

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JANAYNA DE LIMA MARQUES  
MARCÍLIO DOS SANTOS SIQUEIRA JÚNIOR

**APLICABILIDADE DOS RESÍDUOS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL NA ENGENHARIA**

RECIFE/2023

JANAYNA DE LIMA MARQUES  
MARCÍLIO DOS SANTOS SIQUEIRA JÚNIOR

## **APLICABILIDADE DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA ENGENHARIA**

Trabalho apresentado à disciplina de TCC ao Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, como requisito parcial para obtenção do título de bacharelado em Engenharia Civil.

Professor Orientador: Dr.<sup>a</sup> Carolina de Lima França

RECIFE/2023

Ficha catalográfica elaborada pela  
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

M357a Marques, Janayna De Lima.  
Aplicabilidade dos resíduos da construção civil na engenharia/ Janayna de Lima Marques; Marcílio dos Santos Siqueira Júnior. - Recife: O Autor, 2023.  
32 p.  
Orientador(a): Dra. Carolina de Lima França.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA. Bacharelado em Engenharia Civil, 2023.  
Inclui Referências.  
1. Resíduos. 2. Construção. 3. Construção civil. I. Siqueira Júnior, Marcílio dos Santos. II. Centro Universitário Brasileiro. - UNIBRA. III. Título.

CDU: 624

*Dedicamos esse trabalho primeiramente a Deus,  
e segundo aos nossos familiares.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaríamos de expressar nossa profunda gratidão à nossa orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carolina de Lima França, por ter nos dado um apoio impecável, orientações e feedbacks inestimáveis ao longo de todo o processo de elaboração deste trabalho. Suas expertises e dedicação foram fundamentais para moldar este trabalho.

Gostaríamos também de estender nossos sinceros agradecimentos aos membros da banca do nosso TCC, pelas valiosas contribuições, críticas construtivas e sugestões que melhoraram significativamente a qualidade desta tese.

Somos imensamente gratos aos nossos familiares pelo apoio incondicional, incentivo e compreensão durante esta jornada desafiadora. Seu amor, motivação e crença em nossas habilidades têm sido uma fonte constante de inspiração.

*"Portanto, quem ouve as minhas palavras e  
as pratica, é como um homem prudente que  
construiu a sua casa sobre a rocha."  
(Jesus Cristo)*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. DELINIAMENTO METODOLÓGICO.....</b>	<b>12</b>
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>22</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>38</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>39</b>

**Resumo:** Nos últimos anos houve um crescimento nos estudos sobre reaproveitamento e reciclagem de resíduos da construção civil. O objetivo deste trabalho foi compreender o que a literatura mostra sobre a reciclagem e utilização adequada de resíduos de construção civil. Destacar os efeitos ambientais mais importantes da produção de resíduos, a legislação pertinente em vigor e algumas possibilidades de reciclagem de resíduos nesta atividade. Para atingir esse objetivo, utilizou-se uma abordagem qualitativa na revisão bibliográfica. Descobriu-se que a principal fonte de resíduos é a engenharia civil, que tem uma série de efeitos ambientais negativos, como a poluição do solo e da água e o aumento da descartes impróprios na natureza. Para enfrentar essas questões foram elaborados parâmetros e diretrizes para esse setor e a gestão inadequada de resíduos foi considerada crime ambiental. O estudo também enfatizou a necessidade de reciclagem e reutilização. Ficou evidenciado, que na prática, medidas estão sendo adotadas para a reutilização e reciclagem destes materiais, a fim de promover sustentabilidade nas obras e benefícios para a economia e vegetação. É importante destacar o olhar para a necessidade de efetivar a reciclagem desses RCC, para promover resultados satisfatórios para a população, bem como para as edificações da construção civil.

**Palavras-chave:** Resíduos, construção, construção civil.



**ABSTRACT:** In recent years there has been an increase in studies on the reuse and recycling of waste in the construction industry. The aim of this work was to understand what the literature shows about the recycling and appropriate use of construction waste. To highlight the most important environmental effects of waste production, the relevant legislation in force and some possibilities for recycling waste in this activity. To achieve this objective, a qualitative approach was used in the literature review. It was discovered that the main source of waste is civil engineering, which has a series of negative environmental effects, such as soil and water pollution and an increase in improper disposal in nature. To tackle these issues, parameters and guidelines have been drawn up for this sector and improper waste management is considered an environmental crime. The study also emphasized the need for recycling and reuse. It became clear that, in practice, measures are being adopted to reuse and recycle these materials, in order to promote sustainability on construction sites and benefits for the economy and vegetation. It is important to emphasize the need to effectively recycle these RCC, in order to promote satisfactory results for the population, as well as for civil construction buildings.

**Keywords:** Waste, construction, civil construction.

## 1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é um dos setores mais importantes para o desenvolvimento e fortalecimento da economia do Brasil. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021a), o setor empregou 10% dos trabalhadores brasileiros em 2021 e foi responsável por 9% da receita tributária total.

Para avaliar a importância da indústria da construção, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2021) realizou um estudo mostrando o impacto do setor na economia e na geração de empregos. Confirma-se que cada investimento real na construção de novas moradias equivale a um investimento total de 2,5 reais. Este investimento resultará na criação de 18,3 empregos por cada novo agregado familiar.

O crescimento acumulado do Produto Interno Bruto (PIB) em 2021 foi de 3,9%, ante 5,6% do setor de engenharia civil e construção, demonstrando a importância desse setor no Brasil (IBGE, 2021a). Por outro lado, o setor de engenharia civil é responsável pela geração de grandes quantidades de resíduos que, se gerenciados inadequadamente, causam impactos ambientais e sociais significativos (CONCEIÇÃO et al., 2021).

É fundamental adotar uma gestão apropriada dos resíduos da construção, com o objetivo de facilitar a reciclagem desses materiais. O avanço na reciclagem de Resíduos de Construção Civil (RCC) implica em importantes benefícios, como a redução significativa do uso de recursos naturais, a diminuição dos locais clandestinos de descarte de lixo e entulho, e a diminuição da pressão sobre a extração de recursos como areia e brita natural, bem como a extração irregular e não regulamentada de agregados.

Além disso, a reutilização não apenas contribui para a preservação do meio ambiente, mas também gera empregos e renda para aqueles envolvidos nessa atividade. Ela reduz os custos dos órgãos estaduais e municipais na remoção de resíduos descartados ilegalmente e promove a sustentabilidade em diversas áreas da engenharia.

## 1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

Esse estudo tem como problema de pesquisa: Quais seriam as melhores áreas na engenharia que reutilizariam esses resíduos gerados pela indústria da construção civil, e para onde seriam destinados os que não são recicláveis?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

- Aplicação dos resíduos gerados na construção civil dentro da engenharia.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar os tipos de resíduos gerados;
- Definir as áreas da engenharia que serão destinados os resíduos recicláveis;
- Verificar quais são os resíduos não recicláveis e para onde serão destinados;
- Detectar os principais desafios à implementação bem-sucedida para um programa de gestão de resíduos

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Os principais motivos para a produção de resíduos estão relacionados à elaboração de projetos deficientes. Em situações desse tipo, os projetos frequentemente não se adequam às características do local ou às necessidades do cliente, resultando em procedimentos de serviço inconsistentes. Além disso, o armazenamento e transporte inadequados de resíduos no local da construção também contribuem para esse problema. No contexto de reformas, especialmente quando não há supervisão profissional adequada, a falta de compreensão sobre reciclagem e reutilização, assim como o potencial dos materiais, tende a aumentar a produção de resíduos (LEITE et al. 2018).

Com a destinação de uma grande parte desses resíduos gerados na construção civil para as diversas áreas na engenharia, diminuir o descarte impróprio

do mesmo, evitando, por exemplo, a poluição do solo, como também reduzir custos econômicos, pois o descarte irregular pode resultar em custos significativos para o governo e a população que precisarão lidar com a limpeza desses resíduos; e conscientizar a indústria da engenharia como um todo, não apenas na área civil, para o plano de logística reversa. A logística reversa é uma forma estratégica para a gestão sustentável de resíduos, visando tanto benefícios econômicos quanto ambientais (SIMCHI-LEVI; KAMINSKY, 2008).

