

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA**

**DESPERDÍCIO DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE E
PROPOSTA DE BOAS PRÁTICAS PARA GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS
RESÍDUOS**

PAULO DE TARSO DE AZEVEDO

Dissertação apresentada à Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP) como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade.

Linha de Pesquisa: Gestão de sistemas urbanos e inovação tecnológica na perspectiva da sustentabilidade.

Orientador: Prof. Dr. Ednilson Viana

Versão Revisada

São Paulo
2023

DESPERDÍCIO DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE E PROPOSTA DE BOAS PRÁTICAS PARA GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RESÍDUOS

PAULO DE TARSO DE AZEVEDO

Dissertação apresentada à Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP) como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade.

Linha de Pesquisa: Gestão de sistemas urbanos e inovação tecnológica na perspectiva da sustentabilidade.

Orientador: Prof. Dr. Ednilson Viana

Versão Revisada

São Paulo
2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação

Ficha elaborada pelo Sistema de Geração Automática a partir de dados fornecidos pelo(a) autor(a)
Bibliotecária da FSP/USP: Maria do Carmo Alvarez - CRB-8/4359

azevedo, Paulo de Tarso de Azevedo
DESPERDÍCIO DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE E
PROPOSTA DE BOAS PRÁTICAS PARA GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS
RESÍDUOS / Paulo de Tarso de Azevedo azevedo; orientador
Ednilson Viana . -- São Paulo, 2023.
72 p.

Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Saúde Pública da
Universidade de São Paulo, 2023.

1. Resíduos da Construção Civil, RCC. 2.
Sustentabilidade. 3. Desperdício. I. , Ednilson Viana,
orient. II. Título.

TARSO AZEVEDO, P. **Desperdício de materiais na construção civil: análise e proposta de boas práticas para a gestão sustentável dos resíduos** 2023. 75p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Aprovado em: 22 de junho de 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr.	Ednilson Viana
Instituição:	Faculdade de Saúde Pública - USP
Julgamento	
Prof. Dr.	Creusa Sayuri Tahara Amaral
Instituição:	Universidade de Araraquara - UNIARA
Julgamento	
Prof. Dr.	Giuliana Mondelli
Instituição:	Universidade Estadual Paulista – UNESP
Julgamento	
Prof. Dr.	Bruna Fernanda Faria Oliveira
Instituição:	Universidade Federal de Uberlândia
Julgamento	

*“A vida é combate,
Que os fracos abate,
Que os fortes, os bravos
Só pode exaltar!”*

Gonçalves Dias

RESUMO

TARSO AZEVEDO, P. **Desperdício de materiais na construção civil: análise e proposta de boas práticas para a gestão sustentável dos resíduos** 2023. 75p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Esta dissertação destaca a importância da indústria da construção civil na economia global e enfatiza o papel crucial do setor no gerenciamento e minimização do desperdício de resíduos gerados em uma obra de médio porte vertical com finalidade residencial, que é um passo além do desperdício de matéria prima que resulta na geração de resíduos. Os objetivos específicos é identificar a quantidade de resíduo de construção civil (RCC) gerado por m² em cada uma das obras estudadas, caracterizar os fatores que influenciam no desperdício de RCC e por fim, elaborar um guia de boas práticas na construção civil. Devido ao aumento das atividades construtivas, a geração de resíduos sólidos tem crescido proporcionalmente, o que demanda estudos aprofundados sobre a gestão desses resíduos no setor. A falta de capacitação técnica e conscientização dos profissionais do setor tem contribuído significativamente para o desperdício de matéria-prima e a geração excessiva de resíduos. A construção civil é a maior consumidora de recursos naturais não renováveis, e o uso de métodos e procedimentos obsoletos, ainda hoje agrava ainda mais o problema do desperdício de resíduos. No contexto da região de Mogi das Cruzes (SP), a dissertação identifica várias possibilidades de destinação final dos resíduos gerados na construção civil, evidenciando o potencial de reaproveitamento e a contribuição para a redução da pressão antropogênica sobre o meio ambiente nesta localidade. O objetivo principal desta pesquisa é contribuir para a área de conhecimento da construção civil, aumentando a eficiência nos canteiros de obras e, conseqüentemente, reduzindo o desperdício de resíduos. Com foco na questão do desperdício de resíduos, sabendo que este pode ser reaproveitado na própria obra ou enviado a usinas transformadoras foi possível. A dissertação reforça a importância de desenvolver e implementar práticas sustentáveis no setor de construção civil, a fim de garantir a preservação dos recursos naturais para as gerações futuras e promover uma abordagem mais responsável e consciente no gerenciamento dos resíduos gerados nesta indústria. Este projeto gerou, como um produto um guia de boas práticas na construção civil de obras residenciais verticais, concluindo que há possibilidade de promover avanços na melhoria da qualidade da mão de obra em todos os níveis, reduzindo o impacto ambiental em concordância com o desenvolvimento sustentável do setor.

