

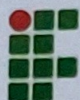


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS - IFG
CÂMPUS APARECIDA DE GOIÂNIA
DEPARTAMENTO DE ÁREAS ACADÊMICAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: SISTEMATIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE SEPARAÇÃO E BENEFICIAMENTO

**DEBORAH ARAUJO DE OLIVEIRA
SABRINA PEREIRA PRIMO**

APARECIDA DE GOIÂNIA
2025



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Deborah Araujo de Oliveira e Sabrina Pereira Primo

Matrícula: 20201090040015 e 20201090040031

Título do Trabalho: Gerenciamento de Resíduos da Construção e Demolição: Sistematização dos Processos de Separação e Beneficiamento

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Aparecida de Goiânia, 10 / 04 / 2025.

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Deborah Araujo de Oliveira e Sabrina Pereira Primo

Matrícula: 20201090040015 e 20201090040031

Título do Trabalho: Gerenciamento de Resíduos da Construção e Demolição: Sistematização dos Processos de Separação e Beneficiamento

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Aparecida de Goiânia, 10 / 04 / 2025.

Sabrina Pereira Primo

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS - IFG
CÂMPUS APARECIDA DE GOIÂNIA
DEPARTAMENTO DE ÁREAS ACADÊMICAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

DEBORAH ARAUJO DE OLIVEIRA
SABRINA PEREIRA PRIMO

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: SISTEMATIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE SEPARAÇÃO E BENEFICIAMENTO

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Aparecida de Goiânia como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e desenvolvido na linha de pesquisa: Construção Civil: Materiais e Tecnologias, sob orientação da professora Dr^a. Maria de Jesus Gomides.

APARECIDA DE GOIÂNIA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

O48

Oliveira, Deborah Araujo de

Gerenciamento de resíduos da construção e demolição: sistematização dos processos de separação e beneficiamento / Deborah Araujo de Oliveira; Sabrina Pereira Primo. – Aparecida de Goiânia, 2025.

42 f. : il.

Orientadora: Dra. Maria de Jesus Gomides.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás: Campus Aparecida de Goiânia, Bacharelado em Engenharia Civil, 2025.

1. Gerenciamento de resíduos. 2. RCD. 3. Fluxograma de processos. 4. Construção civil. I. Sabrina Pereira Primo. II. Título.

CDD 690

Catalogação na publicação:

Thalita Franco dos Santos Dutra – CRB 1/2186

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **Gerenciamento de Resíduos da Construção e Demolição: Sistematização dos Processos de Separação e Beneficiamento**, sob orientação de Maria de Jesus Gomides, apresentada pela aluna **Deborah Araujo de Oliveira (20201090040015)** do Curso **Bacharelado em Engenharia Civil (Câmpus Aparecida de Goiânia)**. Os trabalhos foram iniciados às **17:30** do dia **24/03/2025** pela Professora presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Maria de Jesus Gomides** (Presidente)
- **Tiago Godoi Ribeiro** (Examinador Interno)
- **Rafael Machado Schincaglia** (Examinador Externo)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição da candidata. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

☒ Aprovado

☐ Reprovado

Nota : 9,5

Observação / Apreciações:

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Maria de Jesus Gomides** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Maria de Jesus Gomides** (574.135.411-49), em **31/03/2025 14:00:01** com chave **9566095e0e5111f0a70d005056a537a4**.
- **Tiago Godoi Ribeiro** (969.350.301-53), em **31/03/2025 14:01:13** com chave **c0a066280e5111f09c16005056a537a4**.
- **RAFAEL MACHADO SCHINCAGLIA** (017.083.151-52), em **31/03/2025 14:11:20** com chave **2a65c8040e5311f0b18b005056a537a4**.

Este documento foi emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifg.edu.br/comum/autenticar_documento/ e informe os dados a seguir.

Tipo de Documento: Ata de Projeto Final

Data da Emissão: 31/03/2025

Código de Autenticação: 9044dc



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **Gerenciamento de Resíduos da Construção e Demolição: Sistematização dos Processos de Separação e Beneficiamento**, sob orientação de Maria de Jesus Gomides, apresentada pela aluna **Sabrina Pereira Primo (20201090040031)** do Curso **Bacharelado em Engenharia Civil (Câmpus Aparecida de Goiânia)**. Os trabalhos foram iniciados às **17:30** do dia **24/03/2025** pela Professora presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Maria de Jesus Gomides** (Presidente)
- **Tiago Godoi Ribeiro** (Examinador Interno)
- **Rafael Machado Schincaglia** (Examinador Externo)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição da candidata. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

☒ Aprovado

☐ Reprovado

Nota : 9,5

Observação / Apreciações:

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Maria de Jesus Gomides** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Maria de Jesus Gomides** (574.135.411-49), em **31/03/2025 13:55:42** com chave **fb4cb0e80e5011f09b15005056a537a4**.
- **Tiago Godoi Ribeiro** (969.350.301-53), em **31/03/2025 14:01:40** com chave **d06b4e6a0e5111f0b569005056a537a4**.
- **RAFAEL MACHADO SCHINCAGLIA** (017.083.151-52), em **31/03/2025 14:11:33** com chave **3215a01a0e5311f0a8fd005056a537a4**.

Este documento foi emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifg.edu.br/comum/autenticar_documento/ e informe os dados a seguir.

Tipo de Documento: Ata de Projeto Final

Data da Emissão: 15/04/2025

Código de Autenticação: 7d8bd8



AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaríamos de agradecer a Deus por nos capacitar e permitir que enfrentássemos e vencêssemos os desafios que surgiram ao longo desses 5 anos na graduação.

Agradecemos aos nossos pais, Israel e Luciana, Pedro e Ivani, que nos apoiaram e incentivaram em momentos muito difíceis, quando estávamos cansadas e pensávamos que não iríamos conseguir.

A nossa família e amigos, que acompanharam de perto nossa luta para chegar até aqui, também queremos expressar nosso muito obrigada.

De modo especial, gostaríamos de expressar nossa gratidão à Maria de Jesus Gomides, que aceitou o convite para ser nossa orientadora e nos auxiliou em todas as nossas dúvidas, questionamentos e inseguranças durante a escrita no nosso TCC. Sem ela, nada disso teria sido possível.

Gostaríamos de agradecer aos responsáveis pelas obras e usina que visitamos. Sem a autorização deles e disposição em nos ajudar, não teríamos conseguido atingir os objetivos que idealizamos ao iniciar o desenvolvimento do nosso trabalho.

Por fim, também gostaríamos de agradecer a nós mesmas! O caminho percorrido para chegar até aqui não foi nada fácil, mas ao longo destes 5 anos, fomos apoio uma da outra e tivemos uma parceria não só para o desenvolvimento deste TCC, mas sim ao longo de toda a nossa graduação e sabemos que não teríamos conseguido sem este apoio mútuo. Estamos muito felizes de termos conseguido chegar até aqui.

RESUMO

Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) são gerados a partir das atividades desenvolvidas pela indústria da construção civil e, quando não descartados de forma correta, podem gerar grandes inconvenientes a população e ao meio ambiente. Assim, considerando a possibilidade de reciclar alguns tipos de RCD, surgiram as usinas de beneficiamento, responsáveis por transformar resíduos em agregados reciclados. No entanto, para que o processo seja efetivo, é necessário que haja um gerenciamento dos resíduos, desde a geração até a destinação final. Desta forma, o seguinte trabalho teve como objetivo determinar as etapas necessárias para realizar a gestão adequada dos resíduos provenientes da construção civil. Realizou-se uma pesquisa visando encontrar literaturas que abordassem o gerenciamento de resíduos, além de leis e resoluções importantes. Visitas a duas obras distintas e a uma usina de beneficiamento também foram realizadas, para observar as etapas realizadas, a saber, desde a concepção até o tratamento do RCD. Com base nas informações obtidas, foi elaborado um fluxograma de processo que aborda todas as etapas percorridas pelo resíduo de construção civil, quando submetido ao correto manuseio e tratamento. Constatou-se que as obras e a usina visitadas realizam os processos corretamente, conforme descrito nas literaturas averiguadas. É relevante ressaltar que o fluxograma elaborado poderá ser utilizado como apoio para entendimento do ciclo completo de gerenciamento dos resíduos, visto que não foram encontradas literaturas que o contemplassem.