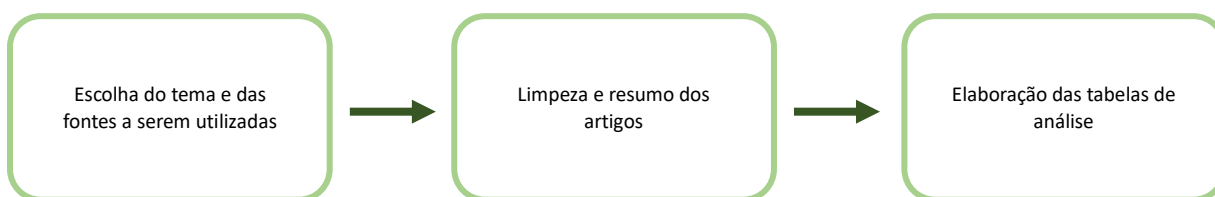
Toda essa situação, nos fez pensar em desenvolver uma pesquisa amplificada sobre esse tema, focando em reaproveitamento de materiais construtivos, reciclagem e também uma revisão bibliográfica (FERNANDES, 2015).

## 2. DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Para esse trabalho foi empregue o método de revisão sistemática de literatura, que é aquela que envolve a coleta, análise e síntese de várias evidências disponíveis sobre um tópico de pesquisa específico. Desta forma, para o prosseguimento do trabalho foi aplicado o SMS (“Systematic Mapping Study”), comumente conhecido como *Scoping Studies* ou *Scoping Review*. Com esse propósito, foram estabelecidos um conjunto de linhas de busca que resultaram na utilização das palavras: resíduos de construção e demolição, reciclagem e destinação.

Essa pesquisa e coleta de dados durou entre agosto e novembro de 2023, e tivemos como base: artigos, livros, teses, trabalhos científicos, revistas, dissertações, etc.; provenientes de estudos no Brasil e no exterior. Metodologicamente, esse trabalho foi dividido em três etapas, consoante a visualização da figura 1.

Figura 1: Procedimentos metodológicos esquemático das etapas da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Dessa forma, de acordo com as observações de Kitchenham; Charters (2007), uma revisão sistemática de literatura é um tipo de pesquisa secundária que emprega um método claramente estabelecido para identificar, examinar e compreender todas as informações disponíveis relacionadas a uma questão de pesquisa específica de forma imparcial e reproduzível.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Resolução 307 – CONAMA**

CONAMA 307 DE 05 DE JULHO DE 2002 determina normas, padrão e processos para se ter a gestão dos resíduos da construção Civil. Além disso, ordem em procedimento para diminuir os impactos ambientais dessa categoria no meio ambiente. Ela indica tarefa obrigatória para os grandes geradores desses resíduos e ao município. É estabelecida que o gerador tem que priorizar a não geração desses resíduos, se gerado a redução fazendo a reutilização, reciclagem e aplicar a destinação final adequadamente. Ela é responsável de aplicar esse gerenciamento de resíduos da construção civil em sua empresa. sendo assim, tem que estabelecer os processos necessários para administrar a destinação correta desses resíduos. Os grandes geradores desses resíduos devem elaborar um plano incorporado de gerenciamentos.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), na aplicabilidade dos conhecimentos que foram averiguadas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, normalizado pelo Decreto nº 99.274, de 6 de julho de 1990, e levando em vista o elaborado em seu regulamento Interno, Anexo à Portaria nº 326, de 15 de dezembro de 1994, tendo em consideração a educação urbana de completo desenvolvimento de qual é a função social da cidade e da capacidade urbana, concordante na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001; levando em consideração a efetivação de diretrizes para reduzir os impactos ambientais que são gerados pelos resíduos procedentes da construção civil; levando em conta que o descarte de resíduos da construção civil em locais inapropriados colabora para a destruição da qualidade ambiental; dando importância que os resíduos da

construção civil refletem um grande percentual dos resíduos sólidos na produção nas áreas urbanas; atentando para que os geradores de resíduos da construção civil são os responsáveis pelos resíduos das atividades de construção que são elas; reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, e também pelos resultados da remoção de vegetação e escavação de solos; atendendo a praticabilidade técnica e de economia da produção e uso desses materiais procedentes da reciclagem de resíduos da construção civil; e atendendo a que a gestão integrada de resíduos da construção civil deve prover benefícios de ordem social, econômica e ambiental.

No artigo 1º estão determinadas as características dos fundamentais informação que formam o desenvolvimento frutificativo, são eles: Geradores Transportadores · Gerenciamento de Resíduos · Áreas de Destinação de Resíduos · Aterro de Resíduos da Construção Civil · Agregado Reciclado · Reutilização · Reciclagem.

A classificação dos resíduos de construção é a seguinte:

I- Classe A: Aqueles resíduos que são reutilizáveis ou recicláveis como agregados, são estes:

a) Construção, demolição, restauro e reparação de pavimentações e outras obras de infraestruturas, incluindo terraplanagens;

b) Materiais utilizados na construção civil, demolição, renovação e reparação: materiais cerâmicos (tijolos, azulejos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.) argamassa e concreto;

c) Materiais de desenvolvimento. Produção e/ou demolição de peças pré-moldadas de concreto (blocos, tubulações, meios-fios etc.), realizados nas obras.

II- Classe B: Esses resíduos recicláveis são usados para outros destinos, são: Plástico, papel, papelão, metal, vidro, madeira e outros;

III- Classe C- Aqueles resíduos que não são desenvolvidas tecnologias ou aplicações que tenha economia possível que venha permitir a sua reciclagem/recuperação, como os produtos originário do gesso;

IV- Classe D: São aqueles resíduos prejudiciais procedente do desempenho de construção, São eles: contaminado com tintas, solventes, óleos etc., ou durante demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais etc.

Os geradores precisam ter o objetivo como prioridade de não gerar resíduos subsidiariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final. Esses

resíduos da construção civil não conseguirão ser sujeitos Locais de disposição de resíduos municipais, “lixões”, taludes, corpos d’água, espaços abertos e áreas legalmente protegidas. Dentro de 18 meses a partir de 2 de janeiro de 2003, essa data foi quando entrou em vigor a solução. É o mecanismo para a efetivação da gestão dos resíduos da construção civil. O plano de gestão integrada de resíduos de engenharia civil e construção, que vem sendo elaborados pelos municípios, terá que consistir- de acordo com a resolução:

- I- Orientações com métodos e procedimentos. Os planos de gestão de resíduos de construção civil urbana e os projetos de gestão de resíduos de construção civil são desenvolvidos por grandes geradores para permitir que todos os geradores cumpram suas responsabilidades;
- II- Dependendo do tamanho da área urbana, cadastramento de áreas públicas ou privadas adequadas à recepção, triagem e armazenamento temporário de pequenos lotes de resíduos para posterior transporte de resíduos de pequenos geradores para áreas de tratamento;
- III- Procedimentos de licenciamento para estabelecimento de áreas de processamento para disposição final de resíduos;
- IV- Proibição de destinação de resíduos de construção, ex.: Contaminado com tintas, solventes, óleos etc., ou durante demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais etc.;
- V- Promover a reintrodução de resíduos reutilizáveis ou recicláveis no ciclo produtivo;
- VI- Determinação de critérios para cadastramento de operadores de transporte;
- VII- Atividades de direção, fiscalização e controle dos concessionários participantes;
- VIII- Atividades de capacitação voltadas à redução da geração e separação de resíduos. O programa municipal de gerenciamento de resíduos da construção civil é desenvolvido, implementado e coordenado pelo município, que determina diretrizes e procedimentos técnicos para o cumprimento das obrigações dos pequenos criadores de

acordo com as normas técnicas do sistema local de limpeza urbana. Os projetos de gestão de resíduos de construção civil são desenvolvidos e implementados pelos autores (excluindo pequenos projetos), cujo objetivo é determinar os procedimentos necessários para uma gestão e destinação ambientalmente segura de resíduos.

### **3.2 Impacto Ambiental na Cadeia Produtiva da Construção Civil**

O setor da construção civil constantemente traz novas discussões sobre a necessidade de buscar aprimoramentos para o desenvolvimento sustentável, isso se dá pelo fator de ser grande dependente dos recursos naturais e consequente geradora de resíduos (BRASILEIRO & MATOS, 2015). De acordo com os autores, este setor ocasiona relevantes impactos ambientais, desde o momento da mineração das matérias-primas necessárias à execução das obras, durante a sua execução e continua até a retirada final dos resíduos gerados, o que acarreta diversas alterações urbanas envolvendo áreas degradadas. Devido ao crescimento e desenvolvimento populacional, foi necessário refinar o conceito de “desenvolvimento sustentável”. Por se tratar de um problema global, a busca por atividades voltadas à sustentabilidade deve ser perpendicular ao processo global (Sá et al., 2019). A ONU adota o conceito formal de desenvolvimento sustentável como “aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades”.

Esta é uma indústria que utiliza processos conservadores e tem um impacto significativo no meio ambiente. O estudo descreve a prática de quebrar blocos de concreto logo após a instalação das paredes para que possam ser instaladas tubulações elétricas e hidráulicas, por exemplo. Além do uso irregular e insignificante de materiais por falta de projetos. Alguns exemplos da literatura, como a compra excessiva de materiais ou a maior variedade e quantidade levando à compra de materiais incompatíveis para uso, e outros fatores que acabam por levar a uma série de impactos ambientais (BRASILEIRO & MATOS, 2015).

