



TEREZA CRISTINA TEIXEIRA DE CASTRO

**PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM OBRAS DE
MANUTENÇÃO E ADEQUAÇÃO**

**LAVRAS – MG
2025**

TEREZA CRISTINA TEIXEIRA DE CASTRO

**PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E
DEMOLIÇÃO EM OBRAS DE MANUTENÇÃO E ADEQUAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, área de concentração em Gestão de Resíduos e Efluentes, para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. André Geraldo Cornélio Ribeiro
Orientador

LAVRAS – MG

2025

Ficha catalográfica elaborada pela Catalogação da Biblioteca Universitária da UFLA

Castro, Tereza Cristina Teixeira de.

Proposta de gerenciamento de resíduos de construção e demolição em obras de manutenção e adequação / Tereza Cristina Teixeira de Castro. - 2025.

161 p. : il.

Orientador(a): André Geraldo Cornélio Ribeiro.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Lavras, 2025.

Bibliografia.

1. Gestão de resíduos sólidos. 2. Construção civil. 3. Impacto ambiental. I. Ribeiro, André Geraldo Cornélio. II. Título.

TEREZA CRISTINA TEIXEIRA DE CASTRO

**PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E
DEMOLIÇÃO EM OBRAS DE MANUTENÇÃO E ADEQUAÇÃO**

**PROPOSAL FOR MANAGEMENT OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION
WASTE IN MAINTENANCE AND ADAPTATION WORKS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, área de concentração em Gestão de Resíduos e Efluentes, para obtenção do título de Mestre.


APROVADA em 27 de fevereiro de 2025.

Prof^a Dra. Fátima Resende Luiz Fia

UFLA

Prof^a. Dra. Rosângela Francisca de Paula Vítor Marques

UNINCOR

Documento assinado digitalmente
 ANDRE GERALDO CORNELIO RIBEIRO
Data: 26/03/2025 16:18:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. André Geraldo Cornélio Ribeiro
Orientador

LAVRAS - MG

2025

*Ao meu filho, Antônio, que ainda não nasceu,
mas está me acompanhando nos últimos meses desta jornada.
Sua presença em minha vida é uma fonte inesgotável de esperança, amor e motivação.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus mais sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para a realização desta dissertação de mestrado. Este trabalho é o resultado não apenas de meus esforços, mas também do apoio, incentivo e colaboração de muitas pessoas especiais.

Primeiramente, agradeço a Deus pela força, sabedoria e coragem concedidas ao longo desta jornada. Sua presença e graça foram essenciais para superar os desafios e concluir esta etapa da minha vida.

Um agradecimento especial à minha família, especialmente aos meus pais, pelo amor incondicional, pelo suporte constante e por acreditarem em mim sempre. Vocês são a minha maior fonte de inspiração e motivação. Também expresso minha profunda gratidão ao meu marido, que esteve ao meu lado durante toda a jornada, oferecendo apoio, compreensão e encorajamento nos momentos de dificuldade.

Agradeço ao professor e orientador Dr. André Geraldo Cornélio Ribeiro, pela paciência, dedicação e confiança em meu potencial. Sua orientação precisa, especialmente nos momentos em que foi necessário ajustar o percurso, foi indispensável para a realização desta pesquisa.

Aos membros da banca examinadora, agradeço a participação, pelas críticas construtivas e pelas sugestões valiosas, que certamente enriquecerão esta pesquisa.

Minha gratidão também à Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Programa de Pós-graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais (PPGTIA), pela oportunidade de cursar o mestrado e por proporcionarem um ambiente acadêmico de excelência.

Agradeço à equipe DPF e PROINFRA por incentivarem a realização do mestrado e viabilizarem, dentro da legislação vigente, a conciliação com as atividades profissionais.

Não poderia deixar de mencionar a equipe de manutenção predial, que contribuiu diretamente para a realização desta pesquisa. Sua disposição e empenho foram indispensáveis para a execução das etapas necessárias.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste trabalho, deixo minha mais profunda gratidão.

RESUMO

Nos últimos anos, a geração de resíduos tem sido amplamente discutida, principalmente devido às suas implicações ambientais. Dentre eles, os resíduos de construção e demolição (RCD) representam uma preocupação significativa, impulsionada pela expansão da indústria da construção civil. Nesse contexto, aprimorar a gestão desses resíduos torna-se essencial para minimizar seus impactos ambientais. O objetivo deste estudo é propor melhorias para o gerenciamento dos RCD em obras de manutenção predial, adequações e demolições realizadas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram analisadas sete obras de manutenção e adequação, considerando as condições existentes, os serviços realizados e as etapas do gerenciamento dos resíduos, resultando em: 1- Caracterização: Variável conforme a obra, com reaproveitamento de materiais em todas as intervenções e predominância de resíduos da Classe A. 2- Triagem: A separação por classe ocorreu efetivamente apenas no Acompanhamento 6. 3- Acondicionamento: Feito em caçambas de 4 m³, sacos plásticos pretos, latas reaproveitadas e coletores de resíduos sólidos urbanos. 4- Transporte: Realizado com carrinhos de mão, latas de tinta reaproveitadas e sacos plásticos. As caçambas foram transportadas por caminhão basculante até a área de transbordo da UFLA. 5- Destinação: Os resíduos armazenados em caçambas seguiram para a área de transbordo e depois para o aterro de resíduos de construção civil de Lavras. Aplicou-se um questionário de percepção ambiental a 26 funcionários de uma equipe de manutenção. Os resultados indicaram que 65,4% possuem conhecimento limitado sobre manejo de resíduos e 11,5% desconhecem o tema. Ademais, 61,5% nunca receberam treinamento sobre segregação de resíduos, e, embora 88,5% relatem algum controle para evitar desperdícios, este ocorre de forma informal. A maioria dos entrevistados reconhece a importância da redução de materiais e 96,2% demonstraram interesse em capacitações. Entre as sugestões apontadas pelos trabalhadores, destacam-se mais dispositivos de armazenamento, a designação de um responsável pela separação e a oferta de treinamentos. A etapa final da pesquisa consistiu na elaboração de uma cartilha prática e informativa para aprimorar o gerenciamento de RCD, suprimindo as lacunas identificadas. Dessa forma, a pesquisa evidenciou fragilidades como a ausência de registros sistematizados, a separação ineficiente dos resíduos e a necessidade de infraestrutura adequada e de capacitação dos trabalhadores. A implementação do modelo proposto contribuirá para a redução dos impactos ambientais e para a adoção de práticas mais sustentáveis na gestão de resíduos da instituição.

Palavras-chave: gestão de resíduos sólidos; construção civil; impacto ambiental.

ABSTRACT

In recent years, waste generation has been widely discussed, primarily due to its environmental implications. Among these, construction and demolition waste (C&D) represents a significant concern, driven by the expansion of the construction industry. In this context, improving the management of such waste becomes essential to minimize its environmental impacts. The objective of this study is to propose improvements for the management of C&D waste in building maintenance, adaptations, and demolitions works carried out by the Federal University of Lavras (UFLA). Seven building maintenance and adaptation works were analyzed, considering the existing conditions, the services performed, and the stages of waste management, resulting in the following: 1- Characterization: Varies according to the work, with material reuse in all interventions and a predominance of Class A waste. 2- Sorting: Class separation occurred effectively only in Monitoring 6. 3- Packaging: Done in 4 m³ dumpster, black plastic bags, reused paint cans, and urban solid waste collectors. 4- Transportation: Carried out with wheelbarrows, reused paint cans, and plastic bags. The dumpsters were transported by dump truck to the UFLA transfer area. 5- Disposal: The waste stored in dumpsters was sent to the campus transfer area and then to the construction waste landfill in Lavras. Additionally, an environmental perception questionnaire was applied to 26 members of a maintenance team. The results indicated that 65.4% had limited knowledge about waste management, and 11.5% were unaware of the topic. Moreover, 61.5% had never received training on waste segregation, and although 88.5% reported some control to avoid waste, it occurs informally. Most respondents recognized the importance of material reduction, and 96.2% showed interest in training. Among the main suggestions from the workers, there were calls for more storage devices, the designation of a person responsible for segregation, and the provision of training. The final stage of the research involved the development of a practical and informative booklet to improve C&D waste management, addressing the identified gaps. Therefore, the research highlighted weaknesses such as the lack of systematic records, inefficient waste segregation, and the need for adequate infrastructure and worker training. The implementation of the proposed model will contribute to reducing environmental impacts and adopting more sustainable waste management practices within the institution.

Keywords: solid waste management; civil construction; environmental impact.

INDICADORES DE IMPACTO

Os impactos sociais, tecnológicos, econômicos e culturais decorrentes deste trabalho são significativos e abrangem diversas dimensões da gestão de resíduos sólidos na construção civil. No aspecto social, o estudo contribui para a conscientização ambiental dos trabalhadores da UFLA sobre a importância do manejo adequado dos resíduos de construção e demolição (RCD). A pesquisa revelou a necessidade de capacitação contínua, melhorando a qualidade de vida dos trabalhadores e a conscientização ambiental, além de beneficiar a comunidade local ao minimizar impactos ambientais. Em termos tecnológicos, a pesquisa introduz inovações na triagem e acondicionamento de resíduos, com a criação de uma cartilha que orienta práticas mais eficientes e sustentáveis, impactando positivamente o setor da construção civil e promovendo boas práticas. Economicamente, o estudo aponta para a redução de custos com transporte e destinação final dos resíduos, além de possíveis ganhos financeiros à UFLA com reciclagem e reutilização de materiais. A diminuição do desperdício contribui para a sustentabilidade econômica das obras de manutenção e adequação. Culturalmente, o trabalho promove uma cultura de sustentabilidade dentro da universidade e nas comunidades locais, ao integrar práticas de reaproveitamento e respeito ao meio ambiente, além de fortalecer a responsabilidade ambiental entre os trabalhadores. Em relação às áreas temáticas da Política Nacional de Extensão, os impactos se enquadram nas áreas de Meio Ambiente, Tecnologia e Produção, Educação, Comunicação, Saúde e Trabalho. Na área de Meio Ambiente, o trabalho reduz os impactos ambientais e incentiva a gestão sustentável dos RCD. Em Tecnologia e Produção, as inovações propostas no gerenciamento de resíduos melhoram os processos construtivos. Na Educação, a pesquisa favorece a capacitação dos trabalhadores, que pode ser incorporada ao currículo do curso de Engenharia Civil da UFLA, promovendo uma formação mais alinhada às demandas do mercado e ambientais. A área de Comunicação é impactada pela cartilha, que facilita a disseminação de informações para o manejo adequado dos resíduos, promovendo conscientização. Em relação à Saúde, o trabalho melhora as condições de trabalho, garantindo práticas mais seguras e reduzindo os riscos ambientais associados à exposição inadequada aos resíduos. Já na área de Trabalho, o estudo impacta positivamente a qualificação dos trabalhadores e melhora a segurança ocupacional, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro. Os resultados também estão alinhados com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), ODS 12 (Produção e Consumo Responsáveis) e ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), reforçando o compromisso com a Agenda 2030 e a promoção de práticas sustentáveis.

IMPACT INDICATORS

The social, technological, economic, and cultural impacts resulting from this work are significant and cover various dimensions of solid waste management in the construction industry. From a social perspective, the study contributes to raising environmental awareness of UFLA workers about the importance of proper management of construction and demolition waste (C&D waste). The research revealed the need for continuous training, improving the quality of life of workers and their environmental awareness, as well as benefiting the local community by minimizing environmental impacts. In technological aspects, the research introduces innovations in sorting and packaging waste, with the creation of a booklet that guides more efficient and sustainable practices, positively impacting the construction sector and promoting good practices. Economically, the study points to cost reductions in waste transportation and final disposal, in addition to possible financial gains for UFLA through recycling and reuse of materials. The reduction of waste contributes to the economic sustainability of maintenance and adaptation works. Culturally, the work promotes a culture of sustainability within the university and local communities by integrating practices of reuse and environmental respect, in addition to strengthening environmental responsibility among workers. Regarding the thematic areas of the National Extension Policy, the impacts fall within the areas of Environment, Technology and Production, Education, Communication, Health, and Labor. In the field of Environment, the work reduces environmental impacts and encourages sustainable management of C&D waste. In Technology and Production, the proposed innovations in waste management improve construction processes. In Education, the research supports workers' training, which could be incorporated into the UFLA Civil Engineering curriculum, promoting a more market and environmentally aligned education. The Communication sector is influenced by the booklet, which facilitates the dissemination of information for the proper management of waste, promoting awareness. Regarding Health, the work improves working conditions by ensuring safer practices and reducing environmental risks associated with improper exposure to waste. In the Labor area, the study positively impacts workers' qualifications and improves occupational safety, fostering a safer working environment. The results are also aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 11 (Sustainable Cities and Communities), SDG 12 (Responsible Consumption and Production), and SDG 13 (Climate Action), reinforcing the commitment to the 2030 Agenda and promoting sustainable practices.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Geração anual de RCD ao redor do mundo (milhões de toneladas).....	23
Figura 2 – Destinação dos RCD na Europa.....	25
Figura 3 – Geração estimada e destinação de RCD no Brasil (2014-2019).....	28
Figura 4 – Tipos de acondicionamento.....	35
Figura 5 – Principais materiais que compõe o RCD no Brasil.....	41
Figura 6 – Composição de RCD por classe em Lavras.....	43
Figura 7 – Histórico da implementação de usinas de reciclagem de RCD no Brasil.....	45
Figura 8 – Campus UFLA – Lavras.....	52
Figura 9 – Campus UFLA – São Sebastião do Paraíso.....	53
Figura 10 – Tela do GLPI – Acesso aos serviços de manutenção predial.....	55
Figura 11 – Tela do GLPI – Categorias/setores de manutenção predial.....	56
Figura 12 – Distribuição de chamados por serviço – agosto 2024.....	64
Figura 13 – Distribuição de chamados por serviço – setembro 2024.....	64
Figura 14 – Distribuição de chamados por serviço – outubro 2024.....	65
Figura 15 – Área de transbordo do campus.....	71
Figura 16 – Ausência de segregação na área de transbordo.....	71
Figura 17 – Dados sobre a questão: Você já ouviu falar sobre como cuidar ou organizar os resíduos gerados nas obras?.....	73
Figura 18 – Dados referente à questão: Quem você acha que é o responsável por cuidar dos resíduos gerados na obra?.....	75
Figura 19 – Dados referente à questão: Na obra, há conversas ou reuniões sobre o que fazer com os resíduos?.....	75
Figura 20 – Dados referente à questão: Você já participou de alguma explicação ou treinamento sobre como separar os materiais que sobram na obra?.....	76
Figura 21 – Dados referente à questão: Você sabe que existem diferentes tipos de resíduos nas obras?.....	77
Figura 22 – Dados referente à questão: Na sua opinião, quem trabalha na obra está interessado em usar menos material para evitar desperdício?.....	78
Figura 23 – Dados referente à questão: No dia a dia da obra, o que você faz com os materiais que sobram ou quebram (por exemplo, pedaços de madeira, tijolos, plástico)?.....	79
Figura 24 – Dado referente à questão: O que dificulta a separação dos materiais que sobram na obra? (Por exemplo: falta de tempo, espaço, instrução etc.).....	80
Figura 25 – Dados referente à questão O que poderia ser feito na obra para facilitar a separação e o cuidado com os resíduos (por exemplo, mais lixeiras, treinamento, horários para coleta)?.....	81
Figura 26 – Dado referente à questão: Você gostaria de aprender mais sobre como cuidar e aproveitar melhor os resíduos gerados na obra?.....	82
Figura 27 – Dados referente à questão: Você acha que seria interessante receber algum tipo de benefício ou reconhecimento por ajudar a reduzir o desperdício ou separar os resíduos corretamente?.....	82
Figura 28 – Projeto da Pró-reitoria de gestão de pessoas.....	114
Figura 29 – Abertura e fechamento de vão.....	115
Figura 30 – Novas instalações elétricas.....	115
Figura 31 – Retirada de revestimento cerâmico.....	115
Figura 32 – Caçamba 1.....	116
Figura 33 – Caçamba 2.....	116

Figura 34 – Caçamba 3.....	116
Figura 35 – Projeto de adequação do DCC.....	118
Figura 36 – Fechamento em alvenaria.....	119
Figura 37 – Instalação de janela, contrapiso e reboco.....	119
Figura 38 – Divisórias em <i>drywall</i> e piso.....	120
Figura 39 – Caçamba 1 – DCC.....	121
Figura 40 – Caçamba 2 – DCC.....	121
Figura 41 – Caçamba 3 – DCC.....	121
Figura 42 – Furação da parede.....	122
Figura 43 – RCD gerado.....	122
Figura 44 – Vista interna.....	122
Figura 45 – Vista externa.....	122
Figura 46 – Projeto de adequação da gerência de equipamentos.....	123
Figura 47 – Demolição de alvenaria.....	124
Figura 48 – Construção de alvenaria.....	124
Figura 49 – Regularização do piso externo.....	124
Figura 50 – Piso epóxi.....	124
Figura 51 – Concretagem do piso externo.....	125
Figura 52 – Bancadas e instalações elétricas.....	125
Figura 53 – Caçamba 1 – Manutenção.....	125
Figura 54 – Caçamba 2 – Manutenção.....	125
Figura 55 – Preparo das paredes.....	126
Figura 56 – Assentamento de azulejo e piso.....	127
Figura 57 – Pisos reutilizados e resíduos.....	127
Figura 58 – Substituição da parte danificada.....	128
Figura 59 – Vazamento corrigido.....	128
Figura 60 – Resíduos Classe B.....	128
Figura 61 – Armazenamento da hidráulica.....	129
Figura 62 – Tubos.....	129
Figura 63 – Peças e conexões.....	129
Figura 64 – Metais.....	129
Figura 65 – Resíduos Classe A gerados.....	130
Figura 66 – Colagem da canaleta.....	131
Figura 67 – Passagem da fiação.....	131
Figura 68 – Instalação finalizada.....	131
Figura 69 – Materiais reutilizados.....	131
Figura 70 – Cabos.....	132
Figura 71 – Lâmpadas.....	132
Figura 72 – Componentes elétricos.....	133
Figura 73 – Canaletas e eletrodutos.....	133

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Classificação e destinação dos resíduos de construção e demolição.....	20
Quadro 2 -	Geração de resíduos nas fases da obra.....	30
Quadro 3 -	Subprodutos da reciclagem de RCD.....	48
Quadro 4 -	Serviços disponíveis por setor.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Unidades de processamento de RCD com informações atualizadas dos municípios participantes do SNIS (segundo macrorregiões geográficas, em 2022).....	27
Tabela 2 - Taxas de desperdício de materiais.....	29
Tabela 3 - Contratos de obras assinados entre 2021 e 2024.....	53
Tabela 4 - Distribuição da frequência de tempo de experiência.....	73

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo geral	17
2.2	Objetivos específicos	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1	Legislação e definição de RCD	18
3.2	Panorama mundial dos resíduos de construção e demolição	22
3.3	Panorama nacional dos resíduos de construção e demolição	26
3.4	Geração de resíduos de construção e demolição.....	28
3.5	Gestão e gerenciamento de resíduos de construção e demolição	33
3.6	Gestão e gerenciamento de resíduos de construção e demolição em instituições públicas	36
3.7	Quantificação de resíduos de construção e demolição	37
3.8	Classificação de resíduos de construção e demolição	41
3.9	Reciclagem de resíduos de construção e demolição	44
3.10	Contratações Públicas Sustentáveis.....	44
4	METODOLOGIA.....	52
4.1	Cenário	52
4.2	Análise das solicitações de manutenção predial	54
4.3	Acompanhamento da manutenção predial	58
4.4	Aplicação de questionário de percepção ambiental.....	60
4.5	Elaboração da cartilha de gerenciamento de RCD	62
5	RESULTADOS	64
5.1	Análise dos chamados	64
5.2	Acompanhamento manutenção predial	65
5.3	Questionário de percepção ambiental.....	72
5.4	Cartilha para o gerenciamento de RCD	83
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
	REFERÊNCIAS	88
	ANEXOS	99
	APÊNDICES	111

1 INTRODUÇÃO

A geração de resíduos vem aumentando ao longo dos anos em consequência do crescimento populacional, da urbanização, do desenvolvimento econômico, tecnológico e do aumento e alteração do padrão de consumo. Quando indevidamente gerenciados, afetam a qualidade do ambiente urbano pelo surgimento de depósitos irregulares, ocasionam danos ao solo, às águas superficiais e subterrâneas e à rede de drenagem, geram riscos sanitários, comprometem a estabilidade de taludes e degradam a paisagem local (Martins; Melo, 2019).

Um dos principais desafios ambientais dos municípios brasileiros atualmente é a disposição final dos resíduos sólidos. Entre as classes de resíduos sólidos, tem-se os resíduos de construção e demolição (RCD) que são aqueles provenientes de construções, reformas, reparos, demolições de obras de construção civil e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos (Kratz, 2013).

Com a expansão da indústria da construção civil ao longo dos anos, diretamente impactada pela urbanização que ocorreu, na maioria dos casos, sem um planejamento urbano e ambiental adequado, houve também o aumento da geração de RCD, tornando-se um dos problemas de maior relevância mundialmente.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), através da Pesquisa Anual da Indústria da Construção – PAIC, revelou que o valor de incorporações, obras e/ou serviços da construção totalizou mais de R\$ 439 bilhões no ano de 2022 (IBGE, 2024). Os resultados dessa atividade econômica são um importante indicador de crescimento da economia do país, influenciando no Produto Interno Bruto (PIB). No ano de 2022, enquanto a economia nacional cresceu 2,9% em relação ao ano de 2021, a construção civil registrou alta de 6,9% (IBGE, 2023).

O crescimento vem sendo impulsionado pelo segmento imobiliário, tanto por novas construções, quanto por pequenas obras e reformas, e pelo segmento de infraestrutura. Estima-se que, em 2019, o déficit habitacional no país era de 5.876.699 moradias (Fundação João Pinheiro, 2021), logo, a demanda por novas moradias é alta e constante. O Brasil possui condições precárias de infraestrutura, demandando diversas obras, principalmente relacionadas a saneamento e estradas. A expansão da indústria e do setor agropecuário também requer obras de grandes vultos. Tudo isso aponta que o setor da construção civil continuará em crescimento nos próximos anos.

Embora seja uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, a construção civil causa grande impacto ambiental pelo consumo de recursos naturais

em toda a sua cadeia produtiva e pela disposição indiscriminada dos resíduos gerados (Bohnenberger *et al.*, 2018). A geração de resíduos não finaliza com a construção da edificação, uma vez que são gerados também durante as atividades futuras de manutenção, reforma e demolição.

A Universidade Federal de Lavras possui dois campi universitários, com mais de quatrocentas edificações. Diversos prédios são antigos, necessitando de reformas e adequações constantes. Além disso, são milhares de pessoas, entre docentes, técnicos e discentes utilizando estes espaços diariamente. A junção destes fatores, demanda um sistema organizacional de manutenção e adequação de enorme proporção, ocasionando a geração de uma grande quantidade de resíduo de construção e demolição (RCD) que deve ser devidamente gerenciado.

Nesse contexto, o gerenciamento dos resíduos varia conforme a natureza da obra. Nas novas construções, realizadas por meio de licitações, a responsabilidade pela gestão dos resíduos cabe à empresa contratada, que pode subcontratar esse serviço. Por outro lado, nas adequações, reparos e demolições conduzidos diretamente pela Universidade, os resíduos são armazenados temporariamente em áreas dentro do campus até que seja acumulada uma quantidade suficiente para o encaminhamento ao aterro da Prefeitura Municipal de Lavras.

Embora a Universidade busque constantemente soluções para aprimorar a gestão de resíduos sólidos, observa-se que ainda podem ser feitas muitas melhorias na gestão dos RCD, principalmente quanto à segregação e acondicionamento. Observa-se a ausência de um procedimento padrão para o gerenciamento e a falta de conhecimento dos responsáveis pelas atividades.

Diante dos fatos, observa-se que é necessário implementar o gerenciamento adequado dos resíduos de construção e demolição dentro da Universidade de forma a minimizar os impactos ambientais gerados.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Propor melhorias para o gerenciamento dos resíduos de construção e demolição em obras de manutenção predial, adequações e demolições realizadas pela Universidade Federal de Lavras.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar o manejo dos resíduos de construção e demolição em obras de manutenção predial, adequações e demolições realizadas pela Universidade Federal de Lavras, frente à Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/2010, e a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 307/2002;
- Analisar o nível de conhecimento de trabalhadores de obras sobre as práticas de gerenciamento dos RCD;
- Estabelecer um modelo de gerenciamento a ser seguido por meio da elaboração de uma cartilha.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Legislação e definição de RCD

No Brasil, até o ano de 2002, não existiam políticas públicas para os resíduos gerados pela indústria da construção civil. Contudo, a problemática da geração e manejo dos RCD começou a se tornar mais evidente para a sociedade, levando a promulgação de legislações acerca do tema (Paschoalin Filho; Dias; Cortes, 2014).

A primeira legislação a tratar do assunto foi a Resolução CONAMA nº 307/2002, que estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias para minimizar os impactos ambientais.

Posteriormente, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), conceituando esses materiais.

Art. 3º. Para os efeitos desta Lei, entende-se por: [...] XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (Brasil, 2010a, p. 1).

O seu conteúdo também dispõe sobre os princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, as responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (Brasil, 2010a). Atualmente, ela está regulamentada pelo Decreto nº 10.396, de 12 de janeiro de 2022 (Brasil, 2022).

Para uma melhor classificação dos resíduos sólidos, a Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 10004 (ABNT, 2004a) definiu os resíduos sólidos nas seguintes categorias:

- a) Resíduos Classe I – Perigosos: apresentam periculosidade ou características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade. Exemplo: tintas, solventes, material hospitalar, lâmpadas fluorescentes, produtos radioativos, pilhas, baterias, entre outros;
- b) Resíduos Classe II – Não perigosos:
 - Resíduos Classe II A – Não inertes: não se enquadram na Classe I (perigosos) e nem na Classe II B (inertes). Podem apresentar

propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Exemplo: matéria orgânica, papéis, materiais têxteis, restos de madeira, lodos, entre outros;

- Resíduos Classe II B – Inertes: ao serem amostrados de forma representativa através da ABNT NBR 10007:2004 e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, de acordo com a ABNT NBR 10006:2004, não possuem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se o aspecto cor, turbidez, dureza e sabor. Exemplo: entulhos, sucata de ferro e aço, materiais de construção civil e tijolos.

No caso dos Resíduos de Construção e Demolição, a seguinte definição é encontrada na Resolução CONAMA nº 307/2002:

São os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (Brasil, 2002, p. 1).

Embora sejam classificados pela ABNT NBR 10004:2004 como Classe II B, não perigosos e inertes, essa classificação é questionada por diversos pesquisadores, pois, devido ao caráter específico de cada obra e à composição dos materiais utilizados, podem ser gerados resíduos que se enquadrem nas Classes I e II A, perigosos e não inertes, respectivamente, como as tintas (Maia *et al.*, 2009).

A referida Resolução e suas alterações posteriores (Resoluções 348/2004 - Brasil, 2004; 431/2011 – Brasil, 2011 e 448/2012 – Brasil, 2012a) estabelecem a classificação e destinação dos resíduos conforme apresentado no Quadro 1:

Quadro 1 - Classificação e destinação dos resíduos de construção e demolição.

Classificação	Definição	Exemplos	Destinação
Classe A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados.	a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados ou encaminhamento a aterro de resíduos Classe A de reservação de material para usos futuros.
Classe B	Resíduos recicláveis para outras destinações.	Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso	Reutilização, reciclagem ou encaminhamento a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Classe C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.	Lixas, espuma expansiva e outros não recicláveis.	Armazenamento, transporte e destinação em conformidade com as normas técnicas específicas.
Classe D	Resíduos perigosos oriundos do processo de construção.	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.	Armazenamento, transporte e destinação em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: Adaptado de Brasil (2002).

A proposta da Resolução de separar os RCD em quatro classes distintas propicia um manejo e segregação mais eficientes, possibilitando ao gerador a identificação das soluções

mais adequadas para os tipos de resíduos produzidos em seu empreendimento, resultando na redução dos custos de disposição final e em benefícios socioambientais (Freitas, 2009).

Quanto aos tipos de destinação estabelecidos, é necessário diferenciar a reutilização da reciclagem. Enquanto na reutilização o resíduo é reaplicado sem sua transformação, na reciclagem há o reaproveitamento após a transformação dele. No caso dos aterros de resíduos da construção civil de Classe A, devem ser empregadas técnicas de disposição no solo, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente, visando a preservação de materiais segregados para possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área (Brasil, 2002).

Ainda segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002, deve-se buscar prioritariamente a não geração de resíduos e em seguida a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final. Sobre a destinação final, a Resolução, além de dispor das formas adequadas para cada classe, ressalta que os RCD não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares e em áreas de "bota-fora". Também é apresentada a necessidade e as exigências para o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, em consonância com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, e para os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

As disposições da Resolução CONAMA nº 307/2002 estão de acordo com a Lei nº 12.305/2010 (Brasil, 2010a) e com o Decreto nº 10.396/2022 (Brasil, 2022), uma vez que a PNRS também trata da hierarquia de gestão, da responsabilidade compartilhada, da obrigatoriedade da destinação adequada e da necessidade de elaboração dos planos de gestão e gerenciamento.

Em Minas Gerais, a Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009 (Minas Gerais, 2009), dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. A legislação específica dos RCD é a Deliberação Normativa COPAM nº 155, de 25 de agosto de 2010 (Minas Gerais, 2010), que alterou dispositivos da Deliberação Normativa COPAM nº 74/2004, para regulamentar o manejo e destinação de resíduos da construção civil e volumosos, inibindo assim o descarte irregular desses resíduos em áreas públicas, corpos d'água, lotes vagos e outros locais inadequados.

Em 2009, para orientar os municípios mineiros nas ações necessárias para estabelecimento da gestão integrada de resíduos da construção civil, a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), juntamente com a Fundação Israel Pinheiro (FIP), publicou a cartilha "Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Construção Civil – PGIRCC", apresentando diretrizes básicas para elaboração e implantação do hoje denominado Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, de forma a atender ao disposto no artigo

6º da Resolução CONAMA nº 307/2002, contemplando os aspectos ambientais e econômicos (FEAM, 2009).

No município de Lavras, o Decreto municipal nº 10.909, de 29 de agosto de 2013, regulamentou o transporte e disposição final dos RCD no município, dispondo da obrigatoriedade de cadastro na Secretaria Municipal do Meio Ambiente das empresas que transportam os RCD e indicando o local para a disposição final, diverso ao aterro de resíduos domésticos. A empresa transportadora também deve entregar mensalmente o relatório global dos serviços executados com as quantidades de caçamba ou caminhão basculante utilizados na remoção (Lavras, 2013).

Já a Lei nº 4.445, de 20 de março de 2018, aprovou o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Lavras – PMGIRS-LAVRAS, que tratou superficialmente sobre os RCD, afirmando a necessidade de quantificar e caracterizar os RCD para ser possível realizar o gerenciamento (Lavras, 2018).

Na Universidade Federal de Lavras - UFLA, para regulamentar a gestão dos RCD, foi emitida a Portaria Normativa da Reitoria nº 91, de 10 de março de 2023 (UFLA, 2023), que estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil e uso de caçambas na Universidade. Um dos principais pontos dessa normativa, é a exigência de fazer uma triagem dos resíduos gerados na obra, separando os que poderão ser reutilizados e conduzindo para a caçamba apenas os de Classe A, para serem destinados ao aterro da Prefeitura Municipal de Lavras.

No entanto, percebe-se que embora a legislação brasileira acerca do tema venha avançando ao longo dos anos, ainda não foram adotadas políticas efetivas para a redução da geração dos RCD.

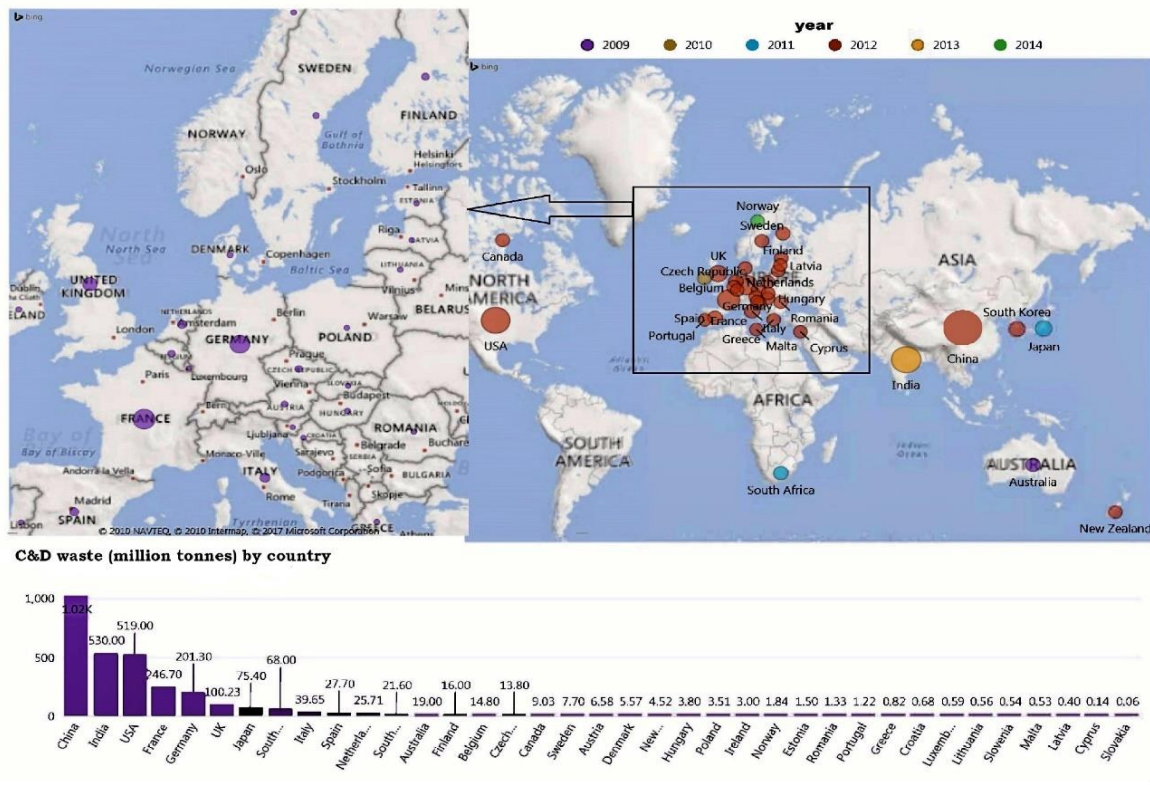
3.2 Panorama mundial dos resíduos de construção e demolição

A geração de resíduos de construção e demolição é um problema global. Akhtar e Sarmah (2018) apresentaram um panorama mundial dos RCD ao coletar e analisar informações de 40 países, distribuídos em seis continentes. O estudo se concentrou na geração atual e nas políticas governamentais para lidar com esses resíduos. Os autores levantaram que a produção de RCD nesses países atingiu mais de 3,0 bilhões de toneladas anualmente até 2012, com uma tendência de crescimento.

Observa-se, através da Figura 1, em que Akhtar e Sarmah (2018) apresentaram os dados compilados da geração de RCD em 2012, que a China é o país que produziu a maior quantidade

de RCD no mundo, ultrapassando 1 bilhão de toneladas. Esse valor está em crescimento e, em 2017, o país gerou cerca de 1,8 bilhão de toneladas (Duan *et al.*, 2020). Tais resíduos representam entre 30% e 40% da quantidade total de resíduos gerados mundialmente, e são, geralmente, destinados em aterros sanitários, sendo a taxa média de reciclagem de apenas 5% (Huang *et al.*, 2018).

Figura 1 – Geração anual de RCD ao redor do mundo (milhões de toneladas).



Fonte: Akhtar e Sarmah (2018).

Ainda de acordo com os autores, a falta de padrões de projeto de construção, o baixo custo de descarte e o planejamento urbano inadequado são os principais obstáculos para a redução dos RCD na China. Já a reutilização enfrenta problemas na coleta e triagem, desconhecimento sobre sua aplicabilidade e falta de desenvolvimento no mercado. Finalmente, a reciclagem é dificultada por questões de gestão, tecnologias de reciclagem insuficientes e falta de demanda por produtos reciclados (Duan *et al.*, 2020).

A Índia ocupa a segunda posição entre os maiores geradores de resíduos, totalizando 530 milhões de toneladas no mesmo período. Entre os países asiáticos com elevada produção de resíduos, destacam-se também o Japão e a Coreia do Sul. No caso japonês, embora a geração de RCD tenha alcançado aproximadamente 75 milhões de toneladas em 2011, estudos apontam uma redução em relação a 1996 e 2001, anos em que foram registrados 99 e 85 milhões de

toneladas, respectivamente. Além disso, verificou-se um aumento significativo nas taxas de reciclagem, passando de 57% em 1996 para mais de 90% em 2008, especialmente na categoria de resíduos de construção, como blocos de concreto asfáltico. Já a Coreia do Sul, mesmo com uma população e território reduzidos, tem apresentado crescimento contínuo na geração de resíduos, passando de 10 milhões de toneladas em 1996 para 68 milhões em 2011. Paralelamente, sua taxa de reciclagem também aumentou, subindo de 58% para 98% (Nakajima; Futaki, 2002; Yang *et al.*, 2015). Essas melhorias nos dois países foram resultado de políticas públicas eficazes, como aquelas voltadas à ampliação do uso de materiais reciclados na construção civil, que, além de reduzir os impactos ambientais, geraram benefícios econômicos.

Embora os Estados Unidos ocupem a posição de terceiro maior produtor mundial de RCD, com uma estimativa de mais de 500 milhões de toneladas geradas anualmente, conseguiram reciclar mais de 70% dessa quantidade em 2012, utilizando os produtos reciclados principalmente em bases de estradas e aterros, o que movimentou ainda mais a economia do país. Por outro lado, o Canadá, apesar de gerar em média 9 milhões de toneladas por ano – um valor bem inferior ao dos EUA –, apresenta uma taxa de reciclagem bem baixa, cerca de 7%, com a maior parte dos resíduos sendo destinada a aterros sanitários (Akhtar; Sarmah, 2018).

De acordo com pesquisas realizadas por Aguilar-Penagos *et al.* (2017) e García *et al.* (2012), no México os RCD são divididos entre as classes A, B e C, com uma estimativa de geração anual de 12 milhões de toneladas, equivalente a 0,09 toneladas per capita por ano. Para cada uma dessas classes, são estabelecidas metas anuais de reutilização e reciclagem. No caso da Classe A, que abrange materiais como argamassa e concreto, o objetivo é reciclar pelo menos 30% dessa categoria, com um aumento gradual de 15% a cada ano, até atingir a reciclagem total.