Palavras-chave: RCC, gestão de resíduos, sustentabilidade.

ABSTRACT

TARSO AZEVEDO, P. **Waste of materials in civil construction: analysis and proposal of good practices for sustainable waste management** 2023. 75p. Dissertation (Master of Science degree) – University of São Paulo, São Paulo, 2023.

This dissertation highlights the importance of the civil construction industry in the global economy and emphasizes the crucial role of the sector in the management and minimization of the waste of waste generated in a medium-sized vertical work with a residential purpose, which is a step beyond the waste of raw materials. which results in the generation of waste. The specific objectives are to identify the amount of civil construction waste (RCC) generated per m² in each of the works studied, to characterize the factors that influence the waste of RCC and finally, to elaborate a guide of good practices in civil construction. Due to the increase in construction activities, the generation of solid waste has grown proportionally, which demands in-depth studies on the management of this waste in the sector. The lack of technical training and awareness of professionals in the sector has contributed significantly to the waste of raw materials and the excessive generation of waste. Civil construction is the biggest consumer of non-renewable natural resources, and the use of obsolete methods and procedures, even today, further aggravates the problem of lost waste. In the context of the region of Mogi das Cruzes (SP), the dissertation identifies several possibilities for the final destination of waste generated in civil construction, highlighting the potential for reuse and the contribution to reducing anthropogenic pressure on the environment in this location. The main objective of this research is to contribute to the area of knowledge of civil construction, increasing efficiency at construction sites and, consequently, reducing waste. Focusing on the issue of lost waste, knowing that it can be reused on site or sent to processing plants was possible. The dissertation reinforces the importance of developing and implementing sustainable practices in the civil construction sector, in order to guarantee the preservation of natural resources for future generations and to promote a more responsible and conscious approach in the management of waste generated in this industry. This project generated, as a product, a guide to good practices in the civil construction of vertical residential works, concluding that there is the possibility of promoting advances in improving the quality of labor at all levels, reducing the environmental impact in accordance with sustainable development of the sector.

Keywords: RCC, waste, waste management, sustainability

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Norma Técnica

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

GRCC – Gerenciamento de Resíduo da

Construção Civil IBGE – Instituto Brasileiro de

Geografia e Estatística IDH – Índice de

Desenvolvimento Humano

M² - Metro Quadrado

MTR – Manifesto de Transporte de Resíduo

PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na

Construção Habitacional

PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduos da

Construção Civil PGRS – Plano de Gerenciamento de

Resíduos Sólidos

QUALIHAB - Programa da Qualidade da Habitação

Popular RCC – Resíduos da Construção Civil

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SEDEU - Secretaria Estadual de Desenvolvimento Urbano

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Perguntas norteadoras	12
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
3. METODOLOGIA	21
3.1.1 Felicitta	22
3.1.2 Amaranto	24
3.2 Identificação da quantidade de RCC gerada por m² nas obras avaliadas	26
3.3 Caracterização dos fatores que influenciam no desperdício de RCC em obras na região de Mogi das Cruzes	27
3.4 Elaborar um guia de boas práticas na construção civil	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Geração e Gerenciamento dos RCC	28
4.1.1 Felicitta	28
4.1.2 Amaranto	33
4.1.3 Comparação entre as obras	37
4.2 Processo produtivo das obras	38
4.2.1 Concretagem	38
4.2.2 Instalação hidráulica	45
4.2.3 Instalação elétrica	47
4.2.6.1 Armazenamento inadequado	59
4.2.6.2 Resíduo de lata de tinta	61
4.2.6.3 Resíduos mistos	62
4.3 Destino dos resíduos	64
4.4 Guia de boas práticas na construção civil	65
5. CONCLUSÕES	70
REFERÊNCIAS	72