Recentemente tem havido um aumento de atividades sociais e reclamações sobre situações que afetam o meio ambiente (PNUMA, 2020). Indo muito além das



preocupações com a matéria-prima construtiva, sua preparação tem muitas implicações para qualquer processo de fabricação. Aparecendo desta forma, podemos questionar os efeitos que produziu durante a sua fase de criação, onde estudos descrevem grandes quantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) entrando na atmosfera. Devido à geração de resíduos gerados, que geralmente são classificados como inertes, ou seja, segundo a NBR 10004 desde 2004, um produto que permanece inalterado por muito tempo, tornando-se um problema distante de sua produção, mas também de seu descarte após desmontagem (Brasileiro e Matos, 2015).

O objetivo da legislação atual do país é traçar estratégias decisivas para reduzir os potenciais impactos da construção. Para começar, temos uma licença ambiental, onde é “uma obrigação legal imposta a qualquer negócio ou atividade que cause degradação ou poluição ambiental”. ou seja, um ponto de partida para iniciar o processo de extração e recuperação de recursos de um determinado local. Isso é feito por meio da participação pública na tomada de decisões por meio de consultas públicas onde as licenças são emitidas pelos órgãos ambientais nacionais e pelo IBAMA, que é parte integrante do SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente).

O objetivo da legislação atual do país é traçar estratégias decisivas para reduzir os potenciais impactos da construção. Para começar, temos uma licença ambiental, onde é “uma obrigação legal imposta a qualquer negócio ou atividade que cause degradação ou poluição ambiental”. ou seja, um ponto de partida para iniciar o processo de extração e recuperação de recursos de um determinado local. Isso é feito por meio da participação pública na tomada de decisões por meio de consultas públicas onde as licenças são emitidas pelos órgãos ambientais nacionais e pelo IBAMA, que é parte integrante do SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente).

De acordo com a legislação relativa aos critérios e procedimentos para o gerenciamento de resíduos de construção, a Decisão CONAMA 307 de 2002 está definida no artigo 2º, Resíduos de construção: resultantes de obras de construção, reforma, reparo e demolição, bem como preparo de solo e escavação, por exemplo: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solo, pedras, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, telhados, argamassas, gesso, telhas, asfalto, vidro, plástico, tubos, fios elétricos, etc., muitas vezes chamados de resíduos de construção, cascalho ou lascas. Segundo a Câmara da Indústria da Construção

Brasileira – CBIC (2017), o debate sobre esse tema é considerado *mainstream* – *predominante* – e crítico. Os assuntos descritos como focos são: água; desenvolvimento Humano; energia; materiais e sistemas; ambiente, infraestruturas e desenvolvimento urbano; das Alterações Climáticas; e desperdício.

### **3.3 Gestão e Gerenciamento de Resíduos**

Conforme CARNEIRO (2013), o termo "lixo" é equiparado a "rejeito", definindo-o como a porção dos resíduos sólidos que não encontra aplicação devido à ausência ou ineficácia das políticas públicas e recursos tecnológicos disponíveis. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estipula que esses resíduos devem ser destinados à disposição final apenas após esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação. A Lei nº 14.236, sancionada em 13 de dezembro de 2010, apresenta a definição de resíduos sólidos, conforme o inciso 22 XVII, como qualquer material, substância, objeto ou bem descartado em decorrência de atividades humanas em sociedade.

Esses resíduos requerem uma disposição final no estado sólido ou semissólido, incluindo gases contidos em recipientes e líquidos com particularidades que impossibilitem seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, exigindo soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (PERNAMBUCO, 2010).

De acordo com a PNRS (2010), a responsabilidade pela destinação adequada dos resíduos, sejam eles de origem pública ou privada, recai sobre aqueles que os geram. No entanto, pequenos geradores frequentemente não cumprem essa obrigação, resultando no descarte desses materiais em vias públicas, terrenos baldios e nas proximidades de corpos d'água, causando degradação do ambiente natural e urbano.

Segundo a Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os resíduos provenientes da construção civil compreendem materiais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeira, entre outros, sendo comumente denominados entulhos de obras, caliças ou metralha (CONAMA, 2002).

Os principais impactos ambientais relacionados aos resíduos da construção civil estão frequentemente associados ao seu descarte irregular. As ações relacionadas à gestão e disposição final desses resíduos têm implicações ambientais que afetam direta ou indiretamente diversos aspectos do desenvolvimento sustentável (PASCHOALIN; GRAUDENZ, 2012). O Manual para Implantação de Sistema de Gestão de Resíduos de Construção Civil em Consórcios Públicos (2010), elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), tem como objetivo facilitar e regulamentar a correta gestão desses resíduos.

O manual visa fiscalizar o fluxo de materiais e incentivar a adoção de procedimentos adequados para a disposição de resíduos de construção, promovendo a criação de pontos de recebimento para pequenas quantidades desses resíduos em locais apropriados, além de incentivar a minimização da geração de resíduos e a reciclagem, através da triagem obrigatória dos materiais coletados (BRASIL, 2010).

No contexto do Recife, a Lei 17.072 institui o Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, estabelecendo as diretrizes e critérios para sua implementação. Essa legislação também define o papel dos grandes e pequenos geradores de resíduos. O pequeno gerador é aquele responsável pela geração de resíduos de construção em volumes de até 1 metro cúbico por dia e não pode descartá-los na coleta domiciliar regular. Por sua vez, o grande gerador, responsável pela geração de volumes superiores a 1 metro cúbico por dia, deve elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), detalhando a quantidade, qualidade, transporte e destinação desses resíduos (EMLURB, 2016).

No entanto, no Brasil, a destinação adequada e a reciclagem de entulho ainda são práticas pouco difundidas. Em Recife, as ecoestações foram criadas como locais de recebimento de resíduos, oferecendo à população uma alternativa para o descarte de móveis antigos, resíduos de pequenas obras residenciais e outros materiais com um volume de até 1m<sup>3</sup>/dia - um metro cúbico por dia - (RECIFE, 2017).

### **3.4 Alternativas Sustentáveis**

Porém, de acordo com a classificação da referida resolução, as possibilidades de avaliação desses materiais são óbvias. Assim, os resíduos Classe A podem ser utilizados na construção civil para produção de agregados de argamassa, para aterros próprios ou aterros homologados. Para a Classe B, os materiais podem ser reintroduzidos como matéria-prima para cada tipo de material em determinados processos. A Classe C pode ser utilizada como matéria-prima na indústria cimenteira, enquanto a Classe D, por ser considerada perigosa e não avaliada para reciclagem ou recuperação, deve ser utilizada conforme Decisão nº 307/2002 do CONAMA (SÃO PAULO, 2010).

Exemplos de aplicação do RCC foram estudados por diferentes autores e utilizados para diferentes fins. Dessa forma, são garantidas diversas possibilidades, inclusive a sua utilização na cobertura de estradas, especialmente nas camadas básica e inferior dos pavimentos, além dos pavimentos rodoviários principais (SILVA; MALHEIROS; CAMPOS, 2013). Também podem ser utilizados na produção de tábuas e argamassas de pavimentação, na produção de concreto e na produção de elementos como blocos, bordaduras e outros produtos. Outra opção é o agregado de concreto utilizado na produção de concreto novo, que apresenta resultados tecnicamente e economicamente satisfatórios (PIMENTEL et al., 2018).

Os RCC podem ser feitos de diversos materiais, o que leva a pesquisa a explorar diferentes representações. Exemplo disso é o trabalho de Reis (2016), cujo objetivo foi analisar o percurso de montagem dos resíduos cerâmicos adicionados à massa cerâmica utilizada na fabricação de tijolos.

Ao final do estudo, o autor confirmou sua viabilidade ao constatar que esse processo permite um correto afastamento da responsabilidade ambiental, além de

diminuir custos de produção e melhorar as propriedades finais dos tijolos. Durante o processo produtivo, os resíduos devem ser suficientemente tratados por equipamentos de britagem ou moagem até que o tamanho de partícula desejado seja alcançado. Ao planejar o uso, o pavimento deve ter a classificação do solo e os resultados dos testes de dosagem de resíduos do solo avaliados com precisão, bem como variações na capacidade de suporte, massa seca máxima visível e até mesmo umidade e expansão ótimas (BEZERRA, 2019).