Palavras-chave: Gerenciamento de Resíduos; RCD; Fluxograma de Processos; Construção Civil.

ABSTRACT

Construction and demolition waste (CDW) is generated from activities carried out by the construction industry and, when not disposed of correctly, can cause major inconvenience to the population and the environment. Therefore, considering the possibility of recycling some types of CDW, processing plants have emerged, responsible for transforming waste into recycled aggregates. However, for the process to be effective, waste must be managed from generation to final disposal. The aim of this study was therefore to determine the steps needed to properly manage construction waste. Research was carried out to find literature on waste management, as well as important laws and resolutions. Visits were also made to two different construction sites and a processing plant in order to observe the stages involved, from design to the treatment of the CDW. Based on the information obtained, a process flowchart was drawn up that covers all the stages that construction waste goes through when it is correctly handled and treated. It was found that the construction sites and the plant visited carry out the processes correctly, as described in the literature. It is important to emphasize that the flowchart drawn up can be used to support understanding of the complete waste management cycle, since no literature was found that covered it.

Key words: Waste Management; CDW; Process Flowchart; Civil engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Recipientes para acondicionamento de RCD	16
Figura 2 - Resíduos de papel, plástico e papelão aguardando transporte interno	21
Figura 3 - Central de armazenamento dos resíduos da construção civil (a); bag para armazenamento de papelão (b), rede de proteção (c), restos de tubos (d); placa de classificação dos resíduos (e)	22
Figura 4 - Armazenamento de resíduos perigosos.....	23
Figura 5 – Caçambas dispostas na rua, em frente à obra.....	23
Figura 6 - Resíduos gerados nas obras, sendo: Classe A (a), madeira e plástico (b), plástico (c), papelão e resíduos perigosos (d)	25
Figura 7 – Resíduos próximo à cremalheira.....	26
Figura 8 - Baías com resíduos de papel (a), papelão (b), plástico (c), madeira (d)	27
Figura 9 - Baia para metal (a) e big bags aguardando coleta (b)	28
Figura 10 - Duto para resíduos Classe A	28
Figura 11 - Acondicionamento de pedaços de tubulação (a) (b) e madeira (c)	29
Figura 12 - Visão geral do pátio	31
Figura 13 - Agregados produzidos pela usina.....	32
Figura 14 – Segregação macro (a) (b) e separação dos agregados por granulometria (c) (d)	33
Figura 15 - Fluxograma para gerenciamento de resíduos da construção civil	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
1.1 Objetivo geral	8
1.2 Objetivos específicos	8
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	9
2.1 Importância do gerenciamento de resíduos gerados pela construção civil	9
2.2 Leis, Resoluções e Instrumentos Normativos sobre gerenciamento.....	11
2.3 Classificação dos resíduos	14
2.4 Descarte inadequado	15
2.5 Separação para coleta	15
2.6 Coleta	17
2.7 Usinas de reciclagem.....	18
3. METODOLOGIA.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Obra 1.....	20
4.2 Obra 2.....	24
4.3 RNV Gestão de Resíduos	30
4.4 AMMA	34
4.5 Fluxograma.....	35
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS.....	40

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil possui participação significativa na economia do país. Porém, durante a pandemia da Covid 19, este mercado passou por instabilidade e enfrentou diversos desafios, dentre eles a falta ou o custo elevado de matéria prima (Costa; Pedreiro, 2023). Uma quantidade considerável de recursos naturais é extraída da natureza para que atenda as atividades desse setor. Consequentemente, são gerados entulhos após o tratamento e aplicação dos materiais, o que obriga a sociedade a elaborar planos para gestão desses resíduos.

Nesse sentido, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), no Art. 2º da Resolução nº 307 de 2002, caracteriza os resíduos da construção civil como sendo aqueles:

[...] 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. (CONAMA, 2002).

De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, elaborado pela Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA) foram gerados cerca de 45 milhões de toneladas de RCD (resíduos de construção e demolição) no ano de 2022, sendo a região Sudeste a maior geradora com 50,6%. Ao analisar a região centro-oeste, pôde-se verificar que houve um aumento na quantidade de RCD gerado pela região. Em 2021 foram contabilizadas 5.202.866 toneladas de resíduos, enquanto em 2022 foram geradas 5.356.490 toneladas, conferindo uma quantidade 3% maior em relação ao ano anterior (ABREMA, 2023).

Outra pesquisa relevante sobre o tema, realizada pela Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e demolição (ABRECON), referente aos anos de 2019 e 2020, mostra que a geração de resíduos também está relacionada a indicadores socioeconômicos, onde o valor de produção de resíduo de construção per capita varia de 168 a 760 kg/hab.ano. Este índice está relacionado e varia conforme parâmetros como a densidade populacional da região, sendo a produção de resíduos em grandes centros urbanos mais significativa por conta de obras de infraestrutura,

necessárias para acomodar a grande massa populacional residente nestas localidades (ABRECON, 2020).

Atrelado ao grande volume de resíduos gerados pelas obras da construção civil, um fator preocupante é o descarte inadequado desse material. O ideal seria destinar estes detritos para as usinas que realizam o tratamento com objetivo de reutilizá-los ou para aterros licenciados. No entanto, os aterros clandestinos e os entulhos acumulados em lotes baldios e calçadas fazem parte da realidade dos centros urbanos. Dentre as consequências dessa prática inadequada está a poluição de rios e o aumento da extração dos recursos naturais, visto que os resíduos com potencial para reciclagem são descartados.

Portanto, com base nas informações apresentadas, fica evidente a necessidade de uma gestão de resíduos eficiente, que apresente o processo pelo qual os resíduos deverão ser submetidos, de forma que um maior volume de material gerado possa ser tratado e reinserido nas obras de forma correta. Apesar de ser um tema de grande relevância, ainda são poucas as bibliografias que contemplem a gestão de resíduos nas obras, evidenciando a necessidade de elaborar artigos e trabalhos acadêmicos que abordem essa temática.

1.1 Objetivo geral

Determinar as etapas necessárias para a gestão dos resíduos provenientes da construção civil, desde a separação adequada até o seu tratamento entre os anos de 2024 e 2025.

1.2 Objetivos específicos

- Averiguar os procedimentos de gestão de resíduos de duas obras distintas localizadas em Goiânia;
- Descrever como são realizadas a coleta, armazenamento, separação e despacho dos resíduos coletados nas obras visitadas;
- Buscar informações sobre volumes de resíduos gerados em Goiânia;
- Coletar informações sobre como são tratados os resíduos em uma usina do município de Aparecida de Goiânia;

- Elaborar um fluxograma do processo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo serão abordados os conceitos básicos a respeito dos resíduos da construção civil, a fim de estabelecer uma base teórica que auxilie na interpretação do referido estudo. Serão apresentadas as etapas envolvidas no processo de gerenciamento dos resíduos, com base nas legislações vigentes e autores que são referência no tema.

2.1 Importância do gerenciamento de resíduos gerados pela construção civil

A construção civil é um ramo que possui participação significativa no âmbito econômico e social. A construção de empreendimentos, sejam comerciais ou residenciais, acompanham o aumento da densidade demográfica, devido a necessidade de garantir a infraestrutura necessária para a população.

Atrelado ao desenvolvimento do referido setor, começaram a surgir os debates acerca do impacto ambiental gerado pelas obras em execução, visto que o setor da construção civil é responsável por gerar uma quantidade significativa de resíduos (Nagalli, 2022). Dessa forma, torna-se necessária a abordagem dessa temática para garantir que a construção civil seja capaz de ocupar o seu espaço sem prejudicar o desenvolvimento ambiental.

Segundo Nagalli (2022), entulho pode ser definido como “[...]resíduos da construção civil, de demolições ou restos de obras que, via de regra, em função da ausência de cuidados com o gerenciamento de resíduos, costuma ser um conglomerado - heterogêneo - de materiais”. Porém, pode-se haver variação na composição dessa mistura devido a métodos construtivos distintos (Pinto, 1999).

