

Copyright (c) 2023 CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES



Este trabalho está licenciado sob uma licença [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Fonte:

<https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/3355>. Acesso em: 12 nov. 2024.

Referência

FIGUEIREDO, Chenia Rocha et al. Plano de gerenciamento de resíduos sólidos de um edifício em Brasília. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais, v. 16, n. 11, p. 28600-28618, 2023. DOI: <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.11-230>. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/3355>. Acesso em: 12 nov. 2024.



Plano de gerenciamento de resíduos sólidos de um edifício em Brasília

Solid waste management plan for a building in Brasilia

DOI: 10.55905/revconv.16n.11-230

Recebimento dos originais: 27/10/2023

Aceitação para publicação: 29/11/2023

Chenia Rocha Figueiredo

Doutora em Estruturas e Construção Civil
Instituição: Universidade de Brasília (UNB)
Endereço: Brasília - DF, Brasil
E-mail: chenia@unb.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8635-0797>

Mariana Silva Couto Cavalcanti

Mestranda em Arquitetura e Urbanismo
Instituição: Universidade de Brasília (UNB)
Endereço: Brasília - DF, Brasil
E-mail: mariana.cavalcanti@aluno.unb.br
Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-3910-6897>

Debora Santos Aires Quintanilha

Mestranda em Arquitetura e Urbanismo
Instituição: Universidade de Brasília (UNB)
Endereço: Brasília - DF, Brasil
E-mail: debora.quintanilha@aluno.unb.br
Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-5449-7928>

José de Souza Junior

Doutorando em Administração de Empresas pela University of Bordeaux
Instituição: Universidade de Brasília (UNB)
Endereço: Brasília - DF, Brasil
E-mail: jose.souza@unb.br
Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-1445-4333>

RESUMO

A construção civil gera impactos socioambientais devido aos materiais gerados na cadeia produtiva, sendo necessário a gestão dos resíduos oriundos do canteiro de obras. Cada material demanda o adequado reuso ou descarte. O presente estudo aborda a aplicação das técnicas de descarte proposto pela resolução 307/2002 do CONAMA e outras leis nacionais e ações distritais, sendo apresentado o estudo de caso de um edifício em Brasília, verificando o funcionamento e aplicabilidade dessas diretrizes. De acordo com os resultados obtidos cerca de 52% do volume de entulho gerado na obra nos meses avaliados é cinza, que permite reaproveitamento, sendo inclusive utilizado um triturador de resíduos na obra, evitando custos com transporte externo ou descarte do material. O índice de geração de resíduos medido em



m³/trabalhador/mês acumulado de agosto de 2022 a julho de 2023 foi de 0,6. Para uma área construída total de 3392 m² temos um índice de geração de resíduos médio no período de 0,00017 m³/m².

Palavras-chave: construção civil, resíduos da construção civil, gerenciamento.

ABSTRACT

Civil construction generates socio-environmental impacts due to the materials generated in the production chain, requiring the management of waste from the construction site. Each material requires adequate reuse or disposal. This study addresses the application of disposal techniques proposed by CONAMA resolution 307/2002 and other national laws and district actions, presenting a case study of a building in Brasília, verifying the operation and applicability of these guidelines. According to the results obtained, around 52% of the volume of rubble generated in the work in the evaluated months is gray, which allows reuse, including the use of a waste shredder in the work, avoiding costs with external transport or disposal of the material. The waste generation index measured in m³/worker/month from August 2022 to July 2023 was 0.6. For a total constructed area of 3392 m², we have an average waste generation index in the period of 0.00017 m³/m².

Keywords: civil construction, construction waste, management.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil gera impactos socioambientais devido aos materiais gerados na cadeia produtiva, sendo necessário a gestão dos resíduos oriundos do canteiro de obras. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) trata das diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos e suas responsabilidades (Brasil, 2010).

Um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC visa definir as principais diretrizes de gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos que são gerados durante as diversas etapas de obra, assegurando o cumprimento das responsabilidades dos agentes envolvidos.

O processo envolve o manuseio adequado, o armazenamento, a identificação dos resíduos, a quantificação, o acondicionamento e a destinação, incluindo o monitoramento dos processos produtivos, visando evitar descartes ou destinações inadequadas que possam gerar poluição ao meio ambiente e acarretar prejuízos à saúde pública.

