

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANA REGINA JAFRA CORDEIRO**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA MÓVEL PARA  
AUXÍLIO NA GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM  
CANTEIROS DE OBRA**

São Carlos

2022

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA MÓVEL PARA  
AUXÍLIO NA GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM  
CANTEIROS DE OBRA**

**Ana Regina Jafra Cordeiro**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, para obtenção de título de Mestre em Engenharia Civil.

**Área de Concentração:** Construção Civil

**Orientador:** Prof. Dr. José da Costa Marques Neto

São Carlos

2022



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Ana Regina Jafra Cordeiro, realizada em 20/05/2022.

**Comissão Julgadora:**

Prof. Dr. Jose da Costa Marques Neto (UFSCar)

Prof. Dr. Márcio Merino Fernandes (UFSCar)

Profa. Dra. Kelen Almeida Dornelles (USP)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Dedico este trabalho a minha família, aos que acreditaram e aos que não puderam estar aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que me concedeu sabedoria e determinação para que a realização deste trabalho fosse possível, que me deu forças quando me faltaram, quando me proporcionou foco quando esse foi escasso e me ajudou até aqui.

A minha família pelo constante apoio, em especial a minha mãe Sheyla Regina, que não mediu esforços para que nada me faltasse para a realização desse mestrado e seu constante incentivo ao longo do seu andamento.

Ao meu namorado Alberto Colares, por sempre me apoiar, estar ao meu lado com todo o seu amor e carinho, acreditando em mim durante todo esse tempo.

Aos novos e velhos amigos que adquiri ao longo do caminho, que acreditaram e contribuíram direta e indiretamente para esse trabalho.

Ao meu orientador, professor Dr. José da Costa Marques Neto, por acreditar neste trabalho e pelos conselhos durante o desenvolvimento desta pesquisa.

A toda a equipe da Construtora PHX que me acolheu, auxiliou, contribuiu, tornou-se uma nova casa e foi crucial para o desenvolvimento desse trabalho.

E a todos aqueles que contribuíram de alguma forma ao longo do caminho, meu muito obrigada!

## ***RESUMO***

---

CORDEIRO, Ana Regina Jafra. Desenvolvimento de uma Ferramenta Móvel para Auxílio na Gestão de Resíduos de Construção Civil em Canteiros de Obra. 41f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021.

Um problema recorrente no mercado da construção são os impactos causados pelos resíduos de construção civil (RCC) visto que esses se apresentam de diversas formas, podendo ser ambientais, sociais, sanitários, visuais e econômicos. Dentre muitos fatores que corroboram para essa situação, desponta como o mais crítico a necessidade de planejamento e uma gestão mais eficiente, com informações corretas e mais acessíveis. Dessa forma, este trabalho se propõe a elaborar uma nova ferramenta que auxilie a gestão de resíduos de construção civil, através do desenvolvimento de uma tecnologia móvel que promova a destinação adequada e mais eficiente desses materiais. Para tanto, teve-se como base para a instrumentação os Planos de Gestão exigidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e das definições estabelecidas na Resolução do CONAMA nº307/2002, propondo intervenções que promovam a redução, a reutilização e a reciclagem desses resíduos sólidos. Estas medidas foram definidas a partir da revisão de literatura, análise de documentos e pesquisas quantitativas e qualitativas dos projetos atuais de gestão de resíduos sólidos. Com isso, foram identificadas as principais deficiências em projetos de gerenciamento de resíduos de construção, que mostraram a necessidade de ter maior acesso e maior controle das informações de gerenciamento, assim como as possibilidades de utilização desse resíduo evitando o seu descarte. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi elaborar um aplicativo que trabalhe como uma ferramenta móvel capaz de diagnosticar a geração de resíduos de construção civil em canteiros de obras e analisar o potencial de reciclagem, além da destinação final adequada desse material, promovendo a instrução do profissional responsável pelo descarte dos RCC para a forma mais correta de destiná-los. Dessa forma, o aplicativo ReciclaObra mostrou-se eficiente para o seu propósito de auxiliar na gestão de resíduos de construção civil em canteiros de obra. Ademais, a ferramenta mostrou ser capaz de ampliar a acessibilidade de profissionais ao conteúdo inserido, sendo estas informações sobre os resíduos de construção civil, como realizar a devida segregação, a melhor forma de armazenamento e triagem, as possíveis destinações, como realizar o descarte de forma correta, além de seguir e elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos, tudo isso de forma fácil e prática.

**Palavras-chave:** Resíduos de construção; Minimização de resíduos; Gestão de resíduos; Novas tecnologias; Acesso à informação.

## ***ABSTRACT***

---

CORDEIRO, Ana Regina Jafra. Desenvolvimento de uma Ferramenta Móvel para Auxílio na Gestão de Resíduos de Construção Civil em Canteiros de Obra. 41f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021.

A recurring problem in the construction market is the impact caused by civil construction waste (RCC) since they present themselves in different ways, which can be environmental, social, sanitary, visual, and economic. Among many factors that corroborate this situation, the most critical is the need for planning and more efficient management, with correct and more accessible information. In this way, this work proposes to develop a new tool that helps the management of civil construction waste, through the development of a new technology that promotes the proper and more efficient destination of these materials. Therefore, the Management Plans required by the National Solid Waste Policy (PNRS) and the definitions established in CONAMA Resolution nº307/2002 were used as a basis for instrumentation, proposing interventions that promote reduction, reuse and recycling of these solid wastes. These measures were defined from the literature review, document analysis and quantitative and qualitative research of current projects. With this, the main deficiencies in construction waste management projects were identified, which showed the need to have greater access and greater control of management information, as well as the possibilities of using this waste that avoiding its disposal. Therefore, the objective of this work was to develop an application that works as a mobile tool capable of diagnosing the generation of civil construction waste at construction sites and analyzing the recycling potential, in addition to the adequate destination of this material, promoting the instruction of the professional responsible for the disposal of RCC for the most correct way to dispose of them. Thus, the Application ReciclaObra proved to be efficient for its purpose of assisting in the management of construction waste in construction sites. Moreover, the tool showed to be able to expand the accessibility of professionals to the inserted content, being this information about civil construction waste, how to perform proper segregation, the best form of storage and sorting, the possible disposals, how to perform the disposal correctly, in addition to following and elaborating the Waste Management Plan, all of this in an easy and practical way.

**Keywords:** Construction waste; Waste minimization; Waste Management; New technologies; Access to information.

## **LISTA DE FIGURAS**

---

<b>Figura 1.</b> Pessoas que acessam a Internet (%). .....	11
<b>Figura 2.</b> Composição de Resíduos de Construção Civil na cidade de Salvador.....	14
<b>Figura 3.</b> Parcela de RCC na composição de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil. ....	15
<b>Figura 4.</b> Prioridades na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.....	16
<b>Figura 5.</b> Fluxograma de manejo dos RCC. ....	18
<b>Figura 6.</b> Linha cronológica de marcos regulatórios em relação aos RCC. ....	20
<b>Figura 7.</b> Processo circular de reciclagem e disposição de RCC.....	26
<b>Figura 8.</b> Fluxograma de etapas.....	33
<b>Figura 9.</b> Quantidade de RCC gerado em Manaus entre janeiro e outubro de 2017. ....	37
<b>Figura 10.</b> Layout de proposta inicial do aplicativo. ....	42
<b>Figura 11.</b> Layout de itens para cadastro de obras.....	43
<b>Figura 12.</b> Layout de itens para a construção do Plano de Gerenciamento.....	44
<b>Figura 13.</b> Interface inicial da plataforma.....	45
<b>Figura 14.</b> Interface de Design e Estrutura. ....	46
<b>Figura 15.</b> Tela de lançamento e ícone do aplicativo.....	46
<b>Figura 16.</b> Menu de navegação.....	8
<b>Figura 17.</b> Seção Home. ....	8
<b>Figura 18.</b> Seção Definições. ....	43
<b>Figura 19.</b> Seção Definições. ....	43
<b>Figura 20.</b> Seção Definições. ....	43
<b>Figura 21.</b> Seção Definições. ....	43
<b>Figura 22.</b> Interface da seção Obras. ....	44
<b>Figura 23.</b> Seção de Registros.....	45
<b>Figura 24.</b> Seção PGRSCC.....	46
<b>Figura 25.</b> Seção PGRSCC.....	46
<b>Figura 26.</b> Seção Galeria. ....	47
<b>Figura 27.</b> Modelo do questionário inicial. ....	48
<b>Figura 28.</b> Fluxograma de delineamento da segunda etapa.....	49
<b>Figura 29.</b> Localização da obra. ....	50
<b>Figura 30.</b> Construção utilizada para o levantamento de dados no estudo de caso. ....	51
<b>Figura 31.</b> Construção utilizada para o levantamento de dados no estudo de caso. ....	51
<b>Figura 32.</b> Ficha para cadastro de geração de resíduos antes da inserção do aplicativo. ...	52
<b>Figura 33.</b> Modelo de Relatório extraído pela plataforma.....	54

## ***LISTA DE TABELAS***

---

<b>Tabela 1.</b> Taxa de desperdício de materiais de construção no Brasil. ....	14
<b>Tabela 2.</b> Quantidade descartada de resíduos de construção civil no aterro sanitário de Manaus pelas autorizadas. ....	39
<b>Tabela 3.</b> Resultados do questionário antes da inserção do aplicativo. ....	48
<b>Tabela 4.</b> Resultados do questionário durante a inserção do aplicativo.....	53
<b>Tabela 5.</b> Resultados apresentados ao longo da pesquisa nos anos de 2021 e 2022. ....	55

## ***LISTA DE QUADROS***

---

<b>Quadro 1.</b> Classificação dos RCC, conforme a Resolução N°307.....	17
<b>Quadro 2.</b> Destinação de RCC, conforme a Resolução N°307.....	19
<b>Quadro 3.</b> Definições conforme a Resolução do CONAMA N°307 (2002).....	21
<b>Quadro 4.</b> Reutilização dos principais RCC no canteiro de obra. ....	29
<b>Quadro 5.</b> Trabalhos brasileiros sobre desenvolvimento de aplicativos para gestão de RCC. .....	30
<b>Quadro 6.</b> Modalidades contratuais de coleta executas. ....	37

## ***LISTA DE ABREVIÇÕES E SIGLAS***

---

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

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

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

ISO – International Organization for Standardization

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PBQP-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

PMGIRS - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PNRS – Plano Nacional de Resíduos Sólidos

RCC – Resíduos da Construção Civil

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SEMULSP – Secretária Municipal de Limpeza Pública

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil no Amazonas

## SUMÁRIO

---

1.	INTRODUÇÃO .....	8
1.1.	OBJETIVOS.....	10
1.1.1.	Geral.....	10
1.1.2.	Específicos .....	10
1.2.	JUSTIFICATIVA.....	10
1.3.	ESTRUTURA .....	12
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	13
2.1.	RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL .....	13
2.1.1.	Descrição.....	13
2.1.2.	Classificação.....	16
2.1.3.	Manejo dos RCC.....	17
2.1.4.	Destinação dos RCC.....	18
2.2.	RESOLUÇÕES E NORMALIZAÇÃO.....	20
2.2.1.	Políticas Públicas Nacionais .....	21
2.2.2.	Normas Técnicas.....	22
2.3.	IMPACTOS GERADOS PELOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL.....	23
2.4.	RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL .....	25
2.5.	PRÁTICAS DE GERENCIAMENTO PARA MINIMIZAR OS DESPERDÍCIOS EM CANTEIROS DE OBRA E SEUS OBSTÁCULOS .....	27
2.6.	ESTADO DA ARTE: DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL .....	30
3.	METODOLOGIA.....	33
3.1.	PRIMEIRA ETAPA: ELABORAÇÃO DO APLICATIVO PARA SMARTPHONES .....	33
3.2.	SEGUNDA ETAPA: INSERÇÃO DO APLICATIVO NO CANTEIRO DE OBRA	34
3.3.	TERCEIRA ETAPA: ANÁLISE DOS DADOS PRODUZIDOS COM O USO DO DISPOSITIVO .....	35

3.4. CARACTERIZAÇÃO DA GESTÃO DE RCC NA REGIÃO DO ESTUDO ....	35
4. DISCUSSÕES E RESULTADOS.....	41
4.1. PRIMEIRA ETAPA: ELABORAÇÃO DO APLICATIVO PARA SMARTPHONES .....	41
4.1.1. Concepção da ferramenta.....	41
4.1.2. Criação do modelo.....	42
4.1.3. Desenvolvimento do aplicativo.....	44
4.2. SEGUNDA ETAPA: INSERÇÃO DO APLICATIVO NO CANTEIRO DE OBRA	49
4.3. TERCEIRA ETAPA: ANÁLISE DOS DADOS PRODUZIDOS COM O USO DO DISPOSITIVO .....	54
5. CONCLUSÕES .....	58
5.1. Considerações Finais.....	58
5.2. Sugestões para trabalhos futuros.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	60

# 1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil consiste em uma das áreas com as atividades industriais mais fortemente relacionadas com o desenvolvimento e o crescimento de um país. Entretanto, esses avanços também ocasionaram o aumento na geração de resíduos nas cidades, criando a necessidade de áreas cada vez maiores para o descarte adequado. A disposição inadequada de resíduos pode ocasionar em problemas ambientais como a contaminação do solo, água e ar, além da proliferação de vetores de doenças, que conseqüentemente geram problemas de cunho socioeconômicos.

De acordo com dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção, o Produto Interno Bruto (PIB) da construção civil vem apresentando uma desaceleração em seu crescimento. No ano de 2010 foi apontado um crescimento de 11,6%, contudo teve uma retração nos anos seguintes, até chegar ao valor de 3,7% no ano de 2019 e isso confirma a magnitude da crise econômica que assola o Brasil e renova o desafio em torno de sua superação. Além disto, uma pesquisa apresentada pelo IBGE registra queda de 3,6% do PIB nacional e de 5,1% na atividade da construção civil (CBIC,2020).

Por conseguinte, a evolução nos dados referente a construção está diretamente ligada ao volume de resíduos gerados por ela. Estima-se que, por ano, no mínimo 33.000 (trinta e três mil) toneladas de resíduos da construção civil são recolhidos no Brasil. No entanto, a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição – ABRECON acredita que o número pode ser bem maior, visto que nem todo material é devidamente registrado (ABRECON, 2015).

Ainda segundo a ABRECON, 50% dos municípios brasileiros ainda destinam os seus resíduos para lixões ou locais irregulares ao invés de reciclá-los. Afirma-se que apenas 20% dos RCC são reciclados no Brasil (ABRECON, 2015). Em contrapartida, a União Europeia recicla cerca de 70% do seu RCC, chegando a reciclar até 80% nos casos da Bélgica e da Holanda (FREITAS, 2018). Esses exemplos, mostram que é possível reduzir a quantidade de RCC que são dispostos em locais sem o devido cuidado.

Conseqüentemente o acúmulo desse esse volume de resíduos irá refletir nos impactos causados por eles. Impactos esse que podem ser tanto ambientais como sociais, sanitários e econômicos. Eles podem ser observados na poluição das áreas urbanas, dos rios, represas, terrenos baldios, no esgotamento sanitário, nos aterros sanitários e lixões e até em alagamentos e enchentes, uma vez que, esse material vai parar em bueiros e impermeabiliza

o solo. Isto posto, é notável que esses impactos são péssimos para o ser humano e para o meio ambiente, gerando muitos problemas para a sociedade como um todo.

Outrossim, pensar a construção civil do ponto de vista econômico, é reconhecer e validar que este é de fato um segmento que representa força na economia nacional e, por isso, deve ser ressaltado a busca por políticas públicas eficientes e de pesquisas de desenvolvimento de novas tecnologias, que contribuam para a sua sustentabilidade. Além do mais, esse desenvolvimento na construção civil também pode levar a impactos sociais relevantes. Com o crescimento dos serviços nessa área, haverá também o aumento de oportunidades de emprego e de renda para a comunidade em que estes estão alocados, com condições de saúde e segurança melhores, assim como maiores incentivos na capacitação da mão-de-obra. No mais, investir no setor de gerenciamento de resíduos também irá gerar muitas oportunidades, assim como um aprimoramento nessa vertente de planejamento de projeto.

Por outro lado, mesmo que a construção civil tendo apresentado certa desaceleração, este setor continua sendo o responsável por consumir grande parte dos recursos naturais disponíveis e gerar impactos ambientais significativos ao longo de todo o seu processo. Esses impactos causam o esgotamento dos recursos naturais não renováveis e promovem a emissão de gases de efeito estufa, que são gerados e liberados para a atmosfera durante o processo de fabricação dos materiais de construção, influenciando na saúde humana.

Entretanto, uma proposta pouco explorada é a reciclagem e a reutilização desses resíduos dentro dos canteiros de obra. Além de ser um meio de destinar de forma mais adequada o volume de material que antes seria, de certa forma, desperdiçado, essa prática pode gerar uma redução de gasto significativo dentro do orçamento do projeto. Esse ato além de acarretar um benefício econômico a quem constrói, como contribuiria para tornar o projeto mais sustentável.

Essa situação leva à necessidade de criação de práticas construtivas e ferramentas de gestão que minimizem os impactos ambientais causados pela indústria da construção, destacando o papel da reciclagem como importante forma de reduzir esses impactos em suas atividades, colaborando para a sua sustentabilidade. Isso posto, o objetivo desse trabalho foi elaborar um aplicativo que trabalhe como uma ferramenta móvel capaz de diagnosticar a geração de resíduos de construção civil em canteiros de obras de forma a contemplar todas as etapas do processo, da geração ao descarte de resíduos, visando uma forma de reduzir o excedente desse material, os impactos gerados por ele e avaliar a capacidade dessa ferramenta ser aplicada no mercado da construção civil, promovendo a instrução do profissional responsável pelo descarte dos RCC para a forma mais correta de destiná-los.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Geral**

Esse projeto tem como objetivo desenvolver uma ferramenta móvel através de um aplicativo para smartphones de apoio ao gerenciamento dos resíduos de construção civil em canteiros de obras.