Ainda seguindo as abordagens de Bezerra (2019), o autor ressalta, porém, que é necessário estudar a rentabilidade econômica da produção de agregados graúdos (por exemplo, brita) e agregados finos (por exemplo, areia média) no próprio canteiro de obras. porque nesta situação torna-se uma técnica relativamente cara.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

O IBGE desempenha o papel fundamental de fornecer informações e estatísticas vitais para atender às demandas de uma ampla gama de setores da sociedade civil, bem como dos órgãos dos governos federal, estadual e municipal. Segue levantamento na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1: Geração de RCC em t/ano (tonelada por ano) dos estados brasileiros.

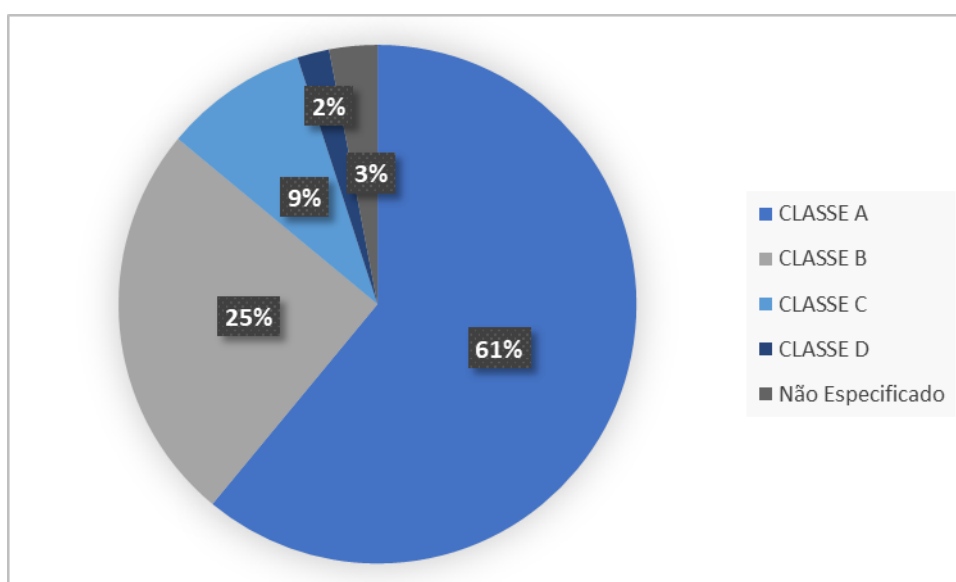
Região	Estados	Geração de RCC (em t/ano)
Sudeste	São Paulo (SP)	23.144.667
	Minas Gerais (MG)	10.646.333
	Rio de Janeiro (RJ)	8.683.095
	Espírito do Santos (ES)	2.032.026
Nordeste	Bahia (BA)	7.465.317
	Pernambuco (PE)	4.808.311
	Ceará (CE)	4.593.552
	Maranhão (MA)	3.557.299
	Paraíba (PB)	2.019.639
	Rio Grande do Norte (RN)	1.767.083
	Alagoas (AL)	2.019.639
	Piauí (PI)	1.640.740
Sergipe (SE)	1.159.411	
Sul	Paraná (PR)	5.758.420
	Rio Grande do Sul (RS)	5.711.487
	Santa Catarina (SC)	3.626.251
Norte	Pará (PA)	4.345.373
	Amazonas (AM)	2.103.857
	Rondônia (RO)	898.230
	Tocantins (TO)	795.124
	Acre (AC)	447.235
	Amapá (AP)	430.887
	Roraima (RR)	315.591
Centro-Oeste	Goiás (GO)	3.556.770
	Distrito Federal (DF)	1.527.575
	Mato Grosso (MT)	1.763.110
	Mato Grosso do Sul (MS)	1.404.697
Estimativa do RCC gerado (t/ano)		105.877.846

Fonte: Dados de literatura do IBGE [12, 24].

## 4.2 Sistema Nacional de Infomaração sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos

O SINIR+ um sistema brasileiro de âmbito nacional criado pelo Governo Federal. Ele tem como objetivo coletar e consolidar informações relacionadas à gestão de resíduos sólidos em todo o país. De acordo com o ele, apresentamos na Figura 2 as quantidades de resíduos gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis, com base no ano de 2019.

Figura 2: Massa de Resíduos gerados por classe no território brasileiro.



Fonte: SINIR, 2019.

## 4.3 ABRECON

É uma organização que atua no Brasil para promover e desenvolver a reciclagem de resíduos da construção civil e demolição, buscando soluções sustentáveis para a gestão desses materiais, contribuindo assim para a redução do impacto ambiental e o uso mais eficiente dos recursos nesse setor. A ABRECON desempenha um papel importante na defesa de práticas ambientalmente responsáveis na indústria da construção.

E através de uma pesquisa realizada nos anos de 2019 e 2020, coletamos os seguintes dados apresentados nas tabelas 2 e 3, apenas referente ao estado de Pernambuco:

Tabela 2: Indicador per capita da geração de RCC =  $(4,75 \times \text{IDH}) - 3,52$

Faixa de IDH dos municípios		Indicador per capita (t/ hab.ano)
(calculado pela equação abaixo)	0,86 – 0,80	0,760 – 0,500
	0,80 - 0,78	0,500 - 0,370
< 0,78		0,200

Fonte: Pesquisa Setorial ABRECON 2019/2020. Dados referente aos anos entre 2010 e 2018.

Tabela 3: Geração de Resíduos com indicador per capita da Região do Recife.

Região Metropolitana de Recife				
Cidades	IDH	Ind. geração RCC (t/hab.ano)	População (hab)	Geração RCC (t/ano)
Abreu e Lima	0,679	0,2	94.429	18.886
Araçoiaba	0,592	0,2	18.156	3.631
Cabo de Santo Agostinho	0,686	0,2	185.025	37.005
Caramagibe	0,692	0,2	144.466	28.893
Igarassu	0,665	0,2	102.021	20.404
Paudalho	0,639	0,2	51.357	10.271
Ilha de Itamaracá	0,653	0,2	24.888	4.978
Itapissuma	0,633	0,2	23.769	4.754
Jaboatão dos Guararapes	0,717	0,2	702.298	140.460
Moreno	0,652	0,2	56.696	11.339
Olinda	0,735	0,2	393.115	78.623
Ipojuca	0,619	0,2	96.204	19.241
Paulista	0,732	0,2	334.376	66.875
Recife	0,772	0,2	1.537.704	307.541
São Lourenço da Mata	0,653	0,2	1.114.079	222.816
<b>Total</b>	-	-	<b>4.878.583</b>	<b>981.397</b>

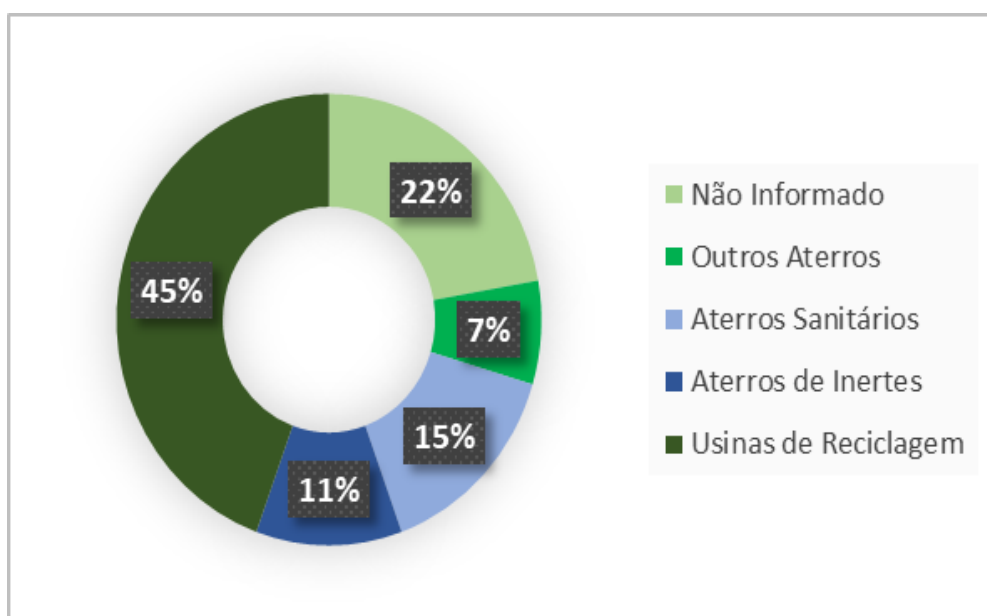
Fonte: Pesquisa Setorial ABRECON 2019/2020.

