos resíduos sólidos da construção civil gerados na execução da supraestrutura, desforma e alvenaria em uma obra residencial multifamiliar.


# AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL GERADOS NA EXECUÇÃO DA SUPRAESTRUTURA, DESFORMA E ALVENARIA EM UMA OBRA RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

**LUCAS MACHADO DE FREITAS**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.


Florianópolis, 27 de julho de 2022.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 ELIVETE CARMEN CLEMENTE PRIM  
Data: 30/08/2022 19:10:58-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Elivete Carmen Clemente Prim, Dra.

Documento assinado digitalmente  
 REGINALDO CAMPOLINO JAQUES  
Data: 30/08/2022 20:26:01-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Reginaldo Campolino Jacques, Me.

IFSC  
Documento assinado digitalmente  
 JULIANA GUARDA DE ALBUQUERQUE  
Data: 30/08/2022 19:48:00-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Juliana Guarda de Albuquerque, Me.

IFSC

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Emerson e Silvana, por todo o apoio dado durante toda minha vida. Sempre me deram força, condições e incentivo para que eu pudesse me evoluir cada dia mais.

A minha namorada, Tainá, que me apoiou e me ajudou no desenvolvimento do trabalho, e por toda paciência durante essa fase.

A todos os professores do Instituto Federal de Santa Catarina que estiveram presentes nestes anos de aprendizado, em especial à professora e minha orientadora, Elivete Carmen Clemente Prim, pela amizade que construímos e por todo o suporte dado, sempre se mostrando disposta em ajudar.

Aos meus colegas de sala, João, Leonardo e Arthur, que me ajudaram muito nos estudos e fizeram parte dessa jornada do começo ao fim.

## RESUMO

Devido à alta participação no desenvolvimento do Brasil, a indústria da construção civil é uma grande consumidora de recursos naturais, além de ser a maior geradora de resíduos sólidos no país. A falta de conhecimento das principais origens dos resíduos contribui para a alta geração dos mesmos em canteiros de obras. O presente trabalho de conclusão de curso tem como objetivo analisar os resíduos sólidos da construção civil (RCC), e assim fazer um levantamento de custos extras causados pela geração destes resíduos, em um empreendimento residencial multifamiliar localizado no município de Florianópolis, Santa Catarina. No desenvolvimento deste projeto, foram utilizados métodos organizacionais, que consistem em um fluxograma com as etapas a serem seguidas, e uma tabela de necessidades, requisitos e especificações-meta, a fim de atingir os resultados de forma mais objetiva. Para realizar esta pesquisa, foi necessário o repasse de dados pela empresa responsável do empreendimento e também o acompanhamento presencial na obra, com intuito de elaborar uma avaliação dos RCC gerados. Foram gerados 320m<sup>3</sup> de madeira e 76,5m<sup>3</sup> de entulho, custando à obra um valor de R\$13.060,00 para disposição final e R\$402.284,18 de material. Por fim, foram avaliados os resultados obtidos e proposto soluções de melhorias para minimização tanto de impactos ambientais quanto econômicos.

**Palavras-chave: Construção civil. Resíduos da construção civil. Multifamiliar.**

## **ABSTRACT**

Due to the high participation in the development of Brazil, the civil construction industry is a major consumer of natural resources, in addition to being the largest generator of solid waste in the country. The lack of knowledge of the main sources of waste contributes to the high generation of waste at construction sites. This course conclusion work aims to analyze solid waste from civil construction (RCC), and thus make a survey of extra costs caused by the generation of this waste, in a multifamily residential development located in the city of Florianópolis, Santa Catarina. In the development of this project, organizational methods was used, which consist of a flowchart with the steps to be followed, and a table of needs, requirements and target specifications, in order to achieve the results more objectively. To accomplish this research, it was necessary to pass on data by the company responsible for the project and also to monitor the work in person, in order to draw up an assessment of the RCC generated. 320m<sup>3</sup> of wood and 76.5m<sup>3</sup> of rubble were generated, costing to construction R\$13.060,00 for final disposal and R\$402.284,18 for material. Finally, the results obtained were evaluated and improvement solutions were proposed to minimize both environmental and economic impacts.

**Key words: Civil construction. Civil construction waste. Multifamily**

## **LISTA DE FIGURAS**

- FIGURA 1** - Hierarquia do sistema de gerenciamento de resíduos
- FIGURA 2** - Tabela 1 de resultados da pesquisa
- FIGURA 3** - Tabela 2 de resultados da pesquisa
- FIGURA 4** - Quadro resumo da quantificação dos resíduos
- FIGURA 5** - Fluxograma das etapas do desenvolvimento
- FIGURA 6** - Cronograma planejado da obra
- FIGURA 7** - Fachada da obra no início do levantamento de dados da pesquisa
- FIGURA 8** - Baia de madeira no pavimento subsolo
- FIGURA 9** - Estocagem de ferro
- FIGURA 10** - Execução da alvenaria perimetral no pavimento térreo
- FIGURA 11** - Desformas dos pilares do mezanino.
- FIGURA 12** - Execução de fôrmas de pilares e vigas do pavimento Tipo 1
- FIGURA 13** - Lajota cerâmica e bloco cerâmico
- FIGURA 14** - Retirada de madeira por caminhão caçamba
- FIGURA 15** - Alvenaria perimetral
- FIGURA 16** - Realização da alvenaria do pavimento Térreo
- FIGURA 17** - Desforma do teto do Mezanino
- FIGURA 18** - Início da alvenaria interna do mezanino
- FIGURA 19** - Desforma dos pilares do pavimento Tipo 1
- FIGURA 20** - Desforma das vigas do pavimento Tipo 1
- FIGURA 21** - Montagem e travamento dos pilares do pavimento Tipo 2
- FIGURA 22** - Montagem das vigas do pavimento Tipo 2
- FIGURA 23** - Execução da laje do teto do tipo 2
- FIGURA 24** - Drenagem do subsolo

**FIGURA 25** - Resíduos de blocos cerâmicos

**FIGURA 26** - Transporte de resíduos

**FIGURA 27** - Resíduos de blocos cerâmicos

**FIGURA 28** - Resíduos de blocos cerâmicos

**FIGURA 29** - Argamassa para assentamento da alvenaria do pavimento Tipo 1

**FIGURA 30** - Concretagem do teto do pavimento Tipo 2

**FIGURA 31** - Resíduos de concreto e madeira provenientes das desformas

**FIGURA 32** - Resíduos de madeira provenientes das fôrmas

**FIGURA 33** - Fôrmas das escadas dos lofts no térreo e mezanino

**FIGURA 34** - Colocação de manta acústica em parede dupla

**FIGURA 35** - Contraverga da janela

**FIGURA 36** - Verga da porta

**FIGURA 37** - Resíduos do pavimento tipo 1 em junho

**FIGURA 38** - Resíduos da desforma do pavimento tipo 2

**FIGURA 39** - Concretagem da laje do teto do pavimento tipo 3

**FIGURA 40** - Desforma do pavimento tipo 3

**FIGURA 41** - Etapa de fôrma dos pilares e vigas do pavimento tipo 4

**FIGURA 42** - Descrição da nota fiscal paga para coleta dos entulhos em março

**FIGURA 43** - Resíduos de madeira provenientes das fôrmas

**FIGURA 44** - Transporte dos blocos cerâmicos

**FIGURA 45** - Concretagem de laje

**FIGURA 46** - Resíduos cerâmicos

**FIGURA 47** - Política dos 3Rs

**FIGURA 48** - Etapas da metodologia para gestão dos resíduos.

## **LISTA DE TABELAS**

**TABELA 1** - Municípios que elaboraram o Plano de Resíduos Sólidos conforme a Lei nº 12.305/2010

**TABELA 2** - Áreas de destinação dos RCC

**TABELA 3** - Massa recebidas nas unidades de processamento por macrorregião geográfica (toneladas)

**TABELA 4** - Estimativa de geração de RCC de diferentes países

**TABELA 5** - Definição de requisitos

**TABELA 6** - Cronograma das etapas na prática

**TABELA 7** - Quadro resumo do mês de março

**TABELA 8** - Quadro resumo do mês de abril

**TABELA 9** - Quadro resumo do mês de maio

**TABELA 10** - Quadro resumo do mês de junho

**TABELA 11** - Registro de recolhimento dos resíduos

**TABELA 12** - Resumo quantidade de resíduos por mês

**TABELA 13** - Custos para disposição final por mês

**TABELA 14** - Propriedades dos blocos cerâmicos

**TABELA 15** - Preço unitário dos blocos cerâmicos

**TABELA 16** - Preço do metro cúbico das madeiras

**TABELA 17** - Resumo dos custos provenientes dos resíduos

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ABNT** - Associação Brasileira de Normas Técnicas

**CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente

**CONSEMA** - Conselho Estadual do Meio Ambiente

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

**NBR** - Norma Brasileira

**PNRS** - Política Nacional de Resíduos Sólidos

**RCD** - Resíduos de Construção e Demolição

**RCC** - Resíduos sólidos da Construção Civil

**PGR** - Programa de Gerenciamento de Resíduos

**PGRCC** - Projeto de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
1.1 Contextualização	14
1.2 Justificativa	15
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo Geral	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>17</b>
2.1 Definição e composição dos resíduos da construção civil	17
2.2 Legislação Brasileira	18
2.3 Classificação dos resíduos da construção civil	18
2.4 Gestão e Gerenciamento	19
2.5 Reciclagem	22
2.6 Tratamento e Disposição final	24
2.7 RCC no mundo	27
2.8 Estudos sobre análise quantitativa	29
<b>3 MÉTODO DE PESQUISA</b>	<b>32</b>
3.1 Requisitos de projeto	34
3.1.1 Caracterização da Obra	36
3.1.2 Registro fotográficos	36
3.1.3 Levantamento qualitativo	36
3.1.4 Levantamento quantitativo	36
3.1.5 Custos para disposição final	37
3.1.6 Estimativa de custo dos materiais desperdiçados	37
3.1.7 Soluções para redução da geração dos RCC na obra	37
<b>4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>38</b>
4.1 Análise qualitativa	38
4.1.1 Mês de Março	40
4.1.2 Mês de Abril	44
4.1.3 Mês de Maio	51
4.1.4 Mês de junho	56
4.2 Análise quantitativa	63
4.3 Custos para disposição final	65

4.4 Estimativa de custos dos materiais desperdiçados	66
4.4.1 Estimativa de custo para argamassa	67
4.4.2 Estimativa de custo para blocos cerâmicos	67
4.4.3 Estimativa de custo para concreto	69
4.4.4 Estimativa de custo para madeira	69
4.4.5 Análise dos dados	70
4.5 Soluções para redução da geração de resíduos na obra	71
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>76</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>77</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

A Indústria da Construção Civil (ICC) é uma grande consumidora de recursos naturais, além de ser a maior geradora de resíduos sólidos no Brasil (SNIR, 2019). No país, o desperdício de materiais de construção em uma obra é bem significativo, podendo alcançar até 30% (SEBRAE, 2004).

Trata-se de um setor que engloba diversas áreas, ocasionando impactos ambientais ao longo de toda sua cadeia produtiva, desde a aquisição de matéria prima à disposição final dos resíduos gerados, que tendem a aumentar com o crescimento do setor.

Os resíduos sólidos de construções e demolições (RCD) são um problema para as cidades, por causarem inúmeras consequências ao meio ambiente e à saúde humana. Por ser um grande consumidor de recursos e grande poluidor, o setor da construção civil pode ser imensamente nocivo ao meio ambiente, caso não atenda e implemente, com urgência, os conceitos e ações de sustentabilidade (RABELO, 2012).

A Resolução nº. 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA (BRASIL, 2002) define os resíduos sólidos da construção civil como os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, entre outros, comumente chamados de entulhos, caliças ou metralhas (ARAÚJO e CARNAÚBA, 2010). Estes materiais descartados de maneira incorreta podem causar obstrução e poluição de córregos, destruição de mata ciliar, danos às áreas de preservação ambiental, obstrução da drenagem urbana provocando enchentes e proliferação de vetores (RIBEIRO. 2013).

Dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019, realizado pela ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), apontam que foram coletados 122.012t/dia de RCD no Brasil, cerca de

44,5 milhões de toneladas no ano. Dentro dessa quantia, 13,3% foram coletados na região Sul do país.

Ao se deparar com canteiros de obras, nota-se os altos índices de desperdício, visto que o volume de entulho gerado pelas obras fica exposto no canteiro dentro de caçambas ou até mesmo no chão do próprio terreno. Tais desperdícios elevam o custo das obras, refletindo no valor final do empreendimento.

## **1.2 Justificativa**

O setor da construção civil tem grande relevância econômica e social para economia brasileira, tendo em vista sua participação no PIB de 6,7% em 2017, colocando a construção civil entre os seis principais motores da economia do país (FIGUERÊDO, 2017). Em 2019, o setor foi responsável por 6,7 milhões de postos de trabalho, equivalente a 7,3% de todos os empregos no Brasil (DEGANI, 2020).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Produto Interno Bruto (PIB) da construção civil cresceu 9,7% em 2021, após registrar queda de 6,3% em 2020, alcançando o melhor desempenho do setor nos últimos 10 anos.

Assim como no meio social e econômico, a construção civil também interfere no meio ambiental, contudo em um aspecto não positivo, devido ao uso de materiais não renováveis e a alta geração de resíduos.

Em torno deste panorama e com o intuito de agregar conhecimento para a minimização do volume de resíduos gerados em obras, propõe-se neste trabalho realizar uma análise destes resíduos na obra escolhida para a pesquisa. Após a finalização da pesquisa, serão apresentados os resultados aos gestores da obra, para que os mesmos tenham conhecimento dos gastos extras acarretados pelos RCC e assim minimizar sua quantidade.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo Geral

Realizar uma avaliação dos resíduos gerados nas etapas de execução da supraestrutura, desforma e alvenaria em uma obra residencial multifamiliar.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Levantar os tipos de resíduos gerados na obra;
- b) Quantificar os resíduos gerados encaminhados para disposição final;
- c) Levantar os custos de disposição final dos Resíduos da Construção Civil (RCC);
- d) Estimar o custo dos materiais desperdiçados;
- e) Propor soluções para redução da geração dos resíduos da obra.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Neste capítulo as informações coletadas serão apresentadas com o intuito de embasar o conteúdo abordado neste PTC em normas, leis e práticas comumente adotadas no Brasil e outros países referência em gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos.

