

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS DO SERTÃO – EIXO DAS TECNOLOGIAS  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LEONARDO ALVES MARTINS

**ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO  
MUNICÍPIO DE POÇO DAS TRINCHEIRAS – AL.**

Delmiro Gouveia – AL

2023

LEONARDO ALVES MARTINS

**ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO  
MUNICÍPIO DE POÇO DAS TRINCHEIRAS – AL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – Campus do Sertão, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Pedro de Oliveira Netto

Delmiro Gouveia – AL

2023

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca do Campus Sertão**  
**Sede Delmiro Gouveia**

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4/2209

M386e Martins, Leonardo Alves

Estimativa da geração de resíduos da construção civil no município de Poço das Trincheiras – AL / Leonardo Alves Martins. - 2023.  
51 f. : il.

Orientação: Antonio Pedro de Oliveira Netto.  
Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2023.

1. Construção civil. 2. Resíduos da Construção Civil – RCC. 3. Geração de resíduos. 4. Resíduos sólidos. 5. Poço das Trincheiras - Alagoas. I. Oliveira Netto, Antonio Pedro. II. Título.

CDU: 628.4.043

**LEONARDO ALVES MARTINS**

**ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO  
MUNICÍPIO DE POÇO DAS TRINCHEIRAS – AL.**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao  
corpo docente do Curso de Engenharia Civil da  
Universidade Federal de Alagoas – Campus do  
Sertão e aprovado em 15 de maio de 2023.

**Banca Examinadora:**

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** ANTONIO PEDRO DE OLIVEIRA NETTO  
Data: 22/05/2023 08:39:45-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Antônio Pedro de Oliveira Netto, UFAL – Campus do Sertão (Orientador)

*Alexandre Nascimento de Lima*

---

Prof. MSc. Alexandre Nascimento de Lima, UFAL – Campus do Sertão (Avaliador)

*Janniera Mariana dos Anjos Lima*

---

Eng. Msc. Janniera Mariana dos Anjos Lima, UNEB (Avaliadora)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar saúde e capacidade para vencer todos os obstáculos presentes durante o período de universidade.

Também agradeço a minha mãe, Gilsa, meu maior exemplo, a quem eu devo tudo, ela quem me ensinou que com perseverança e esforço é possível fazer tudo, essa conquista também é sua. A minha irmã Yasmim e meu cunhado Moroni por todo apoio e cuidado comigo durante o período do curso.

Agradeço também a minha namorada Erica, por sempre me incentivar e encorajar mostrando que eu sou capaz. E pela sua compreensão durante o tempo em que tive que ficar ausente.

Ao professor Antônio Netto, por ter me dado a oportunidade de tê-lo como orientador. Sua disponibilidade e dedicação foram fundamentais para a conclusão desse trabalho.

Agradeço a todos os amigos que fiz durante esse período, em especial aos meus companheiros da BP e Gaiola: Ewerton, Felipe, Ailton, Anthony, Ítalo, Guilherme, João Victor, Laura, Micael, Murilo, Nathan e Noé, com quem compartilhei momentos inesquecíveis durante esses anos, sem vocês o período de universidade não seria o mesmo. Vou levar esses momentos comigo para toda a minha vida.

Agradeço aos meus colegas de trabalho, por toda a paciência e por estarem sempre disponíveis para me ajudar e ensinar, compartilhando suas experiências e me deixando mais seguro. Em especial à engenheira de pesca Janniera, por ter provocado em mim a ideia sobre o tema de estudo.

*“Agrada-te do Senhor e ele satisfará os desejos do seu coração” – Salmos 37:4.*

## RESUMO

O setor de construção civil é uma atividade econômica muito importante, sendo responsável por gerar renda e emprego, impactando diretamente na economia do Brasil e do mundo. Todavia, este setor também é um dos que mais utilizam matérias-primas em seus processos, conseqüentemente, causando um relevante impacto no meio ambiente. O presente trabalho teve como objetivo estimar quantitativamente a geração de resíduos da construção civil (RCC), no município de Poço das Trincheiras – AL, durante os anos de 2018 a 2021. O estudo foi realizado a partir de quatro procedimentos principais: levantamento bibliográfico, levantamento de dados, pesquisa de campo e análises quantitativas. O método utilizado para se obter a estimativa da geração de resíduos da construção civil foi o de quantificação indireta. Além disso, foi proposta a implantação de uma área de transbordo e triagem para uma destinação adequada de resíduos de construção civil no município. Os resultados demonstraram que durante a pandemia de COVID 19 houve uma significativa redução na geração de resíduos da construção civil. Ademais, é notório que as construções informais são a maioria no município, visto que, a geração por esse tipo foi bem maior quando comparada a geração por construções licenciadas. Por fim, como sugestão para próximos trabalhos, propõem-se o uso dos dados do presente estudo para produção de um diagnóstico mais aprofundado da situação dos RCC no município e a elaboração de um Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

**Palavras-chave:** Construções Licenciadas. PGRCC. Quantificação Indireta. Área de Transbordo e Triagem.

## **ABSTRACT**

The construction industry is an important economic activity, being responsible for employment and income generating, directly impacting the Brazilian and world economy. However, this sector is also one of those that most use raw materials in its processes, causing a significant impact on the environment. The objective of this study was to quantitatively estimate the generation of construction waste (C&DW) in the city of Poço das Trincheiras - AL, during the years 2018 to 2021. The research was carried out based on four main procedures: bibliographic research, data collect, field research and quantitative analysis. The method used to estimate the civil construction waste generation was an indirect quantification. In addition, the implementation of an area for transshipment and sorting was proposed for the proper disposal of civil construction waste in the city. The results showed that during the COVID 19 pandemic there was a significant reduction in the generation of construction waste. In addition, it is clear that informal constructions are the majority in the municipality, since the generation by this type was much higher when compared to the generation by licensed constructions. Finally, as a suggestion for future investigations, the use of data from this study is proposed to produce a more accurate diagnosis of the C&DW situation in the municipality and the elaboration of a Municipal Plan for the Management of Civil Construction Waste.

### **Keywords:**

Licensed Constructions. PMCCW. Indirect Quantification. Transshipment and Sorting Area

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Estimativa da Geração e Coleta de RCC no Brasil no ano de 2021. ....	22
Gráfico 2 - Estimativa da Geração e Coleta de RCC na Região Nordeste no ano de 2021. ....	22
Gráfico 3 - Histórico da implementação de usinas de reciclagem (privadas e públicas) de RCC no Brasil. ....	28

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estimativa da geração de RCC para construções novas licenciadas no município de Poço das Trincheiras - AL, a partir de dados de área licenciada para construção entre os anos de 2018 a 2021.....	37
Tabela 2 - Número de solicitações de ligações de água para construções irregulares no município de Poço das Trincheiras - AL no ano de 2018. ....	38
Tabela 3 - Número de solicitações de ligações de água para construções irregulares no município de Poço das Trincheiras - AL no ano de 2019. ....	38
Tabela 4 - Número de solicitações de ligações de água para construções irregulares no município de Poço das Trincheiras - AL no ano de 2020. ....	39
Tabela 5 - Número de solicitações de ligações de água para construções irregulares no município de Poço das Trincheiras - AL no ano de 2021. ....	40
Tabela 6 - Estimativa da quantidade de resíduos da construção civil gerados por construções irregulares, no município de Poço das Trincheiras - AL no ano de 2018. ....	41
Tabela 7 - Estimativa da quantidade de resíduos da construção civil gerados por construções irregulares, no município de Poço das Trincheiras - AL no ano de 2019. ....	41
Tabela 8 - Estimativa da quantidade de resíduos da construção civil gerados por construções irregulares, no município de Poço das Trincheiras - AL no ano de 2020. ....	42
Tabela 9 - Estimativa da quantidade de resíduos da construção civil gerados por construções irregulares, no município de Poço das Trincheiras - AL no ano de 2021. ....	42
Tabela 10 - Estimativa de geração de resíduos da construção civil no município de Poço das Trincheiras - AL nos anos de 2018, 2019, 2020 e 2021.....	43

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRECON	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ATT	Área de Transbordo e Triagem
CASAL	Companhia de Saneamento de Alagoas
CIGRES	Consórcio Intermunicipal para Gestão de Resíduos Sólidos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTR	Controle de Transporte de Resíduos
EPI	Equipamento de Proteção Individual
e-SIC	Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PERS	Plano Estadual de Resíduos Sólidos
PEV	Ponto de Entrega de Pequenos Volumes
PMGRCC	Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil
RCC	Resíduos da Construção Civil
SCAA	Solo-cimento autoadensável

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1 Objetivos</b> .....	<b>14</b>
1.1.1 Objetivos Geral .....	14
1.1.2 Objetivos Específicos .....	14
<b>1.2 Estrutura do Trabalho</b> .....	<b>15</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1 Resíduos Sólidos</b> .....	<b>16</b>
2.1.1 Definição e Classificação .....	16
<b>2.2 Resíduos da Construção Civil (RCC)</b> .....	<b>18</b>
2.2.1 Definição .....	18
2.2.2 Classificação .....	20
2.2.3. Dados Gerais de Geração e Coleta no Brasil, Nordeste e Alagoas .....	20
2.2.4 Destinação.....	23
2.2.5 Reciclagem (Reaproveitamento).....	24
2.2.6 Área de Transbordo e Triagem (ATT) .....	27
2.2.7 Usinas de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil .....	27
<b>2.3 Legislação</b> .....	<b>29</b>
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>32</b>
<b>3.1 Caracterização do Município</b> .....	<b>33</b>
<b>3.2 Método de Quantificação Indireta</b> .....	<b>34</b>
<b>3.3 Proposta de implantação de Área de Transbordo e Triagem (ATT)</b> .....	<b>35</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>37</b>
<b>4.1 Quantificação Indireta</b> .....	<b>37</b>
<b>4.2 Proposta de implantação de Área de Transbordo e Triagem (ATT)</b> .....	<b>43</b>
4.2.1 Condições para Implantação .....	44
4.2.2 Condições gerais para o Projeto.....	44
4.2.3 Condições de Operação .....	45
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>46</b>

**REFERÊNCIAS..... 47**

## 1 INTRODUÇÃO

Durante toda a história da humanidade, o ser humano sempre foi o principal responsável pela extração dos recursos naturais do planeta. A busca pelo crescimento econômico fez com que o impacto na natureza aumentasse ao decorrer do tempo. Diante disso, o modelo de produção atual resulta em uma grande geração de resíduos.