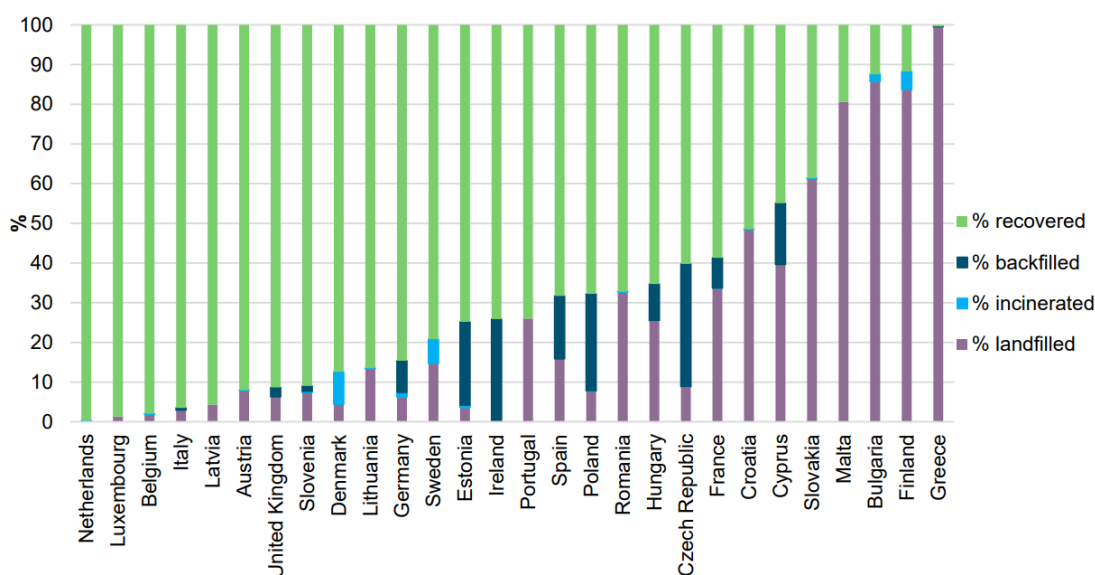
A União Europeia definiu metas ambiciosas para a gestão de RCD, com o objetivo de ampliar a reciclagem e a reutilização desses materiais. No entanto, diversos países ainda enfrentam dificuldades para administrar seus resíduos de forma eficiente. Além disso, a ausência de regulamentações mais rigorosas e a baixa conscientização da população também contribuem para o aumento da geração de resíduos. Segundo Saez e Osmani (2019), a construção civil é a principal responsável pela geração de resíduos na União Europeia em comparação com outros setores econômicos. Em 2014, as atividades de construção e demolição resultaram em mais de 850 milhões de toneladas de resíduos na Europa.

Na França, o setor da construção civil é um dos principais responsáveis pela geração de resíduos, com uma produção anual estimada em 246,7 milhões de toneladas em 2012, o maior

volume registrado na Europa. No entanto, a taxa de recuperação e reutilização desses materiais foi de 59%. Já a Alemanha, embora gere uma quantidade ligeiramente menor de resíduos, apresenta um desempenho mais eficiente na gestão desses materiais, conseguindo recuperar cerca de 85% do total. O Reino Unido, terceiro maior gerador de resíduos da construção na Europa, com aproximadamente 100 milhões de toneladas por ano, superou a meta de 70% de recuperação estabelecida pela União Europeia, com 91% do RCD tratado sendo recuperado e reutilizado (Deloitte, 2017).

Globalmente, estima-se que cerca de 35% das quantidades geradas de RCD são direcionadas aos aterros, sem qualquer tratamento adicional, embora haja esforços para reciclar e reutilizar os resíduos (Menegaki *et al.*, 2018). Os dados levantados por Deloitte (2017) permitiram comparar o tipo de gestão de cada país europeu, conforme a Figura 2. Destaca-se que o percentual de resíduos depositados em aterros varia entre menos de 1% (Holanda) e mais de 99% (Grécia).

Figura 2 – Destinação dos RCD na Europa.



Fonte: Akhtar e Sarmah (2018).

Países com altas taxas de recuperação são provavelmente os países com melhores práticas em termos de reciclagem de RCD. No caso da Holanda, Luxemburgo e Bélgica, sendo os dois primeiros com 99% e o terceiro com 98% de recuperação, há uma alta densidade populacional e uma pequena área territorial, por isso, grandes esforços têm sido feitos para reduzir o descarte e, através da reciclagem destes resíduos, são produzidos agregados secundários para aplicações rodoviárias. Já as baixas quantidades de RCD recuperadas na

Grécia podem estar relacionadas com a inexistência de uma política eficaz de utilização de materiais reciclados (Deloitte, 2017).

Ulubeyli, Kazaz e Arslan (2017), observam que alguns países da União Europeia como Áustria, Bélgica, Alemanha, Finlândia, Lituânia e Eslovénia possuem a obrigatoriedade da separação do resíduo ainda na obra e estimam que o número de usinas de reciclagem seja de 1.000 para Alemanha, 150 para a Áustria, 120 para os Países Baixos, 100 para o Reino Unido e Itália, 92 para a Bélgica, 50 para a França, 30 para Dinamarca, 10 para a Suécia, 8 para a Irlanda e 6 para a Espanha.

Os números dos diferentes países ao redor do mundo mostram que o rápido desenvolvimento econômico acompanhado de uma construção acelerada pode levar a uma crise ambiental global, devido ao uso excessivo de recursos naturais não renováveis (Silva *et al.*, 2020). Entre as medidas essenciais para reverter essa situação tem-se o desenvolvimento de políticas públicas para minimização da geração, o crescimento da reciclagem e da utilização dos novos produtos.

3.3 Panorama nacional dos resíduos de construção e demolição

A Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON) define o Resíduo da Construção e Demolição (RCD) ou Resíduo da Construção Civil (RCC) como todo resíduo gerado no processo construtivo, de reforma, escavação ou demolição (ABRECON, 2022a).

De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, divulgado em 2024, pela Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA), estima-se que foram geradas 44.464.751 de toneladas de RCD no ano de 2023. Esse panorama, para projetar a tendência de geração de RCD utiliza os índices de produção e consumo de cimento, de aço, o crescimento do mercado imobiliário, a mão de obra empregada e as publicações de outros órgãos relacionados são utilizados. Foi verificado uma queda de 1,3% em relação ao ano anterior, sendo 2023 o segundo ano consecutivo com redução na geração de RCD.

A quantidade de RCD gerada em 2022 corresponde a aproximadamente 55% da massa de resíduo sólido gerado no país naquele ano (ABREMA, 2024). O percentual está de acordo com a estimativa nacional de que a massa de RCD varia de 50 a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos, sobrecarregando os serviços municipais de limpeza pública e provocando o aumento de gastos públicos destinados à coleta, transporte e disposição final (Brasil, 2005). O

manejo dos resíduos da construção e demolição é mais identificado em municípios com número maior de habitantes e que possuem maior capacidade operacional.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), através do Diagnóstico Temático - Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos levantou que no ano de 2022 o país possuía apenas 128 áreas de transbordo e triagem (ATT) de RCD e volumosos, 59 áreas de reciclagem e 90 aterros específicos para os RCD (Brasil, 2023). Considerando a massa total recebida nas unidades de distribuição levantadas pelos SNIS, observa-se que é muito inferior ao quantitativo gerado, sendo o número e a capacidade de unidades insuficiente para suprir a demanda do país, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Unidades de processamento de RCD com informações atualizadas dos municípios participantes do SNIS (segundo macrorregiões geográficas, em 2022).

Tipo de unidade de processamento de resíduos sólidos	Quantidade de unidades de processamento na amostra por macrorregião geográfica					Total de unidades na amostra	Massa total recebida nas unidades de processamento em 2022 (toneladas)
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste		
Aterro de RCD	3	8	55	18	6	90	3.949.450,60
Área de transbordo e triagem de RCD e volumosos (ATT)	2	3	90	32	1	128	4.417.417,50
Área de reciclagem de RCD	0	6	38	12	3	59	1.840.081,50

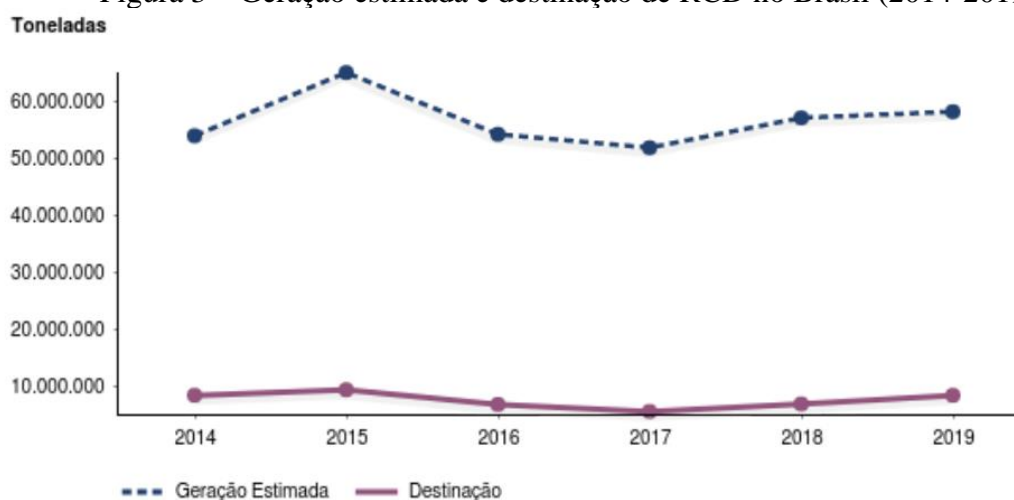
Fonte: Adaptado SNIS 2022 (Brasil, 2023).

Através dos dados divulgados pelo SNIS, o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, realizou o comparativo entre a massa de resíduos sólidos gerada e destinada ao longo dos anos, demonstrando que a deficiência na destinação dos mesmos não vem sendo resolvida (Figura 3). Ainda no Inventário Nacional de Resíduos Sólidos, foi apresentado que, em 2019, a destinação dos RCD era distribuída da seguinte forma: 5% (em massa) para aterro de resíduos da construção civil, 5% para aterro sanitário, 2% para lixão e 1% para aterro controlado, enfatiza-se que a destinação de 87% dos RCD foi considerada como desconhecida (Brasil, 2021).

Ressalta-se que os dados do SNIS dependem da autodeclaração dos municípios participantes, representando um grau de subjetividade. Ademais, conforme o Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2012b), 80% da gestão dos RCD é atribuída a agentes privados. Para obter um diagnóstico preciso do volume desses resíduos, é essencial quantificar os volumes

transportados por carroceiros, caçambeiros e outros coletores privados (Almeida Leite, 2018). Tanto os valores elevados da geração de RCD, quanto a falta de coleta e destinação adequada, demonstram a necessidade do gerenciamento desses resíduos, a fim de minimizar os possíveis danos ao meio ambiente.

Figura 3 – Geração estimada e destinação de RCD no Brasil (2014-2019).



■ *Estimativa de geração baseada na média macrorregional de massa informada por municípios declarantes.

■ Fonte: SNIS

Fonte: SINIR (Brasil, 2021).

3.4 Geração de resíduos de construção e demolição

A geração elevada de RCD, sendo 44.464.751 de toneladas no ano de 2023 (ABREMA, 2024), pode ser justificada pelos processos construtivos utilizados que, de modo geral, são manuais, executados no canteiro de obras, sem atenção ao desperdício e as possibilidades de reutilização e reciclagem.

Altschul, Oliveira e Nóbrega (2020) estimam que para cada metro quadrado de área efetivamente construída são consumidos 1,3 metros quadrados de materiais. Em outras palavras, a cada três unidades residenciais, comerciais ou industriais construídas, o desperdício de materiais equivale ao necessário para erguer uma quarta unidade.

Segundo I&T Informações Técnicas (Pinto; Gonzáles, 2005), as reformas, ampliações e demolições são as principais fontes geradoras de RCD no Brasil, correspondendo a aproximadamente 59% da massa total de RCD gerados. Em seguida, tem-se as edificações novas (acima de 300 m²) que geram aproximadamente 21% e, por último, as residências novas responsáveis por 20% da geração.

Guerra (2009) afirma que 75% da geração municipal de RCD advém de obras informais, ou seja, obras executadas pelos próprios moradores, sejam elas edificações novas, reformas ou demolições, acarretando disposição irregular pelas cidades.

A geração dos RCD nas novas obras é proveniente dos resíduos que são descartados e saem das obras, denominados entulho, e os desperdícios que terminam incorporados à obra, como o reboco excessivo para ajuste do prumo da parede. Estudos afirmam ser de 50% a taxa de ocorrência de cada um deles (Lima; Lima, 2012). As perdas podem ocorrer nas fases de concepção, produção e execução, logo, as metodologias adotadas nos projetos, a execução e o controle de qualidade das obras influenciam nas taxas de desperdício, que podem ter diferenças consideráveis entre os valores de mínimo e máximo, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Taxas de desperdício de materiais.

Materiais	Taxa de desperdício (%)		
	Média	Mínimo	Máximo
Concreto Usinado	9	2	23
Aço	11	4	16
Blocos e tijolos	13	3	48
Placas cerâmicas	14	2	50
Revestimento têxtil	14	14	14
Eletrodutos	15	13	18
Tubos para sistemas prediais	15	8	56
Tintas	17	8	24
Condutores	27	14	35
Gesso	30	14	120

Fonte: Espinelli (2005).

Segundo Leite (2001), as perdas ocorrem principalmente por interferências nos processos construtivos, especialmente, devido à falta de coordenação desde o início da obra até a sua conclusão, incluindo a fase de manutenção. Os erros causados por ausência de padronização dos elementos construtivos e de especificações técnicas, baixa qualidade e detalhamento insuficiente dos projetos, gestão inadequada na aquisição, transporte, armazenamento e manuseio dos materiais, também podem levar a perdas.

Baptista e Paschoal (2019) observaram que as perdas podem ser provenientes de: superprodução (argamassas e concretos produzidos em excesso); estoque (compras em excesso, produtos fora da validade, inacabados, armazenamento inadequado, roubos, desuso); transporte (quedas de materiais e rasgo de embalagens); movimentação e espera (perda de produtividade da mão de obra por problemas de *layout*, organização, gestão; perda de concreto e argamassa por demora na utilização); produtos defeituosos; e processamento (quebra de tijolos para

adequação da dimensão, recorte de pisos, revestimentos com espessura excessiva, corte e dobra do aço e traço inadequado). O Quadro 2 apresenta os resíduos comumente gerados em cada fase de uma obra convencional em concreto armado.

Quadro 2 – Geração de resíduos nas fases da obra.

Fase da obra	Resíduos possivelmente gerados
Mobilização, instalação do canteiro e serviços preliminares	Demolições (caso sejam necessárias); Limpeza do terreno: vegetação; Instalações provisórias (vestiário, sanitário, refeitório, depósito, escritório): blocos, concreto, madeira, telha; Tapume: madeira ou chapa metálica; Ligações provisórias de água e esgoto: eletrodutos, tubos, cabos.
Terraplanagem	Solos e rochas.
Fundações e superestrutura	Escavações: solos; Concreto: sobras e, quando fabricado em obra, tem-se perdas de agregados e embalagens de cimento; Aço: perdas durante o corte, dobra e montagem, pregos das formas; Formas e escoramento de madeira: perdas durante a confecção, descarte após a utilização e embalagem do desmoldante.
Impermeabilização	Embalagens dos produtos utilizados e sobras.
Alvenaria	Blocos cerâmicos e de concreto: quebras e demolições; Argamassa: demolições, sobras, agregados e embalagens; Drywall: sobras, recortes, quebras, demolições.
Revestimentos	Argamassas: sobras, agregados e embalagens; Gesso: sobras e embalagens; Placas cerâmicas: demolições, sobras, recortes, quebras e embalagens; Forros de gesso acartonado: demolições, sobras, recortes e quebras; Pintura: latas e sobra de tintas, seladores, massas e solventes; estopas, rolos e pincéis.
Coberturas	Telhas: sobras, recortes, quebras e substituição; Calhas, rufos, pingadeiras: sobras, recortes e substituição de chapa metálica; Estrutura de madeira/aço: sobras e perdas.
Instalações elétricas, telefonia e internet	Blocos cerâmicos e de concreto: recortes; Eletrodutos e cabos: sobras, recortes e perdas; Embalagens.
Instalações hidrossanitárias	Blocos cerâmicos e de concreto: recortes; Tubos: sobras, recortes e perdas; Louças: quebras; Componentes substituídos; Embalagens.
Desmobilização do canteiro	Demolição das edificações provisórias: concreto, madeira, aço, telhas, eletrodutos, cabos, tubos, conexões, louças.
Equipamentos de proteção individual e coletiva	Geram resíduos em todas as fases da obra. Capacetes, calçados, óculos, luvas, telas e madeira de plataformas.
Atividades administrativas	Geram resíduos em todas as fases da obra. Resíduos recicláveis: papéis, papelão e plástico; Orgânicos: restos de alimento.

Fonte: Da autora (2025).

Em uma pesquisa sobre a geração de RCD na cidade de Recife, Carneiro (2005) analisou as fases de fundação, estrutura e acabamento, concluindo que a etapa de acabamento é a que gera a maior quantidade de resíduos. Esse resultado foi confirmado por Vieira *et al.* (2021), que acompanharam a retirada de resíduos em 45 canteiros de obras na cidade, com base nos registros de empresas cadastradas no município. Ao avaliarem a média de geração de resíduos por metro quadrado em cada fase, verificou-se que a etapa de acabamento apresentou o maior volume com $67,07 \text{ kg.m}^{-2}$ (71,74 %), seguido pela estrutura, $21,91 \text{ kg.m}^{-2}$ (23,44 %), e por último pela fundação, que gerou $4,51 \text{ kg.m}^{-2}$ (4,82 %).

Resultado semelhante também foi obtido por Marques Neto e Schalch (2010), no estudo realizado em obras da cidade de São Carlos, em que a etapa de acabamentos, incluindo os revestimentos, alcançou 53% do volume de resíduo gerado durante uma construção.

Brum (2013) atribui os altos índices de resíduos na fase de acabamento ao método de aplicação do chapisco e reboco sobre a alvenaria, que naturalmente resulta em perdas. Isso ocorre porque parte da argamassa lançada na parede com a colher de pedreiro acaba caindo no chão. Para reduzir esse desperdício, uma solução é recolher o material ainda fresco com a própria colher de pedreiro, permitindo sua reutilização.

O autor também acredita que, no caso dos blocos cerâmicos e tijolos, as perdas não ocorrem apenas devido a quebras, mas também por falhas no método construtivo. Um exemplo disso é a necessidade de abrir rasgos nas paredes para a instalação das tubulações hidrossanitárias e elétricas. Uma alternativa para evitar esse problema é o uso de dutos aparentes ou sistemas que escondem as instalações por meio de *shafts* e forros. Dessa forma, reduzir desperdícios na aplicação de argamassa, evitar cortes e quebras em alvenaria, cerâmicas e *drywall* pode contribuir significativamente para a diminuição da geração de resíduos na obra, sendo essencial a qualificação da mão de obra para isso (Brum, 2013).

Já a geração de resíduo na fase de manutenção está relacionada principalmente à correção de patologias, como vazamentos e infiltrações; reformas e adequações da edificação, frequentemente requerendo demolições parciais e descarte de componentes que tenham deteriorado e atingido o final da vida útil, necessitando, portanto, de substituição, como tubulações de ferro galvanizado (John; Agopyan, 2000).

Em reformas, além dos resíduos gerados pelo processo construtivo e pelos desperdícios semelhantes aos de uma nova construção, também se geram resíduos devido à substituição de materiais. No entanto, esses materiais nem sempre precisam ser descartados, pois muitos ainda não atingiram o fim de sua vida útil, como esquadrias, louças, bancadas e divisórias. Esses itens

podem ser reaproveitados em outras edificações, desde que a substituição seja feita com o devido cuidado para evitar danos aos materiais (Brasil, 2009).

Nas demolições, a geração de resíduos é inevitável. De acordo com Zordan (1997), a quantidade de resíduos gerados não está diretamente ligada à qualidade da execução ou aos processos utilizados. No entanto, a tecnologia e os métodos construtivos da obra, bem como o sistema de demolição empregado, afetam a qualidade dos resíduos produzidos. Alguns métodos de construção e demolição podem resultar em resíduos com maior potencial de reciclagem do que outros, devido a presença de mistura de materiais e componentes, ou a contaminação desses resíduos (Nagalli, 2016).

O planejamento e controle das obras pode minimizar a geração e deve ser iniciado já na etapa de projetos, através da elaboração de projetos com maior conforto térmico e eficiência energética, mais simples e enxutos, que demandem menor quantidade de acabamento, priorizem a especificação de materiais adequados para aquela utilização, que possam ser facilmente reciclados, com padrão comercial, de alta qualidade e com ciclo de vida adequado (Nagalli, 2016).

Além disso, a escolha de sistemas pré-fabricados, projetos mais flexíveis e a modulação da estrutura visando a reutilização dos materiais, como as formas durante a construção, também contribui para a minimização (Vale, 2011). Os projetos mais adaptáveis também permitem a modernização da edificação, ao invés da demolição, e mudanças significativas nas construções por meio da desmontagem, possibilitando a reutilização de componentes que antes eram considerados desnecessários (John; Agopyan, 2000). A substituição de laje convencional por laje pré-moldada evitaria um consumo de 1.380 m³ de madeira, já o uso da alvenaria planejada com blocos padronizados reduziria aproximadamente 4.500 m³ de resíduos gerados nas obras da Universidade Federal do Amazonas, num período de dez anos (Pereira, 2017).

Ademais, os cuidados na fase de projetos e de construção proporcionam uma melhor qualidade da edificação, diminuindo a geração de RCD na manutenção. O aumento da vida útil física dos diferentes componentes e da estrutura dos edifícios também impacta na geração, por estender a longevidade, promovendo maior durabilidade das construções e reduzindo a frequência de reformas, reparos e demolições resultantes de desgaste prematuro dos elementos (John; Agopyan, 2000). A orientação quanto ao uso adequado pelos usuários finais e uma manutenção preventiva também gera efeitos positivos.

Outro fator que leva a uma redução nas perdas é a presença de certificação de qualidade, visto que nessas obras, devido às exigências normativas, há um maior controle na gestão dos

processos executivos, na separação dos resíduos e no registro de saída (Bertol; Raffler; dos Santos, 2013).

Ajayi *et al.* (2016) compreenderam que fatores comportamentais e culturais contribuem para a intensidade da geração de resíduos. Entre eles tem-se: início das atividades de construção sem que o projeto, os documentos de construção e as especificações sejam concluídas ou quando há questões de projeto não resolvidas; cultura não colaborativa entre projetistas e empreiteiros, resultando em erros, retrabalhos e outras formas de perdas; cultura de culpa, transferindo a responsabilidade pelo desperdício; cultura de desperdício, impulsionando a crença na inevitabilidade; conservadorismo, dificultando a inovação. Deste modo, a mudança cultural é essencial para a eficácia das estratégias existentes para reduzir a geração de resíduos pela construção civil, aumentando assim a sua sustentabilidade e lucratividade.

3.5 Gestão e gerenciamento de resíduos de construção e demolição

Primeiramente, cabe diferenciar o gerenciamento dos resíduos e a gestão dos resíduos. A gestão de resíduos é um processo mais amplo que se refere às estratégias e às políticas públicas, enquanto o gerenciamento aborda a estrutura operacional e o manejo dos resíduos. Ambos são um meio de minimizar os impactos ambientais gerados (Alberguini; Silva; Rezende, 2003).

Buscando atender a Resolução CONAMA n° 307/2002 (Brasil, 2002), os municípios devem elaborar o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil. De acordo com a legislação, ficou estabelecido o prazo máximo, a partir da sua publicação, de doze meses para a elaboração e mais seis meses para a implantação. Contudo, mais de vinte anos se passaram e muitos municípios ainda não possuem o plano.

O gerenciamento dos RCD faz parte da gestão desses resíduos e é essencial para o seu êxito. A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece que os geradores de resíduos são responsáveis pelo gerenciamento ambientalmente adequado deles. A Resolução CONAMA n° 307/2002 também estabelece a necessidade de elaboração e implantação pelos grandes geradores dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, dispondo os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequada dos resíduos (Brasil, 2002).

Caso o empreendimento esteja sujeito ao licenciamento ambiental, os planos deverão ser analisados juntamente com o processo de licenciamento pelos órgãos ambientais competentes. Caso contrário, deverão ser apresentados em conjunto com o projeto do

empreendimento para análise pelo órgão competente do poder público municipal, em conformidade com o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil.

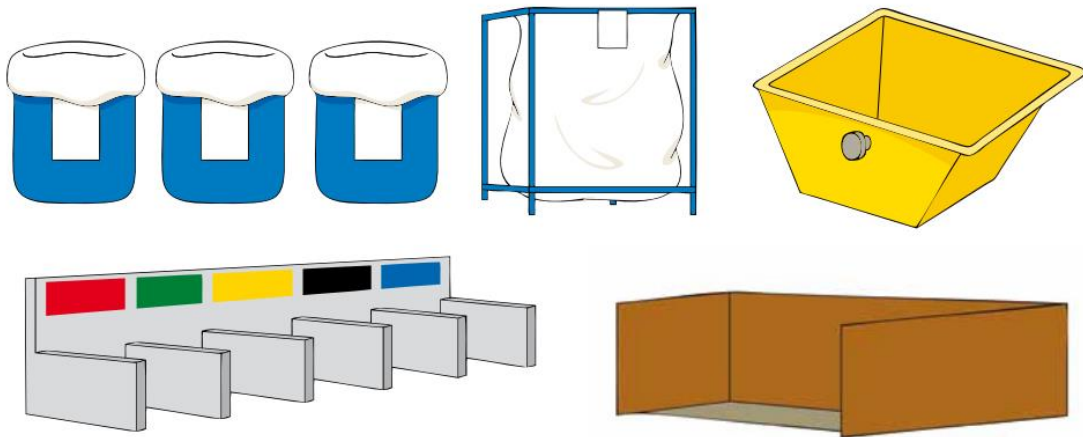
A legislação determina que os planos deverão conter as seguintes etapas:

- a) Caracterização: o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos. A classificação é realizada de acordo com a Resolução CONAMA nº 307/2002 (Quadro 1) e permite estabelecer a destinação final mais adequada. Sugere-se que a caracterização seja de acordo com as fases da obra para identificar a quantidade e os tipos de resíduos gerados em cada uma delas, identificando os principais geradores e alternativas para o reaproveitamento;
- b) Triagem: deverão ser descritos os procedimentos para que os resíduos sejam segregados de acordo com sua classe, preferencialmente pelo gerador, no local de origem e logo após a geração. Caso não seja possível, deverá ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade. Deve-se evitar a contaminação, para não prejudicar o seu reaproveitamento ou reciclagem. É essencial o treinamento dos funcionários responsáveis pelos procedimentos desta etapa, sendo a comunicação visual indispensável para uma triagem satisfatória;
- c) Acondicionamento: cada classe de resíduos segregada anteriormente deverá ser acondicionada, com sua identificação, uma vez que o gerador é responsável pelo confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, garantindo as condições necessárias para a reutilização e reciclagem. Tem que se informar qual tipo de dispositivo será utilizado e suas características, como dimensão e capacidade. Um mesmo tipo de resíduo pode ser armazenado em diversos tipos de dispositivos, dependendo da quantidade gerada, da disponibilidade no local e preferência do gerador. Lima e Lima (2012), por meio de cartilha publicada pelo CREA-PR, sugerem a utilização dos seguintes dispositivos (Figura 4):
 - Bombonas: recipientes plásticos, geralmente na cor azul, com capacidade de 50 a 200 litros, para depósito inicial de restos de madeira, sacaria de embalagens plásticas, aparas de tubulações, sacos e caixas de embalagens de papelão, papéis de escritório, restos de ferro, aço, fiação, arames;
 - Bags: sacos de ráfia com quatro alças e com capacidade aproximada de 1 m³, para armazenamento de serragem, EPS (isopor), restos de

uniformes, botas, tecidos, panos e trapos, plásticos, embalagens de papelão;

- Baias: depósitos fixos, geralmente de madeira, com dimensões variadas de acordo com a demanda, para depósito de restos de madeira, ferro, aço, arames, EPS, serragem;
- Caçambas estacionárias: recipientes metálicos com capacidade de 3 a 5 m³, para o acondicionamento final de blocos de concreto e cerâmico, argamassa, telhas cerâmicas, madeiras, placas de gesso, solo.

Figura 4 – Tipos de acondicionamento.



Fonte: Lima e Lima (2012).

- d) Transporte: deve ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos, através de empresas licenciadas. É necessário identificar as formas de transporte interno (do local de geração até o de acondicionamento) e externo. Deve ser preenchida uma ficha com os dados do gerador, tipo e quantidade de resíduos, dados do transportador e dados do local de destinação final dos resíduos. A ficha será assinada pelo transportador e destinatário dos resíduos para garantir ao gerador a comprovação de destinação correta. Além de ser uma fonte de informações da geração de resíduos (Lima; Lima, 2012);
- e) Destinação: previsão para cada classe de resíduo, conforme estabelecido na Resolução CONAMA n° 307/2002, de acordo o Quadro 1, devendo ser autorizada/licenciada pelo poder público.

Embora haja previsão legal, o gerenciamento dos resíduos de construção e demolição ainda é pouco difundido. Na maior parte dos casos, é realizado apenas o acondicionamento não

segregado em caçambas estacionárias, o transporte por empresa terceirizada e a destinação em áreas não licenciadas. Os responsáveis pelas obras alegam a inviabilidade da segregação por falta de espaço e necessidade de um número maior de caçambas, que são alugadas. Contudo, a prática da triagem pode reduzir o volume de resíduo a ser transportado, gerando economia, graças a redução do empolamento, pois a má organização dos resíduos dentro das caçambas forma grandes vazios (Miranda; Angulo; Careli, 2009).

A definição de grande ou pequeno gerador deve ser estabelecida na legislação municipal. No caso dos pequenos geradores, não há exigência do plano de gerenciamento, no entanto eles também são responsáveis pelos resíduos gerados. Para evitar o descarte irregular em lotes vagos, calçadas e vias públicas, muitas vezes devido a questões financeiras, os municípios devem propor alternativas, como os postos de entrega voluntárias (PEV) com a posterior destinação final estabelecida pela legislação. Cabe salientar a importância da divulgação da localização de tais pontos e que eles sejam distribuídos pelo município, facilitando o transporte até o local.

3.6 Gestão e gerenciamento de resíduos de construção e demolição em instituições públicas

Em se tratando da gestão e gerenciamento de RCD em obras públicas de Universidades Federais, Fernandes, Sobrinho Júnior e Nóbrega (2010) concluíram que esses quesitos na Universidade Federal da Paraíba eram ineficientes. Embora algumas normas ambientais fossem atendidas, havia falta de conhecimento e comprometimento das construtoras, falhas na segregação, acondicionamento e destinação. O diagnóstico foi elaborado mediante a aplicação de um questionário em sete empresas que estavam executando obras no campus I, em agosto de 2009. Na época, ainda não constava nos editais de licitação a obrigatoriedade de cumprimento do plano de gerenciamento de resíduos.

Brum (2013) verificou que, ao realizar o gerenciamento dos RCD em uma obra pública da Universidade Federal de Juiz de Fora, 36% do volume total deixou de ser destinado ao aterro, sendo os materiais reutilizados/reciclados dentro ou fora do canteiro, demonstrando que as práticas de gerenciamento possibilitam o aumento da vida útil dos aterros e redução de custos para os municípios.

Calente (2017) identificou, através de entrevistas com a equipe técnica da Prefeitura Universitária, que na Universidade Federal do Espírito Santo havia um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, entretanto, ele era pouco conhecido e não era aplicado. Então,

propôs um plano de intervenção com ações para melhoria, constando a importância dessas ações se iniciarem nas fases de planejamento, projeto, orçamento e licitação das obras, passando pelas fases de execução, manutenção e demolição. Para cada uma das fases, foram apontados os entes envolvidos e as suas responsabilidades, de forma a facilitar que sejam colocadas em prática.

Santos *et al.* (2020) avaliaram o gerenciamento de resíduos de construção em oito obras da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), por meio da aplicação de questionários. Apenas uma obra apresentava Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), em somente três houve treinamento para a execução de práticas de gerenciamento, em 62% havia quantificação dos RCD produzidos e em apenas duas havia segregação e destinação correta. Confirmando, mais uma vez, a necessidade de esforços para a implementação dos planos.

Sagrilo (2022) elaborou um plano de ação para melhorias nos processos de gerenciamento de resíduos sólidos de construção civil na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), gerados a partir de manutenções e reformas. Para isso, a autora acompanhou a execução de nove ordens de serviço e constatou que as principais dificuldades para gerir adequadamente esses resíduos estão relacionadas ao acondicionamento e armazenamento temporário.

3.7 Quantificação de resíduos de construção e demolição

Dias (2013) entende que a quantificação do RCD pode ser entendida como o primeiro passo para a gestão dos resíduos, pois permite um controle da geração e o estabelecimento de metas para a redução. Além disso, possibilita dimensionar as demais etapas do gerenciamento, como recipientes para armazenagem e meios de transporte.

Buscando estimar a geração de RCD, diversos autores desenvolveram métodos indiretos de cálculo utilizando equações e métodos estatísticos que correlacionam fatores que podem influenciar na geração, como a área da edificação, ou levantaram diretamente a quantidade gerada (Pinto, 1999; Silva, 2017; Maniam *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2023). Na fase de projeto e planejamento da obra, é estimada a geração de resíduos de maneira indireta. Já durante a execução da obra, a quantificação pode ser realizada através do método direto, medindo a massa ou o volume de resíduos gerados, sendo a segunda forma mais simples por não requerer balança.

No Brasil, Pinto (1999), ao propor uma metodologia para a gestão diferenciada dos RCD baseada em verificações em diversas obras e cidades, definiu uma taxa de geração de 150 kg.m^{-2} construído. Para chegar no valor, o autor considerou que as edificações executadas

predominantemente por processos convencionais possuem uma massa específica estimada de 1.200 kg.m^{-3} , que existe uma perda média de materiais nos processos construtivos em relação à massa de materiais levados ao canteiro de obra de 25% e que há um percentual da perda de materiais removidos como entulho durante a obra de 50%.

Silva (2017), para aferir a taxa de geração em Cabo de Santo Agostinho/PE, levantou dados de duas construtoras, sendo a primeira responsável pela obra de um hotel de onze pavimentos e a segunda por quatro obras residenciais multifamiliares de dois pavimentos. Como as construtoras quantificaram o RCD gerado em volume, através do número de caçambas, foi adotada a massa unitária de $1,36 \text{ t.m}^{-3}$. A obra do hotel tinha área de $11.335,72 \text{ m}^2$ e gerou 885,68 t, logo, a taxa de geração foi de 78 kg.m^{-2} . Já as obras residenciais, tinham área média de 194 m^2 e cada uma delas gerou 3 caçambas de 14 m^3 de resíduos, totalizando 57,12 t e uma taxa de geração de 294 kg.m^{-2} , demonstrando também que edificações menores costumam ter uma taxa mais alta. A utilização de uma metodologia baseada apenas em dados fornecidos, sem um acompanhamento e uma medição direta pelo pesquisador, pode levar a um certo grau de imprecisão. Além do mais, não há garantias de que as caçambas consideradas estavam totalmente cheias e que todo o resíduo gerado pelas obras foi armazenado em tais dispositivos.

Silva (2017) avaliou a geração de RCD em três novas obras (comercial, industrial e residencial) e em uma reforma de um banheiro com área de 35 m^2 . Os serviços executados na reforma foram: remoção completa de revestimentos de piso e paredes; substituição de divisórias de alvenaria por granito entre todos os vasos sanitários; substituição de toda tubulação de água e esgoto; revestimento cerâmico nas alvenarias e no piso; forro de PVC. A metodologia utilizada pelo autor incluiu o levantamento dos insumos consumidos na reforma por pesagem ou identificação do peso registrado na embalagem ou nota fiscal, totalizando 16.505 kg. A quantidade de resíduos gerados foi obtida por meio da pesagem das caçambas, contendo os resíduos Classe A provenientes da demolição e da obra, e pesagem dos demais resíduos separadamente, resultando em um total de 23.940 kg ou então 684 kg.m^{-2} . A relação encontrada entre insumos e resíduos foi de 1,45 e o custo do gerenciamento correspondeu a 0,52% do custo da obra. Observa-se que o autor encontrou um índice seis vezes maior de geração de resíduos na reforma em relação às construções novas.

Angulo *et al.* (2011) realizaram uma análise comparativa da geração média dos RCD pelos métodos indireto e direto, em 2009, em um município de 36.300 habitantes em São Paulo. Para o caso de novas construções, o método indireto considerou a área construída das

edificações, em função dos alvarás de construção emitidos pela Prefeitura, multiplicada pelo índice de geração determinado por Pinto (1999), ou seja, $0,15 \text{ t.m}^{-2}$ construído. O método direto identificou a geração advinda de agentes informais e formais nos pontos de disposição finais (incluindo ruas, terrenos, córregos, bota-fora) em quinze regiões do município. Nesse método, como a medição foi em volume, foi necessária a conversão para massa, através da adoção de uma massa unitária de 1 t.m^{-3} , com base em levantamento de campo realizado pelos autores. Os resultados obtidos para o ano de 2009 foram semelhantes, sendo 2.398 toneladas pelo método indireto e 2.329 toneladas pelo direto.

Marques Neto e Schalch (2010) calcularam uma taxa geração média de $137,02 \text{ kg.m}^{-2}$, na cidade de São Carlos, através do acompanhamento de cinco obras de diferentes áreas e usos, das quais foram calculados os volumes de entulho removidos durante cada fase de execução e o valor total. Entre as obras analisadas, destaca-se a de número 1, reforma comercial, com área de $358,56 \text{ m}^2$, que transformou uma casa antiga da região central da cidade em um bar-restaurant com características rústicas e padrão fino. As maiores gerações de entulho foram na fase de revestimentos e acabamentos finais. Foram geradas 19 caçambas de 5 m^3 e, considerando a massa unitária de $0,60 \text{ t.m}^{-3}$, obtida da caracterização física dos RCD do município, obteve-se uma taxa de geração de $158,97 \text{ kg.m}^{-2}$.

Paz e Lafayette (2016) desenvolveram um *software* de Sistema de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (SIGERCON), que facilita a análise de estratégias de gerenciamento de resíduos em canteiros de obras por meio da utilização de indicadores de geração de RCD. Para isso, analisaram o banco de dados da geração de resíduos ao longo da execução de 19 obras de grande porte e multipavimentos, obtendo um índice de geração de RCD por área construída de 97 kg.m^{-2} e uma taxa de geração de RCD por tempo de obra de $42,29 \text{ t.mês}^{-1}$. Também calcularam as taxas de geração por etapa da obra, sendo $17,68 \text{ t.mês}^{-1}$ na fase de fundação, $40,08 \text{ t.mês}^{-1}$ na etapa de estrutura e $83,70 \text{ t.mês}^{-1}$ na etapa de acabamento. Conclui-se que a etapa de acabamento é a mais crítica, por ser a etapa mais longa da obra, aquela em que há maior desperdício de material com instalações elétricas e hidráulicas, e por ser a etapa final, onde cronograma costuma ser mais apertado.