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tem grande relevância na economia mundial, na melhoria das infraestruturas urbanas e na redução do déficit habitacional. Além disso, a construção civil influencia de forma significativa a qualidade de vida das pessoas nos centros populacionais, uma vez que é base para as mais diversas atividades econômicas subsequentes. No entanto, o aumento das atividades construtivas em uma região pode ser diretamente proporcional à geração de resíduos sólidos (KARPINSKI, 2009). De acordo com dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (2019), a construção civil representou cerca de 50% dos investimentos brasileiros em 2019, com a maior parcela dos recursos destinada ao financiamento de novos empreendimentos (privados ou públicos). Este cenário demonstra a importância de estudos voltados para a gestão dos resíduos gerados no setor.

Os projetos arquitetônicos urbanos, que desde a sua concepção buscam inserir e trabalhar com inovações tecnológicas previamente estudadas, ainda contrastam com a mão de obra executante disponível no mercado nacional (JOHNSEN; DREVLAND, 2016). Era bastante comum encontrar profissionais não capacitados (i.e., sem preparo técnico) e que nem ao menos concluíram as primeiras etapas do ensino fundamental (KARPINSKI, 2009). A falta de preparo da mão de obra executante e a ausência de conscientização por parte dos trabalhadores e dos gestores das empresas que executam os serviços construtivos corroboram para o desperdício de matéria prima e para a geração de maiores quantidades de resíduos na execução das obras (ARAÚJO, 2008). Mendoza, Altabella e Izquierdo (2016) apontaram que, no Brasil, pequena parcela do desperdício e dos resíduos gerados nas obras é reaproveitada, tornando a prática uma atividade não sustentável. Tais perdas de materiais têm sido, ainda, tema de discussões importantes para a redução de custos de produção e aproveitamento de recursos disponíveis (Pinho, 2013; Viana et al., 2012).

A construção civil é uma das maiores consumidoras de recursos naturais não renováveis do planeta e, ainda assim, as pessoas envolvidas nos projetos construtivos permanecem há décadas optando por aplicar métodos e procedimentos antiquados e obsoletos, tanto no lidar com o desperdício dos

materiais quanto com o despreparo das pessoas (JOHNSEN; DREVLAND, 2016). Por sua vez, apesar dos pequenos e médios empreendimentos impactarem menos o meio ambiente em comparação com os grandes empreendimentos, estes promovem impactos ambientais significativos em razão da elevada área urbana que ocupam. Além disso, os grandes construtores geralmente são controlados e melhores regulados pelas autoridades e políticas públicas, o que promove avanços na forma de gerir os projetos e disciplinar as atividades do setor (KARPINSKI, 2009). Neste contexto, o presente trabalho teve a finalidade geral contribuir para a área de conhecimento da construção civil, aumentando a eficiência nos canteiros de obra e, conseqüentemente, reduzindo os desperdícios de materiais.

1.1 Perguntas norteadoras

Desta forma, o presente trabalho segue o fio condutor pela busca das respostas às seguintes questões:

- a. Quais os principais tipos de resíduo gerados e a quantidade em uma obra residencial vertical de médio e alto padrão?
- b. Qual a quantidade de resíduo gerada em uma obra residencial vertical de médio e alto padrão?
- c. Quais os principais fatores de desperdício dos resíduos dentro de uma obra residencial vertical de médio e alto padrão?
- d. Quais as principais ações para evitar o desperdício de material dentro das obras estudadas?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

A presente pesquisa objetivou identificar os desperdícios de resíduos da Construção Civil (RCC) em duas construções civis (obras residenciais) na cidade de Mogi das Cruzes (SP) e elucidar boas práticas na execução das obras atinentes à sustentabilidade.

1.2.2 Objetivos específicos

- (i) Identificar a quantidade de RCC gerado por m² em cada uma das obras avaliadas;
- (ii) Caracterizar os fatores que influenciam no desperdício de RCC em obras na região de Mogi das Cruzes;
- (iii) Elaborar um guia de boas práticas na construção civil.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Construção civil e desperdício de resíduos sólidos no setor

No âmbito geral, as obras da construção civil podem ser definidas como um projeto, dado que tratam de um esforço temporário empreendido no intuito de criar um produto. Ademais, de acordo com a CONSTRUBUSINESS (2001), a indústria da construção civil pode ser classificada em cinco subsetores: (i) edificações: construção de edifícios comerciais, residenciais, industriais e institucionais; (ii) construção pesada: construção de infraestrutura (e.g., rodovia, ferrovia, obras de saneamento, barragens, dentre outras); (iii) material de construção: produção e comercialização de materiais a serem utilizados nos subsetores de construção pesada e edificações; (iv) bens de capital: produção de bens de capital para a construção; e (v) montagem industrial e serviços diversos: envolve bases civis de indústrias, transações imobiliárias, reformas e manutenção de imóveis e serviços técnicos.