Como uma maneira de compreender e integrar o assunto deste trabalho, foram coletados dados de literaturas nacionais que se enquadram na atual legislação.

### **2.1 Definição e composição dos resíduos da construção civil**

Quando se fala dos resíduos sólidos da construção civil, comumente se adota o uso dos termos RCC e RCD, porém compreende-se que o termo RCD engloba o RCC e também os resíduos da demolição, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis. Ciente disso, este trabalho irá tratar a respeito dos resíduos que se encaixam no termo RCC, explicado a seguir.

A norma NBR 10004 (ABNT, 2004) define resíduo sólido como qualquer forma de matéria ou substância, tanto no estado sólido ou semissólido resultante de atividades industriais, domésticas, comerciais, agrícolas, hospitalares, de serviço e de outras atividades da comunidade, capazes de causar poluição ou contaminação ambiental. Sendo assim, os materiais com origem nas atividades da indústria da construção civil se enquadram na NBR 10004, e a partir dos critérios estabelecidos pela Resolução Conama nº307 (Conama, 2002), define-se resíduos da construção civil (RCC) como os provenientes de construções, reformas e reparos de obras da construção civil.

Quanto à composição dos RCC no Brasil, Silva Filho (2009) aponta que os resíduos sólidos da construção civil são compostos por 63% de argamassa, 29% de concreto e blocos, 7% outros e 1% orgânicos.

Já Lucena (2005), constatou que os resíduos de construção civil são compostos, principalmente, de tijolos, areias e argamassas (em média 80%). Em uma menor proporção foram encontrados ainda restos de concreto (9%), pedras (6%), cerâmica (3%), gesso (2%) e madeira (1%).

Com base nos resultados dos autores, pode-se considerar que os resíduos de tijolos, argamassas e areias são os mais gerados.

## **2.2 Legislação Brasileira**

Ainda no início dos anos 2000, Schneider (2003) identificou a ausência de uma política pública nacional voltada para a gestão dos resíduos da construção civil e demolição. Este cenário somente começou a se alterar com a publicação da Resolução do CONAMA nº 307.

A partir de 2002 os resíduos da construção civil tiveram sua gestão orientada com a publicação da Resolução do CONAMA nº 307 no dia 05 de julho de 2002, a qual define a forma como o país deve dispor os seus resíduos, incentivando a reciclagem e a sustentabilidade. Em 16 de Agosto de 2004, entrou em vigor a resolução nº 348 do CONAMA que altera o art. 3º, item IV, da Resolução nº 307.

Contribuindo à Resolução nº 307 do CONAMA, em 2010 foi sancionada a Lei nº 12.305. A Lei se baseia no princípio de responsabilidade compartilhada (art.3º - inciso XVII), tendo em vista que a maioria dos problemas ambientais vem seguida de questões sociais e econômicas que causam impacto em grande parte da sociedade, ou seja, o problema ambiental também é compartilhado. Sendo assim, os agentes envolvidos na fabricação, distribuição, venda e consumo são responsáveis pelos seus resíduos.

## **2.3 Classificação dos resíduos da construção civil**

Para efeito da Resolução Conama nº 307, os resíduos da construção civil são classificados, e após triagem, destinados da seguinte forma:

I - Classe A - Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros. São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, 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. 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 - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação, tais como: lixas, massa corrida, massa de vidro. Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

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. Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

## **2.4 Gestão e Gerenciamento**

Quando se fala de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, é importante saber distinguir esses termos para que se possa compreender a representatividade de cada um. Enquanto a gestão de resíduos está ligada às medidas institucionais e as políticas públicas, o gerenciamento trata da estrutura operacional que os geradores desses resíduos devem possuir.

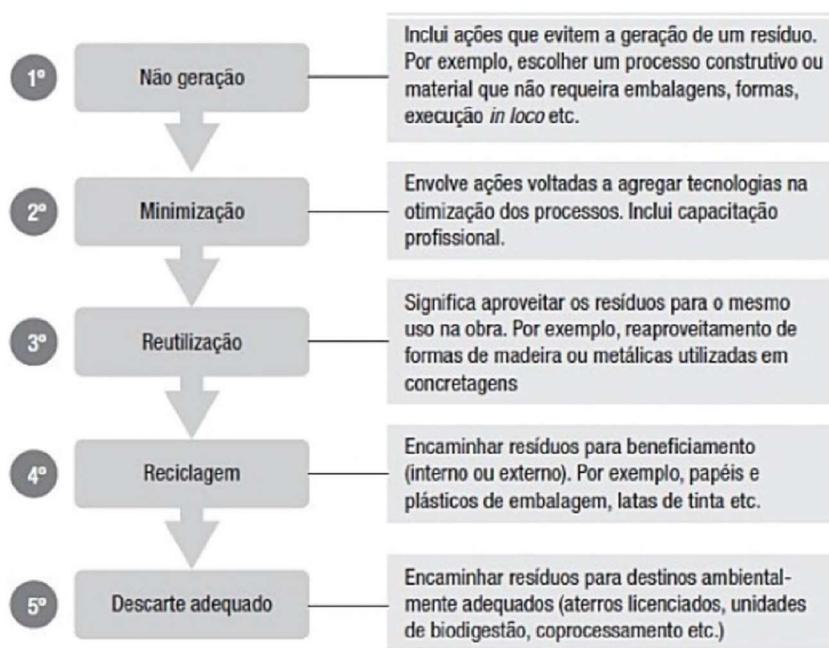
Instituída em 2010 pela Lei Federal nº 12.305, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) determina certas diretrizes, critérios, procedimentos e metas de gestão, tais definições são divididas por áreas de atuação dentro da obra, como: Geradores, transportadora, agregado reciclável, gerenciamento de resíduos, reutilização e gestão integrada de resíduos sólidos, estabelecendo boas práticas que devem ser seguidas pelo setor, com o objetivo de reduzir a quantidade de resíduos destinados aos aterros. A PNRS decreta que municípios devem elaborar um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos enquanto que os estabelecimentos geradores de resíduos devem estabelecer um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar cinco diferentes vias, de acordo com o artigo 9 da resolução CONAMA N°307, sendo elas:

- 1- Caracterização: Etapa onde o Gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- 2- Triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º desta Resolução;
- 3-Acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;
- 4- Transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- 5- Destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

O gerenciamento aborda ações desenvolvidas por empreendedores e construtores no sentido de antever, controlar e gerir a manipulação dos resíduos de suas obras, habitualmente desenvolvido por engenheiros civis (NAGALLI, 2016). Ele se fundamenta essencialmente nas estratégias de não geração, minimização, reutilização, reciclagem e descarte adequado dos resíduos sólidos, conforme mostra a figura 1.

**Figura 1 - Hierarquia do sistema de gerenciamento de resíduos**



Fonte: Nagalli (2016).

Uma das estratégias de gerenciamento é promover a prevenção qualitativa, escolhendo adequadamente materiais duráveis ou de fácil substituição que possibilitem seu reaproveitamento ou reciclagem, e que evitem a geração de passivos ambientais (NAGALLI, 2016). A hierarquia proposta por Nagalli está relacionada ao que já havia sido proposto pela lei 12.305/2010, sobre os princípios da gestão e gerenciamento dos resíduos.

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, do Ministério das Cidades, de 5.570 municípios que responderam ao sistema em 2016 sobre política, planos e consórcios, 1.572 possuem um Plano Municipal ou Intermunicipal de Resíduos Sólidos de acordo com a Lei Nº 12.305/2010, correspondendo a 28,22% conforme mostra a tabela 1.

**Tabela 1 - Municípios que elaboraram o Plano de Resíduos Sólidos conforme a Lei nº 12.305/2010**

UF	TOTAL	QT	%	UF	TOTAL	QT	%
Rondônia	52	15	28,85	Sergipe	75	15	20,00
Acre	22	3	13,64	Bahia	417	26	6,24
Amazonas	62	16	25,81	Minas Gerais	853	211	24,74
Roraima	15	1	6,67	Espírito Santo	78	18	23,08
Pará	144	19	13,19	Rio de Janeiro	92	13	14,13
Amapá	16	0	-	São Paulo	645	350	54,26
Tocantins	139	47	33,81	Paraná	399	209	52,38
Maranhão	217	17	7,83	Santa Catarina	295	146	49,49
Piauí	224	10	4,46	Rio Grande do Sul	497	260	52,31
Ceará	184	22	11,96	Mato Grosso do Sul	79	35	44,30
Rio Grande do Norte	167	8	4,79	Mato Grosso	141	11	7,80
Paraíba	223	44	19,73	Goiás	246	48	19,51
Pernambuco	185	19	10,27	Distrito Federal	1	0	-
Alagoas	102	9	8,82	<b>TOTAL</b>	<b>5.570</b>	<b>1.572</b>	<b>28,22</b>

Fonte: SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – Municípios que elaboraram o Plano de Resíduos Sólidos conforme a Lei nº 12.305/2010.

Analisando a tabela acima levantada pelo SNIS, podemos observar que a região Sul e Sudeste são as regiões com maior número de municípios que possuem gerenciamento de resíduos, mesmo que ainda uma parte considerável não possua esse gerenciamento.

Na região Centro-Oeste analisamos que há uma diminuição na porcentagem de municípios que contém essa gestão de resíduos, em comparação às regiões Sul e Sudeste.

Já na região Norte e Nordeste a grande maioria dos municípios não possui esse gerenciamento de resíduos, alguns estados com resultados alarmantes como o Piauí que apenas 4,46% dos municípios tem um plano de descarte de resíduos sólidos.

O descarte correto desses resíduos é extremamente importante para o saneamento básico e principalmente às pessoas que residem próximo destas áreas de descarte inadequado, pois podem gerar odores, proliferação de vetores de doenças, contaminação do solo entre outros fatores.

## 2.5 Reciclagem

A reciclagem é o processo de reaproveitamento do resíduo após ter sido submetido à transformação, enquanto a reutilização é o processo de reaplicação de um resíduo, sem que o mesmo tenha sido transformado (CONAMA, 2002). Para

conseguir obter a reciclagem desses resíduos é necessário identificar sua composição, suas propriedades e suas proporções.

Segundo Leite (2001), os RCC são reciclados em usinas através de processos semelhantes ao da britagem tradicional. É realizada inicialmente com a triagem dos resíduos para evitar a presença de matérias indesejáveis, e posteriormente é feita a redução do tamanho do grão até atingir a dimensão desejada.

Para Scremin (2007), a reutilização e/ou reciclagem dos RCD traz enormes benefícios ambientais e econômicos para a sociedade, como:

- a) Preservação das reservas de matéria prima não renováveis;
- b) Aumento da vida útil em aterros de inertes;
- c) Economia na aquisição de agregados, com a substituição de agregados naturais por reciclados de entulho.

No cenário mundial, a Holanda se destaca com aumento importante da reciclagem dos RCD ao decorrer do tempo, chegando a 95% da reciclagem dos resíduos sólidos na construção civil (Filho et al, 2007; SCHNEIDER e PHILIPPI JR, 2003).

Quanto à aplicabilidade de RCC reciclados, vêm se criando soluções para o seu emprego no Brasil, de acordo com Silva (2006). Estes são utilizados para:

- a) Pavimentações que são empregadas na reutilização de resíduos reciclados como base, sub-base, revestimento primário, na forma de brita corrida ou em mistura de resíduo com o solo;
- b) Agregado para concreto não estrutural que são resíduos processados pelas usinas de reciclagem podendo ser utilizados a partir da substituição dos agregados convencionais (areia e brita);
- c) Agregado para confecção de argamassa que são originados após o processado por equipamentos denominados argamasseiras, que moem o entulho na própria obra, em granulometrias semelhantes às da areia, ele pode ser utilizado como agregado para argamassas de assentamento e revestimento.

## **2.6 Tratamento e Disposição final**

A norma NBR 15112 estabelece requisitos para projetos, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem (ATTs) de resíduos da construção civil e de resíduos volumosos (RVs). As ATTs são aquelas destinadas ao recebimento dos RCC e RVs que se prestam à triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação (beneficiamento) e posterior remoção para destinação adequada, ou seja, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

A Resolução 307/02 do CONAMA, artigo 4º, enfatiza que os RCC não podem ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei. A Resolução estabelece uma destinação em função da classe do RCC, conforme dito anteriormente.

Para Pinto e González (2005), a destinação dos RCD e conseqüentemente dos RCC, devem estar em conformidade com a tabela a seguir.

Tabela 2 - Áreas de destinação dos RCC

Tipo de área	Descrição	Condições para utilização	Observações
<b>Pontos de entrega</b>	Área pública ou viabilizada pela administração pública apta para o recebimento de pequenos volumes de resíduos da construção civil.	Disponibilizada pela administração pública local como parte integrante do Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil	Restrição ao recebimento de cargas de resíduos de construção civil constituídas predominantemente por resíduos da construção civil perigosos e não-inertes (tintas, solventes, óleos, resíduos provenientes de instalações industriais e outros), enquadrados como Classe I da NBR 10004:2004
<b>Áreas de Transbordo e Triagem (ATT)</b>	Estabelecimento privado ou público destinado ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos gerados e coletados por agentes privados, e que deverão ser usadas para a triagem dos resíduos recebidos, eventual transformação e posterior remoção para adequada disposição.	Licenciada pela administração pública municipal.	Restrição ao recebimento de cargas predominantemente constituídas por resíduos classe D.
<b>Área de Reciclagem</b>	Estabelecimento privado ou público destinado à transformação dos resíduos classe A em agregados	Licenciada pela administração pública municipal. No âmbito estadual, licenciamento pelo órgão de controle ambiental, expresso nas licenças de Instalação e Operação.	
<b>Aterros de Resíduos da Construção Civil</b>	Estabelecimento privado ou público onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil classe A no solo, visando à reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.	Licenciamento municipal de acordo com legislação específica. Licenciamento estadual, condicionado ao porte da área, a sua capacidade de recepção de resíduos e localização.	Os resíduos classe B, C e D poderão apenas transitar pela área para serem, em seguida, transferidos para destinação adequada.