### **1.1.2. Específicos**

Busca-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- Elaborar a modelagem de uma nova ferramenta para auxiliar a gestão de resíduos de construção civil, com o objetivo de minimizar os resíduos descartados e descartar corretamente os excedentes;
- Estabelecer procedimentos básicos e adequados para o correto gerenciamento dos resíduos sólidos
- Analisar a redução dos impactos através da comparação do volume gerado na obra estudada em períodos com o gerenciamento auxiliado pela ferramenta e sem o uso dela;
- Avaliar os benefícios do uso dessa ferramenta e sua viabilidade.

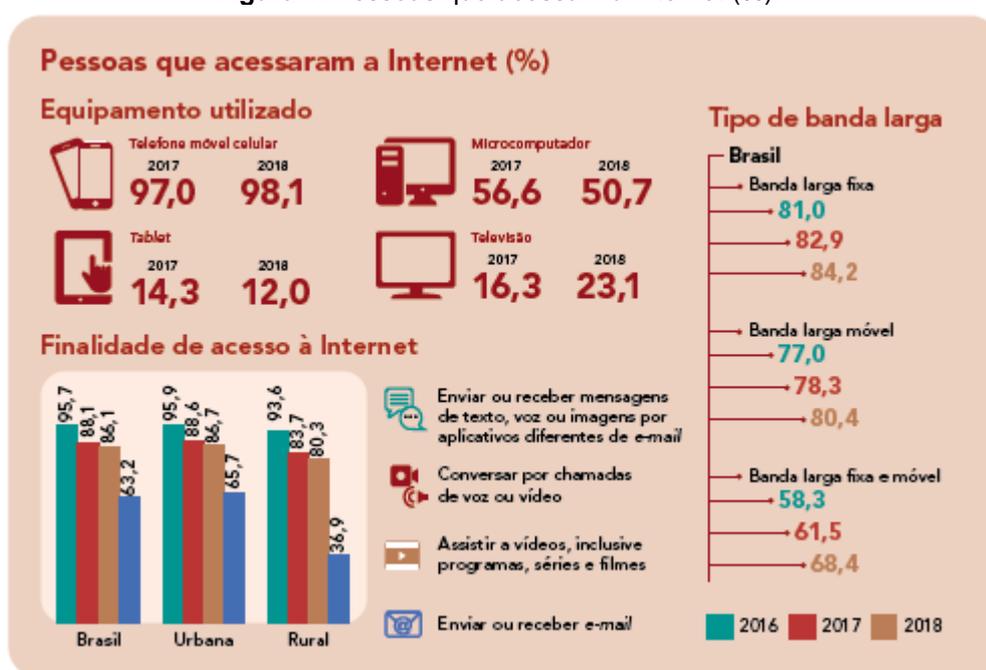
## **1.2. JUSTIFICATIVA**

Considerando o problema apresentado, torna-se necessário buscar soluções para minimizar e até procurar dirimir os impactos causados pelo grande volume de resíduos gerado pela construção civil. Um ponto observado na prática é que as construtoras ainda não têm visão de como utilizar os materiais perdidos e acabam preferindo se desfazer dos resíduos, deixando de lado a percepção da economia proporcionada pela reciclagem e o reuso desse produto.

Acontece também que as definições sobre essas práticas são relativamente novas e que ainda há um certo preconceito com o uso de materiais reciclados, mas ao contrário do que se pensa, quanto maior for a quantidade de material reutilizado, maiores podem ser os benefícios econômicos e ambientais proporcionados (CHENG; MYDIN ,2014). Isso pode ser afirmado considerando a economia na aquisição de matéria-prima, devido a substituição de materiais convencionais pelo que seria descartado, e na diminuição da poluição gerada pelos resíduos, assim como de suas consequências negativas como enchentes e assoreamento de rios e córregos, além da preservação das reservas naturais de matéria-prima. Além disso, a busca por novas formas de gerenciamento e de seu aprimoramento é cada vez maior, tendo em vista a inovação dos setores da indústria e construção civil.

Por conseguinte, utilizar aparelhos móveis como celulares, tablets e notebooks irá contribuir bastante para esse gerenciamento, visto que eles são de fácil acesso, de baixo custo e são os mais adequados para ser transportados com facilidade e praticidade. Utilizar o aplicativo levará a muitas vantagens, considerando que tornará possível ter diversas informações relevantes na palma da mão em qualquer lugar sempre que necessário. Segundo o levantamento do IBGE a respeito do acesso à Internet e a posse de telefone móvel celular para as pessoas de 10 anos ou mais de idade, o percentual de domicílios em que funcionava serviço de telefonia móvel celular teve um crescimento de 3,7%, passando de 85,5% no ano de 2017 para 89,2% no ano de 2018 (IBGE, 2020). Ademais, a pesquisa aponta que aparelhos de telefone móvel são os principais equipamentos utilizados para o acesso de internet, conforme apresentado na Figura 1.

**Figura 1.** Pessoas que acessam a Internet (%).



Dessa maneira, justifica-se a pesquisa à prática da investigação científica e à relação teoria-prática pelas vantagens da reciclagem e reuso, favorecendo o mercado consumidor, além da inovação de tecnologias para o auxílio no gerenciamento desses materiais. Tendo em vista também o desafio simultâneo que estes representam para o desenvolvimento sustentável, o desenvolvimento econômico, a sustentabilidade ambiental e progresso social, pois cada uma dessas dimensões apresenta uma peculiaridade.

Com isso, o projeto tem como público-alvo os responsáveis pela gestão de RCC envolvidos no andamento da obra e sua equipe técnica, com o intuito de ressaltar a

importância do controle de geração de resíduos e da reciclagem e reuso desses não só para o meio ambiente, mas como uma fonte de econômica para proprietário ou a construtora.

Este estudo teve como finalidade somar aos interesses das diversas áreas da engenharia e de reuso de resíduos, aumentando a gama de informações disponíveis e gerando novas observações sobre o tema desenvolvido na pesquisa.

### **1.3. ESTRUTURA**

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos:

O Capítulo 1 – Consiste em uma introdução e justificativa do tema escolhido, bem como, os principais objetivos da pesquisa;

O Capítulo 2 – Composto pela revisão bibliográfica com as definições, classificações, políticas públicas, legislações e uma breve abordagem dos impactos gerados pelos resíduos de construção civil e os sistemas de gerenciamento em destaque;

O Capítulo 3 – Descreve a metodologia empregada, expondo as etapas de desenvolvimento do trabalho em estudo;

O Capítulo 4 – Apresenta as discussões e resultados encontrados durante o estudo e a análise dos dados obtidos;

O Capítulo 5 – Contempla as conclusões da pesquisa e do estudo realizado.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas que contribuíram para a elaboração da pesquisa.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Nos termos da Lei Federal nº 12.305 (2010), os resíduos da construção civil são “aqueles gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis”. Esses, por sua vez, representam atualmente uma porção significativa dos resíduos urbanos produzidos nas cidades, o que leva a alguns pesquisadores a estudar as diversas causas de sua geração.

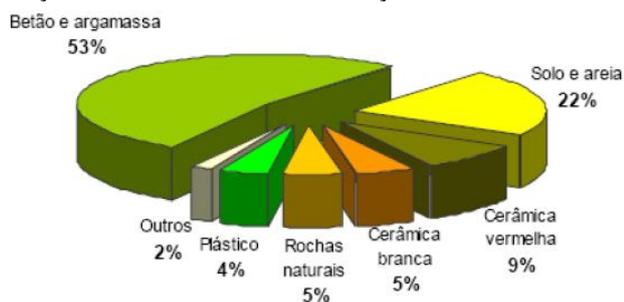
Para dar início a elaboração do projeto, foi realizada uma pesquisa com a finalidade de contextualizar o que está sendo abordado e avaliar o que foi desenvolvido até o momento sobre o tema. Sendo assim, serão apresentados a seguir os dados encontrados sobre a descrição dos resíduos de construção, incluindo sua caracterização e as legislações vigentes, o cenário da reciclagem de RCC atualmente, assim como os impactos gerados por esse material, e por fim, práticas que vêm sendo aplicadas para aprimorar o gerenciamento e minimizar os desperdícios em canteiros de obras.

#### **2.1.1. Descrição**

A construção é uma das principais fontes produtoras de resíduos, gerando um volume significativo desse material. Rocheta e Farinha (2007), apontam que os resíduos de construção civil são constituídos dos desperdícios provenientes de demolições, remodelações e obras novas de construção civil, sendo na sua maioria constituídos por argamassas, alvenarias, concreto armado, solo e pequenas quantidades de outros resíduos, como embalagens, latas, vidros, madeiras, podendo ainda incluir pequenas quantidades de resíduos perigosos como o amianto e resinas. Contudo não são oriundos unicamente desses desperdícios, também estão ligados aos restos de materiais que são perdidos por danos no recebimento, transporte e armazenamento dos produtos.

Muitos são os estudos realizados para se determinar a composição dos RCC, um dos mais representativos foi realizado por Marina Leite (2001), na cidade de Salvador, e resultou nos dados apresentados na Figura 2.

**Figura 2.** Composição de Resíduos de Construção Civil na cidade de Salvador.



Fonte: Leite (2001).

Dentre os inúmeros fatores que contribuem para a geração dos RCC estão os que podem ser citados: os problemas relacionados ao projeto, a falta de precisão nos memoriais descritivos, a baixa qualidade dos materiais adotados, a baixa qualificação da mão-de-obra, o manejo, o transporte ou armazenamento inadequado dos materiais, a falta ou ineficiência dos mecanismos de controle durante a execução da obra, ao tipo de técnica escolhida para a construção ou demolição, aos tipos de materiais que existem na região da obra e finalmente à falta de processos de reutilização e reciclagem no canteiro.

Além das deficiências mencionadas no parágrafo anterior, grande parte da produção diária dos resíduos vem do desperdício de materiais em construções novas, graças a projetos construtivos malfeitos, com especificações errôneas de materiais e detalhes, e à falta de planejamento da execução da obra, resultando em improvisos (ESPINELLI, 2005). Na Tabela 1 são apresentadas as taxas de desperdício no Brasil, em termos de valores médios, mínimos e máximos, em virtude da grande variação observada nos dados existentes.

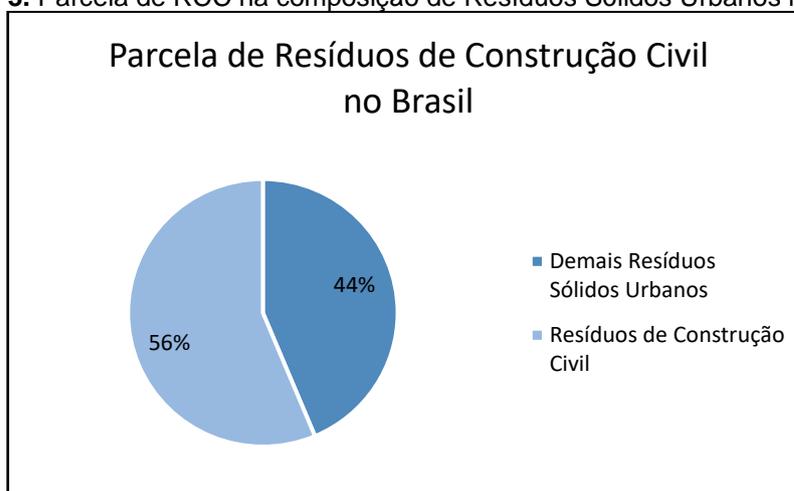
**Tabela 1.** Taxa de desperdício de materiais de construção no Brasil.

Material	Taxas de desperdício (%)		
	Média	Mínimo	Máxima
Concreto usinado	9	2	23
Aço	11	4	16
Blocos e tijolos	13	3	48
Placas cerâmicas	14	2	50
Revestimento têxtil	14	14	14
Eletrodutos	15	13	18
Tubos	15	13	18
Tintas	17	8	56
Fios	27	14	35
Gesso	30	1	120

Fonte: Espinelli (2005).

Dessa forma, estes resíduos têm sido vistos como um problema, pois representam mais de 56% de todo resíduo urbano segundo a Abrelpe, o que pode ser observado na Figura 3 apresentada a seguir.

**Figura 3.** Parcela de RCC na composição de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil.



Fonte: Panorama Abrelpe (2018/2019), adaptado pela autora.

Esses dados são alarmantes não só por serem de valor elevado, mas por ao ser avaliada a demanda de gestão dos Resíduos de Construção Civil (RCC), verificou que a grande maioria dos municípios brasileiros, 4.960 de 5.507, manejavam os resíduos da construção civil de forma incorreta levando a sérios problemas ambientais e de saúde pública (NUNES, 2005).

Em conformidade a essa problemática, foi criada a resolução nº 307 do CONAMA, de 5 de julho de 2002, considerada o 1º marco regulatório de Gestão e Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (RCC) no país, seguida da Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - Lei nº12.305 - regulamentada pelo Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010. Enquanto a primeira estabelece critérios, diretrizes e procedimentos para a gestão e gerenciamentos dos RCC, a PNRS veio trazer exigências legais a serem cumpridas, a exemplo da elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) pelos municípios brasileiros, como requisito à obtenção de repasses de verbas destinadas aos serviços de limpeza dos municípios.

No entanto, um levantamento feito pelo Ministério do Meio Ambiente cinco anos após a criação da PNRS, mostrou que muitos municípios ainda não possuíam seu PMGIRS elaborado em obediência ao Art. 13 da Política Nacional: dos 5.570 municípios brasileiros, 42% ainda não possuem um plano de gestão integrada de resíduos sólidos, o que corresponde pouco mais de 52% da população brasileira (MMA, 2015). Ademais, a PNRS (2010) define a seguinte ordem de prioridade (Figura 4) na gestão e gerenciamento de

resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disponibilização final ambientalmente adequada dos rejeitos.

**Figura 4.** Prioridades na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.



Fonte: ANICER (2014).

Considerando que, além da geração de resíduos, a construção civil tende também a consumir uma grande quantidade de materiais nas suas construções. Surgem então duas grandes problemáticas: o consumo de grandes quantidades de recursos naturais e o escoamento de grandes quantidades de resíduos de construção e demolição produzidas.

Sendo assim, se torna evidente a necessidade da redução desse volume alarmante de resíduos depositados nos espaços urbanos, através do gerenciamento mais eficiente, assim como a reciclagem e o reuso desse material, como uma forma de minimizar os desperdícios e os impactos gerados por esses resíduos. Para isso, é necessária uma avaliação do material quanto a sua classificação e qual a causa do seu descarte. Além do mais, essas medidas devem estar em conformidade com as leis, políticas públicas e normas técnicas vigentes.

### **2.1.2. Classificação**

Para a classificação dos resíduos provenientes da construção civil foi elaborada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, a Resolução N°307 (2002), que define, classifica e estabelece futuras destinações para os resíduos, além de conferir responsabilidade aos poderes municipais e distritais, assim como os geradores, no que diz respeito a destinação destes resíduos. Conforme é determinado na resolução, foi elaborada o Quadro 1 para uma melhor apresentação dos dados.

**Quadro 1.** Classificação dos RCC, conforme a Resolução N°307.

<b>Classificação dos RCC – Resolução CONAMA n°307</b>	
<b>Classes</b>	<b>Componentes</b>
<b>A</b>	Cerâmicos, argamassa, concreto, solos e outros.
<b>B</b>	Plásticos, papel e papelão, metais, vidros, madeiras e outros.
<b>C</b>	Gesso e outros.
<b>D</b>	Tintas, solventes, óleos e outros resíduos contaminados.

Fonte: Resolução CONAMA N°307 (2002), adaptado pela autora.

Esta resolução tem sido utilizada como diretriz tanto para a classificação e destinação dos RCC, mas também para a elaboração dos planos de gerenciamento de resíduos de construção civil, como será melhor apresentado mais à frente. No ano de 2004 a mesma recebeu um aditivo, na constituição da Resolução N°348, com intuito de inserir os resíduos de amianto dentre os resíduos de classe D.

Outrossim, a norma brasileira ABNT NBR 10004 (2004) classifica os resíduos em 3 classes, sendo que cada classe possui uma destinação e cuidados diferentes, são elas:

- Classe I – perigosos, aqueles que possuem características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade e apresentam riscos à saúde pública;
- Classe II – não inertes, apresentam características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com a possibilidade de causar risco à saúde ou meio ambiente;
- Classe III – inertes, aqueles que não oferecem riscos à saúde e meio ambiente.

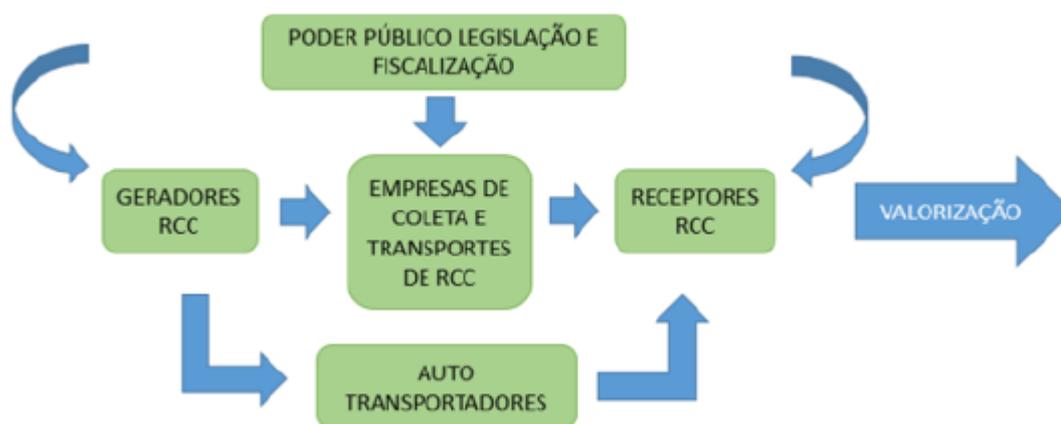
Dessa forma, a classificação dos resíduos de construção envolve a identificação do processo ou atividade do qual ele originou. Assim, é necessário identificar seus constituintes e características, a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias e seu impacto à saúde e ao meio ambiente.