De acordo com a pesquisa citada anteriormente, junto aos governos estaduais, foram verificadas as formas de descartes adequados e inadequadas de todas as regiões do Brasil – que foram apresentadas na tabela 1 –, se nessas regiões também havia a existência de planos de gestão para os resíduos gerados na construção etc.; 15 dos 26 estados e o Distrito Federal (aproximadamente 56%)



indicam que o destino do RCD nestas localidades é feito em usinas de reciclagem ou aterros de inertes, como apresentado na Figura 2. No entanto, quase metade dos estados ainda indicam destinações impróprias para o RCC, tais como aterros sanitários (local de destino proibido pela resolução CONAMA 307 e Lei nº 12.305/2010) e outros aterros (que pode incluir áreas de descarte irregular e clandestino). 6 estados (quase 30%) não retornaram a resposta sobre o destino dos seus resíduos de construção.

Figura 3: Destino do RCD segundo os Governos Estaduais.



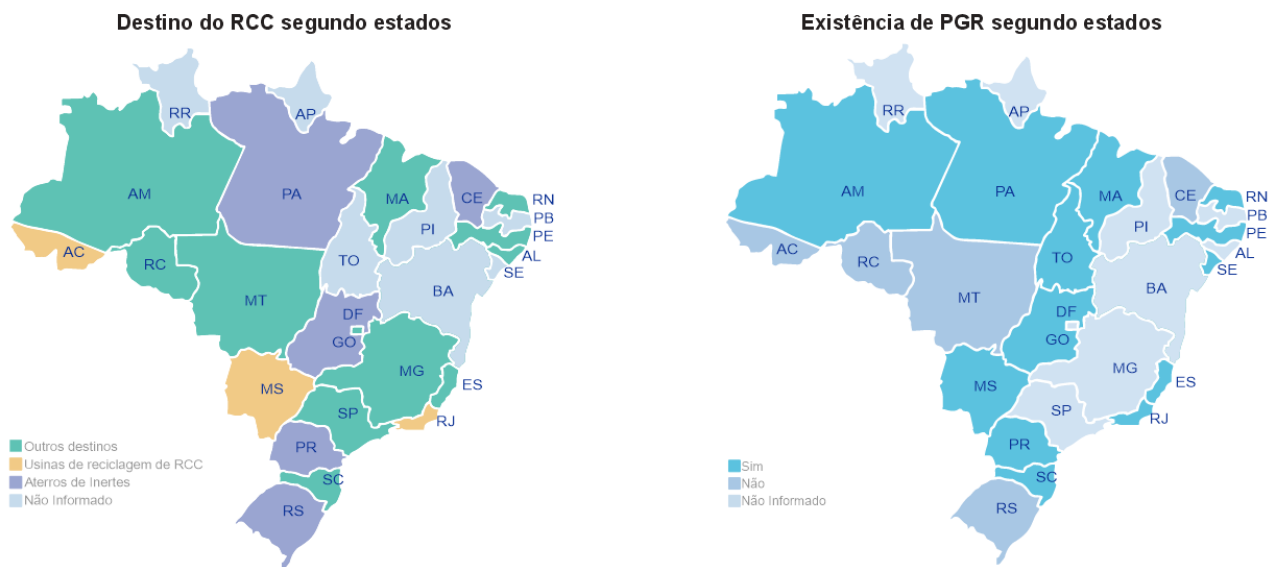
Fonte: Pesquisa Setorial ABRECON 2019/2020.

Locais inadequados para RCC estão listados em quase todas as regiões do Brasil. A figura 3 mostra que nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, a maioria dos estados (mais de 70 %) relatou que havia soluções adequadas para o destino do RCD. Nas demais áreas, esse número é inferior a 50 %, sendo que a prática do descarte inadequado ainda prevalece nos estados. 13 dos 27 estados (cerca de 48 %) informam que existiam planos de gerenciamento de resíduos de construção, conforme também mostrado na ilustração 56. Esses planos são fundamentais para a estruturação da rede de reciclagem nos maiores aglomerados urbanos e consórcios intermunicipais (por pequenos municípios). A proporção de pessoas desinformadas

era elevada, quase 30 %, enquanto cinco estados (cerca de 20 %) relatar não ter um plano nacional de gestão de resíduos que abordasse a questão dos resíduos de construção.

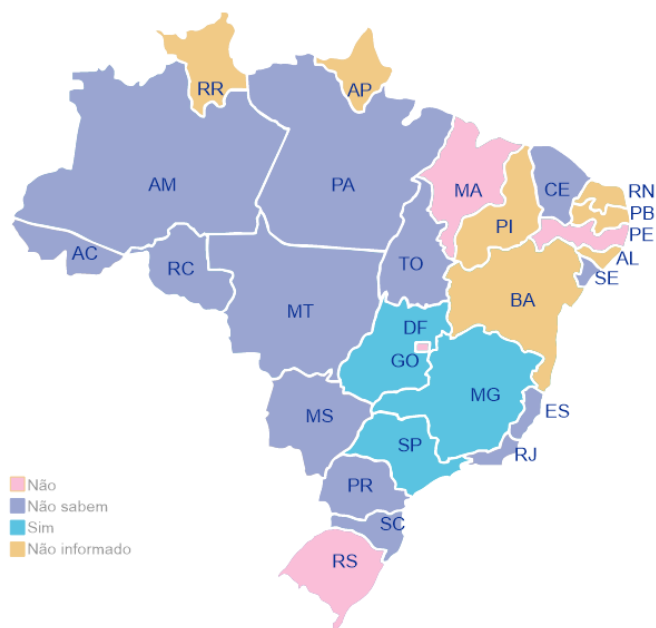
Dada a divulgação limitada de planos de gestão de resíduos de construção em alguns estados, ainda existe um equívoco de que não existem aterros clandestinos de RCC nos estados, como mostra a figura 4; 12 dos 27 estados (quase 40 %) afirmam que não existem lixões secretos desse tipo nos estados.

Figura 4: Tipos de destino do RCC (à esquerda), e existência de plano de gestão de resíduos (à direita) informado pelos Governos Estaduais.



Fonte: Pesquisa Setorial ABRECON 2019/2020.

Figura 5: Respostas dos Governos Estaduais sobre a conhecimento da existência de aterro clandestino.



Fonte: Pesquisa Setorial ABRECON 2019/2020.

A reutilização e reciclagem de resíduos deve respeitar a possibilidade de reutilização de materiais ou o retorno econômico da reciclagem in loco dos resíduos, evitando a remoção e a eliminação. Ao gerenciar corretamente os resíduos nos canteiros de obras, possibilita a identificação de materiais reutilizáveis, o que resulta em economia e evita a compra de novos materiais, além de reduzir custos e transporte (SINDUSCOM-SP, 2005, p. 25).

#### 4.4 Análise Bibliográfica para os Desafios à Implantação do PGR

Com o uso do método da revisão sistemática, listamos algumas citações que apresentam as dificuldades que a população e até mesmo o governo, tanto estadual e municipal, tem para implementar um plano de gestão dos resíduos (PGR) gerados na construção civil.

Tabela 4: Desafios à implementação bem-sucedida para um programa de gestão de resíduos.

DESAFIOS	AUTOR	OBRA	ANO
Os sistemas de gestão de resíduos sólidos sustentáveis devem ser adotados plenamente pelas autoridades locais em colaboração com ambos os setores privado e público. Conhecer as características da geração dos RSU é o ponto de partida fundamental para isto, porque auxilia no cumprimento da legislação e no próprio manejo e planejamento das ações de coleta, tratamento e disposição final	Karak et al.; BHAGAT, R. M.; BHATTACHARYYA, P.	Municipal solid waste generation, composition, and management: The world scenario.	2012
Se a produção per capita de resíduos for mantida na faixa do que é gerado atualmente, cerca de 1,04 kg/hab/dia, no ano de 2042 serão gerados mais de 31,6 trilhões de toneladas de RSU, computando uma geração recorde. Além disso, tem-se observado que a taxa de produção de resíduos per capita no país tem crescido em proporções maiores do que a taxa de crescimento da população	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE	Panorama dos resíduos sólidos no Brasil - 2010. 2011	2015
Em relação às questões sociais, muitas famílias que sobrevivem da coleta e venda dos materiais recicláveis retirados dos locais inadequados de disposição dos RSU não poderão mais trabalhar ali e deverão ser realocadas e organizadas em cooperativas de catadores.	TIRADO-SOTO, M. M.; ZAMBERLAN, F. L.	Networks of recyclable material waste-picker's cooperatives: an alternative for the solid waste management in the city of Rio de Janeiro.	2013
O tratamento e a gestão de resíduos sólidos urbanos devem ser observados com cautela e planejamento, principalmente devido ao impacto sobre o meio ambiente	SANTIBAÑEZ-AGUILAR, J. E. et al.	Optimal planning for the sustainable utilization of municipal solid waste.	2013