Gonçalves, Rocha e Marques Neto (2022) obtiveram uma taxa de geração média unitária de $131,12 \text{ kg.m}^{-2}$, ao estudar a geração em cinco obras, incluindo reformas e novas construções, na cidade de Orlandia-SP. As obras possuíam diferentes áreas e usos, além de terem iniciado e finalizado dentro do período da pesquisa. Analisando individualmente as reformas e novas construções, tem-se uma taxa de $182,64 \text{ kg.m}^{-2}$ e $67,16 \text{ kg.m}^{-2}$, respectivamente. A metodologia

utilizada pelos autores consistiu em quantificar o número de caçambas de 3 m³ de RCD retiradas da obra, multiplicá-lo por uma massa unitária de 1,12 t.m⁻³, proveniente da caracterização qualitativa realizada por eles, e dividir essa massa de entulho pela área total das edificações.

Os autores também conseguiram evidenciar a destinação irregular, principalmente em terrenos vazios de áreas periféricas. Eles observaram isso ao calcular a quantidade de resíduos gerados com base no movimento de carga dos coletores, o que resultou em um valor mais alto do que a medição realizada nos aterros. Quando compararam esses dados com o valor baseado no parâmetro de áreas licenciadas de obras novas, demolições e inclusões, a diferença aumentou ainda mais. Isso indica que, muitas vezes, o problema com os RCD começa com irregularidades nas obras de construção.

Embora seja mais comum a quantificação dos resíduos gerados através no número de caçambas estacionárias, Caetano, Fagundes e Gomes (2018) mensuraram o volume por meio do acompanhamento do processo de limpeza, contabilizando o número de recipientes com volume de 0,018 m³ necessários para fazer o recolhimento dos RCD até a caçamba estacionária.

No caso de obras públicas de universidades, Brum (2013) realizou um estudo de caso através da implantação de um programa de gestão na construção do prédio da nova Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), com uma área aproximada de 3.000 m². Para a quantificação dos resíduos de maiores dimensões, registrou-se o volume das caçambas estacionárias ou carrocerias dos caminhões transportadores, já para os de menores, utilizou-se a capacidade volumétrica dos tambores metálicos e carrinhos de mão, utilizados no transporte do local de geração para as baias de armazenagem. Foram gerados 480,20 m³ de RCD, resultando em um índice de geração de 212,25 kg.m⁻² ou 1.378,24 kg/dia⁻¹.

A oscilação da geração de resíduos levantada por cada um dos autores pode ser justificada pelas particularidades de cada obra, dependendo do processo construtivo, da equipe de execução, da existência de gerenciamento e de outros fatores. Paz (2019) confirmou essa variação quando compilou os dados da taxa de geração de RCD em pesquisas nacionais entre os anos de 2010 e 2015 e verificou uma variação entre 60,40 kg.m⁻² a 174,86 kg.m⁻².

Uma alternativa para estimar a geração de resíduos é a utilização do BIM (*Building Information Modeling*) que permite representar e planejar todo o ciclo de vida da edificação. Após a modelagem da edificação, a estimativa da quantidade de resíduos gerados é baseada no quantitativo levantado de cada elemento de projeto multiplicado pelo índice de geração de resíduo do elemento. Nagalli *et al.* (2021) desenvolveram um *plugin* a ser utilizado no ambiente BIM em que os resíduos identificados são automaticamente classificados e é

projetada uma estrutura de gerenciamento. O BIM também pode minimizar a geração, através da identificação de conflitos, interferências e colisões; estudo da sequência construtiva e planejamento da construção; redução do retrabalho; sincronização do projeto e do *layout* do canteiro; detecção de erros e omissões e previsão das quantidades de material (Gnecco; Mattana; Fossati, 2021).

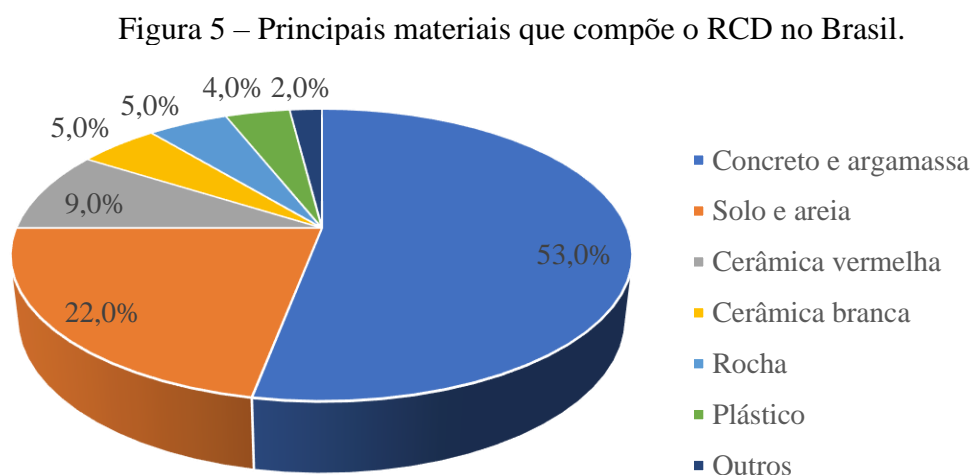
Verifica-se a existência de diversas metodologias para obter a geração dos RCD, a escolha da mais adequada para cada caso irá depender da disponibilidade de dados.

3.8 Classificação de resíduos de construção e demolição

O conhecimento da composição qualitativa e quantitativa dos resíduos é fundamental para a proposição de alternativas e estratégias de gestão (Paz; Lafayette; Sobral, 2022). A metodologia mais utilizada para obter a composição qualitativa é a caracterização gravimétrica. O método de análise envolve a medição e quantificação da massa de um componente em uma amostra e o cálculo do percentual dele em relação ao todo.

A classificação dos RCD deve ser realizada conforme disposto na Resolução CONAMA n° 307/2002, e suas alterações (Quadro 1), baseada no tipo de destinação do material. Também é bastante variável por depender do local de geração, dos materiais utilizados, dos métodos construtivos adotados, da qualidade dos serviços executados, do treinamento da equipe executora, da fase em que a obra se encontra e da forma de segregação.

A figura 5 apresenta a média da parcela de contribuição de cada material na composição de RCD no Brasil.



Fonte: Adaptado de Hernandes e Vilar (2004, apud Nagalli, 2016, p. 66).

Conforme Santos *et al.* (2022), a parcela de contribuição de RCD é relativa, mas o concreto e a argamassa prevalecem como principais componentes. A maior parte dos resíduos gerados são aqueles de Classe A, ou seja, podem ser reutilizáveis ou recicláveis como agregados; em seguida tem-se os de Classe B, que são passíveis de reciclagem para outras destinações.

Para caracterizarem o RCD gerado na cidade de Orlandia-SP, Gonçalves, Rocha e Marques Neto (2022) coletaram cinco amostras de dezoito litros em cada uma das três caçambas selecionadas de origens diferentes, separaram os componentes, peneirando os menos graúdos, e mediram a massa. O processo permitiu o cálculo da massa unitária e do percentual de cada tipo de RCD, considerando o somatório das três caçambas, com total de 270 litros amostrados. Os autores verificaram que 72,3% do total de RCD caracterizado é composto de concreto, argamassa e cerâmica, ou seja, materiais potencialmente recicláveis sob a forma de agregados. Além disso, 18,8% correspondem à areia e solo, 5,9% à pedra, somando 97% de resíduos de Classe A. A metodologia foi a mesma adotada por Marques Neto e Schalch (2010) para a cidade de São Carlos, e por Tessaro, Sá e Scremin (2012) no município de Pelotas, que registraram 86% e 88% de resíduos de Classe A, respectivamente.

A caracterização qualitativa na cidade de Belo Horizonte - MG diferenciou-se das citadas acima pelo volume total amostrado, sendo apenas de 90 litros. Foi utilizado o método de amostragem de acordo com a NBR 10007 (ABNT, 2004a), coletando cinco amostras, em recipientes plásticos de 18 litros cada, e constatou-se que 95,5% dos resíduos são de Classe A e o restante da Classe B. A densidade aparente média anterior a triagem ficou em $0,96 \text{ t.m}^{-3}$ (Bessa; Melo; Lourenço, 2019).

A metodologia de classificação escolhida por Bernardes *et al.* (2008), para a cidade de Passo Fundo-RS, consistiu na análise de dezoito cargas de RCD, sendo quatro delas exclusivas de novas construções residenciais horizontais (11.280,5 kg). As caçambas eram descarregadas e os resíduos eram separados e identificados manualmente. Os materiais retidos e os finos de argamassa e tijolos foram obtidos através do peneiramento em peneira com abertura 4,2 mm. Mediante a pesagem em balança, os tipos de resíduos foram quantificados. Por fim, foram classificados conforme a Resolução nº 307/2002. Os resíduos de argamassas, tijolos, cerâmicas e concretos representaram os maiores percentuais, totalizando 94,1% de resíduos de Classe A para a amostra.

Já na pesquisa realizada por Angulo *et al.* (2011), amostrou-se dez caçambas em diferentes dias, horários e regiões do município estudado. Os resíduos foram misturados por meio de uma retroescavadeira e reduzidos sucessivamente por quarteamento, até a obtenção de

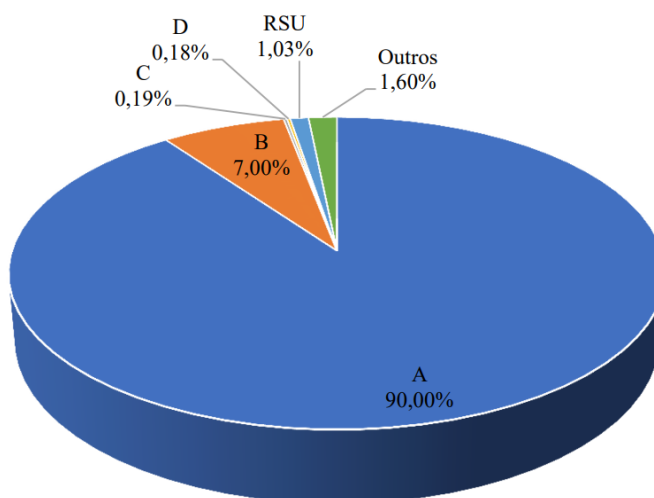
uma amostra de 3 m³, que foi transportada para o laboratório, onde foi homogeneizada pela técnica de pilha alongada e dividida em uma alíquota de 500 kg. Foram realizados quarteamentos sucessivos até a obtenção de duas amostras de 5 kg, utilizadas para segregação e quantificação dos materiais representantes de cada classe, resultando em 91% da massa de resíduos Classe A e 9,0% de Classe B, não sendo quantificados componentes pertencentes às Classes C e D.

Na construção da Faculdade de Economia da UFJF, os resíduos Classe A (principalmente argamassa, tijolo e concreto) corresponderam a 73,06% e os Classe B a 26,93%. Os resíduos da Classe C (pequenos fragmentos de tubo hidráulico, conexões e fios elétricos) e Classe D (restos de tinta e massa corrida) não foram quantificados por não expressarem uma geração significativa. A triagem ocorreu nos locais de geração, mediante a formação de pilhas para cada um dos tipos, que eram posteriormente recolhidos para a quantificação e encaminhamento ao local de armazenamento do canteiro (Brum, 2013).

Resultado semelhante foi encontrado na cidade de Lavras-MG por Reis (2021), do qual mais de 96,67% dos resíduos gerados em cidade são passíveis de reciclagem e/ou reaproveitamento (Classes A e B), conforme a Figura 6.

Para chegar nesses valores, a autora realizou três estudos gravimétricos, utilizando o método do quarteamento, separação dos componentes da amostra representativa e pesagem dos resíduos. O peso de cada classe foi dividido pelo peso total da amostra daquele estudo, tendo o valor total médio de 11.000 kg, e calculado o percentual em relação ao todo.

Figura 6 – Composição de RCD por classe em Lavras.



Fonte: Reis (2021).

Na pesquisa de Silva (2017), em uma reforma de um banheiro com área de 35 m², já citada anteriormente, a classificação dos resíduos foi obtida por meio da separação e posterior pesagem. O autor encontrou apenas resíduos de Classe A e B, sendo 98,5% de resíduos Classe A (91% de entulho Classe A da demolição das alvenarias e 7,5% de entulho Classe A da reforma) e 1,5% da Classe B (0,6% madeira, 0,4% metais, 0,3% plástico e 0,1% de papel/papelão), mais uma vez mostrando o potencial de reciclagem e reaproveitamento.

3.9 Reciclagem de resíduos de construção e demolição

John (2000) acredita que a reciclagem é uma das condições para atingir o desenvolvimento sustentável por ser um dos meios de redução do impacto ambiental ocasionado pela cadeia produtiva da construção civil. A reciclagem é também uma alternativa para prolongar a vida útil das reservas de recursos naturais necessários para a produção dos materiais utilizados por essa atividade, além de propiciar a redução do consumo de energia e a poluição proveniente da fabricação deles. Além disso, permite estender a vida útil dos aterros de resíduos sólidos ou de resíduos de construção e demolição, que receberão uma quantidade menor de material. Outro benefício é a empregabilidade de classes sociais mais vulneráveis economicamente.

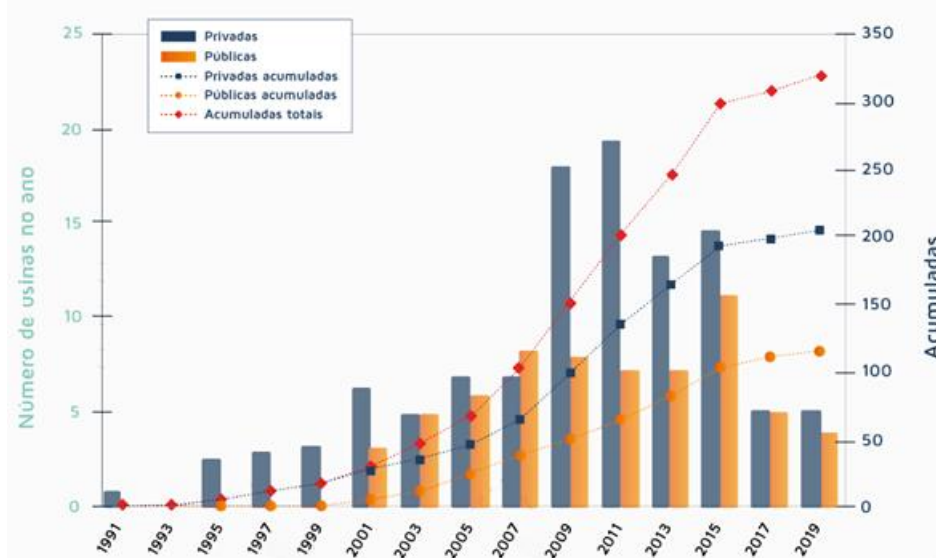
De acordo com dados levantados por Bessa, Melo e Lourenço (2019), o total de areia natural extraída foi de 255 milhões de toneladas em 2010, sendo 68% utilizado na construção civil. A extração da areia acarreta altos custos econômicos e danos ambientais, causados principalmente pelo transporte e por alterações na paisagem durante a extração, que poderiam ser minimizados, em parte, com a utilização dos RCD gerados localmente.

Pimenta *et al.* (2016), ao estimarem o índice médio de geração de RCD para métodos construtivos em concreto armado e em alvenaria estrutural, observaram que 96% deles são recicláveis, predominando o entulho (Classe A) e a madeira (Classe B), demonstrando o alto potencial da reciclagem.

O mercado da reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil ainda é incipiente. As primeiras usinas de reciclagem de RCD brasileiras foram instaladas nos municípios de São Paulo, em 1991, Londrina, em 1994, e Belo Horizonte, em 1995 e 1996 (Pinto, 1999). Até 2002 o país contava com apenas 16 usinas e após a publicação da Resolução nº 307 do CONAMA esse número aumentou para 47 usinas no ano de 2008, mas nem todas estavam em operação (Miranda; Angulo; Careli, 2009). Estima-se que em 2021 existiam 380

usinas de reciclagem de RCD (ABRECON, 2022b). O crescimento do número de usinas pode ser representado pela Figura 7.

Figura 7 – Histórico da implementação de usinas de reciclagem de RCD no Brasil.



Fonte: ABRECON (2022b).

Observa-se que há maior predominância de usinas privadas, que até o ano de 2019 correspondiam a cerca de 77% das usinas levantadas. A distribuição é bastante desigual, sendo predominantes na região sudeste, em municípios de porte médio e metade podem ser classificadas como de pequeno porte, capaz de processar em torno de $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, ou $50 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$. Em relação valor cobrado para que as usinas recebam os resíduos, oscila entre R\$ 5,00 e R\$ 35,00 por metro cúbico (ABRECON, 2022b).

A produção brasileira de agregados reciclados varia em torno de 16 a 21 milhões de toneladas ao ano, com a capacidade máxima da produção das usinas em crescimento, passando de 42 para 50 milhões de toneladas ao ano, resultando em uma capacidade de processamento de 48% do resíduo gerado no Brasil, embora a relação entre agregado reciclado produzido e RCD gerado oscile entre 15 e 20% (ABRECON, 2022b).

Embora haja muitos custos operacionais relevantes em uma usina de reciclagem, como o pagamento de funcionários, transporte dos materiais, a manutenção do sistema de britagem e a própria operação da usina, de acordo com Marques *et al.* (2020), os produtos reciclados chegam ao mercado com um preço até 40% mais baixo em comparação com outros materiais, assegurando, assim, uma ampla aceitação entre construtores e consumidores em geral.

Para viabilizar a reciclagem dos RCD em municípios de pequeno porte, uma das alternativas é a formação de um consórcio intermunicipal. No estudo desenvolvido por

Gonçalves (2022) para 12 municípios no interior de São Paulo, o consórcio entre eles e uma usina de reciclagem fixa permitiu o compartilhamento das áreas de transbordo e triagem, resultando em um tempo de retorno do capital de 1 ano e 7 meses.

Com base nesses resultados foi avaliado a viabilidade econômica de três cenários distintos para formação de consórcio intermunicipal para a gestão dos RCC na UGRHI 12. A formação de um consórcio entre os municípios em que eles compartilhariam áreas de transbordo e triagem e uma usina de reciclagem fixa, resultou em uma taxa interna de retorno (TIR) de 78,79% e um valor presente líquido (VPL) de R\$ 29.094.983,16. Nos três cenários analisados constatou-se que esse modelo de gestão pode ser viável e lucrativo, podendo trazer redução de custos e ganho de escala (Gonçalves, 2022).

Entre as vantagens econômicas da reciclagem em relação às deposições irregulares de RCD, tem-se que devido aos elevados custos da limpeza urbana para as administrações municipais, a correção da deposição irregular, com aterramento e controle de doenças, custa em média 25% mais do que os programas de reciclagem (Carneiro, 2001).

Um dos impeditivos para ampliação da utilização de agregados recicláveis é a capacidade de produção das usinas, que por ser bem inferior à de agregados naturais, limita a oferta de agregados reciclados em grande quantidade, como geralmente é demandado em aplicações de pavimentação. Isso requer o manuseio de grandes áreas de estoque, seja para armazenamento do RCD recebido, seja da produção de agregados reciclados (ABRECON, 2022b).

O processo de reciclagem exige baixa tecnologia e investimentos. As diretrizes para projeto, implantação e operação das usinas estão estabelecidas na NBR 15114 (ABNT, 2004b). Previamente, os RCD passam por uma área de transbordo e triagem, um local projetado para receber, separar e armazenar temporariamente resíduos da construção civil e materiais volumosos (Brasil, 2012b). A separação pode ser realizada manualmente e/ou com pás carregadeiras ou retroescavadeiras, segregando e removendo ferragem, metal, papelão, madeira, gesso e resíduos orgânicos. Os materiais separados devem ser estocados individualmente. Posteriormente, os resíduos preparados são removidos para destinação de forma adequada, seguindo normas específicas para evitar riscos à saúde, segurança e minimizar impactos ambientais.

Os materiais que serão reciclados seguem por correias transportadoras em fluxo contínuo para a trituração por britador de mandíbulas e peneiramento por moinho tubular rotativo. Recomenda-se o umedecimento dos resíduos para minimizar a quantidade de poeira gerada pela trituração e a implantação de barreiras verdes. Em usinas mais sofisticadas, pode

ser utilizado um aerosseparador, capaz de separar partículas mais leves por insuflamento de ar pressurizado, e um imã, para a retirada de material ferroso. O material triturado é separado em quatro faixas granulométricas distintas: areia, pedrisco, brita e rachão, sendo este o agregado de maior dimensão dentre os que passam pelo peneiramento. A terceira etapa é composta por tecnologias mais complexas, como o processamento do material em dois tipos de equipamentos, o jigue a ar (seco) e as espirais concentradoras (Altschul; Oliveira; Nobrega, 2020).

Os resíduos de Classe A que não estão aptos para a reciclagem naquele momento ou posterior, são destinados para o aterro de resíduos Classe A, onde são confinados ao menor volume possível, possibilitando o seu uso futuro. O aterro deve ser licenciado e gerido para evitar riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

No caso dos resíduos de Classe B, eles são recicláveis para outras destinações. A madeira pode ser empregada como matéria-prima para fabricação de compósitos ou transformada em cavaco para fornos. Os metais podem ser vendidos como sucata e aproveitados como matéria-prima da indústria siderúrgica. Para os resíduos das demais classes que são impossibilitados de reciclagem, é preciso dar a destinação final ambientalmente correta de acordo com suas características.

As usinas de reciclagem podem ser fixas, móveis ou híbridas. As usinas fixas, correspondente a 2/3 das existentes no Brasil, são instalações industriais situadas em área definida, exigindo o transporte dos resíduos até a usina para processamento. Possuem diversas etapas de britadores e de limpeza e permitem configurações diferentes de acordo com o tipo do resíduo. Já as usinas móveis, são instalações industriais compactas, com maior mobilidade, podendo ser implantadas dentro do canteiro de obras, reduzindo custos com transporte e permitindo a utilização do material reciclado no próprio canteiro (ABRECON, 2022b).

Os principais subprodutos da reciclagem são os agregados, especialmente os utilizados para a produção de itens que não exigem resistência mecânica elevada, como pisos intertravados, contrapisos, blocos de concreto para vedação, manilhas, tampas de bueiro, guias e demais artefatos de concreto sem fins estruturais. A ABRECON, através do Quadro 3, apresenta os principais subprodutos da reciclagem de RCD de Classe A, com suas características e recomendações de utilização.

Quadro 3 – Subprodutos da reciclagem de RCD.

Produto	Características	Uso recomendado
Areia reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação.
Pedrisco reciclado	Material com dimensão máxima característica de 6,3 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros.
Brita reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 39 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.
Bica corrida	Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil, livre de impurezas, com dimensão máxima característica de 63 mm (ou a critério do cliente).	Obras de base e sub-base de pavimentos, reforço e subleito de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográfico de terrenos.
Rachão	Material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem.

Fonte: ABRECON (2022a).

A NBR 15116 (ABNT, 2021) permite o uso do agregado reciclado de concreto em substituição parcial (até 20%) ao agregado natural na produção de concretos estruturais de classes de agressividade I e II. Os agregados da Classe A são os únicos admitidos para uso no concreto estrutural, os quais devem ser compostos na sua fração graúda de, no mínimo, 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas.

Como o Brasil utiliza amplamente revestimento asfáltico para a pavimentação e ele é composto por agregados e ligantes, a utilização dos agregados reciclados nas misturas asfálticas vem sendo considerada uma alternativa vantajosa por reduzir os custos de produção. Além disso, os agregados reciclados também podem ser utilizados nas camadas de base e sub-base. Contudo, requer cuidados na seleção do agregado e produção da mistura asfáltica, sendo necessário avaliar a qualidade do material e do pavimento produzido, a fim de atender as especificações técnicas

Para a viabilidade da reciclagem devem ser atendidos requisitos de qualidade, econômicos e ambientais. Além de haver disponibilidade tecnológica para o processo, o produto secundário deve ter aplicabilidade, desempenho satisfatório, durabilidade, valor de mercado

capaz de cobrir os custos de sua produção e custo competitivo com o não proveniente de reciclagem. Quanto aos aspectos ambientais, é necessária baixa emissão e geração de resíduos no processo e consumo energético compatível.

Miranda, Ângulo e Careli (2009) entendem que para melhorar a qualidade e a confiabilidade dos agregados recicláveis, é importante implantar o controle de qualidade, normalmente por um baixo custo. Algumas estratégias eficazes para reduzir a variabilidade das características físicas, como granulometria, incluem a utilização de um dosador para produzir misturas de agregados reciclados e naturais, além de um classificador espiral para remover a fração orgânica leve e os finos da areia reciclada.

Evangelista, Costa e Zanta (2010) ressaltam que entre os aspectos que precisam ser avaliados para o sucesso da reciclagem, a segregação na origem é o mais importante. Deve-se tomar os cuidados com relação à presença de contaminantes e impurezas, como metais, cloretos, sulfatos, vidro, matéria orgânica, gesso, plástico e papel, por prejudicarem a qualidade do concreto ou argamassa produzidos com o agregado contaminado.

No caso do concreto, pode ocorrer redução da resistência mecânica, aumento da absorção de água pelos agregados, piora na trabalhabilidade, aumento do tempo de início de pega e reações álcali-agregado, responsáveis por fissuras que afetam a resistência e durabilidade da estrutura (Jadovski, 2005). A segregação na origem também influi no custo de produção da usina de reciclagem, pois além melhorar a qualidade dos agregados, reduz a quantidade de mão de obra na usina (Miranda; Ângulo; Careli, 2009).

3.10 Contratações públicas sustentáveis

A legislação brasileira estabelece que um contrato administrativo deve seguir princípios como a legalidade, impessoalidade, moralidade, igualdade, publicidade e eficiência. A licitação, além de selecionar a proposta mais vantajosa para a Administração, deve garantir a promoção do desenvolvimento nacional sustentável (Carvalho, 2010). O poder público, ao contratar uma nova obra ou manutenção predial, precisa levar em consideração não apenas o preço, mas também o impacto ambiental e social do empreendimento.

Nesse contexto, as contratações sustentáveis ganham importância, pois a inserção de critérios ambientais nos editais de licitação é capaz de preservar o meio ambiente, estimular a inovação tecnológica e social e fomentar a economia local. Entre as contratações públicas, tem-se as obras e os serviços de engenharia, que englobam as construções e manutenções civis e apresentam um alto valor financeiro e significativo impacto ambiental.

No âmbito da Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), programa do Ministério do Meio Ambiente para incentivar os órgãos públicos a implementarem práticas de sustentabilidade, a construção sustentável é definida como um conjunto de práticas implementadas em todas as fases da obra, com o objetivo de garantir a sustentabilidade da edificação. Essas práticas visam reduzir os efeitos negativos sobre o meio ambiente, além de promover a conservação dos recursos naturais e melhorar a qualidade de vida dos seus ocupantes (Brasil, 2009).

Uma obra sustentável deve considerar todas as etapas, começando pela sua pré-construção, do qual devem ser analisados o ciclo de vida do empreendimento e dos materiais que serão utilizados, passando por cuidados com a geração de resíduos e minimização do uso de matérias-primas, através do reaproveitamento de materiais durante a execução até o término da vida útil da obra e a sustentabilidade da sua manutenção (Brasil, 2009).

Embora poucas edificações públicas tenham sido projetadas de maneira sustentável, é recomendado adotar medidas que visem o uso eficiente dos recursos naturais naquelas já construídas, durante as fases de manutenção, reformas, ampliação, adaptações e mudanças na utilização dos prédios já existentes (Gaspar, 2023).

A fim de direcionar essas contratações, o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão publicou a IN SLTI/MPOG nº 01, de 19 de janeiro de 2010 (Brasil, 2010b), dispondo sobre critérios de sustentabilidade ambiental nas aquisições de bens, contratação de serviços ou obras, considerando para isso os processos de extração ou fabricação, utilização e descarte dos produtos e matérias-primas, e sem frustrar a competitividade. Salienta-se que a IN apresenta a obrigatoriedade da elaboração e fiel cumprimento do Projeto de Gerenciamento de Resíduo de Construção Civil – PGRCC, sob pena de multa, exigindo também o controle de transporte de todos os resíduos removidos.

A nova lei de licitações, Lei nº 14.133/2021, trouxe avanços significativos para a promoção das contratações sustentáveis ao possibilitar de forma mais clara o estabelecimento de critérios ambientais e sociais na seleção dos fornecedores e na execução do contrato, bem como a exigência de certificações ambientais e sociais. Para a escolha da proposta mais vantajosa, a Administração passou a ter que analisar também o ciclo de vida do objeto, necessitando de uma avaliação dos custos de todas as fases do empreendimento. Além disso, no critério de julgamento por técnica e preço deve ser considerado o menor dispêndio para a Administração, ponderando para isso os custos indiretos, relacionados com as despesas de manutenção, utilização, reposição, depreciação e impacto ambiental do objeto licitado, entre outros fatores vinculados ao seu ciclo de vida (Brasil, 2021).

É de suma importância inserir no edital e contrato a obrigação da contratada de cumprir as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos estabelecidos na Lei nº 12.305/2010 (Brasil, 2010a), na Resolução CONAMA nº 307/2002 (Brasil, 2002) e na Instrução Normativa SLTI/MPOG nº 1/2010 (Brasil, 2010b). Destacando que a contratada não poderá dispor os resíduos em aterros de resíduos domiciliares, lixões, encostas, corpos d'água, lotes vagos e áreas protegidas por Lei e ainda em áreas não licenciadas.

A implementação de ações que promovam a sustentabilidade ambiental, desde a etapa de projeto, através da especificação de processos produtivos e de meios e condições de execução, até o fim da vida útil das obras públicas, influencia tanto na redução da produção de resíduos e consumo de recursos, quanto na diminuição dos custos de manutenção, graças à utilização eficiente dos recursos naturais (Cunha; Augustin, 2014).

De acordo com os dados levantados por Gomes (2008), construir um prédio sustentável, também chamado de "prédio verde", tem um custo inicial 5% superior ao de um edifício convencional, entretanto proporciona uma economia, em sua manutenção, da ordem de 30%, em função da gestão eficiente da água e energia. Portanto, cabe ao gestor público promover a conscientização sobre a importância das contratações sustentáveis, aprimorar os instrumentos de avaliação e seleção de fornecedores e estimular a pesquisa e o desenvolvimento de soluções mais sustentáveis para as obras públicas.

A contratação sustentável não é apenas uma questão de cumprimento da lei, mas também de responsabilidade social e ambiental e de compromisso com as gerações presentes e futuras, sendo de suma importância a atuação dos órgãos de fiscalização na verificação da execução. Ao incentivar a adoção de práticas mais sustentáveis nas obras públicas, o poder público pode contribuir para a construção de um mundo mais justo e equilibrado (Cunha; Augustin, 2014).

4 METODOLOGIA

4.1 Cenário

A Universidade Federal de Lavras possui dois campi universitários, sendo um deles localizado no município de Lavras e o outro em São Sebastião do Paraíso, ambos localizados no sul de Minas Gerais. O campus Lavras (Figura 8) ocupa uma área de 600 hectares por onde circulam cerca de 14 mil alunos de graduação e pós-graduação. A área construída aproxima de 300.000 metros quadrados (UFLA, 2023).

Figura 8 – Campus UFLA – Lavras.



Fonte: *Google Earth* (2024).

Já o campus Paraíso (Figura 9) possui área de 15 hectares e possui quatro edificações finalizadas, além de um campo de futebol e uma quadra descoberta. Mais quatro edificações estão em andamento.

Figura 9 – Campus UFLA – São Sebastião do Paraíso.



Fonte: *Google Earth* (2024).

A área construída da UFLA vem crescendo ao longo dos anos, a Tabela 3 apresenta as novas obras com contratos assinados nos anos de 2021 a 2024.

Tabela 3 – Contratos de obras assinados entre 2021 e 2024.

Nome da obra	Campus	Área (m ²)	Status
Administração Pública	Lavras	1149	Concluída
Bovinocultura de corte	Lavras	202	Concluída
Reforma do Biotério	Lavras	56	Concluída
Galpão de Engenharia de Materiais	Lavras	307	Concluída
Novo Almoxarifado Central	Lavras	2589	Concluída
Remanescente das Divisórias do Centro de Eventos	Lavras	-	Concluída
Pavimentação Asfáltica	Lavras	-	Concluída
Centro de Convivência e Inovação	Paraíso	1946	Em execução
Casa Assistiva	Lavras	142	Contrato assinado
Biblioteca Universitária	Paraíso	1630	Contrato assinado
Prédio das Engenharias	Paraíso	4472	Contrato assinado
Enfermagem	Lavras	3763	Contrato assinado

Fonte: UFLA, adaptado pela autora (2025).

Com o aumento da área construída, também cresce a quantidade de serviços de manutenção preventiva e corretiva. Além do mais, a Universidade está sempre se adequando para atender as exigências da comunidade acadêmica, logo alterações de *layout* são recorrentes.

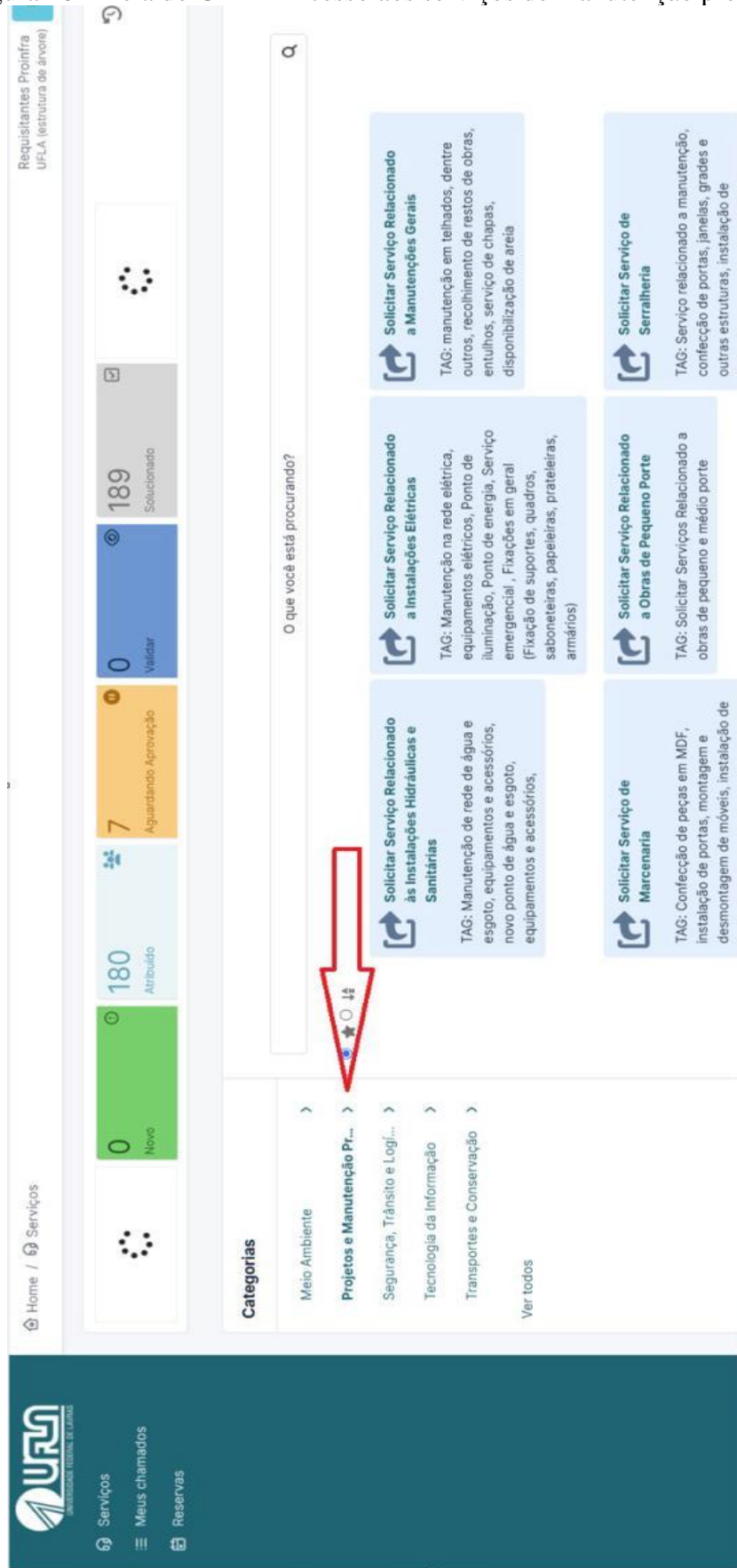
A Pró-Reitoria de Infraestrutura e Logística – PROINFRA é um órgão da Reitoria que tem por finalidade propor e desenvolver atividades relacionadas a obras, manutenção em geral, adequação e reparo de infraestrutura, segurança, saúde comunitária, qualidade, meio ambiente, transportes e logística, serviços de limpeza, urbanização e paisagismo da UFLA. A missão da PROINFRA é oferecer suporte às atividades finalísticas da instituição (UFLA, 2024).

Compete a Coordenadoria de Manutenção Predial (CMP/DPMF/PROINFRA), vinculada a Diretoria de Projetos, Manutenção e Fiscalização de Obras (DPMF/PROINFRA), atividades relacionadas à manutenção predial preventiva e corretiva, onde é responsável por coordenar a execução de serviços de pequenas obras civis, serralheria, carpintaria, marcenaria, pintura, elétrica, hidráulica, jardinagem e paisagismo.

4.2 Análise das solicitações de manutenção predial

Para o encaminhamento das requisições de manutenção predial à PROINFRA, é utilizado o sistema de Gerenciamento Livre de Parque de Informática - GLPI, desenvolvido pela Diretoria de Gestão de Tecnologia da Informação (DGTI) da UFLA. Ao acessar o sistema, o requisitante encontra as categorias e os serviços disponíveis ou pode descrever o que precisa na barra de pesquisa, através de palavras-chave (Figuras 10 e 11). Após a escolha do serviço pretendido, é necessário preencher um formulário que inclui a descrição detalhada da demanda. O setor responsável avalia a solicitação e, caso seja procedente e passível de execução, programa o atendimento.

Figura 10 – Tela do GLPI – Acesso aos serviços de manutenção predial.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 11 – Tela do GLPI – Categorias/setores de manutenção predial.



Fonte: Da autora (2025).

Para cada um dos setores estão disponíveis os serviços descritos no Quadro 4.

Quadro 4 – Serviços disponíveis por setor.

Setor	Serviços disponíveis
Instalações Elétricas	Manutenção na rede elétrica Instalação de equipamentos elétricos Ponto de iluminação Ponto de energia Solicitar caminhão munck Troca de lâmpada queimada Fixações em geral (Fixação de suportes, quadros, saboneteiras, papeleiras, prateleiras, armários)
Instalações Hidráulicas e Sanitárias	Instalações de equipamentos e acessórios Instalação de novo ponto de água e esgoto Manutenção de rede de água e esgoto
Manutenção de equipamentos Manutenções Gerais	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens Ar-condicionado, câmaras frias ou tanques de expansão Manutenção de equipamentos de laboratório Manutenção de eletrônicos em geral Chaves e fechaduras Manutenção de equipamentos industriais Manutenção de equipamentos hidráulicos Tornearia básica Manutenção de equipamentos de combustão
Marcenaria	Confecção de peças em MDF Instalação de fechadura em portas de madeira Instalação de portas Montagem e desmontagem de móveis Manutenção/repares em mobiliário
Obras de Pequeno Porte	Obra de baixa complexidade Obra de média complexidade
Pintura	Pintura de baixa complexidade (altura máxima de 4 metros) Pintura de média e alta complexidade (altura superior a 4 metros) Troca de Vidro Comum 3mm
Serralheria	Confecção de portas, janelas, grades e outras estruturas metálicas Instalação de fechadura em porta de metal Manutenção em portas, janelas, grades e outras estruturas metálicas existentes no local Instalação, manutenção e limpeza de calhas
Serviços de Empresas Contratadas	Instalação de alambrado Instalação de Vidro
Tapeçaria	Manutenção em cortinas Instalação de novas cortinas Fragmentação de Documentos Confidenciais

Fonte: Da autora (2025).