### **2.1.3. Manejo dos RCC**

Nesse item será abordado o manejo dos resíduos oriundos de construção, reformas ou demolição, que aqui corresponde a coleta, transporte e destinação final do material produzido. Este conjunto de ações será de extrema importância para o planejamento e gerenciamento dos resíduos gerados.

Segundo Lombardi Filho (2017), a relação entre os agentes na produção de resíduos é muito importante devido a função e responsabilidade que cada um possui dentro do processo. Visto isso, o pesquisador autor elaborou um fluxograma (Figura 5) mostrando o fluxo dos RCC ao longo de todo o processo de gerenciamento, desde o início, partindo dos geradores, passando para as empresas de coleta e transporte e então chegando ao destino final com os receptores e revelando a possibilidade ainda de valorização dos resíduos, sem deixar de mencionar o papel importante que o poder público tem a oferecer com legislação instituída e fiscalização à todos os participantes do processo, sem exceção.

**Figura 5.** Fluxograma de manejo dos RCC.



Fonte: Lombardi Filho (2017).

No entanto, para que o fluxograma proposto pelo autor apresente uma realidade maior do processo, deveria ainda ser considerada a questão de descarte irregular, seja pelo próprio gerador ou pelas empresas de transportes, visto que essa prática de descarte clandestino ainda é bastante recorrente no país. Com isso, o ideal é que sejam buscadas novas formas de incentivo para que sejam seguidos os preceitos da PNRS, partindo da não geração, redução e reciclagem para estimular a valorização por meio do beneficiamento dos resíduos.

Dessa forma, conforme colocado por Valença *et al.* (2015), a diversidade de agentes envolvidos no processo de gestão dos RCC – os produtores (grandes, médias e pequenas obras), empresas de coleta e transporte, sindicatos, institutos de pesquisa tecnológica, universidades, consumidores, comunidade e o poder público – destaca a complexidade de todo o processo também em seus aspectos sociais, econômicos, políticos e institucionais, além do aspecto ambiental.

#### **2.1.4. Destinação dos RCC**

Com relação à destinação dos RCC, a resolução N°307 do CONAMA (2002) define que esta é de responsabilidade de seu gerador, incluindo ações voltadas a seu reuso,

reciclagem ou destinação responsável. Esta define também qual a destinação adequada para os resíduos de construção conforme a sua classe (Quadro 2).

**Quadro 2.** Destinação de RCC, conforme a Resolução N°307.

<b>Destinação de RCC – Resolução CONAMA n°307</b>	
<b>Classes</b>	<b>Destino</b>
<b>A</b>	Reutilizar ou reciclar na forma de agregados, ou encaminhar a um aterro de resíduos de construção civil, dispendo de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura.
<b>B</b>	Reutilizar, reciclar ou encaminhar para áreas de armazenamento temporário, permitindo sua utilização ou reciclagem futura.
<b>C</b>	Armazenar, transportar e destinar em conformidade com normas técnicas específicas.
<b>D</b>	Armazenar, transportar, reutilizar e destinar em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: Resolução CONAMA N°307 (2002), adaptado pela autora.

Contudo, mesmo com essas diretrizes para a destinação correta desses insumos, o descarte de pequenos volumes ainda é recorrente ao longo das vias públicas, terrenos baldios e em cursos d'água, seja por descaso da comunidade ou por não haver áreas predestinadas para o recebimento desses resíduos nos municípios, ocasionando com isso danos ambientais e conseqüentemente altos custos operacionais de limpeza pública. Em razão disto no Brasil, são gastos em torno de R\$ 2 milhões por mês com o recolhimento de entulho disposto clandestinamente em centros urbanos acima de 2 milhões de habitantes. Pode-se dizer que mais da metade do entulho é disposto irregularmente na maioria dos centros urbanos brasileiros de médio e grande portes (BLUMENSCHHEIN, 2007).

Destacam-se basicamente duas formas de disposição final irregular dos RCC, sendo a primeira o descarte em bota-foras clandestinos e a outra em área de deposição irregular (PINTO; GONZÁLES, 2005). Os bota-foras são comumente utilizados pelos municípios para a destinação final dos RCC, em áreas que são oferecidas para aterramento com o interesse de correção de topografias, contudo se esgotam rapidamente por não considerar os fatores ambientais, não proceder a separação dos RCC por classes ou cuidados à periculosidade por estarem misturados com materiais oriundos de outras atividades (SCREMIN; CASTILHO-JUNIOR; ROCHA, 2014).

Já as áreas de deposição irregular resultam da ação de pequenos geradores, que acabam por dispor seus resíduos em áreas livres como: áreas institucionais, margens de córregos, vias urbanas e áreas verdes degradadas. Contudo, uma pequena parcela de

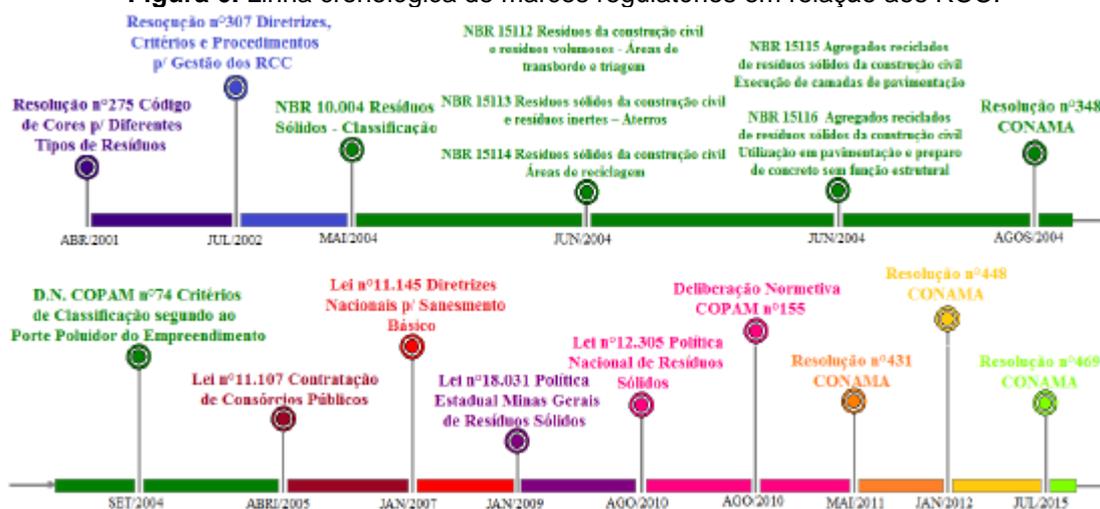
municípios os destina em aterros sanitários, diminuindo sua vida útil, em prol da grande quantidade gerada de RCC. Nos distritos em que se faz uso de lixões também se observa grande disposição dos RCC, o que compromete ambientalmente o local e apresenta inconvenientes a saúde pública (SCREMIN; CASTILHO-JUNIOR; ROCHA, 2014).

Contudo, é importante ressaltar que estas disposições incorretas geram diversos impactos, uma vez que representam uma ameaça a saúde pública, poluem o solo, podem conter resíduos não inertes que ao acumular favorecem a proliferação de animais peçonhentos como ratos, baratas, dentre outros. Isso posto, é notável que é preciso ter um controle maior da destinação dos RCC por parte tanto dos geradores quanto dos municípios para que sejam minimizados os danos causados pelo seu descarte incorreto. Para tal, é necessário que exista investimento na aplicação de modelos de gestão preventivos ou que incentivem a fiscalização do descarte desses insumos, para que então haja redução de gastos com a limpeza pública e minimização dos riscos à saúde e danos ambientais, empregando uma estratégia mais viável economicamente.

## 2.2. RESOLUÇÕES E NORMALIZAÇÃO

Existem diversas legislações em vigor as quais estão sujeitos os resíduos de construção civil, sendo essas específicas para cada país. Por sua vez, elas ainda se dividem em diversos quesitos regulatórios como: vigências de algumas legislações federais de resíduos sólidos, legislação específica de âmbito estadual e municipal, normas técnicas e resoluções. Com o intuito de melhor apresentar os dados referentes a estas legislações, a pesquisadora Mariele Maia (2019), da Universidade Federal de São Carlos, montou uma linha cronológica com as legislações mais relevantes atualmente (Figura 6).

**Figura 6.** Linha cronológica de marcos regulatórios em relação aos RCC.



Fonte: Maia (2019).

Outrossim, dentre as legislações apresentadas, serão descritas a seguir algumas das mais importantes para esse estudo.

### 2.2.1. Políticas Públicas Nacionais

A Resolução do CONAMA N°307 (2002), citada anteriormente, leva em consideração as definições da Lei da Crimes Ambientais, de fevereiro de 1998, que estabelece penalidades para a disposição final de resíduos em desacordo com a legislação. Essa resolução exige do poder público municipal a elaboração de leis, decretos, portarias e outros instrumentos legais como parte da construção da política pública que discipline a destinação dos resíduos da construção civil. Para isso, ela estabelece algumas definições englobadas na Quadro 3 exposto abaixo.

**Quadro 3.** Definições conforme a Resolução do CONAMA N°307 (2002).

<b>Resíduos da construção civil</b>	São os resíduos 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 e outros.
<b>Geradores</b>	Pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos da construção civil.
<b>Transportadores</b>	Pessoas físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação.
<b>Agregado reciclado</b>	Material granular proveniente de beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia.
<b>Gerenciamento de resíduos</b>	Sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos.
<b>Reutilização</b>	Processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo.
<b>Reciclagem</b>	Processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação.
<b>Beneficiamento</b>	Ato de submeter um resíduo à operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto.
<b>Aterro de resíduos da construção civil</b>	Área onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe "A" no solo, visando a reserva 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.
<b>Área de destinação de resíduos</b>	Área destinadas ao beneficiamento ou à disposição final de resíduos.

Fonte: Resolução CONAMA N°307, adaptado pela autora.

A partir dessas definições, também é estabelecido que os geradores deverão ter como prioridade a não geração de resíduos e, depois, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final desse material. Ainda mais, ela determina critérios para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil, conforme o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, incorporando o Programa Municipal e os Projetos de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil que devem ser planejados para cada município.

Outro instrumento do Governo Federal que visa organizar o setor da construção civil é o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), criado em 1998. Esse programa tem como objetivos duas vertentes principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva. A busca por esses objetivos envolve ações para que se atinja o aumento da competitividade no setor, a melhoria da qualidade de produtos e serviços, o desenvolvimento de novas tecnologias, a avaliação de desempenho dos sistemas construtivos, sustentabilidade, a redução de custos, e a otimização do uso dos recursos públicos (PBQP-H, 2021).

Um dos critérios definidos pelo PBQP-H prevê a necessidade de considerar os impactos no meio ambiente dos resíduos sólidos e líquidos produzidos pela obra e a definição de um destino adequado para eles, como condição para a qualificação das construtoras em determinados níveis de sistema de produção. A falta de cuidado com esses requisitos pode resultar na restrição das diretivas oferecidas por algumas instituições financeiras que exigem tal qualificação, como critério de seleção para seus investimentos.

Ademais, pode-se observar que essas políticas são relativamente recentes. Ainda são necessários novos meios de fiscalização para promover o cumprimento das condutas por elas estabelecidas de maneira mais eficiente e de forma correta para que estas cumpram o seu propósito.

### **2.2.2. Normas Técnicas**

Integradas às políticas públicas, as normas técnicas são um importante instrumento para viabilizar o exercício das responsabilidades estabelecidas pelas políticas públicas pelos agentes públicos e gestores de resíduos. Para assegurar o manejo correto em áreas específicas foram determinadas as seguintes normas técnicas:

- ABNT NBR 15112 (2004): Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Área de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- ABNT NBR 15113 (2004): Resíduos da Construção Civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação;

- ABNT NBR 15114 (2004): Resíduos da Construção Civil – Áreas de Reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- ABNT NBR 15115 (2004): Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos;
- ABNT NBR 15116 (2004): Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Utilização em pavimentação de concreto sem função estrutural – Requisitos.

A norma ABNT NBR 15112 (2004) é responsável por instruções que possibilitam o recebimento de resíduos para posterior triagem e valorização, dispõe as condições de implantação, forma de manejo, condições de segurança e proteção destas áreas. Essa tem importante papel na logística de destinação dos resíduos e poderão, se licenciados para tal, processar resíduos para valorização e aproveitamento. Já a norma ABNT NBR 15113 (2004) apresenta a solução adequada para disposição dos Resíduos Classe A, de acordo com a Resolução CONAMA 307, considerando critérios para reserva dos materiais para uso futuro ou disposição adequada ao aproveitamento posterior da área.

Enquanto isso, a norma ABNT NBR 15114 (2004) permite a transformação dos resíduos da construção civil Classe A, em agregados reciclados destinados à reinserção na atividade da construção. O exercício das responsabilidades pelo conjunto de agentes envolvidos na geração, destinação, fiscalização e controle institucional sobre os geradores e transportadores de resíduos está relacionado à possibilidade da triagem e valorização dos resíduos que, por sua vez, será viável, na medida em que haja especificação técnica para o uso de agregados reciclados pela atividade da construção. Além disso, as normas ABNT NBR 15115 (2004) e ABNT NBR 15116 (2004) são as normas técnicas que estabelecem as condições para o uso destes agregados.

Assim como as políticas públicas, as normas técnicas aplicadas para a gestão dos resíduos de construção civil também são recentes, porém são fundamentais para o processo de controle e minimização dos impactos gerados pelos RCC.

### **2.3. IMPACTOS GERADOS PELOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Conforme a Resolução N°01 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (1986), que estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, é considerado impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, que

afetam a saúde, a segurança ou o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

De acordo com Marques Neto (2009), as quantidades de RCC produzidas atingem a sociedade em três grandes dimensões:

- Econômica: referente aos custos de limpeza pública para remoção e aterramento dos resíduos. Estes serviços são executados pelos órgãos municipais, gerando custos mais elevados;
- Social: relacionada às pessoas que tem a catação como sua única atividade ou forma de sobrevivência, vivendo geralmente no entorno das áreas de deposição;
- Ambiental: a respeito das áreas de disposição clandestina e irregular. Tais áreas, via de regra, são as mais vulneráveis da cidade (rios, lagos, áreas de proteção ambiental áreas de mananciais, entre outras).

Esses problemas são agravados pelo descarte incorreto desses resíduos. Na maioria dos municípios, os resíduos são depositados em bota-foras clandestinos, nas margens de rios, córregos ou áreas abandonadas. Esse destino inadequado provoca o entupimento de tubulações de drenagem pública, o assoreamento de cursos d'água, diminuição da capacidade de vazão de bueiros e galerias.

Outra ação que majora esses impactos é o costume antigo que existe no Brasil de tentar eliminar os resíduos com queimadas ilegais. Essa prática leva a produção de gases poluentes que são depositados na atmosfera. No caso dos RCC, esse fenômeno é agravado quando esse material queimado se trata de resíduos de classe D (como tintas, solventes e óleos) que podem gerar gases tóxicos que podem levar a sérios problemas de saúde.

Estudos apontam que a variabilidade de impactos que a construção civil causa ao meio ambiente se estabelece em momentos que relacionam três etapas: implantação e operação do canteiro de obras, consumo de recursos e por fim incômodos e poluições nos meios físico biótico e antrópico (CARDOSO *et al.* 2006).

Segundo o pesquisador Blumenschein (2004), os impactos ambientais da cadeia da construção civil, quer sejam no solo, no ar, sobre a fauna, flora e paisagem, e também sobre o clima, não são os únicos que requerem atenção, mas ainda devem ser considerados os impactos não ambientais, quais sejam aqueles que afetam o emprego, renda e inclusão, acessibilidade e mesmo segurança e saúde, ou seja, que interferem na qualidade de vida do ser humano.

Com isso, se torna evidente a importância das medidas de minimização destes impactos e de desperdícios na construção. Para isso, é necessário investir e incentivar a reciclagem e reuso desse material, além da implantação de novos sistemas e destinação adequada.

## **2.4. RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Como foi mencionado anteriormente, a reciclagem é um dos melhores caminhos para a redução dos resíduos e a minimização dos seus impactos. Contudo, ainda pode ser observado um certo preconceito da sociedade na implementação desses materiais em qualquer que seja o tipo e sua aplicação. Observando esse ponto, é primordial entender que produtos reciclados não são lixo. Os benefícios de sua reutilização diminuem a possibilidade de deposição de resíduos em locais inadequados, bem como a necessidade de extração de matéria-prima em jazidas. Além de ser economicamente vantajoso para o poder público substituir a deposição irregular do entulho pela sua reciclagem.

Desta forma, a reciclagem na construção civil pode gerar inúmeros benefícios:

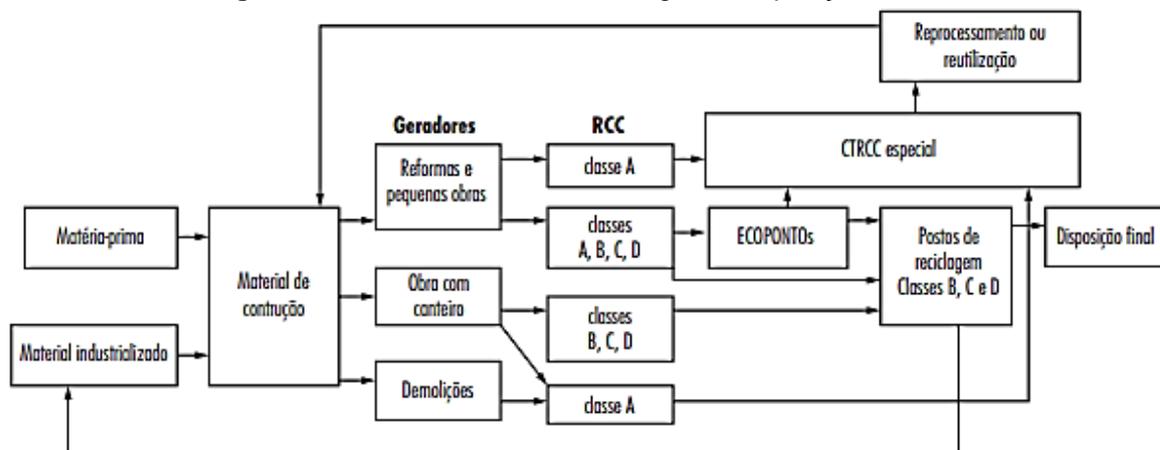
- Redução no consumo de recursos naturais não-renováveis, quando substituídos por resíduos reciclados.
- Redução de áreas necessárias para aterro, pela minimização de volume de resíduos pela reciclagem.
- Redução do consumo de energia durante o processo de produção.
- Redução da poluição, considerando a destinação adequada do material.