Fonte: Pinto e González (2005).

Para os RCC Classe A, a disposição final adequada é exclusivamente em aterro de inertes, sendo que estes resíduos devem, preferencialmente, ser reciclados (CABRAL e MOREIRA, 2011, p.17).

Os resíduos de classe D devem ser encaminhados a um aterro industrial devidamente licenciado (RIBEIRO, 2013).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) realizou em 2019 levantamentos de dados em 3.712 municípios brasileiros, isto é, 66,6% do total do país. Verificou-se que as unidades de processamento (Área de Transbordo e Triagem de RCC e volumosos (ATT), Área de Reciclagem de RCC, Aterro de RCC) receberam um total de 4,4 milhões de toneladas de resíduos sólidos, conforme tabela 3, valor equivalente ao identificado no ano de 2018.

**Tabela 3 - Massa recebidas nas unidades de processamento por macrorregião geográfica (toneladas)**

Tipo de unidade de processamento	Massa recebida nas unidades de processamento por macrorregião geográfica (toneladas)					Massa total recebida (UP080) (ton.)
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	
Unidade de tratamento por incineração	0,0	6.554,9	747,5	1.315,9	0,0	8.618,3
Unidade de manejo de galhadas e podas	227,6	39.983,2	68.068,1	34.346,2	0,0	142.625,1
Vala específica de RSS (Resíduos Serviços de Saúde)	109.441,9	22,3	5.565,6	138,9	292,0	115.460,7
Unidade de tratamento por micro-ondas ou autoclave	0,0	1.129,4	166.799,7	2.055,3	0,0	169.984,4
Queima em forno de qualquer tipo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Área de transbordo e triagem de RCC e volumosos (ATT)	0,0	61.139,0	303.148,1	177.632,9	0,0	541.920,0*
Área de reciclagem de RCC (Resíduos de Construção Civil)	0,0	30.598,6	661.852,9	153.482,2	0,0	845.933,7
Aterro de RCC (aterros inertes)	13.330,0	190.738,6	1.181.100,8	90.142,0	1.523.828,0	2.999.139,4
Outro	0,0	648.716,3	311.528,5	81.449,0	13.036,6	1.054.730,4
Total - 2019	4.113.764,0	16.746.350,4	37.789.174,7	9.061.254,0	8.103.347,7	75.813.890,8
	5,4%	22,1%	49,8%	12,0%	10,7%	100,0%
Total - 2018	4.053.729,3	15.816.468,7	37.043.902,4	8.836.477,9	6.439.261,0	72.189.839,3
	5,6%	21,9%	51,3%	12,2%	8,9%	100,0%
Total - 2017	4.832.880	15.617.986	39.729.080	8.128.608	5.026.634	73.335.188
	6,6%	21,3%	54,2%	11,1%	6,9%	100,0%

Fonte: SNIS, 2019.

Com relação à quantidade encaminhada para as unidades de reciclagem de RCC, registrou-se que o valor diminuiu de 1,2 milhão de toneladas, em 2018, para 846 mil toneladas no ano de 2019.

## 2.7 RCC no mundo

A geração de RCC varia bastante entre países quando se refere à quantidade de construções e demolições que ocorrem nas regiões. Outro fator que também afeta nos tipos de resíduos gerados em cada região são as tradições: em cidades como Toronto, por exemplo, segundo Swana (1993 apud PINTO, 1999), cerca de 35% dos resíduos de construção e/ou demolição gerados são de madeira, podendo ser explicado pela tradição construtiva da região. Já na Bélgica, os resíduos de concreto e alvenaria juntos são responsáveis por aproximadamente 83% do total gerado, sendo a madeira responsável apenas por 2%. No que se refere à participação das diferentes origens, pode-se afirmar que tais índices são extremamente variáveis, uma vez que têm relação direta com a intensidade de construção e de demolição da região. (e.g. JOHN, 2000; LEVY, 1997; PINTO, 1999; ZORDAN, 1997).

Buscando comparar a geração dos RCC do Brasil com o restante do mundo em termos quantitativos, a tabela 4 mostra a estimativa dessa geração em diferentes países.

**Tabela 4 - Estimativa de geração de RCC de diferentes países**

País	Quantidade anual	Fonte
	Milhões ton/ano	
China	1.800	XINHUA, 2018
EUA	600,3	United States Environmental Protection Agency, 2018
França	246,7	European Commission, 2012
Alemanha	201,3	European Commission, 2012
Reino Unido	100,2	European Commission, 2012
Japão	75,4	YONETANI, 2011
Brasil	44,6	Abrelpe, 2018
Portugal	1,75	European Commission, 2013
Suécia	1,31	European Commission, 2012

Fonte: Autor (2022).

A tabela apresenta uma comparação entre nove países de diversas regiões, analisando a quantidade de RCC gerados em toneladas por ano. Nestes dados apresentados com o Brasil gerando 44,6 milhões ton/ano, o país se encontra em sétimo colocado no levantamento. Em primeiro lugar a China com 1.800 milhões de ton/ano, três vezes mais que o segundo colocado, os EUA.

Nos EUA, França, Alemanha, Reino Unido e Japão, países que estão entre os maiores geradores de RCC por ano, as políticas de gestão e gerenciamento adotadas por esses são tomadas como exemplo para o resto do mundo (MURAKAMI, 2002). Alguns desses exemplos de políticas vigentes no mundo estão citados abaixo.

- Incentivo ao uso de materiais de construção reciclados e recicláveis: a Alemanha, a Coreia e o Japão têm leis com recomendações gerais para estimular o uso de materiais recicláveis e reciclados;
- Cobrança de preços elevados para a deposição de RCD em aterros: amplamente utilizada na Dinamarca, Inglaterra, República Checa, Itália e França. A cobrança funciona como incentivo para a reciclagem dos resíduos. Em cinco países europeus é proibida a deposição de algumas categorias de RCD em aterros. Estas proibições variam de país para país, mas o objetivo principal é prevenir a deposição, no solo, de materiais recicláveis e reutilizáveis;
- Triagem obrigatória de RCD em obras e entrega obrigatória em unidades de reciclagem: sete países europeus e o Japão introduziram esse importante instrumento de política regulatória;
- Demolição controlada: em quatro países europeus é necessário apresentar às autoridades documentação de como o RCD será tratado antes da demolição das edificações. Na Suécia, por exemplo, o plano de gestão deve acompanhar a documentação para demolição da edificação, o qual deve ser aprovado pelas autoridades. Neste deve estar descrita a destinação de cada um dos materiais resultantes;
- Taxação de matérias-primas oriundas da atividade de mineração: é também usada como forma de estimular o uso de materiais provenientes dos RCD. Na Dinamarca a taxa sobre recursos naturais é imposta a pedreiras e na Suécia à exploração dos bens minerais por escavação. Na Inglaterra são taxadas a areia, cascalho e pedras;
- Subsídios financeiros para unidades de tratamento de RCD: a Inglaterra subsidia a compra de equipamentos e a Bélgica investe em companhias de reciclagem que processam RCD; e
- Padrões para o uso de materiais reciclados: são utilizados na Alemanha e Holanda. Na Bélgica, foi desenvolvido um esquema de certificação voluntária para agregados reciclados, baseado em especificações técnicas estabelecidas pelas autoridades.

## 2.8 Estudos sobre análise quantitativa

O diagnóstico dos resíduos da construção civil consiste no levantamento e agrupamento das informações sobre a geração e o manejo de RCC. Busca identificar dados sobre essa geração em canteiros de obra, bem como informações relativas à coleta, ao tratamento e à disposição final.

Ao analisar um estudo sobre quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição, no município de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, realizado por BERNARDES et al. (2008), avaliou-se a metodologia utilizada. Tal metodologia apresenta uma análise quantitativa através da segregação dos RCC, pesagem e classificação conforme a Resolução nº307 do CONAMA.

Os resíduos foram descarregados em uma área específica, onde foram separados e identificados manualmente em argamassa, concreto, armaduras e metais, cerâmica (azulejos, ladrilhos, entre outros), pedras, aço, tijolo, gesso, madeira, papéis, plásticos, orgânicos, resíduos perigosos, materiais retidos e finos (argamassa e tijolos).

Após realizada a identificação dos tipos de resíduos, estes foram quantificados (em massa) utilizando-se uma balança com capacidade máxima de 150 kg. Os resultados obtidos foram apresentados através de dois tipos de tabela.

**Figura 2 - Tabela 1 de resultados da pesquisa**

<b>Tipos de resíduos</b>	<b>Julho</b>	<b>Setembro</b>	<b>Outubro</b>	<b>Total</b>	<b>Porcentagem</b>
Limpeza de terreno	75	99	96	270	16,7
Demolições e reformas	155	245	287	687	42,5
Terra bruta de escavações	73	61	45	179	11,1
Obras residenciais	69	110	121	300	18,6
Prédios em construção	43	54	82	179	11,1
Totais	415	569	631	1615	100

**Tabela 1 - Dados referentes ao total de cargas coletadas por todas as empresas nos meses de julho, setembro e outubro de 2005 em Passo Fundo**

Fonte: BERNARDES, A. et al (2008).

A primeira apresenta dados quantitativos de caçambas coletadas mensalmente para cada tipo de origem (limpeza de terreno, demolição e reformas, terra bruta de escavações, obras residenciais, prédios em construção).

Já a segunda tabela apresenta os tipos de resíduos anteriormente identificados com suas respectivas massas em quilograma, porcentagem e classificação de acordo com Resolução nº307 do CONAMA.

**Figura 3 - Tabela 2 de resultados da pesquisa**

<b>Resíduos</b>	<b>Massa em kg</b>	<b>%</b>	<b>Classificação (Resolução n° 307 do CONAMA)</b>
1- Argamassa	4.486,7	56,7	A
2- Cerâmica	147,1	1,9	A
3- Concreto	72,4	0,9	A
4- Finos de argamassa	602,6	7,6	A
5- Gesso	1.000,4	12,6	C
6- Madeira	29,6	0,4	B
7- Metais	58,8	0,7	B
8- Orgânico	11,0	0,1	B
9- Plástico, papel e isopor	101,1	1,3	B
10- Tijolo	1.401,7	17,7	A
<b>Total</b>	<b>7.911,5</b>	<b>100,0</b>	

Tabela 5 - Classificação e caracterização dos resíduos provenientes dos prédios em construção em Passo Fundo (três cargas analisadas)

Fonte: BERNARDES, A. et al (2008).

Conforme a figura 3, nota-se a grande quantidade de resíduos de argamassa e tijolos, ambos de classe A, para prédios em construção. Logo, é esperado encontrar resultados semelhantes no presente projeto.

Um estudo realizado por Estevão et al. (2012), para uma obra de empreendimento multifamiliar aponta uma estimativa de 23.600 kg/mês de resíduos gerados, sendo 1.865,5 kg de madeira, 21,8 kg de bloco cerâmico, 187,37 kg de bloco de concreto para alvenaria, 42,42 kg de argamassa e 34.975,20 kg de resíduos misturados em containers. Vale ressaltar que as paredes de vedação da obra deste estudo são de blocos de concreto, diferente da obra analisada para o presente projeto, que são de blocos cerâmicos.

O estudo de Estevão et al. (2012), foi realizado em um período de 33 dias úteis durante as etapas de estrutura e alvenaria, mesmas etapas que o presente projeto analisou.

Figura 4 - Quadro resumo da quantificação dos resíduos

Período de coleta	Torre	QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS								
		Madeira	Papelão	Papel (sacos de cimento, gesso)	Blocos cerâmicos	Blocos de concreto para alvenaria	Argamassa	Areia	Brita	Containers (resíduos misturados)
17/01 a 21/01	A e B	1,18	-	-	-	3,60	5,60	-	-	-
24/01 a 28/01	A e B	1,26	-	-	-	6,10	-	-	-	-
31/01 a 04/02	A e B	1,54	-	-	-	46,71	7,25	-	-	-
07/02 a 10/02	A e B	1,32	-	-	-	23,21	6,90	-	-	-
15/02 a 18/02	A e B	0,03	-	-	19,30	67,60	8,05	-	-	9,89
21/02 a 25/02	A e B		-	-	2,50	39,00	4,40	-	-	9,04
28/02 a 04/03	A e B		-	-	-	1,15	10,22	-	-	9,39
TOTAL (m <sup>3</sup> )		5,33	-	-				-	-	28,32
TOTAL (kg)		1.865,50			21,80	187,37	42,42	-	-	34.975,20
Índice de conversão dos resíduos (kg/m <sup>3</sup> )		350					-	-	-	1.235

Fonte: Estevão et al. (2012).

Nota-se pela figura 4, o grande volume de resíduos de madeira, diferente do estudo de Bernardes et al. (2008), anteriormente citado. Esta diferença se deve ao fato de que o estudo de Estevão et al. (2012), avaliou somente em um certo período de tempo e em determinada etapa, a qual majoritariamente foi gerada a madeira.