Nesta etapa da pesquisa foram analisadas as solicitações mensais recebidas através do GLPI, de agosto a outubro de 2024. Dessa forma, compreendeu-se a quantidade e os tipos de

solicitações recebidas, quais foram as atividades mais executadas e como isso impacta na geração de resíduos.

Os dados do GLPI foram disponibilizados pela Coordenadoria de Manutenção Predial (CMP/DPMF/PROINFRA), pois, embora não sejam públicos, não são sigilosos e nem restritos.

4.3 Acompanhamento da manutenção predial

Nesta etapa, foram selecionados os “chamados” para acompanhamento no período de agosto de 2024 a janeiro de 2025. As obras de adequação e manutenção predial escolhidas foram:

- a) Acompanhamento 1 – PROGEPE: adequação realizada no prédio administrativo, com alteração de *layout*, para uso pela Pró-Reitoria de Gestão de Pessoas (PROGEPE). Os serviços realizados incluíram demolição e construção de alvenaria, remoção e instalação de divisórias em *drywall*, retirada e assentamento de portas, remoção de azulejos, instalações elétricas, de telefone e de internet e pintura;
- b) Acompanhamento 2 – DCC: adequação no prédio do Departamento de Ciência da Computação (DCC) para criação do Laboratório de Geoprocessamento e Ciência de Dados. A obra contemplou desaterro sob a rampa, demolição e construção de alvenaria, retirada de piso cerâmico, execução de lastro de concreto, regularização e assentamento de piso, retirada e instalação de esquadrias, montagem de divisórias em *drywall*, instalação de bancada, instalações hidrossanitárias, elétricas, de telefone e de internet e pintura;
- c) Acompanhamento 3 – DMM: instalação de ar-condicionado no Departamento de Matemática e Matemática Aplicada (DMM);
- d) Acompanhamento 4 – Gerência de Equipamentos: adequação no prédio do antigo Almoarifado Central para sediar a Gerência de Equipamentos. Os serviços incluíram remoção e instalação de esquadrias, demolição de alvenaria e estrutura de concreto armado, construção de escada, execução de alvenaria, aterro e concretagem do piso externo, instalação de pisos e cobertura, montagem de bancadas, instalações elétricas, de telefone e de internet e pintura;
- e) Acompanhamento 5 – RU: pequena adequação em dois depósitos de resíduos sólidos próximos ao Restaurante Universitário, incluindo apenas assentamento de pisos e azulejos e substituição de portões;

- f) Acompanhamento 6 – RU: manutenção da instalação hidráulica em um banheiro para a correção de vazamento na rede de água fria;
- g) Acompanhamento 7 – NEDI: instalação de ponto de energia para *Datashow* no Núcleo de Educação da Infância.

A escolha das intervenções para acompanhamento foi baseada na representatividade das diferentes tipologias de serviços executados pela Coordenadoria de Manutenção Predial no campus da UFLA, abrangendo atividades como demolição, construção de alvenaria e *drywall*, acabamentos e instalações de climatização, elétrica e hidrossanitária. As obras de adequação (Acompanhamentos 1, 2 e 4), que atendem à demanda de modificações no *layout* das edificações, foram selecionadas por envolverem múltiplos setores, como o de obras de pequeno porte, de elétrica, de hidráulicas, de pintura e de serralheria. Priorizaram-se aquelas que estavam em andamento durante o período da pesquisa e que apresentavam maior relevância em termos de geração de resíduos e complexidade dos serviços executados.

O Acompanhamento 5, realizado pelo setor de obras de pequeno porte, foi incluído por envolver a reutilização de peças cerâmicas provenientes de outras obras, permitindo uma análise das práticas de reutilização de materiais no contexto da gestão de resíduos.

Os Acompanhamentos 6 e 7 foram escolhidos com base no resultado de que os serviços de instalações hidráulicas e sanitárias, bem como de instalações elétricas, são os mais solicitados por meio do sistema GLPI. Embora esses serviços gerem, individualmente, volumes menores de resíduos em comparação com as adequações, é fundamental compreender o gerenciamento de resíduos nesses setores, dada a alta frequência de chamados registrados.

Por fim, o Acompanhamento 3 foi selecionado por se enquadrar como representante dos serviços de manutenções gerais, também com grande relevância no número de solicitações.

Em cada intervenção, foram avaliadas as condições existentes e os serviços necessários. Nos casos em que havia projeto arquitetônico, este foi utilizado como base para o levantamento dos quantitativos dos serviços realizados. Para cada atividade executada, identificaram-se os resíduos gerados, classificados segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas alterações.

Nos Acompanhamentos 1 e 2, utilizou-se a técnica de cubagem para estimar o volume de resíduos e complementar a análise qualitativa. Para o levantamento do volume das caçambas utilizadas, com o auxílio de uma trena, foram medidas todas as dimensões. Em seguida, calculou-se o volume, com base na geometria representada, obtendo o valor de 4 m³ por caçamba. Posteriormente, foi contabilizado o número de recipientes cheios, permitindo obter o volume total através da multiplicação do número de recipientes pela capacidade de cada um

deles, os dados foram anotados. Além disso, foram realizados registros fotográficos para documentar as atividades realizadas.

Nos Acompanhamentos 1, 2, 4 e 5, as vistorias ocorreram ao menos duas vezes na semana. Já nos Acompanhamentos 3, 6 e 7, com os serviços foram executados em apenas um dia, acompanhou-se durante todo o período. Foi verificado se os resíduos estavam sendo segregados corretamente, bem como suas condições de acondicionamento, os meios de transporte e a destinação final, de acordo com as opções disponíveis.

4.4 Aplicação de questionário de percepção ambiental

Previamente, solicitou-se permissão formal à uma empresa responsável por um contrato de fornecimento de mão de obra de dedicação exclusiva para serviços de manutenção e adequação de obras para que seus colaboradores participassem da pesquisa de campo, conforme Anexo A. O presente estudo recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Lavras sob o PARECER 7.343.914 em 24 de janeiro de 2025 (Anexo B).

A pesquisa contou com a participação voluntária de 26 funcionários, diretamente envolvidos nas atividades de geração, manejo e descarte de resíduos de construção e demolição.

Os potenciais participantes foram identificados com o auxílio do encarregado responsável. Após essa identificação, foram contatados pessoalmente durante reuniões previamente agendadas em seus locais de trabalho. Nesses encontros, foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), Anexo C, que detalhou os objetivos da pesquisa, os procedimentos de coleta de dados, os benefícios esperados, os possíveis riscos e os direitos dos participantes, como a liberdade de recusar a participação ou desistir em qualquer momento, sem prejuízos. O consentimento foi obtido somente após os participantes terem todas as suas dúvidas esclarecidas. Foi garantida a privacidade e a confidencialidade das informações fornecidas, assegurando que os dados sejam utilizados exclusivamente para os fins da pesquisa e tratados de forma ética e transparente. O questionário não identifica o participante.

Foi elaborado um questionário semiestruturado de percepção ambiental para entrevista junto aos funcionários da manutenção (Apêndice A). A escolha desse modelo justifica-se por, além de permitir explorar questões previamente planejadas, possibilitar que os entrevistados compartilhem percepções, experiências e opiniões que vão além das perguntas propostas. Isso é essencial para entender nuances e fatores subjetivos relacionados à percepção ambiental. Esse

método permite a obtenção de dados comparáveis (quantitativos) e também dados específicos (qualitativos), que enriquecem a análise.

A aplicação do questionário ocorreu entre os dias 27 e 29 de janeiro de 2025. O questionário composto por 17 questões abertas e de múltipla escolha, foi aplicado de forma impressa e segregado em cinco seções, cada uma com um foco específico para atender aos objetivos da pesquisa, conforme detalhado abaixo:

- a) **Dados Gerais dos Participantes:** a primeira seção, composta por 2 questões, buscou coletar informações básicas sobre os respondentes, incluindo sua função no canteiro de obras e o tempo de experiência na área. Esses dados foram fundamentais para contextualizar as respostas e compreender os perfis dos participantes.
- b) **Conhecimento e Conscientização Ambiental:** a segunda seção contou com 4 questões destinadas a avaliar o nível de conhecimento dos participantes sobre a legislação ambiental, além de explorar sua conscientização quanto às práticas sustentáveis e à importância do cumprimento das normas.
- c) **Geração de Resíduos:** com 5 questões, a terceira seção abordou temas relacionados à geração e ao gerenciamento de resíduos no canteiro de obras. Foram discutidos aspectos como controle de materiais, práticas de redução de desperdícios, reaproveitamento e reciclagem de resíduos, além da percepção dos participantes sobre a responsabilidade no gerenciamento desses resíduos.
- d) **Separação e Armazenamento de Resíduos:** a quarta seção, composta por 4 questões, enfocou os procedimentos adotados para a separação e o armazenamento dos resíduos no local de trabalho, buscando identificar os métodos utilizados e possíveis oportunidades de melhoria.
- e) **Sugestões e Opiniões:** a última seção incentivou os participantes a oferecer sugestões para reduzir o consumo de materiais e minimizar desperdícios. Também buscou-se compreender o interesse dos entrevistados em receber treinamento sobre o gerenciamento dos RCD no canteiro de obras.

A organização proposta permitiu estruturar o questionário de forma clara e lógica, facilitando o entendimento dos participantes e promovendo a coleta de informações abrangentes e relevantes para a pesquisa.

Para garantir a adequação e clareza do questionário, sua elaboração foi precedida por uma revisão de pesquisas anteriores que já haviam sido validadas, permitindo verificar se alguma questão poderia ser aplicada ao presente estudo (Bohana; Fernandez; Marchi, 2019;

Fernandez, 2018; Freitas; Bulbovas; Arruda, 2021; Gonçalves, 2013; Martins, 2012; Zanutto, 2012). Essa análise possibilitou a adaptação e incorporação de perguntas relevantes ao contexto da pesquisa. Além disso, a construção do questionário foi fundamentada nas observações realizadas durante o acompanhamento das atividades de manutenção predial, o que permitiu identificar as práticas adotadas por diferentes equipes em distintos canteiros de obras. Conversas informais com os trabalhadores, durante as visitas, também contribuíram para compreender o nível de conhecimento do público-alvo, auxiliando na formulação.

Posteriormente, o questionário foi revisado pelo Coordenador da Manutenção Predial, que possui experiência direta com o setor e suas práticas, e pelo chefe do Departamento de Engenharia Ambiental da UFLA, que auxiliou na adequação das questões ao contexto da pesquisa.

Durante o primeiro dia de aplicação, foi avaliada a clareza e compreensão das perguntas pelos participantes. Embora um dos trabalhadores tenha encontrado dificuldades para responder alguns itens, isso não se repetiu entre os demais, não havendo necessidade de ajustes ou exclusões. As respostas desse participante foram mantidas, considerando que situações semelhantes podem ocorrer em outros canteiros de obra, dependendo do nível de escolaridade e do entendimento individual dos envolvidos.

Embora o questionário tenha sido aplicado de forma impressa no canteiro de obras, as respostas foram passadas para a versão eletrônica, criada sob a plataforma do *Google Forms*, que possibilitou o agrupamento das informações em planilha eletrônica. Os dados obtidos foram analisados e discutidos, permitindo entender o nível de conhecimento dos trabalhadores e identificar possíveis pontos de melhoria.

4.5 Elaboração da cartilha de gerenciamento de RCD

A etapa final da pesquisa consistiu na elaboração de uma cartilha prática e informativa destinada a aprimorar o gerenciamento de resíduos de construção e demolição (RCD) em obras de manutenção predial, adequações e demolições realizadas pela UFLA. O objetivo principal foi consolidar as melhores práticas e diretrizes operacionais, considerando os resultados das análises realizadas nas etapas anteriores.

O desenvolvimento do material foi baseado em uma análise detalhada dos dados obtidos ao longo da pesquisa, incluindo informações levantadas durante a análise das solicitações de manutenção, o acompanhamento das obras e a aplicação do questionário de percepção ambiental. Com base nesses dados, as diretrizes da cartilha foram adaptadas para atender às

necessidades específicas das obras realizadas no campus da UFLA. Também foram consultadas legislações e referências técnicas que ofereceram suporte às recomendações, garantindo que o conteúdo estivesse em conformidade com as normas aplicáveis e refletisse as melhores práticas reconhecidas.

Embora a cartilha tenha sido desenvolvida com uma estrutura clara, acessível e com conteúdo ilustrado e didático, de forma a facilitar sua compreensão e aplicação por diferentes públicos, como gestores, engenheiros e funcionários terceirizados responsáveis pela execução das obras, reconhece-se a dificuldade de leitura e interpretação técnica de parte dos profissionais que atuam diretamente na execução, como pedreiros e serventes. Nesse sentido, o principal público-alvo da cartilha são os encarregados dos setores, engenheiros e arquitetos. Esses profissionais, ao absorverem o conhecimento apresentado, poderão atuar como multiplicadores, transferindo de maneira simplificada e adaptada as informações essenciais para as equipes executoras. Apesar disso, a cartilha permanece acessível a todos os interessados, promovendo uma abordagem inclusiva e flexível para disseminação do conteúdo.

Foram estudadas formas de reutilização e reciclagem para resíduos de Classe A, como concreto e argamassa, e para resíduos de Classe B, como metais e plásticos. Técnicas de acondicionamento seguras e adequadas à realidade da UFLA também foram estudadas, com recomendações para o uso de dispositivos como baias, bags e caçambas.

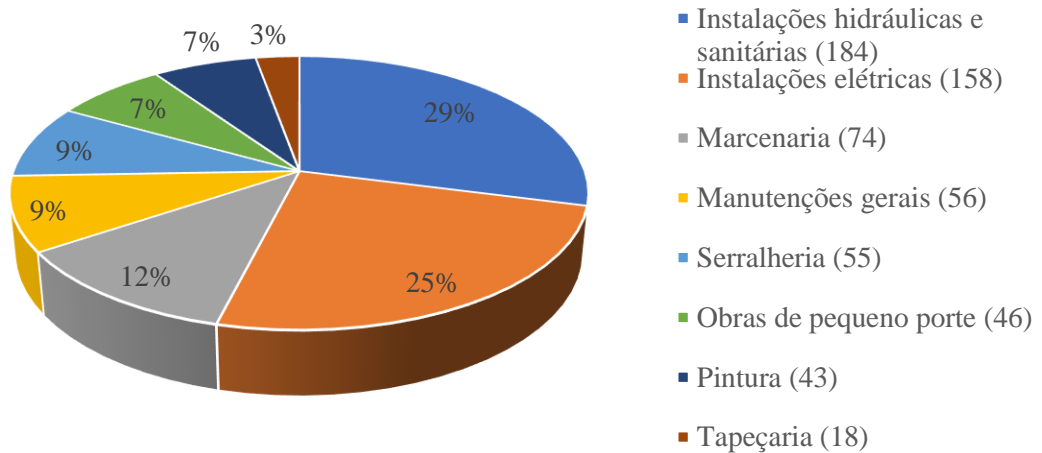
Para a aplicação eficaz dos procedimentos descritos na cartilha, foi considerada a necessidade de que a equipe possua tanto conhecimento teórico quanto prático. Nesse contexto, foram selecionadas orientações para um treinamento contínuo, abordando estratégias para torná-lo mais didático, além de diretrizes sobre o manejo adequado dos RCD e formas de evitar a contaminação dos materiais, visando garantir a possibilidade de reaproveitamento futuro. Também verificou a importância da implementação de sinalização visual nos canteiros de obras, com o objetivo de reforçar as boas práticas por meio de cartazes e identificações que auxiliem os trabalhadores no processo de segregação dos resíduos.

5 RESULTADOS

5.1 Análise dos chamados

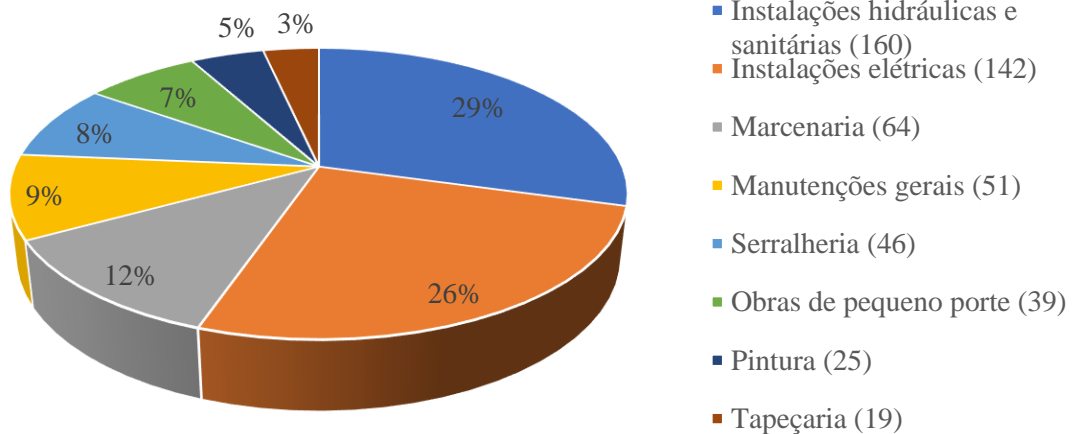
Foram analisados os chamados relacionados aos serviços de manutenção predial solícitos à DPMF/PROINFRA nos meses de agosto, setembro e outubro de 2024 (Figuras 12 a 14). No mês de agosto, foram 634 chamados, no mês de setembro 546 chamados e no mês de outubro 761 chamados. O número menor de chamados para o mês de setembro pode ser justificado pelas férias dos estudantes da graduação.

Figura 12 – Distribuição de chamados por serviço – agosto 2024.



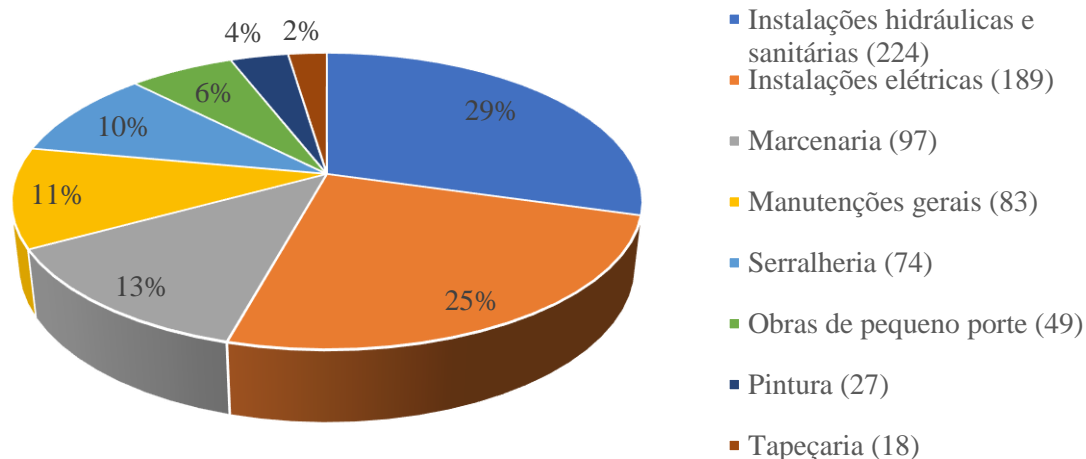
Fonte: Da autora (2025).

Figura 13 – Distribuição de chamados por serviço – setembro 2024.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 14 – Distribuição de chamados por serviço – outubro 2024.



Fonte: Da autora (2025).

A análise das solicitações revelou uma pequena variação no percentual de chamados por setor, apresentando um padrão dos setores com mais solicitações: instalações hidráulicas e sanitárias, instalações elétricas, marcenaria, manutenções gerais, serralheria, obras de pequeno porte, pintura e tapeçaria. Esse mapeamento mostrou a necessidade de acompanhamento de outros serviços, além das obras de pequeno porte, para entender a geração de RCD pelas atividades predominantes. Com base nos dados obtidos é possível sugerir soluções que atendam às demandas específicas da UFLA, permitindo a elaboração de uma cartilha aderente à realidade.

5.2 Acompanhamento da manutenção predial

Objetivando identificar o gerenciamento de resíduos de construção e demolição nas atividades de manutenção e adequação realizadas pela CPFO/DPMF/PROINFRA, foi realizado o acompanhamento *in loco* de 07 atividades. O relatório descrevendo de forma detalhada as observações realizadas em cada uma se encontra no Apêndice B.

a) Caracterização

Durante a etapa de caracterização dos resíduos gerados, constatou-se uma significativa variabilidade na quantidade e nos tipos de resíduos de construção e demolição (RCD). Conforme Nagalli (2014) essa variação pode ser justificada pelo local de geração, processos construtivos empregados, treinamento da equipe executora, forma de segregação prévia dos

RCD, cronograma da obra, entre outros. Considerando a diversidade de serviços em adequações e manutenção predial, essa oscilação pode ser ainda mais relevante.

Nos Acompanhamentos 1 (PROGEPE), 2 (DCC) e 4 (Gerência de Equipamentos), que envolveram serviços semelhantes, foram observados resíduos comuns, como blocos cerâmicos, pedaços de argamassa, peças cerâmicas quebradas e embalagens de papel vazias. Contudo, no Acompanhamento 1, foram gerados também resíduos provenientes da demolição de divisórias em *drywall*, incluindo perfis metálicos, placas de gesso acartonado, lã de rocha e plásticos oriundos de eletrodutos e caixas de passagem.

No Acompanhamento 2, identificou-se ainda solo resultante do desaterro de um talude. Já no Acompanhamento 3 (Instalação de ar-condicionado), os resíduos se restringiram a fragmentos de bloco cerâmico e argamassa, decorrentes da furação na parede, pois os tubos utilizados foram levados ao local já cortados do tamanho necessário, para que não houvesse perdas.

No Acompanhamento 5 (Depósito de resíduos sólidos do RU), foram encontrados apenas restos de peças cerâmicas, sobras de argamassa e embalagens vazias. No Acompanhamento 6 (manutenção hidráulica do RU), os resíduos gerados se resumiram em duas peças cerâmicas quebradas, reboco e alvenaria proveniente de demolição, uma luva de redução em latão trincada e um pedaço de tubo de PVC cortado. Por fim, no Acompanhamento 7 (NEDI), observou-se apenas plástico protetor da cola da canaleta e uma pequena quantidade de pó da furação para instalação das buchas de fixação da caixa de passagem da tomada.

Verificou-se um cuidado significativo para o reaproveitamento de materiais em todas as obras, como revestimentos cerâmicos e esquadrias, uma prática impulsionada pela restrição orçamentária, mas que também gera benefícios ambientais. No Acompanhamento 1, algumas portas foram reutilizadas no próprio local da obra, enquanto outras foram reservadas para uso futuro, prática replicada com os azulejos retirados. No Acompanhamento 2, os pisos foram cuidadosamente removidos para reduzir perdas e viabilizar sua reutilização em outro local, e as janelas foram adaptadas para se adequar às dimensões necessárias. O solo retirado no Acompanhamento 2 foi reaproveitado no Acompanhamento 4. Todas as peças cerâmicas utilizadas no Acompanhamento 5 foram oriundas de outras obras, evidenciando a importância de práticas de retirada cuidadosa e armazenamento adequado para reaproveitamento futuro.

Em visita ao setor de hidráulica, responsável pelo Acompanhamento 6, observou-se que os materiais substituídos nos serviços de manutenção são reservados para a reutilização de alguma peça posteriormente. Mesmo que o objeto esteja danificado, algum componente dele poderá ser utilizado para a manutenção de outro equipamento.

Destaca-se que o setor de elétrica (Acompanhamento 7) trabalha, frequentemente, com materiais reaproveitados. A maior parte dos cabos foi retirada de maneira cuidadosa de outros serviços executados anteriormente. Replica-se a prática para as caixas de passagem, módulo e espelho de tomada e interruptor. Materiais excedentes de todas as obras foram encaminhados aos setores de manutenção predial, para sua reutilização em outros serviços.

Apesar de não ter sido realizada a caracterização gravimétrica, foi evidente a predominância de resíduos da Classe A, seguida pelos da Classe B. Os resíduos da Classe A incluíram blocos cerâmicos, pisos, pedaços de argamassa e restos de alvenaria, enquanto a Classe B foi representada, principalmente, por embalagens vazias de argamassa e cimento, plásticos, tubos e conexões de PVC, além de componentes de divisórias em *drywall*, como gesso e perfis metálicos, utilizadas nos Acompanhamentos 1 e 2. Esses resultados estão de acordo com a média da parcela de contribuição de cada material na composição de RCD no Brasil, totalizando 94% de materiais da Classe A (Nagalli, 2014), e com o resultado de Reis (2021) para a cidade de Lavras, no qual 90% dos RCD são de Classe A, além de destacarem o elevado potencial de reciclagem desses materiais. Não foram encontrados resíduos da Classe C, e os poucos resíduos da Classe D observados incluíram latas de tinta e utensílios como pincéis e rolos.

A predominância de resíduos das classes A e B está relacionada tanto à maior utilização desses materiais nas obras quanto a fatores econômicos e logísticos que promovem a redução de desperdícios, especialmente de materiais mais caros ou complexos de gerenciar. Adicionalmente, o volume físico desses resíduos tende a ser maior em comparação com os das classes C e D, conforme relatado por Bertol, Raffler e dos Santos (2013).

Quanto à quantificação, a obra acompanhada no item 1 gerou um total de 12 m³ de resíduos (0,026 m³.m⁻²), enquanto a do item 2 produziu 16 m³ (0,105 m³.m⁻²). A variação na quantidade de RCD gerado por obra também foi notada por Gonçalves, Rocha e Marques Neto (2022), que, nas duas reformas acompanhadas, obtiveram taxas de geração de 0,611 m³.m⁻² e 0,104 m³.m⁻². Ao comparar essas taxas com as das novas construções analisadas pelos autores (0,056 m³.m⁻², 0,057 m³.m⁻² e 0,064 m³.m⁻²), é possível verificar que nas reformas há uma variação significativamente maior, o que pode ser atribuído aos diferentes serviços realizados em cada uma delas.

O Acompanhamento 3 apresentou uma quantidade insignificante de resíduos, enquanto no Acompanhamento 4 não foi possível realizar a quantificação devido à abrangência da obra, que envolvia toda a edificação do antigo Almojarifado Central; a análise foi focada em uma

área inicial, todavia não houve a segmentação dos resíduos por setores da edificação. No Acompanhamento 5, a quantificação também não foi viável, pois os resíduos foram simplesmente dispostos em pilhas no chão, sem acondicionamento em dispositivos. No Acompanhamento 6, os resíduos de Classe A gerados não completaram nem um recipiente para a medição do volume, e de Classe B foi gerado uma luva de redução trincada e um pedaço de tubo de PVC cortado (de menos de 10 cm). Já no Acompanhamento 7, a geração de RCD foi considerada insignificante, por ter sido gerado apenas plástico protetor da cola da canaleta e uma pequena quantidade de pó da furação.

Nenhuma das obras acompanhadas apresentou registros sistematizados sobre a geração de resíduos, o que compromete o monitoramento e impossibilita a definição de metas para redução. Ademais, o controle da quantidade de materiais utilizados é de forma superficial, incluindo apenas os retirados do almoxarifado central. Esse cenário corrobora o estudo de Paz (2014), no qual, ao analisar 20 obras, foi observada a falta de informações como a geração mensal de resíduos, a geração por fase da obra e os custos com transporte e destinação dos resíduos.

A análise dessa etapa permitiu identificar as melhorias necessárias no processo. A caracterização dos resíduos de construção e demolição (RCD) é fundamental para compreender a composição e o volume desses resíduos, permitindo a identificação de materiais que podem ser reutilizados ou reciclados. Além disso, ela é crucial para o planejamento adequado da destinação desses materiais. A caracterização não se limita à classificação dos resíduos quanto à sua composição, mas também envolve a avaliação de aspectos qualitativos, como o estado de conservação dos materiais, que influencia diretamente sua viabilidade de reaproveitamento (Duan *et al.*, 2020).

Uma análise detalhada dos RCD contribui para decisões estratégicas, como a escolha de dispositivos de armazenamento e técnicas de separação, além de identificar oportunidades para reduzir desperdícios e otimizar recursos durante a obra (Paz; Lafayette; Sobral, 2022).

b) Triagem

Quanto à triagem, foram observadas diversas falhas no processo. No Acompanhamento 1 houve uma tentativa de segregação nas duas primeiras caçambas. Uma foi destinada aos resíduos de Classe A, provenientes de demolições de alvenaria, enquanto a outra armazenou resíduos de Classe B, como *drywall* e perfis metálicos. No entanto, a terceira caçamba apresentou uma mistura de materiais, incluindo perfis metálicos, madeira, embalagens e restos

de pisos cerâmicos. Nos Acompanhamentos 2 e 4, não houve triagem em nenhum momento, pois apenas uma caçamba esteve disponível por vez, resultando na mistura de todos os resíduos gerados. Já no Acompanhamento 3, foram gerados apenas resíduos de Classe A. No Acompanhamento 5, misturou-se os resíduos de Classe A (maior parte da geração) com os de Classe B (provenientes de embalagens de papel vazias). No Acompanhamento 6, apesar do pequeno volume gerado, houve a segregação dos resíduos de Classe A e B. Por fim, no Acompanhamento 7, a geração de RCD foi insignificante.

Silva e Pertel (2020) ao acompanharem as etapas de alvenaria, pintura e revestimento de uma reforma residencial, unifamiliar, de dois pavimentos, também verificaram que os processos de triagem e acondicionamento dos resíduos não eram realizados de maneira satisfatória, visto que eles eram colocados sem critério dentro de caçambas estacionárias, expostos ao ar livre, sem nenhuma proteção e sem distinção por classe.

Foi observado que, no caso dos resíduos levados para a área de transbordo, mesmo os resíduos segregados durante a obra acabaram sendo misturados, formando pilhas de materiais diversos. A prática da triagem é essencial para evitar a contaminação dos resíduos, que compromete a sua reutilização e, em certos casos, até inviabiliza o posterior aproveitamento, dificultando o gerenciamento, ao mesmo tempo em que a segregação bem realizada assegura a qualidade do resíduo (Lima; Lima, 2012). Além do mais, melhora a qualidade do agregado reciclável e beneficia a reciclagem nas usinas, por diminuir a necessidade de funcionários e viabilizar soluções mais simples (Miranda; Angulo; Careli, 2009).

Acredita-se que a falta de exigência, de treinamento e de mais dispositivos para acondicionamento dos materiais segregados são grandes dificultadores da realização da triagem nas obras da UFLA. Todavia, também é essencial a conscientização da comunidade acadêmica em geral, pois foram encontrados outros tipos de resíduos sólidos, como embalagens de marmitex e garrafas pets nas caçambas. Esses problemas não são exclusivos da universidade pesquisada, visto que também foram relatados por Fernandes, Sobrinho Júnior e Nóbrega (2010) na UFPB, Santos *et al.* (2020) na UFMG e Sagrilo (2022) na UFSM, conforme descrito na seção 3.6 Gestão e gerenciamento de resíduos de construção e demolição em instituições públicas.

c) Acondicionamento

O acondicionamento dos resíduos nos Acompanhamentos 1, 2 e 4 foi realizado diretamente em caçamba de 4 m³. Já no Acompanhamento 3, utilizou-se um saco plástico preto.

No Acompanhamento 5 não foi utilizado dispositivo de armazenamento inicial, os resíduos formaram pequenas pilhas no local, até serem acondicionados em caçamba de outra obra. No Acompanhamento 06, utilizou-se uma lata reaproveitada para acondicionamento inicial, e, posteriormente, a caçamba do Acompanhamento 4. O tubo de PVC cortado e a peça danificada foram acondicionados em caixas no setor de hidráulica. Já no Acompanhamento 07, os poucos resíduos gerados foram acondicionados diretamente no coletor de resíduo sólido urbano existente no local de geração.

Em se tratando das obras de adequação, principais fontes geradoras, em nenhum dos casos o acondicionamento ocorreu de forma segregada. Resultado semelhante foi verificado por Fernandes, Sobrinho Júnior e Nóbrega (2010), na Universidade Federal da Paraíba e também por Sagrilo (2022), na Universidade Federal de Santa Maria, em que os autores concluíram que os resíduos não possuíam acondicionamento adequado. Também não foram identificadas outras variedades de dispositivos, como bombonas, *bags* e baias. O ideal é que o tipo varie de acordo com o tipo do resíduo, a quantidade gerada e sua posterior destinação. De acordo com Ajayi *et al.* (2017), o armazenamento de forma segregada é essencial no processo de gerenciamento e é uma medida capaz de minimizar a geração de resíduos, por facilitar a reutilização dos materiais no próprio canteiro.

d) Transporte

Nos Acompanhamentos 1, 2, 4, 5 e 6 o transporte interno foi feito com carrinhos de mão ou latas de tintas reaproveitadas. No Acompanhamento 3, o resíduo foi transportado até o coletor de resíduo sólido urbano no saco plástico utilizado para acondicionamento inicial. Já no Acompanhamento 7, o resíduo foi colocado diretamente na lixeira. Nesses dois últimos, foi utilizado o transporte final padrão para os demais resíduos sólidos urbanos da UFLA. O transporte das caçambas em ambas as obras foi realizado por caminhão basculante até a área de transbordo da UFLA.

Não foi identificado nenhum tipo de controle, com informações básicas, como dados do gerador, tipo e quantidade de resíduos, dados do transportador e do local de destinação final dos resíduos. A ausência de registros de transporte também foi observada na reforma analisada por Silva e Pertel (2020).

e) Destinação

Por fim, a destinação dos resíduos dos Acompanhamentos 1, 2, 4, 5 e parte do 6 seguiu o mesmo padrão: todos os resíduos colocados nas caçambas foram levados primeiramente para a área de transbordo do campus (Figuras 15 e 16), para posterior encaminhamento para o aterro de resíduos de construção civil de Lavras. Essa prática demonstra a ausência de um sistema eficiente de gerenciamento que permita a segregação adequada e o reaproveitamento sistemático dos materiais. Como tentativa de solução para o problema semelhante na UFSM, Sagrilo (2022) propôs a construção de uma área de armazenamento temporário, devidamente licenciada, que se mostra uma alternativa viável também para a UFLA.

Figura 15 – Área de transbordo do campus.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 16 – Ausência de segregação na área de transbordo.



Fonte: Da autora (2025).

Os resíduos gerados nos serviços de pintura nos Acompanhamentos 1, 2 e 4 foram levados para armazenamento no próprio setor, até que houvesse uma quantidade significativa para que a Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Lavras (ACAMAR) buscasse no local.

Em relação ao Acompanhamento 3, os resíduos provenientes da furação das paredes tiveram a destinação padrão dos resíduos sólidos urbanos da UFLA. No que se refere aos resíduos de Classe B do Acompanhamento 6, eles foram levados para o setor de hidráulica para posterior destinação ou reutilização futura. Por último, no Acompanhamento 7, gerou-se quantidade insignificante de resíduos, que foram destinados conforme os resíduos sólidos urbanos da UFLA.

Salienta-se que o setor de hidráulica e elétrica, embora armazenem praticamente todos os resíduos ou materiais substituídos, também destinam a ACAMAR, esporadicamente, aqueles que são recicláveis e não serão passíveis de reaproveitamento interno. Sefu *et al.* (2022) afirmam que a reutilização de materiais hidráulicos e elétricos é importante, tanto para diminuição de custos dos reparos quanto para as questões ambientais por diminuir a demanda de matéria prima para a sua fabricação.

5.3 Questionário de percepção ambiental

A aplicação do questionário de percepção ambiental possibilitou compreender o nível de conhecimento e envolvimento dos colaboradores no gerenciamento de resíduos da construção e demolição. Também permitiu identificar as dificuldades enfrentadas pelos trabalhadores terceirizados envolvidos nas atividades de manutenção predial e adaptações, além de reunir sugestões para melhorar o processo.

Participaram da pesquisa 26 trabalhadores que aceitaram responder o questionário. Os participantes estavam envolvidos em obras de pequeno porte, incluindo 11 pedreiros, 8 serventes, 3 carpinteiros e 1 meio-oficial de pedreiro, 1 ajudante de pedreiro, 1 armador e 1 encarregado de obras. O tempo de experiência na construção civil variou entre menos de um ano e 45 anos, sendo predominante a experiência de 21 a 25 anos (23,1%) seguida por 16 a 20 anos (19,2%) (Tabela 4).

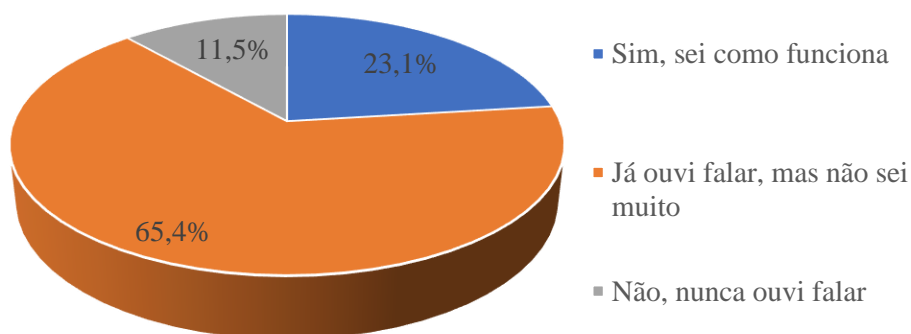
Tabela 4 - Distribuição da frequência de tempo de experiência.

Tempo de experiência	n=26	%
Menos de 1 ano	1	3,8%
De 1 a 5 anos	3	11,5%
De 6 a 10 anos	1	3,8%
De 11 a 15 anos	2	7,7%
De 16 a 20 anos	5	19,2%
De 21 a 25 anos	6	23,1%
De 26 a 30 anos	4	15,4%
De 31 a 35 anos	1	3,8%
De 36 a 40 anos	2	7,7%
Mais de 41 anos	1	3,8%

Fonte: Da autora (2025).

A segunda seção do questionário avaliou o nível de conhecimento e conscientização ambiental dos trabalhadores. Constatou-se que 65,4% já ouviram falar sobre o manejo de resíduos gerados nas obras, mas possuem conhecimento limitado do tema. Apenas 23,1% afirmaram compreender o funcionamento do processo, enquanto 11,5% desconhecem completamente o assunto (Figura 17). Dois dos participantes que nunca ouviram falar sobre o tema, trabalham há menos de cinco anos no setor, o que pode justificar a falta de conhecimento. No entanto, por se tratar de serventes, função que normalmente cuida da limpeza do canteiro, é essencial que eles tenham conhecimento sobre o assunto. O outro participante trabalha há 25 anos na construção civil e era esperado o mínimo de entendimento.