A partir de conferências, como a Rio-92 e a Agenda 21, os tópicos de sustentabilidade e consciência ambiental se tornaram ainda mais fortes. Várias áreas, dentre elas a construção civil, discutiram e repensaram sobre os procedimentos, principalmente em relação a utilização de recursos naturais não renováveis (Lordêlo; Evangelista; Ferraz, 2007). Sabe-se que a aplicação de processos produtivos ultrapassados pode conseqüentemente, propiciar a geração de uma grande quantidade de entulho.

Nos últimos anos, estes entulhos também denominados de RCD (Resíduos de Construção e Demolição), ganharam notoriedade por conta do avanço nas discussões das pautas ambientais. Devido a isso, surgiram novas pesquisas e propostas focadas em diminuir a geração desse material e aumentar o índice de reaproveitamento. Assim, iniciou-se no ramo da construção civil diversos estudos visando incluir o conceito de economia circular, com o objetivo de criar um ciclo onde o gerador do resíduo também seja responsável pelo seu gerenciamento, desde a sua coleta até o seu reemprego na cadeia de produção (Matias, 2020).

Quanto a geração de resíduos, eles surgem a partir de três etapas, a saber, a fase de construção, a fase de manutenção e a fase de reformas e/ou demolição. Na fase construtiva, os resíduos são gerados por conta de desperdícios e perdas nas etapas construtivas, sendo que parte permanece incorporada na própria construção e outra parte vira efetivamente RCD. Já na fase de manutenção fatores como, por exemplo, correção de patologias, reformas (que geralmente requerem demolições) e descarte de componentes obsoletos ou danificados, que precisem ser substituídos, são os principais geradores de resíduos (John; Agopyan, 2000). Por fim, na fase de reformas e/ou demolição, a geração de resíduos ocorre por conta da destruição completa ou parcial de uma edificação, seja com o objetivo de reformar ou efetivamente demolir a construção já existente.

De acordo com a pesquisa setorial divulgada pela ABRECON, no ano de 2020, estima-se que foram gerados cerca de 100 milhões de toneladas de RCD. Para o ano de 2022, o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, elaborado pela ABREMA, estimou um valor bem menor, de aproximadamente 45 milhões de toneladas. A diferença é bem significativa e ocorre devido as considerações realizadas durante as estimativas. Mesmo que os valores sejam referentes a anos distintos, é notória a discrepância, que prejudica a análise dos dados (ABRECON, 2020).

O gerenciamento adequado dos resíduos enfrenta dificuldades que vão além da sustentabilidade. No Brasil, a questão financeira é um fator que interfere diretamente ao se pensar em realizar o descarte de forma correta, atrelado a falta de conscientização de grande parte da população e da falta de incentivos por parte da administração pública (Kochem, 2016 *apud* Matias, 2020, p.60).

Em meio aos desafios para alavancar o conceito de sustentabilidade dentro da construção civil, vale ressaltar a existência de um mercado de comercialização dos materiais reciclados a partir dos resíduos, onde construtoras e demais consumidores se interessam em adquirir o material após passar por todo o tratamento necessário. Matias (2020) reforça que os RCD podem ser utilizados em etapas de pavimentação, concretos não estruturais, entre outras aplicações possíveis.

Segundo uma pesquisa setorial da ABRECON (2019/2020), ao analisar o perfil dos compradores de agregados reciclados, percebe-se que no período entre 2019 e 2020, 22% foram órgão públicos, 26% pessoas físicas e 20% as construtoras. Porém, mesmo com demandas, o consumo de agregados reciclados ainda é reduzido, principalmente comparado a demanda dos agregados naturais. Contudo, este mercado pode e deve expandir-se em breve, fazendo com que o gerenciamento de resíduos seja ainda mais necessário (ABRECON, 2020).

Analisando o cenário internacional, percebe-se alguns fatores que foram cruciais para acelerar o desenvolvimento de políticas para controle dos resíduos. Segundo Pinto (1999), o Japão e os países localizados na Europa “[...], em função de sua elevada industrialização e carência de recursos naturais, foram os pioneiros no desenvolvimento de esforços para o conhecimento e controle dos RCD.”

2.2 Leis, Resoluções e Instrumentos Normativos sobre gerenciamento

Para que os resíduos sólidos sejam corretamente manuseados, é necessário que existam Leis, Resoluções e Instrumentos Normativos que auxiliem e estipulem regras e obrigações acerca dos resíduos. Com o objetivo de assegurar que os resíduos sólidos passarão por todas as etapas necessárias e que o gerenciamento irá de fato acontecer, estes documentos, além de cada tema específico a ser tratado, trazem definições a fim de contextualizar sobre os conceitos necessários para compreendê-los.

No século XXI, iniciou-se o desenvolvimento de políticas públicas com foco nos resíduos da construção civil (Matias, 2020). De acordo com Angulo e Ulsen (2023), a tese de doutorado com o título “Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana” elaborada pelo Dr Tarcísio de Paula Pinto, no ano de 1999, foi utilizada como referência para elaboração da Resolução CONAMA nº 307 de 2002, um

dos principais documentos que apresenta as definições e orientações para uma efetiva gestão de RCD.

A Resolução Conama nº 307 de 2002, elaborada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), descreve as orientações e procedimentos necessários para gestão de RCD, com o objetivo de diminuir o impacto gerado no meio ambiente. Nela constam as definições dos termos específicos, aplicados ao longo do documento, além da classificação dos resíduos, de acordo com a possibilidade de reciclagem ou reutilização (CONAMA, 2002).

Para os geradores de resíduos, ou seja, “pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos pela referida Resolução” (CONAMA, 2002), foi estabelecida uma sequência de objetivos, de acordo com o nível de prioridade. O primeiro objetivo é a não geração de resíduos; o segundo, a redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos e, por fim, o descarte adequado dos resíduos, após não haver possibilidade de reaproveitá-los. Portanto, se faz primordial a elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil pelos grandes geradores, a fim de apresentar os procedimentos que devem ser realizados para o gerenciamento adequado dos resíduos, desde a separação até a sua destinação final (CONAMA, 2002).

A responsabilidade não se limita apenas aos geradores, mas também cabe aos municípios, que devem traçar estratégias para evitar o impacto dos resíduos ao meio ambiente. Dessa forma, o Distrito Federal e os Municípios são responsáveis pela elaboração do Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, de acordo com as exigências descritas no documento (CONAMA, 2002).

Em 2010 foi publicada a Lei nº 12.305, que instituiu sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Esta lei tem como objetivo estabelecer:

[...]princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (Brasil, 2010).

Para direcionar a gestão de resíduos, foi estabelecida a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e destinação adequada aos mesmos (Brasil, 2010).

Os estados devem promover, organizar e executar funções públicas relacionadas à gestão de resíduos, além de controlar e fiscalizar as movimentações de resíduos que exijam licenciamento ambiental pelo Sisnama (Sistema Nacional do Meio Ambiente). Pertence aos estados e ao distrito federal a tarefa de organizar e manter atualizado o SINIR (Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos), juntamente com o SINISA (Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico) e SINIMA (Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente) (Brasil, 2010).

A União é responsável por elaborar o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, que tem vigência de 20 anos e deve ser atualizado a cada 4 anos. Para que os estados tenham acesso a recursos da união ou algum tipo de incentivo ou financiamento destinados à gestão de resíduos, é exigida a formulação do Plano Estadual de Resíduos Sólidos. A nível municipal, deve ser elaborado o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Os responsáveis por atividades geradoras de resíduos como, por exemplo, as empresas de construção civil, devem elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010).

Já no âmbito regional, em Goiânia, foi publicada a Instrução Normativa nº 009, de 26 de dezembro de 2005, que instrui a respeito do gerenciamento de resíduos, com foco nos procedimentos necessários para legalização dos transportadores desses materiais. Esse documento reforça que o transportador é corresponsável pelos resíduos a partir do momento que realiza a coleta no local onde foram gerados, ou seja, a responsabilidade pelos resíduos está dividida entre aqueles que estão envolvidos durante o processo (Goiânia, 2005).