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

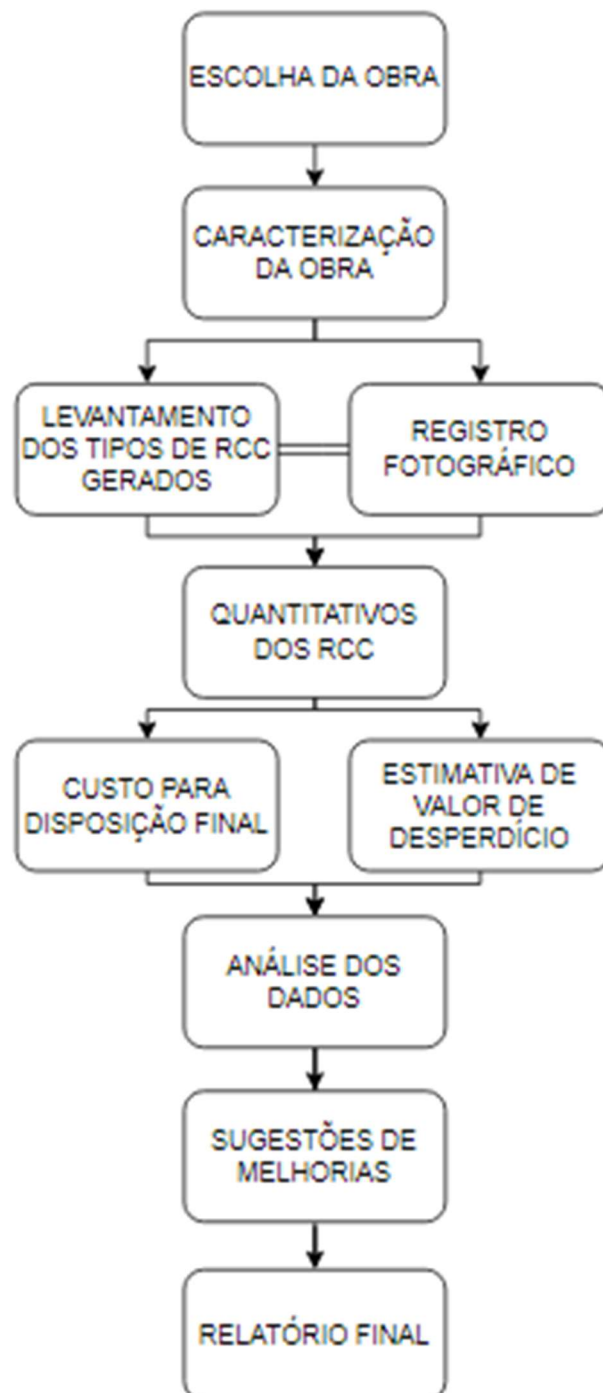
O estudo foi realizado em uma obra residencial multifamiliar na cidade de Florianópolis, Santa Catarina. A obra é de um empreendimento padrão médio, com área total aprovada na prefeitura de 6.993,28 m<sup>2</sup>, contendo 58 unidades privativas. Contém subsolo, térreo, mezanino, cinco pavimentos tipo e ático. A estrutura do prédio é de concreto armado com alvenaria de vedação. As lajes do teto do subsolo e teto do térreo são do tipo maciça, enquanto a laje do teto do mezanino e as demais lajes são do tipo treliçada com preenchimento em lajotas cerâmicas. Na execução da estrutura optou-se pelo uso do concreto usinado bombeado. A mão de obra é terceirizada.

Essa obra foi escolhida com o intuito de viabilizar que o pesquisador acompanhasse as etapas construtivas para poder identificar os resíduos gerados e a sua gestão. Sendo assim, em função do pesquisador trabalhar na empresa responsável pela administração da obra, a mesma permitiu que esse estudo fosse realizado.

A obra iniciou em novembro de 2020. O começo da análise e levantamento de dados teve início no dia 01/03/2022 e término no dia 01/07/2022, totalizando 89 dias úteis de levantamento de dados.

A pesquisa foi desenvolvida em etapas, conforme ilustrado no fluxograma da Figura 5.

Figura 5 - Fluxograma das etapas do desenvolvimento



Fonte: Autor (2022).

A metodologia aplicada foi estruturada de forma a garantir que se realizasse os levantamentos de dados de formas distintas, mesmo que sendo gerados ao mesmo tempo. Portanto, foram definidos requisitos metodológicos para realização das etapas propostas no fluxograma.

### 3.1 Requisitos de projeto

A necessidade da definição de requisitos foi fundamental, pois assim que estipulados, deu-se início ao desenvolvimento da metodologia com base nos requisitos. Para definir esses requisitos foram feitas pesquisas bibliográficas, pesquisa de campo e *briefing* com a empresa responsável pela obra.

A tabela 5 apresenta de forma resumida e objetiva como serão colhidos os dados de acordo com cada requisito do projeto, sendo que:

- a) A coluna “Necessidade” trata das necessidades consideradas importantes a serem abordadas neste trabalho, com o intuito de possibilitar uma melhor contextualização do leitor.
- b) A coluna “Requisito” refere-se aos requisitos que o trabalho deve ter, com o objetivo de suprir as necessidades levantadas. Está ligeiramente atrelado aos objetivos específicos traçados.
- c) A coluna “Especificação-Meta” especifica como será feito para adquirir e fornecer as informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa.

Tabela 5 - Definição de requisitos

NECESSIDADE	REQUISITO	ESPECIFICAÇÃO-META
Caracterizar a obra	Caracterização da obra	Caracterização da obra pelo método construtivo, área construída, número de pavimentos e unidades residenciais.
Quais tipos de resíduos a obra está gerando e em qual etapa.	Identificar a etapa da obra do estudo e os resíduos gerados.	Analisar o cronograma global da obra, confirmar a etapa visitando a obra e identificando os tipos de resíduos gerados nas caçambas ou onde houver descarte dos RCC.
Identificar a causa da geração dos resíduos.	Identificar os motivos pelos quais ocorrem desperdícios de materiais.	Ir à obra e acompanhar a execução.
Evidenciar os RCC gerados.	Registro fotográfico dos RCC gerados.	Ir à obra e registrar os RCC em fotos.
Apresentar dados quantitativos.	Quantificar os RCC da obra.	Levantamento do total de resíduos colocados nas caçambas de entulho e caminhão caçamba.
Identificar os custos da destinação final dos RCC.	Registrar os custos para destinação final.	Solicitar à empresa que administra a obra o custo mensal do(s) serviço(s) para a destinação final dos RCC e apresentá-los em uma tabela de custo por mês.
Apresentar o valor que foi pago no material que está sendo descartado.	Estimar o valor dos materiais que se tornaram resíduos.	Solicitar à empresa o valor pago por tipo de material e calcular o valor do desperdício com base no levantamento quantitativo.
Reduzir a geração de resíduos.	Propor soluções para redução da geração dos RCC.	Estudar as causas e apresentar formas e vias para reduzir a geração.

Fonte: Autor (2022).

### 3.1.1 Caracterização da Obra

A caracterização da obra apresenta o método construtivo, padrão do empreendimento, área construída, número de pavimentos, unidades residenciais, etapa da obra referente ao começo do estudo e a localização da mesma. Tais informações foram repassadas pela empresa responsável e confirmadas por meio das visitas à obra.

### 3.1.2 Registro fotográficos

Para elucidar os fatos, foram feitos registros fotográficos a fim de mostrar os resíduos gerados, para ter um melhor controle e comprovação dos dados levantados, apresentando os tipos observados e suas quantidades. Tais registros foram realizados semanalmente do início ao fim do período do projeto.

### 3.1.3 Levantamento qualitativo

Com o objetivo de levantar os tipos de resíduos que estão sendo gerados pela obra, primeiramente se analisou o cronograma global da obra para que fosse possível ter uma noção do que estava sendo utilizado de materiais. Sabendo em qual etapa a obra se encontrava e os materiais que estavam sendo utilizados, foi realizada a conferência presencialmente.

Os RCC observados na obra serão classificados de acordo com a classificação dos RCC definida pela Resolução Conama n°307, conforme apresentado anteriormente no tópico 2.3.

### 3.1.4 Levantamento quantitativo

Conforme andamento da obra, foram contratadas caçambas de entulho para fazer a retirada dos resíduos gerados. Com isso, foi anotado o número de caçambas contratadas, a fim de estimar o volume destes resíduos.

Para os resíduos de entulho, foram caçambas cujo volume é de 4,5 m<sup>3</sup>, já para os resíduos de madeira foram caminhões-caçambas, que têm capacidade de 20 m<sup>3</sup>.

Os levantamentos quantitativos dos resíduos foram registrados em planilhas para melhor controle.

### 3.1.5 Custos para disposição final

Foi solicitado à empresa responsável pela obra os custos dos serviços para a destinação final dos RCC durante o período de toda a pesquisa, para analisá-los e apresentá-los em uma tabela de custo por mês.

### 3.1.6 Estimativa de custo dos materiais desperdiçados

Após levantamento quantitativo, foi calculado de forma estimada o valor dos materiais que se tornaram resíduos. A empresa forneceu os valores pagos por cada tipo de material, tanto o valor total como também o valor por quilograma/tonelada/volume, facilitando assim a estimativa proposta.

### 3.1.7 Soluções para redução da geração dos RCC na obra

Após realizar as análises e levantamento de dados, desenvolveram-se propostas de soluções que possam melhorar o uso e o gerenciamento dos materiais, visando a diminuição de resíduos, custos da obra e impactos ambientais. Tais soluções têm embasamentos teóricos e práticos.

## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Análise qualitativa

No presente trabalho, levando em consideração os resíduos que foram gerados durante o período da pesquisa, foi denominado como “entulho” os resíduos cerâmicos, argamassa, concreto - Classe A - e eventuais sobras de telas, corrugados e outros plásticos, Classe B.

Analisando o cronograma global planejado da obra, as etapas/serviços que deveriam ocorrer dentro do período do estudo são apresentadas na figura 06.

**Figura 6 - Cronograma planejado da obra**

Serviço	Lote	Data de Início	Data de Término
SUPRAESTRUTURA (TETO)	TIPO 02	22/02/2022	14/03/2022
DESFORMAS	MEZANINO	25/02/2022	01/03/2022
SUPRAESTRUTURA (TETO)	TIPO 03	15/03/2022	04/04/2022
DESFORMAS	TIPO 01	18/03/2022	22/03/2022
ALVENARIA	TIPO 01	23/03/2022	19/04/2022
SUPRAESTRUTURA (TETO)	TIPO 04	05/04/2022	25/04/2022
DESFORMAS	TIPO 02	08/04/2022	12/04/2022
ALVENARIA	TIPO 02	20/04/2022	17/05/2022
SUPRAESTRUTURA (TETO)	TIPO 05	26/04/2022	16/05/2022
DESFORMAS	TIPO 03	29/04/2022	03/05/2022
CHAPISCO INTERNO	TIPO 01	06/05/2022	12/05/2022
SUPRAESTRUTURA (TETO)	ÁTICO	17/05/2022	13/06/2022
ALVENARIA	TIPO 03	18/05/2022	14/06/2022
DESFORMAS	TIPO 04	20/05/2022	24/05/2022
REBOCO INTERNO	TIPO 01	27/05/2022	16/06/2022
CHAPISCO INTERNO	TIPO 02	03/06/2022	09/06/2022
DESFORMAS	TIPO 05	10/06/2022	14/06/2022
SUPRAESTRUTURA (CASA. MÁQ. - PAREDE: CASA MÁQ.	CASA MÁQ.	14/06/2022	04/07/2022
ALVENARIA	TIPO 04	15/06/2022	12/07/2022
REBOCO INTERNO	TIPO 02	24/06/2022	14/07/2022
CHAPISCO INTERNO	TIPO 03	01/07/2022	07/07/2022

Fonte: Administradora da obra (2022).

Pode-se observar que as etapas majoritárias são: estruturas, alvenarias, desformas, chapisco interno e reboco interno. A etapa de estrutura engloba tudo aquilo que se faz necessário para a sustentação da edificação: pilares, vigas e lajes. Para a execução desses elementos estruturais, os materiais utilizados na obra do presente estudo foram: madeiras, ferro, concreto e lajota cerâmica. O material prego se fez presente nesta etapa, sendo de suma importância a ela, entretanto, será desconsiderado a geração de resíduo deste material devido a incapacidade de levantar esse dado durante o estudo. Foi desconsiderado também as sobras de ferro

provenientes das estruturas, pois estas sobras são recolhidas, armazenadas e posteriormente vendidas.

A etapa de alvenaria utilizou blocos cerâmicos, argamassa estabilizada para assentamento, concreto para vergas e contravergas, tela de amarração e manta acústica em alguns casos. Sendo assim, era esperado encontrar resíduos provenientes destas etapas.

Conforme acompanhamento da obra, observou-se que houve atrasos nas etapas, portanto foi elaborada uma tabela identificando os períodos reais de início e fim das etapas.

**Tabela 6 - Cronograma das etapas na prática**

<b>Serviço/Etapa</b>	<b>Pavimento</b>	<b>Data de início</b>	<b>Data de Término</b>
Supraestrutura (teto)	Mezanino	27/12/2021	23/02/2022
Supraestrutura (teto)	Tipo 1	25/02/2022	25/03/2022
Desformas	Mezanino	10/03/2022	14/04/2022
Alvenaria	Térreo	17/03/2022	20/07/2022*
Supraestrutura (teto)	Tipo 2	28/03/2022	03/05/2022
Desformas	Tipo1	29/03/2022	09/05/2022
Alvenaria (perimetral)	Subsolo	05/04/2022	08/04/2022
Alvenaria	Mezanino	14/04/2022	07/07/2022*
Supraestrutura (teto)	Tipo 3	05/05/2022	07/06/2022
Desformas	Tipo 2	05/05/2022	13/05/2022
Alvenaria	Tipo 1	19/05/2022	08/07/2022*
Drenagem	Subsolo	25/05/2022	09/06/2022
Supraestrutura (teto)	Tipo 4	09/06/2022	14/07/2022*
Desformas	Tipo 3	13/06/2022	22/06/2022
Alvenaria	Tipo 2	14/06/2022	11/08/2022*

Fonte: Autor (2022).

\*Previsão de término

Por mais que as etapas da obra tenham sofrido atrasos, ainda assim as etapas predominantes foram de estrutura, alvenarias e desformas. As etapas de chapisco e reboco interno não foram realizadas durante o período do estudo.

Antes de iniciar o estudo, a obra já havia realizado as etapas construtivas de fundação, contenção e estruturas dos pavimentos subsolo, térreo e mezanino, conforme mostra a figura 7 abaixo.

**Figura 7 - Fachada da obra no início do levantamento de dados da pesquisa**



Fonte: Autor (2022).