Do ponto de vista financeiro, o sistema é interessante para as prefeituras porque permite a redução global dos custos, além dos ganhos ambientais associados. Dados de PINTO (1999) mostram que a implantação e operação do sistema de gestão do RCC são compensados pela redução da necessidade de coleta e deposição do resíduo depositado ilegalmente e pela substituição de agregados naturais adquirido de terceiros para o consumo nas obras da municipalidade pelo agregado reciclado. Naturalmente, o sistema será tão mais interessante quanto maior o custo do agregado natural e do sistema de coleta da deposição ilegal. Porém, atualmente a maior parte dos investimentos são direcionados apenas para a coleta dos RCC e acabam deixando de lado a reciclagem deles.

Considerando esses fatores, o estudo de meios de proporcionar soluções para os problemas quanto a proporção de resíduos e sua reciclagem tem-se intensificado com o passar do tempo. Baptista Junior e Romanel (2013) sugerem que o mais adequado será a implementação de um ciclo de natureza sustentável, na qual os resíduos gerados, segregados conforme as suas classes, podem ser novamente incorporados à cadeia produtiva (Figura 7),

ou adequadamente descartados, gerando benefícios em diversas áreas impactadas por esses elementos.

**Figura 7.** Processo circular de reciclagem e disposição de RCC.



Fonte: Baptista Junior e Romanel (2013).

Essa proposta afirma que o projeto de reciclagem dos resíduos deve iniciar na obra, com a sua segregação do material e recolhimento, para que em seguida seja encaminhada para um ponto de coleta específico (ecopontos), de onde serão transportados para centros de tratamento de resíduos da construção civil (CTRCC) e, por fim, os produtos reciclados seriam encaminhados e incentivados à sua utilização pelo mercado, ou no caso de não ter aproveitamento para destinação adequada.

Entretanto, mesmo que essa conduta seja considerada o ideal e extremamente vantajosa para a realização da reciclagem, para que essa logística possa ser de fato implantada, são necessárias condições de infraestrutura urbana, regulamentação legal, incentivo ao consumo de produtos reciclados e conscientização para mobilização e participação da sociedade, incluindo o poder público, os geradores de RCC, empresas de coleta e associações de catadores. Contudo, esse tipo de prática ainda encontra muitos obstáculos, como por exemplo a dificuldade em alcançar uma maior viabilidade econômica, a ausência de estrutura física de coleta e triagem, o número reduzido de profissionais qualificados e a não adoção da logística reversa.

Um exemplo da aplicação do material composto por resíduos de construção civil reciclados que vem sendo muito utilizado, é o seu emprego em reforço de subleitos e sub-bases para pavimentação de estradas e estacionamentos, na cobertura de estradas vicinais, em passeios para ciclistas e pedestres, em camadas de drenagem, em bases para trabalhos de terraplanagem, assim como, em concretos não estruturais e agregados para produção de materiais de construção (FERREIRA; BERTEQUINI, 2018).

Porém, um ponto importante que deve ser considerado durante processo de reciclagem, assim como para a implantação de novos sistemas, é a liberação de novos poluentes como poeiras, gases e ruídos durante os serviços. A reciclagem gera novos resíduos que dependem da composição e tipo de reciclagem escolhida nos quais podem ser mais agressivos que os que estão sendo reciclados. É preciso considerar tais rejeitos, sua periculosidade, complexidade na possibilidade de serem novamente reciclados no final da vida útil. (ÂNGULO *et al.* 2013).

## **2.5. PRÁTICAS DE GERENCIAMENTO PARA MINIMIZAR OS DESPERDÍCIOS EM CANTEIROS DE OBRA E SEUS OBSTÁCULOS**

Considerando que são diversos os processos de geração de resíduos de construção civil, é necessário um estudo cuidadoso nos planos de ação para reduzir o desperdício em um nível ideal. Os tipos, comportamento e produção de resíduos devem ser bem estudados para que uma estratégia prática e eficaz seja proposta e definida. Projetos de construção são únicos, cada estratégia aplicada deve ser modificada para se adequar às características deles. Ao contrário da percepção de que os resíduos são produzidos na fase de construção, pesquisas mostram que a produção de resíduos é comum, independentemente de qual estágio no projeto de construção, seja na etapa de concepção arquitetônica, construção e operação da instalação construída (ASAARI *et al.* 2004).

Entretanto, essas práticas geralmente não são prioridade no planejamento estratégico de projetos. O costume mais frequente é discutir sobre como gerenciar os resíduos que foram produzidos em vez de que reduzir a produção em primeiro lugar. Desse modo, é menor a probabilidade de minimizar os resíduos reduzidos quando as estratégias não são planejadas e adotadas nas fases iniciais do projeto. Portanto, as estratégias são focadas apenas em medidas reativas de minimização para controlar os resíduos existentes.

É importante compreender que todos os participantes de um projeto de construção são responsáveis por minorar o desperdício de construção, que as atitudes dos principais indivíduos envolvidos com o projeto têm alta influência nos níveis de resíduos. O fluxo do projeto que envolve clientes, consultores, construtores e fornecedores mostra que cada indivíduo desempenha um papel importante em cada etapa para coordenar entre si e minimizar o desperdício como um todo. Como um todo, os envolvidos devem prestar mais atenção ao gerenciamento da cadeia de suprimentos para conter os problemas de perdas de materiais.

Cheng e Mydin (2014), apontam que outra prática que deveria ter mais destaque é a de separação de materiais conforme a classificação de resíduos no local em que são gerados.

Essa medida, ajuda a melhorar a segregação e reciclagem na fase posterior. Outro benefício de fornecer resíduos separados é que os materiais podem ser manuseados com menor esforço, o que aumenta produtividade. O excesso de materiais pode ser contratado por fornecedores especializados de acordo com os tipos. A equipe de gerenciamento do local é capaz de gerenciar de forma eficiente os resíduos de acordo com os principais resíduos recolhidos. Além disso, o contratante pode exercer seus direitos sobre a remoção de resíduos e a recuperação de custos de reciclagem, mantendo a responsabilidade pela gestão de resíduos.

Outra técnica que vem crescendo nos dias de hoje é a aplicação dos conceitos de Construção Enxuta ao longo do planejamento dos projetos de engenharia. Principalmente devido os materiais serem pedidos e entregues numa quantidade precisa e em momentos mais próximos do início do trabalho. Dessa forma, há uma quantidade menor de materiais parados na obra. Esse método também evita danos aos materiais devido à limitação do tempo, já que não existe prazo de armazenamento, pois os materiais não serão acondicionados por muito tempo até que sejam utilizados no projeto (BADIR *et al.* 2002). Essa estratégia supervisiona uma forte e bem coordenada relação entre contratante e fornecedor, a solicitação de materiais deve ser precisa considerando o tempo necessário para o processo de entrega. Isso requer que a comunicação seja frequente e eficiente, o estimador ou contratado deverá justificar a quantidade a ser encomendada e capaz de prever a criticidade para a encomenda de materiais, sendo assim um complemento para gerenciar o projeto. Praticando estimativas adequadas do pedido de materiais, o excesso de pedidos pode ser evitado em primeiro lugar.

Quanto ao gerenciamento em si, pesquisas apontam que os fatores que contribuem para a eficiência do processo de gerenciamento são o gerenciamento logístico eficaz e o controle da cadeia de suprimentos, para que essa atividade consiga ser eficaz em termos de entrega, descarregamento, armazenamento, manuseio, transporte e utilização de materiais no local. É importante salientar que a gestão de resíduos deve envolver o investimento e o desenvolvimento de novas tecnologias, produtos, processos e treinamento que podem reduzir o desperdício. Embora o controle de resíduos seja considerado apenas por um período de curto prazo, o gerenciamento de resíduos tem destaque por seu potencial de se tornar um gerador de receita, contudo ainda não recebe a devida atenção pelos gestores de obra.

Ainda mais, Silva e Fernandes (2012) afirmam que gerenciamento de RCC é algo a ser pensado a curto, médio e em longo prazo, envolvendo não somente a iniciativa privada, mas também o Poder Público e a sociedade em geral, visto que depositar e destinar de

maneira correta os resíduos é uma ação que trará benefícios não somente ambientais, mas também sociais, econômicos e melhorias para a saúde pública.

Uma opção que também deve ser ressaltada é a reutilização dos resíduos de construção de obra dentro do próprio canteiro e em outras finalidades. O Instituto Centro de Capacitação e Apoio ao Empreendedor montou um quadro com algumas possibilidades de reutilização dos principais materiais aplicados em uma construção como uma forma de expandir a visão dos gestores para os rendimentos desses elementos (Quadro 4).

**Quadro 4.** Reutilização dos principais RCC no canteiro de obra.

Lista de materiais básicos		O resíduo pode ser reusado?		
		Não	Sim, para o mesmo fim	Sim, para outro fim
Arame Recozido	kg		X	Reciclagem
Arela	m <sup>2</sup>		X	
Brita	m <sup>2</sup>		X	
Cal	kg			Bloco de entulho
Chapa de Compensado	un			Combustível
Cimento	saco			Bloco de entulho / piso
Ferro para construção	barra		X	Reciclagem
Prego x com cabeça	kg			Reciclagem
Tabua para forma	m			Combustível
Bloco de concreto	un			Bloco de entulho / piso
Bloco de vidro ondulado	un			Reciclagem
Tijolo maciço	un			Bloco de entulho / piso
Materiais de acabamento		O resíduo pode ser reusado?		
		Não	Sim, para o mesmo fim	Sim, para outro fim
Vaso sanitário branca	un			Bloco de entulho / piso
Cuba de louça branca	un			Bloco de entulho / piso
Bancada de aço Inox	un		X	Reciclagem
Cuba de aço Inox	un		X	Reciclagem
Torneira para pia de cozinha	un			Reciclagem
Azulejo branco	m			Bloco de entulho / piso
Azulejo decorado	m			Bloco de entulho / piso
Cerâmica de piso	m			Bloco de entulho / piso
Tinta óleo	un	X		
Tinta acrílica para exterior	un	X		
Tinta acrílica para Interior	un	X		
Esmalte sintético	un	X		
Massa corrida	un			Bloco de entulho / piso

Fonte: Instituto Centro de Capacitação e Apoio ao Empreendedor (2017).

Sendo assim, tem-se que outro ponto importante é a contratação de uma equipe qualificada de gerenciamento de resíduos. Os especialistas serão responsáveis por fornecer

e gerenciar os resíduos para uso posterior, se possível. O resultado é visto a partir da quantidade reduzida de resíduos produzidos e encaminhados para aterros. Como os projetos de construção são únicos, algumas estratégias podem não ser totalmente compatíveis com determinado projeto. Apenas uma observação e análise minuciosa sobre o desempenho é capaz de determinar a adequação do método e as demais ações que podem ser tomadas para os próximos projetos e similares.

Por conseguinte, o gerenciamento de projetos se mostra um setor de grande importância a ser levado em consideração dentre as etapas onde ocorre excesso de produção de resíduos. Como o principal interessado no controle de custos, o empregador deveria empregar mais recursos na gestão de resíduos, uma vez que ele será um dos principais beneficiados por esta atitude. Contudo, em muitos casos isso não acontece, pois, os precursores se concentram no progresso das obras e no custo que elas necessitam para serem executadas, não na produção de resíduos que é acarretada e na gestão que eles necessitam.

## **2.6. ESTADO DA ARTE: DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL**

Antes de desenvolver um novo aplicativo para a gestão de resíduos de construção civil, foi realizado um estudo sobre as ferramentas com o mesmo tema desenvolvidas no país. Esse estudo tem como finalidade avaliar as características dos dispositivos produzidos, analisar a eficácia da proposta e estabelecer inovações para a nova ferramenta, de modo que haja um incentivo maior para a sua utilização.

Através de uma pesquisa realizada no Portal da Capes, conhecido por ser uma das bibliotecas virtuais que reúne e disponibiliza o melhor da produção científica internacional e nacional no país, foram selecionados os documentos de maior relevância para este estudo. Foram considerados para esse levantamento o ano de sua publicação, tema da pesquisa, a sua metodologia, o conteúdo incorporado e se os resultados encontrados foram condizentes com a proposta. Então, foi elaborado o quadro contendo as informações encontradas e resumidas apresentado a seguir.

**Quadro 5.** Trabalhos brasileiros sobre desenvolvimento de aplicativos para gestão de RCC.

<b>Nº</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>AUTORES</b>	<b>ANO</b>	<b>OBJETO</b>
1	Resyscla: Aplicativo Móvel e Módulo de Administração Web para Descarte Correto de Resíduos Sólidos	Douglas Felipe da Silva Tebas, Felipe Akimiti Osaki, Giuliana Baldo Cortes, Rebeca de Melo Souza dos Santos e Rodrigo Nantes dos Santos	2017	Aplicativo Re{sys}cla, para dispositivos de tecnologia móvel, que servirá como ferramenta de apoio para o correto descarte e/ou reutilização de resíduos sólidos; e um sistema de gerenciamento que irá administrar as informações que serão fornecidas para o usuário através do aplicativo.

2	Proposta de Criação de Aplicativo para Contribuir com a Melhoria na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos	Monique Araújo de Sousa, Ana Carolina Callegario Pereira, Cirlene Fourquet Bandeira, Joice Andrade De Araújo E Sérgio Roberto Montoro	2022	Aplicativo móvel destinado à identificação de postos de descarte de RSU, visando auxiliar na destinação correta deles.
3	Desenvolvimento de um Aplicativo Móvel para Promover o Reaproveitamento de Resíduos na Dosagem de Concreto	Felipe José Marques Mesquita	2019	Desenvolver um aplicativo móvel que possa fomentar o reaproveitamento de resíduos na dosagem de concreto de cimento Portland.
4	Coleta Seletiva e Educação Ambiental: Desenvolvimento e Utilização de um Aplicativo Móvel na Implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos em um Município	Marcos Rogério Ferreira	2020	Aplicativo para dispositivos móveis que promova a sustentabilidade, coleta seletiva e educação ambiental.
5	Melhoria da Gestão dos Resíduos da Construção Civil Através de Aplicativo Baseado em Modelo BIM	Renata Degraf Miara	2020	Método para quantificar os resíduos sólidos da construção civil de forma automática, baseada em uma interface de programação de aplicativo (Api) integrada ao BIM e incorporada aos conceitos de economia circular e construção enxuta.
6	Software para Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil	Gustavo Rodrigues de Oliveira Abreu e Thiago Augusto Mendes	2016	Uma ferramenta computacional que abrangesse a aplicação dos conteúdos de algumas áreas e disciplinas básicas e específicas da engenharia civil e outras engenharias (algoritmos, resíduos sólidos, meio ambiente e transporte e logística), além de atender e auxiliar a gestão da geração e destinação final dos RSCC produzidos em canteiros de obras preconizada pela lei federal n. 12.305/2010.
7	Desenvolvimento de Aplicativo para Uso na Gestão de Resíduos da Construção Civil: Estudo de Caso em Abaetetuba – PA.	Thais do Socorro de Moraes Costa	2020	Aplicativo que auxilie na gestão dos resíduos de construções civis (RCC), que possa ser utilizado para notificar a localização dos resíduos jogados nas ruas de Abaetetuba - Pará
8	Desenvolvimento de Aplicativo para Identificação de Resíduo de Construção Civil Disposto Inadequadamente em Goiânia-GO.	Abraão Rodrigues de Alecrim	2018	Ferramenta para identificar os resíduos de construção civil dispostos inadequadamente. Tal ferramenta, aliada à estratégia de gestão de resíduo sólidos de prefeituras, pode auxiliar de maneira eficiente a fiscalização e a destinação dos resíduos dispostos inadequadamente, evitando problemas ambientais e contribuindo para a preservação do meio ambiente.

Através da avaliação dos trabalhos elencados acima, podemos observar que existe uma notória iniciativa de desenvolvimento de tecnologias com o intuito de minimizar os RCC

e melhorar a sua gestão no país. Contudo, foi observado que os aplicativos têm foco em um ponto por vez.

Em exemplo disto são os trabalhos de Sousa *et al.* (2022), Costa (2020) e Alecrim (2018) que são voltados principalmente para o descarte correto dos RCC, deixando de lado os passos iniciais da gestão, como a não geração, o reuso, diretrizes consolidadas e os princípios por trás dessa prática. No trabalho de Tebas *et al.* (2017) e de Abreu e Mendes (2016), notou-se uma estrutura mais completa de gestão, porém não foram encontrados muitos incentivos a sua aplicação. Já no estudo de Mesquita (2019), foi observado uma estrutura bem desenvolvida para o gerenciamento, contudo o enfoque de reutilização foi apenas para resíduos de argamassa e concreto. Ferreira (2020), por sua vez, elaborou um aplicativo para coleta de resíduos urbanos no geral, em que os RCC tiveram poucas opções de destino e poderiam ter um destaque maior à pesquisa. Ademais, a proposta de gestão elaborada por Miara (2020) de quantificar os resíduos sólidos da construção civil de forma automática, baseada em uma interface de programação de aplicativo (Api) integrada ao BIM representa um passo gigante no estudo de gerenciamento de RCC e demonstra o caminho ideal, em que a produção de resíduos é prevista antes do início da obra e a partir de então é minimizada pela não geração, mas o BIM ainda é uma ferramenta que nem todos têm acesso, logo teria um alcance mais restrito.