A Instrução Normativa nº 009 (2005) relata que a separação dos resíduos coletados em obra deve ser, preferencialmente, realizada pelo próprio gerador de resíduos, no local de sua origem. A única exceção a esta situação se dá quando a transportadora possuir um local adequado para a separação, ou um contrato com uma empresa que possa exercer esta atividade, sendo este local licenciado pela Agência Nacional do Meio Ambiente (AMMA) (Goiânia, 2005).

Outros instrumentos normativos foram desenvolvidos, a nível nacional, para tratar dos RCD. A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) possui em seu catálogo algumas normas que tratam desse assunto, sendo elas: NBR 10004:2004

(ABNT, 2024), NBR 15112:2004 (ABNT, 2004a), NBR 15113:2004 (ABNT, 2004b), NBR 15114:2004 (ABNT, 2004c), NBR 15115:2004 (ABNT, 2004d) e NBR 15116:2021 (ABNT, 2021).

2.3 Classificação dos resíduos

Para que o gerenciamento de resíduos seja efetivo, é preciso compreender a composição desse material, a fim de que sejam aplicados os procedimentos adequados. A Lei nº 12.305, de 2010, apresenta a classificação dos resíduos sólidos de acordo com a sua origem. Os resíduos da construção civil são classificados como aqueles “gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis” (Brasil, 2010).

A Resolução Conama nº 307 de 2002, no artigo 3º classifica os Resíduos de Construção e demolição em quatro tipos:

- 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;
- c) Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
- 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 (CONAMA, 2002).

Dentre as quatro tipologias descritas anteriormente, a maioria dos RCD gerados pelas construções civis são de resíduos da Classe A. Segundo Matias (2020), ao analisar as composições gravimétricas de amostras de RCD, coletadas em 15 municípios distintos espalhados por todo o território brasileiro, obteve-se uma média de 92% dos RCD gerados do tipo Classe A, 6,3% da Classe B e, apenas 0,3% e 0,4% das Classes C e D, respectivamente.

A NBR 10004 prescreve os critérios para classificação dos resíduos sólidos, em perigosos (classe I) e não perigosos (classe II) (ABNT, 2024). Segundo John e Agopyan (2000), os resíduos da construção civil se enquadram na classe II B. Porém, considerando a nova revisão da NBR 10004, os resíduos se enquadram na classe II, visto que as subdivisões “A” e “B” não existem mais. Angulo e Ulsen (2023) complementam relatando que pode haver, na composição dos RCD, alguns resíduos perigosos, o que reforça a importância em realizar uma triagem dos resíduos antes de sua coleta.

2.4 Descarte inadequado

Devido à elevada produção de resíduos, o setor da construção civil tem como responsabilidade garantir a conservação do meio ambiente ou a sua mínima degradação. O principal objetivo é não gerar resíduos, porém nem sempre é possível atingir essa meta. Nos processos em que a geração de resíduos não pode ser evitada, é preciso garantir que o entulho gerado será destinado corretamente. Infelizmente, muitos resíduos são descartados em locais inapropriados, fazendo com que ainda seja um problema comum e corriqueiro.

Ao analisar o percentual de resíduos gerados pela construção e demolição, pesquisas realizadas em alguns municípios de São Paulo registraram que aproximadamente 75% advêm das obras informais, sendo que as construções formais possuem uma parcela de 15% a 30% (Pinto, 2005). Ainda que possuam percentual inferior em relação ao total, é necessário garantir que os resíduos gerados pelas construções formais sejam destinados corretamente, visto que ainda existem indícios de descarte inadequado desses materiais (Pinto, 2005).

2.5 Separação para coleta

Para que os materiais sejam reciclados é preciso que sejam devidamente separados, antes mesmo de chegarem ao centro de reciclagem. Para que este processo seja realizado, primeiramente, é preciso entender a diferença entre acondicionamento e armazenamento. Segundo Nagalli (2022), o acondicionamento está relacionando ao recipiente onde serão depositados os resíduos. Já o armazenamento se refere ao local onde serão direcionados os recipientes por tempo determinado.

Segundo o manual de resíduos elaborado por Carelli *et al.* (2015), coordenado pelo SINDUSCON SP, o acondicionamento eficiente dos resíduos poderia ser realizado por meio de bombonas revestidas internamente com sacos de rafia, big bag, baias, abrigos, caçambas estacionárias, caçambas basculantes e caixa *roll on/roll off*, ilustrados pela Figura 1 a seguir.

Figura 1 - Recipientes para acondicionamento de RCD



Fonte: Carelli et al., 2015.

É importante ressaltar que os dispositivos apresentados anteriormente devem ser devidamente sinalizados, além de serem dispostos em locais que tenham um acesso facilitado.

Carelli *et al.* (2015) apresentam um procedimento para a correta separação e armazenamento dos resíduos nos canteiros de obras. Segundo os autores, inicialmente deve ser realizada uma triagem do material, analisando se ele pode ser reutilizado dentro da própria obra ou se deve ser efetivamente enviado para a reciclagem. Caso não possa ser reutilizado, segue para o acondicionamento, onde ficará armazenado provisoriamente. Estes resíduos poderão ser transportados dentro da própria obra, pois antes de serem recolhidos, devem ser reunidos em sua totalidade para seguirem, preferencialmente, para as usinas.

2.6 Coleta

Depois de acondicionados, os resíduos são coletados e devem ser destinados de acordo com a classe a qual pertencem, seja para reciclagem, aterros ou áreas de armazenamento temporário (CONAMA, 2002).

Segundo Pinto (2005), o processo para coleta dos resíduos deve ser planejado considerando quatro fatores importantes: adequação com a forma de acondicionamento final dos resíduos, redução de custos durante a coleta, análise dos resíduos passíveis de valorização e, por fim, a utilização de equipamentos em conformidade com as exigências das legislações vigentes.

Para que a coleta seja eficiente, sua frequência também deve ser estudada e avaliada, pois poderá variar conforme as atividades que estão sendo desenvolvidas em cada etapa da construção e a quantidade de resíduos que está sendo gerada, além da capacidade de armazenamento de resíduos na obra e o tipo gerado. Este prazo pré-determinado para que aconteça a coleta, é denominado frequência de coleta, pois estipula o número de vezes, em um período, que os resíduos deverão ser recolhidos (Nagalli, 2022).

Geralmente, esse serviço de coleta e transporte externo é realizado por meio de empresas terceirizadas especializadas. Este trabalho deve ser feito por meio de contrato, que deve apresentar especificações sobre o tipo de resíduo que está sendo transportado,

a frequência de coleta e as orientações dos órgãos ambientais, para que seja emitido o Manifesto de Transporte de Resíduo (MTR) (Nagalli, 2022).

Por fim, o meio de transporte utilizado para os resíduos poderá variar conforme o tipo de resíduo que está sendo transportado. Resíduos não perigosos costumam ser transportados por caminhões ou caçambas estacionárias e resíduos líquidos por contenedores fechados. Já os resíduos perigosos deverão ser transportados por empresas especializadas a coletar este tipo de resíduo (Nagalli, 2022).

2.7 Usinas de reciclagem

Dentre as destinações possíveis asseguradas para os resíduos, destaca-se o envio dos RCD para as usinas de reciclagem, onde o material passa pelo processo de beneficiamento, ou seja, é exposto a operações que asseguram a ele propriedades para que seja usado como matéria-prima ou produto (CONAMA, 2002). Angulo, Carelli e Miranda (2009) analisaram a variação da quantidade de usinas de reciclagem dos resíduos Classe A. Os autores constataram que até o ano de publicação da Resolução Conama nº 307 de 2002, havia 16 usinas no país. Em 2008, apenas 6 anos depois, o país contava com cerca de 47 usinas (Angulo; Carelli; Miranda, 2009).

A resolução Conama nº 307 de 2002 reforça que apenas os resíduos de Classe A podem ser utilizados para produção de agregados reciclados. Assim, para que a produção destes agregados aconteça, algumas etapas devem ser realizadas na usina. A começar pela triagem, os resíduos de Classe A são submetidos a um processo de separação (seja manual ou mecânica) dos materiais contaminantes, como, por exemplo, madeira, plástico, papel, gesso e aço (Angulo; Ulsen, 2023).