O crescimento das cidades juntamente com o processo de urbanização e o aumento da população, trouxe consequências ao meio ambiente como: consumo descontrolado de recursos naturais, poluição sonora, poluição da água, poluição do solo, poluição da atmosfera, poluição visual, destruição de ecossistemas, inundações, proliferação de vetores de doenças, destruição de mananciais, dentre outras inúmeras consequências (TAVARES, 2007).

Devido a esses aspectos, a sociedade atual tem se preocupado e se conscientizado a respeito das questões ambientais. Nesse quesito, o governo e instituições privadas (empresas) tem um papel muito importante, pois promovem incentivos à inovação tecnológica e ao aperfeiçoamento da gestão ambiental.

O setor de construção civil é uma atividade econômica muito importante, sendo responsável por gerar renda e emprego, impactando diretamente na economia do Brasil e do mundo. Todavia, este setor também é um dos que mais utilizam matérias-primas em seus processos, conseqüentemente, causando um relevante impacto no meio ambiente.

Atualmente, os resíduos da construção civil (RCC) representam grande parte dos resíduos sólidos que são gerados no Brasil, causando assim grande dificuldade para a disposição e destinação final adequada. Estima-se que os resíduos da construção civil são responsáveis por cerca de 50% a 70% dos resíduos sólidos que são produzidos no Brasil. (ALMEIDA et al., 2020).

Dentro desse contexto, o desenvolvimento urbano de forma desordenada está diretamente ligado à indústria de construção civil. Conseqüentemente, com esse crescimento urbano é possível notar o aumento significativo da geração dos resíduos da construção civil. Nos pequenos municípios a situação é ainda mais crítica, devido à falta de regularização dos construtores.

Diante disso, cada vez mais é necessário que se tenha um gerenciamento eficiente e correto dos resíduos da construção civil. Para que isso aconteça, o primeiro passo é conhecer a geração desses resíduos, para que possa ser feita a destinação correta dos mesmos.

Além disso, os dados de geração de resíduos da construção civil também podem ser utilizados para auxiliar na elaboração de planos de gerenciamento de resíduos da construção civil. No caso do município em questão, ainda não existe plano municipal de gestão de resíduos da construção civil (PMGRCC). Esses planos tem por finalidade viabilizar um sistema de gerenciamento sustentável, trazendo assim benefícios econômicos, sociais e ambientais.

## **1.1 Objetivos**

### 1.1.1 Objetivos Geral

- Realizar a estimativa quantitativa da geração de Resíduos da Construção Civil (RCC) no município de Poço das Trincheiras – AL.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Comparar a estimativa da geração de RCC antes e durante a pandemia COVID 19;
- Propor uma solução para qual atenda o município nas questões relacionadas a destinação dos RCC;
- Contribuir para a realização do Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC).

## 1.2 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho foi estruturado em 5 capítulos, no capítulo 1 é feita uma introdução ao tema, trazendo uma contextualização do mesmo e uma justificativa para escolha dele. Além disso, também são abordados o objetivo geral, objetivos específicos e a estrutura do trabalho.

O capítulo 2 se trata de uma revisão bibliográfica geral sobre os resíduos da construção civil. Está incluso nesse capítulo: definições, classificações, geração, coleta, formas de destinação, reciclagem, área de transbordo e triagem, usinas de reciclagem de resíduos da construção civil e legislações utilizadas.

No capítulo 3 é feita uma exposição das ferramentas e procedimentos metodológicos que foram utilizados para a realização do trabalho. É apresentado uma caracterização do município, em seguida, o método que foi utilizado para quantificação da geração de resíduos da construção civil, e por fim, é mostrado uma proposta para implantação de uma área de transbordo e triagem.

O capítulo 4 traz os resultados da seção anterior, assim como as discussões a respeito desses resultados. No capítulo 5 são elaboradas as considerações finais sobre o trabalho, como também são explanadas as dificuldades encontradas e sugestões para desenvolvimento de próximos trabalhos com a mesma finalidade.

Por fim, são apresentadas todas as referências bibliográficas que serviram como base para a elaboração deste trabalho.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Resíduos Sólidos

#### 2.1.1 Definição e Classificação

De acordo com o inciso XVI do artigo 3º da Lei Federal nº 12.305/2010 resíduos sólidos são definidos como:

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.(LEI FEDERAL Nº12.305, 2010).

Diante da crescente preocupação da sociedade moderna em relação às questões ambientais, é de fundamental importância o conhecimento acerca dos resíduos sólidos. O atual modelo de produção provoca a geração de uma grande quantidade de resíduos sólidos. Diante disso, a classificação desses resíduos possui relevância para uma gestão mais eficiente e que possa proporcionar um ganho em benefícios socioeconômicos.

A classificação dos resíduos sólidos se trata de um processo em que se busca fazer a identificação da atividade que deu origem ao resíduo, assim como seus constituintes e as suas características. Além disso, é feita uma comparação entre os constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente são conhecidos.

A Lei Federal nº 12.305/2010 traz a seguinte classificação levando em consideração a origem do resíduo:

- a) resíduos domiciliares: são resíduos originários das atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: são resíduos originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: quando compreendem os resíduos domiciliares e os resíduos de limpeza urbana;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: são resíduos gerados nessas atividades, excetuados os resíduos de limpeza urbana, os resíduos de serviços públicos de saneamento básico, de serviço de saúde, serviços de transporte e de construção civil. Se os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de

- serviços forem caracterizados como não perigosos, os mesmos podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal;
- e) resíduos de serviços públicos de saneamento básico: são resíduos gerados nessas atividades, excetuados os resíduos sólidos urbanos;
  - f) resíduos industriais: são resíduos gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
  - g) resíduos de serviços de saúde: são resíduos gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
  - h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
  - i) resíduos agrossilvopastoris: são resíduos gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
  - j) resíduos de serviços de transporte: são resíduos originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários, além de passagens de fronteira;
  - k) resíduos de mineração: são resíduos gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minério. (LEI FEDERAL N°12.305, 2010).

A norma brasileira ABNT NBR 10004:2004 classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública(periculosidade), para que possam ser gerenciados adequadamente. De acordo com essa norma os resíduos podem ser:

- a) resíduos classe I – Perigosos: são aqueles que apresentam periculosidade e pelo menos uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade;
- b) resíduos classe II – Não Perigosos;
  - resíduos classe II A – Não Inertes: são aqueles que não se enquadram como resíduo classe I – Perigosos ou de resíduos classe II B – Inertes. Geralmente possuem algumas propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
  - resíduos classe II B – Inertes: são quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. (ABNT, 2004).

A partir do próximo item, serão discutidas questões relacionadas aos resíduos de construção e demolição que são o escopo desta investigação.

## 2.2 Resíduos da Construção Civil (RCC)

### 2.2.1 Definição

A resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define resíduos da construção civil como aqueles que:

são 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 etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. (RESOLUÇÃO CONAMA Nº307, 2002, p.1)

O quadro 1 lista as principais causas da geração dos RCCs, assim como suas respectivas origens durante o processo construtivo.

Quadro 1 - Origens e causas da geração dos resíduos da construção civil.

ORIGENS	CAUSAS
<b>PROJETO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ausência de definições e/ou detalhamentos satisfatórios.</li> <li>➤ Falta de precisão nos memoriais descritivos.</li> <li>➤ Alterações de projeto.</li> <li>➤ Especificações inadequadas/incoerentes/ incorretas.</li> <li>➤ Ausência de coordenação e comunicação eficiente.</li> </ul>
<b>GESTÃO E PLANEJAMENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Inexistência de planos de gestão de resíduos no local.</li> <li>➤ Planejamento inadequado em relação às quantidades necessárias.</li> <li>➤ Atrasos na transmissão de informações sobre os tipos e tamanhos de materiais e componentes a serem utilizados.</li> <li>➤ Falta de controle de material no local.</li> <li>➤ Falta de supervisão.</li> <li>➤ Perdas de materiais de construção nas obras através do desperdício durante o seu processo de execução.</li> <li>➤ Baixa qualidade dos materiais adotados e tipos de materiais que existem na região da obra.</li> </ul>

Fonte: ROSADO apud MANANCIAL (2015).