Com isso, o aplicativo elaborado tem o intuito de promover uma ferramenta de fácil acesso, com alcance irrestrito e abordando de forma mais integral possível o processo de gerenciamento de resíduos de construção civil, englobando de forma geral os âmbitos da gestão. Incentivando a minimização de resíduos descartados de forma inadequada, a redução dos impactos gerados por eles, assim como os benefícios causados pela sua reutilização.

## 3. METODOLOGIA

Nesse capítulo do trabalho irá ser detalhado os métodos utilizados para a obtenção dos resultados almejados. A metodologia de desenvolvimento dessa pesquisa foi composta de três etapas. Na primeira deu-se a elaboração de um aplicativo para smartphones para auxiliar o gerenciamento dos resíduos de construção civil produzidos em canteiros de obra. Na segunda etapa ocorreu a aplicação dessa ferramenta em um canteiro de obra determinado para o estudo de caso e avaliar o descarte de resíduos de construção civil em duas etapas: a primeira sem adotar o uso do aplicativo e a segunda com o uso do aplicativo. Enquanto a terceira etapa realizou-se a análise dos dados produzidos com o uso do dispositivo para a avaliação da sua funcionalidade e melhora na proporção de resíduos destinados adequadamente em comparação aos números iniciais para que, por fim, seja estimada a possível redução de descarte incorreto, e com isso dos impactos gerados. Ressalta-se que o público-alvo serão os responsáveis pela gestão de RCC envolvidos no andamento da obra e sua equipe técnica. Esse processo é mais bem demonstrado no fluxograma a seguir.

**Figura 8.** Fluxograma de etapas.



Isso posto, além das etapas de construção do aplicativo e desenvolvimento da pesquisa em si, também foi realizada uma pesquisa referente as condições atuais da gestão de resíduos sólidos na cidade de Manaus com a finalidade de delimitar e esclarecer os parâmetros da área de estudo.

### 3.1. PRIMEIRA ETAPA: ELABORAÇÃO DO APLICATIVO PARA SMARTPHONES

A criação do aplicativo vai ser formada por algumas fases de desenvolvimento realizadas pela autora, que serão trabalhadas em partes da seguinte forma:

- Concepção: definição de metas, conceitos e informações a serem inseridos, mecanismos de medição do material e a estrutura que será apresentada.
- Criação do modelo: construção do rascunho do design, layout, organização, opções de seleção e conjuntos de dados dispostos na plataforma.

- Desenvolver o aplicativo e checar limitações: avaliação técnica do servidor, das instruções e padrões de programação para acesso do aplicativo e software, assim como os diagramas de dados.
- Teste do protótipo: teste da versão inicial para que sejam realizadas revisões para melhorar a experiência dos usuários.
- Refinar os detalhes: inspeção dos últimos detalhes da plataforma, como resolução das imagens e qualidade do aplicativo.
- Lançamento: inserção do aplicativo em canteiros para a sua avaliação, entrando assim na segunda etapa.

Para a concepção, a proposta foi que o aplicativo contenha as informações estabelecidas na Resolução N° 307 do CONAMA, considerada a principal legislação vigente nos dias de hoje, para facilitar o acesso às noções de classificação, destinação correta e os requisitos para o plano de gerenciamento dos resíduos, assim como apontar possíveis destinações adequadas no canteiro de obra, dando maior destaque a reciclagem e ao reuso desses insumos, com o objetivo de auxiliar na sua gestão.

Para a sua elaboração, realizou-se uma pesquisa dos meios para o desenvolvimento de aplicativos de forma facilitada, de modo que a fase de programação da ferramenta pudesse ser mais descomplicada. Com isso, foram avaliadas diversas plataformas de *App Builder* (um ambiente de desenvolvimento de baixo código e alta produtividade que possibilita desenvolver aplicativos conforme a sua necessidade, dentre elas foram analisadas a Fábrica de Aplicativos, AppMachine, AppsBuilder, ShoutEm e Good Barber. Dentre elas, foi selecionada a plataforma Good Barber, dentre muitas facilidades, está se destacou por oferecer a criação de aplicativos tanto para Android, como para iOS, por apresentar um layout mais profissional e contar com suporte personalizado a todo momento.

### **3.2. SEGUNDA ETAPA: INSERÇÃO DO APLICATIVO NO CANTEIRO DE OBRA**

Na segunda etapa decorreu em prática a experiência do uso do aplicativo elaborado. Esse deve ser utilizado pelo profissional responsável pelo gerenciamento e controle dos resíduos, sua quantidade e destinação, o qual receberá uma instrução prévia de como usar e quais as possibilidades da ferramenta. Esse estágio foi importante para a coleta de dados, como o volume em metros cúbicos de resíduos de construção civil produzidos e sua destinação, conforme as definições e instruções apresentadas no aplicativo. As informações levantadas contribuíram para a avaliação quantitativa dos insumos produzidos e quais as proporções foram encaminhadas adequadamente, dando enfoque para a reciclagem e reuso, assim como a análise qualitativa em relação ao uso da ferramenta e em que pontos ela pode ser melhorada, principalmente na sua interação com os gestores. Essa ocorreu através da

observação e de entrevistas com os gerenciadores que fizeram uso do mecanismo, as quais serão realizadas pela autora e o professor orientador responsável por esse estudo.

### **3.3. TERCEIRA ETAPA: ANÁLISE DOS DADOS PRODUZIDOS COM O USO DO DISPOSITIVO**

Após a coleta dos dados obtidos em campo, decorreu a avaliação dos benefícios do uso do aplicativo e as vantagens que ele pode proporcionar para a gestão de RCC, foram avaliados através de um pequeno questionário em que o gestor informará, de acordo com a sua experiência, quais os aspectos facilitadores da ferramenta. Foi proposto que ele classifique de 1 a 5 e dê sua opinião sobre as seguintes perguntas:

- Qual o nível de eficiência do aplicativo na sua opinião?
- A ferramenta lhe auxiliou de forma positiva no gerenciamento dos resíduos de construção? Se não, quais sugestões você recomenda para sua aprimorá-lo?
- Você obteve informações novas através dele?
- As informações encontradas na ferramenta foram úteis de alguma forma?

Realizou-se também uma avaliação do volume em metros cúbicos desse material e sua destinação, para que seja possível fazer uma comparação com o cenário atual. Para essa análise considerou-se a proporção de materiais que foram reutilizados, reciclados e quanto à disposição final desses elementos comparados a obras em que não tiveram o uso da ferramenta, assim como aos parâmetros gerais desses resíduos. Associada a essas informações, os autores também poderão estimar como essa proposta de gerenciamento pode influenciar na redução dos impactos ambientais, econômicos e social causados por estes resíduos, devido ao manejo adequado desse material.

### **3.4. CARACTERIZAÇÃO DA GESTÃO DE RCC NA REGIÃO DO ESTUDO**

O levantamento de dados, utilizando da ferramenta móvel proposta nessa pesquisa, será realizado em uma obra de caráter residencial unifamiliar em condomínio de alto/médio padrão na cidade de Manaus, no estado do Amazonas. Esse tipo de construção foi escolhido considerando o aumento significativo da busca desse padrão de empreendimento ao longo do ano de 2020, visto que, com a chegada da pandemia de Covid-19, as pessoas passaram a almejar um conforto maior em suas residências, onde passaram a permanecer por um período maior, tornando assim as obras horizontais uma tendência de crescimento após a pandemia. Dessa forma, será apresentada neste item as condições de gestão que atualmente são aplicadas nessa região, além de informações importantes a serem consideradas ao longo do estudo.

Na cidade de Manaus, os problemas ambientais, principalmente daqueles relacionados à construção civil, não são diferentes do resto do Brasil. De acordo com as pesquisas ambientais realizadas no município, o setor da construção civil é um dos principais interventores e modificadores do meio ambiente, em quase todas as suas atividades. De um modo geral, os modelos construtivos empregados na cidade não se harmonizam com as condições paisagísticas e climáticas locais. Muitas obras modificaram o ambiente negativamente, a despeito de cumprirem a função social e habitacional (FAPEAM, 2016).

A respeito da limpeza urbana do município, cabe a Secretaria Municipal de Limpeza Pública – SEMULSP garantir o acesso da população a esses serviços por meio da implementação da política de limpeza pública por meio do uso de métodos de coleta convencional e seletiva, limpeza periódica dos bairros, limpeza de rios e igarapés, varrição, destinação final dos resíduos em aterro sanitário e programas de conscientização e educação ambiental aplicados em escolas, prédios públicos, empresas privadas e praças (SEMULSP, 2021).

A secretaria realiza os serviços de coleta e transporte de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) através de empresas concessionárias em cinco modalidades descritas no Quadro 6. Além do mais, a secretária presta serviços de coletas especiais que se incluem a coleta agendada e a coleta diferenciada no centro da capital. A primeira consiste em um agendamento gratuito por aplicativo para a retirada de objetos grandes como sofás, eletrodomésticos, móveis e outros, para que estes não sejam descartados de forma incorreta, mas sim levados para um galpão em que é feita a segregação dos materiais aproveitáveis para a reciclagem pelos grupos de coleta especializada. Enquanto a coleta diferenciada no centro de Manaus é um serviço em que são utilizados veículos coletores menores, aptos a percorrer os menores espaços e assim recolher uma maior quantidade de resíduos para a destinação mais adequada, diminuindo os impactos de poluição nessas áreas.

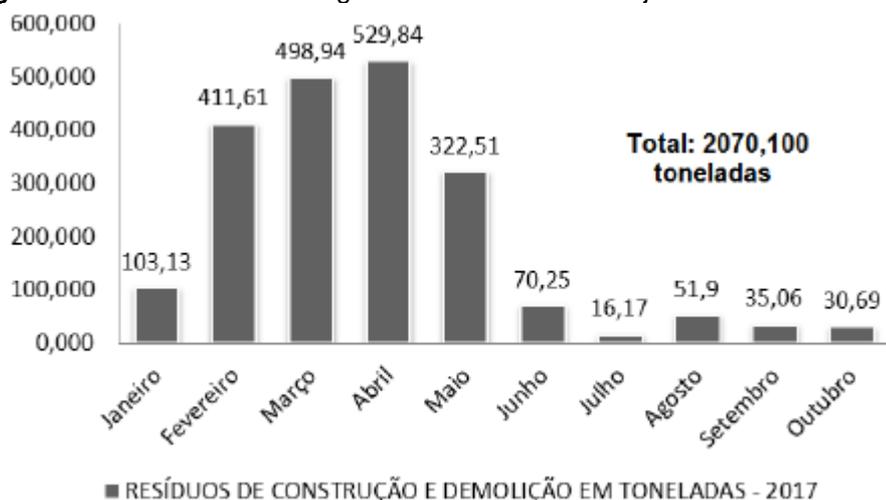
**Quadro 6.** Modalidades contratuais de coleta executas.

Modalidades	Descrição
Coleta Domiciliar	Recolhe resíduos de domicílios, pequenas indústrias, comércio, bancos, escolas, e outros locais seguindo roteiros previamente definidos. É realizado na área urbana de Manaus e nas principais comunidades e ramais ao longo das rodovias AM 010 e BR 174, além da bacia do Tarumã. Quanto à frequência, na área urbana a coleta é realizada diariamente e nas rodovias e ramais em dias alternados; já na bacia do Tarumã, a coleta é fluvial e realizada uma vez por semana.
Remoção Mecânica	Resíduos que não podem ser recolhidos de forma manual e que não sejam domiciliares, atividade realizada quando da realização de mutirões de limpeza em localidades de Manaus e Igarapés e outros logradouros públicos.
Remoção Manual	recolhe resíduos depositados fora do horário de coleta regular e pontos de lixo de difícil acesso localizados na cidade
Coleta de Poda	Atividade executada após os serviços de poda e roçagem. Tais resíduos, quando no aterro, são encaminhados à compostagem para serem transformados em composto orgânico.
Coleta Seletiva	Esta modalidade caracteriza-se por cinco estratégias de execução da coleta,: Coleta nos Pev's, Coleta no Centro, Coleta Agendada, Coleta no Galpão da Logística Reversa, Coleta nas Associações e Cooperativas apoiadas pela SEMULSP.

Fonte: SEMULSP.

Quanto a produção de resíduos de construção civil, um dos levantamentos mais recentes da SEMULSP, apresenta que são produzidas cerca de 2.070,10 toneladas de RCC na cidade (Figura 9). Isso considerando apenas os volumes contabilizados pelas empresas cadastradas no sistema de limpeza público de Manaus, não estando incluídos os resíduos gerados e depositados de forma incorreta no centro urbano.

**Figura 9.** Quantidade de RCC gerado em Manaus entre janeiro e outubro de 2017.



Fonte: SEMULSP.

Para a realização dessa pesquisa foi consultado o Sindicato da Indústria da Construção Civil no Amazonas - SINDUSCON/AM, que assumiu a Comissão do Meio Ambiente da Construção, o qual forneceu informações sobre o controle ambiental e o que é feito pelas construtoras em Manaus para minimizar os impactos causados pelas obras do setor.

Desse modo, o primeiro passo é fazer a separação dos resíduos no canteiro de obra. Eles são separados em: madeira, metais, materiais cimentícios, materiais cerâmicos, plásticos e outros. Esse material é segregado conforme a sua produção, o que facilita o processo, considerando que dependendo da etapa construtiva é gerado um tipo de resíduo. O segundo passo é dar destinação correta a esse material.

Um dos problemas encontrado na cidade é que a maior parte desses RCC são destinados diretamente para o aterro sanitário municipal. Segundo a SEMULSP, são aproximadamente 60 empresas de coleta de resíduos de construção na cidade de Manaus que atuam no mercado de resíduos, conforme dados levantados no ano de 2013 (Tabela 2).

A Tabela 2 irá apresentar também a quantidade de resíduos que as empresas cadastradas na SEMULSP geram em toneladas descartadas e a porcentagem equivalente no período de maio a outubro do ano de 2013. Para fins de controle, todas as empresas são obrigadas a realizar o cadastro e, na entrada do aterro, fazer a pesagem do material que é registrado, juntamente a sua licença ambiental.

**Tabela 2.** Quantidade descartada de resíduos de construção civil no aterro sanitário de Manaus pelas autorizadas.

<b>QUANTIDADE DESCARTADA DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO ATERRO SANITÁRIO DE MANAUS PELAS AUTORIZATÁRIAS</b>		
<b>EMPRESAS</b>	<b>QUANT. DESCARTADA</b>	<b>PARTICIPAÇÃO RELATIVA</b>
	<b>EM TONELADAS</b>	<b>%</b>
Rd engenharia e comércio Ltda	152,730	30,08
A. O. De Araújo	102,850	20,25
J. A. Oliveira Peixoto - Repe Entulho	71,460	14,07
Rhs Aluguel de Andaimes Ltda	44,260	8,72
Agro Rio Agropecuária	30,620	6,03
K I Reciclagem Ltda	25,450	5,01
Cimencal Terraplenagem Ltda	15,100	2,97
Izomar da Silva Souza-ME	14,330	2,82
Solutec Soluções Técnicas para Construção	12,930	2,55
Beltram Materiais de Construção Ltda	12,320	2,43
Terra Serviços e Soluções Integradas para Resíduos Ltda	7,240	1,43
A.J. Indústria e Comércio de Metais Ltda	5,480	1,08
Edir Marialva dos Santos – ME	5,040	0,99
Misservice Serviços Gerais Ltda	3,120	0,61
Limpeza Total com. Serv. e Rec. Ltda	2,040	0,40
Amazonas Coleta de Entulho Ltda	0,950	0,19
Aliança Serviços de Edificações e Transportes Ltda	0,830	0,16
LC Conservação Logística e Comércio Ltda	0,740	0,15
São Pedro Transportes Ltda	0,310	0,06
<b>TOTAL</b>	<b>507,800</b>	<b>100,00</b>

Fonte: SEMULSP (2013).

É importante ressaltar que existem empresas separadas para bota-fora e reciclagem e reuso de RCC em Manaus, pois apresentam as seguintes funções:

- a. Reciclagem e reuso de RCC: Busca a segregação e destinação final dos resíduos da construção civil, levando em conta a reutilização e reciclagem. As poucas que tem licenciamento, somente recebem os resíduos, quando não são contratados também para demolir edificações, incluindo no serviço prestado a destinação dos resíduos gerados.
- b. Bota-fora: limita-se ao licenciamento de área para deposição de resíduos imprestáveis que não tem utilidade na construção civil, como solos contaminados, saturados e outros. Estes tipos de resíduos não podem ser encaminhados às empresas licenciadas para reuso e reciclagem de resíduos da construção civil, pois trata-se de atividade/serviço distintos.

- c. Coleta de resíduos: em sua grande maioria, realiza apenas o transporte dos resíduos, tendo como uma das exigências do licenciamento, a comprovação da destinação final para áreas ou empresas licenciadas para receber resíduos específicos da construção civil.

Ademais, estão em fase de implementação as técnicas de reutilização e reaproveitamento dos resíduos com a implantação do Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos para o desempenho das tarefas rotineiras das empresas, propiciando principalmente a redução de custos.

# 4. DISCUSSÕES E RESULTADOS

## 4.1. PRIMEIRA ETAPA: ELABORAÇÃO DO APLICATIVO PARA SMARTPHONES

### 4.1.1. Concepção da ferramenta

Para o desenvolvimento da ferramenta, deu-se início a concepção da ferramenta definindo os conceitos e informações a serem inseridos, mecanismos de medição do material e a estrutura que será apresentada. Isso posto, após deliberar as necessidades as quais o aplicativo se propõe a auxiliar, foi determinado que a instrumentação será composta pelos itens que estruturam o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), estabelecendo dessa forma um “passo a passo” a ser seguido para a composição e alimentação dos dados do fluxo de gerenciamento. Dessa maneira, conforme a Resolução do CONAMA N°307, tem-se 5 etapas:

1. Classificação;
2. Triagem;
3. Acondicionamento;
4. Transporte;
5. Destinação.

Então, o aplicativo se dividirá em duas opções de seleção: a primeira referente aos dados para consulta de cada etapa do PGRCC, contendo as instruções necessárias para a sua realização e sugestões com enfoque para o reuso e a reciclagem dos materiais, como um manual e a segunda referente ao cadastro dos dados levantados da geração dos resíduos de construção civil produzidos ao longo da obra que está em andamento, permitindo o acompanhamento e cadastro dos dados conforme eles são definidos.