A definição de desperdício de material é uma perda, ou utilizar algo em excesso e sem necessidade ou aproveitamento efetivo. O presente trabalho tratará somente o desperdício de material nas obras, seja este material os insumos ou também os resíduos, uma vez que já sabemos que resíduo de obra pode ser utilizado em outros setores da cadeia de produção desde que seja separado dos demais no momento da geração. Nos setores da construção civil citado acima, desperdícios de materiais podem ocorrer em diferentes fases dos empreendimentos, como, por exemplo, na execução, principal etapa avaliada no presente trabalho. Nesta etapa, o desperdício de material é definido como a diferença entre a quantidade prevista no projeto e a quantidade efetivamente consumida (Souza et al., 1998). De acordo com Santos e Santos (2017), existem vários tipos motivos de perdas de eficácia na fase de execução que resultam em desperdício, são eles: O imprevisto, a falta de terminalidade e o retrabalho.

O resíduo da construção civil é classificado pela Resolução Comana 307 de 2002 e suas alterações (BRASIL,2002), define que resíduos do grupo A e B podem ser reutilizados ou reciclados, portanto, o desperdício de RCC trata-se, sobretudo, de um segundo tipo de desperdício que é resultado do reflexo da ineficiência em aplicar medidas de reutilização dos materiais dentro da própria

obra. De acordo com Vieira (2019), os responsáveis pela ineficiência da reciclagem ou reutilização deste resíduos em obras residenciais verticais, são os engenheiros civis, seguidos pelos arquitetos, técnicos de edificações e auxiliares de engenharia. A constante mudança do corpo administrativo pode gerar, ainda, um problema de continuidade e qualidade, principalmente se a pessoa que assumir a obra não possuir o conhecimento necessário sobre o projeto e os processos de gestão envolvidos. Além disso, as empresas com certificação de qualidade têm mais eficácia nos métodos de controle dos resíduos do que as não certificadas.

A Tabela 1 apresenta um resumo da taxa média de desperdício de materiais em uma obra civil. No geral, os RCC que não podem ser reaproveitados na obra, cuja a reciclagem é possível, é tratado como subproduto, considerado matéria prima para outros diversos processos produtivos.

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)

2.2 Classificação e gestão dos Resíduos de Construção Civil (RCC)

Os excedentes sólidos gerados na construção civil são denominados Resíduos da Construção e Civil (RCC) ou Resíduo da Construção ou Demolição (RCD), conforme a Resolução Conama 307 (BRASIL 2002), e são classificados de acordo com as atividades que os originam: (i) resíduos de construção - originados de construção nova; (ii) resíduos de demolição de estruturas civis e

pavimentos; e (iii) resíduos provenientes da renovação e reabilitação.

Apesar da geração e desperdício de tais resíduos sempre terem causado preocupação nos gestores municipais e ambientais, durante muito tempo não existiam cuidados com o excedente sólido na construção civil e, ainda, o setor desconhecia a grandeza do impacto direto e indireto que a disposição inadequada causava sobre o meio ambiente. O cenário começou a mudar quando a crescente preocupação da sociedade com as questões ambientais e a busca de um desenvolvimento sustentável tornou-se cada vez maior, pressionando as políticas públicas a se movimentarem no intuito de reverter e diminuir os prejuízos ambiental e social causados pela atividade.