<p>A comparação entre a quantidade gerada e coletada mostra que diariamente mais de 20.000 toneladas deixaram de ser coletadas no país. Muito provavelmente estes resíduos tiveram um destino impróprio</p>	<p>ABRELPE</p>	<p>Panorama dos resíduos sólidos no Brasil -</p>	<p>2015</p>
<p>A gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é um grande desafio para os países em desenvolvimento</p>	<p>SAIKIA, D.; NATH, M. J.</p>	<p>Integrated solid waste management model for developing country with special reference to Tezpur municipal area, India.</p>	<p>2015</p>
<p>A problemática da gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil tem sido bastante discutida nos últimos anos, principalmente após a instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei 12.305/2010 - que estabelece em seu bojo o mês de agosto de 2014 como prazo final para erradicação dos vazadouros e lixões no país, entre outras instruções normativas.</p>	<p>CARDOSO FILHO, Gerson Teixeira. Avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos na cidade de Parintins/AM</p>	<p>Desafios e oportunidades à luz da Política Nacional de Resíduos Sólidos</p>	<p>2014</p>
<p>Ainda que referida política pública apresente mecanismos de incentivo a boas práticas socioambientais, preceitos de participação social e ferramentas para implementação de sistemas de logística reversa, muitos deles não são integral ou parcialmente aplicados, o que dificulta as atividades que apresentam Responsabilidade Social Empresarial e oferecem ganhos à coletividade, como faz o Setor 2.5 da economia e como é o caso da empresa Retalhar.</p>	<p>JORGE BRUNETTI SUZULI</p>	<p>Universidade Estadual Paulista (Unesp)</p>	<p>2019</p>

<p>"...os desafios e oportunidades relacionados à gestão dos resíduos sólidos urbanos são centrais e se retroalimentam negativamente pela falta de pessoal, de recursos e de projetos;"</p>	<p>Alexandre Túlio Amaral NASCIMENTO1*, Thaís Mara Monteiro dos SANTOS1 , Anderson Rodrigues de OLIVEIRA2 , Farley Rocha LOBO1 , Juliana Nascimento MAGNO1 , Gustavo Tofanin CRISTOFOLI</p>	<p>DEMA DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE.</p>	<p>2023</p>
<p>As instituições públicas possuem um grande poder de compra e devem primar por influenciar agentes públicos, consumidores, parceiros e fornecedores na utilização de práticas sustentáveis. Dessa forma, as Compras Públicas Sustentáveis (CPS) desempenham papel fundamental e essencial na implementação de políticas públicas de sustentabilidade, haja vista que o Estado passa a ser um indutor de proteção ambiental e de desenvolvimento social e econômico, estimulando tanto o setor público quanto a iniciativa privada a alavancar a produção e o consumo sustentável.</p>	<p>EDNA RIBEIRO FREITAS</p>	<p>IFNMG – Campus Montes Claros.</p>	<p>2017</p>
<p>"...processo de reciclagem dos RSU; avaliar como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) contribuiu para a disseminação das Cooperativas de Materiais Recicláveis e como a gestão municipal pode utilizar os PEVs como instrumentos para o fortalecimento das práticas da coleta seletiva no Brasil. A gestão municipal, utilizando os 16 indicadores selecionados, poderá estruturar PEVs, atendendo a PNRS, e qualificar a gestão dos RSU."</p>	<p>Viña, F. S., Kipper, L. M., &amp; Moraes, J. A. R.</p>	<p>CONTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA COMO INSTRUMENTO PARA O FORTALECIMENTO DA GESTÃO MUNICIPAL E PRÁTICAS DE COLETA SELETIVA:</p>	<p>2022</p>

<p>Nas últimas décadas, as questões ambientais estão gerando mudanças nos processos econômicos e produtivos mundiais, como reflexos das exigências da sociedade em relação aos valores e a um processo crescente de conscientização ecológica, onde já é possível entrever um número crescente de universidades em várias partes do mundo desenvolvendo estudos. e implementando práticas ambientais em seus campi.</p>	<p>Engelman, R., Guisso, R. M., &amp; Fracasso, E. M.</p>	<p>AÇÕES DE GESTÃO AMBIENTAL NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR: O QUE TÊM SIDO FEITO POR ELAS?</p>	<p>2009</p>
<p>As Universidades podem ser consideradas "minicidades autônomas", que servem de modelo para a Gestão de Resíduos Sólidos e assim, potencializam o desenvolvimento sustentável. Dentre os tipos de resíduos, os sólidos Classe II merecem destaque, uma vez que representam considerável parcela dos resíduos gerados e possuem potencial de reciclagem, quando bem gerenciados.</p>	<p>CAMILA CALDERARO VENTURA DE AZEVEDO</p>	<p>Diagnóstico e proposta de melhoria da gestão de resíduos sólidos (Classe II)</p>	<p>2022</p>
<p>Os resíduos sólidos e a limpeza urbana se constituem em sérios problemas de saúde ambiental nas cidades. Neste sentido, a coleta seletiva pode funcionar como estratégia para amenizar os impactos provocados pelo acúmulo de resíduos, sejam recicláveis ou não. Trata-se de um estudo de abordagem qualitativa, com perfil descritivo exploratório, de caráter transversal. A população do estudo foi composta por residentes do município de Cláudio-MG.</p>	<p>ROMINA ROCHA BARROSO AMORIM</p>	<p>Prática de coleta seletiva de moradores condôminos em um município do interior de Minas Gerais</p>	<p>2018</p>
<p>Com o crescimento das cidades e a intensificação da globalização, surgem cada vez mais desafios ambientais que demandam a implementação de estratégias e planos efetivos para enfrentá-los. Este artigo destina-se a propor um modelo de planejamento estratégico ambiental para o município de Pedro Avelino/RN que possa contribuir com a sua gestão ambiental.</p>	<p>Trindade Filho, W. J., Borges, T. de M. D., &amp; Oliveira, L. A. B. de.</p>	<p>Proposta de um planejamento estratégico ambiental utilizando as matrizes SWOT E BSC: estudo de caso em um município de pequeno porte. Revista Produção Online,</p>	<p>2023</p>

<p>Os serviços de saneamento prestados à população rural do Brasil apresentam elevados déficits de cobertura. Historicamente, os investimentos em saneamento básico foram concentrados nos grandes centros urbanos, em detrimento das áreas rurais. As soluções adotadas pelas comunidades rurais para a gestão dos resíduos sólidos gerados em suas propriedades resultam de decisões locais e individuais e, em geral, visam eliminar os resíduos sem se preocupar com os impactos ambientais.</p>	<p>IZABEL CRISTINA DDE MATOS ANDRADE</p>	<p>ENG-DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL UFMG</p>	<p>2023</p>
<p>A fim de sanar os problemas decorrentes da gestão inadequada e contribuir para minimização dos impactos ambientais, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi instituída no Brasil pela Lei Nº 12.305/2010 que dentre suas prerrogativas impõe a necessidade de elaboração e a implementação de Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS).</p>	<p>JÚLIA TAUBE</p>	<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL CAMPUS CERRO LARGO</p>	<p>2022</p>
<p>A Política Nacional de Resíduos Sólidos iniciou um processo de mudança na abordagem das questões relativas aos resíduos sólidos. As associações de catadores foram priorizadas para prestação do serviço de coleta seletiva, aliando um serviço ambiental à inclusão social.</p>	<p>CRISTINE DIZIZ SANTIAGO,ÉERICA ZANARDO OLIVEIRA E ÉERICA PUCLIESI</p>	<p>REVISTA ESPACIO</p>	<p>2016</p>
<p>Com o crescimento acelerado da população brasileira nos centros urbanos, o gerenciamento de resíduos vem sendo um dos principais desafios devido ao volume diário produzido e a complexidade de encontrar soluções para tratamento e destinação desses. Os potenciais impactos associados aos resíduos sólidos urbanos motivam o desenvolvimento de pesquisas científicas sobre o assunto e a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) destaca-se como uma técnica de apoio à tomada de decisão sobre um modelo de gerenciamento de resíduos.</p>	<p>Mônica Daniele Neves dos Santos; Rosane Cristina de Andrade; Nathalia Salles Vernin; Alena Torres Netto</p>	<p>Engenheira Ambiental e Sanitária pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).2.Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da UERJ. Maracanã</p>	<p>2022</p>



<p>A logística reversa é parte da maioria das modernas políticas de resíduos em todo o mundo. Considerada essencial na ampliação dos índices de reciclagem para muitos resíduos, é instrumento fundamental para ajustar a aplicação de princípios que permitem criar meios de restituir aos setores produtivos vários produtos e embalagens pósconsumo como matéria-prima.</p>	<p>RIBEIRO, F.M.a,*; KRUGLIANSKAS, I.</p>	<p>CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo</p>	<p>2015</p>
--	---	---	-------------

Fonte: Própria

Em pesquisa foram constatados que os maiores desafios de um plano de gestão de resíduos é não ter um bom planejamento pelas autoridades com os setores públicos e privados para poder assim diminuir a geração e o descartes em locais inadequados; e é impactante na economia ter implementação de um plano de gestão eficientes na geração dos resíduos no setor da construção civil, pois são uns dos mais que geram esses tipos de resíduos (Karak et al, 2012).