A integração de ações visa estabelecer mecanismos para minimizar a geração de resíduos, reconhecer a qualidade dos resíduos como matéria prima e incentivar o não descarte dos resíduos em aterros, exceto quando esgotado as possibilidades.



O processo considera as legislações e instruções normativas, a capacitação técnica da equipe responsável, a importância de assegurar a qualidade dos resíduos por meio da coleta seletiva e ações de conscientização, até a rastreabilidade dos resíduos por classe.

Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) consistem em todo ou qualquer material processado nas atividades de construção civil, procedentes dos reparos, demolições das obras ou os resíduos de escavação de terrenos (Nogueira, 2020). A construção civil é uma indústria diferenciada pelo seu caráter artesanal, geralmente executada a céu aberto, sujeita às variações climáticas e a baixa qualificação de sua mão-de-obra, com produtos que não seguem um padrão único ou um modelo (Maciel, 2003).

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº 307, publicada em 2002, responsabiliza tanto o poder público como as empresas privadas no que diz respeito a destinação dos resíduos sólidos da construção civil.

A Resolução nº 307 (Brasil, 2002) define, para a construção civil, quatro classes de resíduos: Classe A – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassas, concretos, tubos, meio-fio, solos de terraplanagem; Classe B – resíduos recicláveis diversos como plásticos, lona, tubos de PVC, papel, papelão, sacos de cimento, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; Classe C – resíduos ainda sem tecnologias ou aplicações economicamente viáveis para a sua reciclagem ou recuperação como manta bidim, tela guarda corpo, sacos de rafia, isopor contaminado, entre outros; e Classe D – são resíduos perigosos como EPIs usados, tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde o qual deverão ser armazenados e encaminhados em conformidade com normas técnicas.

2 METODOLOGIA

O presente estudo avaliou o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil - PGRCC em um empreendimento residencial na cidade de Brasília (Figura 1) desde a etapa de geração, segregação, acondicionamento, armazenamento temporário, transporte interno e externo, até o destino final. O edifício avaliado é residencial, com apartamentos de 2 quartos, construído em concreto armado com lajes, vigas e pilares e alvenaria de vedação em tijolo



cerâmico e bloco de concreto. Para Yin (2005) o estudo de caso é uma investigação empírica que avalia um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real.

Figura 1: Imagem da obra avaliada.



Fonte: Coleção particular

As atividades da obra são acompanhadas para mapeamento com antecedência dos resíduos gerados buscando o reuso in loco ou com parceiros para viabilizar a destinação correta dos materiais e resíduos.

Os resíduos gerados são controlados garantindo sua rastreabilidade para que sejam encaminhados, quando necessário, para locais que possam reaproveitar/reutilizar, cooperativas e empresas de reciclagem locais.

Tudo é realizado assegurando a implementação das estratégias definidas segundo as normativas legais, cumprindo as responsabilidades de manuseio adequado, do armazenamento, da identificação dos resíduos, da quantificação, do acondicionamento até a destinação final de forma ambientalmente correta.

Esse controle operacional tem como objetivos garantir a prevenção da poluição associada ao aspecto ambiental significativo na geração de resíduos sólidos; motivar os colaboradores a aderir ao Programa de Gestão dos Resíduos no Canteiro de Obras; garantir o arquivamento dos contratos, licenças e demais documentações das empresas e parceiros prestadores de serviço que transportam, recebem e possui envolvimento com resíduos até o destino final; implantar o



conceito de “Manejo de Resíduos Sólidos” nos contratos, bem como a responsabilidade dos colaboradores para garantir a “limpeza e organização” em todas as etapas na obra a iniciar na escavação; planejar as mais diversas atividades com antecedência para prever formas de descarte dos resíduos e atender as estratégias da coleta seletiva; buscar formas de reuso e beneficiamento com iniciativas de inovação em conjunto com os colaboradores; e implantar o Programa de Educação Ambiental com a temática de resíduos sólidos conforme evolução da obra.

3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO

A gestão de resíduos tem como objetivo controlar os impactos ambientais relacionados com a geração e a disposição de resíduos, visando atingir a meta de valorizar ao máximo possível os resíduos de forma coerente com as cadeias locais de reutilização e reciclagem, evitando ao máximo o descarte de resíduos em aterro. Observa-se o envolvimento dos gestores no processo buscando a destinação final ambientalmente adequada, atendendo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

A sensibilização e preparação dos colaboradores desde o primeiro dia de trabalho demonstrando suas obrigações e responsabilidades, bem como a organização na origem para facilitar o reaproveitamento e a reciclagem. Além disso ocorrem treinamentos periódicos sobre a importância da gestão compartilhada com a segurança do trabalho e produção.