Considerando a necessidade de diretrizes, critérios e procedimentos, para uma efetiva redução do impacto dos resíduos oriundos da construção civil, publicou-se a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 307/2002 (BRASIL, 2002) e, posteriormente, as suas alterações 431/2011 e 448/2012, que mudaram a classificação de alguns resíduos como o gesso e o amianto. No geral, além de fornecer diretrizes acerca dos RCD, a resolução classifica os resíduos da construção civil em quatro grupos: Grupo A - recicláveis como agregados (e.g., concreto, tijolo, argamassa, entulho, blocos, solos de terraplenagem ou terraplanagem, dentre outros) (BRASIL, 2002); Grupo B - recicláveis para outras destinações (e.g., plástico, papelão, papel, vidro, madeira, metal e gesso) (BRASIL, 2002) (o gesso foi adicionado no Grupo B pela Resolução CONAMA nº431 [BRASIL, 2011]); Grupo C - não tem tecnologia para reciclar ou não são economicamente viáveis para envio a locais de reciclagem, mesmo que recicláveis (BRASIL, 2002); e Grupo D - resíduos perigosos (NBR 10.004) (o amianto foi incluído por meio da Resolução CONAMA nº348 [BRASIL, 2004]).

No entanto, mesmo após a classificação dos resíduos por meio da Resolução CONAMA, o ato de gerenciar os resíduos da construção civil tornou-se obrigatório somente após a instituição da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) por meio do Decreto nº 7.404/2010 alterado pelo Decreto nº 10.936/2022, responsável por regulamentar a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010). A lei define a responsabilidade de um Plano de Gerenciamento de Resíduos devendo ser elaborado com base em um conjunto de ações para solucionar a problemática dos resíduos de acordo com a fonte geradora. Alguns dos princípios

que a lei menciona são: (i) prevenção e precaução; (ii) poluidor-pagador e protetor-recebedor; (iii) desenvolvimento sustentável; (iv) reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania; (v) direito da sociedade à informação e ao controle social; (vi) estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; e (vii) incentivo à indústria da reciclagem tendo em vista fomentar o uso de matérias primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados. No mais, alguns dos instrumentos da PNRS são: (i) planos de resíduos sólidos; (ii) educação ambiental; (iii) coleta seletiva; (iv) sistemas de logística reversa; e (v) acordos setoriais. De acordo com o plano, ainda, a ordem de prioridade no gerenciamento de resíduos deve seguir: (i) não geração; (ii) redução da geração; (iii) reutilização; (iv) reciclagem; e (v) tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Além de seguir as legislações vigentes, uma boa gestão da obra deve ser acompanhada de um gerenciamento adequado dos resíduos, treinando, conscientizando e oferecendo condições favoráveis para a mão de obra promover a separação completa dos resíduos no momento da sua geração, fator fundamental para viabilizar a reutilização e reciclagem (ARAÚJO, 2008). Por se tratar de uma indústria considerada conservadora, na construção civil não se pode utilizar do empirismo de tentativa e erro, uma vez que o erro pode resultar em graves consequências. Essa ideologia dominante e tradicional comum no setor foi um obstáculo para as transformações e os processos de mudanças no setor (CHILD E SMITH, 1997). Os dispêndios destinados à pesquisa e desenvolvimento na área da construção estão substancialmente inferiores em comparação com outros setores. Enquanto os percentuais de investimento variam entre 3,5% e 4,5% nas indústrias automotiva e aeroespacial, na construção esse valor é de menos de 1% da receita. Da mesma forma, os aportes em tecnologia da informação também não atingem o patamar ideal, representando menos de 1% das receitas do setor de construção, apesar do surgimento de diversas soluções de software inovadoras desenvolvidas especificamente para essa área (AGARWAL, CHANDRASEKARAN e SRIDHAR, 2016).

2.3 Cenário brasileiro

Uma das mudanças significativas do setor da construção no Brasil ocorreu em 1996, quando o Governo do Estado de São Paulo, por meio da Secretaria Estadual de Desenvolvimento Urbano (SEDU), baseado nas pesquisas realizadas pela Universidade de São Paulo (USP), lançou o Programa da Qualidade da Habitação Popular (QUALIHAB). Futuramente, por meio da Portaria nº 134 do Ministério do Planejamento e Orçamento, foi instituído o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional (PBQP-H), que buscou proporcionar ganhos na cadeia produtiva da atividade, replicando as experiências bem sucedidas na área da qualidade. Conforme SOUZA (2002), foi nesse período que percebeu-se a necessidade de haver, na região das construções, locais que possam reutilizar os resíduos, pontos de triagem, recicladoras e áreas de transbordo e triagem, importantes para que a cadeia da reciclagem dos resíduos funcione de modo eficiente. Desta forma, para que a reciclagem se torne viável é fundamental uma condição logística favorável, podendo assim, valorar o material que não será transformado ou reutilizado em outras atividades.