Estão apresentados a seguir os tipos de resíduos gerados na obra por mês de acompanhamento.

#### 4.1.1 Mês de Março

No pavimento subsolo não se realizou nenhuma etapa evolutiva deste pavimento no mês de março, sendo assim não gerou resíduo. Serviu de espaço para trabalhar e armazenar os ferros, como também para armazenar outros materiais e resíduos de madeira, conforme ilustra as figuras 8 e 9.

**Figura 8 - Baia de madeira no pavimento subsolo**



Fonte: Autor (2022).

**Figura 9 - Estocagem de ferro**



Fonte: Autor (2022).

Na figura 8, observa-se a parte do canteiro de obras onde é possível notar uma baia (local para armazenar e segregar os resíduos), utilizada para realizar o descarte das madeiras que não possuem mais utilidade para a obra.

No pavimento térreo foi dado início a etapa de alvenaria no dia 17/03/2022, começando primeiramente pelo perímetro da obra, conforme mostra a figura 10.

**Figura 10 - Execução da alvenaria perimetral no pavimento térreo**

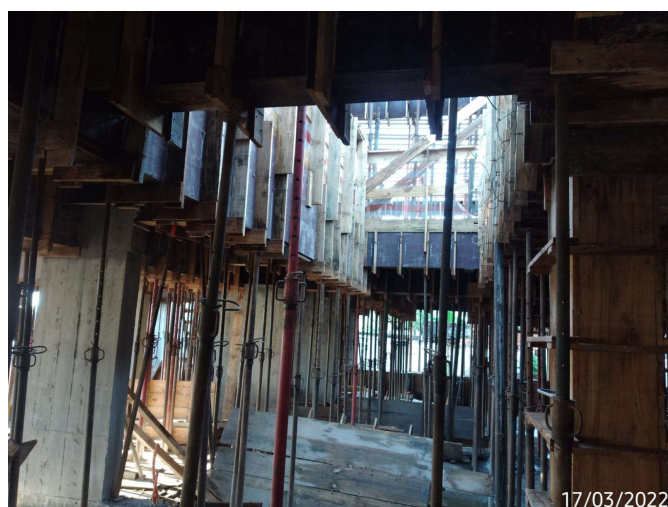


Fonte: Autor (2022).

Resíduos de blocos cerâmicos e argamassa, ambos Classe A de acordo com a resolução n° 307 do CONAMA, foram gerados neste pavimento durante o mês de março.

No pavimento Mezanino, o qual foi concretado no final de fevereiro, realizou-se as desformas dos pilares e vigas, que começaram no dia 10/03/2022 (figura 11), e finalizaram no dia 14/04/2022. As madeiras que permaneceram boas e não foram quebradas, foram recolhidas e separadas para serem reutilizadas, já as madeiras as quais houveram algum tipo de degradação/danificação que impossibilita a reutilização, viraram resíduos, portanto, foram transportadas até a baía de madeira localizada no pavimento subsolo.

**Figura 11 - Desformas dos pilares do mezanino**



Fonte: Autor (2022).

Na figura 11 é possível perceber dois momentos desta etapa, ao lado esquerdo da imagem o pilar já passou pelo processo de desforma, enquanto o lado direito o pilar ainda se encontra com a fôrma.

No pavimento Tipo 1 da obra, realizou-se a etapa de estrutura, primeiramente com as fôrmas dos pilares e vigas, conforme ilustra a figura 12.

**Figura 12 - Execução de fôrmas de pilares e vigas do pavimento Tipo 1**



Fonte: Autor (2022).

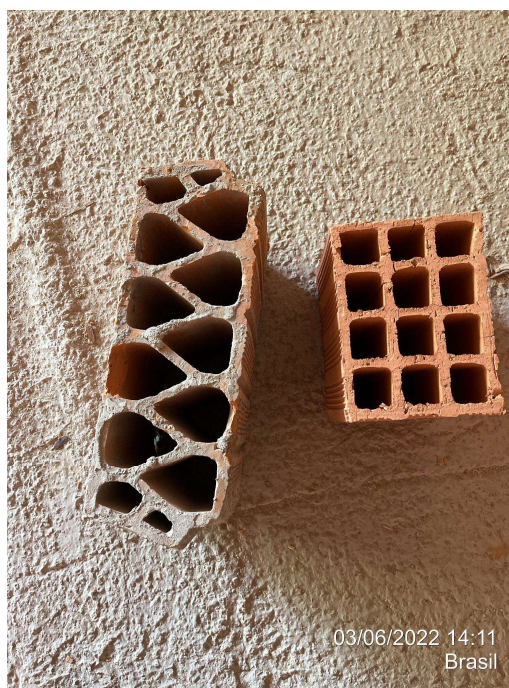
Resíduos de madeira, Classe B, de acordo com a resolução nº 307 do CONAMA, foram gerados devido aos cortes necessários para realizar as fôrmas e travamentos dos pilares, vigas e laje.

A montagem da laje foi iniciada na terceira semana do mês, e devido ao fato desta laje ser do tipo treliçada com preenchimento de lajotas cerâmicas, gerou-se resíduos provenientes das quebras dessas lajotas. Resíduos de concreto também foram gerados, provenientes de alguns cortes necessários para adaptar o tamanho das treliças, que por serem pré-fabricadas, obtêm dimensões padronizadas. Os resíduos de concreto são classificados como Classe A.

A concretagem da laje do teto do Tipo 1 foi realizada no dia 25/03/2022, juntamente com os pilares e vigas deste pavimento, gerando resíduos de concreto.

A figura 13 abaixo ilustra os dois tipos de materiais cerâmicos que foram utilizados na obra: lajota cerâmica para a laje (à esquerda da figura) e blocos cerâmicos para alvenaria (à direita da figura).

Figura 13 - Lajota cerâmica e bloco cerâmico



Fonte: Autor (2022).

Tabela 7 - Quadro resumo do mês de março

<b>Quadro resumo dos resíduos gerados por pavimento durante o mês de março</b>				
<b>Pavimento/ resíduo</b>	<b>Madeira</b>	<b>Concreto</b>	<b>Cerâmica (blocos e/ou lajotas)</b>	<b>Argamassa</b>
Subsolo	-	-	-	-
Térreo	-	-	<b>X</b>	<b>X</b>
Mezanino	<b>X</b>	<b>X</b>	-	-
Tipo 1	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	-

Fonte: Autor (2022).

#### 4.1.2 Mês de Abril

O mês de abril iniciou-se com a retirada dos resíduos de madeira por um caminhão caçamba, conforme ilustra a figura 14, provenientes das etapas de fôrmas e desformas de pilares, vigas e lajes realizadas no mês de março, deixando o canteiro de obra mais limpo e seguro.

**Figura 14 - Retirada de madeira por caminhão caçamba**



Fonte: Autor (2022).

No pavimento subsolo realizou-se a etapa de alvenaria perimetral, que é a alvenaria no perímetro da obra, ou seja, na divisa com o terreno vizinho, conforme ilustra a figura 15.

**Figura 15 - Alvenaria perimetral**



Fonte: Autor (2022).

Na etapa de alvenaria perimetral, como mostra a figura 15, foram utilizados argamassa e blocos cerâmicos. No andamento desta etapa alguns destes materiais se tornam resíduos que não serão reutilizados posteriormente na obra, pois sofrem danificações, inutilizando-os, como restos de argamassa e de blocos cerâmicos.

No pavimento térreo foi dada continuidade na etapa de alvenaria, sendo essa a única etapa em andamento no pavimento, ilustrado pela figura 16, o que gerou somente resíduos Classe A (restos de blocos cerâmicos e argamassa).

**Figura 16 - Realização da alvenaria do pavimento Térreo**



Fonte: Autor (2022).

Além dos necessários para se executar a alvenaria, é possível observar na figura 16 outros tipos de materiais, como madeiras empilhadas e escoras metálicas. Estes últimos materiais citados apenas foram armazenados neste pavimento.

Durante o mês de abril, foi finalizada a etapa de desforma da laje do teto do pavimento Mezanino e dado início à etapa de alvenaria interna, conforme ilustram as figuras 17 e 18.

**Figura 17 - Desforma do teto do Mezanino**

Fonte: Autor (2022).

**Figura 18 - Início da alvenaria interna do mezanino**

Fonte: Autor (2022).

Nota-se nas duas figuras acima os elementos estruturais já desformados por completo assim como uma primeira parede de alvenaria sendo levantada. Observa-se que as madeiras provenientes da desforma foram empilhadas e armazenadas, pois sua maioria será reutilizada. As que não tiveram potencial para reutilização, foram separadas e transportadas à baía de madeira do subsolo.

É importante ressaltar que na execução da desforma, ocorre também a geração de resíduos de concreto, pois este acaba colando na madeira enquanto está no processo de cura e pedaços saem junto na desforma. Sendo assim, no mês de abril para o pavimento mezanino, foram gerados resíduos de madeira e concreto (provenientes da etapa de desforma), e também resíduos de argamassa e blocos cerâmicos (provenientes das alvenarias levantadas).

No pavimento Tipo 1, foi realizada a desforma dos pilares (figura 19), estas quais foram reaproveitadas em sua grande maioria no pavimento acima, devido aos pilares possuírem a mesma tipologia e dimensões. Realizado também a desforma das vigas deste pavimento (figura 20).

**Figura 19 - Desforma dos pilares do pavimento Tipo 1**



Fonte: Autor (2022).

**Figura 20 - Desforma das vigas do pavimento Tipo 1**

Fonte: Autor (2022).

Analisando as figuras 19 e 20, é possível perceber que, por mais que a maioria das madeiras foram reutilizadas nas formas do pavimento de cima, a geração de resíduos desse material na etapa de desforma é relevante, seja por falta de qualidade das madeiras ou por já terem sido reutilizadas ao máximo, perdendo assim sua utilidade. Há também o fator humano na hora de executar o serviço, que se não for realizado com um certo cuidado essa desforma das madeiras, pode ocorrer de quebrar mais do que o usual (tanto as madeiras quanto o concreto por trás), gerando assim mais resíduos.

No pavimento Tipo 2, realizou-se a montagem e travamento das fôrmas dos pilares (figura 21), seguido da montagem das fôrmas das vigas deste mesmo pavimento (figura 22).

**Figura 21 - Montagem e travamento dos pilares do pavimento Tipo 2**



Fonte: Autor (2022).

**Figura 22 - Montagem das vigas do pavimento Tipo 2**



Fonte: Autor (2022).

Nas últimas duas semanas do mês, iniciou-se a etapa de fixação das treliças da laje do teto do Tipo 2 e seu preenchimento com as lajotas cerâmicas, conforme ilustrado na figura 23.

**Figura 23 - Execução da laje do teto do tipo 2**



Fonte: Autor (2022).

Resíduos de madeira, concreto e cerâmicos foram gerados no pavimento Tipo 2 durante o mês de abril neste pavimento.

**Tabela 8 - Quadro resumo do mês de abril**

<b>Quadro resumo dos resíduos gerados por pavimento durante o mês de abril</b>				
<b>Pavimento/ resíduo</b>	<b>Madeira</b>	<b>Concreto</b>	<b>Cerâmica (blocos e/ou lajotas)</b>	<b>Argamassa</b>
Subsolo	-	-	X	X
Térreo	-	-	X	X
Mezanino	X	X	X	X
Tipo 1	X	X	-	-
Tipo 2	X	X	X	-

Fonte: Autor (2022).

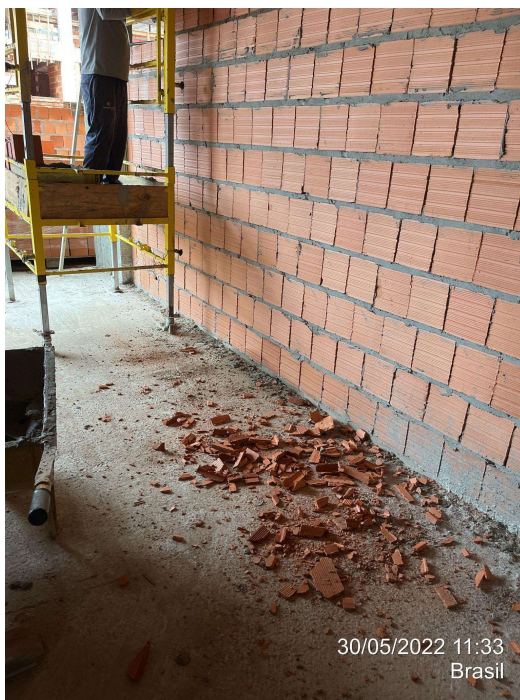
#### 4.1.3 Mês de Maio

No pavimento subsolo foi dado início à etapa de drenagem (Figura 24) no final do mês, etapa a qual ocorreu uma certa movimentação de terra, porém não gerou nenhum resíduo.

**Figura 24 - Drenagem do subsolo**

Fonte: Autor (2022).

No pavimento térreo foi dada continuidade na execução das alvenarias internas, o que gerou resíduos de blocos cerâmicos e de argamassa, conforme mostram as figura 25 e 26.

**Figura 25 - Resíduos de blocos cerâmicos**

Fonte: Autor (2022).

**Figura 26 - Transporte de resíduos**

Fonte: Autor (2022).

O transporte dos resíduos Classe A que, por serem pedaços relativamente pequenos, é feito com o carrinho de mão.

No Mezanino foi dada continuidade na execução das alvenarias internas.

**Figura 27 - Resíduos de blocos cerâmicos**

Fonte: Autor (2022).

Na figura 27 nota-se pedaços quebrados de blocos cerâmicos no chão, provenientes da execução da alvenaria.