Figura 17 – Dados sobre a questão: Você já ouviu falar sobre como cuidar ou organizar os resíduos gerados nas obras?



Fonte: Da autora (2025).

De maneira geral, o conhecimento sobre o tema é limitado em todo o setor da construção civil. De acordo com Freitas e Bulbovas (2020) o engenheiro civil é um dos principais responsáveis pela gestão do resíduo e deve possuir conhecimento técnico para passar para seus

colaboradores, porém, em muitos casos esses profissionais não possuem conhecimentos concretos sobre a educação ambiental referente ao tema, o que prejudica a orientação aos profissionais envolvidos na execução das obras.

Um estudo realizado por Bohana, Fernandez e Marchi (2019) corrobora com a falta de conhecimento sobre educação ambiental dos profissionais gestores de obras. Os autores aplicaram um questionário a 16 gestores de microempresas e empresas de pequeno porte (até 99 funcionários), especializados em obras e reformas de micro e pequeno porte (até 1000 m²), com formação em arquitetura ou engenharia. Os resultados revelaram que 81% desconheciam a Resolução nº 307/2002 do CONAMA e 75% não conheciam a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010). Segundo Freitas, Bulbovas e Arruda (2021), a falta de conhecimento tem origem na formação inicial e esse resultado demonstra a necessidade de rever os currículos dos cursos de formação desses profissionais.

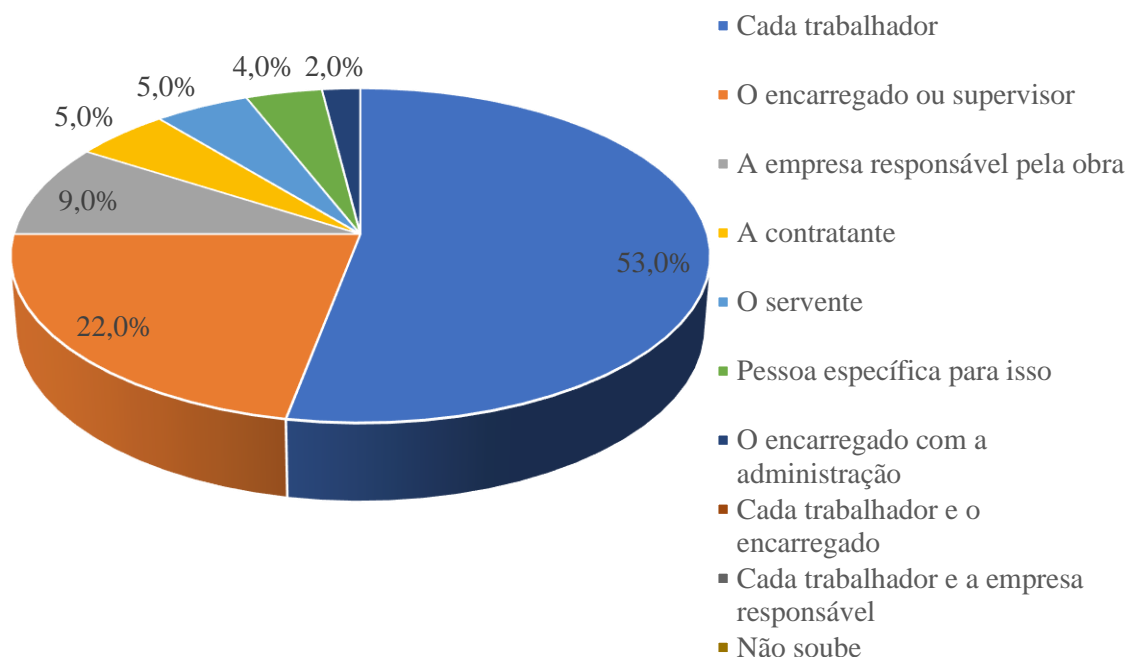
Resultados diferentes foram registrados por Aragão *et al.* (2014), ao analisarem o conhecimento de 36 profissionais da construção civil em Campo Mourão (PR), do qual identificaram que 80% conheciam as normas relacionadas aos RCD. Contudo, 30% nunca aplicaram corretamente essas normas e 10% as seguiram ocasionalmente.

Em estudo qualitativo com 180 participantes, Freitas, Bulbovas e Arruda (2021), identificaram que 13% dos engenheiros civis e 25% dos estudantes de engenharia não conhecem nem o que é o CONAMA, e cerca de 44% dos profissionais formados e 49% dos discentes nunca tiveram contato com a Resolução 307/2002. Os resultados obtidos a respeito do grau de conhecimento sobre o RCD e seu descarte, mostraram uma relação entre o déficit de conhecimento sobre o resíduo e o seu descarte, afetando diretamente sua destinação.

Quanto a responsabilidade pelo gerenciamento, predominou-se a resposta que fica a cargo de cada trabalhador, apesar das respostas serem bem variadas (Figura 18).

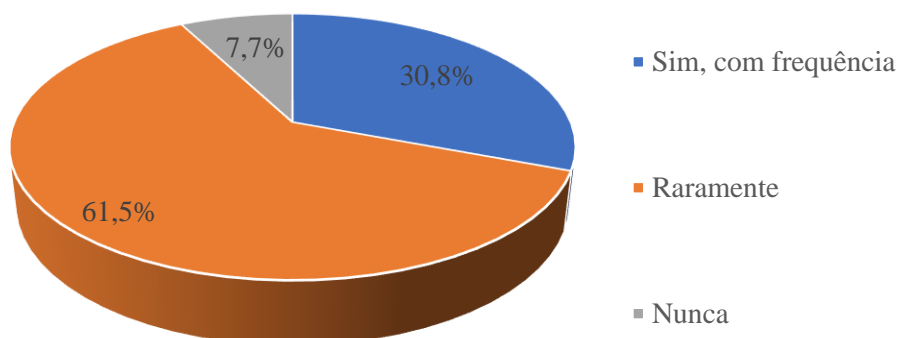
Apenas 7,7% dos trabalhadores informaram que o treinamento sobre o gerenciamento de resíduos é frequente. Cerca de 30,8% dos trabalhadores relataram nunca terem recebido orientações, enquanto a maioria (61,5%) afirmou que essas instruções são raras (Figura 19).

Figura 18 – Dados referente à questão: Quem você acha que é o responsável por cuidar dos resíduos gerados na obra?



Fonte: Da autora (2025).

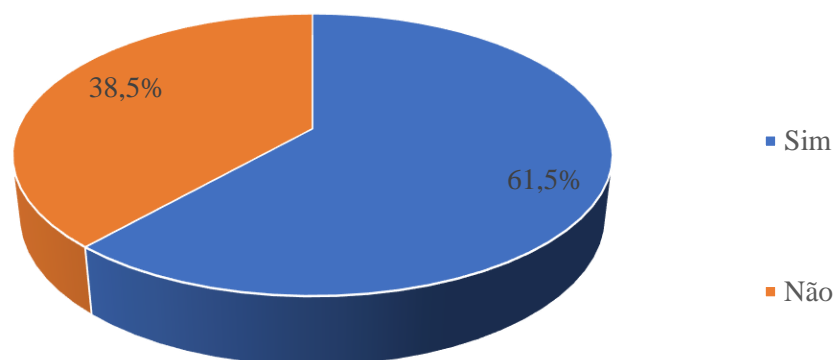
Figura 19 – Dados referente à questão: Na obra, há conversas ou reuniões sobre o que fazer com os resíduos?



Fonte: Da autora (2025).

A situação é semelhante quando se trata de treinamento específico sobre a segregação dos resíduos. Conforme identificado na seção 4 do questionário, a maioria dos trabalhadores (61,5%) nunca participou de treinamentos ou explicação abrangendo esse tema específico (Figura 20).

Figura 20 – Dados referente à questão: Você já participou de alguma explicação ou treinamento sobre como separar os materiais que sobram na obra?



Fonte: Da autora (2025).

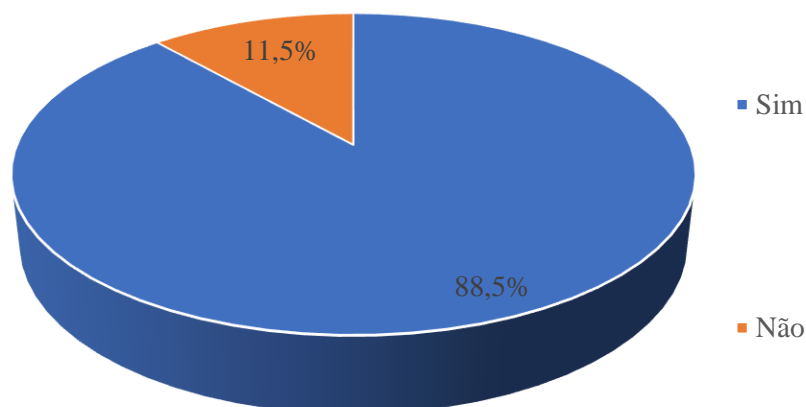
Estudos como o de Mann, Nagalli e Carvalho (2020), com 24 obras em Curitiba, evidenciaram que 17% das empresas não oferecem treinamento relacionado ao meio ambiente (resíduos) e à qualidade. Além disso, constataram que quanto maior a frequência dos treinamentos, maior a assertividade das respostas obtidas no questionário que foi aplicado.

Jacinto e Carvalho (2022), ao aplicarem questionários a 18 colaboradores de uma construtora de pequeno porte em Fortaleza - CE, constataram que 50% nunca haviam recebido capacitação sobre práticas ambientais em projetos anteriores, evidenciando uma significativa lacuna de informações e treinamentos relacionados a boas práticas ambientais. Esse cenário reflete também a negligência das construtoras em assumir responsabilidades nesse aspecto. Situações similares foram reportadas por Zanutto (2012), que apontou a falta de treinamento em 30% das construtoras de grande porte em São Carlos-SP.

Mesmo em casos em que treinamentos foram realizados para alguns entrevistados do presente estudo, as demais respostas e observações indicam que sua abordagem foi superficial e de eficácia limitada. Jacinto e Carvalho (2022), ao aplicarem um segundo questionário após a realização de uma palestra e distribuição de folhetos abordando alguns conceitos e prática sobre educação ambiental, observaram que apenas 50% dos participantes já possuíam conhecimento prévio sobre os conteúdos apresentados.

Sobre a separação de resíduos, 88,5% dos entrevistados sabem que existem diferentes tipos de resíduos (Figura 21), no entanto, pela análise de campo e demais conversas com os trabalhadores, acredita-se que não conhecem as quatro classes que são estabelecidas pela Resolução 307/2002. Freitas, Bulbovas e Arruda (2021) ressaltam que no processo de separação de resíduos é importante ter conhecimento sobre as classes que eles podem se enquadrar para que seja realizada uma separação efetiva.

Figura 21 – Dados referente à questão: Você sabe que existem diferentes tipos de resíduos nas obras?



Fonte: Da autora (2025).

Em relação à segregação de resíduos, de acordo com as classes estabelecidas pela Resolução nº 307/2002 do CONAMA, a falta de conhecimento resultou na ausência de triagem em 63% dos entrevistados por Bohana, Fernandez e Marchi (2019) e dentre os 37% que afirmaram realizar a triagem, verificou-se que o processo era inadequado. Corrobora com o resultado, o estudo realizado por Mota Linhares e Oliveira (2024), na cidade de Carnaúbas – RN, com 30 entrevistados, em que todos eles demonstraram não ter conhecimento sobre a Resolução nº 307/2002 do CONAMA e afirmaram não realizar a separação adequada.

A respeito da conscientização ambiental, não foi um consenso que os resíduos gerados na obra podem causar algum impacto para o meio ambiente, pois 15,3% pensam que não causam, demonstrando a ausência de conscientização ambiental. Identificou-se uma dificuldade em responder o porquê da pergunta, entre as respostas positivas, cita-se poluição, principalmente por plástico, e atração de animais peçonhentos, como escorpiões.

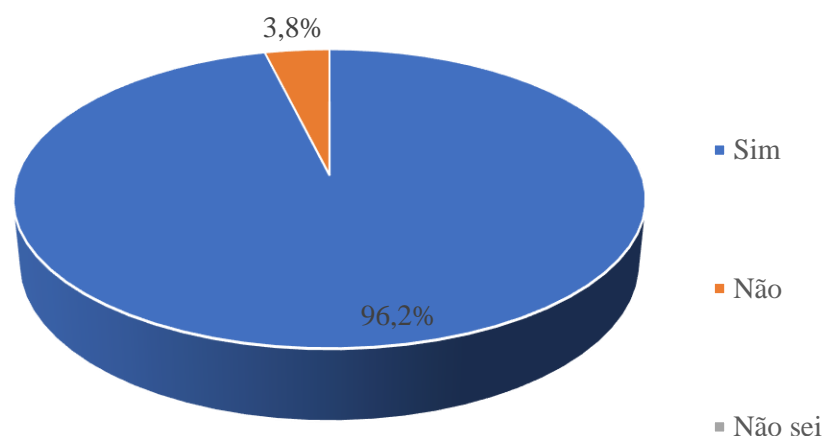
Uma pesquisa realizada por Mota, Crispim e Souza (2019), com 18 colaboradores de um canteiro de obra do Campus Aracaju do Instituto Federal de Sergipe, relatou os problemas ambientais causados pelo descarte inadequado, sendo os mais apontados doenças e acidentes (50%), entupimento de esgotos/drenagem e poluição de rios (15%), desorganização no canteiro (15%) e prejuízos financeiros (5%). Assim, uma maior conscientização dos profissionais atuantes em obras pode diminuir os danos ambientais citados.

Sobre o controle de materiais para evitar desperdício, 88,5% dos participantes afirmaram que há algum tipo de controle, geralmente informal, realizado pelo pedreiro responsável, que estima a quantidade necessária e solicita ao encarregado. Zanutto (2012), em pesquisa com 10 construtoras potenciais maiores geradoras de RCD, atuantes na cidade de São

Carlos – SP, também identificou que, embora 80% das construtoras afirmassem controlar o consumo de materiais e desperdício, apenas 40% mantinham banco de dados/registro sobre o consumo de materiais e 30% conservavam um banco de dados/registro sobre desperdício. O autor afirma que essas informações são essenciais para a implantação de índice de consumo e estudo sobre a quantidade de material desperdiçada.

No que diz respeito à redução do uso de materiais e à mitigação do desperdício, 96,2% dos entrevistados concordam que a atuação no setor exige uma postura favorável a essas práticas (Figura 22).

Figura 22 – Dados referente à questão: Na sua opinião, quem trabalha na obra está interessado em usar menos material para evitar desperdício?



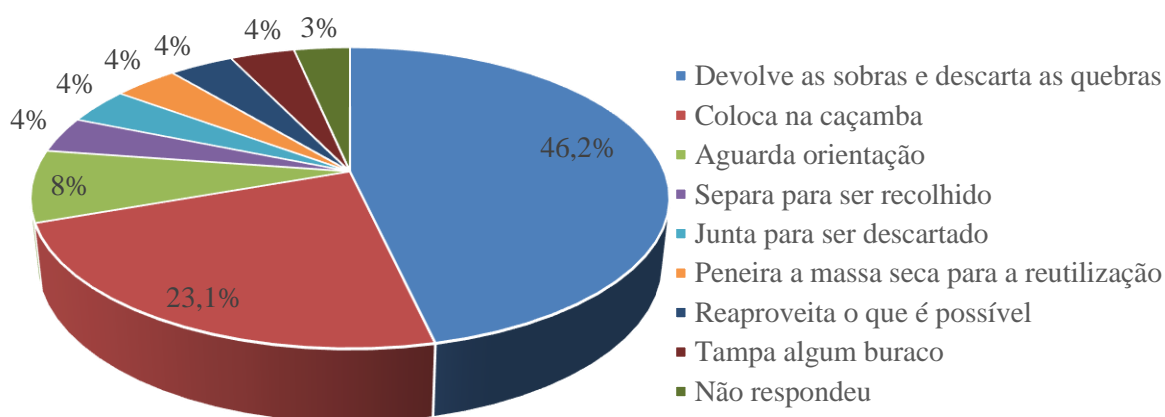
Fonte: Da autora (2025).

Gonçalves (2013) enviou um questionário para 100 agentes da cadeia de RCD de todo o Brasil, incluindo construtoras, consultores/gestores ambientais, recicladoras, agentes do governo e projetistas, e conseguiu resposta para 55 questionários. No que concerne a boa vontade dos agentes em implantarem um programa de redução de resíduos, o resultado mostrou que governo (48%) e clientes (52%) estão dispostos a reduzir os resíduos. O resultado foi negativo para os projetistas (22%) e os construtores (41%), podendo ser explicado pelos projetos mal detalhados, ausência de conhecimento de métodos construtivos, desconhecimento do comportamento dos materiais, falhas na comunicação e compatibilização, carências de gestão na obra, alta rotatividade de mão de obra e dificuldades quanto à permanência de colaboradores treinados na empresa.

Esse resultado corrobora com o de Aragão *et al.* (2014), do qual identificaram que apenas 44,4% dos engenheiros e arquitetos entrevistados consideram que os projetos são adequadamente definidos. Ademais, 22,2% não priorizam a sustentabilidade e 33,3% a consideram apenas ocasionalmente em seus projetos.

Sobre o procedimento adotado no caso de sobras ou quebras, prevaleceu a resposta de que as sobras são separadas para serem encaminhadas para outra manutenção e os resíduos são armazenados em caçambas (Figura 23).

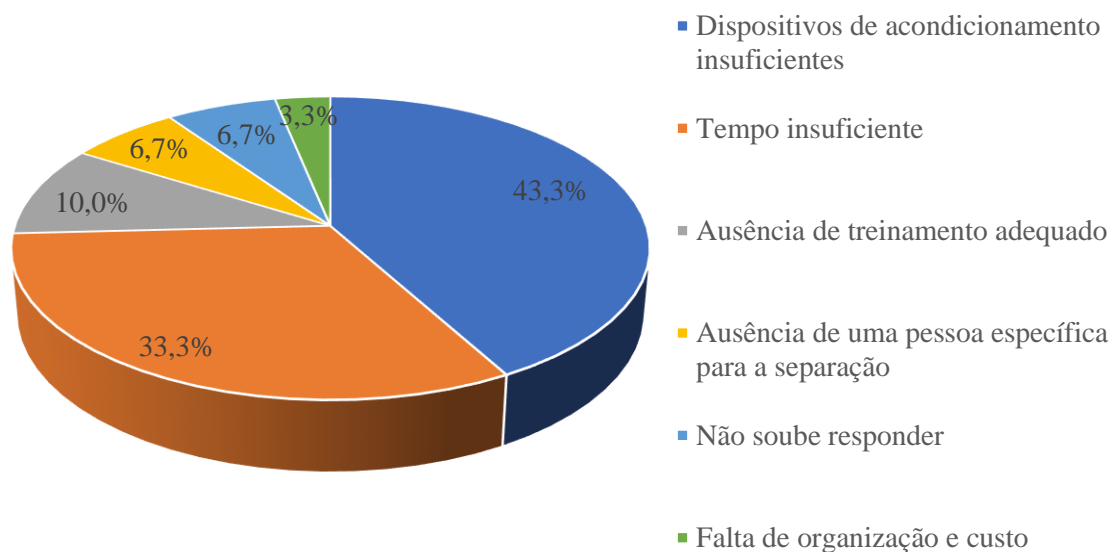
Figura 23 – Dados referente à questão: No dia a dia da obra, o que você faz com os materiais que sobram ou quebram (por exemplo, pedaços de madeira, tijolos, plástico)?



Fonte: Da autora (2025).

Todos os participantes afirmaram ter conhecimento sobre a possibilidade de reaproveitamento ou reciclagem de RCD. Os trabalhadores identificaram como um dos principais obstáculos para a separação de resíduos a falta de dispositivos de acondicionamento, uma vez que geralmente há apenas uma caçamba por obra. Outros desafios mencionados incluem o tempo insuficiente para a separação e execução das tarefas e a ausência de treinamento adequado, além de dificuldades relacionadas à falta de uma pessoa específica para separação, aos custos e à organização do canteiro de obras. Por se tratar de uma pergunta aberta, alguns entrevistados apontaram mais de uma dificuldade (Figura 24). É de suma importância os incentivos a essas práticas, uma vez que seus benefícios incluem a melhoria no aspecto visual do ambiente, maior limpeza e organização, além de vantagens financeiras provenientes da reutilização de materiais e da venda de recicláveis, como madeira e embalagens.

Figura 24 – Dado referente à questão: O que dificulta a separação dos materiais que sobram na obra? (Por exemplo: falta de tempo, espaço, instrução etc.)



Fonte: Da autora (2025).

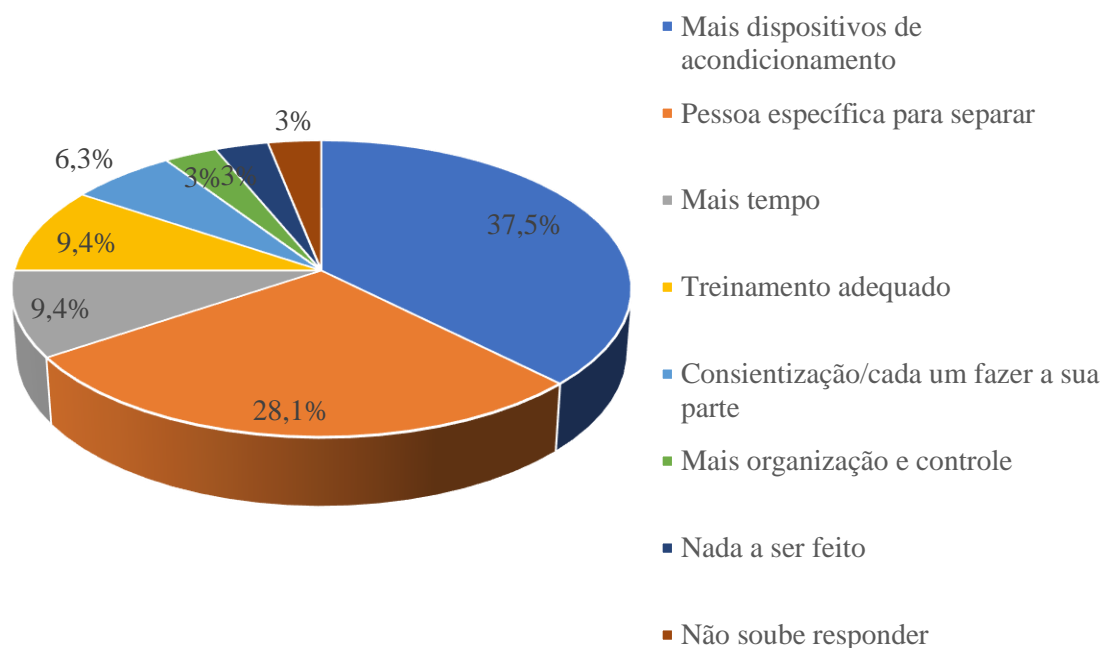
Um estudo realizado por Martins (2012), ao solicitar que os colaboradores das obras da Arena Fonte Nova, em Salvador (BA), e da Arena Pernambuco, em São Lourenço da Mata (PE), atribuísem notas para nove fatores que dificultam a separação do resíduo gerado durante os serviços, identificou alguns obstáculos semelhantes ao relacionado nesse estudo, sendo eles: falta de conscientização ambiental (17%), ausência de locais específicos para acondicionamento (14%), redução da produtividade (12%) e trabalho não remunerado (12%).

Portanto, nota-se que a dificuldade de acondicionamento, apontada como o principal problema pelos trabalhadores da pesquisa, também é uma realidade em grandes obras. Esse desafio, no entanto, poderia ser resolvido de maneira relativamente simples com a adoção de dispositivos adicionais, além das tradicionais caçambas. Exemplos incluem bombonas e tambores reutilizados, *bags* e baias confeccionadas com chapas de madeira reaproveitadas.

As sugestões dos participantes para facilitar a separação de resíduos mostraram consistência com as respostas da pergunta anterior. A principal recomendação foi o aumento do número de dispositivos de armazenamento, apontada por 12 participantes, o que equivale a 37,5%. Adicionalmente, 3 participantes (9,41%) destacaram a necessidade de treinamentos, enquanto 9 (28,1%) sugeriram a designação de uma pessoa específica para realizar a separação. Outro entrevistado (3%) apontou que bastaria cada indivíduo fazer sua parte e um participante (3%) atribuiu a principal dificuldade à falta de conscientização (Figura 25). Essas respostas

evidenciam a diversidade de percepções sobre o tema. Novamente, como a pergunta foi aberta, alguns entrevistados deram mais de uma sugestão.

Figura 25 – Dados referente à questão O que poderia ser feito na obra para facilitar a separação e o cuidado com os resíduos (por exemplo, mais lixeiras, treinamento, horários para coleta)?

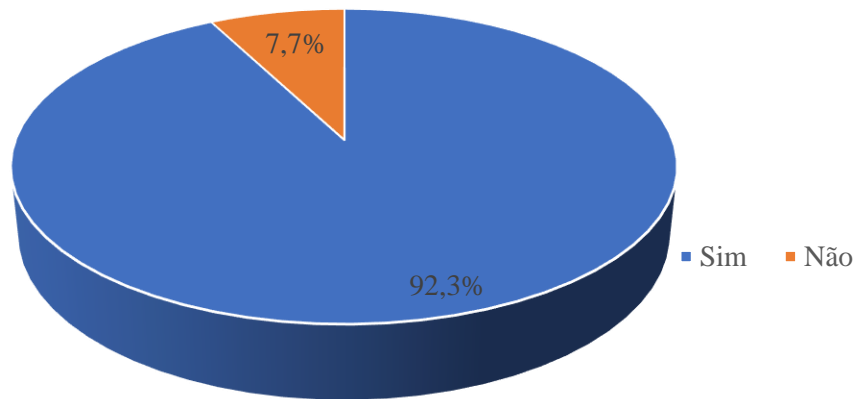


Fonte: Da autora (2025).

Assim, acredita-se que um treinamento eficaz, aliado à organização do canteiro de obras, pode reduzir significativamente o tempo necessário para a separação de resíduos. Quanto à sugestão de contratar um trabalhador exclusivo para essa tarefa, pode-se utilizar mão-de-obra já existente, através da conscientização dos funcionários, só alcançada por intermédio de treinamentos e palestras com os envolvidos (Novaes; Mourão, 2008).

No que diz respeito a treinamentos, 92,3% dos trabalhadores demonstraram interesse em participar, enquanto 7,7% não manifestaram o mesmo entusiasmo, embora reconheçam possuir pouco conhecimento sobre o tema (Figura 26). Resultados semelhantes foram observados por Mota, Crispim e Souza (2019), na aplicação de questionário para 18 colaboradores de um canteiro de obra do Instituto Federal de Sergipe, em que 94,44% dos entrevistados avaliaram positivamente a realização de palestras de educação ambiental pelas empresas.

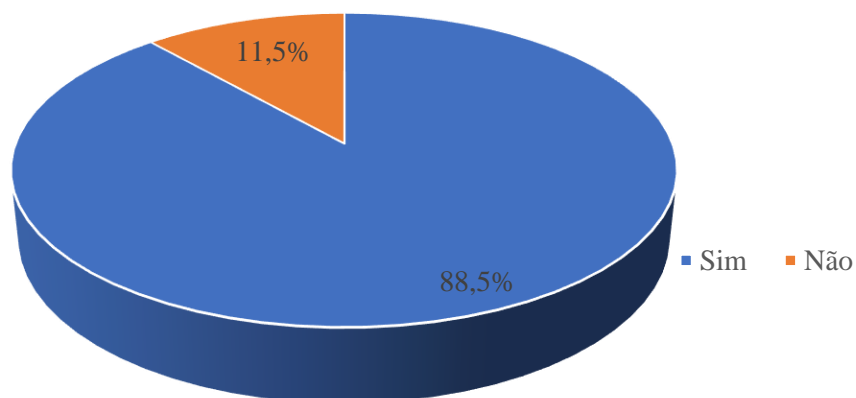
Figura 26 – Dado referente à questão: Você gostaria de aprender mais sobre como cuidar e aproveitar melhor os resíduos gerados na obra?



Fonte: Da autora (2025).

Apenas três trabalhadores, representando 11,5% dos entrevistados, se posicionaram contra a ideia de oferecer benefícios ou reconhecimento como forma de incentivar a redução do desperdício e a separação de resíduos (Figura 27). Essa prática ainda é pouco comum, conforme Zanutto (2012) apenas 10% das construtoras que fizeram parte de sua pesquisa ofereciam algum tipo de incentivo aos colaboradores para a segregação de resíduos.

Figura 27 – Dados referente à questão: Você acha que seria interessante receber algum tipo de benefício ou reconhecimento por ajudar a reduzir o desperdício ou separar os resíduos corretamente?



Fonte: Da autora (2025).

Entre as sugestões dos participantes para reduzir o desperdício e evitar sobras, destacam-se o maior controle e cálculos mais precisos de quantitativos, além do reaproveitamento de materiais em outras obras, sendo essa prática identificada nos projetos acompanhados.

5.4 Cartilha para o gerenciamento de RCD

A elaboração da cartilha para o gerenciamento de Resíduos da Construção e Demolição (RCD), conforme Apêndice C, foi fundamentada nas observações realizadas durante o acompanhamento dos serviços de manutenção predial e adequações na UFLA, bem como nos resultados do questionário aplicado. Esses dados permitiram identificar lacunas e oportunidades de melhoria no manejo dos resíduos, que foram incorporadas na proposta de conteúdo da cartilha.

Entre os pontos críticos destacados está a necessidade de realizar treinamentos acerca das etapas do gerenciamento de RCD e implementar a triagem dos resíduos no momento da geração, seguida de seu armazenamento segregado de acordo com as classes estabelecidas pela Resolução nº 307/2002 do CONAMA. Contudo, é essencial que a separação realizada nos locais de geração seja mantida durante o transporte e o armazenamento na área de transbordo, evitando a contaminação que compromete a viabilidade de reutilização e reciclagem.

Para alcançar essa evolução, faz-se necessária a capacitação contínua dos trabalhadores, combinada à disponibilização de dispositivos de acondicionamento diversificados, como bombonas reaproveitadas, baias de madeira reciclada, *bags* e tambores, que complementem as tradicionais caçambas.

Frigo e Silveira (2012) elaboraram um folheto técnico e fizeram a explanação de seu conteúdo, abrangendo temas como educação ambiental, resíduos, desperdício e reciclagem na construção civil, em 15 (quinze) obras residenciais na cidade de Foz do Iguaçu-PR. Os profissionais relataram que não tinham noção de quanto os resíduos podem impactar negativamente o meio ambiente. Também demonstraram um grande interesse em adotar mudanças, tanto no compartilhamento do conhecimento adquirido por meio do folheto informativo quanto na atenção voltada para o uso de baias destinadas à separação adequada dos resíduos.

A cartilha foi estruturada para atuar como uma ferramenta prática e educativa, personalizada para as atividades da UFLA, visando orientar os colaboradores na adoção de boas práticas de gerenciamento de RCD. Inspirada em iniciativas como a de Frigo e Silveira (2012)

e de Lima e Lima (2012), a cartilha inclui conteúdos didáticos, ilustrações e orientações claras sobre as etapas do gerenciamento de resíduos. Entre os temas abordados, destacam-se:

- a) Definição e classificação de RCD: explicação detalhada sobre as classes de resíduos conforme a Resolução CONAMA n° 307/2002, destacando exemplos e formas de manejo de cada classe (A, B, C e D);
- b) Geração de RCD: identificação das fontes geradoras de resíduos, desde o planejamento até a execução e manutenção de obras, e as principais causas de desperdício em cada fase;
- c) Treinamento da equipe: reforço da necessidade de capacitação contínua dos trabalhadores, propondo métodos para capacitar os trabalhadores de forma prática e interativa, com exemplos reais e estímulos à adesão das práticas recomendadas. Enfoque na segregação, documentação e uso de equipamentos de proteção individual (EPIs);
- d) Caracterização: orientações para a identificação e quantificação dos resíduos, incluindo o uso de métodos como a cubagem e o cálculo da massa específica média. Essa etapa é crucial para definir a destinação final mais adequada;
- e) Triagem: diretrizes para separar resíduos no local de geração, diminuindo a contaminação e favorecendo a reutilização ou reciclagem;
- f) Acondicionamento: apresentação de dispositivos como caçambas, bombonas, baias e bags, com orientações sobre seu uso adequado, vantagens e limitações;
- g) Transporte: métodos recomendados para transporte interno e externo, com destaque para a importância do controle de transporte de resíduos (CTR), incluindo um modelo, e o cumprimento das legislações locais;
- h) Destinação final: sugestões para a reutilização e reciclagem de materiais, incluindo alternativas específicas para os tipos mais comuns de resíduos gerados, como concreto, madeira, plásticos e metais.

Adicionalmente, a cartilha reforça a importância de integrar o gerenciamento de resíduos à rotina das obras, promovendo uma mudança de cultura no setor da construção civil, fomentando a conscientização e o comprometimento dos trabalhadores e gestores com a sustentabilidade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos objetivos propostos, esta pesquisa possibilitou uma análise detalhada do gerenciamento dos resíduos de construção e demolição (RCD) na Universidade Federal de Lavras. A revisão bibliográfica consolidou o embasamento teórico necessário para avaliar as práticas adotadas em obras de manutenção predial, adequações e demolições realizadas pela instituição, frente à Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/2010, e a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 307/2002.

Durante os acompanhamentos, foi possível descrever as cinco etapas:

- Caracterização: É influenciada pelas particularidades de cada obra e pelos processos construtivos empregados. Verificou-se um cuidado significativo com o reaproveitamento de materiais em todas as obras. Foi evidente a predominância de resíduos da Classe A, seguida pelos da Classe B. Os resíduos da Classe A incluíam blocos cerâmicos, pisos, pedaços de argamassa e restos de alvenaria, enquanto a Classe B foi representada, principalmente, por embalagens vazias de argamassa e cimento, plásticos, tubos e conexões de PVC, além de divisórias em *drywall*, como gesso e perfis metálicos. Nenhuma das obras acompanhadas apresentou registros sistematizados sobre a geração de resíduos, comprometendo o monitoramento e impossibilitando a definição de metas para redução.

- Triagem: Verificou-se a separação efetiva dos resíduos por classe apenas no Acompanhamento 6, evidenciando a necessidade de aprimoramento nesse processo.

- Acondicionamento: Foi realizado diretamente em caçambas de 4 m³, em saco plástico preto, em latas reaproveitadas para acondicionamento inicial e coletor de resíduo sólido urbano existente no local de geração.

- Transporte: O transporte interno foi feito com carrinhos de mão, latas de tinta reaproveitadas e sacos plásticos. O transporte das caçambas foi realizado por caminhão basculante até a área de transbordo da UFLA.

- Destinação: Os resíduos armazenados em caçambas foram levados primeiramente para a área de transbordo do campus, sendo posteriormente encaminhados para o aterro de resíduos de construção civil de Lavras. Os resíduos gerados nos serviços de pintura foram levados para armazenamento no próprio setor, até que houvesse uma quantidade significativa para que fossem coletados pela Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Lavras (ACAMAR). Os resíduos de Classe B referentes aos materiais hidráulicos foram levados para o setor de hidráulica para posterior destinação ou reutilização.

Em síntese, os acompanhamentos detalharam as práticas adotadas e evidenciaram fragilidades, como a ausência de registros sistemáticos da geração de resíduos, a separação ineficiente dos materiais e a necessidade de aprimoramento da infraestrutura para acondicionamento e segregação.

Observou-se, ainda, uma preocupação expressiva com o reaproveitamento de materiais, destacando a necessidade de fomentar essa prática por meio de treinamentos específicos, aprimoramento na separação e acondicionamento dos resíduos e ampliação das áreas destinadas à triagem e armazenamento temporário de materiais reutilizáveis. Além disso, a remoção cuidadosa dos materiais é fundamental para evitar danos e quebras, garantindo sua melhor utilização.

A aplicação do questionário de percepção ambiental permitiu entender o nível de conhecimento dos trabalhadores de obras de manutenção e adequação. Também revelou a necessidade de aperfeiçoamentos no que se refere ao conhecimento, às práticas e ao gerenciamento de RCD. Embora tenha se constatado um consenso sobre a relevância do manejo adequado de resíduos e a conscientização sobre seus impactos ambientais, a falta de treinamento efetivo, conhecimento técnico e infraestrutura adequada compromete a adoção de medidas mais eficazes. As sugestões apresentadas pelos participantes reforçam a necessidade de intervenções simples, como a compra de dispositivos de acondicionamento e a capacitação regular, promovendo uma cultura de sustentabilidade e responsabilidade ambiental. Acrescenta-se as sugestões recebidas a necessidade de um local de transbordo adequado, com infraestrutura para a segregação de materiais.

Com base nesses diagnósticos, foi elaborada uma cartilha com diretrizes para um modelo aprimorado de gerenciamento de RCD. Esse material visa padronizar as atividades, capacitar trabalhadores, melhorar a organização dos canteiros de obra e reduzir desperdícios, incentivando práticas sustentáveis que minimizem os impactos ambientais. Para implementação, recomenda-se a divulgação no site da Universidade, a realização de reuniões com a gestão e encarregados dos setores responsáveis pela manutenção e a capacitação periódica dos trabalhadores. Além disso, é essencial fortalecer a infraestrutura de acondicionamento com dispositivos adequados e identificação visual padronizada, garantindo a segregação correta dos resíduos desde a geração até a destinação final.

A cartilha poderá ser aplicada também nas novas construções, embora não sejam executadas diretamente pela Universidade, pois as práticas apresentadas abrangem desde a etapa de planejamento da edificação.

À medida que mais construções, sejam elas novas edificações, manutenções ou adequações, forem aplicando a metodologia desenvolvida, será possível criar de um banco de dados da UFLA, permitindo uma análise mais completa e auxiliando na tomada de decisões da administração durante o planejamento de manutenções semelhantes e até no planejamento de uma nova obra.

Ademais, espera-se que a adoção dessas práticas traga benefícios financeiros para a Universidade, reduzindo desperdícios e custos operacionais, além de impulsionar a instituição nos rankings internacionais de sustentabilidade.

A concretização dessas diretrizes também poderá fortalecer a formação dos alunos do curso de Engenharia Civil da UFLA, permitindo que acompanhem o processo de gestão de RCD na prática e adquiram conhecimentos alinhados às demandas do mercado de trabalho.