Os resíduos foram encaminhados para a melhor destinação possível, como áreas licenciadas com o devido preenchimento do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) ou Controle de Transporte de Resíduos (CTR) na fase de transporte externo. Na chegada do destino final deve-se solicitar o Certificado de Destino Final – CDF e demais documentações como licenças ambientais ou dispensa.

a) Organização do canteiro de obra

O projeto do canteiro é planejado de forma integrada a coleta seletiva com a disposição das baias dos resíduos volumosos em local de fácil acesso aos colaboradores para garantir o armazenamento dos resíduos de acordo com a dinâmica da obra.

O armazenamento temporário é uma estratégia para facilitar a organização dos resíduos, de preferência por tipologia até a destinação final dos resíduos, entre as Classes A, B, C e D gerados nos diversos locais e frentes de serviços que são de grande proporção. A Figura 2 apresenta a central de resíduos do tipo baias para condicionamento dos resíduos da obra.



Figura 2: Central de resíduos para condicionamento dos resíduos (perigosos, papel, plástico, metal e madeira) da obra.



Fonte: Coleção particular

A disposição de coletores, baias, caçambas e bigbags são utilizados para facilitar esse acondicionamento, criando uma organização desde o transporte interno até a retirada do canteiro.

O envio de descarte dos resíduos não passíveis de serem reciclados são armazenadas em caçambas, localizadas em pontos estratégicos de acesso ao canteiro de obras para coleta pelo Serviço de Limpeza Urbana – SLU.

Na concepção do canteiro de obras foram implantadas boas práticas com foco no reaproveitamento dos materiais para evitar o descarte como o uso de parte da madeira reaproveitada de outra obra da empresa como caibros, vigota, caibros, pontaletes e chapas para estrutura do barracão de apoio; o uso de materiais existentes do almoxarifado geral da empresa; a fabricação de lixeiras com sobras de madeira, entre outros.

O canteiro da obra é composto pela central de resíduos (Papel, Plástico e Perigosos); caçamba para resíduos Classe A; depósito de químicos inflamáveis; lava bicas (Próximo ao portão); central de moldagem; baia de agregados (Brita e areia); depósito de materiais; depósito de madeira; central de forma (Carpintaria); betoneira com sistema de decantação e reuso de água na obra (Sistema fechado); policorte (Armação); administração da obra; refeitórios; vestiário; sanitários; almoxarifado; conferente e entrada da obra com acessibilidade.



A prática do sucesso de iniciativas da coleta seletiva está diretamente associada ao nível de conscientização, motivação e sensibilização dos colaboradores e prestadores de serviço envolvidos no dia a dia.

No canteiro foi aplicado o Programa de Coleta Seletiva com utilização de recipientes identificados por cores específicas para acondicionamento de cada tipo de resíduo, conforme definido pela Resolução CONAMA nº 275/2001 (Figura 3) e ações de conscientização/sensibilização sobre os aspectos ambientais significativos associados à geração de resíduos e os benefícios da coleta seletiva como os ganhos ambientais, econômicos e sociais.

Figura 3: Tipos e cores da coleta seletiva na obra avaliada.



Fonte: Coleção particular

Normalmente utiliza-se caçamba e baias para os resíduos que tendem a ser gerados em maior volume, como por exemplo, os resíduos classe A (Restos de cerâmica, Argamassa, Blocos, Concreto, etc.), gesso, mantas, que ficam depositados nas caçambas temporárias ou nas baias até que se tenha um volume que justifique coleta por empresas coletoras.

A destinação correta dos resíduos da obra evita qualquer tipo de acidente de trabalho, pois a limpeza do espaço elimina o acúmulo desnecessário de materiais utilizados (Mazur, 2015). A Figura 4 mostra o armazenamento de resíduos de instalações e madeira na obra.



Figura 4: Baia para materiais plásticos como as mangueiras de instalação para reaproveitamento e separação da madeira para reaproveitamento.



Fonte: Coleção particular

O processo de armazenamento é realizado com base na organização dos materiais coletados e reaproveitados. A destinação é realizada de acordo com a procedência do material e o modo de reuso de cada empresa coletora e reciclagem. Alguns são destinados para trabalhos com madeira, setor artístico, tijolos, tapumes, aproveitamento para canteiros de obras, dentre outros. Os materiais que não são aproveitados seguem para o aterro local. A Figura 5 mostra coletores de prego e resíduos nas áreas de circulação e de trabalho.