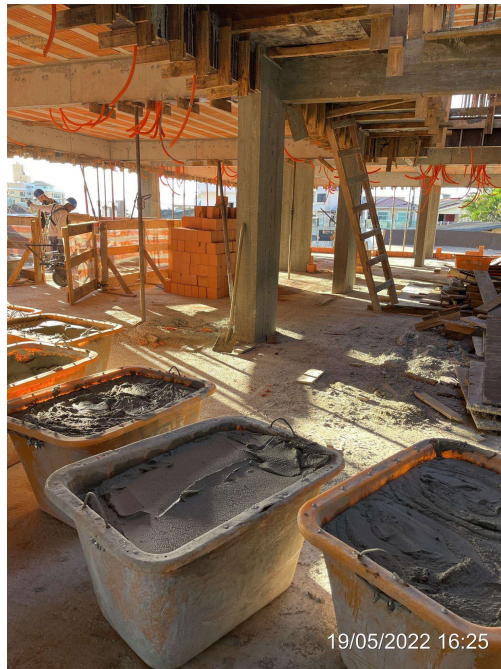
No pavimento Tipo 1 foi finalizada a etapa de desforma e iniciada a etapa de alvenaria, começando primeiramente com as paredes externas.

**Figura 28 - Resíduos de blocos cerâmicos**



Fonte: Autor (2022).

**Figura 29 - Argamassa para assentamento da alvenaria do pavimento Tipo 1**



Fonte: Autor (2022).

Resíduos de madeira, resto de concreto, argamassa e de blocos cerâmicos foram gerados neste pavimento, provenientes das etapas realizadas.

No pavimento Tipo 2, iniciou-se o mês de maio com a concretagem da laje do teto desse pavimento, bem como seus pilares e vigas (figura 30).

**Figura 30 - Concretagem do teto do pavimento Tipo 2**



Fonte: Autor (2022).

Ao decorrer do mês, neste mesmo pavimento realizou-se as desformas dos pilares e vigas, gerando assim resíduos de madeira e entulho (figura 31).

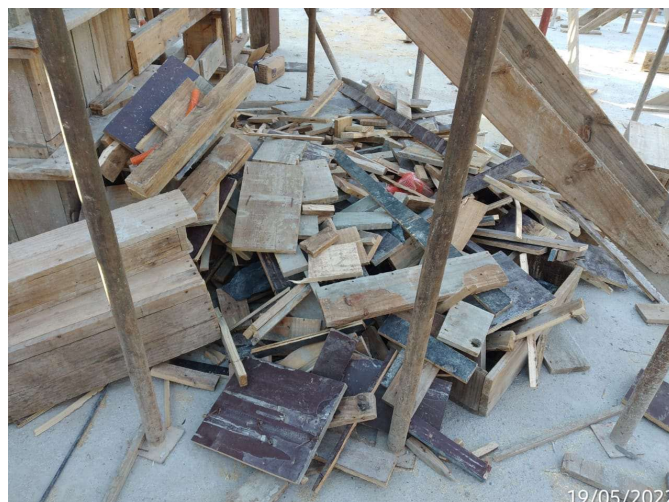
**Figura 31 - Resíduos de concreto e madeira provenientes das desformas**



Fonte: Autor (2022).

No pavimento Tipo 3 realizou-se as fôrmas e travamentos dos pilares, vigas e laje.

**Figura 32 - Resíduos de madeira provenientes das fôrmas**



Fonte: Autor (2022).

Pode-se observar na figura 32 que para a realização das fôrmas são necessários muitos cortes nas madeiras, onde grande parte das sobras se tornam inutilizáveis, gerando assim um alto volume de resíduos (classe B).

**Tabela 9 - Quadro resumo do mês de maio**

<b>Quadro resumo dos resíduos gerados por pavimento durante o mês de maio</b>				
<b>Pavimento/resíduo</b>	<b>Madeira</b>	<b>Concreto</b>	<b>Cerâmica (blocos e/ou lajotas)</b>	<b>Argamassa</b>
Subsolo	-	-	-	-
Térreo	-	-	X	X
Mezanino	-	-	X	X
Tipo 1	X	X	X	X
Tipo 2	X	X	X	X
Tipo 3	X	-	X	-

Fonte: Autor (2022).

#### 4.1.4 Mês de junho

No pavimento subsolo finalizou-se a etapa de drenagem, que por fim não gerou nenhum resíduo.

No pavimento térreo foi dada continuidade nas alvenarias internas, gerando resíduos de blocos cerâmicos, argamassa e de manta acústica. Realizou-se

também as fôrmas das escadas dos lofts (figura 33) e em seguida a concretagem delas, gerando resíduos de madeira e concreto.

**Figura 33 - Fôrmas das escadas dos lofts no térreo e mezanino**



Fonte: Autor (2022).

No pavimento mezanino continuou-se a etapa de alvenaria, com detalhe nas paredes duplas. As paredes duplas foram previstas em projeto nas divisas entre apartamentos para melhorar o isolamento acústico, pois além das duas camadas de blocos cerâmicos, também é instalada uma manta acústica entre as cerâmicas, conforme a figura 34.

**Figura 34 - Colocação de manta acústica em parede dupla**



Fonte: Autor (2022).

Foram gerados resíduos de blocos cerâmicos, argamassa e alguns pedaços de manta (provenientes dos cortes realizados).

No pavimento tipo 1 continuou-se a etapa de alvenaria com realização também de algumas formas das vergas e contravergas das janelas e vergas das portas, conforme as figuras 35 e 36, as quais foram concretadas no mesmo mês.

**Figura 35 - Contraverga da janela**



Fonte: Autor (2022).

**Figura 36 - Verga da porta**



Fonte: Autor (2022).

Resíduos de madeira e concreto foram gerados na realização das vergas e contravergas, e resíduos de blocos cerâmicos e argamassa foram gerados na etapa de alvenaria, conforme figura 37.

**Figura 37 - Resíduos do pavimento tipo 1 em junho**



Fonte: Autor (2022).

No pavimento tipo 2 foi finalizada a etapa de desformas das vigas e laje, gerando resíduos de madeira e concreto, conforme figura 38, e iniciada a etapa de alvenaria, gerando resíduos de argamassa e blocos cerâmicos.

**Figura 38 - Resíduos da desforma do pavimento tipo 2**



Fonte: Autor (2022).

Para o pavimento tipo 3, no início do mês de junho foram fixadas as treliças das lajes e colocadas as lajotas cerâmicas, assim como toda finalização da laje, para então realizar a concretagem da laje do teto desse pavimento no dia 07/06/2022 (figura 39), assim como os pilares e vigas também desse pavimento.

**Figura 39 - Concretagem da laje do teto do pavimento tipo 3**



Fonte: Autor (2022).

No decorrer do mês realizou-se as desformas de pilares e vigas, conforme figura 40.

**Figura 40 - Desforma do pavimento tipo 3**



Fonte: Autor (2022).

O pavimento tipo 3 gerou resíduos de concreto e restos de lajotas cerâmicas provenientes da etapa concretagem da laje. Gerou também resíduos de madeira e concreto provenientes das desformas de pilares e vigas.

No pavimento tipo 4, na segunda semana do mês de junho realizou-se a montagem das formas e amarração dos pilares e vigas, gerando resíduos de madeira, conforme imagem 41.

**Figura 41 - Etapa de fôrma dos pilares e vigas do pavimento tipo 4**



Fonte: Autor (2022).

**Tabela 10 - Quadro resumo do mês de junho**

<b>Quadro resumo dos resíduos gerados por pavimento durante o mês de junho</b>					
<b>Pavimento/ resíduo</b>	<b>Madeira</b>	<b>Concreto</b>	<b>Cerâmica (blocos e/ou lajotas)</b>	<b>Argamassa</b>	<b>Manta acústica</b>
Subsolo	-	-	-	-	-
Térreo	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Mezanino	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
Tipo 1	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	-
Tipo 2	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	-
Tipo 3	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	-	-
Tipo 4	<b>X</b>	-	-	-	-

Fonte: Autor (2022).

Com este levantamento qualitativo mês a mês, durante quatro meses, foram executadas etapas de supraestrutura dos pavimentos tipo 1, tipo 2 e tipo 3, alvenaria nos pavimentos subsolo, térreo, mezanino, tipo 1 e tipo 2, desformas dos pavimentos mezanino, tipo 1, tipo 2 e tipo 3, e também a etapa de drenagem do subsolo. Sendo assim, pode-se concluir que segundo a resolução n° 307 do CONAMA, a obra gerou resíduos classe A e classe B.

#### 4.2 Análise quantitativa

Para realizar a análise quantitativa dos resíduos gerados na obra, foi elaborada uma tabela a qual registrou-se o número de caçambas de entulho preenchidas com os resíduos Classe A e B, como também o número de caminhões-caçambas preenchidos com os resíduos de madeira, Classe B. A tabela 11 apresenta os registros de recolhimento dos resíduos.

**Tabela 11 - Registro de recolhimento dos resíduos**

<b>Data de recolhimento</b>	<b>Tipo de resíduo</b>	<b>Número de caçambas</b>	<b>Quantidade (m³)</b>
03/03/2022	Entulho	1	4,5
04/03/2022	Madeira	1	20
17/03/2022	Madeira	1	20
24/03/2022	Madeira	1	20
01/04/2022	Entulho	1	4,5
01/04/2022	Madeira	1	20
05/04/2022	Entulho	1	4,5
08/04/2022	Entulho	1	4,5
11/04/2022	Madeira	1	20
12/04/2022	Madeira	1	20
14/04/2022	Madeira	1	20
25/04/2022	Madeira	1	20
26/04/2022	Madeira	1	20
27/04/2022	Madeira	1	20
29/04/2022	Entulho	1	4,5

06/05/2022	Entulho	1	4,5
11/05/2022	Madeira	1	20
12/05/2022	Entulho	1	4,5
19/05/2022	Entulho	1	4,5
23/05/2022	Madeira	1	20
27/05/2022	Entulho	1	4,5
01/06/2022	Entulho	1	4,5
03/06/2022	Entulho	1	4,5
06/06/2022	Madeira	1	20
06/06/2022	Entulho	1	4,5
14/06/2022	Entulho	1	4,5
21/06/2022	Entulho	1	4,5
22/06/2022	Entulho	1	4,5
23/06/2022	Madeira	1	20
28/06/2022	Madeira	1	20
30/06/2022	Entulho	1	4,5

Fonte: Autor (2022).

Na tabela 12 está apresentado o resumo da quantidade de resíduos coletados mensalmente.

**Tabela 12 - Resumo quantidade de resíduos por mês**

Mês	Quantidade (m <sup>3</sup> )	
	Entulho	Madeira
Março	4,5	60
Abril	18	140
Maio	18	40
Junho	36	80
<b>Total</b>	<b>76,5 m<sup>3</sup></b>	<b>320 m<sup>3</sup></b>

Fonte: Autor (2022).

Após os quatro meses de levantamento de dados, foi gerado na obra um total de 76,5 metros cúbicos de entulho, composto em sua maioria por resíduos de argamassa e blocos cerâmicos, seguidos de concreto. Gerou também um total de 320 metros cúbicos de madeira. Entende-se que o volume real dos resíduos de entulho gerados é ligeiramente inferior ao apresentado, pois as caçambas de entulho sempre foram preenchidas em sua totalidade, e por serem resíduos pequenos e compactos, os vazios entre eles é praticamente nulo. Em compensação ao volume dos resíduos de madeira, o autor identificou que por mais que houvesse uma boa distribuição no caminhão caçamba e um bom preenchimento nele, era notório que haviam espaços vazios. Portanto, os valores apresentados são estimados, e não os valores reais.

Analisando a tabela 12 acima, nota-se que nos meses de abril, maio e junho foi gerado mais resíduos de entulho se comparados ao mês de março, isso ocorreu, pois, a etapa de alvenaria começou na segunda metade do mês de março e seus resíduos ainda eram poucos. A partir do mês de abril, iniciou-se a etapa de alvenaria em mais pavimentos, o que aumentou a geração de resíduos.

Para os resíduos de madeira, no mês de abril gerou-se mais resíduos, pois foi quando ocorreu a desforma do pavimento mezanino e tipo 1, e também houve a realização de formas do pavimento tipo 2. Vale ressaltar que os pavimentos mezanino e tipo 1 não têm a mesma tipologia de pilar/viga/laje, devido a isso as madeiras não foram bem aproveitadas, gerando a grande quantidade de volume de resíduo.

### 4.3 Custos para disposição final

De acordo com a empresa responsável pela obra, o valor pago pelo serviço de recolhimento dos resíduos através de caçamba de entulho foi de R\$250,00 por caçamba no mês de março (figura 42), com reajuste para R\$260,00 por caçamba nos meses de abril, maio e junho. Para os resíduos de madeira o valor foi de R\$500,00 por recolhimento no mês de março, com reajuste para R\$550,00 por recolhimento nos meses de abril, maio e junho.

**Figura 42 - Descrição da nota fiscal paga para coleta dos entulhos em março**

Dados do(s) serviço(s)						
Cód. Atividade	(Descrição CNAE) Descrição do Serviço	CST	Aliq.	Valor Unitário	Qtde	Valor Total
3811400	(COLETA DE RESIDUOS NAO-PERIGOSOS) COLETA COM DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INERTES CLASSE I A E CLASSE II B, EM CAÇAMBA ESTACIONARIA DE 4, 5M <sup>3</sup> - ENTULHO EM GERAL	6	5,00	R\$ 250,00	1	R\$ 250,00

Fonte: Administradora da obra (2022).

A tabela 13 apresenta a quantidade de caçambas recolhidas mensalmente e os custos pagos pela administradora da obra para os serviços de disposição final.

**Tabela 13 - Custos para disposição final por mês**

Mês	Entulho		Madeira	
	Número de caçambas (un)	Custo para disposição final	Número de caçambas (un)	Custo para disposição final
Março	1	R\$250,00	3	R\$1.500,00
Abril	4	R\$1.040,00	7	R\$3.850,00
Maio	4	R\$1.040,00	2	R\$1.100,00
Junho	8	R\$2.080,00	4	R\$2.200,00
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>R\$4.410,00</b>	<b>15</b>	<b>R\$8.650,00</b>

Fonte: Autor (2022).

Durante o período do estudo, foram gastos R\$4.410,00 para realizar o descarte apropriado dos resíduos de entulho e R\$8.650,00 para os resíduos de madeira, totalizando R\$13.060,00.