Por fim, este estudo abre espaço para pesquisas futuras, incluindo a aplicação prática da cartilha e a avaliação de sua efetividade. Fatores como o nível de entendimento dos envolvidos, a facilidade de implementação das práticas recomendadas e os impactos no gerenciamento de resíduos poderão ser analisados. A aplicação de um novo questionário poderá medir possíveis mudanças na percepção ambiental dos trabalhadores, contribuindo para o aperfeiçoamento contínuo do modelo proposto.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR-PENAGOS, A.; GÓMEZ-SOBERÓN, J. M.; ROJAS-VALENCIA, M. N. Physicochemical, mineralogical and microscopic evaluation of sustainable bricks manufactured with construction wastes. **Applied Sciences**, v. 7, n. 10, p. 1012, 30 set. 2017.
- AJAYI, S. O. *et al.* Reducing waste to landfill: a need for cultural change in the UK construction industry. **Journal of Building Engineering**, v. 5, p. 185-193, 2016.
- AJAYI, S. O. *et al.* Critical management practices influencing on-site waste minimization in construction projects. **Waste Management**, Oxford, v. 59, p. 330-339, 2017.
- AKHTAR, A.; SARMAH, A. K. Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: A global perspective. **Journal of Cleaner Production**, v. 186, p. 262–281, 2018.
- ALBERGUINI, L. B. A.; SILVA, L. C.; REZENDE, M. O. O. Laboratório de resíduos químicos do campus USP-São Carlos: resultados da experiência pioneira em gestão e gerenciamento de resíduos químicos em um campus universitário. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, p. 291-295, 2003.
- ALMEIDA LEITE, I. C. *et al.* Gestão de resíduos na construção civil: Um estudo em Belo Horizonte e Região Metropolitana. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, Goiânia, v. 14, n. 1, p. 159-175, 2018.
- ALTSCHUL, J. S.; OLIVEIRA, I. P. V. de; NÓBREGA, M. de J. R. da. Resíduo da construção e demolição - tecnologias e problemas: um estudo de caso. **Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 13-31, jan./jun. 2020.
- ANGULO, S. C. *et al.* Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 299-306, jul/set 2011.
- ARAGÃO, F. V. *et al.* Análise do conhecimento dos profissionais da construção civil sobre os resíduos de construção civil e demolição na cidade de Campo Mourão-PR. **REGET-Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 18, n. 4, p. 1326-1333, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABREMA. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024**. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama/>. Acesso em: 03 jan. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10004**: Classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004a.
- 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, 2004b.

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 PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO - ABRECON. **O que é entulho**. 2022a. Disponível em: <https://abrecon.org.br/entulho>. Acesso em: 13 nov. 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. São Paulo: Epusp, 2022b. Disponível em: <https://abrecon.org.br/download-pesquisa/>. Acesso em: 30 set. 2022.

BAPTISTA, M. P. V.; PASCHOAL, C. J. F. Abordagem do manejo de Resíduos na Construção Civil, à luz da legislação. **Revista Teccen**, Vassouras, v. 12, n. 1, p. 08-22, jan./jun. 2019.

BERNARDES, A. *et. al.* Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição coletados no município de Passo Fundo, RS. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 65-76, jul./out. 2008.

BERTOL, A. C.; RAFFLER, A.; SANTOS, J. P. **Análise da correlação entre a geração de resíduos da construção civil e as características das obras**. 2013. 73 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Produção Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

BESSA, S. A. L.; MELLO, T. A. G.; LOURENÇO, K. K. Análise quantitativa e qualitativa dos resíduos de construção e demolição gerados em Belo Horizonte. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 11, e20180099, 2019.

BOHANA, M. C. R.; FERNANDEZ, J. L. B; MARCHI, C. M. D. F. A importância do manejo dos resíduos sólidos da construção e demolição para viabilizar usinas de reciclagem no Brasil. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, p. 1-16, 2019. Disponível em: <https://www.eumed.net/rev/cccss/2019/03/manejo-residuos-solidos.html>. Acesso em: 14 dez. 2024.

BOHNENBERGER, J. C. *et al.* Identificação de áreas para implantação de usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição com uso de análise multicritério. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 299-311, jan./mar. 2018.

BRASIL. **Decreto Nº 10.396, de 12 de janeiro de 2022**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial União, Brasília, DF, 12 jan. 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d10936.htm. Acesso em: 16 fev. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial União, Brasília, DF, 3 ago. 2010a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. **Lei nº 14.133, de 1 de abril de 2021.** Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Diário Oficial União, Brasília, DF, 1 abr. 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm. Acesso em: 16 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional e do Desenvolvimento Regional. **Agenda Ambiental na Administração Pública - A3P.** 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/gestao-ambiental-e-sustentabilidade/agenda-ambiental-na-administracao-publica-a3p>. Acesso em: 30 set. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002.** Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002_Res_CONAMA_307.pdf. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério das Cidades. Ministério do Meio Ambiente. **Áreas de manejo de resíduos da construção e resíduos volumosos:** orientação para o seu licenciamento e aplicação da Resolução CONAMA 307/2002. 2005. Disponível em: https://ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/ORIENTACOES_LICENCIAMENTO.pdf. Acesso em: 28 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Sistema Nacional de Informações em Saneamento - SNIS:** Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - ano referência 2022. Brasília, DF, dez. 2023. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnosticos>. Acesso em: 28 set. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004.** Altera a Resolução CONAMA n.º 307, de 05/07/2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Diário Oficial da União, Brasília, 17 ago. 2004. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0348-160804.PDF>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 431, de 24 de maio de 2011.** Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 maio 2015. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114767>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 448, de 18 de janeiro de 2012.** Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 jan. 2012a. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/CONAMA/RE0448-180112.PDF>. Acesso em: 30 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de gestão de resíduos sólidos:** Manual de orientação. Brasília, DF, 2012b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos SINIR: Inventário Nacional de Resíduos Sólidos - ano referência 2019.** Brasília, DF, ago. 2021. Disponível em: <https://www.sinir.gov.br/relatorios/inventario-nacional/>. Acesso em: 28 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. **Instrução Normativa SLTI/MPOG nº 01, de 19 de janeiro de 2010.** Dispõe sobre os procedimentos a serem observados pelas contratações de serviços sob o regime de execução indireta no âmbito da Administração Pública federal direta, autárquica e fundacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 jan. 2010b. Disponível em: <https://www.gov.br/compras/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/instrucoes-normativas/instrucao-normativa-no-01-de-19-de-janeiro-de-2010>. Acesso em: 26 abr. 2023.

BRUM, F. M. **Implantação de um programa de gestão de resíduos da construção civil em canteiro de obra pública: o caso da UFJF.** 2013. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

CAETANO, M. O.; FAGUNDES, A. B.; GOMES, L. P. Modelo de regressão linear para estimativa de geração de RCD em obras de alvenaria estrutural. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 309-324, abr./jun. 2018.

CALENTE, R. de S. **O gerenciamento de resíduos de construção e demolição em obras da Universidade Federal do Espírito Santo.** 2017. 110 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Pública) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas, Vitória, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/8695>. Acesso em: 19 jul. 2023.

CARNEIRO, A. P. **Reciclagem de entulho de Salvador para a produção de materiais de construção.** 2001. 163 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001.

CARNEIRO, F. P. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife.** 2005. 131 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005. Disponível em: <https://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-102384/diagnostico-e-acoes-da-atual-situacao-dos-residuos-de-construcao-e-demolicao-na-cidade-do-recife>. Acesso em: 16 jul. 2023.

CARVALHO, D. B. As influências da Lei de Responsabilidade Fiscal nas licitações e contratos administrativos. **Revista do TCU**, n. 118, p. 27-36, 2010.

CUNHA, B. P.; AUGUSTIN, S. **Sustentabilidade ambiental: estudos jurídicos e sociais.** Caxias do Sul, RS: Educs, 2014.

DELOITTE. **Resource Efficient Use of Mixed Waste. Improving Management of Construction and Demolition Waste.** European Commission Brussels, 2017. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/78e42e6c-d8a6-11e7-a506-01aa75ed71a1/language-en>. Acesso em: 13 fev. 2023.

DIAS, M. F. **Modelo para estimar a geração de resíduos na produção de obras residenciais verticais**. 2013. 113 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, São Leopoldo, RS, 2013. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/4129>. Acesso em: 16 jul. 2023.

DUAN, Z. *et al.* Study on the essential properties of recycled powders from construction and demolition waste. **Journal of Cleaner Production**, v. 253, p. 1-10, 2020.

ESPINELLI, U. A gestão do consumo de materiais como instrumento para a redução da geração de resíduos nos canteiros de obras. In: **Anais... SEMINÁRIO DE GESTÃO E RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO — AVANÇOS E DESAFIOS**, 2005. São Paulo: PCC USP, 2005.

EVANGELISTA, P. P. A.; BASTOS COSTA, D.; ZANTA, V. M. Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras. **Ambiente Construído**, v. 10, p. 23-40, 2010.

FEAM. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil – PGIRC**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2009. 44 p. Disponível em: http://www.feam.br/images/stories/minas_sem_lixoes/2010/construocivil.pdf. Acesso em: 29 set. 2022.

FERNANDES W. V.; SOBRINHO JUNIOR, A. S.; NÓBREGA, C. C. Gestão dos resíduos de construção nas obras da Universidade Federal da Paraíba. In: **Anais... 3º SIMPOSIO IBEROAMERICANO DE INGENIERÍA DE RESIDUOS - 2º SEMINÁRIO DA REGIÃO NORDESTE SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS**, 2010, João Pessoa, Paraíba. Anais eletrônicos [...]. João Pessoa, 2010. p. 1-9. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281150642_GESTAO_DOS_RESIDUOS_DE_CONSTRUCAO_NAS_OBRAS_DA_UNIVERSIDADE_FEDERAL_DA_PARAIBA. Acesso em: 28 set. 2022.

FERNANDEZ, J. L. B. **Resíduos sólidos da construção civil: análise do gerenciamento em obras de reforma, de micro e de pequeno portes**. 2018. 142 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica do Salvador, 2018.

FREITAS, G. S.; BULBOVAS, P.; ARRUDA, R. O. M. Percepção do conhecimento sobre resíduos sólidos da construção civil por graduandos e graduados em engenharia civil. **Revista Brasileira De Educação Ambiental**, v. 16, n. 4, p. 305-319, 2021.

FREITAS, W. C. **Análise da geração de resíduos da construção civil no município de Batatais-SP para implantação de gerenciamento integrado**. 2009. 126 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2009.

FRIGO, J. P.; SILVEIRA, D. S. da. Educação ambiental e construção civil: práticas de gestão de resíduos em Foz do Iguaçu-PR. **Revista Monografias Ambientais**, v. 9, n. 9, p. 1938–1952, 2012.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil**. Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <http://fjp.mg.gov.br/deficit-habitacional-no-brasil/>. Acesso em: 28 set. 2022.

GARCÍA, F. P. *et al.* Recovery of Waste of Construction, Demolition and Mining Tailings. **International Journal of Applied Science and Technology**, v. 2, n. 7, p. 46-63, 2012.

GASPAR, A. D. S. *et al.* Sustentabilidade em obras públicas: conceituação, teoria e prática na UFRPE. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 14, n. 7, p. 12320, 2023.

GNECCO, V.; MATTANA, L.; FOSSATI, M. Minimização de resíduos da construção em obras públicas por meio do processo BIM. **MIX Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 141-152, ago. 2021.

GOMES, M. M. A. **Contratação de obras públicas sustentáveis**. 2008. 42 p. Monografia (Curso de Especialização em Auditoria de Obras Públicas) – PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2008.

GONÇALVES, G. H. V. **Cenários e sistema de apoio a gestão consorciada de resíduos da construção civil aplicados à UGRHI 12**. 2022. 277 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/16981/Tese%20Gustavo%20Vital%20pro nto.pdf?sequence=1>. Acesso em: 30 jun. 2023.

GONÇALVES, G. H. V.; ROCHA, L. B. G. da; MARQUES NETO, J. da C. Proposição de soluções para destinação de resíduos de construção civil para municípios de pequeno porte. **Revista DAE**, São Paulo, v. 71, n. 239, p. 83-96, jan./mar. 2023.

GONÇALVES, P. H. **Planejamento e gerenciamento do resíduo sólido de construção e demolição - estudo de casos goianos**. 2013. 127 p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tde/2940>. Acesso em: 14 dez. 2024.

GUERRA, J. de S. **Gestão de resíduos da construção civil em obras de edificações**. 2009. 104 p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica de Pernambuco da Universidade de Pernambuco, Recife, 2009. Disponível em: <https://livros01.livrosgratis.com.br/cp136758.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2023.

HUANG, B. *et al.* Construction and Demolition Waste Management in China through the 3R Principle. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 129, p. 36-44, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRÁFICA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa anual da indústria da construção**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/54/paic_2022_v32_informativo.pdf. Acesso em: 21 jan. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRÁFICA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Indicadores IBGE: contas nacionais trimestrais**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2121/cnt_2022_4tri.pdf. Acesso em: 28 jun. 2023.

JACINTO, M. E. L.; CARVALHO, E. M. R. Educação Ambiental na Construção Civil: Práticas de Gestão de Resíduos no Canteiro de Obras. In: SALES, R. *et al.* **A Construção Civil**: em uma perspectiva econômica, ambiental e social, v. 2, cap.7, p. 113-118, 2022.

JADOVSKI, I. **Diretrizes Técnicas e Econômicas para Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição**. 2005. 180 p. Trabalho de conclusão (Mestrado profissional) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/10156>. Acesso em: 20 abr. 2023.

JONH, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para a metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 113 p. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção. In: **Anais... SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES**, 1., 2000. São Paulo. São Paulo: CETESB, 2000. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/e807d4a7-3074-4c45-b935-e68e92a8d85d/John-2000-reciclagem.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2024.

KRATZ, A. C. A. Sistemas de reaproveitamento de resíduos sólidos dentro da obra geradora. **Revista Educação**, v. 8, n. 2, p. 82-82, 2013.

LAVRAS. **Decreto municipal nº 10.909, de 29 de agosto de 2013**. Regulamenta o transporte e disposição de resíduos de construção civil, e dá outras providências. Diário Oficial do Município de Lavras, Lavras, MG, 29 ago. 2013.

LAVRAS. **Lei nº 4.445, de 20 de março de 2018**. Aprova o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Lavras - PMSB - LAVRAS, e o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Lavras – PMGIRS - LAVRAS. Diário Oficial do Município de Lavras, Lavras, MG, 20 mar. 2018.

LEITE, M. B. **Avaliação de Propriedades Mecânicas de Concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. 2001. 290 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/21839>. Acesso em: 11 abr. 2023.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil**. Curitiba: CREA-PR, 2012. Disponível em: https://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos_web2012.pdf. Acesso em: 30 set. 2022.

MAIA, A. L. *et al.* **Plano de gerenciamento integrado de resíduos da construção civil - PGIRCC**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2009. 44 p. Disponível em: <https://www2.israelpinheiro.org.br/wp-content/uploads/2016/09/Plano-de-Gerenciamento-Integrado-de-Res%C3%ADduos-da-Constru%C3%A7%C3%A3o-Civil.pdf>. Acesso em: 30 set. 2022.

MANIAM, H. *et al.* A comparative study of construction waste generation rate based on different construction methods on construction project in Malaysia. **Engineering, Technology & Applied Science Research**, v. 8, n. 5, p. 3488-3491, 2018.

MANN, D. C. A.; NAGALLI, A.; CARVALHO, K. Q. Conformidade de sistemas de gerenciamento de resíduos da construção civil. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 9, n. 19, 2020.

MARQUES, H. F. *et al.* Reaproveitamento de resíduos da construção civil: a prática de uma usina de reciclagem no estado do Paraná. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 4, p. 21912–21930.

MARQUES NETO, J. da C.; SCHALCH, V. Gestão dos resíduos de construção e demolição: estudo da situação no município de São Carlos-SP, Brasil. **Engenharia Civil UM**, Minho, n. 36, p. 41-50, 2010.

MARTINS, F. G. **Gestão e gerenciamento de resíduos da construção civil em obras de grande porte: estudos de caso**. 2012. 188 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-19102012-093525/>. Acesso em: 15 dez. 2024.

MARTINS, D. F.; MELO, N. A. de. Resíduo de construção civil em Paracatu (MG): análises do sistema de gerenciamento e estimativas de geração. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 20, n. 72, p. 522–536, 2019.

MENEGAKI, M.; DAMIGOS, D. A review on current situation and challenges of construction and demolition waste management. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 13, p. 8-15, 2018.

MINAS GERAIS. **Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009**. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 12 jan. 2009. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9272>. Acesso em: 30 set. 2022.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Deliberação Normativa COPAM nº 155, de 25 de agosto de 2010**. Altera dispositivos da Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004, incluindo na listagem E códigos de atividade para manejo e destinação de resíduos da construção civil e volumosos, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 4 set. 2010. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=142499#:~:text=Alteração%20dispositivos%20da%20Deliberação%20Normativa,volumosos%20e%20d%C3%A1%20outras%20providências>. Acesso em: 30 set. 2022.

MIRANDA, L. F. R.; ANGULO, S. C.; CARELI, E. D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 57-71, jan./mar. 2009.

MOTA, G. dos P.; CRISPIM, M. C.; SOUZA, P. G. de. Percepção ambiental do trabalhador da construção civil em canteiro de obra pública no município de Aracaju, Sergipe, Brasil. **Revista Expressão Científica**, Aracaju, v. 4, n.1, p. 21-32, 2019.

MOTA, M. D. C. S.; OLIVEIRA, M. H. S. de; LINHARES, E. L. da R. Percepção da gestão e destinação final dos resíduos da construção e demolição (RCD) na cidade de Caraúbas - RN. In: **Anais... X CONEDU...** Campina Grande: Realize Editora, 2024. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/110395>. Acesso em: 27 dez. 2024.

NAGALLI, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

NAGALLI, A. *et al.* BIM plug-in technology for construction waste quantification. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, João Pessoa, v. 8, n. 20, p. 1605-1619, 31 dez. 2021.

NAKAJIMA, S.; FUTAKI, M. National R&D project to promote recycle and reuse of timber constructions in Japan—the second year's results. In: NAKAJIMA, S. (ed.) **National R&D project to promote recycling and reuse**. 2002, p. 42-54. Disponível em: <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB753.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2023.

NOVAES, M. V.; MOURÃO, C. A. M. A. **Manual de gestão ambiental de resíduos da construção civil**. 1ª ed. Fortaleza: COOPERCON, 2008. Disponível em: <https://www.coopercon.com.br/sitecontent/downloads/manualegestaoambiental-1pf-417706556.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2024.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; DIAS, A. J. G.; CORTES, P. L. Aspectos normativos a respeito de resíduos de construção civil: uma pesquisa exploratória da situação no Brasil e em Portugal. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 29, p. 155-169, abr. 2014.

PAZ, D. H. F. **Desenvolvimento de um sistema de apoio à gestão integrada de resíduos da construção e demolição**. 2019. 290 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/34491>. Acesso em: 05 mai. 2023.

PAZ, D. H. F. **Desenvolvimento de um Sistema de Apoio ao gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil em canteiros de obras de edificações urbanas**. 2014. 161 p. 2014. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife.

PAZ, D. H. F.; LAFAYETTE K. P. V. Forecasting of construction and demolition waste in Brazil. **Waste Management & Research**, v. 34, n. 8, p. 708-716, 2016.

PAZ, D. H. F.; LAFAYETTE, K. P. V.; SOBRAL, M. do C. M. Computational system for the integrated management of construction and demolition waste. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 22, n. 3, p. 255-273, jul./set. 2022.

PEREIRA, E. S. **Construção civil na UFAM: uma proposta para redução de resíduos**. 2017. 84 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2017. Disponível em: https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/6711/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Emiliano%20dos%20Santos%20Pereira.pdf. Acesso em: 05 mai. 2023.

PIMENTA, C. F. *et al.* Quantificação e Composição dos Resíduos da Construção Civil em Edificações de Grande Porte. **Ares Ambiente & Resíduos**, São Paulo, v. 1, n. 7, p. 52-60, 30 nov. 2016.

PINTO, T. de P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001061434>. Acesso em 16 set. 2022.

PINTO, T. de P.; GONZÁLES, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Volume 1 – Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão dos resíduos da construção civil nos municípios. Brasília: Caixa, 2005. v. 1, 198 p. Disponível em: https://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/Manual_RCD_Vol1.pdf. Acesso em: 16 jul. 2023.

REIS, J. M. **Diagnóstico dos resíduos de construção e demolição coletados no município de Lavras - MG: um estudo para a implementação de uma usina de triagem e reciclagem**. 2021. 82 p. Dissertação (Mestrado profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2021.

SÁEZ, P. V.; OSMANI, M. A diagnosis of construction and demolition waste generation and recovery practice in the European Union. **Journal of Cleaner Production**, v. 241, p. 1-11, 2019.

SAGRILO, P. de L. **Elaboração de um plano de ação para melhoria de processos de gerenciamento de resíduos sólidos de construção civil na Universidade Federal de Santa Maria**. 2022. 50 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2023.

SANTOS, W. J. *et al.* Análise do gerenciamento de resíduos de construção civil em obras da Universidade Federal de Minas Gerais. **REUCP**, Petrópolis, v. 14, n. 1, p. 67-81, 2020.

SANTOS, J. V. *et al.* Análise da implementação da gestão de resíduos de construção e demolição em diferentes perspectivas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 7, p. 49746–49764, 2022.

SANTOS, R. L. R. *et al.* Modelo de previsão da geração de resíduos de construção e demolição para cidades brasileiras de médio porte populacional. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 28, p. e20220060, 2023.

SEFU, Ş. M. *et al.* Recycling and reuse of hydraulic components and materials, component principles of the circular economy. **International Multidisciplinary Scientific GeoConference**, v. 22, n. 4.1, p. 225-230, 2022.

SILVA, A. A. **Diagnóstico da gestão dos resíduos de construção e demolição no município do Cabo de Santo Agostinho/PE**. 2017. 200 p. Dissertação (Pós Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco da Universidade de Pernambuco, Recife, 2017. Disponível em: https://w2files.solucaoatrio.net.br/atrio/upe-ecivil_upl//THESIS/87/2017__alberto_alvarenga_da_silva__diagnostico_da_gesto_dos_rcd_n

o_cabo_de_santo_agostinho_pe_14_09_2017_final_20191001093644585.pdf. Acesso em: 16 jul. 2023.

SILVA, C.; PERTEL, M. Gestão de Resíduos Sólidos na Construção Civil: Proposta de um Plano de gerenciamento para reforma. **Revista Boletim do Gerenciamento**, n. 14, p. 40-48, 2020.

SILVA, G. T. de M. *et al.* Resíduos de construção e demolição em tecnologia de concreto: uma revisão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 21912-21930, 2020.

TESSARO, A. B.; SÁ, J. S.; SCREMIN, L. B. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 121-130, abr./jun. 2012.

ULUBEYLI, S.; KAZAZ, A.; ARSLAN, V. Construction and Demolition Waste Recycling Plants Revisited: Management Issues. **Procedia Engineering**, v. 172, p. 1190-1197, 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Reitoria. **Portaria Normativa da Reitoria nº 91, de 10 de março de 2023**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil e uso de caçambas da UFLA. Boletim de Serviço Eletrônico, 13 mar. 2023.

ULUBEYLI, S.; KAZAZ, A.; ARSLAN, V. Construction and demolition waste recycling plants revisited: management issues. **Procedia Engineering**, v. 172, p. 1190-1197, 2017.

VALE, N. A. **Minimização da geração de resíduos de construção e demolição**. 2011. 52 p. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-9A5FRX>. Acesso em: 26 abr. 2023.

VIEIRA, C. R. *et al.* Análise da geração dos resíduos da construção e demolição nos canteiros de obra da cidade do Recife-PE. **Revista Portuguesa de Estudos Regionais**, n. 59, p. 153-169, 2020.

YANG, W. S. *et al.* Past, present and future of waste management in Korea. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 17, p. 207-217, 2015.

ZANUTTO, T. D. **Diagnóstico para subsidiar a gestão de resíduos da construção civil na cidade de São Carlos SP**. 2012. 183 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4672>. Acesso em: 14 dez. 2024.

ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado na confecção do concreto**. 1997. 159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1997

ANEXO A - Autorização

REQUERIMENTO

Solicito à CONSERVADORA E ADMINISTRADORA GARCIA SERVIÇOS EIRELI autorização para realizar coleta de dados com seres humanos com os seus colaboradores nas dependências da

Os dados serão utilizados no projeto "PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM OBRAS DE MANUTENÇÃO E ADEQUAÇÃO" da pesquisadora TEREZA CRISTINA TEIXEIRA DE CASTRO para conclusão da dissertação.

Os voluntários serão "FUNCIONÁRIOS" e serão abordados nas OBRAS entre 03/02/2025 e 14/02/2025. Sua participação será voluntária mediante assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os voluntários poderão optar por não participar ou desistir em qualquer momento sem qualquer prejuízo.

Lavras, 19 de dezembro 2024.



ASSINATURA DO SOLICITANTE
(Responsável pela pesquisa)

A Conservadora e Administradora Garcia Serviços Eireli autoriza a participação de seus colaboradores do contrato firmado com a Universidade Federal de Lavras para coleta de dados do projeto de pesquisa supracitado.

Assinatura e carimbo: _____
Preposto do CPS 005/2021



Obs : A assinatura deste termo não implica em autorização para coleta de dados. Este deverá ser encaminhada ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos-COEP como parte dos documentos a serem avaliados. O início da coleta de dados depende da aprovação do COEP/UFLA.

ANEXO B - Parecer do comitê de éticaUNIVERSIDADE FEDERAL DE
LAVRAS**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA****Título da Pesquisa:** PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM OBRAS DE MANUTENÇÃO E ADEQUAÇÃO**Pesquisador:** TEREZA CRISTINA TEIXEIRA DE CASTRO**Área Temática:****Versão:** 2**CAAE:** 85383124.8.0000.5148**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Lavras**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio**DADOS DO PARECER****Número do Parecer:** 7.343.914**Apresentação do Projeto:**

Resumo:

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) possui dois campi universitários, com mais de quatrocentas edificações. Diversos prédios são antigos, necessitando de manutenções e adequações constantes, o que gera uma grande quantidade de resíduos de construção e demolição (RCD). O gerenciamento nas obras licitadas é realizado pela empresa contratada; já nas adequações, reparos e demolições de execução direta, os resíduos ficam sob a responsabilidade da Universidade. Este trabalho tem como objetivo propor melhorias para o gerenciamento de RCD na UFLA. A metodologia consiste na análise das solicitações recebidas pela Pró-Reitoria de Infraestrutura e Logística, de julho a outubro de 2024, além do acompanhamento de chamados específicos nos quais são identificados os serviços executados e os resíduos gerados, classificados conforme a Resolução CONAMA 307/2002. Também são observadas as formas de acondicionamento, os meios de transporte e a destinação final estabelecida. Será aplicado um questionário de percepção ambiental a funcionários do setor da construção civil para identificar os pontos de melhoria no gerenciamento de RCD. Com base nos resultados, será elaborada uma cartilha contendo um procedimento operacional padrão para o gerenciamento dos RCD. Ela trará diretrizes para caracterização, segregação, transporte e destinação, além de propor formas de reduzir, reutilizar e reciclar resíduos de Classe A e B. Espera-se proporcionar uma otimização no gerenciamento dos resíduos de construção e

Endereço: Campus Universitário Cx Postal 3037 Campus Universitário - Caixa Postal 3037, Avenida Sul, Prédio das
Bairro: PRP/COEP **CEP:** 37.200-900
UF: MG **Município:** LAVRAS
Telefone: (35)3829-5182 **E-mail:** coep.prp@ufla.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
LAVRAS



Continuação do Parecer: 7.343.914

demolição gerados pela UFLA, mitigando os impactos ambientais ocasionados pela construção civil. A cartilha deverá gerar economia de tempo ao otimizar os processos logísticos, além de permitir a redução de custos por meio da reutilização dos materiais e sugerir formas de destinação ambientalmente adequada. Essas práticas estão diretamente ligadas a uma universidade mais sustentável, possibilitando a melhoria de sua pontuação em rankings internacionais de sustentabilidade.

Hipótese:

A UFLA não realiza de forma adequada o gerenciamento dos resíduos de construção e demolição nas obras de manutenção e adequação realizadas no campus e os trabalhadores responsáveis não tem conhecimento suficiente sobre o assunto.

Metodologia Proposta:

A metodologia para a realização do trabalho é dividida em quatro partes: 1 Análise das solicitações de manutenção predial: Para o encaminhamento das requisições de manutenção predial à PROINFRA, é utilizado o sistema GLPI, desenvolvido pela Diretoria de Gestão de Tecnologia da Informação (DGTI) da UFLA. Nesta etapa da pesquisa foram analisadas as solicitações mensais recebidas através do GLPI, de agosto a outubro de 2024. Dessa forma, verificou-se quais solicitações possivelmente geraram RCD, quais foram as atividades mais executadas e como isso impacta na geração de resíduos. 2 Acompanhamento da manutenção predial: Esta fase consistiu na seleção de chamados para acompanhamento, entre agosto a outubro de 2024. Nas intervenções selecionadas foi identificada a situação existente e os serviços necessários. Quando havia projeto arquitetônico da reforma, ele foi de grande valia para o levantamento dos quantitativos de serviços realizados. Para cada atividade executada, foram identificados os resíduos gerados e feita a classificação conforme a Resolução CONAMA 307/2002. Nos casos em que era possível o levantamento do volume, para facilitar a análise qualitativa dos resultados, utilizou-se a técnica da cubagem. Todas as informações foram anotadas e foram feitos registros fotográficos durante a execução. As vistorias ocorreram, no mínimo, semanalmente ou com mais frequências nos casos em que houve necessidade pelo ritmo da obra. Por fim, foi observado se havia segregação, as formas de acondicionamento, os meios de transporte e a destinação final estabelecida, de acordo com as opções disponíveis. 3 Aplicação de questionário de percepção ambiental: Para verificar o conhecimento dos funcionários executores dos serviços acerca do gerenciamento dos resíduos, será aplicado um

Endereço: Campus Universitário Cx Postal 3037 Campus Universitário - Caixa Postal 3037, Avenida Sul, Prédio das
Bairro: PRP/COEP **CEP:** 37.200-900
UF: MG **Município:** LAVRAS
Telefone: (35)3829-5182 **E-mail:** coep.prp@ufla.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
LAVRAS



Continuação do Parecer: 7.343.914

questionário semiestruturado. A pesquisa será realizada com a participação voluntária de funcionários de uma equipe que presta serviços no setor da construção civil, diretamente envolvidos nas atividades de geração, manejo e descarte de resíduos de construção e demolição (RCD). Os potenciais participantes serão identificados com o auxílio da Coordenadoria de Manutenção Predial, responsável pelas obras de manutenção e adequação do campus. Após essa identificação, serão contatados pessoalmente durante reuniões previamente agendadas em seus locais de trabalho. Nesses encontros, será apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que detalhará os objetivos da pesquisa, os procedimentos de coleta de dados, os benefícios esperados, os possíveis riscos e os direitos dos participantes, como a liberdade de recusar a participação ou desistir em qualquer momento, sem prejuízos. O consentimento será obtido somente após os participantes terem todas as suas dúvidas esclarecidas. Serão adotadas medidas para garantir a privacidade e a confidencialidade das informações fornecidas, assegurando que os dados sejam utilizados exclusivamente para os fins da pesquisa e tratados de forma ética e transparente. 4
Elaboração da cartilha de gerenciamento de RCD: O objetivo da etapa final da pesquisa foi o estudo e planejamento de melhorias. Diante dos resultados das análises, será elaborada uma cartilha com um procedimento operacional padrão de gerenciamento dos RCD para obras de manutenção predial, reformas e demolições realizadas pela UFLA. Além de incluir as diretrizes para as etapas de caracterização, segregação, acondicionamento, transporte e destinação final, serão propostas formas para a minimização da quantidade de resíduos gerados e sugestões de reutilização e reciclagem dos resíduos.

Critério de Inclusão:

Ser funcionário da equipe de manutenção atuando diretamente nas atividades de manutenção e adequação realizadas no

Possuir experiência ou envolvimento prático na geração, manejo ou descarte de resíduos de construção e demolição (RCD).

Concordar em participar voluntariamente da pesquisa, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Critério de Exclusão:

Funcionários que, após incluídos na pesquisa, optarem por desistir de sua participação, mesmo que já tenham contribuído com informações.

Funcionários que apresentarem dificuldades em compreender os objetivos da pesquisa ou as instruções fornecidas, mesmo após esclarecimentos, comprometendo a confiabilidade dos

Endereço: Campus Universitário Cx Postal 3037 Campus Universitário - Caixa Postal 3037, Avenida Sul, Prédio das
Bairro: PRP/COEP **CEP:** 37.200-900
UF: MG **Município:** LAVRAS
Telefone: (35)3829-5182 **E-mail:** coep.prp@ufla.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
LAVRAS



Continuação do Parecer: 7.343.914

dados coletados.

Indisponibilidade para participar das entrevistas ou responder aos instrumentos de coleta de dados durante o período estipulado pela pesquisa.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Propor melhorias para o gerenciamento dos resíduos de construção e demolição em obras de manutenção predial, reformas e demolições realizadas pela Universidade Federal de Lavras.

Objetivo Secundário:

- 1) Revisar a bibliografia do estado da arte da gestão e gerenciamento de resíduos da construção e demolição;
- 2) Analisar o manejo dos resíduos de construção e demolição em obras de manutenção predial, adequações e demolições realizadas pela Universidade Federal de Lavras, frente à Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010, e a resolução do CONAMA 307/2002;
- 3) Analisar o nível de conhecimento de uma equipe executora de obras sobre as práticas de gerenciamento dos RCD;
- 4) Estabelecer um modelo de gerenciamento a ser seguido, através da elaboração de um manual com um procedimento padrão operacional.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Psíquico: Existe o risco de que alguns participantes se sintam julgados ou expostos caso suas práticas de manejo de resíduos sejam percebidas como inadequadas. Para reduzir esse risco, as entrevistas serão conduzidas em um ambiente acolhedor, com garantias de anonimato.

Social: Apesar da confidencialidade, existe um risco remoto de que, em discussões informais entre colegas, informações possam ser erroneamente interpretadas ou divulgadas, resultando em desconforto social.

Moral: Questionamentos sobre práticas inadequadas de manejo podem ser interpretados como implicações éticas ou morais. Esse risco será abordado com cuidado, esclarecendo que o objetivo é compreender e melhorar os processos, e não avaliar ou criticar individualmente os participantes.

Benefícios:

A participação dos voluntários na pesquisa pode não oferecer benefícios diretos e imediatos para os mesmos, dado que o foco principal do estudo é propor melhorias no gerenciamento de

Endereço: Campus Universitário Cx Postal 3037 Campus Universitário - Caixa Postal 3037, Avenida Sul, Prédio das
Bairro: PRP/COEP **CEP:** 37.200-900
UF: MG **Município:** LAVRAS
Telefone: (35)3829-5182 **E-mail:** coep.prp@ufla.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
LAVRAS



Continuação do Parecer: 7.343.914

resíduos de construção e demolição (RCD). No entanto, podem ser destacados benefícios indiretos e potenciais:

1. Para os voluntários: Os participantes terão a oportunidade de refletir sobre os processos atuais de geração, manejo e descarte de resíduos nas obras em que atuam, o que pode contribuir para o aprimoramento de suas práticas diárias. Com a implementação das propostas de melhoria decorrentes da pesquisa, os funcionários poderão trabalhar em um ambiente com práticas de gestão mais eficientes e sustentáveis, facilitando suas atividades e reduzindo impactos ambientais.
 2. Para a comunidade acadêmica e a sociedade: A pesquisa busca gerar conhecimento aplicado, contribuindo para a redução de impactos ambientais causados pelo descarte inadequado de resíduos no campus. Esse benefício se estende à comunidade acadêmica, que usufruirá de um campus mais limpo e sustentável, e à sociedade, ao servir como modelo para outras instituições.
 3. Para o pesquisador: A pesquisa contribuirá para a formação acadêmica e profissional do pesquisador, além de gerar dados que poderão ser utilizados em publicações científicas e ações de extensão.
- Os benefícios aos voluntários, embora indiretos, serão alcançados com a implementação das melhorias propostas no gerenciamento de RCD no campus, que visa não apenas a sustentabilidade ambiental, mas também a valorização e o reconhecimento da importância do trabalho dos funcionários da manutenção no contexto acadêmico.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Estudo nacional e unicêntrico. Caráter acadêmico realizado para a obtenção do título de Mestre do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais. Brasil. 20 participantes.

Previsão de início da pesquisa da coleta de dados com seres humanos: 03/02/2025.

Previsão de encerramento da pesquisa da coleta de dados com seres humanos: 14/02/2025.

Vide campo "Conclusões ou pendências e Lista de Inadequações".

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide campo "Conclusões ou pendências e Lista de Inadequações".

Recomendações:

[1] Como o público-alvo da pesquisa são indivíduos com idade igual ou superior a 18 anos, não há necessidade de apresentação do Termo de Assentimento.

Endereço: Campus Universitário Cx Postal 3037 Campus Universitário - Caixa Postal 3037, Avenida Sul, Prédio das
Bairro: PRP/COEP **CEP:** 37.200-900
UF: MG **Município:** LAVRAS
Telefone: (35)3829-5182 **E-mail:** coep.prp@ufla.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
LAVRAS



Continuação do Parecer: 7.343.914

Vide campo "Conclusões ou pendências e Lista de Inadequações".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Trata-se da análise de resposta ao parecer pendente nº 7.308.419 emitido pelo CEP em 18/12/2024.

PENDÊNCIA 1: O título do trabalho inclui o termo . Deve-se retirar a menção ao local da coleta de dados e execução do trabalho realizado.

RESPOSTA: O título da pesquisa foi alterado no campo ξ Título Público da Pesquisa ξ e ξ Título Principal da Pesquisa ξ da Plataforma Brasil. Foi alterado também, o título presente no TCLE e no Projeto de Pesquisa. Novo título: Proposta de gerenciamento de resíduos de construção e demolição em obras de manutenção e adequação.

ANÁLISE: Atendida

PENDÊNCIA 2: Ausência dos critérios de inclusão e exclusão no preenchimento da Plataforma Brasil. Deve-se fazer o preenchimento destes campos.

RESPOSTA: Peço desculpas pelo equívoco. Os campos foram devidamente preenchidos, conforme já constava nos Comentários Éticos.

Critérios de inclusão:

Ser funcionário da equipe de manutenção atuando diretamente nas atividades de manutenção e adequação realizadas

Possuir experiência ou envolvimento prático na geração, manejo ou descarte de resíduos de construção e demolição (RCD).

Concordar em participar voluntariamente da pesquisa, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Critérios de exclusão:

Funcionários que, após incluídos na pesquisa, optarem por desistir de sua participação, mesmo que já tenham contribuído com informações.

Funcionários que apresentarem dificuldades em compreender os objetivos da pesquisa ou as instruções fornecidas, mesmo após esclarecimentos, comprometendo a confiabilidade dos dados coletados.

Indisponibilidade para participar das entrevistas ou responder aos instrumentos de coleta de dados durante o período estipulado pela pesquisa.

ANÁLISE: Atendida.

Endereço: Campus Universitário Cx Postal 3037 Campus Universitário - Caixa Postal 3037, Avenida Sul, Prédio das
Bairro: PRP/COEP **CEP:** 37.200-900
UF: MG **Município:** LAVRAS
Telefone: (35)3829-5182 **E-mail:** coep.prp@ufla.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
LAVRAS**



Continuação do Parecer: 7.343.914

PENDÊNCIA 3: A autorização apresentada para realização da coleta de dados é da Coordenadoria de Manutenção Predial/UFLA. A autorização para coleta de dados deve ser da PROGEPE, caso os entrevistados sejam servidores da UFLA, ou da empresa terceirizada, caso os entrevistados sejam funcionários terceirizados.

RESPOSTA: Conforme solicitado, foi anexada a autorização da empresa terceirizada, pois os entrevistados serão funcionários terceirizados.