Nos últimos anos, tem-se verificado um esforço crescente por parte das empresas brasileiras e do governo nacional para mudar a forma como os RCC são tratados. Antes vistos como um problema ambiental e um custo para a gestão de obras, hoje os RCC são considerados um produto que pode gerar receita e contribuir para a economia circular. Empresas especializadas em gestão de RCC têm se destacado no mercado, oferecendo soluções para a reciclagem e reutilização desses materiais, gerando novos produtos e materiais de construção e diminuindo a quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários. Essa mudança de perspectiva tem sido motivada pela crescente conscientização ambiental e pelas políticas públicas voltadas para a sustentabilidade, como a PNRS supracitada (ABRECON, 2021). No que lhe concerne, em 2021, a região de Mogi das Cruzes (SP), de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2021), possuía uma população estimada de 455 mil habitantes e uma área total de 713,8 km² e contava com: uma usina de reciclagem de entulho (Vidal); uma unidade de fabricação de gesso acartonado (Placo); cooperativas de reciclagem (e.g., Sinal Verde); uma empresa de reciclagem de madeira (Reciclatec); uma usina de fabricação de cimento (Mizu);

e fabricas de tijolos dentro do seu perímetro. Tais viabilidades de destinos finais para os resíduos gerados na construção civil elucidam o potencial de reaproveitamento da região, fatores que influenciam positivamente na redução da pressão antropogênica sobre o meio ambiente, caminhando no sentido do desenvolvimento sustentável, sobretudo na manutenção de recursos naturais para as gerações futuras desempenharem as suas atividades (BRUNDTLAND, 1987; GIBSON, 2006; WU; WU, 2012).

2.4 Mão de obra na construção civil

Um ponto fundamental para o complexo sistema estudado no presente trabalho é a valorização do fator humano, considerada por muitos setores como um imperativo na busca da adaptação ao novo cenário de concorrência e excelência do produto oferecido. Algumas organizações investem em ativos fixos e acreditam que se diminuir o fator humano em suas atividades também diminuirão os desvios e as não conformidades. Porém, outras linhas organizacionais estão se voltando mais para as capacidades intelectuais do que para os ativos fixos. Segundo Abbad, Borges e Andrade (2004), o ser humano é naturalmente orientado pela aprendizagem e o ambiente de trabalho é rico em oportunidade de desenvolver a aprendizagem, porém é preciso motivar os trabalhadores para o interesse em aprender.

Uma organização que valoriza a mão de obra cria um ambiente propício para o aprendizado e motiva os trabalhadores a aprender, tornando-os melhores e mais bem preparados. De modo geral, o aprendizado pode ser obtido de maneira formal, como, por exemplo, por meio de treinamentos e diálogos diários sobre segurança, qualidade, meio ambiente e soluções de problemas, ou de maneira informal, que ocorre cotidianamente no ambiente de trabalho. O resultado do aprendizado pode ser observado diretamente na qualidade do serviço, na organização e na quantidade de resíduo gerado. As organizações que não criam as condições necessárias de aprendizagem podem sofrer de retrocesso organizacional, perda de recursos, retrabalho e piora na qualidade do produto acabado. Portanto, entende-se que o setor de serviços tem dependência exclusiva das competências humanas, sendo necessária a valorização das pessoas para que a atividade siga o caminho correto do desenvolvimento socio ambiental, destacando que a grande maioria dos trabalhadores da construção

civil possui baixa escolaridade, conforme supracitado.

Ademais, no Brasil, na maioria dos casos, as incorporadoras têm subcontratado a mão de obra executante nas construções civis, mantendo apenas o time administrativo como pertencente à incorporadora.

2.5 Terceirização do setor

As empresas terceirizadas de serviços civis são conhecidas como empreiteiras e são contratadas e remuneradas de acordo com as atividades executadas, chamadas de medição (BRENDLI, 1998; VIEIRA, 2019). Tais medições podem ser realizadas diariamente, semanalmente ou de acordo com as partes interessadas (NASCIMENTO, 2018). Verifica-se que a indústria da construção civil fragmenta suas atividades em partes, permitindo que uma mesma empreiteira possa realizar diversos serviços ou ser contratada para apenas uma atividade. Desse modo, ao longo dos empreendimentos, laços entre as diversas empresas são criados, mas são desfeitos ao final do projeto. Como solução, propõe-se a valorização do trabalho do subempreiteiro, resgatando a formação e a qualificação da mão de obra e apresentando uma nova visão da maneira de organizar o trabalho (BRENDLI, 1998; VIEIRA, 2019).