A destinação final desses materiais também vem sendo um dos maiores problemas para o município por não ter locais adequados que comportem tantos resíduos gerados por essa categoria. A solução seria os órgãos públicos, privados e a população se unirem para não só uma educação ambiental, mas também aplicarem planos de gerenciamento abordando reciclagem, reuso e destinação final adequada dos resíduos (SAIKIA, D.; NATH, M. J./2015).

## 4.5 Análise Bibliográfica sobre a Destinação do Resíduos na Engenharia

Através do levantamento bibliográfico foi possível identificar quais eram as áreas mais provenientes dentro da engenharia e construção, que seriam reutilizados esses resíduos gerados pela construção civil.

Tabela 5: Áreas na engenharia que podem ser destinados os resíduos recicláveis.

DESTINAÇÃO	AUTOR	OBRA	ANO
'...nos Estados Unidos e na Europa a reciclagem de resíduos da construção para produção de agregados é realidade há mais de trinta anos.'	PHILIPPI JR, A., ROMÉRO, M. A, BRUNA, G. C	Curso de Gestão Ambiental	2004
'...o Programa Municipal assume caráter de serviço público com a implantação de uma rede de serviços por meio da qual os pequenos geradores e transportadores podem assumir suas responsabilidades na destinação correta dos resíduos da construção civil e volumosos decorrentes de sua própria atividade.'	PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R.	Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil. Como implantar um Sistema de Manejo e Gestão dos Resíduos da Construção Civil nos Municípios	2005
'Desde que não estejam contaminados, destinar a pequenas áreas de aterramento ou em aterros de resíduos da construção civil, ambos devidamente licenciados pelos órgãos competentes.'	SINDUSCON-SP	Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil	2005
'Outros exemplos de aplicação acontecem na confecção de pavers para pisos, utilização de resíduos de alvenaria, concretos e argamassas em bases para pisos de concreto sem função estrutural e a confecção de blocos de concreto utilizando agregados reciclados de blocos cerâmicos, concreto ou caco de cerâmica.'	Rosimeire Suzuki Lima Ruy Reynaldo Rosa Lima	Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil	2009
'As usinas de reciclagem é o local ambientalmente adequado para receber os resíduos provenientes da construção civil. Elas são subdivididas em duas categorias fixas e móveis'	Gleyson B. Machado	Reciclagem de resíduos da Construção Civil	2014
'...uso na pavimentação de vias, especificamente nas camadas de base e sub-base de pavimentos, além de coberturas primárias de vias'	Núbia Cristina da Silva; Agostinho Carneiro Malheiros; Roberto Campos	A reciclagem e o destino final dos resíduos sólidos de construção e demolição produzidos no município de Goiânia	2013

<p>Ao atrelar a geração do RCC à valorização do produto reciclado, se impõe repensar a sequência construtiva, a execução e a necessidade do desmonte. Esses conceitos devem permitir a dissociação e reemprego de substâncias em condições favoráveis ao aproveitamento.</p>	<p>Melo, Adriana Virgínia Santana</p>	<p>Diretrizes para a produção de agregado reciclado em usinas de reciclagem de resíduos da construção civil</p>	<p>2016</p>
<p>"O projeto para sua utilização no pavimento deve incluir a classificação do solo, e os resultados dos ensaios de dosagem solo-resíduos devem ser avaliados rigorosamente, assim como as variações da capacidade de suporte, da massa específica aparente máxima seca e ainda a umidade ótima e expansão"</p>	<p>BEZERRA, Cláudia Maria da Silva</p>	<p>Análise do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil em obras do município de São Paulo e Região</p>	<p>2019</p>
<p>"Também, podem ser utilizados na fabricação de argamassas de assentamento e revestimento, produção de concretos e fabricação de pré-moldados, a exemplo de blocos, meio fio e outros produtos. Outra possibilidade é o agregado de concreto utilizado na fabricação de novos concretos, mostrando resultados satisfatórios, do ponto de vista técnico e de custo"</p>	<p>PIMENTEL, Lia Lorena; PISSOLATO JUNIOR, Osvaldo; JACINTHO, Ana Elisabete Paganelli Guimarães de; MARTINS, Heline Laura de Sousa.</p>	<p>Argamassa com areia proveniente da britagem de resíduo de construção civil – Avaliação de características físicas e mecânicas</p>	<p>2018</p>
<p>'Para atender às necessidades de consumo de areia, as usinas a serem implantadas na cidade de Salvador devem se destinar exclusivamente a receber RCC triados, livres da presença de solos, RCC da classe B e C.'</p>	<p>Melo, Adriana Virgínia Santana</p>	<p>Diretrizes para a produção de agregado reciclado em usinas de reciclagem de resíduos da construção civil</p>	<p>2016</p>
<p>"Amostras de agregados reciclados de concreto e as misturas de agregados reciclados de concreto com brita graduada simples (BGS) mostram resultados de módulo de resiliência superiores ao longo dos anos"</p>	<p>MORAND, Fernanda Guerra</p>	<p>Estudo das Principais Aplicações dos Resíduos de Obra como Materiais de Construção</p>	<p>2015</p>
<p>"Atualmente a área dos materiais cerâmicos tem sido amplamente estudada a fim de obtenção de novos materiais a partir de matérias-primas alternativas, os resultados com o resíduo do vidro, indicaram que este tipo de resíduo tem potencial para o uso em cerâmica vermelha, devido ao seu caráter inerte e seu poder como material fundente."</p>	<p>CALDAS, T</p>	<p>Reciclagem de resíduo de vidro plano em cerâmica vermelha</p>	<p>2012</p>

"...os resíduos de construção e demolição começaram a ser utilizados em aplicações geotécnicas, como em camadas de base, sub-base e revestimento, devido à sua distribuição de tamanho reportar a do solo natural."	Cardoso, R.; Silva, R. V.; Brito, J. de; Dhir, R.	Use of recycled aggregates from construction and demolition waste in geotechnical applications	2016
"Em contrapartida, a característica de baixa resistência pode ser aproveitada para aplicação em concretos não estruturais, como por exemplo concreto magro, chaminés, meio-fio, calçadas, artefatos de concreto, desde que atendam aos requisitos das normas vigentes."	Rayra Ribeiro Monteirouss, Dinah Amaral da Silva Paula, Stéfani Delgado Fonseca, Jonas dos Santos Pacheco e Gustavo José da Costa Gomes.	Utilização de resíduos provenientes da construção e demolição de reforma residencial como agregado miúdo para fabricação de concreto	2017
"Os resíduos de Classe A (bloco cerâmico, piso cerâmico e restos de argamassa), é recomendado um cuidado no armazenamento para uma futura reciclagem desses materiais e posteriormente uma destinação correta, que seriam as ATT's, Áreas de Reciclagem ou Aterros de resíduos da construção civil licenciados pelos órgãos competentes"	Luiz Fernando Bautitz da Silva Leandro Motter Ailson Oldair Barbisan Elisete Giachini	DESTINO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM OBRAS DE PEQUENO PORTE NO MUNICÍPIO DE PALMITOS-SC	2018

Fonte: Própria

A engenharia em si possui várias ramificações, mesmo quando falamos apenas da área civil. Quando corretamente selecionados e coletados os resíduos, podemos destiná-los novamente aos canteiros (MELO, 2006); como também para área de infraestrutura e pavimentação onde começaram a ser utilizados em aplicações geotécnicas, como em camadas de base, sub-base e revestimento, devido à sua distribuição de tamanho reportar a do solo natural (CARDOSO, R., 2016).

#### **4.6 RESÍDUOS GERADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL QUE NÃO SÃO REICLÁVEIS.**

Através das pesquisas e do levantamento de dados, vimos que os resíduos procedentes do gesso - material classificado como da classe C (CONAMA, 2002) - não possui destinações viáveis, em áreas da engenharia, para sua reutilização. Por exemplo as placas de gesso acartonado, as perdas na construção são significativas,

devido às atividades de corte. Elas dependem muito da modulação da obra.

Estima-se que entre 10 a 12 % do gesso acartonado é transformado em resíduos durante a construção nos EUA (Campbell, 2002).

Como o gesso também é solúvel em água, a presença em um aterro ou base de pavimentação de pontos com grande concentração de gesso vai trazer problemas no longo prazo devido à formação de vazios pela lixiviação do gesso. Pode também afetar a composição e pHs da água do solo de forma mais rápida que a fração à base de cimento Portland afeta. Este aspecto não é relevante em regiões onde o solo já é rico em sulfatos.