#### 4.1.1.1. Classificação

A etapa de caracterização foi realizada considerando o estabelecido na resolução N° 307/2002 do CONAMA, conforme o apresentado na Tabela 2, mostrada no item 2.1.1. deste trabalho.

#### 4.1.1.2. Triagem e Acondicionamento

Os processos de triagem e acondicionamento serão realizados dentro do próprio canteiro de acordo com a sua classificação. Essa separação deverá ser feita em um processo simultâneo a produção de resíduos, com a finalidade de facilitar a segregação dos materiais,

uma vez que, geralmente, cada serviço de determinada etapa de execução de uma construção gera uma classe de resíduo.

#### 4.1.1.3. Transporte e Destinação

A definição destas duas fases do processo de gerenciamento irá depender do tipo de material produzido e de sua possibilidade de aproveitamento dentro do canteiro de obra. Então o aplicativo irá propor ao usuário sugestões de encaminhamento desse resíduo condizente as suas características.

Isso posto, serão consideradas as destinações pré-estabelecidas pela resolução N°302 do CONAMA citada anteriormente, em concordância com o apresentado no Quadro 2 desse projeto e conforme as propostas de aproveitamento levantadas ao longo desse estudo.

#### 4.1.2. Criação do modelo

Nesse segmento do projeto foi desenvolvida a construção do rascunho do design, layout, organização, opções de seleção e conjuntos de dados dispostos na plataforma.

Inicialmente, serão apresentadas as opções de cadastro de obras, as definições estabelecidas pela resolução dada como referência e do plano de gerenciamento adotado pela construtora ou engenheiro responsável pela obra a ser executada (Figura 10).

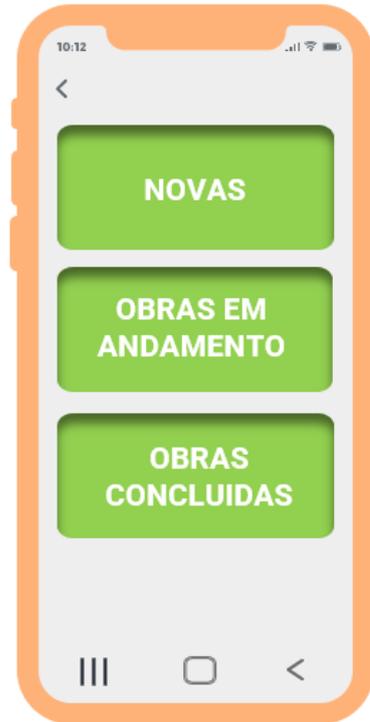
**Figura 10.** Layout de proposta inicial do aplicativo.



Dentro da opção de “obras” será permitido a inserção de dados referente a novas obras, para fins de cadastro para futuros levantamentos de obras a iniciar, assim como das

obras em andamento e de obras concluídas, de forma obter um banco de dados dos empreendimentos construídos (Figura 11).

**Figura 11.** Layout de itens para cadastro de obras.



Dentro dos campos de obras, assim como o de definições pela resolução N°307 do CONAMA e do Plano de Gerenciamento, serão inseridas as etapas de classificação, triagem, armazenamento, transporte e destinação dos resíduos, onde no elemento de definições irão constar as informações de referência, no Plano de Gerenciamento as condições pré-estabelecidas pelo responsável ou pela construtora a serem adotadas nas obras e na seleção de obras o que realmente foi executado, fazendo o controle dos quantitativos de resíduos gerados conforme a sua classificação e sua destinação final (Figura 12).

**Figura 12.** Layout de itens para a construção do Plano de Gerenciamento.



Isso posto, a proposta vem com o objetivo de fazer um cadastro facilitado do material produzido e seguindo a legislação vigente, trazendo as informações e definições estabelecidas na palma da mão. Além de tudo, com o gerenciamento feito da forma correta e seguindo as diretrizes adequadas, reduzir o quantitativo de resíduos da construção civil descartados de forma irregular e com isso seus impactos.

#### **4.1.3. Desenvolvimento do aplicativo**

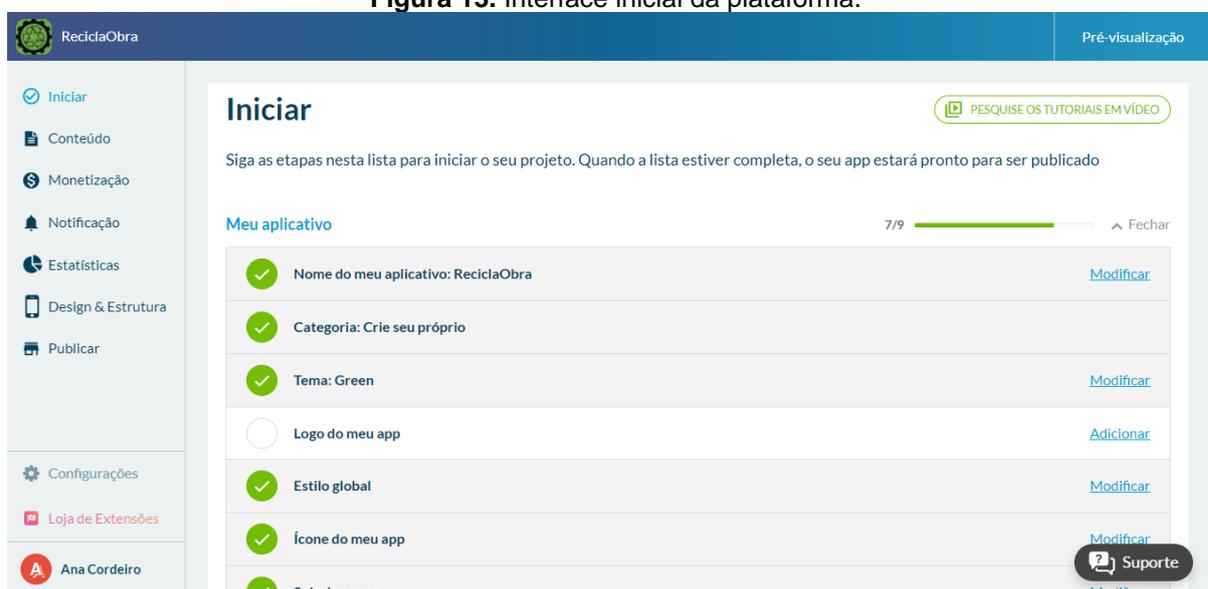
Como foi citado anteriormente, para a construção do aplicativo foi utilizada a plataforma Good Barber que consiste em uma *AppBuilder* (um ambiente de desenvolvimento integrado de baixo código e alta produtividade), ela permite que o usuário construa aplicativos conforme as suas necessidades e propósitos gratuitamente durante 30 dias, sem que ele precise de conhecimentos de códigos de programação (GOOD BARBER, 2011). Após os primeiros trinta dias, é cobrada uma taxa de US\$ 12,5 por mês. A plataforma permite que sejam construídos aplicativos nativos, ou seja, que podem trabalhar off-line em smartphones e são desenvolvidos especificamente para uma plataforma. Nele é possível a criação de aplicativos para e-commerce, restaurantes, jornais para artigos, cursos online, rádio, comunicação empresarial e aplicativos personalizados.

Os aplicativos são escritos na linguagem específica do seu sistema operacional, Swift para iOS e Kotlin para Android, eles permitem acesso a todos os recursos que o dispositivo

oferece e conta com uma equipe de suporte para garantir o funcionamento das funções. Além do mais, a plataforma permite que o criador do aplicativo publique e comercialize o aplicativo desenvolvido nas lojas padrão de aparelhos móveis.

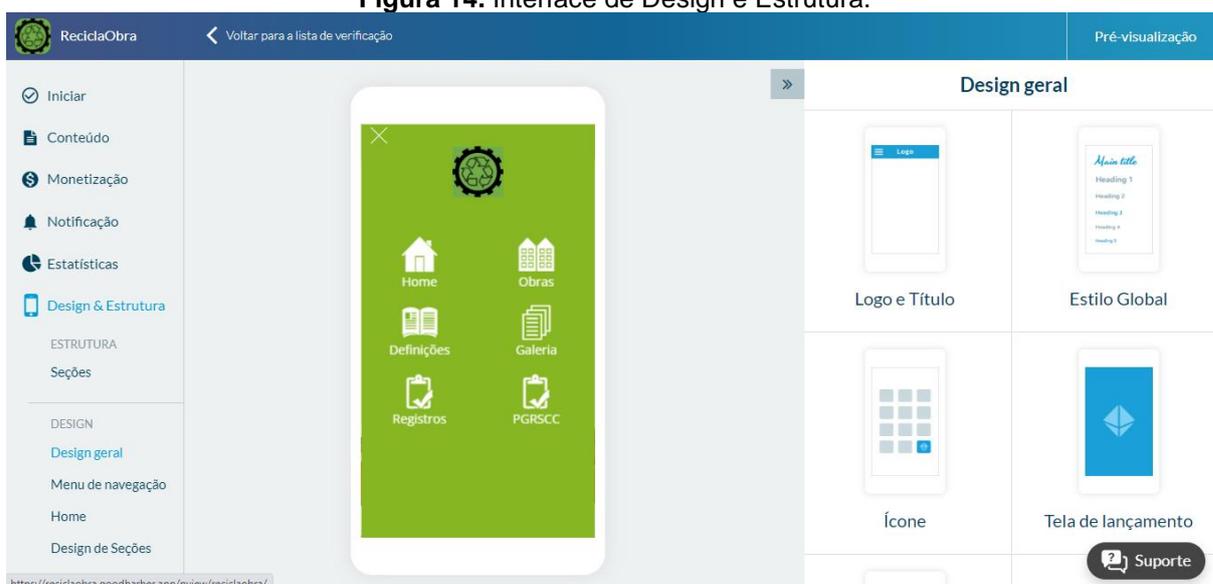
Quanto aos dados para serem armazenados, como formulários e relatórios, o software conta com um pequeno banco de dados local que é sincronizado com o servidor central da plataforma, assim é possível realizar uma conexão entre ambos, via internet e/ou intranet. Assim é possível manter um sistema centralizado, permitindo o acesso e controle dos dados, porém também prevendo possíveis falhas que podem acontecer devido à falta de conexão em um canteiro de obra, mantendo um espelho do banco de dados principal localmente.

**Figura 13.** Interface inicial da plataforma.



Para a construção do aplicativo, inicialmente são inseridos os dados para o design da ferramenta: cor, tema, estilo e outras características. O aplicativo idealizado para esse estudo foi intitulado “ReciclaObra”. A partir dessas características são inseridas as informações de Design e Estrutura dos dados para então serem inseridos os dados da ferramenta de gestão. No item de design são estabelecidas a logo e título, o estilo global, o ícone do aplicativo, a tela de lançamento ao iniciar o acesso e o fundo da área de trabalho. Sendo assim, a logo foi escolhida apenas com o nome do aplicativo com tema em tons de verde, enquanto para o título foi escolhida fonte Times New Roman, com a finalidade de promover um layout limpo e de fácil adaptação dos usuários. O mesmo padrão foi utilizado nas definições de estilo global, tela de lançamento e o fundo escolhido foi branco com a mesma finalidade.

**Figura 14.** Interface de Design e Estrutura.

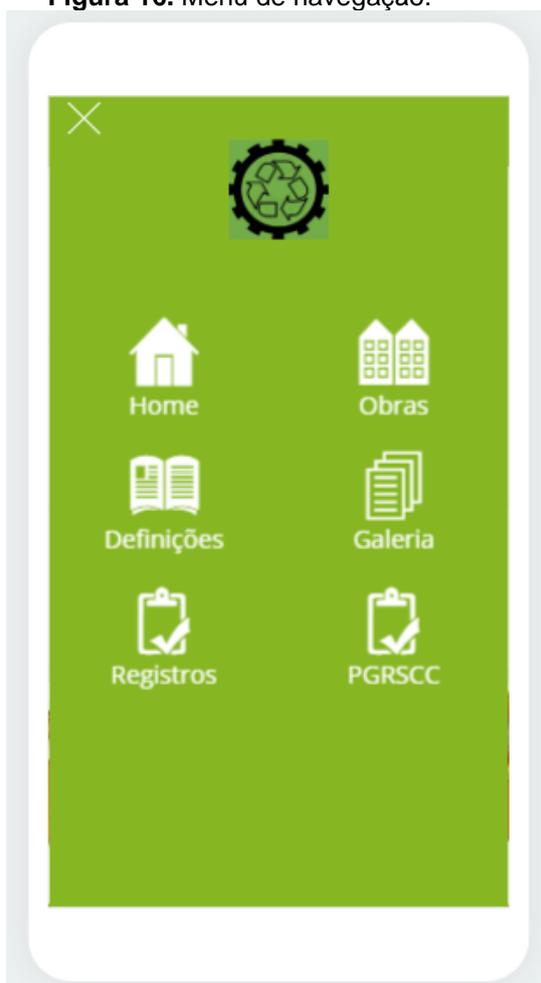


**Figura 15.** Tela de lançamento e ícone do aplicativo.



Definida a identidade visual do aplicativo, foram definidas as seções da ferramenta móvel seguindo a linha de concepção explanada no item anterior, são elas: Home, Definições, Obras, Registros, PGRSCC (Figura16). A seção “Home” é uma seleção padrão da plataforma, nela é apresentada uma introdução do conteúdo disponível no aplicativo (Figura 17).

**Figura 16.** Menu de navegação.



**Figura 17.** Seção Home.



Enquanto isso, na seção Definições foram inseridos os conteúdos de referência para a gestão de resíduos de construção civil adotadas, como a Resolução nº 307 do CONAMA, as informações sobre reutilização de RCC, os requisitos de classificação, os benefícios do descarte adequado dos RCC e seus malefícios e as práticas recomendadas de gestão, conforme o exposto nesse trabalho.

Figura 18. Seção Definições.



Figura 19. Seção Definições.



Figura 20. Seção Definições.



Figura 21. Seção Definições.



Já na seção Obras foi inserido um formulário para o cadastro da obra que está se fazendo o levantamento, em que deve ser preenchido o nome dado a obra conforme as suas características, o endereço em que ela se localiza, o período da obra através das suas datas de início e término e, por fim, a classificação da obra (Figuras 22 e 23).

**Figura 22.** Interface da seção Obras.

The image displays two side-by-side screenshots of a mobile application interface for 'RECICLAOBRA'. The left screenshot shows the 'Cadastro de obra' form with the following fields: 'Nome \*' (User Name), 'Obra', 'Endereço \*' (Endereço), 'Endereço linha 2', 'Cidade', 'Estado / Região', 'País', and 'CEP / Código Postal'. The right screenshot shows the 'Início da obra' (22 abril 2022), 'Data \*' (22 abril 2022), and 'Classificação: \*' section with radio button options: 'Residencial unifamiliar', 'Residencial multifamiliar', 'Comercial', 'Galpão', 'Industrial', 'Mista (residencial e comercial)', and 'Outros'.

Na seção de registros foi inserido outro formulário, dessa vez para cadastrar os dados de resíduos gerados na obra conforme a sua classificação, com espaço para a descrição do material, a data em que foi gerado e a quantidade gerada, ficando a critério do usuário definir a unidade dimensionada.

**Figura 23.** Seção de Registros.

The image displays two sequential screenshots of a mobile application interface for 'RECTCLOBRA'. The left screenshot shows the 'Cadastro de resíduos' (Residue Registration) screen. It features a green header with a back arrow and the app name. Below the header is the title 'Cadastro de resíduos' and an illustration of construction workers with recycling bins. A section titled 'Conforme o cadastro \*' contains a text input field for 'Nome da obra' and a radio button selection for 'Classificação dos resíduos \*', with 'Classe A' currently selected. The right screenshot shows the continuation of the form, including radio button options for 'Classe B', 'Classe C', and 'Classe D'. It also includes a text input field for 'Descrição do material', a date selection field for 'Data \*' (Data de registro) showing '11 março 2022', and a text input field for 'Quantidade gerada'. A prominent green 'ENVIAR' button is located at the bottom of the form.

Para mais, foi inserida a seção PGRSCC em que o engenheiro da obra, ou o responsável por ela, possa cadastrar as etapas estabelecidas como diretrizes para o gerenciamento dos resíduos de construção civil gerados naquele empreendimento (Figura 24 e 25). E por fim, a seção Galeria sugerida após a análise do protótipo para que seja possível armazenar as fotos e registros da obra dentro do aplicativo, tendo assim os registros do seu andamento (Figura 26).