ANÁLISE: Atendida.

PENDÊNCIA 4: Explicar como a pesquisadora teve acesso aos dados da GLPI, pois os mesmos não são públicos.

RESPOSTA: Os dados do GLPI foram disponibilizados para a pesquisadora pela Coordenadoria de Manutenção Predial (CMP/DPMF/PROINFRA), pois, embora não sejam públicos, não são sigilosos e nem restritos.

ANÁLISE: Atendida.

Considerações Finais a critério do CEP:

Comitê considera o protocolo aprovado.

Ressalta-se que cabe ao pesquisador responsável encaminhar os relatórios parciais e final da pesquisa, por meio da Plataforma Brasil, via notificação do tipo <relatório> para que sejam devidamente apreciadas no CEP, conforme norma operacional CNS nº001/13, item XI.2.d.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2471594.pdf	14/01/2025 17:16:23		Aceito
Outros	5_autorizacao_de_utilizacao_v2.pdf	14/01/2025 17:13:38	TEREZA CRISTINA TEIXEIRA DE CASTRO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	5_autorizacao_de_utilizacao.pdf	07/01/2025 15:45:24	TEREZA CRISTINA TEIXEIRA DE CASTRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	2_TCLE.pdf	07/01/2025 15:43:47	TEREZA CRISTINA TEIXEIRA DE CASTRO	Aceito

Endereço: Campus Universitário Cx Postal 3037 Campus Universitário - Caixa Postal 3037, Avenida Sul, Prédio das
Bairro: PRP/COEP **CEP:** 37.200-900
UF: MG **Município:** LAVRAS
Telefone: (35)3829-5182 **E-mail:** coep.prp@ufla.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
LAVRAS



Continuação do Parecer: 7.343.914

Ausência	2_TCLE.pdf	07/01/2025 15:43:47	TEREZA CRISTINA TEIXEIRA DE CASTRO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Pesquisa.pdf	07/01/2025 15:42:53	TEREZA CRISTINA TEIXEIRA DE CASTRO	Aceito
Outros	carta_Resposta_assinado.pdf	07/01/2025 15:40:09	TEREZA CRISTINA TEIXEIRA DE CASTRO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Pesquisa_v2.pdf	07/01/2025 15:14:59	TEREZA CRISTINA TEIXEIRA DE CASTRO	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_assinado_assinado.pdf	07/01/2025 15:14:35	TEREZA CRISTINA TEIXEIRA DE CASTRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	2_TCLE_v2.pdf	06/01/2025 11:00:44	TEREZA CRISTINA TEIXEIRA DE CASTRO	Aceito
Outros	Anexo_questionario.pdf	06/12/2024 09:44:26	TEREZA CRISTINA TEIXEIRA DE CASTRO	Aceito
Outros	3_ComentariosEticos_assinado.pdf	06/12/2024 09:42:18	TEREZA CRISTINA TEIXEIRA DE CASTRO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

LAVRAS, 24 de Janeiro de 2025

Assinado por:

ALCINÉIA DE LEMOS SOUZA RAMOS
(Coordenador(a))

Endereço: Campus Universitário Cx Postal 3037 Campus Universitário - Caixa Postal 3037, Avenida Sul, Prédio das
Bairro: PRP/COEP **CEP:** 37.200-900
UF: MG **Município:** LAVRAS
Telefone: (35)3829-5182 **E-mail:** coep.prp@ufla.br

ANEXO C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS-COEP

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Prezado(a) Senhor(a), você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa de forma totalmente voluntária da Universidade Federal de Lavras. Antes de concordar, é importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. Será garantida, durante todas as fases da pesquisa: sigilo, privacidade, e acesso aos resultados.

I - Título do trabalho experimental:

Proposta de gerenciamento de resíduos de construção e demolição em obras de manutenção e adequação.

Pesquisador(es) responsável(is):

- 1) Dr. André Geraldo Cornélio Ribeiro
- 2) Tereza Cristina Teixeira de Castro

Cargo/Função:

- 1) Docente
- 2) Discente

Instituição/Departamento:

- 1) Universidade Federal de Lavras/ Departamento de Engenharia Ambiental
- 2) Universidade Federal de Lavras/ Programa de Pós-graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais

Telefone para contato:

- 1) (35) 2142-2188
- 2) (35) 988265969

Local da coleta de dados:

Universidade Federal de Lavras

II - OBJETIVOS

Propor melhorias para o gerenciamento dos resíduos de construção e demolição em obras de manutenção predial, reformas e demolições realizadas pela Universidade Federal de Lavras.

III – JUSTIFICATIVA

A Universidade Federal de Lavras gera uma grande quantidade de resíduo de construção e demolição (RCD). Embora a Universidade busque constantemente soluções para aprimorar a gestão de resíduos sólidos, observa-se que ainda podem ser feitas muitas melhorias na gestão dos RCD, principalmente quanto à segregação e acondicionamento. É necessário implementar o gerenciamento adequado dos RCD dentro da Universidade de forma a minimizar os impactos ambientais gerados.

IV - PROCEDIMENTOS DO EXPERIMENTO

AMOSTRA

Por intermédio _____, serão entrevistados os funcionários responsáveis pela execução de cinco obras de adequação, reparo ou demolição executadas pela _____ durante o período da pesquisa. Serão entrevistados, mediante consentimento, 20 participantes.

EXAMES

O questionário semiestruturado possui 17 questões e será aplicado de forma impressa. Visando sigilo absoluto de suas respostas e informações prestadas, não é necessária identificação nominal no questionário.

Não serão utilizados recursos de filmagem, fotos e gravações.

Você tem a garantia de receber uma cópia do TCLE e a resposta a qualquer pergunta a respeito do procedimento da pesquisa.

Reitera-se que o seu nome será mantido em sigilo pelos pesquisadores, sendo os dados da pesquisa expressos em valores numéricos.

A sua participação não implica em nenhum custo financeiro, garantindo a gratuidade de sua participação. Também não implica no recebimento de nenhum valor financeiro.

Campus Universitário da UFLA, Caixa Postal 3037
37200-000 Lavras-MG – Brasil
E-mail coep@nintec.ufla.br

Fone 35 3829 5182
CNPJ: 22.078.679/0001-74
Site: http://www.prp.ufla.br/site/?page_id=440



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS-COEP

O arquivamento será de forma permanente pelos pesquisadores responsáveis.

Ao fim das respostas no questionário encerra-se sua participação na pesquisa e nos resta agradecer a imensa contribuição nos dada.

Por fim, os pesquisadores comprometem a prestar quaisquer tipos de esclarecimentos, antes, durante e após a pesquisa, sobre os procedimentos e outros assuntos relacionados a ela, além de retornar os resultados da pesquisa a todos os participantes.

V - RISCOS ESPERADOS

Considerando que a pesquisa se dará por meio de entrevista com utilização de questionário sobre o conhecimento acerca do gerenciamento de resíduos de construção e demolição, existe a possibilidade de risco de constrangimento, medo de não saber responder ou de ser identificado na pesquisa, estresse e vergonha em responder as perguntas. O serviço em execução também poderá sofrer atraso.

A avaliação do risco da pesquisa é MÍNIMO.

Os pesquisadores se comprometem a reduzir, no que for possível, os riscos apresentados, deixando o entrevistado a vontade para participar ou não da pesquisa e não responder alguma pergunta. O questionário será aplicado de forma reservada.

VI – BENEFÍCIOS

Embora pesquisas envolvendo entrevistas com seres humanos apresentem os riscos elucidados anteriormente, a realização do trabalho tem potencial de gerar conhecimento para entender, prevenir ou aliviar um problema que afeta a vida dos sujeitos da pesquisa e de outros indivíduos. As respostas proporcionarão a análise das práticas de gerenciamento de RCD nos serviços de manutenção predial da UFLA e, conseqüentemente, a elaboração da cartilha que, ao ser colocada em prática, irá aprimorar o gerenciamento dos resíduos de construção e demolição gerados, mitigando os impactos ambientais ocasionados pela destinação final incorreta.

A aplicação da cartilha também poderá proporcionar melhorias no nível de conhecimento dos trabalhadores, na segurança do trabalho, organização, agilidade e aspecto visual das obras, além dos ganhos financeiros que a UFLA poderá obter através da redução do desperdício e custos da coleta e da reutilização e reciclagem dos resíduos. Essas práticas estão diretamente ligadas a uma universidade mais sustentável.

VII – CRITÉRIOS PARA SUSPENDER OU ENCERRAR A PESQUISA

A pesquisa será suspensa em situações de desconforto significativo (psicológico ou emocional) ou desejo do participante de se retirar da pesquisa; caso ocorram eventos emergenciais (como um acidente ou uma crise de saúde inesperada durante a participação da pesquisa).

A pesquisa será encerrada caso ocorram falhas significativas no processo de coleta de dados, que comprometam a validade dos resultados ou a integridade dos dados; se, por qualquer motivo, o ambiente de coleta (no caso, os locais de trabalho da equipe de manutenção) tornar-se inseguro ou inapto para a continuidade; caso surjam obstáculos éticos ou legais que impossibilitem a sua continuidade.

VIII - CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa. Lavras, ____ de _____ de 20__.

 Nome (legível) / RG

 Assinatura

ATENÇÃO! Por sua participação, você: não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira; será ressarcido de despesas que eventualmente ocorrerem; será indenizado em caso de eventuais danos decorrentes da pesquisa; e terá o direito de desistir a qualquer momento, retirando o consentimento sem nenhuma penalidade e sem perder quaisquer benefícios. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para o Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos da UFLA. Endereço – Campus Universitário da UFLA, Pró-reitoria de pesquisa, COEP, caixa postal 3037. Telefone: 3829-5182.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada com o pesquisador responsável e a outra será fornecida a você.

Campus Universitário da UFLA, Caixa Postal 3037
 37200-000 Lavras-MG – Brasil
 E-mail coep@nintec.ufla.br

Fone 35 3829 5182
 CNPJ: 22.078.679/0001-74
 Sítio: http://www.prp.ufla.br/site/?page_id=440



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS-COEP

No caso de qualquer emergência entrar em contato com o pesquisador responsável no Departamento de Engenharia Ambiental. Telefones de contato: 035 21422188 ou 035 988265969

Campus Universitário da UFLA, Caixa Postal 3037
37200-000 Lavras-MG – Brasil
E-mail coep@nintec.ufla.br

Fone 35 3829 5182
CNPJ: 22.078.679/0001-74
Site: http://www.prp.ufla.br/site/?page_id=440

APÊNDICE A - Questionário

Parte 1: Dados do Participante

- 1) Qual é a sua função no canteiro de obras? (Por exemplo: pedreiro, servente, encarregado etc.) _____
- 2) Há quantos anos você trabalha na construção civil? (Se for menos de um ano, escreva "menos de 1".) _____

Parte 2: Conhecimento e Conscientização

- 1) Você já ouviu falar sobre como cuidar ou organizar os resíduos gerados nas obras?
 - () Sim, sei como funciona
 - () Já ouvi falar, mas não sei muito
 - () Não, nunca ouvi falar
- 2) Na obra, há conversas ou reuniões sobre o que fazer com os resíduos?
 - () Sim, com frequência
 - () Raramente
 - () Nunca
- 3) Você sabe que existem diferentes tipos de resíduos nas obras?
 - () Sim
 - () Não
- 4) Você acha que os resíduos gerados na obra podem causar algum problema para o meio ambiente? Por quê?

Parte 3: Geração de resíduos

- 1) Nas obras onde você trabalha, alguém controla o uso dos materiais para evitar desperdícios?
 - () Sim
 - () Não

Se sim, pode explicar como isso é feito? _____

2) Na sua opinião, quem trabalha na obra está interessado em usar menos material para evitar desperdício?

- Sim
- Não
- Não sei

3) No dia a dia da obra, o que você faz com os materiais que sobram ou quebram (por exemplo, pedaços de madeira, tijolos, plástico)?

4) Você sabe quais materiais que sobram na obra podem ser reaproveitados ou reciclados?

- Sim
- Não

5) Quem você acha que é o responsável por cuidar dos resíduos gerados na obra?

- Cada trabalhador
- O encarregado ou supervisor
- A empresa responsável pela obra
- Outros. Quem? _____

Parte 4: Separação e Armazenamento de Resíduos

1) Você já participou de alguma explicação ou treinamento sobre como separar os materiais que sobram na obra?

- Sim
- Não

2) O que dificulta a separação dos materiais que sobram na obra? (Por exemplo: falta de tempo, espaço, instrução etc.)

3) O que poderia ser feito na obra para facilitar a separação e o cuidado com os resíduos (por exemplo, mais lixeiras, treinamento, horários para coleta)?

- 4) Você acha que seria interessante receber algum tipo de benefício ou reconhecimento por ajudar a reduzir o desperdício ou separar os resíduos corretamente?
- Sim
- Não

Parte 5: Sugestões e Opiniões

- 1) Na sua opinião, o que poderia ser feito para sobrar menos materiais ou evitar desperdícios na obra?

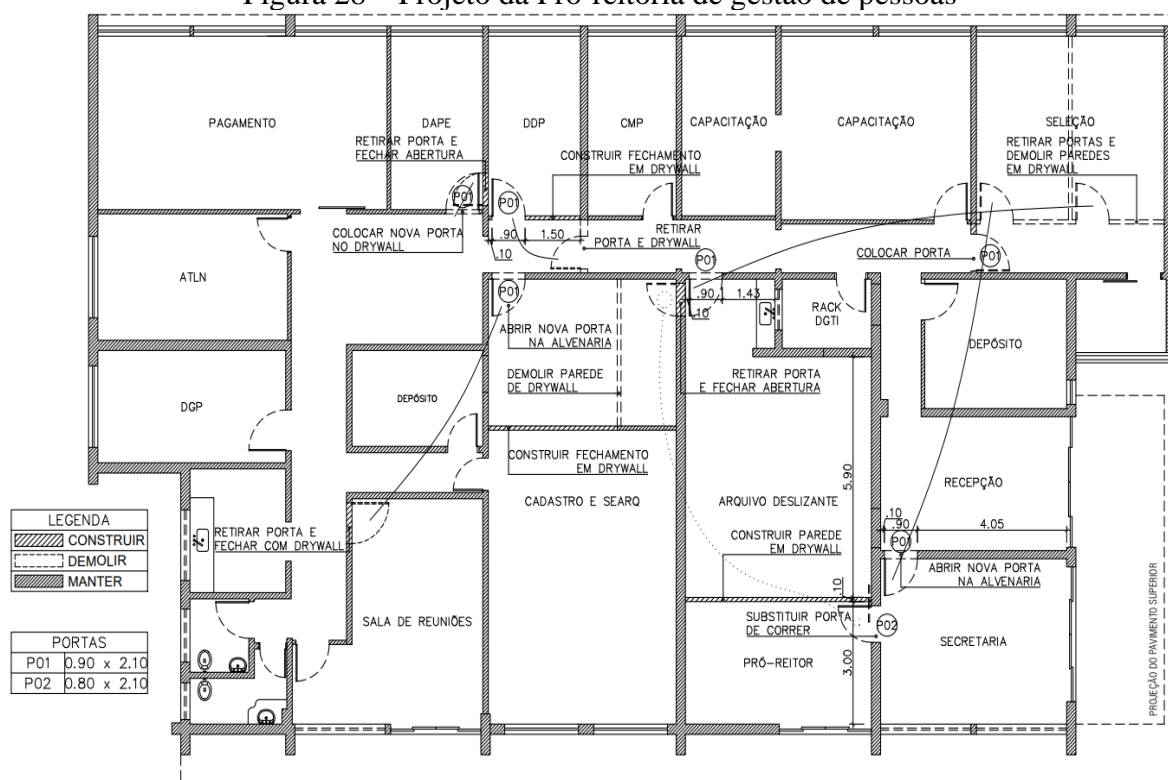
- 2) Você gostaria de aprender mais sobre como cuidar e aproveitar melhor os resíduos gerados na obra?
- Sim
- Não

APÊNDICE B – Acompanhamento da manutenção predial

Acompanhamento 1

A adequação realizada no prédio administrativo teve como objetivo alterar o layout para a utilização do espaço pela Pró-Reitoria de Gestão de Pessoas (PROGEPE), conforme projeto apresentado na Figura 28.

Figura 28 – Projeto da Pró-reitoria de gestão de pessoas



Fonte: UFLA (2024).

Foram realizados os seguintes serviços no local, conforme Figuras 29, 30 e 31: demolição de parede de alvenaria para abertura de vãos (5,67 m²); fechamento em alvenaria (3,40 m²); retirada de divisórias em *drywall* (38,90 m²) e instalação de novos fechamentos (33,50 m²); retirada de portas (7 unidades) e instalação de portas (7 unidades); retirada de azulejos (3,00 m²); alteração e criação de pontos elétricos, de telefone e de internet; pintura.

Figura 29 – Abertura e fechamento de vão.



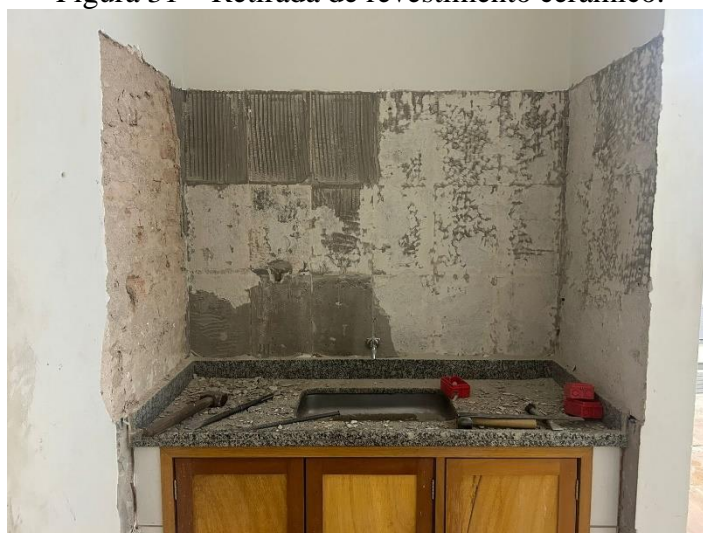
Fonte: Da autora (2025).

Figura 30 – Novas instalações elétricas.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 31 – Retirada de revestimento cerâmico.



Fonte: Da autora (2025).

Foram geradas três caçambas de resíduos, com capacidade de 4 m³, totalizando 12 m³. Considerando que a área da adequação é de 470,00 m², a taxa de geração foi de 0,026 m³.m⁻². Nas duas primeiras (Figura 32 e 33), houve uma tentativa de separação entre os resíduos de Classe A e B, pois havia no local duas unidades ao mesmo tempo. Uma delas foi utilizada para armazenagem dos RCD de Classe A, provenientes das demolições realizadas, compostos por blocos cerâmicos e pedaços de argamassa (reboco). A outra armazenou os resíduos de Classe

B, provenientes das demolições de divisórias em drywall, compostas por perfil metálico, placas de gesso acartonado e lã de rocha, e plásticos advindos dos eletrodutos e caixas de passagem.

Figura 32 – Caçamba 1.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 33 – Caçamba 2.



Fonte: Da autora (2025).

Após a retirada dessas duas primeiras caçambas, colocou-se apenas uma no lugar (Figura 34), logo, não houve mais uma separação parcial. Nessa terceira caçamba, observou-se a predominância de perfis metálicos, pedaços de madeira, embalagens vazias, alguns pedaços de pisos cerâmicos e eletrodutos de PVC. Foram encontrados resíduos sólidos que não são de construção e demolição nessas caçambas, como garrafas pets e marmitas de isopor.

Figura 34 – Caçamba 3.



Fonte: Da autora (2025).

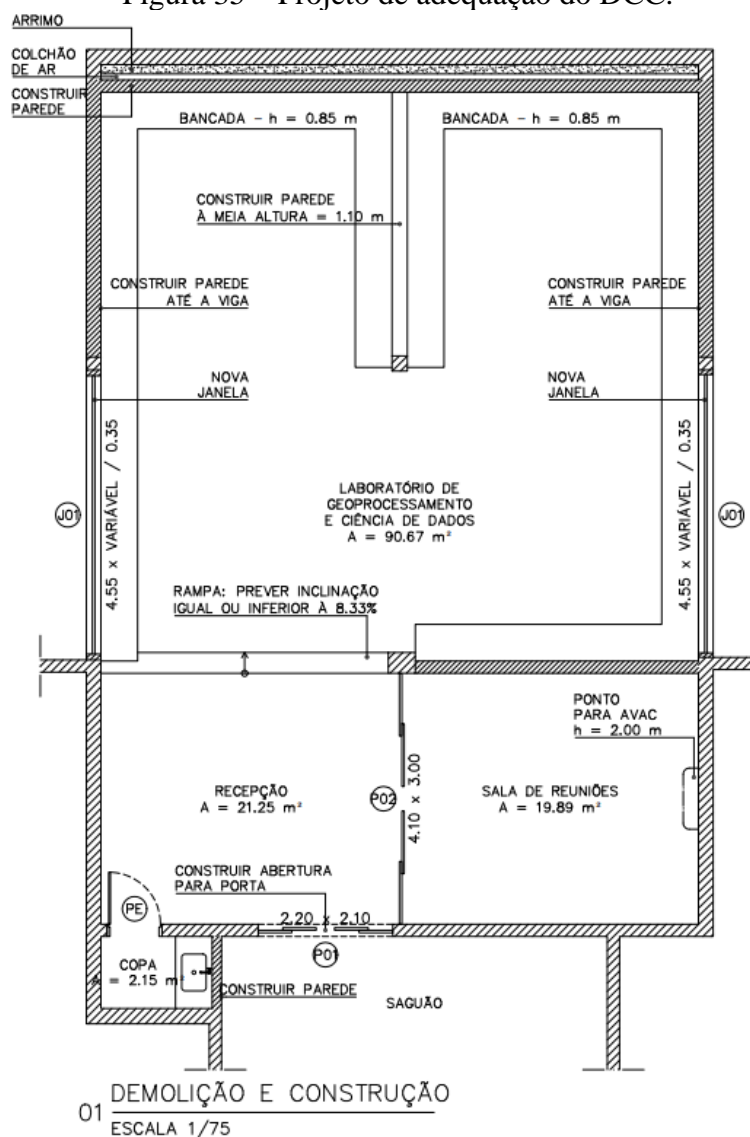
Quanto as portas retiradas, buscou-se o aproveitamento de ao menos parte delas no local ou foram levadas para reservação para uso futuro. Os azulejos foram retirados de forma que possibilitou também o armazenamento para a utilização em outro local posteriormente. O fechamento de vãos foi executado em *drywall*, gerando uma quantidade pequena de resíduos de Classe B. Foram necessários rasgos nas paredes de alvenaria em que foi necessária a criação de pontos elétricos, gerando resíduos de Classe A. No requadro dos vãos abertos na alvenaria, também foi gerada uma pequena quantidade de resíduo de Classe A proveniente de restos de argamassa e de Classe B provenientes de embalagens de papel vazias. Não foi identificada quantidade significativa de resíduos de fios elétricos e nem de pintura, como latas de tintas. Ao consultar o setor de pintura da UFLA, obteve-se a informação de que os resíduos gerados nos serviços de pintura são levados para armazenamento no próprio setor, até que tenha uma quantidade significativa para que a Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Lavras (ACAMAR) busque no local.

O transporte interno até as caçambas ocorreu por meio de latas de tintas reaproveitadas e carrinho de mão. Já o transporte das caçambas até o local de transbordo da UFLA foi realizado por caminhão basculante. Todas as caçambas foram levadas para a área de transbordo e esvaziadas, formando pilhas de materiais, contudo, observou-se que mesmo os resíduos que foram segregados parcialmente na obra acabaram se misturando com outros tipos nesse local. Posteriormente, todos serão levados em caminhões para o aterro de resíduos de construção civil de Lavras.

Acompanhamento 2

A segunda adequação acompanhada foi no prédio do Departamento de Ciência da Computação (DCC) para a criação do Laboratório de Geoprocessamento de e Ciência de Dados, conforme projeto apresentado na Figura 35. No local, existia uma rampa, sem edificação construída embaixo dela e uma pequena sala.

Figura 35 – Projeto de adequação do DCC.



Fonte: UFLA (2024).

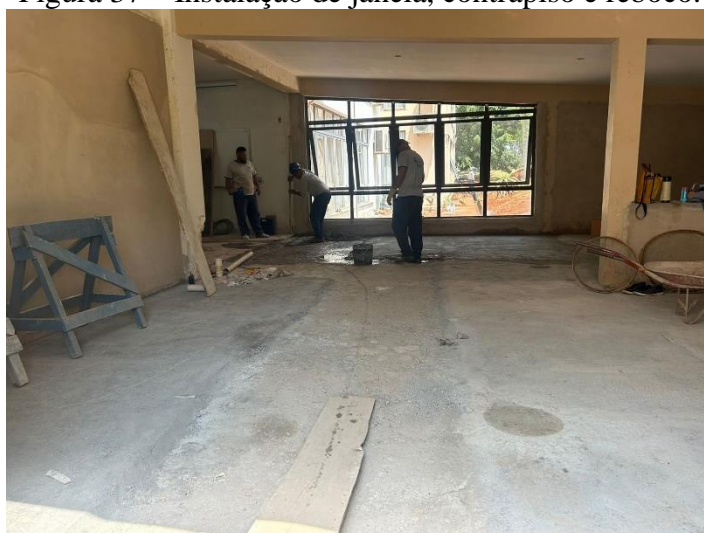
Para que fosse possível a construção, o primeiro serviço executado foi o desaterro da área embaixo da rampa onde existia o talude. Também foram executados os seguintes serviços no local, representados pelas Figuras 36 e 37: construção de alvenaria acabada (85,91 m²); demolição de alvenaria para abertura de vão (2,42 m²); lastro de piso em concreto (43,41 m²); retirada de piso cerâmico (40,06 m²); camada de regularização (contrapiso argamassado) (89,92 m²); assentamento de piso porcelanato (130,00 m²); retirada de duas janelas e instalação em outras paredes; instalação de uma porta de vidro; assentamento de bancada de granito (0,70 m²); criação de ponto de água e esgoto; instalação de azulejo (0,71 m²); alteração e criação de pontos elétricos, de telefone e de internet; pintura. Durante a execução da obra, alterou-se o projeto acrescentando divisórias em *drywall* (71,95 m²) e duas portas de madeira (Figura 38).

Figura 36 – Fechamento em alvenaria.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 37 – Instalação de janela, contrapiso e reboco.



Fonte: Da autora (2024).

Figura 38 – Divisórias em *drywall* e piso.

Fonte: Da autora (2025).

Os pisos foram retirados de forma cuidadosa para reduzir o índice de perda e ser possível seu uso futuro em outro local. Para o reaproveitamento das janelas, foi necessário o corte de parte delas, pois a altura passou a ser variável, acompanhando a viga da rampa, e uma delas teve a sua largura reduzida. Todos os novos fechamentos foram chapiscados, rebocados e pintados. Durante a execução do reboco, observou-se que parte da argamassa projetada na parede pela colher de pedreiro caía sobre o piso, tipo de perda comum para esse serviço.

A maior parte do solo retirado do talude embaixo da rampa foi encaminhando para a obra de adequação do setor de manutenção predial. Mesmo assim, foi encontrada a presença de solo misturado com os resíduos provenientes das demolições. Conforme iam sendo gerados os resíduos, formavam-se pilhas nos locais de geração, para posteriormente serem transportados por carrinho de mão até a caçamba.

Foram geradas 04 caçambas com capacidade para 4 m³ de resíduos, conforme Figuras 39 a 41, sendo a taxa de geração de 0,105 m³.m⁻² (sendo a área da intervenção de 151,79 m²). Em nenhum momento observou-se a segregação, pois estava disponível apenas uma caçamba por vez. Os principais resíduos gerados foram: solo, matéria orgânica proveniente de raízes, blocos cerâmicos, pedaços de argamassa, peças cerâmicas quebradas, embalagens de papel vazias. Mais uma vez verificou-se a predominância de resíduos de Classe A.

Da mesma forma que ocorreu no Acompanhamento 1, todas as caçambas foram levadas para a área de transbordo e esvaziadas sem a devida separação por classe. Posteriormente, também serão levados em caminhões para o aterro de resíduos de construção civil de Lavras.

Figura 39 – Caçamba 1 – DCC.



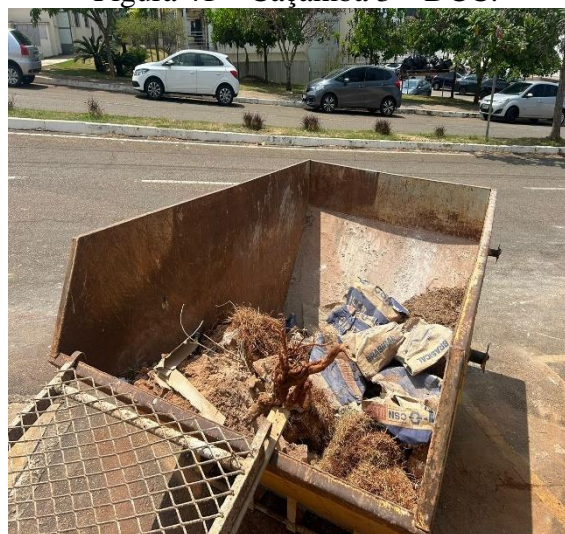
Fonte: Da autora (2025).

Figura 40 – Caçamba 2 – DCC.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 41 – Caçamba 3 – DCC.



Fonte: Da autora (2025).

Acompanhamento 3

Considerando a diversidade dos serviços de manutenção e adequação executados pela CPFO/DPMF/PROINFRA, foi acompanhado um serviço de instalação de ar-condicionado no Departamento de Matemática e Matemática Aplicada (DMM).

A fixação dos aparelhos já havia sido realizada anteriormente. Foram executados os seguintes serviços: furação da parede para a passagem da tubulação; instalação da tubulação de

drenagem (PVC) e de gás (cobre). Durante a furação, foi fixado um saco plástico para armazenamento de uma pequena quantidade de resíduos gerados (Figura 42 e 43). Contudo, ele foi destinado ao dispositivo para armazenamentos de resíduos sólidos urbanos da universidade.

Figura 42 – Furação da parede.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 43 – RCD gerado.



Fonte: Da autora (2025).

Os tubos utilizados foram já cortados do tamanho necessário para que não houvesse perdas. As Figuras 44 e 45 apresentam o serviço finalizado.

Figura 44 – Vista interna.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 45 – Vista externa.

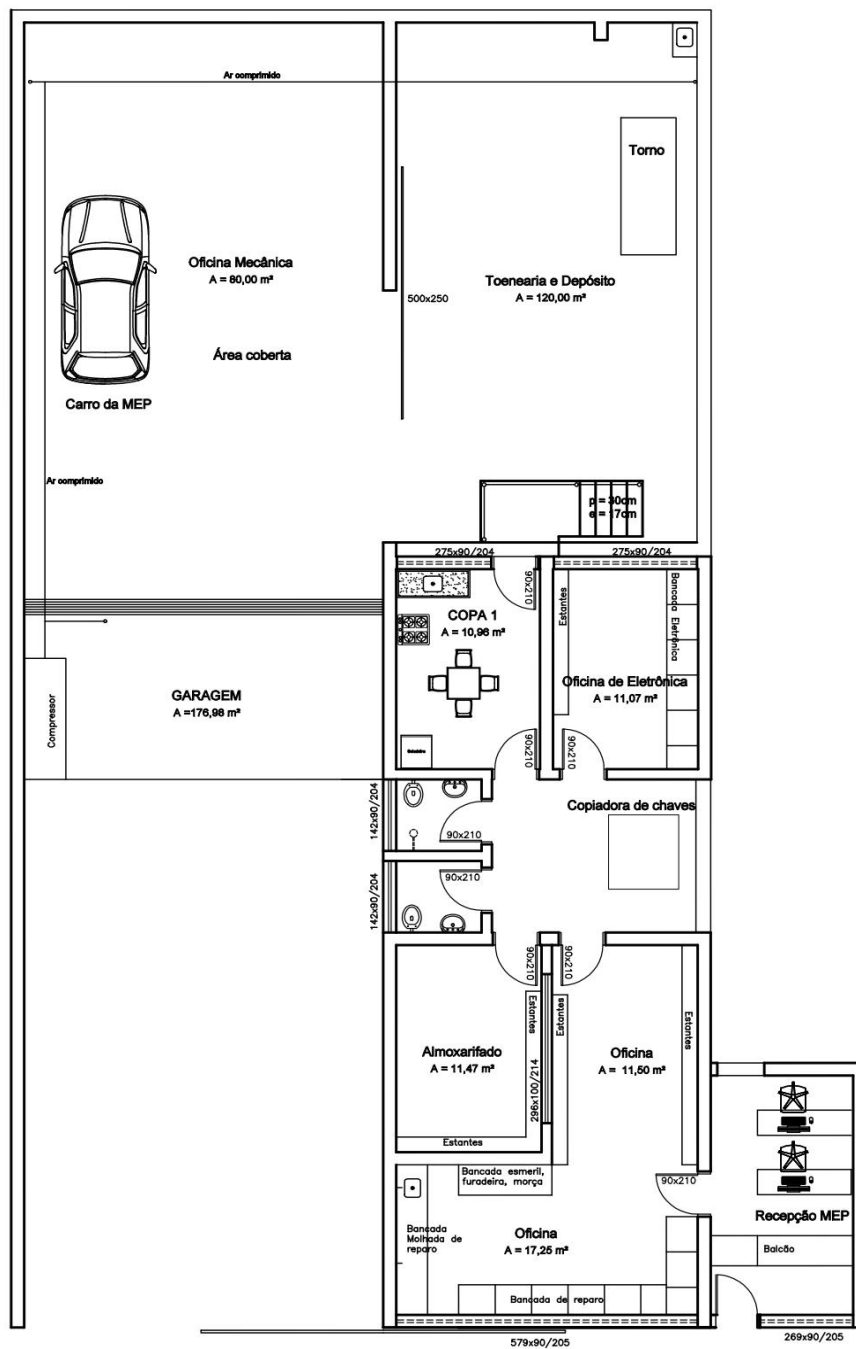


Fonte: Da autora (2025).

Acompanhamento 4

A quarta adequação acompanhada foi no prédio do antigo Almojarifado Central para abrigar a nova sede da Gerência de Equipamentos, conforme projeto apresentado na Figura 46. A obra envolve toda a edificação, mas devido a sua extensa duração, focou-se na primeira área, que iniciou e finalizou a maior parte dos serviços durante a pesquisa.

Figura 46 – Projeto de adequação da gerência de equipamentos.



Fonte: Da autora (2025).

Foram realizados os seguintes serviços no local, conforme Figuras 47 a 52: retirada de esquadrias; substituição do portão da entrada; demolição de alvenaria de fechamento e de estrutura de concreto armado (36,64 m²); construção de escada; alvenaria de bloco de concreto (39,36 m²); aterro e concretagem do piso externo (141,23 m²); prolongamento de dois pilares em concreto armado da oficina mecânica; retirada de piso cerâmico (22,54 m²); piso epóxi (22,54 m²); instalações elétricas, de telefone e de internet; instalação de bancadas de granito; pintura. Ainda será executada a cobertura (103,64 m²) da oficina mecânica e parte da garagem e os portões (2 unidades).

Figura 47 – Demolição de alvenaria.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 48 – Construção de alvenaria.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 49 – Regularização do piso externo.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 50 – Piso epóxi.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 51 – Concretagem do piso externo.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 52 – Bancadas e instalações elétricas.



Fonte: Da autora (2025).

Não foi possível contabilizar o número de caçambas geradas, pois a obra envolvia toda a edificação do antigo Almoarifado Central, sem separação por setor da edificação e, devido ao prazo, o acompanhamento foi restrito à adequação da área destinada à Gerência de Equipamentos. Também não foi identificada a segregação, devido a indisponibilidade de mais de um dispositivo de armazenamento. Os principais resíduos gerados foram: blocos cerâmicos, pedaços de argamassa, peças cerâmicas quebradas, embalagens de papel vazias e pedaços de piso. Mais uma vez verificou-se a predominância de resíduos de Classe A (Figuras 53 e 54).

Figura 53 – Caçamba 1 – Manutenção.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 54 – Caçamba 2 – Manutenção.



Fonte: Da autora (2025).

Destaca-se que para a regularização do piso do pátio externo reaproveitou o solo retirado da adequação do DCC. O transporte e a destinação seguiram o mesmo procedimento dos Acompanhamentos 1 e 2.

Acompanhamento 5

Trata-se de uma pequena adequação, envolvendo apenas o assentamento de pisos (7,52 m²) e azulejos (30,60 m²), além da troca dos portões de dois depósitos de resíduos sólidos próximos ao Restaurante Universitário (Figuras 55, 56 e 57). Ela foi escolhida por reutilizar as peças cerâmicas retiradas de outras obras. Os resíduos gerados formaram pequenas pilhas no local, contendo quebras e recortes de peças cerâmicas, restos de argamassa, embalagens vazias. Não foi possível quantificar a geração, por não terem sido armazenados em recipiente de volume conhecido. Como a quantidade gerada não era considerável, eles foram transportados através de caminhonete até a caçamba de outra obra.

Figura 55 – Preparo das paredes.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 56 – Assentamento de azulejo e piso.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 57 – Pisos reutilizados e resíduos.



Fonte: Da autora (2025).

Acompanhamento 6

Considerando que as instalações hidráulicas e sanitárias foram o principal serviço de manutenção solicitado pelo GLPI, foi acompanhada a correção de um vazamento em um banheiro do Restaurante Universitário. Após a identificação do local do vazamento, foi necessário remover duas peças de azulejo e realizar a demolição de parte do reboco e da alvenaria para acessar a tubulação. Verificou-se que o vazamento era causado por uma trinca na luva de redução com bucha de latão.

Para resolver o problema, cortou-se a tubulação e removeu-se tanto a peça danificada quanto parte da tubulação cortada (Figura 58). Em seguida, instalou-se uma nova luva para emenda, um tubo de PVC cortado no tamanho necessário para evitar desperdícios e uma nova luva de redução (Figura 59). Após a substituição, a instalação foi fixada com argamassa, e foram realizados o reboco e o assentamento dos novos azulejos.

Os resíduos gerados incluíram: duas peças de cerâmica quebradas, restos de reboco e alvenaria provenientes da demolição, a luva de redução trincada e um pedaço de tubo de PVC descartado. Os resíduos de Classe B, como o tubo e a conexão danificada (Figura 60), foram enviados para o setor de hidráulica da UFLA, onde são armazenados para futura destinação ou reaproveitamento. As figuras de 61 a 64 mostram o armazenamento no setor de diversos tipos de resíduos e materiais substituídos.

Figura 58 – Substituição da parte danificada.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 59 – Vazamento corrigido.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 60 – Resíduos Classe B.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 61 – Armazenamento da hidráulica.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 62 – Tubos.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 63 – Peças e conexões.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 64 – Metais.



Fonte: Da autora (2025).

Os demais resíduos (Figura 65), de Classe A, como restos de cerâmica e alvenaria, foram colocados em uma lata e levados até a caçamba da obra no almoxarifado (Acompanhamento 4).

Figura 65 – Resíduos Classe A gerados.



Fonte: Da autora (2025).