Quadro 1 - Origens e causas da geração dos resíduos da construção civil

ORIGENS	CAUSAS
<b>OPERAÇÃO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Acidentes devido negligência.</li> <li>➤ Materiais e produtos não utilizados.</li> <li>➤ Mau funcionamento dos equipamentos.</li> <li>➤ Baixa qualificação da mão de obra.</li> <li>➤ Uso de técnicas “artesaniais”.</li> <li>➤ Desconhecimento de tecnologias na área da construção civil.</li> <li>➤ Uso de materiais errados, resultando em sua eliminação.</li> <li>➤ A pressão do tempo.</li> <li>➤ Tipo de técnica escolhida para a construção ou demolição.</li> <li>➤ Falta ou ineficiência dos mecanismos de controle durante a execução da obra.</li> <li>➤ Falta de processos de reutilização e reciclagem no canteiro.</li> </ul>
<b>RECEBIMENTO, ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE E MANIPULAÇÃO DOS MATERIAIS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Danos durante o transporte.</li> <li>➤ Dificuldade dos veículos de entrega acessar os locais da construção.</li> <li>➤ Proteção e cuidados insuficientes durante o transporte, descarga e armazenamento.</li> <li>➤ Restos de materiais que são perdidos por danos no recebimento, transporte e armazenamento.</li> <li>➤ Local de armazenamento impróprio levando a danos ou deterioração.</li> <li>➤ Materiais armazenados longe do ponto de aplicação.</li> <li>➤ Ausência de métodos de transporte e armazenamento até o ponto de aplicação.</li> <li>➤ Manuseio inadequado de materiais.</li> </ul>
<b>ORGANIZAÇÃO DOS MATERIAIS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Erros de encomenda (pedidos de itens em desacordo com a especificação).</li> <li>➤ Dificuldade para encomendar pequenas quantidades.</li> <li>➤ Erros enviados pelos fornecedores.</li> <li>➤ Resíduos de processos de aplicação ou corte (exemplo: excesso de preparação de argamassa).</li> <li>➤ Embalagens.</li> </ul>
<b>OUTROS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tempo (chuva, vento).</li> <li>➤ Vandalismo.</li> <li>➤ Roubo.</li> </ul>

Fonte: ROSADO apud MANANCIAL (2015).

### 2.2.2 Classificação

De acordo com a resolução CONAMA nº 307/2002 os resíduos da construção civil podem ser classificados da seguinte forma:

- a) Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
  - de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
  - de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
  - de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- b) Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; (Redação dada pela Resolução nº 469/2015).
- c) Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (Redação dada pela Resolução nº 431/11).
- d) Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (Redação dada pela Resolução nº 348/04).

### 2.2.3. Dados Gerais de Geração e Coleta no Brasil, Nordeste e Alagoas

Os RCC produzem uma grande quantidade e volume. Segundo dados do Ministério da Cidade e Ministério do Meio Ambiente (2005) esses resíduos podem representar de 50% a 70% da massa de resíduos sólidos urbanos. A maior parte deles são materiais semelhantes aos agregados naturais e solos.

Segundo a pesquisa setorial realizada pela Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON), os municípios brasileiros apresentam uma mediana de geração de RCC de aproximadamente 500 kg/hab.ano. Para chegar a essa estimativa, foram realizados levantamentos em diversos municípios brasileiros por meio de alguns indicadores socioeconômicos (ABRECON, 2022).

Quando se trata da região Nordeste, ainda de acordo com a ABRECON a geração de RCC é de 29.000.000 toneladas/ano. A região é a segunda que mais gera resíduos de construção civil no País, ficando atrás apenas para a região Sudeste (ABRECON, 2022).

Em Alagoas, de acordo com o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) a geração de RCC no Estado é de 2.819.850 kg/dia ou 1.029.245,25 toneladas/ano. Considerando a população de 3.120.494 habitantes conforme dados do censo de 2010 do IBGE, podemos calcular uma geração per capita no estado de aproximadamente 0,90 kg/habitantes/dia (ALAGOAS, 2016).

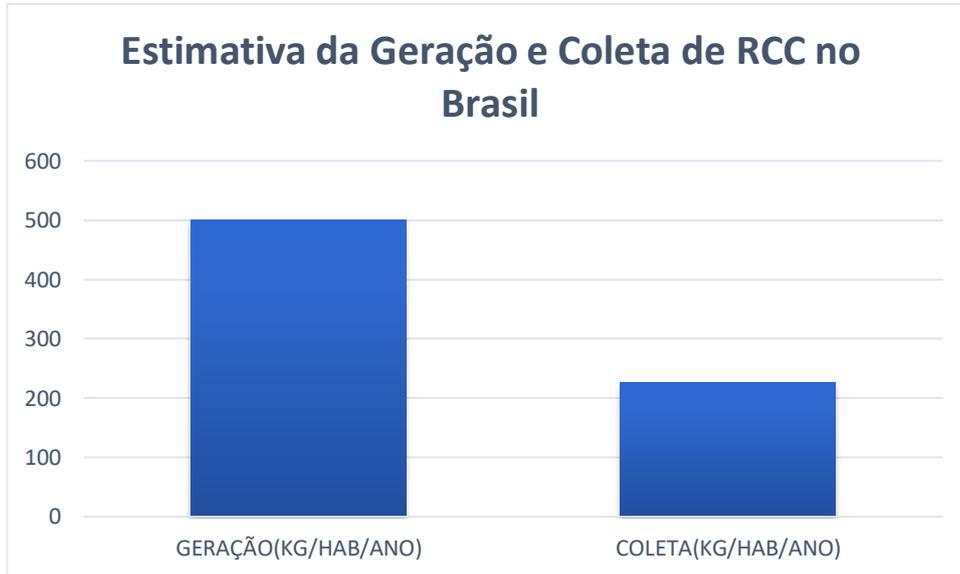
Conforme os dados publicados no Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil, elaborado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), no ano de 2021, foram coletados em todos os municípios do Brasil um total de 48.375.275 toneladas de resíduos que tem origem nas atividades de RCC. Além disso, a quantidade coletada por habitante foi de cerca de 227 kg/hab/ano. Esses números representam um aumento de 2,9% em relação ao ano anterior (ABRELPE, 2022).

A região do Nordeste foi responsável por cerca de 9.481.605 toneladas de RCC coletadas em 2021, isso equivale a 19,60 % de toda a coleta de RCC realizada no Brasil. Quando se trata de quantidade coletada por habitante, a região apresenta um número de 164,40 kg/hab/ano (ABRELPE, 2022).

Vale ressaltar que a região sertaneja, onde fica situada a cidade de Poço das Trincheiras representa uma contribuição de apenas 2,76% na geração de RCC do Estado, isso acontece devido a menor taxa de concentração populacional e urbanização quando comparada com as demais regiões do Estado (ALAGOAS, 2016).

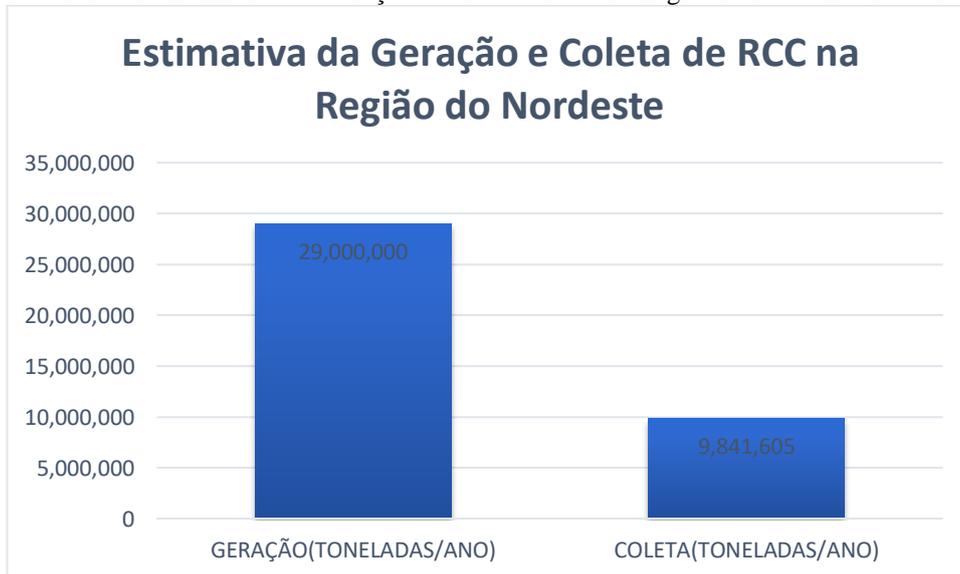
Os gráficos 1 e 2 mostram que a quantidade de RCC gerada é maior do que a coletada. Portanto, isso evidencia que ainda existem muitos pontos de descarte irregular e criminoso de RCC, gerando assim um grande impacto ambiental. Além de mostrar o atraso do poder público em gestão e políticas de combate a esse descarte.

Gráfico 1 - Estimativa da Geração e Coleta de RCC no Brasil no ano de 2021.



Fonte: Dados IBGE, ABRELPE, ABRECON (2022)

Gráfico 2 - Estimativa da Geração e Coleta de RCC na Região Nordeste no ano de 2021.



Fonte: Dados do IBGE, ABRELPE e ABRECON (2022)

## 2.2.4 Destinação

Em conformidade com a Resolução do CONAMA nº307/2002, os Resíduos da Construção Civil (RCC) deverão ser destinados, após a triagem, da seguinte maneira:

- a) Classe A - deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros; (nova redação dada pela Resolução 448/12)
- b) Classe B - deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- c) Classe C - deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;
- d) Classe D - deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. (Nova redação dada pela Resolução 448/12)

O quadro 2 mostra algumas destinações corretas para diversos tipos de RCC

Quadro 2 - Destinações corretas e cuidados requeridos para alguns tipos de RCC.