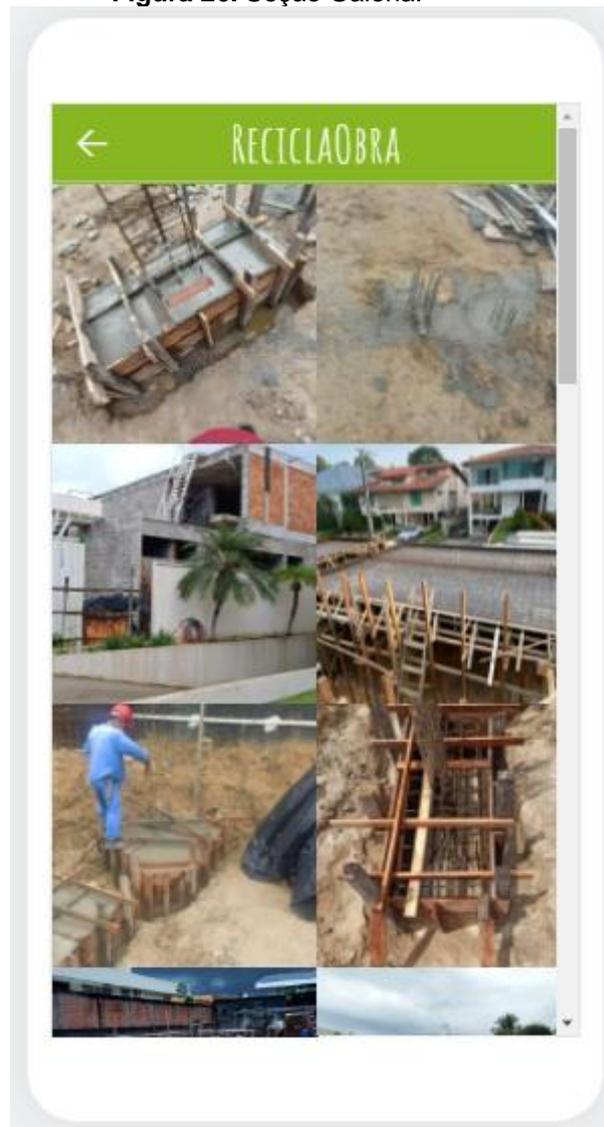
**Figura 24.** Seção PGRSCC.

The image shows two side-by-side screenshots of a mobile application interface. Both screens have a green header with a back arrow and the text 'RECICLAOBRA'.  
The left screenshot displays the title 'Plano de Gerenciamento' and a paragraph of text: 'O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil - PGRSCC é um documento técnico que indica qual a quantidade de resíduo gerada (por tipo de resíduo – conforme a Resolução CONAMA nº 307/2002) oriunda de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos.' Below this is a text input field labeled 'Parágrafo \*' with the placeholder text 'Definições para classificação dos resíduos no canteiro de obra.'  
The right screenshot shows a text input field labeled 'Parágrafo \*' with the placeholder text 'ATT - Área de Transbordo e Triagem'. Below it is another text input field labeled 'Parágrafo \*' with the placeholder text 'Tipo de armazenamento no canteiro de obras'. This is followed by a question 'Será necessário o transporte? \*' with two radio button options: 'Sim' and 'Não'. Below the radio buttons is a text input field labeled 'Caso a resposta seja sim, qual o tipo de t...' with the placeholder text 'Veículo utilizado'. At the bottom is another text input field labeled 'Destinação \*'.

**Figura 25.** Seção PGRSCC.

The image shows a single screenshot of a mobile application interface. It has a green header with a back arrow and the text 'RECICLAOBRA'. The screen displays a question 'Será necessário o transporte? \*' with two radio button options: 'Sim' and 'Não'. Below this is a text input field labeled 'Caso a resposta seja sim, qual o tipo de t...'. This is followed by a text input field labeled 'Veículo utilizado'. At the bottom is a text input field labeled 'Destinação \*' with five radio button options: 'Reciclagem', 'Reutilização', 'Doação', 'Empresas especializadas', and 'Empresa transportadora ou ecoponto'. At the very bottom of the screen is a green button with the text 'ENVIAR'.

**Figura 26.** Seção Galeria.



Com o aplicativo pronto, foi dado início à etapa de teste do protótipo. Dessa forma, após ser estabelecida a obra em que será aplicado o estudo de caso, foi realizada uma reunião com o engenheiro responsável pela obra para a apresentação do aplicativo. A proposta inicial foi ele testar o protótipo por uma semana e avaliar o seu uso na fase inicial da obra. Como a plataforma apresenta uma definição de imagem satisfatória, não foi necessário refinar os detalhes de imagem do aplicativo. Foi então apresentado ao engenheiro o questionário inicial referente às expectativas que ele tinha quanto ao uso da ferramenta móvel (Figura 27). Com isso, os resultados são apresentados na Tabela 3 a seguir.

**Figura 27.** Modelo do questionário inicial.

Qual o nível de eficiência você espera do aplicativo?\*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Qual o nível de auxílio esperado com o uso do aplicativo?\*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Sugestões\*

Você encontrou informações novas nele?\*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Qual o nível de utilidade das informações encontradas na ferramenta??\*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

**Tabela 3.** Resultados do questionário antes da inserção do aplicativo.

Pergunta	Resposta	Sugestões/Comentários
Qual o nível de eficiência você espera do aplicativo?	5	
Qual o nível de auxílio esperado com o uso do aplicativo?	4	Campo para inserção de fotos para o acompanhamento da obra.
Você encontrou informações novas nele?	4	Muitas informações que tinha conhecimento, mas não lembrava.

Qual o nível de utilidade das informações encontradas na ferramenta?	5	
--	---	--

A partir da primeira análise e o teste do protótipo do aplicativo, foi dada sequência a segunda etapa do projeto. Para isso, foi estabelecido que o início do estudo seria realizado durante o período de maio de 2021 até fevereiro de 2022, somando no total dez meses, em que nos cinco primeiros a gestão dos resíduos de construção civil foi feita sem o uso do aplicativo e nos cinco meses seguintes com o uso da ferramenta.

#### 4.2. SEGUNDA ETAPA: INSERÇÃO DO APLICATIVO NO CANTEIRO DE OBRA

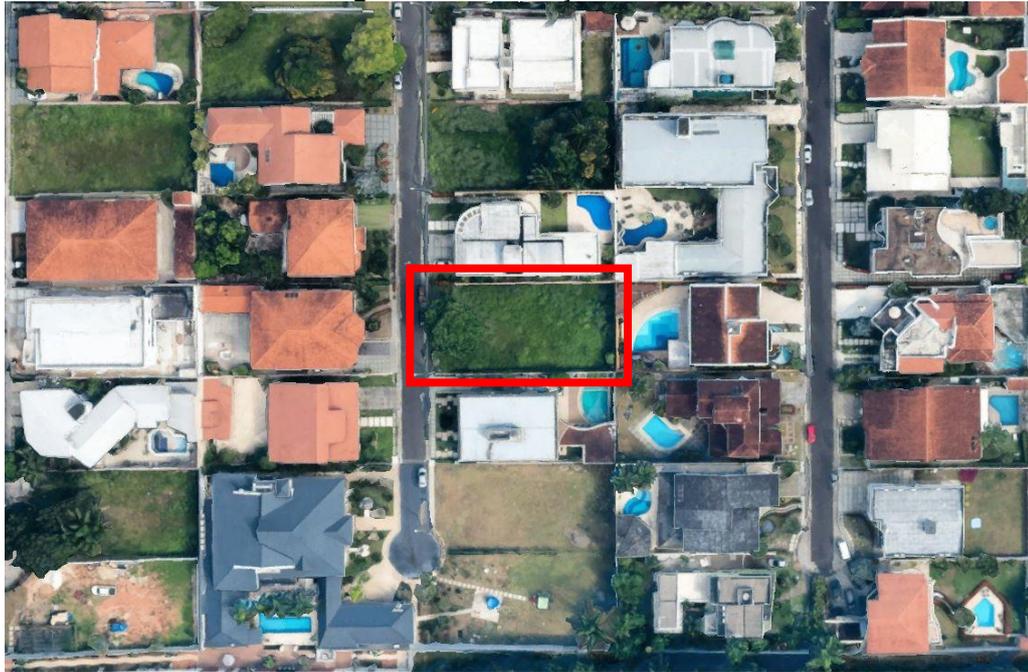
Para a etapa de inserção do aplicativo foi elaborado um fluxograma (apresentado na Figura 28) para delineamento do processo seguido para a execução do levantamento.

**Figura 28.** Fluxograma de delineamento da segunda etapa.



Como foi estabelecido no item 4.1. desse projeto, o estudo de caso foi aplicado em uma obra de caráter residencial unifamiliar em condomínio de alto/médio padrão na cidade de Manaus, no estado do Amazonas. A obra escolhida é localizada no Condomínio Residencial Ephygenio Salles, considerado um complexo habitacional de luxo no município de Manaus. O condomínio possui completa infraestrutura de lazer: salão de festas, playground, quadra poliesportiva, quadra de tênis, espelho d'água e fontes, piscinas adulto e infantil, quadra de areia, pista de cooper, jardins, área de descanso, portaria informatizada, ronda informatizada, sistema de vigilância 24h, cancela com acionamento automático e sistema de segurança perimetral.

**Figura 29.** Localização da obra.



Fonte: Google Earth (2021).

O empreendimento consiste na construção de uma casa de dois andares com cozinha, área de serviço, sala comum, sala de jantar, três quartos (sendo todos suítes), escritório, dois lavabos, com piscina e sauna na área externa. Ademais, a edificação irá contar com escada com degraus flutuantes e um elevador interno. O terreno apresenta a área de 20x40 metros, totalizando 800 metros quadrados, com 700 metros quadrados de área construída. A previsão do início da construção era para maio de 2021, mas devido alterações de projeto houve um atraso de dois meses. A execução da obra é de responsabilidade de uma conceituada construtora do município, a qual não terá o nome revelado nesse trabalho prezando pelo sigilo da empresa.

Dessa forma, a construção foi executada com estrutura em concreto armado, alvenaria de vedação com tijolo cerâmico de nove furos e laje protendida maciça. A fundação, por sua vez, foi executada pelo método de fundação profunda com estaca raiz. Destaca-se que durante a execução buscou-se o máximo controle tecnológico com o objetivo de reduzir o desperdício de materiais e proporcionar o melhor acabamento aos ambientes, promovendo assim a redução dos resíduos gerados.

**Figura 30.** Construção utilizada para o levantamento de dados no estudo de caso.



**Figura 31.** Construção utilizada para o levantamento de dados no estudo de caso.



Para o levantamento de dados, como citado anteriormente, inicialmente a gestão da obra manteve o processo padrão adotado pela construtora. Nessa fase, a produção de resíduos era registrada em uma Ficha de Cadastro, nela é anotada a data de registro, o volume de RCC gerados por dia, o local de acondicionamento do material e o percentual conforme a classificação (Figura 32).

**Figura 32.** Ficha para cadastro de geração de resíduos antes da inserção do aplicativo.

Obra nº:

Nº Registro	Data	Volume acumulado	Local de acondicionamento	Classificação do volume acumulado (%)			
				Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
Total		-		-	-	-	-

Para fins da pesquisa, foi solicitado que também registrassem a quantidade por material, sendo apontados os materiais descartados com maior recorrência, sendo eles: solo, madeira, cerâmicas (blocos, louças e azulejos), concreto, argamassa, gesso, resíduos perigosos, papel, plásticos e metais. Esse processo foi realizado pelo engenheiro da obra. Após a classificação, esse material era armazenado em uma caixa coletora de uma empresa autorizada pela SEMULSP. Destaca-se ainda que os RCC gerados foram predominantemente de classe A e B. Quanto a sua triagem, os resíduos eram registrados separadamente, mas a sua destinação era a mesma: o aterro sanitário de Manaus. O transporte foi realizado pela própria empresa de coleta autorizada.

Dessa maneira, podemos observar que nessa fase inicial era realizado o processo básico de gestão de resíduos de construção. Seguindo as etapas, mas sem buscar alternativas para a destinação dos resíduos e sua reciclagem. Tem-se apenas como exceção os resíduos de solo e de vegetação, que são aproveitados no próprio aterro, sendo encaminhados a sua área de compostagem.

Após ser concluída a primeira fase, deu-se início a segunda fase, com a implantação do aplicativo. O primeiro passo adotado foi a instrução do engenheiro responsável da obra das funções da ferramenta e das definições nela inseridas. Como foi citado anteriormente, já era adotado um rígido controle de qualidade na execução dos serviços para a redução da geração de resíduos, então o foco foi direcionado a gestão dos RCC, destacando as possibilidades de reciclagem, reuso e destinação adequada do material. Além disso, foi salientada a importância da melhoria desse processo e os impactos causados pela geração excessiva e do descarte inadequado desses componentes.

A partir desse momento, foram inseridas novas definições no Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, conforme as instruções do aplicativo, sendo reajustado para as melhores condições de gestão e repassado a equipe de mão de obra direta. Os pontos-chaves dessas mudanças são a busca pela separação e armazenamento segregado dos resíduos no canteiro de obra conforme as suas classes e a busca de novas destinações aos RCC gerados.

Por conseguinte, foi observada uma mudança gradual das medidas tomadas em relação aos resíduos de construção civil. Por exemplo, foi inserida uma área de armazenamento segregado de resíduos conforme as suas classes em tambores metálicos de 200L, as fôrmas de moldes de concreto com qualidade adequada foram aproveitadas em outras concretagens e para outras obras do mesmo porte, os resíduos de Classe A foram aproveitados para execução de pisos e calçadas dentro do próprio canteiro e em outras obras da construtora, resíduos de Classe B foram levados a cooperativas de catadores para avaliação do que poderia ser aproveitado, entre outras medidas.

Sendo assim, pode-se afirmar que o uso do aplicativo apresentou bons resultados em uma perspectiva inicial. Então, foi realizado novamente o questionário de satisfação de modo similar ao demonstrado da Figura 27, só que dessa vez, com os questionamentos com o uso efetivo do aplicativo durante a sua inserção e os resultados serão apresentados na Tabela 4 a seguir.

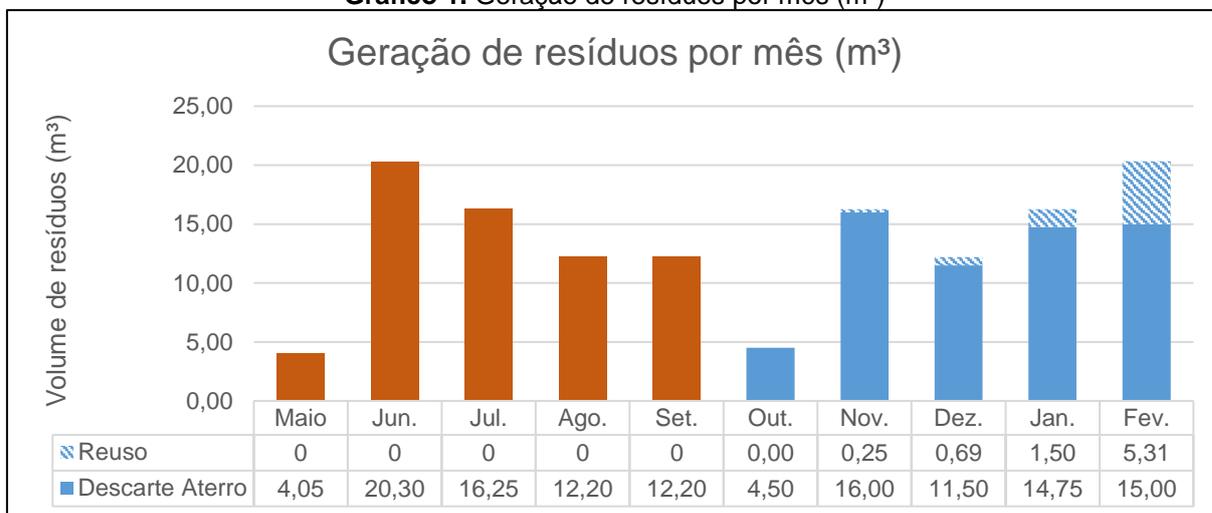
**Tabela 4.** Resultados do questionário durante a inserção do aplicativo.

Pergunta	Resposta	Sugestões/Comentários
Qual o nível de eficiência do aplicativo até o momento na sua opinião?	5	
A ferramenta lhe auxiliou de forma positiva no gerenciamento dos resíduos de construção? Se não, quais sugestões você recomenda para sua aprimorá-lo?	5	Sim, com a ferramenta foi possível enxergar novas possibilidades de destinação para os resíduos.
Você obteve informações novas através dele?	5	Muitas informações que tinha conhecimento, mas não lembrava.
As informações encontradas na ferramenta foram úteis de alguma forma?	5	



consciente do aterro sanitário pela empresa de coleta terceirizada e o os resíduos que foram aproveitados sendo reutilizados no canteiro de obra.