#### 4.4 Estimativa de custos dos materiais desperdiçados

Buscando estimar o custo que a administradora da obra pagou pelos materiais que se tornaram resíduos, estima-se que 60% do entulho gerado na obra foi de argamassa, 30% de blocos cerâmicos e 8% de concreto, os 2% restantes englobam os restos de plásticos, papéis e cortes de manta acústica. Esses números são estimativas baseadas no que o autor presenciou e evidenciou durante o período do estudo, pois não foi possível realizar uma caracterização gravimétrica dos resíduos da obra. Contudo, nota-se uma boa semelhança com o estudo realizado por BERNARDES et al. (2008), e

Sabendo que o volume total de entulho gerado na obra foi de 76,5m<sup>3</sup>, podemos encontrar a quantidade dos resíduos separadamente, conforme as fórmulas abaixo:

$$V_a = 60\% \cdot V_t$$

$$V_b = 30\% \cdot V_t$$

$$V_c = 8\% \cdot V_t$$

Onde:

Vt = Volume total dos resíduos;

Va = Volume de resíduo de argamassa;

Vb = Volume de resíduo de blocos cerâmicos;

Vc = Volume de resíduo de concreto.

Sendo assim, temos:

$$Va = 60\% * Vt \rightarrow Va = 60\% * 76,5m^3 \Rightarrow \mathbf{Va = 45,9m^3}$$

$$Vb = 30\% * Vt \rightarrow Vb = 30\% * 76,5m^3 \Rightarrow \mathbf{Vb = 22,95m^3}$$

$$Vc = 8\% * Vt \rightarrow Vc = 8\% * 76,5m^3 \Rightarrow \mathbf{Vc = 6,12m^3}$$

#### 4.4.1 Estimativa de custo para argamassa

De acordo com a administradora da obra, o valor pago por metro cúbico na argamassa de assentamento foi em média R\$208,17. Sendo assim, o custo estimado de 45,9m<sup>3</sup> de argamassa, que se tornou resíduo, é de R\$9.555,00.

#### 4.4.2 Estimativa de custo para blocos cerâmicos

Durante a obra, foram utilizados 4 tipos de blocos cerâmicos. A tabela 14 mostra suas características e propriedades.

**Tabela 14 - Propriedades dos blocos cerâmicos**

Dimensões (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Peso (kg)	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )
9x19x19	1.421,7	2,25	1.582,61
11,5x19x19	1.610,1	2,54	1.577,54
14x19x19	2.261,0	3,38	1.494,91
18x19x19	3.066,6	4,35	1.418,51
11,5x30x20*	2.649,4*	4,24*	1.600,36*

Fonte: Autor (2022).

\*Propriedade da lajota cerâmica

Os valores apresentados acima são as médias dos volumes e pesos de cada bloco cerâmico de acordo com os laudos fornecidos pelo fornecedor. Levando em consideração que houve um mesmo consumo de cada tipo de bloco e também a mesma porcentagem de quebra, será considerado para esta estimativa a densidade

média e o peso médio entre cada um deles. Sendo assim, temos uma densidade média de 1.534kg/m<sup>3</sup> e peso médio de 3,35kg para os materiais cerâmicos.

De acordo com a administradora da obra, o valor pago por bloco cerâmico é mostrado pela tabela 15.

**Tabela 15 - Preço unitário dos blocos cerâmicos**

Bloco	Preço unitário (R\$)
09x19x19	0,7
11,5x19x19	0,88
14x19x19	1,09
18x19x19	1,48
11,5x30x20*	1,41

Fonte: Administradora da obra (2022).

\*Lajota cerâmica

Com isso temos que o valor médio pago por bloco cerâmico foi R\$1,11. Sendo assim, o custo total estimado para os resíduos cerâmicos desperdiçados pode ser calculado pelas seguintes fórmulas:

$$V_{mk} = V_{mb} / P_{mb}$$

$$P_{tg} = V_{tg} * D_{mb}$$

$$Ct = V_{mk} * P_{tg}$$

Onde:

$V_{mk}$  = Valor médio do bloco por kilo;

$V_{mb}$  = Valor médio do bloco;

$P_{mb}$  = Peso médio do bloco;

$P_{tg}$  = Peso total gerado;

$V_{tg}$  = Volume total gerado;

$D_{mb}$  = Densidade média dos blocos;

$Ct$  = Custo total.

Sendo assim, temos:

$$V_{mk} = 1,11 / 3,35 \rightarrow V_{mk} = 0,33R\$/kg$$

$$P_{tg} = 22,95 * 1.534 \rightarrow P_{tg} = 35.205,3kg$$

$$Ct = 0,33 * 35.205,3 \rightarrow Ct = 11.617,75 \text{ reais}$$

Portanto, o custo total estimado do material cerâmico que se tornou resíduo é de R\$11.617,75.

#### 4.4.3 Estimativa de custo para concreto

De acordo com a administradora da obra, o valor pago por metro cúbico do concreto usinado foi em média R\$398,60. Sendo assim, o custo estimado de 6,12m<sup>3</sup> de concreto, que se tornou resíduo, é de R\$2.439,43.

#### 4.4.4 Estimativa de custo para madeira

Para o cálculo do custo estimado do resíduo de madeira, será levado em consideração que houve a mesma quantidade de consumo de cada tipo de madeira, assim como a mesma geração de resíduo de cada madeira.

As madeiras utilizadas na obra e seus respectivos preços estão tabelados abaixo.

**Tabela 16 - Preço do metro cúbico das madeiras**

<b>Tipo de madeira</b>	<b>Preço por m<sup>3</sup> (R\$)</b>
Régua Pinus - 2,5x15x300 cm	1.031,33
Régua Pinus - 2,5x25x300 cm	1.028,46
Régua Pinus - 2,5x10x300 cm	1.050,00
Tábua Pinus - 2,5x30x300 cm	2.015,93
Régua Pinus - 2,5x20x300 cm	1.027,73
Régua Pinus - 2,5x10x300 cm	980,00
Tábua Eucalipto - 2,5x20x300 cm	1.150,00

Fonte: Autor (2022).

Sendo assim, temos que o preço médio pago por metro cúbico de madeira é de R\$1.183,35. Logo, para os 320m<sup>3</sup> de resíduos de madeira gerados durante a pesquisa, estima-se um custo de R\$378.672,00. Contudo, é importante ressaltar que as madeiras não são utilizadas somente uma vez e então descartadas. A reutilização da madeira é imprescindível para que a construção seja financeiramente viável.

#### 4.4.5 Análise dos dados

A partir dos dados obtidos anteriormente, elaborou-se uma tabela resumindo os custos provenientes dos RCC.

**Tabela 17 - Resumo dos custos provenientes dos resíduos**

<b>Material</b>	<b>Custo para disposição final total</b>	<b>Estimativa de custo dos resíduos gerados</b>
Madeira	R\$8.650	R\$378.672,00
Argamassa	R\$4.410	R\$9.555,00
Bloco cerâmico		R\$11.617,75
Concreto		R\$2.439,43
<b>TOTAL</b>	<b>R\$13.060,00</b>	<b>R\$402.284,18</b>

Fonte: Autor (2022).

Diante das informações coletadas, é possível constatar que durante os meses de março, abril, maio e junho, os resíduos gerados custaram para a obra um total de R\$415.344,18.

Diante do exposto, será realizado abaixo uma suposição de como seria se a obra gerasse 20% menos resíduos de entulho e conseguisse reutilizar em 20% mais suas madeiras, reduzindo a geração de resíduos destas também em 20%.

Para madeira temos as seguintes fórmulas auxiliares:

$$V_{tm2} = V_{tm} * 80\%$$

$$V_{te2} = V_{te} * 80\%$$

$$C_{tes} = (C_{tea} * 80\%) + (C_{teb} * 80\%) + (C_{tec} * 80\%)$$

Onde:

$V_{tm}$  = Volume total de madeira;

$V_{tm2}$  = Volume total de madeira suposto;

$V_{te}$  = Volume total de entulho;

$V_{te2}$  = Volume total de entulho suposto;

$C_{tes}$  = Custo total estimado suposto;

$C_{tea}$  = Custo total estimado de argamassa;

Cteb = Custo total estimado de bloco cerâmico;

Ctec = Custo total estimado de concreto.

Sendo assim, temos:

$$V_{tm2} = 320 * 80\% \rightarrow V_{tm2} = 256 \text{ m}^3$$

$$V_{te2} = 76,5 * 80\% \rightarrow V_{te2} = 61,2 \text{ m}^3$$

$$C_{tes} = (9.955,00 * 80\%) + (11.617,75 * 80\%) + (2.439,43 * 80\%) \rightarrow C_{tes} = \mathbf{R\$19.209,74}$$

Com isso teríamos os seguintes gastos apresentados pela tabela 18.

**Tabela 18 - Custos dos resíduos de acordo com a suposição do autor**

<b>Material</b>	<b>Custo para disposição final</b>	<b>Estimativa de custo dos resíduos gerados</b>
Madeira	R\$7.040,00	R\$302.937,60
Entulho	R\$3.536,00	R\$19.209,74
<b>TOTAL</b>	<b>R\$10.576,00</b>	<b>R\$322.147,34</b>

Fonte: Autor (2022).

Analisando a tabela acima, se conclui que a partir da redução de 20% nos resíduos gerados na obra durante o período, reduziria de R\$415.344,18 para R\$332.723,34, uma economia de R\$82.620,84.

#### **4.5 Soluções para redução da geração de resíduos na obra**

A geração de resíduos na construção civil é inevitável, mas algumas práticas podem ser adotadas para minimizar e controlar a geração destes resíduos. Após o acompanhamento da obra, algumas soluções foram identificadas de acordo com o tipo de RCC, apresentadas abaixo:

1) Para redução da geração de resíduos de argamassa:

a) Molde para assentamento de argamassa: Permite um maior ganho na produtividade e proporciona redução do desperdício de argamassa (GUIMARÃES et.al, 2017).

2) Para redução dos resíduos de madeira:

a) Projeto de fôrmas: Potencializa a reutilização, reduz cortes desnecessários e evita o uso de materiais em excesso, conforme figura 43.

**Figura 43 - Resíduos de madeira provenientes das fôrmas**



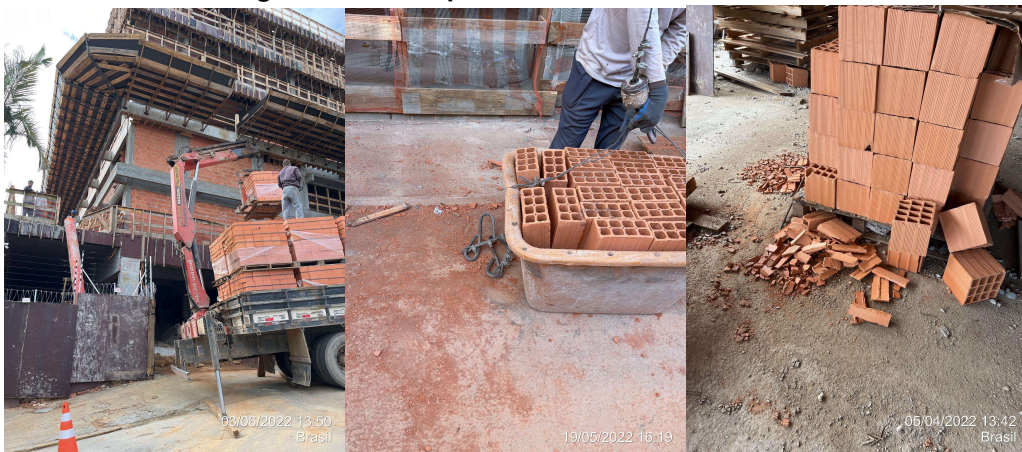
Fonte: Autor (2022).

b) Qualificação da mão de obra: Promove a eficiência nas etapas de cortes, montagem, desmontagem e reutilização dos materiais, evitando a alta geração de resíduos.

3) Para redução da geração de resíduos de blocos cerâmicos:

a) Cuidados na hora do transporte: Reduz a chance de quebra do material, a partir de cuidados na retirada do caminhão e no transporte para os pavimentos, conforme figura 44.

**Figura 44 - Transporte dos blocos cerâmicos**



Fonte: Autor (2022).

- b) Cuidado na concretagem: Reduz a chance de quebra das lajotas cerâmicas. Cuidar para não pisar no meio das lajotas cerâmicas, evitando quebrá-las.

**Figura 45 - Concretagem de laje**



Fonte: Autor (2022).

- c) Meio tijolos: Comprar blocos cerâmicos conhecidos como “meio tijolos”, que tem como finalidade evitar as quebras dos blocos cerâmicos para adequação na hora de levantar as alvenarias, conforme figura 46.

**Figura 46 - Resíduos cerâmicos provenientes de quebras**



Fonte: Autor (2022).

- 4) Como penalidade financeira pela geração de resíduos:
- a) Devido a obra do presente projeto ser administrada por uma empresa especializada, a mesma pode adotar uma política de penalidade à empreiteira (responsável pela mão de obra), caso ocorra a identificação de uma inadequada geração de resíduos.