TIPOS DE RESÍDUOS	CUIDADOS REQUERIDOS	DESTINAÇÃO
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados	Privilegiar soluções de destinação que envolvam a reciclagem dos resíduos, de modo a permitir seu aproveitamento como agregado.	Áreas de Transbordo e Triagem, Áreas para Reciclagem ou Aterros de RCC licenciados; Os resíduos classificados como classe A (blocos, telhas, argamassa e concreto em geral) podem ser reciclados para uso em pavimentos e concretos sem função estrutural.
Madeira	Fazer a separação das serragens e ferragens	Atividades econômicas que possibilitem a reciclagem destes resíduos, a reutilização de peças ou o uso como combustível em fornos ou caldeiras.
Plásticos (embalagens, aparas de tubulações etc.)	Máximo aproveitamento dos materiais contidos e a limpeza da embalagem.	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Papelão (sacos e caixas de embalagens) e papéis (escritório)	Proteger de intempéries	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Metal (ferro, aço, fiação revestida, arames etc.)	Não há	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.

Fonte: ADAPTADO MANANCIAL, 2017.

Quadro 2 - Destinações corretas e cuidados requeridos para alguns tipos de RCC.

TIPOS DE RESÍDUOS	CUIDADOS REQUERIDOS	DESTINAÇÃO
Serragem	Ensacar e proteger de intempéries.	Reutilização dos resíduos em superfícies impregnadas com óleo para absorção e secagem, produção de briquetes (geração de energia) ou outros usos.
Gesso em placas cartonadas	Proteger de intempéries.	É possível a reciclagem pelo fabricante ou empresas de reciclagem.
Gesso de revestimento e artefatos	Proteger de intempéries.	É possível o aproveitamento pela indústria gesseira e empresas de reciclagem.
Solo	Examinar a caracterização prévia dos solos para definir destinação.	Desde que não estejam contaminados, destinar a pequenas áreas de aterramento ou em aterros de resíduos da construção civil, ambos devidamente licenciados.
Telas de fachada e de proteção	Não há	Possível reaproveitamento para a confecção de bags e sacos ou até mesmo por recicladores de plásticos.
EPS (poliestireno expandido – exemplo: isopor)	Confinar, evitando dispersão.	Possível destinação para empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam, reciclam ou aproveitam para enchimentos.

Fonte: Adaptado de MANANCIAL, 2017.

### 2.2.5 Reciclagem (Reaproveitamento)

Segundo a ABRECON, o consumo de agregados naturais no Brasil apresentou uma importante intensificação no intervalo entre os anos de 2003 a 2014. Após esse período, devido ao agravamento de uma crise financeira esses números começaram a cair. Entretanto, o Brasil por se tratar de um país em desenvolvimento e com uma infraestrutura precária, possui uma tendência para que o consumo de agregados naturais volte a se intensificar nos próximos anos (ABRECON, 2022).

Apesar desses recursos naturais estarem disponíveis em abundância na maioria das regiões do Brasil, ainda existem algumas localidades com escassez deles. Isso geralmente ocorre devido as características geológicas, diminuição de oferta local de minerais com qualidades apropriadas e por dificuldades para a emissão de licenças ambientais para extração.

Diante disso, em algumas regiões a distância percorrida para a obtenção desses agregados naturais é cada vez maior. Sendo assim, o custo também aumenta, visto que a composição de preços desses insumos está diretamente atrelada ao valor do transporte e logística. Além disso, também é ampliado o impacto ambiental causado durante o processo de transportes desses recursos naturais.

Por esse motivo, uma das estratégias usadas na redução do consumo de agregados naturais na construção civil é a reciclagem. Segundo Cunha (2007) a reciclagem pode ser encarada como uma forma de reeducar a sociedade em seus hábitos, buscando o consumo minimizado de recursos naturais e o melhor reaproveitamento dos materiais.

De acordo com a ABRECON, o mercado de reciclagem de resíduos da construção civil no Brasil ainda é tímido, mas se mostra muito promissor. Já em outros países de primeiro mundo, a reciclagem de RCC se apresenta como um mercado desenvolvido, boa parte disso se deve pela grande escassez de recursos naturais desses países, que contornam a situação através da reciclagem e reaproveitamento dos seus resíduos (ABRECON, 2022)

Atualmente, os agregados reciclados produzidos pela reciclagem de resíduos da construção civil (RCC) já são utilizados em pavimentações no Brasil, desde que sejam atendidas as exigências da norma brasileira ABNT NBR 15115:2004. Assim como, também são utilizados nas obras em quase todas as fases da construção, atendendo a ABNT NBR 15116:2004.

Uma das alternativas para reciclagem desses resíduos é a incorporação de areia proveniente de RCC nas misturas de solo-cimento autoadensável (SCAA). Segundo a ABNT 12253:2012 o solo-cimento é definido com uma mistura de solo, cimento e água, em proporções definidas por dosagens específicas para cada aplicação. A diferença do solo-cimento autoadensável (SCAA) é que esse tipo de mistura possui um maior teor de cimento quando comparado ao solo-cimento tradicional, além disso, recebe uma maior quantidade de água e é aditivado com plastificantes para aumentar a trabalhabilidade, e pode, ser incorporado com a adição de finos com o objetivo de aprimorar suas características nos estados fresco e endurecido (LLAJARUNA,2017).

Estudos recentes de Simioni et al. (2020) mostram que o SCAA incorporado com areia proveniente de RCC pode ser aplicado para a produção de sistema de vedação vertical monolítico, uma vez que se demonstrou o enquadramento nos requisitos de desempenho estabelecidos pelas normas técnicas vigentes.

Aguiar et al. (2019) realizou ensaios com RCCs oriundos de uma usina de reciclagem e entulho, com o objetivo de analisar a viabilidade do uso desses resíduos em obras de pavimentação. Os resultados mostraram que a utilização é viável para confecção de subleito, sub-base e base de pavimentação, visto que as amostras apresentaram boas propriedades de resistência e comportamento mecânico.

Os RCCs também podem ser utilizados na confecção de blocos sextavados para uso de pavimentação. Augusto Junior et al., (2017) avaliou a substituição de agregados miúdos naturais por agregados miúdos reciclados no concreto que compõe blocos sextavados de pavimentação. Concluiu-se que é tecnicamente viável a adição de agregados miúdos reciclados para confecção de peças pré-moldadas intertravadas. Apesar de apresentarem uma diminuição em alguns valores avaliados como resistência média à compressão, massa específica dos agregados miúdos e absorção de concreto, todos os resultados atenderam as especificações exigidas pelas normas vigentes.

Outra forma de ampliar o consumo de agregados reciclados oriundos de RCC é sua inclusão na produção de argamassas. Pimentel et al., (2018) analisou o comportamento de argamassas com a incorporação de agregados miúdos reciclados e observou que as mesmas apresentaram características que se enquadram dentro das classes estabelecidas pela NBR 13281.

Matuti e Santana (2019) avaliaram a adição de RCC a massa cerâmica para produzir tijolos cerâmicos. Seus resultados de ensaios mostraram que é possível utilizar o RCC para produzir material cerâmico, proporcionando assim a reciclagem de RCC assim como a diminuição na quantidade de matéria prima utilizada nesse processo(argila).

### 2.2.6 Área de Transbordo e Triagem (ATT)

Para se obter uma reciclagem eficiente, é de fundamental importância que os resíduos sejam triados antes de passar por esse processo. Uma das alternativas para isso é a implantação de áreas de transbordo e triagem.

A ABNT NBR 15.112:2004 descreve área de transbordo e triagem da seguinte maneira: “área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, sem causar danos à saúde pública e ao meio” (ABNT, p.1,2004).

Ademais, a norma traz todos as diretrizes que devem ser usadas para os processos de implantação, projeto e operação de ATTs, classificando os resíduos da construção civil em classe A, B, C e D, estabelecendo as condições de implantação quanto ao isolamento, identificação, equipamentos de segurança, sistemas de proteção ambiental e condições para pontos de entrega de pequenos volumes. Além de determinar as condições gerais para projeto e as condições de operação.

### 2.2.7 Usinas de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil

A ABNT NBR 15.114:2004 define área de reciclagem de resíduos de construção civil como sendo: “área destinada ao recebimento e transformação de resíduos da construção civil classe A, já triados, para produção de agregados reciclados” (ABNT, 2004).

Além disso, a norma institui as condições de implantação com os critérios para localização, isolamento e sinalização, acessos, iluminação e energia, proteção das superfícies, preparo da área de operação. Na norma também é possível encontrar as condições gerais para projeto e condições de operação.