Figura 5: Coletores de prego e resíduos nas áreas de circulação e de trabalho.



Fonte: Coleção particular



b) Estratégias adotadas para minimizar a geração de resíduos

Buscando estratégias favoráveis para a redução da geração de resíduos algumas definições do processo construtivo foram utilizadas, alinhadas com a equipe de arquitetura. Para limitar as perdas adotou-se a modulação dos componentes estruturais, dos blocos de concreto, dos revestimentos de pisos (uso de materiais paginados, quando possível), das divisórias, entre outros para evitar cortes desnecessários.

Na fase de execução da estrutura foi utilizado um sistema inovador de formas plásticas modulares (Figura 6) denominado Planex reutilizáveis para execução da laje de concreto, o que permite uma redução significativa de resíduos.

Figura 6: Uso do sistema de forma plásticas modulares na obra avaliada.



Fonte: Coleção particular

Na etapa das alvenarias foi utilizado argamassa pronta usinada que proporciona maior produtividade e evita restos de argamassa, bem como resíduos de sacos de cimento por não haver necessidade de produzir na obra.

Na etapa de fundação e armações da obra o aço utilizado chegou na obra cortado e dobrado, evitando resíduos metálicos. Na área da betoneira há diminuição do volume ocupado pelas sacarias e empilhamento no acondicionamento.

Na obra também é utilizado o método de gestão 5S que através da redução do desperdício abordada pelo senso de uso, organização, limpeza, disciplina e segurança visa melhorar a qualidade no ambiente de trabalho (Diello et al., 2020).



Além disso, é fundamental qualificar e quantificar os resíduos descartados, possibilitando a identificação de possíveis focos de desperdício de materiais, o que faz parte de um sistema de gestão de qualidade onde o sistema é retroalimentado, buscando reduzir as perdas.

Na obra há também a reutilização ou reciclagem dos resíduos dentro do próprio canteiro, como o reuso das madeiras no barracão, guarda corpo, segurança do trabalho, reaproveitamento de pregos, o aproveitamento de restos de concreto na fabricação de meio fio e piso, estabilização de piso, talude, verga, contra verga, por exemplo.

No manuseio dos resíduos perigosos é fundamental ler as recomendações da FISPQ (Ficha de Informações e Segurança dos Produtos Químicos) ou conforme indicado no material. Após a geração ou no final do dia o responsável pela frente de trabalho deve transportar imediatamente para baía de resíduos perigosos, tomando o devido cuidado para não comprometer o processo de coleta seletiva.

c) Coleta e transporte de resíduos

A qualidade na segregação dos resíduos por tipologia faz parte dos serviços executados de produção, garantindo o acondicionamento para facilitar o transporte conforme a tipologia dos resíduos. A coleta e o transporte externo dos resíduos sólidos deve ser realizado em conformidade com os requisitos da legislação ambiental pertinente aplicável.

O transporte Interno dos resíduos é a movimentação ou transferência de resíduos entre a área geradora até local de armazenamento. Este pode ocorrer através de carrinho de mão; girica com capacidade de 0,3 a 0,7 m³; masseira de madeira, plástico ou confeccionada na obra para facilitar o armazenamento de entulho e madeira podendo ocorrer com o uso da bobcat; ou uso da cremalheira (Figura 7).



Figura 7: Carrinho de mão para transporte interno dos resíduos e através do elevador cremalheira.



Fonte: Coleção particular

O transporte externo deve ser realizado mediante o preenchimento do documento de controle para transporte de resíduos sólidos; garantir acesso fácil e áreas desobstruídas para evitar incidentes durante o transporte interno na obra; retirar os pregos e demais itens perfurocortantes durante a triagem da madeira e no carregamento do caminhão; exigir uso de EPI's aos prestadores de serviço, bem como a manutenção dos veículos utilizados; executar o transporte de resíduos sólidos asseguradas as adequadas condições de acondicionamento; garantir que os resíduos sólidos perigosos sejam transportados desde que atendidos os requisitos legais e ambientais locais, bem como obter as licenças ambientais da empresa referente ao transporte e a destinação final dos resíduos; monitorar todos os veículos, caminhões e maquinários que transitam imediações e na obra quanto a emissão de fumaça preta, vazamento de contaminantes e ruído.