**Gráfico 1.** Geração de resíduos por mês (m³)



**Tabela 5.** Resultados apresentados ao longo da pesquisa nos anos de 2021 e 2022.

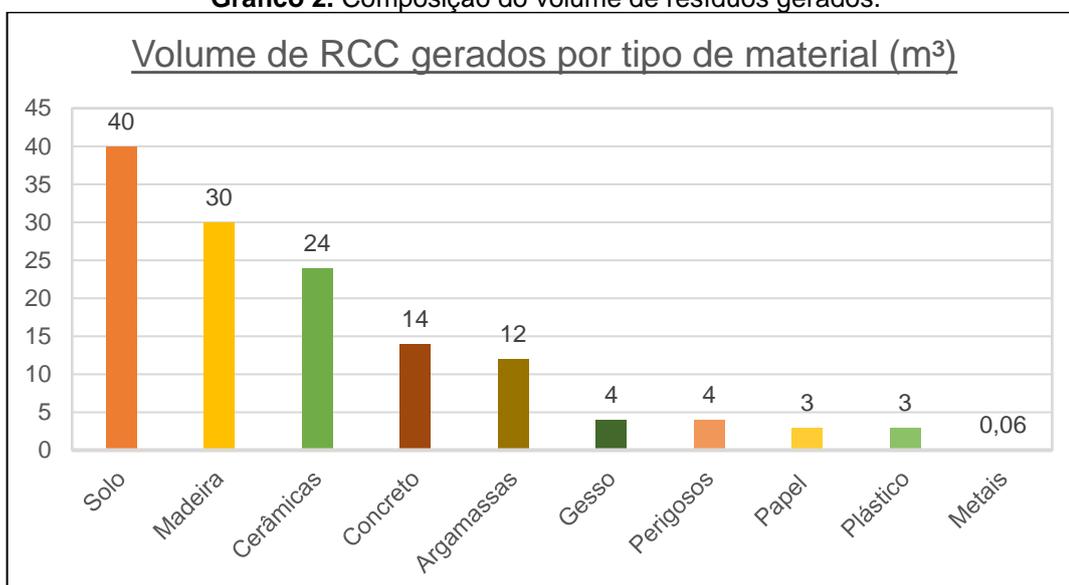
LEVANTAMENTO DE DADOS 2021/2022			
FASE	MÊS	VOLUME DE RESÍDUOS (M³)	VOLUME DE RESÍDUOS REUTILIZADOS (M³)
FASE 1	Maio	4,05	-
	Junho	20,30	-
	Julho	16,25	-
	Agosto	12,20	-
	Setembro	12,20	-
FASE 2	Outubro	4,50	-
	Novembro	16,00	0,25
	Dezembro	11,50	0,69
	Janeiro	14,75	1,50
	Fevereiro	15,00	5,31
TOTALS		126,75	7,75
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>134,50</b>	

Dessa forma, nota-se que com a inserção da ferramenta, e o incentivo ao reuso dos resíduos de construção civil gerados no canteiro de obra, deu-se início ao aumento gradativo desse recurso para a destinação do material. Através da Tabela 5 é possível observar que houve a reutilização de 7,75 m³ de RCC, onde esses eram compostos por resíduos de Classe A e Classe B. No caso dos resíduos de Classe A, o volume foi empregado como agregado na execução da calçada da edificação e no piso do fundo da piscina que ainda estava em construção durante o desenvolvimento da pesquisa. Já no caso dos resíduos de Classe B, esses foram transportados, após a sua separação, a diferentes Pontos Ecológico Voluntário

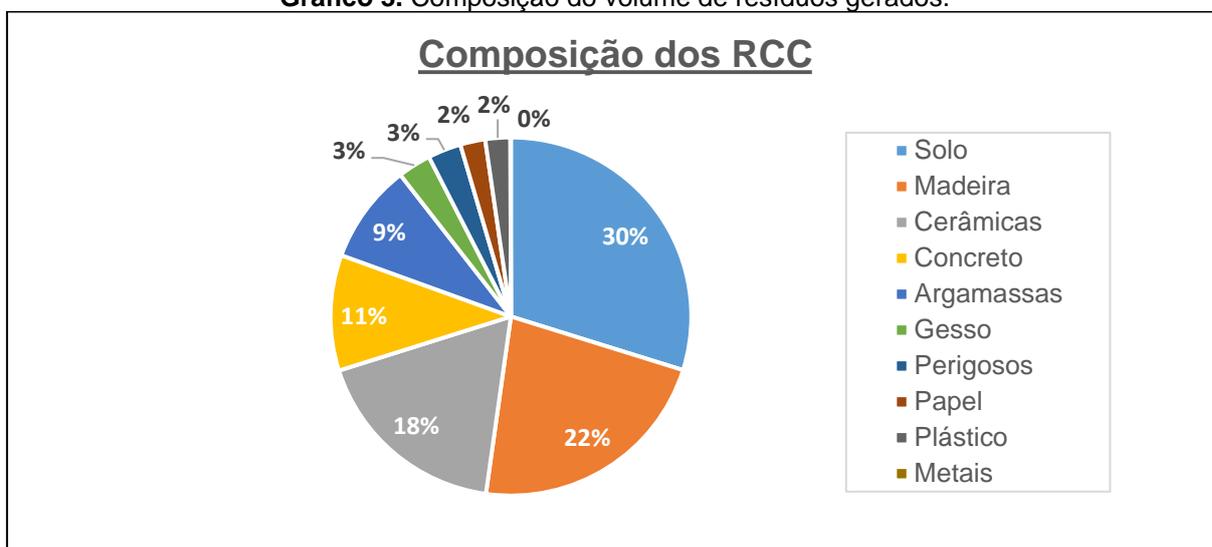
– PEV existentes na cidade, estes são pontos de coleta seletiva criados pela prefeitura distribuídos estrategicamente pela cidade para que a população que separa o lixo domiciliar para reaproveitamento, possa levar seu material e beneficiar de forma direta as associações de reciclagem.

Outrossim, através do levantamento de dados realizado foram elaborados os Gráficos 2 e 3, apresentando a composição do volume de resíduos gerados ao longo da obra, considerando os principais materiais recolhidos. Destaca-se que o volume de resíduos de Classe A aproveitados para o uso no canteiro era composto principalmente por tijolos e argamassas e sua aplicação gerou uma economia a construtora que não precisou pagar por mais agregados de matéria-prima natural para inserir a construção.

**Gráfico 2.** Composição do volume de resíduos gerados.



**Gráfico 3.** Composição do volume de resíduos gerados.



Com isso, pode-se observar que o volume maior de resíduos é representado por solo, oriundo principalmente pela movimentação de terra para o nivelamento do terreno, nas perfurações para a execução das estacas raiz e na escavação da área de construção da piscina da residência. Seguindo o volume de solos, tem-se os resíduos de madeira, gerados na utilização de fôrmas de madeira para a construção dos moldes para a concretagem de vigas, lajes e pilares da estrutura. Já o terceiro material que mais gerou resíduos foram as cerâmicas, pertencentes aos blocos de vedação e das cerâmicas de revestimento de piso e parede empregados na edificação.

Sendo assim, têm-se como resultado que com o uso do aplicativo, foi possível tanto a minimização dos resíduos descartados no aterro sanitário, a redução de custos com material com a substituição dos materiais de matéria-prima natural por resíduos que antes seriam descartados, uma gestão mais eficiente e facilitada com o acesso de informações de forma fácil e prática através do uso de smartphones. Posto isso, nota-se que o objetivo do projeto foi atendido considerando que o aplicativo móvel atendeu ao propósito de não só auxiliar na gestão dos resíduos de construção civil, mas como de instruir sobre como e por que se deve investir em práticas de reuso e reciclagem desse material.

Quanto ao critério de satisfação do uso da ferramenta, foi aplicado um terceiro questionário ao engenheiro responsável da obra a respeito da sua opinião sobre o uso do aplicativo e seus aspectos facilitadores (Tabela 6). Dessa forma, calculando a média das pontuações recolhidas antes, durante e depois da inserção do dispositivo móvel ao longo da realização da pesquisa obteve-se a média de 4,92 pontos, sendo então considerada pelos parâmetros estabelecidos como excelente.

**Tabela 5.** Resultados do questionário após a inserção do aplicativo.

Pergunta	Resposta	Sugestões/Comentários
Qual o nível de eficiência do aplicativo na sua opinião?	5	
A ferramenta lhe auxiliou de forma positiva no gerenciamento dos resíduos de construção?	5	Sim, com a ferramenta foi possível enxergar novas possibilidades de destinação para os resíduos.
Você considera as informações contidas no aplicativo relevantes para o seu tema e propósito?	5	
Você acredita que a ferramenta possa ser empregada no mercado da construção?	5	Sim, seria de grande valia visto a facilidade encontrada.

# 5. CONCLUSÕES

## 5.1. Considerações Finais

Conforme o exposto ao longo desta pesquisa, pode-se considerar que os objetivos propostos para o estudo foram alcançados. O aplicativo ReciclaObra mostrou-se eficiente para o seu propósito de auxiliar na gestão de resíduos de construção civil em canteiros de obra. Ademais, a ferramenta poderá ser acessada tanto por dispositivos Android como iOS, ampliando a acessibilidade de profissionais ao conteúdo nele inserido, sendo ele as informações sobre os resíduos de construção civil, como realizar a devida segregação, a melhor forma de armazenamento e triagem, as possíveis destinações, como realizar o descarte de forma correta, além de seguir e elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos, tudo isso de forma fácil e prática.

Além do mais, a ferramenta conta com um módulo *web*, no qual os administradores podem gerenciar, inserir novas informações e acompanhar a evolução da obra a qualquer momento. Através da metodologia utilizada, foi possível realizar e acompanhar o processo de forma simplificada, o que ajudou no desenvolvimento do trabalho e na sua instrumentação, auxiliando na delimitação dos requisitos necessários para o escopo principal e na organização da ferramenta para atingir os objetivos definidos.

Por meio dos questionários realizados antes, durante e após a inserção da ferramenta, pode-se observar que o ReciclaObra teve uma boa aceitação pela equipe técnica mostrando ser eficiente para o canteiro de obra. Mesmo sendo uma pequena amostra, devido ao tempo de estudo e análise, pode-se considerar as informações obtidas como confiáveis visto que os resultados condizem com a aceitação apurada.

Com isso, tem-se que a perspectiva para o sucesso é promissora e será um excelente apoio a gestão dos resíduos de construção, promovendo assim a sua redução e minimização dos impactos causados por eles. No entanto, apesar de todos os objetivos propostos terem sido alcançados, ainda há possibilidade de implementação de novas funcionalidades em versões futuras do aplicativo, então incentiva-se o seguimento da pesquisa e sua evolução contínua.

## 5.2. Sugestões para trabalhos futuros

- Ampliar as opções de reuso dos resíduos como: vidro, alumínio, plásticos e os demais;

- Propor novos incentivos para uso da ferramenta, como a venda de resíduos Classe A para empresas especializadas;
- Realizar a pesquisa com um campo de estudo para a inserção do aplicativo maior.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRECON. Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção. **Pesquisa Setorial da Reciclagem de Resíduos da Construção 2014/2015**. 2016. Relatório 2. 26 p

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, São Paulo, Brasil, p.116, 2019.

ABREU, G. R. O.; MENDES, T. A. Software para gestão de resíduos sólidos da construção civil. **Tecnia**, v. 1, n. 2, p. 79-96, 2016.

ÂNGULO, S.C.; JOHN, V. M.; ULSEN, C.; KAHN, H.; MUELLER, A. Separação óptica do material cerâmico dos agregados mistos de resíduos de construção e demolição. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.13, 2013.

ASAARI, F.A.; HALIM, H. B, A.; ISA, M. H. **A study on construction and demolition wastes from buildings in Seberang Perai**. Association for Women in Aviation Maintenance, 2004. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Mohamed\\_Hasnain\\_Isa/publication/277870070\\_A\\_study\\_on\\_construction\\_and\\_demolition\\_wastes\\_from\\_buildings\\_in\\_Seberang\\_Perai/links/57688aee08ae8ec97a424759/A-study-on-construction-and-demolition-wastes-from-buildings-in-Seberang-Perai.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mohamed_Hasnain_Isa/publication/277870070_A_study_on_construction_and_demolition_wastes_from_buildings_in_Seberang_Perai/links/57688aee08ae8ec97a424759/A-study-on-construction-and-demolition-wastes-from-buildings-in-Seberang-Perai.pdf). Acesso em 15 de junho de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, p.77, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordos e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, p.11, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, p. 12, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, p. 11, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos**. Rio de Janeiro, p. 14, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparação de concreto sem função estrutural – Requisitos**. Rio de Janeiro, p. 17, 2004.

BADIR, Y. F.; KADIR, M. R. A., HASHIM, A. H. Industrialized Building Systems Construction in Malaysia. **Journal of Architectural Engineering**, v.1, 2002.

BAPTISTA JUNIOR, J. V.; ROMANEL, C. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, vol.5, 2013

BLUMENSCHNEIN, R.N.A. **Sustentabilidade na Cadeia Produtiva da Indústria da Construção. Centro de Desenvolvimento Sustentável**. 2004. 263p. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília (UnB), Brasília DF.

BLUMENSCHNEIN, R. N. **Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras**. Brasília, DF: Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico, Universidade de Brasília, 2007. Dossiê Técnico.

BRASIL. Lei Nº 9605, de 12/02/1998. **Lei de Crimes Ambientais**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF, fevereiro de 1998.

BRASIL. Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/bPTyCb>>. Acesso em: outubro de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução CONAMA nº 001 de 23/01/1986** - Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. Ministério do Meio ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução CONAMA nº307 de 05/07/02** - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

BRASIL. Ministério do Meio ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução CONAMA nº348 de 16/08/04** - Altera a Resolução no 307/02 (altera o inciso IV do art. 3º).

CAMÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Banco de Dados. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>. Acessado em: 10 de maio de 2020.

CARDOSO, F. F.; FIORANI V. M. A.; DEGANI C. M. Impactos ambientais dos canteiros de obras: uma preocupação que vai além dos resíduos. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 11º, 2006, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis, XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. p. 3550-3559.

CHENG, K. J.; MYDIN, M. A. O. Best Practice of Construction Waste Management and Minimization Material. **Analele Universităţii “Eftimie Murgu” Reşiţa Anul**. Resita, v.2, 2014.

COSTA, T. S. M. Desenvolvimento de aplicativo para uso na gestão de resíduos da construção civil: estudo de caso em Abaetetuba-PA. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 98406-98426, 2020.

DE ALECRIM, A. R. **Desenvolvimento de Aplicativo para Identificação de Resíduo de Construção Civil Disposto Inadequadamente em Goiânia-GO**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, p.54, 2018.

FAPEAM. **Solução para resíduos de construção e demolição em Manaus**. 2016. Disponível em: <http://www.fapeam.am.gov.br/>. Acesso em 07 de julho de 2021.

FERREIRA, L. C., & BERTEQUINI, A. B. T. **O uso de resíduos sólidos da construção civil na pavimentação**. 2018. Disponível em: <http://www.servicos.toledo.br>. Acesso em 08 de junho de 2021.

FERREIRA, Marcos Rogério. **Coleta seletiva e educação ambiental: desenvolvimento e utilização de um aplicativo móvel na implantação da política nacional de resíduos sólidos em um município**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, p.65, 2020.

FREITAS, L. de. **Reaproveitamento de resíduos sólidos da construção civil no Brasil**. 2018. Disponível em: <<https://domtotal.com/noticia/1262733/2018/06/reaproveitamento-de-residuos-solidos-da-construcao-civil-no-brasil/>>. Acesso em: 04 de setembro de 2021.

IBGE. **Acesso à Internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2018**. 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101631informativo.pdf>. Acesso em: 20 setembro de 2021.

LEITE, M.B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p.110, 2001.

LOPES, Anderson Bueno; PERTEL, Monica. Alternativas para Redução do Impacto Ambiental Causado pelos Resíduos da Construção Civil. **Boletim do Gerenciamento**, v. 22, n. 22, p. 20-31, 2021.

LOMBARDI FILHO, P. **Modelo de destinação de resíduos da construção civil baseado na análise da infraestrutura e legislação do município de São Paulo**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

MAIA, M. C. R. **Proposta de modelo de gestão consorciada de Resíduos da Construção Civil (RCC) na Unidade de Gerenciamento do Rio São João-MG (MB 13)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de São Carlos-UFSCar. São Carlos, p.153. 2019.

MARQUES NETO, J. C. **Estudo da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição na bacia hidrográfica do turvo grande (UGRHI-15)**. Dissertação (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo. São Carlos. São Paulo, p.54, 2009.

MATOS, E. L. S. **Reaproveitamento dos resíduos da construção civil (CCET)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade da Amazônia (UNAMA). Belém, p.89, 2009.

MESQUITA, F. J. M. **Desenvolvimento de um aplicativo móvel para promover o reaproveitamento de resíduos na dosagem de concreto**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará. Tucuruí, p.150, 2019.

MIARA, R. D. **Melhoria da gestão dos resíduos da construção civil através de aplicativo baseado em modelo BIM**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p.120, 2020.

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

O criador de aplicativos mais confiável para Android e IOS. **Good Barber**, 2011. Disponível em: <https://pt.goodbarber.com/>. Acesso em: 11 de junho de 2021.

PBQH-P. **Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat**. Disponível em: <https://pbqp-h.mdr.gov.br/>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2021.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, p.189, 1999.

PINTO, T. P.; GONZALES, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Manual de orientação 1. Como implantar um sistema de manejo e gestão da construção civil nos municípios**. Parceria Técnica entre o Ministério das Cidades do Meio Ambiente e Caixa Econômica Federal. Brasília: CAIXA, 2005.

ROCHETA, V.; FARINHA, F. Práticas de Projecto e Construtivas para a Construção Sustentável. In: Congresso de Construção Nacional, 3, 2007, Algarve. **Anais**. Coimbra, 2007.

RODRIGUES, F. S. S. O. **Gestão de Resíduos de Construção e Demolição**. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Porto. Porto, p.101, 2010.

SCHNEIDER, D; PHILIPPI JR. A. Gestão pública de Resíduos da Construção Civil no município de São Paulo. **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 4, 2004.

SCREMIN, L. B.; CASTILHOS JUNIOR, A. B.; ROCHA, J. C. Sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos de construção e demolição para municípios de pequeno porte. **Eng. Sanitária Ambiental**, v.19, n.2, p. 203-206, 2014.

SEMULSP. **Relatório das atividades da SEMULSP 2020**. 2021. Disponível em: <<https://semulsp.manaus.am.gov.br/wp-content/uploads/2022/03/RELATORIO-ANUAL-2021.pdf>>. Acesso em: 21 de junho de 2021.

SILVA, V. A.; FERNANDES, A. L. T. **Cenário do gerenciamento dos resíduos da construção e demolição (RCD) em Uberaba-MG**. Sociedade & Natureza. Uberlândia, v. 24, 2012.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO AMAZONAS – SINDUSCON. **Legislação ambiental aplicada à construção civil**. Manaus, 1999, 47 p.

SOUSA, M. A.; PEREIRA, A. C. C.; BANDEIRA, C. F.; ARAÚJO, J. A.; MONTORO, S. R. Proposta de criação de aplicativo para contribuir com a melhoria na gestão de resíduos sólidos urbanos. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda (RJ), v. 17, n. 48, p. 33-43, abril, 2022.

TEBAS, D. F. S.; OSAKI, F. A.; CORTES, G. B.; SANTOS, R. M. S.; SANTOS, R. N. **Resyscla: aplicativo móvel e módulo de administração web para descarte correto de resíduos sólidos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p.146, 2017.

VALENÇA, M. Z.; DE MELO, I. V.; WANDERLEY, L. O. A degradação de corpos d'água e a deposição irregular de resíduos da construção civil na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**. Pernambuco, v. 1, n. 1, 2015.