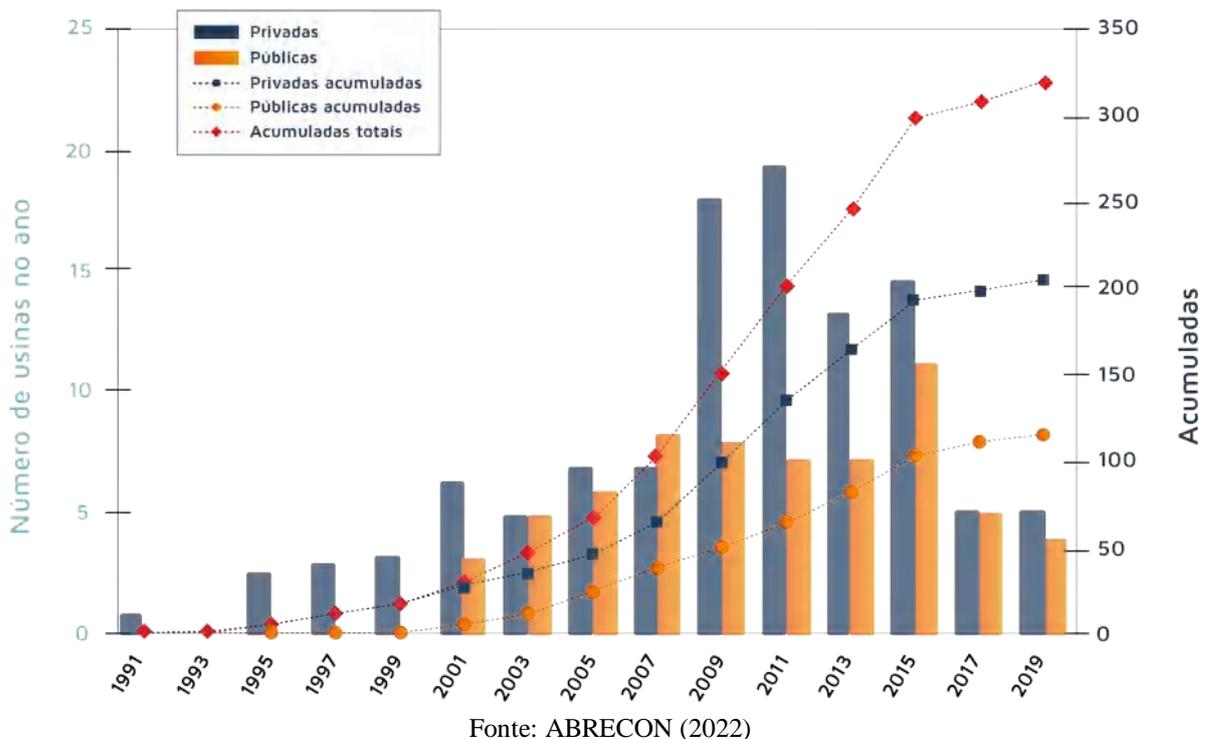
Segundo a ABRECON (2022), até meados do ano de 2003 a quantidade de usinas instaladas no Brasil era de apenas 5 por ano. No ano de 2013 esse número subiu para 25 por ano, sendo 5 vezes maior que em 2003. Isso aconteceu devido a resolução do CONAMA nº

307/2002 que passa a responsabilizar os geradores pelos seus resíduos gerados. Além disso, houve uma maior participação do setor privado na reciclagem de RCC, conforme mostra o Gráfico 03.

Ainda de acordo com a entidade ABRECON, após o ano de 2013 houve uma significativa diminuição no número de usinas de reciclagem de RCC instaladas por ano, como consequência da crise que atingiu o país nesse período. No ano de 2019 a estimativa é que o Brasil atinja o total acumulado de 360 usinas de reciclagem de RCC, conforme mostra o gráfico 03 (ABRECON, 2022).

O gráfico 3 mostra o histórico da implementação de usinas de reciclagem no intervalo de ano entre 1991 e 2019. As barras se referem ao número de usinas no ano e os valores devem ser lidos com o eixo vertical à esquerda. As linhas se referem ao número de usinas acumuladas no ano e os valores devem ser lidos no eixo vertical à direita.

Gráfico 3 - Histórico da implementação de usinas de reciclagem (privadas e públicas) de RCC no Brasil.



No cenário atual existem 3 tipos de configurações dimensionais para as usinas de reciclagem de RCC: usinas fixas, usinas móveis e usinas híbridas.

As usinas fixas são aquelas em que suas instalações estão localizadas em uma área definitiva, nesse tipo de empreendimento é preciso que os resíduos sejam transportados para a localidade em que está instalada a usina. A vantagem desse tipo de usina é que são utilizados equipamentos maiores e mais especializados, possibilitando assim uma maior qualidade e variedade de produtos reciclados. Sua principal desvantagem é o alto valor de implantação, bem como a necessidade de uma área ampla para suportar os equipamentos instalados (ABRECON, 2022).

As usinas móveis são equipadas de instalações mais compactas, em razão disso são utilizadas quando se deseja obter uma maior mobilidade, como é o caso da construção de estradas e de grandes canteiros de obras. A principal vantagem é a possibilidade de rápida remoção e posterior instalação em outro local. Entretanto, sua desvantagem está na baixa qualidade do material reciclado quando comparado às usinas fixas (ABRECON, 2022).

As usinas híbridas são aquelas que combinam usinas fixas e móveis. A vantagem é que possuem facilidade de instalação, rapidez e economia na montagem. Geralmente são usadas na construção de grandes hidroelétricas e nas pedreiras para a construção de estradas (GULARTE, 2017).

Vale ressaltar que antes de implementar uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil é importante fazer uma análise de viabilidade para definir qual será o seu processo dimensional e a configuração da central.

### **2.3 Legislação**

Nas últimas duas décadas, o Brasil avançou com a inserção de meios legais para regulamentação da gestão dos Resíduos de Construção Civil (RCC). Na produção do presente trabalho foram consultados os seguintes meios legais:

- Resolução CONAMA nº 307/2002;
- Lei Federal nº 12.305/2010;

- Lei Federal nº 14.026/2020;
- Portaria do Ministério do Meio Ambiente (MMA) nº 280/2020;

A resolução CONAMA nº 307/2002 estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. (RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307,2002).

A Lei Federal nº 12.305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

A Lei Federal nº 14.026/2020 atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para instituir normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar de prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação a unidades regionais, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.

A Portaria do Ministério do Meio Ambiente (MMA) nº 280/2020 regulamenta os arts. 56 e 76 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, e o art. 8º do Decreto nº 10.388, de 5 de junho de 2020, institui o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional, como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos, dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e complementa a Portaria nº 412, de 25 de junho de 2019.

Além disso, foram consultadas também algumas Normas Técnicas fornecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O quadro 3 mostra essas normas e os seus títulos.

Quadro 3 - Normas Técnicas da ABNT e seus respectivos títulos.

<b>NORMAS</b>	<b>TÍTULOS</b>
ABNT NBR 10.004:2004	Resíduos sólidos – Classificação.
ABNT NBR 15.112:2004	Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
ABNT NBR 15.113:2004	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para o projeto, Implantação e Operação.
ABNT NBR 15.114:2004	Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 15.115:2004	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Execução de camadas de pavimentação.
ABNT NBR 15.116:2004	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

Fonte: ABNT, 2022.

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado entre março de 2022 e abril de 2023, contemplou o município de Poço das Trincheiras – AL. O estudo foi realizado a partir de quatro procedimentos principais: levantamento bibliográfico, levantamento de dados, pesquisa de campo e análises quantitativas.

Através do levantamento bibliográfico foi possível fazer a fundamentação teórica dos temas abordados, incluindo definições, classificações, geração, coleta, formas de destinação, reciclagem, área de transbordo e triagem, usinas de reciclagem de resíduos da construção civil e legislações utilizadas.

A partir da pesquisa de campo foi estabelecido o levantamento dos dados iniciais. Para isso, foram realizadas visitas técnicas em órgãos públicos: no setor de Tributos da Secretaria Municipal de Economia e Finanças de Poço das Trincheiras, na Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Urbanos de Poço das Trincheiras e na Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL), além da coleta de informações através do Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão (e-SIC) do Estado de Alagoas.

Foram realizadas análises quantitativas das informações obtidas nos órgãos públicos. O espaço de tempo analisado compreendeu os anos de 2018, 2019, 2020, 2021 e 2022, afim de obter um panorama real da situação dos RCC no município. Entretanto, o ano de 2022 não foi explorado no estudo por que em setembro 2022 houve a concessão da CASAL à Águas do Sertão, por isso houve uma diminuição no quantitativo de ligações ativas de água (dado usado na metodologia desse trabalho), visto que a CASAL passou a atender apenas a 7 localidades rurais.

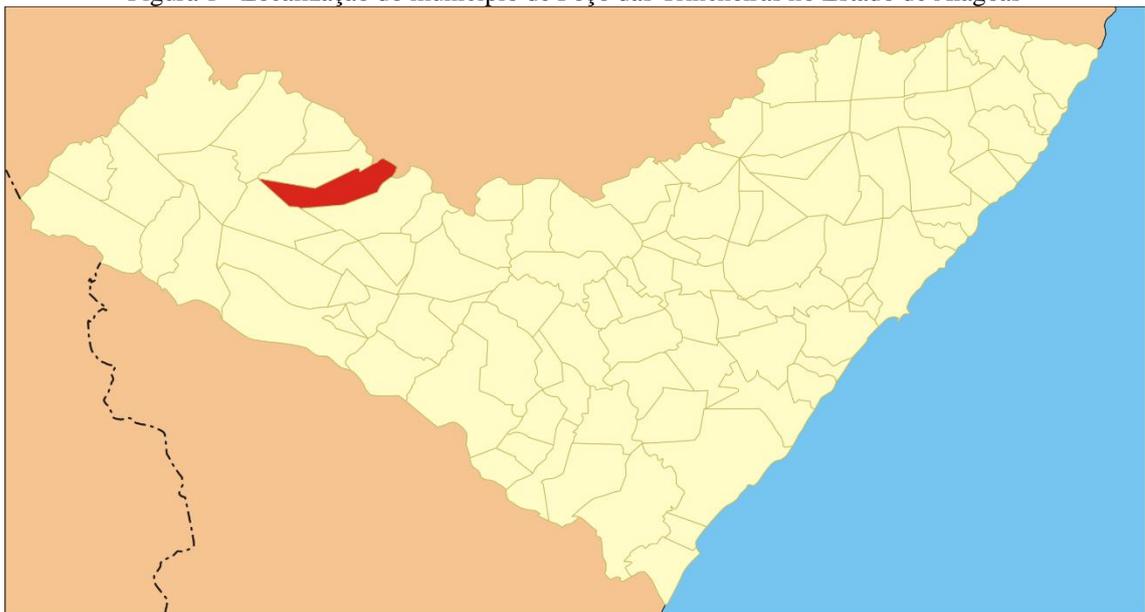
Além disso, foi feita uma comparação da geração de resíduos da construção civil entre os anos antecessores à pandemia COVID-19 (2018 e 2019) com os anos em que a pandemia aconteceu no Brasil (2020 e 2021).