Além disso devem ser tomados os cuidados básicos para evitar qualquer tipo de incômodo com a vizinhança; garantir que na fase de escavação ocorra o lonamento dos caminhões que transportam diversos materiais, como por exemplo o solo e entulho; a manutenção em dia será exigida no contrato com as empresas prestadoras de serviço, para evitar excesso de ruídos e impactos ambientais.

d) Tratamento e disposição final

Como parte do processo de implantação da prevenção da poluição e da melhoria contínua, os gestores responsáveis pelos resíduos sólidos devem hierarquizar técnicas associadas à recuperação, reutilização, reaproveitamento ou reciclagem, que seja economicamente viável, em relação a alternativas como envio ao aterro.

A etapa de definições dos métodos, alternativas de tratamento e disposição final de resíduos sólidos deve ser conduzida sob aprovação do Sistema de Limpeza Urbana - SLU,



quando possível, que é o órgão responsável por gerir e auxiliar na destinação dos resíduos de construção civil.

O planejamento para a destinação dos resíduos sólidos na obra avaliada segue todas as recomendações com observância específica para a separação dos materiais. De acordo com Nogueira (2020) há a necessidade de manter a limpeza ideal dos espaços de trabalho para evitar, além do acúmulo desnecessário de materiais utilizados, garantir a proteção dos trabalhadores e, assim, evitar qualquer tipo de acidente de trabalho. A Tabela 1 resume as formas de armazenamento e destino dos principais resíduos da obra avaliada.

Tabela 1: Formas de armazenamento, transporte interno e destinação dos resíduos do canteiro de obra.

Tipo de resíduo	Recipiente	Meio de transporte	Armazenamento temporário	Local, destino e empresa
Solo Escavação	Não se aplica	Caminhão Trucado lonado	Destinado ao local de estocagem e uso	Reaterro, terraplanagem, paisagismo e recuperação de área degradada Empresa: FUNDEX
Alvenaria, concreto, argamassas, cerâmicos, piso em cerâmica/ granito, mármore e formica	No local de geração (chão)	Girica, Carrinho de mão e elevador cremalheira	Baia de entulho com volume estimado de 20m ³	Incorporado na obra Aterro Sanitário do SLU (Unidade de Recebimento de Entulho) Empresa: Capital Coleta
Resíduos gesso em geral	No local de geração (chão)	Girica, Carrinho de mão e elevador cremalheira	Baia de gesso com volume estimado de 15m ³	Aterro Sanitário do SLU (Unidade de Recebimento de Entulho) Empresa: Capital Coleta
Plásticos em geral, papéis e papelões	Coletores e baias com identificação	Girica, Carrinho de mão e elevador cremalheira	Central de Resíduos – dentro de <i>bigbag</i>	Indústria de reciclagem Empresa: Reciclagem Rio Campos
Metais em geral, Porta corta fogo e esquadrias de alumínio e fiação	Baias com identificação	Girica, Carrinho de mão e elevador cremalheira	Baia ou tambores metálicos	Indústria de reciclagem Empresa: Reciclagem Rio Campos
Madeiras diversas e serragem	Baias com identificação	Manual, girica, Carrinho de mão e elevador cremalheira	Baia de 8 m ³ , Caçambas estacionárias e a serragem em sacos de ráfia	Tritura madeira e transforma em cavaco (biomassa) Empresa: Cooperativa Sonho de liberdade
Resíduos Perigosos	Caixote madeira contra intempé-ries	Manual ou carrinho de mão	Baias de resíduos perigosos	Incineração Empresa: DMS Ambiental
Sobras e resíduos classe C (não recicláveis)	Caçamba estacionária	Girica, Carrinho de mão e cremalheira	Caçambas estacionárias	Aterro Sanitário do SLU (Unidade de Recebimento de Entulho) Empresa: Capital Coleta

Fonte: As autoras



Os resíduos passíveis de serem reaproveitados e reciclados são transportados por caminhões fretados ou da própria Cooperativa e/ou Empresa parceira para destinar da melhor forma os resíduos, sempre com os manifestos de carga devidamente preenchido.

Os valores cobrados para descarte de resíduos na Unidade de Recebimento de Entulho – URE/ SLU é diferenciado para resíduos da construção civil que são segregados e não segregados e podem ser obtidos no site do serviço de limpeza urbana (SLU) do Distrito Federal. O valor para o serviço de disposição final de resíduos da construção civil não-segregados é cerca de 75% mais caro que o segregado. Desta forma, é fundamental garantir a separação dos resíduos na origem para economizar no descarte.