Logo após a triagem, é realizado o escalpe, que retira a porção de resíduo fino dos RCD. Depois, o material segue para a etapa de britagem, que busca quebrar as partículas de RCD, por meio de mecanismos de compressão ou impacto, de modo que fiquem em dimensões adequadas as convencionalmente utilizadas na construção civil. A depender da dimensão, o resíduo pode ser submetido a mais de um estágio de britagem. Geralmente, o RCD é processado em duas britagens, a britagem primária e secundária (Angulo; Ulsen, 2023).

Já na etapa de separação, os materiais contaminantes como, por exemplo, os materiais magnéticos, podem ser removidos com a aparelhagem adequada, ou no caso de outros elementos indesejáveis, pode ser realizada a “separação por densidade em meio fluido com o uso de água ou ar” (Angulo; Ulsen, 2023, p. 29).

Por fim, a etapa de peneiramento e classificação consiste na separação dos agregados reciclados de acordo com a sua granulometria. Os equipamentos utilizados variam de acordo com o tamanho dos materiais, sejam eles mais finos ou mais grossos (Angulo; Ulsen, 2023).

3. METODOLOGIA

O presente estudo se caracteriza como uma pesquisa qualitativa, visando obter dados descritivos, com foco no processo, por meio de estudos de caso (Bogdan; Biklen, 2003, *apud*, Ferreira de Oliveira, 2011, p.24). Sendo, portanto, de natureza exploratória, pois busca diagnosticar situações e propor alternativas de aprimoramento, por meio de um processo de pesquisa mais amplo que tem como objetivo gerar novas informações que venham a agregar aos materiais já existentes, acerca do gerenciamento de resíduos (Zikmund, 2000, *apud*, Ferreira de Oliveira, 2011, p.21).

Inicialmente, realizou-se uma revisão da literatura sobre o tema, visando conceituar leis, resoluções e outros documentos normativos. Buscou-se ainda informações sobre conceitos gerais inerentes a separação e ao gerenciamento de resíduos, em artigos de autores de muita relevância na área.

Em relação a escolha do objeto de estudo, a pesquisa se enquadra no estudo de casos. Foram realizadas visitas em duas obras distintas (denominadas de Obra 1 e Obra 2), localizadas em Goiânia, para compreender o processo de separação dos RCD nos canteiros de obra.

Para as visitas elaborou-se um roteiro que contemplasse os tópicos de interesse a serem analisados e registrados, sendo eles: como era gerado o resíduo e onde ele era inicialmente alocado; como se dava seu transporte interno; como o mesmo era separado e onde era acondicionado na obra; qual a frequência de coleta interna e qual a frequência de coleta pela transportadora; como era realizado o gerenciamento de resíduos e como ele era cobrado e conferido.

Com o intuito de analisar como é segregado e tratado todo o material descartado recebido de obras, uma visita foi realizada a uma usina responsável pela reciclagem de RCD. Os dados sobre o quantitativo de resíduos de construção e demolição (RDC) coletados em Goiânia foram obtidos por meio de visita e consulta técnica junto a AMMA (Agência Municipal de Meio Ambiente). Em todas as visitas realizadas ao órgão, várias informações e dados referentes aos processos foram obtidas por meio de documentos disponibilizados para a leitura. Já as visitas a obras e a usina, o levantamento de informações foi complementado também por meio de registros fotográficos.

Com base nos dados coletados, foi possível desenvolver um fluxograma de processo simples, que abrange todas as etapas referentes ao gerenciamento de resíduos, desde a separação do resíduo na obra até a sua destinação final na usina e transformação em agregado reciclado.

Cabe ressaltar que, geralmente, se tem uma ideia errônea de que qualquer tipo de resíduo retirado de obra, armazenado sem nenhum tipo de cautela e separação, pode ser reciclado e reinserido novamente na construção civil. No entanto, a separação e o pré-tratamento têm papel fundamental no ciclo do beneficiamento do material, pois é por meio dele que o material correto é selecionado e, pode ser destinado às usinas de reciclagem.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo serão apresentadas as informações obtidas a partir das visitas realizadas na Obra 1, Obra 2, RNV Gestão de Resíduos e AMMA.

4.1 Obra 1

A primeira obra, situada em Goiânia, foi visitada no dia 27 de maio de 2024. A Obra 1 trata-se de um edifício residencial, com 30 pavimentos, já na etapa executiva de acabamento. A maior parte dos resíduos gerados eram oriundos dos serviços de pintura e de instalação de esquadrias, sendo eles: embalagens de plástico, papel e papelão; restos de tinta e massa corrida; pedaços de madeira responsáveis pelo travamento das esquadrias, antes da finalização da instalação.

Os resíduos gerados eram separados em cada pavimento e posicionados próximos a cremalheira e/ou elevador para facilitar o transporte interno (Figura 2). Em seguida, o material era direcionado para o acondicionamento e armazenamento, onde permanecia até a coleta pela transportadora licenciada.

Figura 2 - Resíduos de papel, plástico e papelão aguardando transporte interno



Fonte: Autoras, 2025

Uma central de armazenamento (Figura 3a), localizada na área interna da obra, foi definida para posicionar os *bags* individuais, com objetivo de acondicionar de forma apropriada alguns resíduos, a saber, plástico, papelão, redes de proteção e restos de tubulações (Figura 3a, 3b, 3c e 3d).

Identificou-se, ainda, uma placa fixada em uma das vigas, na central de armazenamento, informando, de forma ilustrativa, a classificação dos resíduos de construção e demolição, de acordo com a Resolução Conama nº 307 de 2002 (Figura 3e). Entretanto, não havia placas de identificação individual para cada *bag*.

Figura 3 - Central de armazenamento dos resíduos da construção civil (a); *bag* para armazenamento de papelão (b), rede de proteção (c), restos de tubos (d); placa de classificação dos resíduos (e)



Fonte: Autoras, 2025

Para o armazenamento de resíduos perigosos, a construtora reservou uma sala devidamente sinalizada, estando posicionado ao lado dela um extintor de incêndio para uso, em caso de emergência (Figura 4).

Figura 4 - Armazenamento de resíduos perigosos



Fonte: Autoras, 2025

Como não havia espaço para alocar, dentro do canteiro de obra, as caçambas contendo os resíduos da Classe A e madeiras, elas foram dispostas em frente a edificação na rua (Figura 5).

Figura 5 – Caçambas dispostas na rua, em frente à obra



Fonte: Autoras, 2025

Estando as caçambas e os *bags* completamente cheios, a construtora realizava o preenchimento do MTR (Manifesto de Transporte de Resíduos), disponível no site do

SINIR (Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos). Deve-se relatar que para cada tipo de resíduo existe um código de referência do IBAMA, para ser inserido no MTR. Finalizado essa etapa, o transportador era acionado para realizar a retirada dos resíduos e, posteriormente, a entrega à usina de tratamento.

O gerenciamento de resíduos era acompanhado diariamente pela técnica de segurança da obra. Além disso, a gestora de resíduos da usina prestava serviços de consultoria, por meio de visitas mensais a obra. Durante cada visita, realizava-se um *checklist*, elaborado por ela, para avaliar se os itens dispostos estavam conformes ou não-conformes durante a visita, sendo atribuídas notas de 0 a 5. As não-conformidades eram também documentadas por meio de registros fotográficos. Vale ressaltar que no dia da visita a obra em questão, a gestora de resíduos estava vistoriando o local.

4.2 Obra 2

A visita a Obra 2 foi realizada no dia 08 de janeiro de 2025, também situada na cidade de Goiânia. A obra em questão trata-se de um edifício residencial, com 37 pavimentos, e encontrava-se em diferentes etapas construtivas, desde a concretagem do último pavimento tipo até a fase de acabamentos.

Analisando os resíduos gerados e como eram manipulados na obra, pôde-se averiguar que o maior volume gerado foi de resíduos da Classe A (Figura 6a) e madeira (Figura 6b), devido a fase construtiva da referida obra. Porém, constatou-se ainda a presença de resíduos do tipo papelão, plástico, metal, perigosos e inflamáveis (Figuras 6c e 6d). Já em relação a categoria de perigosos e inflamáveis, verificou-se tiner, desmoldante, cola, tinta e selantes.