### 3.1 Caracterização do Município

O município de Poço das Trincheiras está localizado na microrregião de Santana do Ipanema e mesorregião do Sertão do Estado de Alagoas. Geograficamente está posicionado a uma altitude máxima de 292 metros, tem latitude 09°18'45" e longitude 37°07'18".

A distância para a capital Maceió é de 216 km. Faz fronteiras com os seguintes municípios: a norte com Maravilha-AL, a sul com Santana do Ipanema-AL e Senador Rui Palmeira-AL, a leste com Santana do Ipanema-AL e Águas Belas-PE, a oeste com Senador Rui Palmeira-AL e Canapi-AL. Possui uma área total de 284,60 km<sup>2</sup> e uma população estimada de 14.447 habitantes. (IBGE,2021).

Figura 1 - Localização do município de Poço das Trincheiras no Estado de Alagoas



Fonte: IBGE (2021).

### 3.2 Método de Quantificação Indireta

Para se obter a estimativa de geração de RCC foi utilizado o método de quantificação indireta proposto por Ângulo et al. (2011). Este método leva em consideração a geração de resíduos da construção civil de acordo com a produção advinda de agentes formais e informais. Considerando que os agentes formais são as novas construções, devidamente licenciadas. Os agentes informais são as construções irregulares, consideradas reformas.

A partir da área construída pela cidade, é possível obter a quantificação da geração de RCC para construções novas. A geração anual acumulada de resíduos na construção ( $C$ ) foi estimada por dados obtidos ao longo dos meses analisados, empregando-se a Equação 1. O método propõe a multiplicação da área construída mensalmente por um índice de geração de RCC, por unidade de área ( $m^2$  construído).

$$C = A_C \times \rho_C \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

$C$ : quantidade de resíduo da construção civil por mês(t/mês);

$A_C$ : área construída por mês( $m^2$ /mês);

$\rho_C$ : índice de geração de resíduo da construção civil (0,15 t/ $m^2$ ), obtido por Pinto (1999).

Vale ressaltar que para alcançar a área construída por mês  $A_C$ , foram realizadas visitas técnicas no Setor de Tributos da Secretaria Municipal de Economia e Finanças com o objetivo de levantar a área que foi aprovada para construção, por meio dos alvarás de construção concedidos durante o intervalo de tempo avaliado nesse trabalho.

Para estimar a quantidade de geração resíduos de construção civil provenientes de construções irregulares, Pinto (1999) afirma que há possibilidade do uso de indicadores relacionados ao consumo de água e energia preexistentes. No presente estudo, foram utilizadas as ligações de água, com dados obtidos na Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL), nos anos de 2018,2019,2020,2021. Para isso, foram coletadas a quantidade de solicitações de ligações de água durante o intervalo de tempo analisado.

Ademais, é necessário levar em consideração também o número de alvarás concedidos no mesmo período das ligações de água, evitando-se assim a sobreposição de dados, visto que

o número de alvarás concedidos foi subtraído do número de transformações nas ligações de água.

Além disso, admitiu-se que uma reforma residencial não ultrapassa o valor de 25% da área média construída de uma residência. Sendo assim, a área média adotada foi de 30m<sup>2</sup>. É possível obter a quantidade de resíduos gerados por reformas, associando a área média reformada para cada ponto de transformação de ligação água e o índice de geração por m<sup>2</sup> de área reformada, conforme a Equação 2.

$$R = P \times n \times \rho_r \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

*R*: resíduo na reforma por mês (t RCC/mês);

*P*: solicitações de transformação nas ligações de água ou de energia (ligações/mês);

*n* : conversão da área reformada média para cada ligação (30 m<sup>2</sup> reforma/ligação);

$\rho_r$ : índice de geração de resíduo na reforma (0,47 t RCD/ m<sup>2</sup> reforma), obtido por Morales et al. (2006) apud Ângulo et al. (2011).

Vale ressaltar que existem outros métodos mais precisos para estimar a quantidade de RCC, como por exemplo o método de quantificação direta. Nesse método é identificado o volume e as origens dos resíduos. Além disso, a forma de transporte e sua disposição também são analisadas. Entretanto, após entrevistas aos responsáveis pela coleta de resíduos, foi constatado que o município em estudo não possui um banco de controle de dados formal de maneira que possa informar essas questões.

### **3.3 Proposta de implantação de Área de Transbordo e Triagem (ATT)**

A partir da pesquisa de campo e entrevistas foi verificado que atualmente o município não possui uma área para a destinação adequada dos Resíduos da Construção Civil (RCC). O município participa do Consórcio Intermunicipal para Gestão de Resíduos Sólidos (CIGRES). A maioria dos resíduos sólidos são destinados para o aterro sanitário do CIGRES na cidade de Olho d'Água das Flores – Alagoas. Entretanto, os RCC não são destinados para esse aterro,

visto que, por possuir uma carga maior, gera gastos excessivos para serem destinados ao aterro sanitário.

Diante disso, a solução adotada por esse estudo é a implantação de uma Área de Transbordo e Triagem no município, com o objetivo de ter uma área devidamente licenciada e adequada para o recebimento e triagem dos RCC.

Para que essa ATT funcione corretamente é de fundamental importância que o governo ofereça subsídios para a associação de catadores existente. Além disso, é necessário um trabalho forte de conscientização de moradores, transportadores e catadores para que o RCC coletado não seja misturado com outros tipos de resíduos sólidos. Para facilitar isso, o governo deve disponibilizar pontos de entrega de pequenos volumes (PEV). O PEV é definido pela ABNT NBR 15.112:2004 como sendo: “área de transbordo e triagem de pequeno porte, destinada à entrega voluntária de pequenas quantidades de resíduos de construção civil e resíduos volumosos, integrante do sistema público de limpeza urbana” ABNT (2004). A seguir será apresentado as condições para implantação, condições gerais para o projeto e as condições de operação para uma ATT conforme estabelecido na NBR 15.112:2004.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Quantificação Indireta

A partir do método de quantificação indireta proposto por Ângulo et. al (2011) citado no item anterior, foi possível estimar a geração de resíduos da construção civil do município de Poço das Trincheiras.

Desta forma, a quantidade de RCC gerada por construções novas devidamente licenciadas é mostrada na tabela 4. Para o ano de 2018 a quantidade de RCC gerada foi 132,51 toneladas, em 2019 esse valor é de 84,64 toneladas, no ano de 2020 foi gerado 175,13 toneladas, o ano de 2021 apresentou a maior quantidade entre os anos comparados, consistindo em 255,32 toneladas.

Tabela 1 - Estimativa da geração de RCC para construções novas licenciadas no município de Poço das Trincheiras - AL, a partir de dados de área licenciada para construção entre os anos de 2018 a 2021.

<b>Ano</b>	<b>Número de Alvarás</b>	<b>Áreas licenciadas para construção(m<sup>2</sup>)</b>	<b>Quantidade de RCC gerado por ano(t/ano)</b>	<b>Quantidade média de RCC gerado por mês(t/mês)</b>	<b>Quantidade média de RCC gerado por dia(t/dia)</b>
2018	8	883,42	132,51	11,04	0,37
2019	6	564,26	84,64	7,05	0,24
2020	8	1167,53	175,13	14,59	0,49
2021	10	1702,12	255,32	21,28	0,71

Fonte: Secretaria Municipal de Economia e Finanças de Poço das Trincheiras (2023).

Elaboração: Autor (2023)

Para a estimativa da geração de resíduos da construção civil no município em construções irregulares, foi utilizado, o número de solicitações de ligações de água. Além disso, foi subtraído desse valor o número de alvarás concedidos para que não houvesse sobreposição de dados. As tabelas 2, 3, 4 e 5 mostram a quantidade de solicitações de ligações de água entre os anos de 2018 a 2021 já com a subtração da quantidade de alvarás concedidos no mesmo período.

Tabela 2 - Número de solicitações de ligações de água para construções irregulares no município de Poço das Trincheiras - AL no ano de 2018.

Meses	Número de solicitações de ligações de água	Número de alvarás concedidos	Número de solicitações de ligações de água para construções irregulares
Jan	-	0	-
Fev	5	2	3
Mar	3	0	3
Abr	15	2	13
Mai	9	0	9
Jun	28	2	26
Jul	1	1	0
Ago	8	0	8
Set	3	0	3
Out	33	0	33
Nov	4	0	4
Dez	4	1	3
<b>Total no ano de 2018</b>	<b>113</b>	<b>8</b>	<b>105</b>

Fonte: Companhia de Saneamento de Alagoas (2023). Secretaria Municipal de Economia e Finanças de Poço das Trincheiras (2023).