O transporte externo deve ser realizado mediante habilitação da obra no sistema de cadastro único de transportadores de resíduos da construção civil (RCC/SLU), possibilitando o acesso do caminhão poliguindaste e caçamba no aterro, conforme controle de manifesto de transporte de resíduos – MTR e possuir sinalização conforme exigência de legislação.

Além disso, a Portaria nº 280 de 2020, em vigor desde 2021, institui o “Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR”, como ferramenta de gestão para ato declaratório e assim viabiliza a implantação e operacionalização do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para o Setor público e privado. Esta ferramenta online rastreia a massa de resíduos, controlando a geração, armazenamento temporário, transporte e destinação dos resíduos sólidos no Brasil.

A obra deve emitir o formulário do MTR no SINIR (Sistema Nacional de Informação sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos), visando a integração, sistematização e a disponibilização de dados operacionais para cada remessa de resíduo enviado para a destinação final.

e) Geração de indicadores

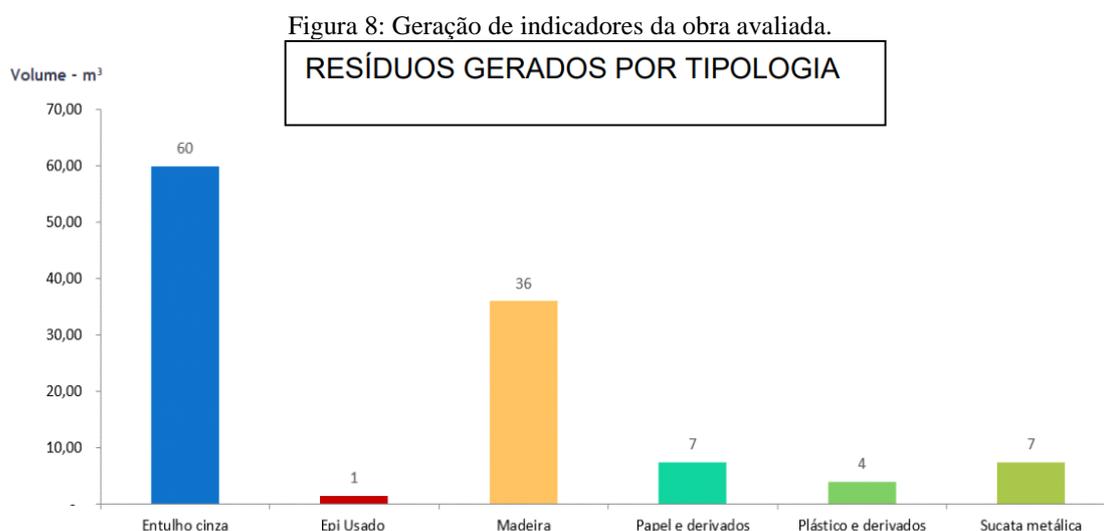
A identificação dos resíduos sólidos é coletada com abrangência e consistência pela equipe de engenharia e colaboradores de acordo com a etapa da obra. Todos os resíduos retirados são rastreados com a planilha de controle e preenchimento do Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR, informando o tipo de resíduo, o acondicionamento, a forma de transporte, a disposição final e a quantidade de resíduo.

Essas informações são fundamentais para geração de indicadores e definição de metas de reciclabilidade, reaproveitamento e beneficiamento dos resíduos.

Os principais resíduos gerados na escavação da obra é a retirada do solo e nas etapas construtivas consistem em sobras de entulho como madeira, sucata metálica, gesso, papelão,



papel, EPI usado, resíduos perigosos, embalagens plásticas, entre outros. A geração dos resíduos no cotidiano de obra é variável, conforme as fases da obra. A Figura 8 apresenta os dados do volume de resíduos sólidos somados, em m^3 , gerados no mês de junho e julho de 2023 da obra, para as tipologias entulho cinza, EPI usado, madeira, papel e derivados, plástico e derivados e sucata metálica.



Fonte: As autoras

A Figura 8 mostra que no mês de junho e julho de 2023 o volume de resíduos sólidos gerados na obra foi de $115 m^3$, sendo que o entulho cinza corresponde a 52% do volume de entulho gerado e 31% pela madeira.