Para aplicar tais melhorias de forma efetiva, o método de Lima et al. (2011) composto por cinco etapas se faz conveniente com as sugestões de forma processual para reduzir os resíduos da obra. As etapas deste método estão listadas na sequência:

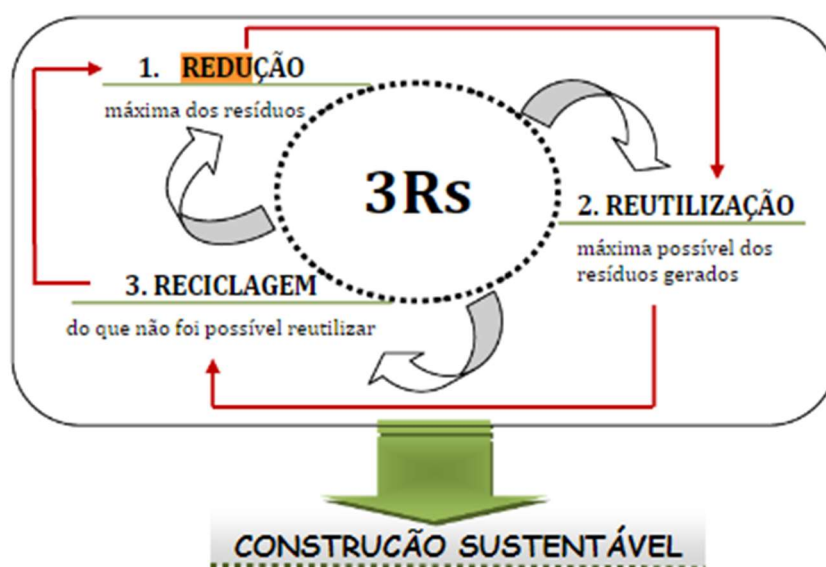
1ª. Responsabilidades: Consiste em designar quais os funcionários serão responsáveis e estarão à frente da gestão de resíduos (Comitê de Gestão dos Resíduos);

2ª. Comunicação e educação sócio-ambiental: Nesta etapa o comitê deve sensibilizar, mobilizar e educar todos os trabalhadores da obra para que todos cooperem com a minimização dos resíduos;

3ª. Planejamento: Para cumprir esta etapa é necessário traçar metas em todas as etapas construtivas, realizando estudos embasados no investimento da empresa na gestão de resíduos, reciclagem de materiais, custos operacionais e custos com a qualificação da mão-de-obra.

4ª. Implantação: Um passo importante para essa etapa é cumprir os primeiros passos da hierarquia dos 3Rs, como mostra a figura 47.

Figura 47 - Política dos 3Rs



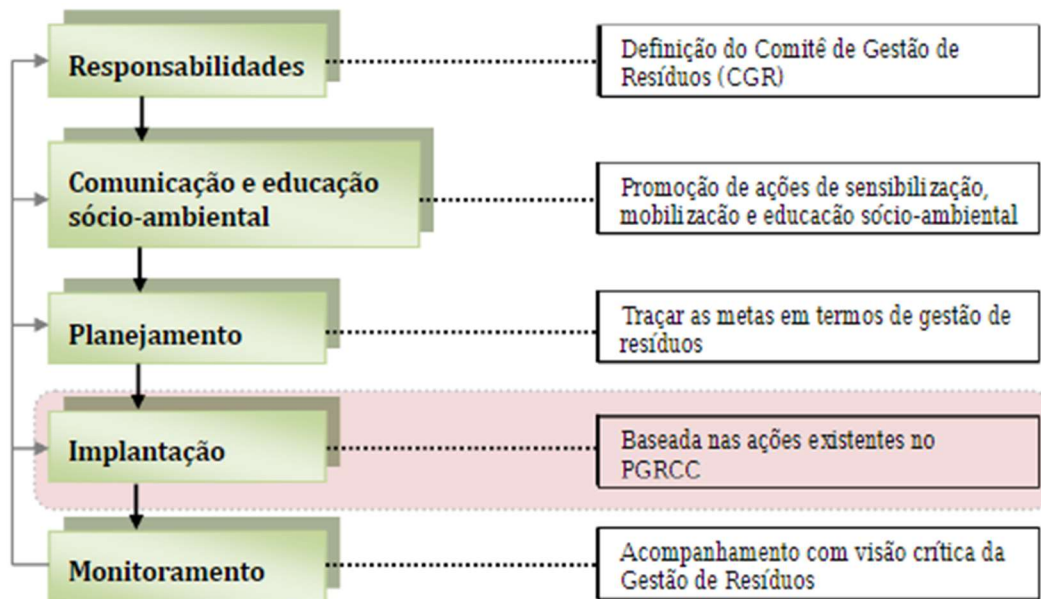
Fonte: Lima et al. (2011).

A obra deve seguir a política dos 3Rs, junto deve tomar como base as ações descritas no Projeto de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (PGRCC) da obra.

5ª. Monitoramento: Esta etapa, consiste no principal papel do comitê de Gestão de Resíduos, sendo uma etapa contínua e permanente durante toda a obra, onde devem acompanhar e avaliar todo o processo de implantação e os resultados obtidos, tendo em vista obter os melhores resultados possíveis.

A metodologia proposta através das cinco etapas anteriormente descritas está apresentada na figura 48.

**Figura 48: Etapas da metodologia para gestão dos resíduos**



Fonte: Lima et al. (2011).

## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho tem como objetivo geral realizar uma avaliação dos resíduos gerados nas etapas de supraestrutura, desformas e alvenaria em uma obra residencial multifamiliar. A partir do acompanhamento da obra durante quatro meses, foi possível fazer o levantamento de dados para obter informações reais sobre a geração dos RCC. Este acompanhamento foi fundamental para compreender a execução das etapas da obra, além de servir para identificar os materiais utilizados e os motivos da geração dos RCC durante a construção.

Por se tratar de uma obra na qual a administradora é responsável pelos materiais e a empreiteira responsável pela mão de obra, há uma divergência nos interesses, pois a mão de obra foca na produção e em não perder tempo preparando os resíduos para serem reutilizados. Com isso, por não tomarem os devidos cuidados com os materiais, ocorrem diversos desperdícios que poderiam ser evitados.

No levantamento dos tipos de resíduos gerados, considerando que foram acompanhadas as fases de supraestrutura, alvenaria, desformas e drenagem, os resíduos que se destacaram foram madeira (320m<sup>3</sup>) e entulho (concreto, blocos cerâmicos e argamassa, totalizando 76,5m<sup>3</sup>). Em um período de quatro meses os resíduos custaram R\$415.344,18 (custo dos materiais e da destinação final correta).

Notou-se que a reutilização dos materiais é extremamente importante tanto para que a obra torne-se financeiramente viável, quanto para o âmbito ambiental, pois a partir do momento que o material é reutilizado, reduz a necessidade de compra de um novo material, provocando uma redução na geração de resíduos.

Portanto, observou-se que melhorias podem ser obtidas sem a introdução de equipamentos caros, mas simplesmente através de uma mão de obra qualificada e bem orientada, onde a partir de cuidados no recebimento, armazenamento, manuseio, (re)utilização e na proteção dos materiais, reduz significativamente a geração de resíduos. Essa redução impacta positivamente nas questões ambientais como também contribui na questão econômica ligada ao setor da construção civil.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA CBIC. **PIB da construção fecha o ano com crescimento de 9,7%, a maior alta em 11 anos.** 2022. Disponível em: <[AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. \*\*O desafio da sustentabilidade na construção civil.\*\* Goldemberg, J. \(Coord.\) São Paulo: Blucher, 2011. v. 5.](https://cbic.org.br/pib-da-construcao-fecha-o-ano-com-crescimento-de-97-a-maior-alta-em-11-anos/#:~:text=04%2F03%2F2022-.PIB%20da%20constru%C3%A7%C3%A3o%20fecha%20o%20ano%20com%20crescimento%20de%209,sexta%2Dfeira%20(4).> Acesso em: 05 de maio de 2022.</p>
</div>
<div data-bbox=)

ARAÚJO, Nelma; CARNAÚBA; Tânia. **PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RCD PARA OBRAS DE EDIFICAÇÕES VERTICAIS DE MACEIÓ-AL.** 2010. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/15778171-Proposta-de-gerenciamento-de-rcd-para-obras-de-edificacoes-verticais-de-maceio-al.html>> Acesso em: 30 de julho de 2021.

BERNARDES, Alexandre; THOMÉ, Antonio; MARQUES, Pedro; ABREU, Águida. **Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição coletados no município de Passo Fundo, RS.** 2008. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/5699/4306>> Acesso em: 31 de julho de 2021.

CBIT. **Informativo CBIC Economia nacional e Construção Civil Desempenho recente e perspectivas.** 2020. Disponível em: <<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2020/02/ieda.pdf>> Acesso em: 1 de agosto de 2021.

FREITA, Carolina; SANTOS, Vivianni; JÚNIOR, José; SILVA, Thaiane. **RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD): UM ESTUDO DE CASO NA USINA DE BENEFICIAMENTO DE RESÍDUOS DE PETROLINA-PE.** 2016. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Vivianni-Santos/publication/316306180\\_RECICLAGEM\\_DE\\_RESIDUOS\\_DE\\_CONSTRUCAO\\_E\\_DEMOLICAO\\_RCD\\_UM\\_ESTUDO\\_DE\\_CASO\\_EM\\_USINA\\_DE\\_BENEFICIAMENTO\\_DE\\_RESIDUOS\\_EM\\_PETROLINA-PE/links/5bcde87c299bf1a43d99356f/RECICLAGEM-DE-RESIDUOS-DE-CONSTRUCAO-E-DEMOLICAO-RCD-UM-ESTUDO-DE-CASO-EM-USINA-DE-BENEFICIAMENTO-DE-RESIDUOS-EM-PETROLINA-PE.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Vivianni-Santos/publication/316306180_RECICLAGEM_DE_RESIDUOS_DE_CONSTRUCAO_E_DEMOLICAO_RCD_UM_ESTUDO_DE_CASO_EM_USINA_DE_BENEFICIAMENTO_DE_RESIDUOS_EM_PETROLINA-PE/links/5bcde87c299bf1a43d99356f/RECICLAGEM-DE-RESIDUOS-DE-CONSTRUCAO-E-DEMOLICAO-RCD-UM-ESTUDO-DE-CASO-EM-USINA-DE-BENEFICIAMENTO-DE-RESIDUOS-EM-PETROLINA-PE.pdf)> Acesso em: 29 de julho de 2021.

GREHS, Vernei. **GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – ANÁLISE DO CENÁRIO NACIONAL QUANTO À DESTINAÇÃO E TRATAMENTO DOS**

**RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.** 2016. Disponível em: <[https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AGVPE2/1/monografia\\_ecc\\_vernei\\_rev\\_28\\_14\\_03\\_2016\\_3.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AGVPE2/1/monografia_ecc_vernei_rev_28_14_03_2016_3.pdf)> Acesso em: 21 de julho de 2021.

KACZAM, Fabíola; SANTOS, Rafael; AZEVEDO, José; POSSAN, Edna; SCHMIDT, Carla. **Comparação da densidade de blocos cerâmicos fabricados em cinco fornos de uma indústria.** 2016. Disponível em: <<https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/contecc2016/civil/compara%C3%A7%C3%A3o%20da%20densidade%20de%20blocos%20cer%C3%A2micos%20fabricados%20em%20cinco%20fornos%20de%20uma%20ind%C3%BAstria.pdf>> Acesso em: 28 de maio de 2022.

MÁXIMO, Wellton. **PIB da construção civil deve crescer 4% em 2021.** 2020. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-12/pib-da-construcao-civil-deve-crescer-4-em-2021>> Acesso: 01 de agosto de 2021.

MEDEIROS, Adalice; MEIRA, Alesandra; ARAUJO, Nelma; LIMA, Rayff. **Metodologia para a gestão de resíduos em canteiros de obras de edificações verticais**. 2011. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/311711500\\_METODOLOGIA\\_PARA\\_A\\_GESTAO\\_DE\\_RESIDUOS\\_EM\\_CANTEIROS\\_DE\\_OBRAS\\_DE\\_EDIFICACOES\\_VERTICAIS](https://www.researchgate.net/publication/311711500_METODOLOGIA_PARA_A_GESTAO_DE_RESIDUOS_EM_CANTEIROS_DE_OBRAS_DE_EDIFICACOES_VERTICAIS)> Acesso em: 24 de junho de 2022.

MELLO, César. **ANÁLISE DO DESPÉRDICIO DE MATERIAIS EM OBRAS DA CIDADE DE IJUÍ.** 2001. Disponível em: <[http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/tcc-titulos/2001/Analise\\_do\\_Desperdicio\\_de\\_Materiais\\_em\\_Obra\\_da\\_Cidade\\_de\\_Ijuí.pdf](http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/tcc-titulos/2001/Analise_do_Desperdicio_de_Materiais_em_Obra_da_Cidade_de_Ijuí.pdf)> Acesso em: 29 de julho de 2021.

NAKAMURA, Juliana. **Você sabe como projetar e montar fôrmas de madeira? Entenda!.** s.d. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/voce-sabe-como-projetar-e-montar-formas-de-madeira-entenda/18988>> Acesso em: 01 de junho de 2022

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** São Paulo. 1999. Tese (doutorado) – Escola Politécnica, USP, São Paulo.

RIBEIRO, G. C. **Avaliação do gerenciamento dos resíduos de construção e 89 demolição (RCD) do município de Torres**. Rio Grande do Sul. Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

RIBEIRO, S.; BATTISTELLE, R.A.G.; TENÓRIO, J.A.S. **Inventário dos Resíduos da Construção Civil na Região Metropolitana de São Paulo**. VI Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental - ABES-RS e PUCRS/FENG (SIQA), Porto Alegre, 2008. Anais...Porto Alegre, 2008, 7 p.

ROSA, Derival; GUIMARÃES, Polyana. **Molde para assentamento de argamassa em alvenarias**. 2017. Disponível em: <<https://www.metodista.br/revistas-izabela/index.php/ptr/article/view/1420/913>> Acesso em: 28 de junho de 2022.

SEBRAE; SENAI; Deutsche Gesellschaft Technische Zusammenarbeit. **GESTÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2005. Disponível em: <[http://www.fieb.org.br/Adm/Conteudo/uploads/Livro-Gestao-de-Residuos\\_id\\_177\\_xbc2901938cc24e5fb98ef2d11ba92fc3\\_2692013165855\\_.pdf](http://www.fieb.org.br/Adm/Conteudo/uploads/Livro-Gestao-de-Residuos_id_177_xbc2901938cc24e5fb98ef2d11ba92fc3_2692013165855_.pdf)> Acesso em: 01 de agosto de 2021.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. **18º Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2020. Disponível em: <[http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2019/Diagnostico\\_RS2019.pdf](http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2019/Diagnostico_RS2019.pdf)> Acesso em: 21 de julho de 2021.

ZORDAN, S.E (2009) **Entulho da indústria da construção civil**. São Paulo: PCC-EPUSP. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br>. Acesso em: 18 de julho de 2021.