Elaboração: Autor (2023).

Tabela 3 - Número de solicitações de ligações de água para construções irregulares no município de Poço das Trincheiras - AL no ano de 2019.

Meses	Número de solicitações de ligações de água	Número de alvarás concedidos	Número de solicitações de ligações de água para construções irregulares
Jan	3	0	3
Fev	8	3	5
Mar	1	0	1
Abr	16	1	15
Mai	4	0	4
Jun	3	0	3
Jul	11	1	10
Ago	13	0	13
Set	12	0	12
Out	6	0	6
Nov	17	1	16
Dez	24	0	24
<b>Total no ano de 2019</b>	<b>118</b>	<b>6</b>	<b>112</b>

Fonte: Companhia de Saneamento de Alagoas (2023). Secretaria Municipal de Economia e Finanças de Poço das Trincheiras (2023).

Elaboração: Autor (2023).

Tabela 4 - Número de solicitações de ligações de água para construções irregulares no município de Poço das Trincheiras - AL no ano de 2020.

<b>Meses</b>	<b>Número de solicitações de ligações de água</b>	<b>Número de alvarás concedidos</b>	<b>Número de solicitações de ligações de água para construções irregulares</b>
Jan	12	0	12
Fev	1	0	1
Mar	17	1	16
Abr	4	0	4
Mai	1	0	1
Jun	7	1	6
Jul	3	1	2
Ago	5	4	1
Set	2	0	2
Out	13	0	13
Nov	9	1	8
Dez	7	0	7
<b>Total no ano de 2020</b>	<b>81</b>	<b>8</b>	<b>73</b>

Fonte: Companhia de Saneamento de Alagoas (2023). Secretaria Municipal de Economia e Finanças de Poço das Trincheiras (2023).

Elaboração: Autor (2023).

Tabela 5 - Número de solicitações de ligações de água para construções irregulares no município de Poço das Trincheiras - AL no ano de 2021.

Meses	Número de solicitações de ligações de água	Número de alvarás concedidos	Número de solicitações de ligações de água para construções irregulares
Jan	2	0	2
Fev	5	0	5
Mar	5	1	4
Abr	3	0	3
Mai	4	0	4
Jun	1	1	0
Jul	5	0	5
Ago	13	2	11
Set	9	0	9
Out	1	0	1
Nov	31	6	25
Dez	2	0	2
<b>Total no ano de 2021</b>	<b>81</b>	<b>10</b>	<b>71</b>

Fonte: Companhia de Saneamento de Alagoas (2023). Secretaria Municipal de Economia e Finanças de Poço das Trincheiras (2023).

Elaboração: Autor (2023).

A partir da equação 2 e dos dados das tabelas 2, 3, 4 e 5 foi possível estimar a geração de RCC por construções irregulares no município de Poço das Trincheiras – AL. As tabelas 6, 7, 8 e 9 mostram esses valores durante o intervalo entre os anos de 2018 a 2021.

Tabela 6 - Estimativa da quantidade de resíduos da construção civil gerados por construções irregulares, no município de Poço das Trincheiras - AL no ano de 2018.

<b>Meses</b>	<b>Resíduos gerados por construções irregulares em 2018(t/mês)</b>
Jan	-
Fev	42,3
Mar	42,3
Abr	183,3
Mai	126,9
Jun	366,6
Jul	0
Ago	112,8
Set	42,3
Out	465,3
Nov	56,4
Dez	42,3
<b>Total de resíduos gerados no ano(t)</b>	<b>1480,5</b>

Fonte: Autor (2023).

Tabela 7 - Estimativa da quantidade de resíduos da construção civil gerados por construções irregulares, no município de Poço das Trincheiras - AL no ano de 2019.

<b>Meses</b>	<b>Resíduos gerados por construções irregulares em 2019(t/mês)</b>
Jan	42,3
Fev	70,5
Mar	14,1
Abr	211,5
Mai	56,4
Jun	42,3
Jul	141
Ago	183,3
Set	169,2
Out	84,6
Nov	225,6
Dez	338,4
<b>Total de resíduos gerados no ano(t)</b>	<b>1579,2</b>

Fonte: Autor (2023).

Tabela 8 - Estimativa da quantidade de resíduos da construção civil gerados por construções irregulares, no município de Poço das Trincheiras - AL no ano de 2020.

<b>Meses</b>	<b>Resíduos gerados por construções irregulares em 2020(t/mês)</b>
Jan	169,2
Fev	14,1
Mar	225,6
Abr	56,4
Mai	14,1
Jun	84,6
Jul	28,2
Ago	14,1
Set	28,2
Out	183,3
Nov	112,8
Dez	98,7
<b>Total de resíduos gerados no ano(t)</b>	<b>1029,3</b>

Fonte: Autor (2023).

Tabela 9 - Estimativa da quantidade de resíduos da construção civil gerados por construções irregulares, no município de Poço das Trincheiras - AL no ano de 2021.

<b>Meses</b>	<b>Resíduos gerados por construções irregulares em 2021(t/mês)</b>
Jan	28,2
Fev	70,5
Mar	56,4
Abr	42,3
Mai	56,4
Jun	0
Jul	70,5
Ago	155,1
Set	126,9
Out	14,1
Nov	352,5
Dez	28,2
<b>Total de resíduos gerados no ano(t)</b>	<b>1001,1</b>

Fonte: Autor (2023).

Diante disso, o total de RCC produzido pelo município é dado pela soma dos resíduos provenientes de construções novas licenciadas com os resíduos provenientes de construções irregulares. A tabela 10 mostra a quantidade total produzida de RCC em Poço das Trincheiras – AL entre os anos de 2018 a 2021.

Tabela 10 - Estimativa de geração de resíduos da construção civil no município de Poço das Trincheiras - AL nos anos de 2018,2019,2020 e 2021.

<b>Ano</b>	<b>Quantidade de RCC gerado por construções novas licenciadas(t)</b>	<b>Quantidade de RCC gerado por construções irregulares(t)</b>	<b>Quantidade total de RCC gerado(t)</b>
2018	132,51	1480,5	1613,01
2019	84,64	1579,2	1663,84
2020	175,13	1029,3	1204,43
2021	255,32	1001,1	1256,42

Fonte: Autor (2023).

Ao comparar os valores encontrados nos anos em estudo, é perceptível que durante a pandemia de COVID 19, que teve como foco no Brasil os anos de 2020 e grande parte do ano de 2021, houve uma significativa diminuição na geração de RCC no município. Isso evidencia o desaquecimento na indústria de construção civil durante esse período, devido ao isolamento social que foi adotado como medida de segurança.

Além disso, é notório que as construções informais são a maioria no município, visto que, a geração por esse tipo foi bem maior quando comparada a geração por construções licenciadas.

#### **4.2 Proposta de implantação de Área de Transbordo e Triagem (ATT)**

Para que a ATT seja instalada no município, é necessário seguir as especificações técnicas exigidas pela ABNT NBR 15.112:2004. A seguir será apresentado um compilado de tudo o que essa norma exige.

#### 4.2.1 Condições para Implantação

Para a implantação de uma ATT é preciso que ela contenha um isolamento adequado, com portão e cercamento no perímetro da área de operação, além de um anteparo para proteção com relação aos ventos dominantes e estética. Esse anteparo pode ser uma cerca viva arbustiva ou arbórea no perímetro da instalação. Ainda, deve incluir também uma identificação visível em sua entrada, além de equipamentos de proteção individual (EPI), de proteção contra descargas atmosféricas e de combate à incêndio. (ABNT,2004).

Como também, deve ser implantado um sistema de proteção ambiental que contemple os seguintes itens: sistemas de controle de poeira, dispositivos de contenção de ruído em veículos e equipamentos, sistema de drenagem superficial, revestimento primário do piso das áreas de acesso, operação e estocagem, executado e mantido de maneira que possa permitir a utilização sob quaisquer condições climáticas. (ABNT,2004).

#### 4.2.2 Condições gerais para o Projeto

O projeto de uma ATT deve conter as seguintes partes:

- informações cadastrais;
- memorial descritivo;
- croqui do empreendimento;
- relatório fotográfico da área;
- plano de controle de recebimento dos resíduos;
- responsabilidade e autoria do projeto;
- eventuais anexos.

### 4.2.3 Condições de Operação

Para que a ATT funcione de forma adequada, é de fundamental importância o atendimento das condições de operação previstas na norma. É essencial que durante a operação, os resíduos sejam controlados quanto à procedência, quantidade e qualidade conforme o controle de transporte de resíduos – CTR. (ABNT,2004).

Para mais, também deve-se ter um controle qualitativo e quantitativo dos resíduos. Isso é feito através de relatórios mensais que contenham: quantidade mensal e acumulada de cada tipo de resíduo recebido, quantidade e destinação dos resíduos triados, com a comprovação dos destinos. (ABNT,2004).