De acordo com um estudo feito no município de Cascavel no Paraná, três empresas (Agregare Soluções Ambientais, Paraná Ambiental e Usina da Lapa) eram responsáveis e autorizadas a darem destinação final dos resíduos gerados pela construção civil, de forma a causar o mínimo de impacto ao meio ambiente. A destinação final dada pela Agregare Soluções Ambientais era a reciclagem. Através do processo de biodegradação do gesso e outros materiais é possível produzir um adubo orgânico altamente eficaz na recuperação de solos. A Paraná Ambiental, por sua vez, realizava o descarte do gesso através do encapsulamento geotécnico (confinamento do material usando barreiras de baixa permeabilidade) evitando que a contaminação presente seja lixiviada para o lençol freático. Já a empresa Usina da Lapa era responsável apenas pela coleta e transporte dos resíduos de gesso, levando-os para a empresa Agregare Soluções Ambientais darem o destino final (VALENTE, E., PINHEIRO, G., CARNIEL, A. 2021).

## **5. CONCLUSÃO**

Ao identificar, portanto, algumas possibilidades de aplicação dos resíduos, constatou-se que estas podem ser diversas e devem obedecer à classificação dos resíduos conforme proposto pela legislação. As construções podem incorporar os resíduos devidamente tratados como agregados, em processos específicos baseados no tipo de material, além de serem aplicados na pavimentação de vias urbanas e no melhoramento do canteiro de obras.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho mostrou que mais da metade de todos os resíduos gerados pelo ser humano são provenientes da construção, destacando a magnitude desse setor. Além disso, a revisão revelou que esses resíduos podem originar-se de construções existentes, novas construções, demolições e desperdícios durante a execução da obra. A literatura observa que esses resíduos, em certa medida, resultam de projetos de construção mal elaborados, tornando-se um fator digno de atenção por parte dos planejadores.

No que diz respeito à legislação vigente sobre o tema, este estudo concentrou-se em uma resolução específica do CONAMA. Identificou-se que o Brasil possui parâmetros bem estabelecidos para o planejamento e gerenciamento de resíduos da construção civil. Descobriu-se que esses resíduos devem ser devidamente classificados e destinados corretamente para mitigar os impactos ambientais da obra. A gestão dos resíduos de construção deve ocorrer em etapas distintas, com a responsabilidade do gerador em identificar e quantificar os resíduos.

De modo geral, percebeu-se que a atitude de reciclar e reutilizar parte dos resíduos é uma imposição de documentos normativos legais, visando a redução dos impactos ambientais da construção civil. A revisão constatou que atenuar os impactos ambientais é uma atividade complexa, que deve ser realizada de forma integrada entre os diferentes processos. Observou-se que os Resíduos de Construção Civil (RCC) apresentam um relevante potencial de reciclagem, que deve ser aproveitado pelos geradores, seja reutilizando na própria obra ou direcionando-os para outras finalidades de reciclagem alinhadas à minimização dos impactos ambientais.

Ao identificar algumas possibilidades de aplicação dos resíduos, constatou-se que estas podem ser diversas e devem obedecer à classificação dos resíduos conforme proposto pela legislação. As construções podem incorporar os resíduos devidamente tratados como agregados, em processos específicos baseados no tipo de material, além de serem aplicados na pavimentação de vias urbanas e no melhoramento do canteiro de obras. Foram identificados diferentes benefícios da reintegração desses materiais na construção civil.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), ABNT NBR 15115:2004:  
Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de  
pavimentação - Procedimentos, ABNT, Rio de Janeiro, 2004.

BEZERRA, Cláudia Maria da Silva. Análise do Plano de Gerenciamento de  
Resíduos Sólidos da Construção Civil em obras do município de São Paulo e  
Região. 2019. 134 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental e  
Sustentabilidade) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2019.

CAMPBELL, Steve Lead by Example Walls and Cieling. Posted on:  
03/05/2003.[http://www.wconline.com/CDA/ArticleInformation/features/BNP\\_\\_Features\\_\\_Item/0,3299,93761,00.html](http://www.wconline.com/CDA/ArticleInformation/features/BNP__Features__Item/0,3299,93761,00.html)

CARDOSO, R.; Silva, R. V.; Brito, J. de; Dhir, R. Use of recycled aggregates  
from construction and demolition waste in geotechnical applications, 2016.

CARNEIRO, A. P; BURGOS, P. C; ALBERTE, E. P. V. Uso do agregado  
reciclado em camadas de base e sub-base de pavimentos. Projeto Entulho Bom.  
Salvador: EDUFBA/ Caixa Econômica Federal, 2001;

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Pós-obra: geração de  
renda e emprego na economia, 2021. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2021/02/posobraestudo-cbic.pdf>;

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002). Resolução Nº 307,  
de 5 de julho de 2002. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação.  
Publicada no Diário Oficial da União em 17/07/2002;

CONCEIÇÃO, M. M. M. et al. Diagnóstico dos resíduos de demolição e construção no Brasil Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 9, p. 87466-87481, 2021;

EMLURB. Empresa de Manutenção e Limpeza Pública. Recife, 2016. Disponível em: <http://www2.recife.pe.gov.br/pagina/empresa-de-manutencao-e-limpeza-urbana-emlurb>;

GLEYSSON B. MACHADO, <https://portalresiduossolidos.com/classificacao-dos-residuos-da-construcao-civil-no-brasil>;

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, ed., Pesquisa nacional de saneamento básico: 2008, IBGE, Rio de Janeiro, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e municípios – panorama, 2021a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais.html>;

IBGE - Panorama Brasil, (2020). <https://cidades.ibge.gov.br/> (accessed November 5, 2020).

KITCHENHAM, B. A.; BUDGEN, D.; BRERETON, O. P. The value of mapping studies – A participant-observer case study. BCS Learning & Development, 2010;

PASCHOALIN, J; GRAUDENZ, G. (2012). Destinação irregular de resíduos de construção e demolição (RCC) e seus impactos na saúde coletiva. RGSA, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 127-142, jan/abril 2012;

HEWERTON BARTOLI; Francisco Fernandez. PESQUISA SETORIAL ABRECON 2019/2020. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/documentacao\\_e\\_divulgacao/doc\\_biblioteca/bibli\\_servicos\\_produtos/Biblioteca\\_Digital/BibDigitalLivros/TodosOsLivros/Pesquisa-setorial-ABRECON-2020.pdf](chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/documentacao_e_divulgacao/doc_biblioteca/bibli_servicos_produtos/Biblioteca_Digital/BibDigitalLivros/TodosOsLivros/Pesquisa-setorial-ABRECON-2020.pdf)



MELO, Adriana Virgínia Santana. Diretrizes para a produção de agregado reciclado em usinas de reciclagem de resíduos da construção civil, 2018.

PIMENTEL, Lia Lorena; PISSOLATO JUNIOR, Osvaldo; JACINTHO, Ana Elisabete Paganelli Guimarães de; MARTINS, Heline Laura de Sousa. Argamassa com areia proveniente da britagem de resíduo de construção civil – Avaliação de características físicas e mecânicas. Revista Matéria, v. 23, n. 1, 2018 Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rmat/v23n1/1517-7076-rmat-S1517-7076201700010305.pdf>

RECIFE. Lei nº 17.072, de 04 de janeiro de 2005: Estabelece as diretrizes e critérios para o Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Disponível em: <http://www.recife.pe.gov.br/diariooficial>>;

RESOLUÇÃO 307 CONAMA, <https://www.vertown.com/blog/resolucao-conama-307-02-qual-importancia-para-gestao-de-residuos-da-construcao-civil/>. Acesso em 2023;

SÃO PAULO. Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE). Manual para Gestão de Resíduos em Construções Escolares. São Paulo: FDE, 2010. Disponível em <https://docplayer.com.br/13586039-Manual-para-gestao-de-residuos-em-construcoes-escolares.html>.

SILVA, Núbia Cristina da; MALHEIROS, Agostinho Carneiro; CAMPOS, Roberto. A reciclagem e o destino final dos resíduos sólidos de construção e demolição produzidos no município de Goiânia”, CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 4, Salvador, 2013 Anais... IV CBGA, 2013. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/III-034.pdf>.

SINIR, Relatório Nacional de Gestão de Resíduos. Pesquisa realizado em 2019. Disponível em: <https://relatorios.sinir.gov.br/relatorios/nacional/?ano=2019>.

SINDUSCON-SP. Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil, 2005.

VALENTE, E., PINHEIRO, G., CARNIEL, A. Destinação Final e Reuso do resíduo de gesso – Estudo de caso para Cascavel/Pr .2021. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/download/1682/1466/4854>.