Figura 6 - Resíduos gerados nas obras, sendo: Classe A (a), madeira e plástico (b), plástico (c), papelão e resíduos perigosos (d)



Todos os resíduos gerados em cada pavimento eram armazenados temporariamente próximo a cremalheira, sem nenhum tipo de recipiente apropriado para o acondicionamento (Figura 7).

Figura 7 – Resíduos próximo à cremalheira



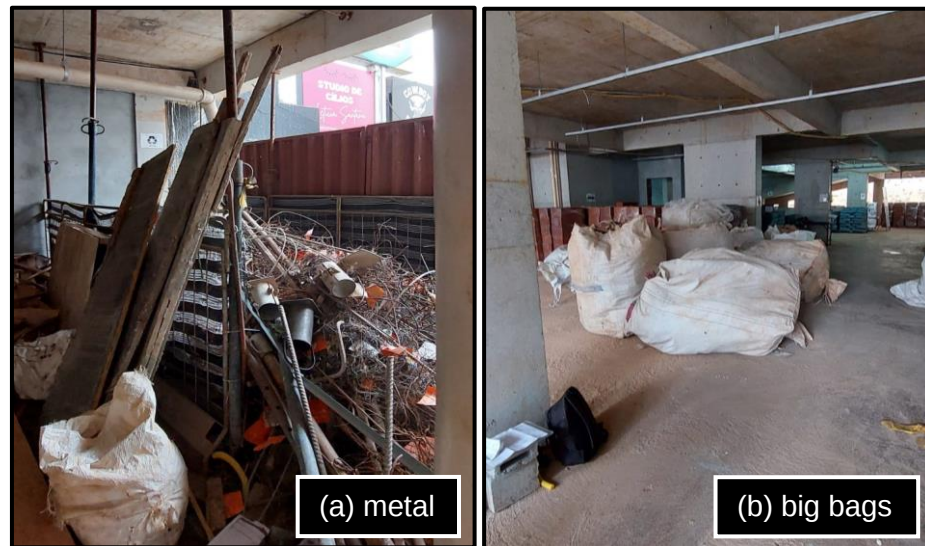
Fonte: Autoras, 2025

Posteriormente, com exceção dos resíduos da Classe A, os demais resíduos, armazenados em cada pavimento, eram recolhidos e transportados pela cremalheira, sendo separados e acondicionados em baias e big *bags* específicas para cada tipo (Figura 8 e Figura 9).

Figura 8 - Baías com resíduos de papel (a), papelão (b), plástico (c), madeira (d)



Figura 9 - Baía para metal (a) e big bags aguardando coleta (b)



Fonte: Autoras, 2025

Com relação aos resíduos da Classe A, esses eram transportados por meio de um duto externo, após serem devidamente molhados (para minimizar a liberação de pó dos resíduos pulverulentos), sendo depositados em uma área interna delimitada na obra (Figura 10).

Figura 10 - Duto para resíduos Classe A

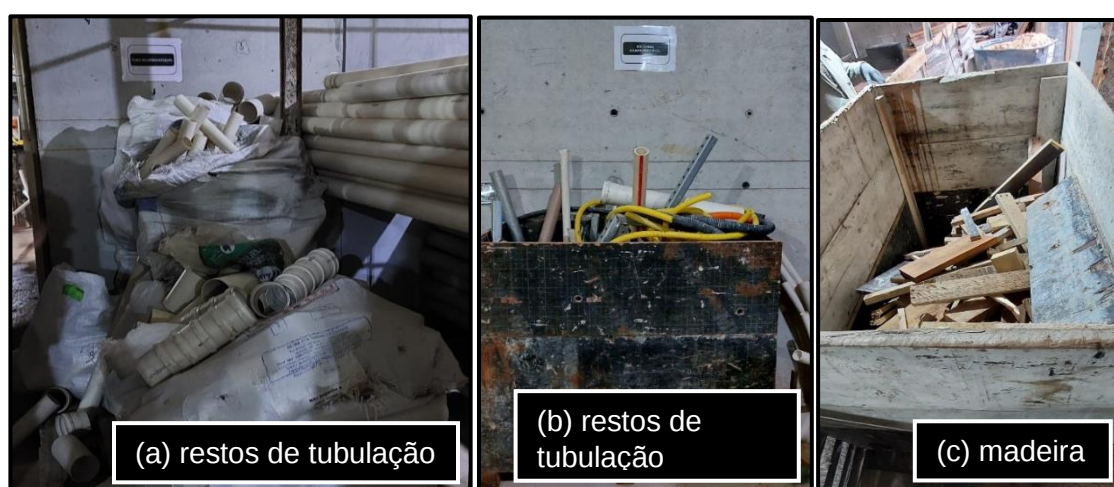


Fonte: Autoras, 2025

Com exceção dos resíduos que eram coletados em *big bags*, os demais eram transportados, manualmente, até a caçamba. Sendo esse um processo alternativo ao analisar os resíduos Classe A; visto que a maneira mais ágil seria posicionar as caçambas ao final dos dutos para que caíssem diretamente na caçamba. Infelizmente, não era possível seguir com esse procedimento, pois constatou-se que não havia espaço suficiente no canteiro de obras para alocar as caçambas e permitir a manobra dos caminhões responsáveis pela coleta.

Observou-se a presença de recipientes específicos para o acondicionamento de materiais reaproveitáveis (Figura 11), o que evidencia a adoção de práticas sustentáveis alinhadas aos princípios da logística reversa e da economia circular.

Figura 11 - Acondicionamento de pedaços de tubulação (a) (b) e madeira (c)



Fonte: Autoras, 2025

Os pedaços de tubulações eram aproveitados em ocasiões em que havia necessidade da utilização de pedaços menores do material; evitando-se, portanto, cortar as peças maiores. Para tal finalidade, havia uma comunicação eficiente entre os engenheiros de outras obras para disponibilizar esses materiais que seriam descartados.

É importante relatar que a frequência de coleta não era padrão e, os resíduos gerados só eram recolhidos conforme necessidade, ou seja, quando houvesse uma quantidade significativa para ser retirada da obra. Geralmente, no fim de cada expediente de trabalho e aos sábados, eram realizadas limpezas para fins de organização e não acúmulo de um grande volume de resíduos.

Outra informação relevante, é que uma vez por mês a engenheira ambiental e a engenheira segurança do trabalho realizavam uma fiscalização na obra para identificar inconformidades, bem como acompanhar o gerenciamento dos resíduos gerados. Essa ação garantiu a obra o Selo Ouro¹ da AMMA, como premiação. Na obra em questão, a Usina não realiza o serviço de consultoria, por meio de visitas mensais. A participação da Usina está restrita ao recebimento dos resíduos coletados e *feedback* para obra em relação a forma de separação dos materiais.

Para finalizar o processo de descarte dos RCD gerados na obra, o cadastro na plataforma do SINIR era realizado, sendo registrado os quantitativos de volumes a serem recolhidos pela transportadora. Por meio dessa plataforma, emitia-se o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), documento importante para rastrear o resíduo, desde a coleta até a destinação correta. Por esse motivo, a obra, a transportadora e a Usina, responsável pelo recebimento e beneficiamento, devem assinar o MTR para assegurar a rastreabilidade do material.

4.3 RNV Gestão de Resíduos

A visita à usina de reciclagem RNV Gestão de Resíduos foi realizada no dia 08 de março de 2024, com o objetivo de conhecer os processos realizados para o tratamento e valorização dos resíduos coletados em obras (Figura 12). Deve-se relatar que as duas obras visitadas destinam os resíduos gerados para a RNV.

¹ Selo Ouro da AMMA é uma *Certificação em Sustentabilidade Ambiental*, que reconhece as práticas de “conservação, recuperação e promoção da qualidade do ambiente no Município de Goiânia”. O nível ouro é obtido ao atingir 40 pontos, mediante os critérios estabelecidos pela Agência Municipal do Meio Ambiente (AMMA,2025).