Ainda de acordo com ABNT NBR 15.112:2004, na ATT devem ser observadas as seguintes diretrizes para operação:

- só devem ser recebidos resíduos de construção civil e resíduos volumosos;
- não devem ser recebidas cargas de resíduos da construção civil constituídas predominantemente de resíduos classe D;
- só devem ser aceitas descargas e expedição de veículos com a cobertura dos resíduos transportados;
- os resíduos aceitos devem estar acompanhados de CTR – controle de transporte de resíduos;
- os resíduos aceitos devem integralmente triados;
- deve ser evitado o acúmulo de material não triado;
- os resíduos devem ser classificados pela natureza e acondicionados em locais diferenciados;
- os rejeitos resultantes da triagem devem ser destinados adequadamente;
- a transformação dos resíduos triados deve ser objeto de licenciamento específico;
- a remoção de resíduos da ATT deve estar acompanhada do CTR – controle de transporte de resíduos;
- os resíduos da construção civil devem ser destinados de acordo com a Resolução CONAMA nº 307/2002;
- os resíduos volumosos devem ser destinados a reutilização, reciclagem e armazenamento ou encaminhados para disposição final de resíduos;
- os resíduos de classificação questionada devem serem encaminhados para uma área específica de espera, preparada com todos os dispositivos necessários a proteção ambiental. (ABNT,2004).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da aplicação da metodologia no estudo, foi possível estimar que a geração de resíduos da construção civil no município de Poço das Trincheiras foi de 1613,01 toneladas em 2018, 1663,84 toneladas em 2019, 1204,43 toneladas em 2020 e 1256,42 toneladas em 2021. Esses números evidenciam que a geração de RCC durante a pandemia COVID 19 sofreu uma relevante diminuição. Portanto, os resultados mostram que houve um impacto na construção civil do município durante a pandemia, visto que, o período de quarentena e isolamento social ocasionou em uma diminuição de quantidade de geração de RCC.

Existe uma grande dificuldade para obtenção de dados junto a Prefeitura Municipal, em função da ausência de um banco de dados formal que disponha sobre as informações acerca do gerenciamento dos resíduos da construção civil. Por isso, o método de quantificação direta não foi utilizado no trabalho. Vale ressaltar que o método de quantificação indireta que foi utilizado não é o mais preciso para fazer essa estimativa, uma vez que o método só leva em consideração resíduos que são gerados por obras identificadas por meio de dados obtidos da Prefeitura Municipal ou de companhias de água e/ou energia.

Além disso, atualmente o município não dispõe de uma área adequada para destinação dos RCC. Portanto, é de extrema urgência a implantação de uma área de transbordo e triagem para atender essa necessidade.

Outro fator que foi evidenciado no estudo foi a grande quantidade de construções informais presentes no município. Dito isso, fica como sugestão a introdução de uma fiscalização mais rigorosa a essas obras irregulares.

O município ainda não possui uma legislação específica para o gerenciamento correto dos resíduos da construção civil, também existe a necessidade de que seja regularizada a documentação e o registro de informações a respeito dos RCC. Por fim, como sugestão para próximos trabalhos, propõem-se o uso dos dados do presente estudo para produção de um diagnóstico mais aprofundado da situação dos RCC no município. Em seguida, recomenda-se a elaboração de um Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC), com o objetivo de regulamentar a gestão dos resíduos da construção civil em Poço das Trincheiras - AL.

## REFERÊNCIAS

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **Pesquisa setorial ABRECON 2020: a reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil** / organizadores S. C. Angulo; L. S. Oliveira, L. Machado – São Paulo: Epusp, 2022. 104 p.

ALAGOAS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Alagoas (PERS)**. FLORAM Engenharia e Meio Ambiente Ltda. Maceió, Alagoas, 2016.

ALMEIDA, Marianne Silvestre Teixeira *et al.* Análise da correlação do volume de resíduos sólidos provenientes da construção civil com o produto interno bruto para os municípios no estado de Minas Gerais. **Revista Augustu**. v.24, n. 49, p. 320-331. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15202/1981896.2019v24n49p320>

AGUIAR, Mateus Bravo *et al.* Avaliação de viabilidade técnica para incorporação dos resíduos da construção civil em obras de pavimentação. **Percorso Acadêmico**, Belo Horizonte, v. 9, n. 17, p. 227-247, 24 abr. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5752/P.2236-0603.2019v9n17p227-247>. Acesso em: 23 mar. 2023.

ÂNGULO, Sérgio Cirelli *et al.* Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação. *Eng. Sanitária e Ambiental*. Rio de Janeiro, v. 16, n.3, p. 299-306, 20 out. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522011000300013>. Acesso em: 12 mar. 2023.

**Área da unidade territorial:** Área territorial brasileira 2021. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**. 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/download-panorama-2022/>. Acesso em: 13 dez. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - Classificação. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12253**: Solo-cimento – Dosagem para emprego como camada de pavimento – Procedimento. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2012. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: requisitos. Rio de Janeiro, ABNT, 2005a. 11p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. 1ª ed. Rio de Janeiro, 2004. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. 1ª ed. Rio de Janeiro, 2004. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15114**: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. 1ª ed. Rio de Janeiro, 2004. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15115**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. 1ª ed. Rio de Janeiro, 2004. 10 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15116**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. 1ª ed. Rio de Janeiro, 2004. 12 p.

AUGUSTO JUNIOR, José *et al.* ESTUDO DAS PROPRIEDADES DE BLOCOS SEXTAVADOS DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO COM USO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. **Colloquium Exactarum**. ISSN: 2178-8332, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 65–76, 2018. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/1908>. Acesso em: 24 mar. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Brasília, DF, Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 09 jan. 2020.

BRASIL. **Resolução Conama nº 307**, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, 17 jul. 2002.

BRASIL. **Resolução Conama nº 348**, de 16 de agosto de 2004: Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de junho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, 16 de agosto de 2004.

BRASIL. **Resolução Conama nº 431**, de 2011. Altera a Resolução nº 307/2002, estabelecendo nova redação para os incisos II e III do art. 3º. Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, 2015.

BRASIL. **Resolução Conama nº 448**, de 18 de janeiro de 2012: Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de junho de 2002, estabelecendo nova redação para os artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º. Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, 2012.

BRASIL. **Resolução Conama nº 469**, de 29 de julho de 2015: Altera a Resolução nº 307/2002, estabelecendo nova redação para o inciso II do art. 3º e inclui os § 1º e 2º do art. 3º. Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, 2015.

BRASIL. Ministério das Cidades. Ministério do Meio Ambiente. **Área de manejo de resíduos da construção e resíduos volumosos**: orientação para o seu licenciamento e aplicação da Resolução Conama 307/2002. 2005b.

CUNHA, Nelma Almeida. **RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL ANÁLISE DE USINAS DE RECICLAGEM**. 2007. 166 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Edificações, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007. Disponível em: [https://ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/Dissert\\_Neuma\\_Cunha.pdf](https://ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/Dissert_Neuma_Cunha.pdf). Acesso em: 01 mar. 2023.

GULARTE, Luis Carlos Pais. **Modelo de avaliação da viabilidade econômico-financeira da implantação de usinas de reciclagem de resíduos da construção civil em municípios brasileiros**. 2017. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2338>. Acesso em: 24 fev. 2023.

LLAJARUNA, M. A. V. **Estudo do solo-cimento auto adensável para a fabricação de tijolos de pó de mármore e resíduo de construção**. Ilha Solteira, 2017. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2017.

MANANCIAL SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL LTDA. Prefeitura Municipal de Lavínia-SP. **Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil do Município de Lavínia-SP**. Lavínia, 2017. 69 p.

MARTINS, Davi Figueiredo; MELO, Nágila Aparecida de. **RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM PARACATU (MG): ANÁLISES DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO E ESTIMATIVAS DE GERAÇÃO. Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 20, n. 72, p. 522–536, 23 dez. 2019. DOI: 10.14393/RCG207246893. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/46893>. Acesso em: 10 mar. 2023.

MATUTI, Bruna Barbosa; SANTANA, Genilson Pereira. **INCORPORATION OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE AND DEMOLITION IN CERAMIC BRICK PRODUCTION AS AIM TO DECREASE THE QUANTITY OF RAW MATERIAL. Itegam- Journal Of Engineering And Technology For Industrial Applications (Itegam-Jetia)**, [S.L.], v. 5, n. 19, p. 197-202, 06 set. 2019. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/2447-0228.20190070>. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.5935/2447-0228.20190070>. Acesso em: 24 mar. 2023.

**Mesorregião:** IBGE, Divisão Territorial Brasileira - DTB 2021.

**Microrregião:** IBGE, Divisão Territorial Brasileira - DTB 2021.

PIMENTEL, Lia Lorena *et al.* Argamassa com areia proveniente da britagem de resíduo de construção civil – Avaliação de características físicas e mecânicas. **Matéria (Rio de Janeiro)**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, 05 mar. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620170001.0305>. Acesso em: 24 mar. 2023.

**População estimada:** IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2021.

**População no último censo:** IBGE, Censo Demográfico 2010.

RIBEIRO, Angélica Kelly dos Santos Pimentel *et al.* Quantificação e Classificação dos Resíduos Procedentes da Construção Civil no Município de Maceió - AL. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 10, p. 363-384, 31 maio 2021. Disponível em: [https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/9802/5696](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/9802/5696). Acesso em: 12 dez. 2022.

SILVA JÚNIOR, Francisco Alves da; LIMA, Júlio Cesar da Rocha. **Caracterização da Geração, Destinação Final e Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil no Município da Barra de São Miguel - AL**. 2017. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Cesmac, Maceió, 2017.

SIMIONI, Fernanda Cavatti *et al.* Solo-cimento autoadensável com incorporação de areia de resíduos de construção civil para aplicação em sistema de vedação vertical. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 4, p. 281-296, out./dez. 2020. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000400472>. Acesso em: 20 mar. 2023.

TAVARES, Liliana de Paula Martins. **Levantamento e Análise da Deposição e Destinação dos Resíduos da Construção Civil em Ituiutaba, M.G.** 2007. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14244/1/LevantamentoAnaliseDeposicao.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2023.