Como o entulho cinza é um material nobre e pode gerar subprodutos, a equipe gestora deve buscar soluções para seu reaproveitamento, seja na economia ou ganho social caso possa ser doado para reciclagem em entidades filantrópicas.

A obra possui triturador de entulho de construção (Figura 9), ou moedor de entulho, que é uma solução sustentável pois proporciona a eliminação de resíduos combinada ao reaproveitamento de materiais. O uso de resíduos triturado na obra gera um subproduto similar a brita natural ou areia, não necessitando de aquisição de parte deste tipo de insumo, evitando custos com transporte externo e descarte do material. Está em fase de análise financeira a economia gerada na obra com o uso desse material na estabilização de solo exposto, reaterro da cortina, compactação junto com terra próximo a rampa e demais usos não estruturais.



Figura 9: Processo de trituração de resíduos cinzas na obra.



Fonte: Coleção particular

O índice de geração de resíduos medido em $\text{m}^3/\text{trabalhador}/\text{mês}$ acumulado de agosto de 2022 a julho de 2023 foi de 0,6. Para uma área construída total de 3392 m^2 temos um índice de geração de resíduos médio no período de $0,00017 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

Pinto (1999) e Monteiro et al. (2001) concluíram que a taxa de geração de resíduos de construção encontra-se na ordem de 150 a $300 \text{ Kg}/\text{m}^2$ de área construída.

Silva et al. (2017) avaliaram os resíduos sólidos de um edifício residencial em área total de 13194 m^2 sendo gerado, em média, 3 mil toneladas de resíduos, equivalente a 569 caçambas durante a construção do empreendimento. O volume total de resíduos coletados durante a execução da obra foi de 2845 m^3 , o que corresponde a $0,21562 \text{ m}^3/\text{m}^2$. O volume médio gerado de resíduo foi de $235 \text{ kg}/\text{m}^2$.

Caron e Lockstein (2021) avaliaram a geração de resíduos provenientes da construção civil em residências unifamiliares na cidade de Joaçaba onde verificaram que a taxa de geração de RCC foi de $43,24 \text{ kg}/\text{m}^2$, sendo fundamental a realização de cursos para a capacitação dos profissionais, a elaboração de projetos padronizados e o uso de novas tecnologias. As pesquisadoras verificaram que 63% dos resíduos coletados são classificados como Classe A e 37% como Classe B.

Marques Neto e Schalch (2010) avaliaram a situação da gestão dos resíduos de construção e demolição (RCD) na cidade de São Carlos-SP, em aspectos como quantidades produzidas, composição e áreas de descarte irregular. Para o dimensionamento da produção média dos RCD e sua produção per capita, foram utilizados três parâmetros de cálculo: produção por obras aprovadas pelo município, movimento de carga das empresas coletoras e volume descartado em aterro. A taxa de geração utilizada para o cálculo da produção por áreas licenciadas foi de $137,02 \text{ kg}/\text{m}^2$, taxa foi obtida a partir do levantamento da produção de RCD em algumas obras da cidade.

Segundo Careli (2014), as obras residenciais que utilizam processos construtivos convencionais, ou seja, estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação geram cerca de



0,10 a 0,15 m³ de RCC/m² de área construída. Em relação a este aspecto, Careli (2014) afirma que entre os serviços que mais contribuem com essa porcentagem se referem a alvenaria, concreto, argamassas e cerâmicas, que representam 50% do volume de RCC das construções, na sequência está a madeira com um percentual de 30%, 10% ao gesso, 7% para papéis, plásticos e metais e 3% são constituídos de resíduos perigosos e outros resíduos não recicláveis.

Pode-se observar que os resíduos da construção podem ser reduzidos significativamente a partir de medidas eficientes, como a capacitação dos profissionais da construção civil, a elaboração de projetos padronizados e o uso de novas tecnologias. Essa redução impacta positivamente nas questões ambientais e ainda reduz os custos das edificações, contribuindo com as questões econômicas ligadas ao setor da construção civil.

Os resíduos sólidos gerados na obra podem ser reciclados no próprio canteiro de obra ou serem levados para as destinações apropriadas, nos quais poderão ser reutilizados e apenas em último caso, serem levados para o aterro. O equipamento de trituração existente na obra ajuda na preservação dos recursos naturais e minimiza os impactos ambientais.