Acompanhamento 7

Os serviços de instalações elétricas ocupam o segundo lugar em número de chamados no GLPI. Para entender o gerenciamento de resíduos no setor, foi acompanhada a instalação de um ponto de energia no Núcleo de Educação da Infância (NEDI/UFLA), serviço selecionado por sua alta demanda. Com o objetivo de minimizar o impacto da intervenção e facilitar manutenções futuras, o setor de elétrica prioriza a utilização de instalações aparentes.

Nesta intervenção, foi instalada uma canaleta de PVC derivada de outra já existente, sendo fixada com cola, o que eliminou a necessidade de furações (Figura 66). Além disso, foi instalada uma caixa de passagem contendo um ponto de tomada no teto e um interruptor na canaleta existente (Figura 67). Por fim, a fiação foi passada para concluir o serviço (Figura 68).

Os seguintes materiais foram reaproveitados de outras manutenções: caixa de passagem, módulo, espelho da tomada, interruptor, e cabos de fase e neutro. Os únicos materiais novos utilizados foram a canaleta e o cabo terra (Figura 69).

Os resíduos gerados incluíram o plástico protetor da cola da canaleta e o pó proveniente da furação para fixação das buchas da caixa de passagem. Como a quantidade de resíduos foi considerada insignificante, eles foram descartados no coletor de resíduo sólido urbano já existente na sala de aula.

Figura 66 – Colagem da canaleta.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 67 – Passagem da fiação.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 68 – Instalação finalizada.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 69 – Materiais reutilizados.

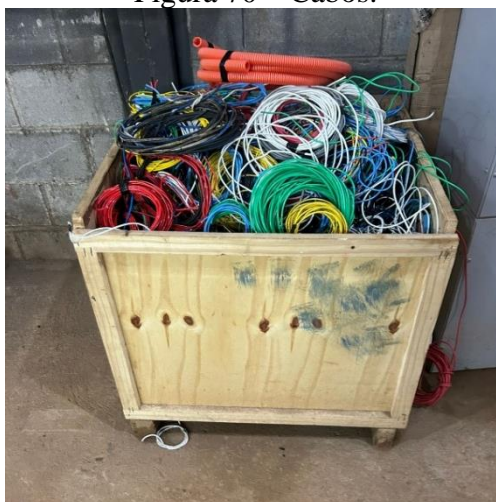


Fonte: Da autora (2025).

Considerando o relevante aproveitamento de materiais observado durante o Acompanhamento, foi realizada uma visita ao setor de elétrica para verificar as práticas de armazenamento e reutilização adotadas.

No caso dos cabos (Figura 70), eles são cuidadosamente retirados, limpos e enrolados para posterior reaproveitamento. Pedacos menores, com até 50 cm, também têm utilidade: os cabos de bitolas maiores são utilizados na montagem de quadros elétricos, enquanto os de bitolas menores são empregados na montagem de tomadas.

Figura 70 – Cabos.



Fonte: Da autora (2025).

Em relação às lâmpadas (Figura 71), os modelos mais antigos eram recolhidos por uma empresa especializada para descarte adequado. Atualmente, as lâmpadas queimadas que podem ser recicladas são destinadas para a ACAMAR. Já aquelas que não podem ser recicladas permanecem armazenadas no setor responsável até que seja encontrada uma alternativa segura e ambientalmente adequada para sua destinação final.

Figura 71 – Lâmpadas.



Fonte: Da autora (2025).

A cerca das canaletas, eletrodutos galvanizados, reatores, disjuntores e outros componentes elétricos, a maior parte é armazenada no setor para reaproveitamento total ou parcial (Figuras 72 e 73). Quando o reaproveitamento não é viável, aciona-se a ACAMAR para a recolha dos recicláveis e os demais materiais são encaminhados para as caçambas das obras.

Figura 72 – Componentes elétricos.



Fonte: Da autora (2025).

Figura 73 – Canaletas e eletrodutos.



Fonte: Da autora (2025).

APÊNDICE C – Cartilha de gerenciamento de RCD



CARTILHA PARA GERENCIAMENTO DE

RCD

RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

GERENCIAMENTO DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

**TEREZA CRISTINA TEIXEIRA
DE CASTRO**

Orientador: Prof. Dr. André Geraldo Cornélio Ribeiro

**Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações
Ambientais - Mestrado Profissional**

APRESENTAÇÃO

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) possui dois campi universitários, com mais de quatrocentas edificações. Diversos prédios são antigos, necessitando de reformas e manutenções constantes. Além disso, são milhares de pessoas utilizando esses espaços diariamente. A junção desses fatores demanda um sistema organizacional de manutenção e reforma de enorme proporção, ocasionando a geração de uma grande quantidade de resíduos de construção e demolição (RCD).

Diante desse cenário, esta cartilha foi desenvolvida como produto da dissertação do mestrado profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais da UFLA, intitulada "Proposta de gerenciamento de resíduos de construção e demolição em obras de manutenção e adequação", defendida em 2025, pela autora Tereza Cristina Teixeira de Castro.

O estudo teve como objetivo propor melhorias para o gerenciamento dos resíduos de construção e demolição em obras de manutenção predial, adequações e demolições realizadas pela UFLA. A motivação para sua criação surgiu da constatação de que, apesar da grande geração de RCD nas obras da instituição, ainda há desafios na implementação de práticas eficazes para sua gestão, incluindo a ausência de diretrizes sistematizadas e dificuldades na segregação, transporte e destinação ambientalmente adequada desses resíduos.

A CARTILHA

Essa cartilha tem como finalidade fornecer orientações e boas práticas para aprimorar o gerenciamento do RCD nas obras da UFLA. Além de abordar as etapas de caracterização, segregação, acondicionamento, transporte e destinação final, o material também apresenta sugestões para minimizar a geração de resíduos e promover a reutilização e reciclagem dos resíduos de Classe A e B, permitindo seu reaproveitamento em outras etapas ou obras. Dessa forma, busca-se atender ao princípio da não geração e da redução desses materiais.

O desenvolvimento do material foi baseado em uma análise das solicitações de manutenção predial, no acompanhamento das obras e na aplicação de um questionário de percepção ambiental. Esses dados permitiram identificar pontos positivos, lacunas e oportunidades de melhoria no manejo dos resíduos, que foram incorporadas à proposta de conteúdo da cartilha. O conteúdo foi ajustado para atender às necessidades específicas das obras realizadas no campus sede da UFLA.

Também foram consultadas legislações e referências técnicas que ofereceram suporte às recomendações, garantindo que o conteúdo estivesse em conformidade com as normas aplicáveis e refletisse as melhores práticas reconhecidas.

O principal público-alvo desta cartilha são os encarregados dos setores responsáveis pelas obras, engenheiros e arquitetos. Esses profissionais, ao assimilarem o conhecimento apresentado, poderão atuar como multiplicadores, transmitindo de forma simplificada e adaptada as informações essenciais às equipes executoras. No entanto, o material também permanece acessível a todos os interessados, promovendo uma abordagem inclusiva e flexível para a disseminação do conteúdo, incentivando práticas mais sustentáveis dentro da instituição.

ORIENTAÇÕES

Recomenda-se que os profissionais encarregados da gestão de resíduos, como engenheiros, arquitetos e encarregados, sigam as etapas descritas, adaptando-as conforme as características específicas de cada obra. É importante que a cartilha seja utilizada de forma prática e integrada ao planejamento das obras, considerando as particularidades de cada projeto e buscando a minimização dos impactos ambientais.

Além disso, podem ser identificadas algumas dificuldades na implementação, como a resistência à mudança nos processos estabelecidos ou a falta de recursos e infraestrutura para a execução das práticas recomendadas. Para superar esses desafios, sugere-se a realização de treinamentos periódicos com as equipes executoras, o envolvimento de todos os setores no processo de conscientização e a busca por apoio da gestão da universidade.

A cartilha também pode ser complementada com outras atividades ou conteúdos relacionados à gestão ambiental, como workshops sobre sustentabilidade e capacitações em práticas de reciclagem. Ao integrar essas abordagens, a UFLA pode fortalecer sua estratégia de gestão de resíduos e criar um ciclo contínuo de melhoria.

É fundamental que as recomendações sejam aplicadas de forma constante, revisando e ajustando as práticas conforme a evolução das obras e os resultados obtidos.

GERENCIAMENTO DO RCD NA UFLA

O gerenciamento do RCD na UFLA geralmente ocorre nas obras de adequação e manutenção da seguinte maneira:



Com esta cartilha, ele poderá ser aprimorado de forma a atender à Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 307/2002 e à Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/2010.

DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) são os resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos. A Resolução CONAMA n° 307/2002 e suas alterações estabelece a seguinte classificação:



CLASSE A:

Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados.

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.



CLASSE B:

Resíduos recicláveis para outras destinações.

Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso.



CLASSE C:

Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.

Lixas, espuma expansiva e outros não recicláveis.



CLASSE D:

Resíduos perigosos oriundos do processo de construção.

Tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

GERAÇÃO DE RCD

A quantidade e composição dos resíduos de construção gerados em uma obra são bastante variáveis, pois dependem das suas particularidades, do local de geração, dos materiais utilizados, dos métodos construtivos adotados, do tipo e qualidade dos serviços executados, do treinamento da equipe executora e da forma de segregação.

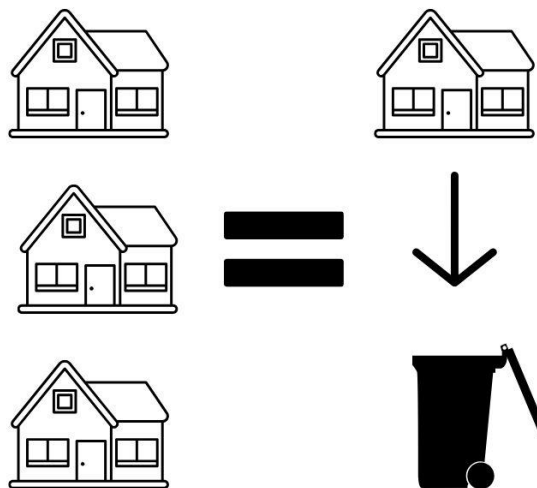
Gráfico 1 – Geração de RCD por tipo de obra.

Segundo I&T Informações Técnicas (citado por Pinto; González, 2005, p. 16), as reformas, ampliações e demolições são as principais fontes geradoras de RCD no Brasil:



Fonte: I&T Informações Técnicas (citado por Pinto; González, 2005, p. 16).

Altschul, Oliveira e Nóbrega (2020) estimam que, para cada metro quadrado de área construída, gasta-se o equivalente a 1,3 metros quadrados de materiais, ou ainda, para cada três unidades residenciais, comerciais ou industriais, descarta-se a quarta.



GERAÇÃO DE RCD

A geração dos RCD provém dos resíduos que são descartados e saem das obras, denominados entulhos, e dos desperdícios que acabam incorporados à obra, como o reboco excessivo para ajuste do prumo da parede. Estudos afirmam que a taxa de ocorrência de cada um deles é de 50% (Lima; Lima, 2012).

As taxas de desperdício podem ter diferenças consideráveis entre os valores mínimos e máximos, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Taxas de desperdício de materiais.

Materiais	Taxas de desperdício (%)		
	Min.	Méd.	Máx.
Concreto Usinado	9	2	23
Aço	11	4	16
Blocos e tijolos	13	3	48
Placas cerâmicas	14	2	50
Revestimento têxtil	14	14	14
Eletrodutos	15	13	18
Tubos para sistemas prediais	15	8	56
Tintas	17	8	24
Condutores	27	14	35
Gesso	30	14	120

Fonte: ESPINELLI (2005, citado por LIMA; LIMA, 2012, p. 12).

GERAÇÃO DE RCD

Em cada fase da edificação podem ser identificadas as principais causas de perdas:



01 — Planejamento

- Falta de compatibilização de projetos;
- Ausência de especificações técnicas;
- Baixa qualidade e detalhamento insuficiente dos projetos;
- Ausência de padronização dos elementos construtivos.



02 — Execução

- Compras de materiais em excesso;
- Falhas no armazenamento (produtos fora da validade, inacabados, em local inadequado, roubos, desuso);
- Falhas no transporte (quedas de materiais, rasgo de embalagens);
- Superprodução (argamassas e concretos produzidos em excesso);
- Perda de concreto e argamassa por demora na utilização;
- Produtos defeituosos ou de má qualidade;
- Método construtivo:
 - quebra de tijolos para adequação da dimensão;
 - recorte de pisos;
 - revestimentos com espessura excessiva;
 - corte e dobra do aço;
 - traço inadequado;
 - aplicação de chapisco e reboco (parte da argamassa projetada na parede pela colher de pedreiro acaba caindo sobre o piso);
 - rasgos na alvenaria para embutir a tubulação hidrossanitária e elétrica.



03 — Manutenção e reforma

- Correção de patologias, como vazamentos e infiltrações;
- Substituição de peças e equipamentos que tenham deteriorado ou atingido o final da vida útil;
- Demolições parciais;
- Desperdícios semelhantes aos de uma nova construção.

Atenção: os materiais substituídos em reformas nem sempre precisam ser descartados, pois muitos ainda não atingiram o fim de sua vida útil, como esquadrias, louças, bancadas e divisórias. Esses itens podem ser reaproveitados em outras edificações, desde que a substituição seja feita com o devido cuidado para evitar danos aos materiais. Também podem ser reaproveitados componentes dos equipamentos.

GERAÇÃO DE RCD

Observa-se que a geração de resíduos é inerente ao processo construtivo, contudo, o planejamento e controle das obras podem minimizar a geração. É essencial que sejam iniciados na etapa de projetos, onde podem ser utilizadas as seguintes alternativas:



Cuidados na elaboração dos projetos:

- Estudo de conforto térmico e eficiência energética;
- Escolha de soluções mais simples e enxutas, que demandem menor quantidade de acabamento;
- Priorização da especificação de materiais adequados para aquela utilização, que possam ser facilmente reciclados, com padrão comercial, de alta qualidade e com ciclo de vida adequado;
- Avaliação da possibilidade de utilização de sistemas pré-fabricados;
- Flexibilização do projeto e modulação da estrutura.

Durante a execução do serviço, a adoção de medidas como a compra de aço cortado e dobrado e a utilização de argamassa industrializada, também proporcionam uma redução na geração.

Deve ser priorizada, sempre que possível, a reutilização de materiais que sobraram ou foram substituídos em outros serviços.

É necessária a adoção de um controle de materiais pelos setores, de modo a registrar a quantidade de todos os materiais que foram levados para a obra e a quantidade que retornou (por sobras ou materiais passíveis de reutilização).

A orientação quanto ao uso adequado pelos usuários finais e a manutenção preventiva também gera efeitos positivos.

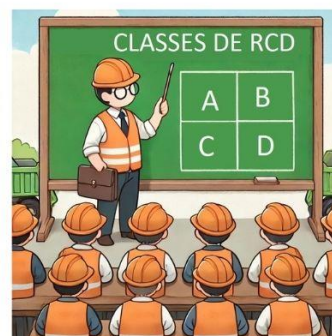
A demolição seletiva, técnica em que a edificação é desmontada de maneira planejada, separando os materiais para reaproveitar ou reciclar, ao invés de demolir o edifício de uma só vez, também é uma alternativa por possibilitar o reaproveitamento de componentes, minimizando a geração de RCD.



TREINAMENTO DA EQUIPE

Embora a maioria dos trabalhadores já tenha ouvido falar sobre o manejo de resíduos gerados nas obras, o conhecimento sobre o tema é limitado. Além disso, muitos nunca tiveram treinamento ou raramente recebem orientações.

Assim, é fundamental capacitá-los para realizar as etapas de gerenciamento, principalmente a segregação por classes, considerada a mais crítica.



O treinamento pode ser realizado por servidores técnicos capacitados, como engenheiros e arquitetos. É ideal que ocorra no canteiro de obras a fim de possibilitar uma explicação mais prática. Sugere-se a utilização de uma abordagem interativa, incentivando a participação ativa dos membros da equipe por meio de perguntas, discussões e exercícios práticos.



01 — Identificação das necessidades dos trabalhadores

Por meio de uma conversa sobre o assunto, serão analisadas as habilidades e conhecimentos existentes, identificando lacunas e áreas de melhoria relacionadas ao gerenciamento de RCD.



02 — Explicação

Deverá ser explicada a importância do processo, as implicações ambientais associadas ao descarte inadequado, as fases do gerenciamento e as classes de RCD existentes, com a utilização de exemplos dos resíduos comumente gerados.



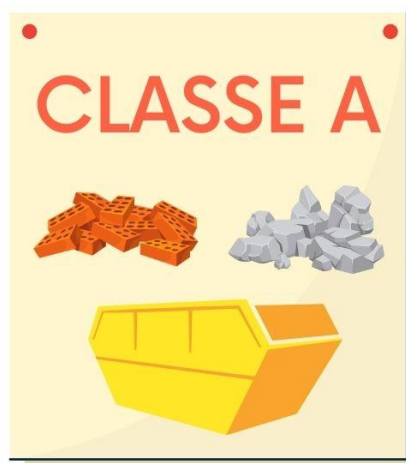
03 — Aprendizagem

A equipe deverá ser ensinada a identificar e separar os resíduos nas classes estabelecidas, levando em consideração sua periculosidade, potencial de reaproveitamento e características físicas.

O treinamento deverá contemplar também técnicas para evitar a contaminação dos resíduos. Ademais, deve ser explicada a importância da documentação e ensinado a preencher os registros de controle de transporte.

TREINAMENTO DA EQUIPE

A sinalização visual, por meio da fixação de cartazes com textos e imagens, permite identificar o tipo de resíduo que deverá ser armazenado em cada local e as suas instruções de manuseio e segregação. A sinalização informativa auxilia tanto na explicação quanto na consulta em momento posterior ao treinamento.



O treinamento deverá contemplar a obrigatoriedade do uso de equipamentos de proteção individual (EPI).



A participação do encarregado/mestre de obras é de grande valia, visto que ele é o responsável por liderar e coordenar a equipe.

É essencial haver um suporte contínuo para esclarecer dúvidas ou fornecer orientações adicionais. Além disso, deverão ser feitas avaliações periódicas para verificar o progresso da equipe e identificar áreas que ainda precisam ser reforçadas, por meio da conferência do processo executado. Novos treinamentos deverão ser realizados sempre que houver troca de funcionários ou quando forem identificadas deficiências nas avaliações.



CARACTERIZAÇÃO

Consiste na identificação e quantificação dos resíduos. A classificação é realizada de acordo com a Resolução CONAMA nº 307/2002 e permite estabelecer a destinação final mais adequada. Sugere-se que a caracterização seja feita de acordo com o tipo de serviço executado para identificar a quantidade e os tipos de resíduos gerados em cada um deles, identificando os principais geradores e alternativas para o reaproveitamento.

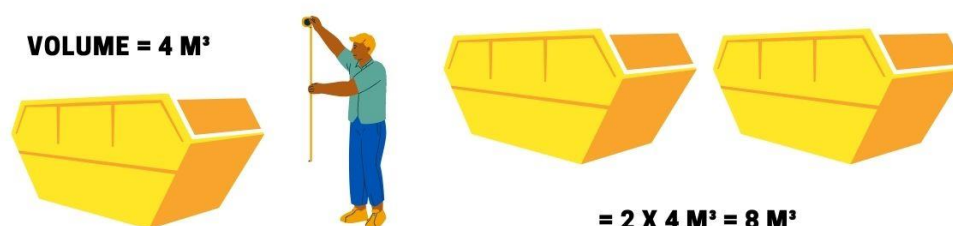
Quadro 1 – Geração de resíduos por tipos de serviço.

Serviço	Resíduos possivelmente gerados
Mobilização, instalação do canteiro e serviços preliminares.	Demolições; Limpeza do terreno: vegetação; Instalações provisórias (vestiário, sanitário, refeitório, depósito, escritório): blocos, concreto, madeira, telha; Tapume: madeira ou chapa metálica; Ligações provisórias de água e esgoto: eletrodutos, tubos, cabos.
Terraplanagem	Solos e rochas.
Fundações e superestrutura	Escavações: solos; Concreto: sobras e, quando fabricado em obra, têm-se perdas de agregados e embalagens de cimento; Aço: perdas durante o corte, dobra e montagem, pregos das formas; Formas e escoramento de madeira: perdas durante a confecção, descarte após a utilização e embalagem do desmoldante.
Impermeabilização	Embalagens dos produtos utilizados e sobras.
Vedações	Blocos cerâmicos e de concreto: quebras e demolições; Argamassa: demolições, sobras, agregados e embalagens; Drywall: sobras, recortes, quebras, demolições.
Revestimentos	Argamassas: sobras, agregados e embalagens; Gesso: sobras e embalagens; Placas cerâmicas: demolições, sobras, recortes, quebras e embalagens; Forros de gesso acartonado: demolições, sobras, recortes e quebras; Pintura: latas e sobra de tintas, seladores, massas e solventes; estopas, rolos e pincéis.
Coberturas	Telhas: sobras, recortes, quebras e substituição; Calhas, rufos, pingadeiras: sobras, recortes e substituição de chapa metálica; Estrutura de madeira/aço: sobras e perdas.
Instalações elétricas, telefonia e lógica	Blocos cerâmicos e de concreto: recortes; Eletrodutos e cabos: sobras, recortes e perdas; Componentes substituídos; Embalagens.
Instalações hidrossanitárias	Blocos cerâmicos e de concreto: recortes; Tubos: sobras, recortes e perdas; Louças: quebras; Componentes substituídos; Embalagens.
Desmobilização do canteiro	Demolição das edificações provisórias: concreto, madeira, aço, telhas, eletrodutos, cabos, tubos, conexões, louças.

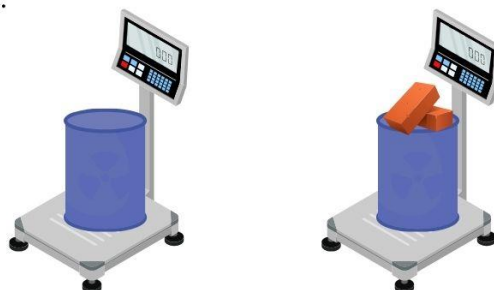
Fonte: Da autora (2024).

CARACTERIZAÇÃO

A quantificação dos resíduos pode ser feita por cubagem, calculando o volume dos recipientes a partir de suas dimensões e multiplicando pelo número de recipientes cheios. O método não se restringe às caçambas, podendo ser aplicado também em latas, bombonas e outros.



Caso seja possível e necessário calcular a massa específica, adota-se o seguinte procedimento: pesa-se um recipiente vazio para determinar a tara e, em seguida, pesa-se o recipiente cheio, anotando a massa total (recipiente + resíduos). Depois, desconta-se a tara para obter apenas a massa dos resíduos. A massa específica é calculada dividindo a massa dos resíduos pelo volume do recipiente, permitindo converter o volume em massa e calcular a taxa de geração em kg/m².



A caracterização não deve se limitar à classificação dos resíduos quanto à sua composição, mas também deve envolver a avaliação de aspectos qualitativos, como o estado de conservação dos materiais e a sua viabilidade de reaproveitamento.

Todas as informações devem ser registradas em planilhas, incluindo a informação se o material será reutilizado/reciclado na própria obra ou se será transportado.

Com mais dados coletados e registrados, será possível estimar a geração de resíduos por indicadores, considerando as particularidades dos serviços e processos de construção.

TRIAGEM

Na fase de segregação, os RCD serão classificados de acordo com a classe (Resolução CONAMA 307/2002) e subclassificados de acordo com o tipo. Isso permitirá o armazenamento de forma segregada, diminuindo o risco de contaminação. A contaminação dos resíduos prejudica sua reutilização e, em alguns casos, pode até impedir o reaproveitamento futuro.

Os benefícios da triagem incluem a melhoria no aspecto visual do canteiro, maior limpeza e organização, além de vantagens financeiras provenientes da reutilização de materiais e da venda de recicláveis.

Após o início da execução do serviço, os colaboradores devem separar os resíduos, preferencialmente, no local de geração, formando pilhas de resíduos que serão recolhidas ao final do dia ou conforme a demanda, com encaminhamento para uma área previamente escolhida, de forma que fiquem acondicionados em dispositivos adequados e em local coberto, com piso adequado e protegido das intempéries.

Os materiais passíveis de reutilização devem ser separados e encaminhados para o local de armazenamento em cada setor específico.

Para reduzir o tempo necessário para a segregação, considerado um desafio pelos trabalhadores, podem ser implementadas as seguintes práticas:

- Capacitar os trabalhadores sobre os procedimentos corretos para realizar a segregação de maneira eficiente;
- Realizar a separação dos resíduos assim que forem gerados, evitando retrabalhos e atrasos;
- Disponibilizar múltiplos dispositivos de acondicionamento;
- Melhorar a organização do canteiro, facilitando o acesso aos dispositivos;
- Utilizar sinalizações que indiquem claramente o tipo de resíduo destinado a cada dispositivo.



O manuseio somente poderá ocorrer com os equipamentos de proteção individual necessários, como luvas, sapato de segurança, capacete e óculos de proteção.



ACONDICIONAMENTO

Os trabalhadores participantes da pesquisa identificaram como principal obstáculo para a separação de resíduos a falta de dispositivos de acondicionamento, pois, geralmente, há apenas uma caçamba por obra. Os resíduos segregados devem ser armazenados em coletores, podendo ser utilizadas caçambas, baias, bombonas ou bags, devidamente identificadas.

DISPOSITIVO	DESCRIÇÃO	VANTAGENS	LIMITAÇÕES
<p>BOMBONA</p> 	<p>Recipientes plásticos, com volume variando entre 50 a 200 litros.</p>	<p>São ideais para pequenos volumes, resíduos químicos e contaminados (Classe D) que precisam de vedação. São fáceis de transportar, o que facilita a movimentação de pequenos volumes.</p>	<p>Capacidade relativamente pequena e não suportam resíduos muito pesados.</p>
<p>BAG</p> 	<p>Sacos de rafia reforçados, dotados de quatro alças e com capacidade aproximada de 1 m³.</p>	<p>Flexíveis, leves e reutilizáveis. Ideais para obras com limitação de espaço ou para transportar resíduos menores e mais fáceis de manusear.</p>	<p>Menos práticos para grandes volumes de resíduos ou materiais pesados. Podem rasgar.</p>
<p>BAIA</p> 	<p>Estruturas fixas, feitas em diferentes tamanhos e que podem ser ajustadas conforme a necessidade.</p>	<p>Fáceis de montar e utilizam materiais comuns em canteiros de obras.</p>	<p>Necessitam de dispositivo complementar para o transporte até o local de destinação.</p>
<p>CAÇAMBA</p> 	<p>Recipientes metálicos com capacidade volumétrica de 3 a 5 m³.</p>	<p>São encontradas com facilidade para aluguel, sendo recolhidas por empresas especializadas que fazem o transporte dos resíduos até o local de destinação.</p>	<p>Recomenda-se a cobertura com lona em dias chuvosos.</p>

ACONDICIONAMENTO

O dispositivo escolhido depende do tipo de resíduo, da quantidade gerada e de sua posterior destinação. Sugere-se fixar cartazes com imagens e orientações para a segregação.

Quadro 2 – Acondicionamento dos RCD gerados durante a obra.

CLASSE	TIPO	ACONDICIONAMENTO
Classe A	Argamassa; Concreto; Blocos cerâmicos; Cerâmicas; Telhas de cerâmica; Granito; Louças; Solo.	Caçamba estacionária exclusiva para Classe A. O solo deve ser acondicionado em caçamba diversa dos demais resíduos.
Classe B	Metais (ferragens, metais sanitários, tapume, cabos e quadros elétricos, eletrocalha, janelas).	Baia, bag ou bombona exclusiva.
Classe B	Madeira sem contaminantes (gabarito, formas, portas).	Bombona, baia ou bag exclusiva ou caçamba estacionária coberta.
Classe B	Plástico (tubulações, canaletas, PVC); Papel (embalagens, papelão).	Bags ou bombonas.
Classe B	Vidro.	Bombonas (caso estejam quebrados ou sejam pequenos) ou baias (caso sejam maiores).
Classe B	Gesso.	Caçamba estacionária coberta exclusiva para gesso.
Classe C	Lixas; Massa corrida.	Bags ou bombonas.
Classe D	Resíduos e embalagens de cola, tinta, solventes, seladores; Madeira com contaminantes (tintas, verniz, resinas, produtos químicos).	Bombonas ou tambores com tampa exclusivos para resíduos perigosos (local de armazenamento dos recipientes deve ser coberto e possuir piso impermeável).

Fonte: Da autora (2024).

ACONDICIONAMENTO

Devem ser tomadas algumas precauções, como:

- colocar as baias, bags e bombonas em local coberto e cobrir as caçambas com lonas, quando houver chuva, para proteger do acúmulo de água e da proliferação de vetores;
- evitar o enchimento excessivo, para que não haja derramamento no transporte;
- proteger os recipientes para que não haja dispersão;
- colocar sinalização refletora de segurança (no caso de caçambas na via pública);
- sinalizar quanto à proibição de lançamento de outros tipos de resíduo.

Caso a quantidade gerada seja muito pequena, os resíduos devem ser acondicionados também de forma segregada em recipientes menores, até que sejam encaminhados para os meios de acondicionamento final disponíveis em outras obras ou no setor responsável pelo serviço.

Para os demais resíduos gerados durante a execução da obra e que não são considerados RCD, o acondicionamento deverá ser realizado de acordo com as normas técnicas específicas.

Os resíduos referentes a limpeza da camada vegetal do terreno não devem ser misturados com o solo. Já no caso dos resíduos orgânicos, como restos de alimentos, devem ser utilizados sacos plásticos pretos. Para os resíduos reciclados administrativos, como papéis, embalagens e copos, os dispositivos e locais de acondicionamento devem ser devidamente identificados de acordo com os padrões de cores estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 275/2001.



TRANSPORTE

Para o transporte interno, podem ser utilizados carrinhos de mão, baldes, giricas ou condutores de entulho.



Para o transporte até a central da UFLA, sugere-se a utilização de caminhões polinguidastes ou basculantes.

É essencial que a separação realizada nos locais de geração seja mantida durante o transporte e no armazenamento na área de transbordo.



Já o transporte externo deve ser realizado de acordo com a legislação vigente em Lavras, logo, deve haver cadastro na Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Também deve ser preenchido o documento de Controle de Transporte de Resíduos – CTR, conforme modelo, que deverá ser emitido em três vias e assinado pelo gerador e pelo responsável pelo transporte e pelo destinatário.

CONTROLE DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS		CTR Nº:	
IDENTIFICAÇÃO DO GERADOR			
RAZÃO SOCIAL:		CNPJ Nº:	
ENDEREÇO DE RETIRADA:			
OBRA:			
RESPONSÁVEL:		CARGO:	
IDENTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS			
TIPO (Informar qual o material que foi alocado na caçamba)		PESO/VOLUME	UNIDADE
Argamassa, concreto			
Material cerâmico (tijolo, azulejo, bloco, telha, placa de revestimento)			
Solo			
Madeira			
Metal			
Plástico			
Papel/Papelão			
Outros (especificar):			
IDENTIFICAÇÃO DO TRANSPORTADOR			
RAZÃO SOCIAL:		CNPJ Nº:	
ENDEREÇO:			
TIPO DE VEÍCULO:		PLACA:	
RESPONSÁVEL:		DATA DE RETIRADA:	
IDENTIFICAÇÃO DO DESTINATÁRIO			
RAZÃO SOCIAL:		CNPJ Nº:	
ENDEREÇO:			
DATA DE RECEBIMENTO:			
OBSERVAÇÕES:			
Anexar a este manifesto o recibo de transporte de resíduos.			
ASSINATURAS			
GERADOR	TRANSPORTADOR	DESTINATÁRIO	

DESTINAÇÃO

As formas de destinação deverão ser aquelas disponíveis no município de Lavras, atendendo às especificações da Resolução CONAMA n° 307/2002 para cada classe, devendo ser autorizadas/licenciadas pelo poder público. Os RCD não podem ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares e em áreas de "bota-fora".



Reutilização ou reciclagem na forma de agregados ou encaminhamento a aterro de resíduos Classe A de reservação de material para usos futuros.



Reutilização, reciclagem ou encaminhamento a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.



Armazenamento, transporte e destinação em conformidade com as normas técnicas específicas.



Armazenamento, transporte e destinação em conformidade com as normas técnicas específicas.

Sempre que possível, deve-se analisar a viabilidade de reutilizar ou reciclar os resíduos das Classes A e B dentro da própria obra. Os resíduos Classe A, como argamassa, blocos e concreto, podem ser aproveitados como base para pisos e enchimento, enquanto os resíduos de solo podem ser utilizados para aterro. Os resíduos Classe B, como as formas e escoramentos, podem ser reaproveitados em outros elementos estruturais.

DESTINAÇÃO

Atendendo às recomendações da legislação, LIMA e LIMA sugerem as seguintes destinações para os resíduos mais gerados em obras:

Quadro 3 – Alternativas de destinação para os diversos tipos de RCD (continua).

TIPOS DE RESÍDUO	CUIDADOS REQUERIDOS	DESTINAÇÃO
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados	Privilegiar soluções de destinação que envolvam a reciclagem dos resíduos, de modo a permitir seu aproveitamento como agregado.	Áreas de Transbordo e Triagem, Áreas para Reciclagem ou Aterros de resíduos da construção civil licenciadas pelos órgãos competentes; Os resíduos classificados como classe A (blocos, telhas, argamassa e concreto em geral) podem ser reciclados para uso em pavimentos e concretos sem função estrutural.
Madeira	Para uso em caldeira, garantir separação da serragem dos demais resíduos de madeira.	Atividades econômicas que possibilitem a reciclagem destes resíduos, a reutilização de peças ou o uso como combustível em fornos ou caldeiras.
Plásticos (embalagens, aparas de tubulações etc.)	Máximo aproveitamento dos materiais contidos e a limpeza da embalagem.	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Papelão (sacos e caixas de embalagens) e papéis (escritório)	Proteger de intempéries.	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Metal (ferro, aço, fiação revestida, arames etc.)	Não há.	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Serragem	Ensacar e proteger de intempéries.	Reutilização dos resíduos em superfícies impregnadas com óleo para absorção e secagem, produção de briquetes (geração de energia) ou outros usos.
Gesso em placas cartonadas	Proteger de intempéries.	É possível a reciclagem pelo fabricante ou empresas de reciclagem.
Gesso de revestimento e artefatos	Proteger de intempéries.	É possível o aproveitamento pela indústria gesseira e empresas de reciclagem.

Fonte: Adaptado de SINDUSCON-SP (2005).

DESTINAÇÃO

Quadro 3 – Alternativas de destinação para os diversos tipos de RCD (continuação).

TIPOS DE RESÍDUO	CUIDADOS REQUERIDOS	DESTINAÇÃO
Solo	Examinar a caracterização prévia dos solos para definir destinação.	Desde que não estejam contaminados, destinar a pequenas áreas de aterramento ou em aterros de resíduos da construção civil, ambos devidamente licenciados pelos órgãos competentes.
Telas de fachada e de proteção	Não há.	Possível reaproveitamento para a confecção de bags e sacos ou até mesmo por recicladores de plásticos.
EPS (poliestireno expandido – exemplo: isopor)	Confinar, evitando dispersão.	Possível destinação para empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam, reciclam ou aproveitam para enchimentos.
Materiais, instrumentos e embalagens contaminados por resíduos perigosos (exemplos: amianto)	Maximizar a utilização dos materiais para a redução dos resíduos a descartar.	Encaminhar para aterros licenciados para recepção de resíduos perigosos.

Fonte: Adaptado de SINDUSCON-SP (2005).

No caso de encaminhamento para o setor responsável pelo serviço, é essencial manter o acondicionamento dos resíduos de maneira segregada, para facilitar a utilização ou reciclagem futura.

DESTINAÇÃO

No caso das tintas, resíduo Classe D, a Abrafati (Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas) recomenda os seguintes procedimentos, adaptados à realidade da UFLA:



Evitar as sobras e reduzir o desperdício:

Calcular a quantidade necessária;
Abrir apenas as embalagens que serão usadas;
Deixar as embalagens bem tampadas para não ressecarem ou estragarem.



Utilizar de outra forma as tintas que sobraram:

Misturar as sobras de tintas para fazer uma cor cinza ou concreto, desde que sejam produtos do mesmo tipo e com as mesmas características.



Logística reversa:

Verificar se alguma loja na cidade participa do programa RetornaTinta e faz o descarte adequado.



Descarte adequado:

Mesmo com restos de tinta, encaminhar as embalagens vazias para a coleta seletiva, como a ACAMAR.
Se a tinta ainda estiver líquida, ela poderá ser misturada com areia de gato para facilitar a retirada. Se estiver seca, será possível removê-la com uma espátula.
A embalagem limpa (metal ou plástico) poderá ser reciclada.



Ferramentas utilizadas:

Para tintas à base de solvente, as ferramentas devem ser lavadas com o mesmo solvente utilizado na diluição da tinta. Os resíduos da lavagem não podem ser despejados no solo ou na pia; devem ser despejados em areia e, depois que o solvente evaporar, a areia deve ser descartada no lixo comum.
Para tintas à base de água, as ferramentas devem ser lavadas com água e sabão em uma pia ou tanque.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises das práticas de gerenciamento de RCD nos serviços de manutenção predial da UFLA proporcionaram a elaboração dessa cartilha que, ao ser colocada em prática, irá aprimorar o gerenciamento dos resíduos de construção e demolição gerados, mitigando os impactos ambientais ocasionados pela destinação final incorreta.

A aplicação da cartilha também poderá proporcionar melhorias na segurança do trabalho, organização, agilidade e aspecto visual das obras, além dos ganhos financeiros que a UFLA poderá obter por meio da redução do desperdício e dos custos da coleta e da reutilização e reciclagem dos resíduos.

Essas condutas estão diretamente ligadas a uma universidade mais sustentável, possibilitando a melhora da pontuação de avaliação da UFLA em rankings internacionais de sustentabilidade.

À medida que mais construções forem aplicando os procedimentos dessa cartilha, será possível criar um banco de dados da UFLA, com as características das manutenções e dos resíduos gerados, permitindo uma análise mais completa e auxiliando na tomada de decisões da administração durante o planejamento de manutenções semelhantes e até no planejamento de uma nova obra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TINTA - Abrafati. **Guia do consumo consciente de tintas**. São Paulo, 2024.

ALTSCHUL, J. S.; OLIVEIRA, I. P. V. de; NÓBREGA, M. de J. R. da. Resíduo da construção e demolição - tecnologias e problemas: um estudo de caso. **Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 13-31, jan./jun. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n° 307, de 05 de julho de 2002**. Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n° 348, de 16 de agosto de 2004**. Altera a Resolução CONAMA n.º 307, de 05/07/2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Diário Oficial da União, Brasília, 17 ago. 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n° 431, de 24 de maio de 2011**. Altera o art. 3º da Resolução n° 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 maio 2015.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil**. Curitiba: CREA-PR, 2012.

PINTO, T. de P.; GONZÁLES, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Volume 1 – Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão dos resíduos da construção civil nos municípios. Brasília: CAIXA, 2005. v. 1, 198 p.

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

Contato

Tereza Cristina Teixeira de Castro

tereza.castro@ufla.br

Engenheira Civil
Programa de Pós-
Graduação em Tecnologias
e Inovações Ambientais