Figura 12 - Visão geral do pátio



Fonte: Autoras, 2025

A baixa da MTR é realizada após o resíduo chegar à RNV. Com frequência deve ser gerado o Certificado de Destinação Final (CDF), sendo esse um documento que atesta a destinação adequada dos resíduos recebidos, conforme as MTR's geradas ao longo de cada processo. A RNV costuma fazer a geração mensal do CDF.

Os resíduos são categorizados, quanto ao material, já na chegada. A madeira recebida é transformada em cavaco. Já os resíduos de Classe A, são utilizados como matéria prima para fabricação de agregados reciclados, sendo eles: brita zero, brita um, areia reciclada, BGR (Brita Graduada Reciclada) e rachão (Figura 13).

Figura 13 - Agregados produzidos pela usina



Fonte: Autoras, 2025

O BGR é o material produzido em maior quantidade pela RNV, sendo composto por 1/3 de areia reciclada, 1/3 de brita zero e 1/3 de brita um; sendo muito utilizado para base e sub-base de pavimentações. O rachão é um tipo de agregado de grandes dimensões, recomendado para uso em obras de pavimentação, drenagem, entre outras aplicações.

Os resíduos recicláveis convencionais, como plástico e papel, por exemplo, são encaminhados para outras indústrias. Já os resíduos de Classe D, são encaminhados para blendagem e coprocessamento em outra planta de tratamento de resíduos da RNV, localizada em Cezarina – GO. Por fim, com relação ao gesso, esse material não é aceito na RNV.

Verificou-se que depois de separados, os resíduos que serão valorizados para agregados são colocados para secar. Passam depois por uma segregação macro, a fim de retirar os materiais que não serão beneficiados (Figura 14a e 14b). Após a segregação, os resíduos são depositados no britador de mandíbula, onde são esmagados e quebrados até atingirem as dimensões que são comercializadas pela RNV. Posteriormente, todos os componentes metálicos são retirados dos materiais reciclados, com o auxílio de um imã. Finalizando o processo, esse material passa por uma peneira, que separará os agregados, conforme granulometria (Figura 14c e 14d).

Figura 14 – Segregação macro (a) (b) e separação dos agregados por granulometria (c) (d)



Finalizada a etapa de separação, é realizada a produção do BGR, que consiste em dosar as quantidades de areia reciclada, brita zero e brita um com uma concha medidora, fazendo-se a mistura deles em local específico na RNV.

Em relação a madeira, essa passa pelo processo de picotagem e é transformada em cavaco. Esse material é enviado para a blendagem e coprocessamento em outra planta de tratamento da RNV, localizada em Cezarina – GO. O produto resultante do procedimento é utilizado para queima, sendo utilizado combustível em cimenteiras.

4.4 AMMA

No dia 12 de dezembro de 2024 foi realizada visita à Agência Municipal de Meio Ambiente (AMMA), localizada em Goiânia, para obter o quantitativo dos resíduos gerados nos últimos 5 anos. No entanto, os únicos dados disponíveis eram referentes ao ano de 2023. Vale ressaltar que a AMMA não possui informações acerca dos resíduos coletados e destinados para usina de beneficiamento. O quantitativo fornecido pela agência abrange os resíduos coletados e destinados para o aterro sanitário. Sabe-se que a Resolução Conama nº 307 de 2002 estabelece que os resíduos da construção civil não podem ser descarregados em aterros de resíduos sólidos urbanos (CONAMA, 2002). Evidencia-se, portanto, que o município ainda não realiza a gestão correta dos entulhos.

A AMMA removeu, em 2023, um total de 494.903,47 toneladas de entulho (Tabela 1), no município de Goiânia; sendo oriundos de limpeza pública e de descartes inadequados. Esse dado mostra um volume expressivo de resíduos de construção despejados em local impróprio, o que pode acarretar inúmeros inconvenientes para a população.

Tabela 1 – Volume de entulhos removidos em Goiânia

REMOÇÃO DE ENTULHO	
MÊS	QUANTIDADE (TON.)
Janeiro	49.818,60
Fevereiro	49.641,90
Março	50.149,60
Abril	46.667,00
Maio	52.659,75
Junho	42.836,00
Julho	36.373,00
Agosto	28.697,00
Setembro	37.409,10
Outubro	30.570,42
Novembro	46.685,20
Dezembro	23.395,90
TOTAL	494.903,47

Fonte: Comurg, 2023

Como consequência desse descarte inadequado, pode-se relatar o comprometimento à drenagem superficial, a obstrução e poluição de córregos, possíveis bloqueios no tráfego de pedestres e veículos e a paisagem local afetada. Outras consequências comuns são o fato de os resíduos mal armazenados atraírem vários tipos de insetos transmissores de doenças, insetos peçonhentos, roedores e outros tipos de pragas, que comprometem a saúde dos habitantes locais e às condições de saneamento básico (Pinto, 1999).

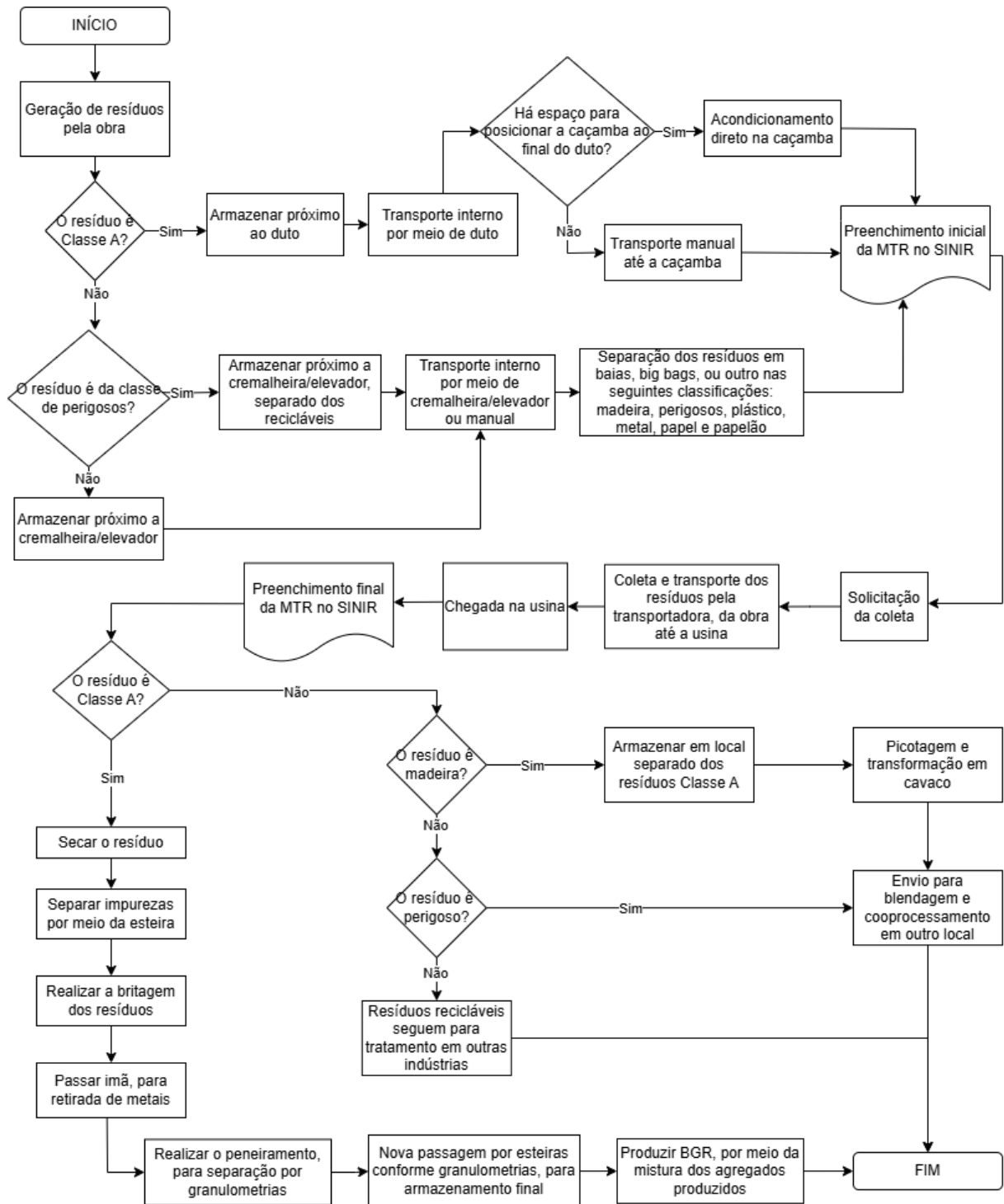
Como o foco do trabalho é relativo aos resíduos gerados e destinados para as usinas de tratamento, optou-se por apresentar apenas os dados relacionados ao montante de resíduos provenientes da limpeza pública e do descarte inadequado em lotes vagos, margens de cursos d'água e logradouros públicos.