4 CONCLUSÃO

O estudo trata do processo de gerenciamento de resíduos sólidos de um edifício na cidade de Brasília considerando a necessidade de otimizar a gestão ambiental gerada no processo construtivo.

Observa-se no estudo que a obra atende aos requisitos da Resolução nº 307 do CONAMA (Brasil, 2002) sendo identificado o planejamento de todo o processo como armazenamento, reciclagem, rastreamento e destinação final.

Pode-se observar que o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da obra avaliada é bastante complexo e exige a participação colaborativa de todos, desde os gestores aos colaboradores, aplicando programas de conscientização para garantir o comprometimento necessário para a eficácia do processo. A sensibilização é utilizada no sentido de valorizar as pessoas para destacar a importância do tema, introduzindo informações relevantes de maneira a evitar resistência do trabalho a ser desenvolvido.

Observa-se a necessidade de desenvolver soluções para viabilizar o processo de reciclagem dos resíduos cinzas da construção civil, por ser este o maior volume de resíduo gerado na obra avaliada. A obra possui um triturador de entulho que permite a reciclagem de



entulhos gerados durante a construção, diminuindo a necessidade de transporte e deposição em aterros sanitários.



REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, nº 117-E, 19 jun. 2001. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=275>. Acesso em: 17 jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, nº 136, 17 jun. 2002. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso em: 17 jun. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 21 jun. 2019.

CARELI, Elcio. **Resíduos da Construção Civil devem ter destinação e gestão adequada**. AECweb/e-Consturmarket, 2014. Disponível em: <http://www.obralimpa.com.br/index.php/residuos-da-construcao-civil-devem-ter-destinacao-e-gestao-adequada/>. Acesso em: 2 mar. 2021.

CARON, Amanda Zilio; LOCKSTEIN, Scheila. Metodologia de quantificação e análise de geração de resíduos provenientes da construção civil em residências unifamiliares na cidade de Joaçaba – SC. *Conhecimento em Construção*, Joaçaba, v. 8, 2021.

CONGRESSO DE ADMINISTRAÇÃO UNICATHEDRAL, II, Competências profissionais para o século XXI, 2020, Mato Grosso. **Anais [...]**. Barra do Garças, 2020. Análise da implantação da ferramenta 5S e da melhoria do dia a dia do trabalho de colaboradores no setor administrativo da empresa Casa do Corta Pau: DIELO, Claudia Campos Leite; SILVA, Jéssica Cristina Rodrigues da; ABREU, Laura Núbia Penquis; LIMA, Priscilla Ferreira de; GOLIN, Rossano Figueiredo.

MACIEL, Jussara Socorro Cury. **Alternativas sustentáveis de gestão ambiental na construção civil em Manaus**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade) – Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade, Universidade de Manaus, Amazonas, 2003.

MARQUES NETO, José da Costa; SCHALCH, Valdir. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição: Estudo da Situação no Município de São Carlos-SP**. *Revista UMinho Engenharia Civil*, Universidade do Minho, Portugal, n. 36, 2010. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n36/Pag.41-50.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2021.



MAZUR, Joyce. **Resíduos sólidos da construção civil e a logística reversa no canteiro de obras vinculados à saúde e segurança do trabalhador**. 2015. 51 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialista no curso de pós-graduação em engenharia de segurança do trabalho) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2015.

MINISTÉRIO DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE (BRASIL). **Portaria MMA N° 280, de 29 de junho de 2020**. Manifesto de transporte de resíduos – MTR nacional. Publicada no Diário Oficial da União em 30/06/2020.

MONTEIRO, José Henrique Penido; FIGUEIREDO, Carlos Eugênio Moutinho; MAGALHÃES, Antônio Fernando; MELO, Marco Antônio França; BRITO, João Carlos Xavier; ALMEIDA, Tarquínio Prisco Fernandes de; MANSUR, Gilson Leite. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, IBAM, 2001. 195 p.

NOGUEIRA, Cristiany da Silva. **Gestão de Resíduos da Construção Civil**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 11, Vol. 10, pp. 67-84, 2020. ISSN: 2448-0959. DOI:10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/arquitetura/residuos-da-construcao

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

SILVA, Welighda Christia; SANTOS, Gilmar Oliveira; ARAUJO, Weliton Eduardo Lima. Resíduos sólidos da construção civil: caracterização, alternativas de reuso e retorno econômico. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 6, 2017. DOI: 10.19177/rgsa.v6e22017286-301

YIN, Robert K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2015.