4.5 Fluxograma

Com os resultados obtidos, por meio das visitas realizadas e o embasamento teórico adquirido durante a elaboração da revisão da literatura, foi desenvolvido um fluxograma. Nesse fluxograma são descritos os procedimentos essenciais para gerenciamento dos resíduos da construção civil. A descrição das etapas iniciou-se na

geração dos resíduos durante a execução da obra e encerrou-se no beneficiamento dos resíduos realizado pela usina (Figura 15).

Figura 15 - Fluxograma para gerenciamento de resíduos da construção civil



Para garantir a eficiência no cumprimento dos processos estabelecidos no fluxograma, algumas observações devem ser consideradas, sendo elas:

- a) É recomendável que os resíduos de Classe A sejam transportados internamente por meio de duto. Porém, caso não seja possível sua instalação, o resíduo pode ser transportado por outros meios como, por exemplo, cremalheira ou até mesmo manualmente, a depender do porte da obra.
- b) A cremalheira, quando utilizada, deve transportar, preferencialmente, resíduos recicláveis, madeira e perigosos.
- c) Os resíduos perigosos devem ser armazenados em local separado, para evitar a contaminação dos demais resíduos, devendo estar próximos a um extintor de incêndio. O acondicionamento deve ser em tambores e o transporte deve ser realizado por caminhão fechado e licenciado.
- d) A serragem, oriunda da madeira, deve ser acondicionada em um recipiente específico.
- e) Baías, big *bags*, caçambas ou qualquer outra forma de armazenamento devem estar devidamente identificadas ou sinalizadas, para garantir que os resíduos sejam separados corretamente.
- f) Resíduos que serão coletados em big *bags* devem ser acondicionados imediatamente nelas após o transporte interno, para que não seja necessário realizar mais uma etapa de transporte e acondicionamento antes da coleta final.
- g) O preenchimento da MTR deve ser realizado assim que os recipientes de acondicionamento estiverem com o volume total preenchido.
- h) É imprescindível que exista uma frequência de coleta dos resíduos para garantia da limpeza e organização da obra. Não é possível estabelecer uma frequência padrão aplicável a todas as obras, visto que as fases de execução podem interferir nessa etapa.

- i) A separação das impurezas por meio de esteira consiste na segregação inicial dos resíduos, com o intuito de retirar o material que não será beneficiado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil gera uma quantidade significativa de resíduos, como evidenciado pelas pesquisas realizadas nos últimos anos. Sabe-se que alguns resíduos, em específicos pertencentes à Classe A, podem ser beneficiados e transformados em agregados recicláveis (CONAMA, 2002). Com base nessa afirmativa, instrumentos normativos foram elaborados para orientar as empresas e instituições sobre a gestão correta para os resíduos oriundos da construção civil.

A pesquisa em questão possibilitou constatar que, atualmente, já existem construtoras que realizam o gerenciamento adequado dos resíduos da construção civil. As duas obras visitadas são exemplos da aplicação de boas práticas e correto gerenciamento do RCD, cumprindo as legislações vigentes, realizando a separação, o armazenamento e a destinação correta dos resíduos produzidos. Porém, para a realização das visitas, algumas limitações foram encontradas, visto que não são todas as obras que realizam uma gestão eficiente, além da questão burocrática, já que era necessária uma autorização das construtoras para comparecimento nas obras, devido a política individual de cada empresa. Assim, pelos motivos apresentados acima, apenas 2 obras foram visitadas.

Cabe relatar que não foram localizadas dentre as bibliografias consultadas, informações inerentes ao ciclo completo ao qual o RCD deve ser submetido, a saber, desde a concepção até o possível reaproveitamento. Com o objetivo de elucidar o referido ciclo, foi elaborado um fluxograma, de forma didática, para contemplar todas as etapas do processo de gerenciamento de resíduos, com foco nas ações práticas a serem cumpridas, passando pelas fases de obra, usina e tratamento. Algumas observações foram adicionadas, a partir das análises dos procedimentos realizados nas obras visitadas e das instruções contidas nas referências estudadas, que podem contribuir e auxiliar na interpretação e aplicação do fluxograma proposto.

REFERÊNCIAS

AMMA. Agência Municipal do Meio Ambiente, 2025. **Selo de Sustentabilidade de Goiânia**. Disponível em: <<https://www.goiania.go.gov.br/amma/selo-de-sustentabilidade-de-goiania/>>. Acesso em: 09 de mar. de 2025

ANGULO, Sérgio Cirelli; ULSEN, Carina. **Resíduos de construção e demolição: fundamentos sobre gestão e reciclagem**. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica, 2023. Disponível em: www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/991 . Acesso em: 9 set. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004**: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15114**: Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15115**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15116**: Agregados reciclados para uso em argamassas e concretos de cimento portland – Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2023**. Disponível em: https://www.abrema.org.br/wp-content/uploads/dlm_uploads/2024/03/Panorama_2023_P1.pdf . Acesso em: 9 set. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO (ABRECON). **Pesquisa setorial ABRECON 2020**: a reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil. Disponível em: <https://abrecon.org.br/documentos-e-informa/pesquisa-setorial-abrecon-2020>. Acesso em: 09 set. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.305, 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm .

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2002. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf. Acesso em: 9 set. 2024

COSTA, Vitória Tayniri Santos de Oliveira; PEDREIRO, Marcelo Rodrigo de Matos. Efeito da pandemia Covid 19 na indústria da construção civil. **Revista Ibero- Americana de Humanidades, Ciências e Educação- REASE**, v. 9, n. 1, p. 636-652, 2023.

FERREIRA DE OLIVEIRA, Maxwell. Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração. 2011.

GOIÂNIA (GO). Superintendencia da Casa Civil e Articulação Política. **Instrução Normativa nº009, de 26 de dezembro de 2005**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais e institui as Diretrizes Básicas para o licenciamento ambiental dos transportadores de resíduos sólidos oriundos da construção civil, para locais de transbordo e de destinação final destes resíduos no Município de Goiânia. Disponível em: https://www.goiania.go.gov.br/html/gabinete_civil/sileg/Dados/legis/Instru%E7%F5es%20Normativas%20AMMA/2005/in_20051226_000000009.html . Acesso em: 09 set. 2024.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de Resíduos da Construção. In: SEMINÁRIO DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES, 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CETESB, 2000, p.1-13.

LORDÊLO, Patrícia Miranda; DE ABREU EVANGELISTA, Patrícia Pereira; DE ALMEIDA FERRAZ, Tatiana Gesteira. **Gestão de Resíduos na Construção Civil: redução, reutilização e reciclagem**. Senai, 2007.

MATIAS, Alessandra Natiele et al. **Resíduos de construção e demolição à luz da política nacional de resíduos sólidos**. 2020. Dissertação de Mestrado.

MIRANDA, Leonardo Fagundes Rosemback; ANGULO, Sérgio Cirelli; CARELI, Élcio Duduchi. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. **Ambiente Construído**, v. 9, n. 10, p. 57-71, 2009.

NAGALLI, André. **Resíduos de construção civil: quantificação e gerenciamento**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2022. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br> . Acesso em: 09 set. 2024.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189p. Tese (Doutorado em engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PINTO, Tarcísio de Paula et al. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon-SP**. São Paulo: SindusCon-SP, 2005.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO (SINDUSCON-SP). **Gestão ambiental de resíduos da construção civil – Avanços institucionais e melhorias técnicas**. São Paulo: SindusCon-SP, 2015.