As demandas de trabalho dentro das obras podem necessitar de trabalhadores de maneira imediata. Neste momento, a contratação e subcontratação de mão de obra pode não seguir nenhum crivo especial. De acordo com o Código Civil Brasileiro (Art. 1237), existem duas espécies de empreitada: (i) a empreitada de labor - o empreiteiro recebe do contratante os materiais e contribui apenas com a mão de obra executante - e (ii) a empreitada de material - o empreiteiro executa a obra e também fornece o material necessário. Estudos mais recentes apontaram que, em ambos os casos, a maior quantidade de resíduo é gerada quando o empreiteiro não fornece o material (SOUZA, 2003). Portanto, é fundamental que o empreiteiro tenha responsabilidade e se comprometa a minimizar o impacto ambiental, reduzindo a quantidade de resíduos gerados, mesmo não sendo o fornecedor do material, podendo, assim, garantir a eficiência da gestão e a segurança nas obras.

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do trabalho proposto foi realizado um estudo de caso comparativo sobre desperdícios de RCC em dois edifícios residenciais de Mogi das Cruzes (SP). Basicamente, um estudo de caso se concentra na análise de um objeto unitário e individual, que, neste caso, tem ênfase no desperdício de RCC, auxiliando na compreensão de fenômenos que não estão sob controle do pesquisador, conforme aponta Yin (2015). No mais, a pesquisa é exploratória, pois busca explorar e aprofundar questões relacionadas ao tema estudado. Através da hipótese alternativa, estou investigando se existe uma diferença significativa no nível de desperdício de material entre essas duas obras.

As etapas metodológicas foram divididas em três tópicos principais: (i) seleção e localização das obras; (ii) identificação da quantidade de RCC gerados por m² em cada uma das obras; e (iii) caracterização dos fatores que influenciam no desperdício de RCC em obras na região de Mogi das Cruzes (SP). (iv) elaboração do guia de boas práticas na construção civil.

3.1 Seleção e localização das obras em estudo

A escolha das obras buscou atender critérios que pudessem elucidar o desperdício de materiais sob a forma de resíduos e os fatores que influenciam na sua geração. Em suma, os critérios relacionaram-se (i) ao porte dos edifícios, (ii) ao tipo de construção (vertical residencial), (iii) aos revestimentos interno e externo (com tijolo de concreto), (iv) à quantidade aproximada de área construída por pavimento, (v) à localização dos empreendimentos e (vi) ao padrão social (alto padrão e médio padrão) Entendendo que esta classificação se dá por meio de vários aspectos, como: localização, arquitetura e design, acabamentos e matérias, infraestrutura e tecnologia, valor de mercado, exclusividade e privacidade, tamanho dos apartamentos e número de vagas na garagem. Ambas as obras selecionadas são detentoras do selo de qualidade do Programa Brasileiro da Qualidade e da Produtividade do Habitat (PBQP-H), para ambas as obras foram utilizadas empreitada de labor, o que é prejudicial para a redução de consumo de resíduos, uma vez que a mão de obra executante não é o fornecedor do material a chance de desperdícios de matéria prima ocorrer é maior.

Inicialmente, (i) o porte e (iv) o tamanho da área construída podem refletir

a semelhança na quantidade de resíduos gerados. Empreendimentos com a mesma (v) localização podem sugerir que os parceiros recicladores dos resíduos das obras são os mesmos, cujo padrão de qualidade do material a ser reciclado aceito deverá ser o mesmo. Por sua vez, (ii) a construção vertical residencial tem um papel importante no comparativo das obras estudadas, uma vez que apresenta melhor logística interna no transporte de materiais, como, por exemplo, na retirada de matéria prima. Além disso, os pavimentos nesse tipo de construção são construídos de forma semelhante e a dinâmica interna dos trabalhadores ocorre de maneira repetitiva. No que lhes concernem, (vi) as residências de alto padrão contam com menor desperdício na execução das obras em razão do valor da matéria prima utilizada no acabamento, do maior cuidado na execução do projeto e da mão de obra executante melhor preparada. Por fim, o mesmo (iii) tipo de revestimento (interno e externo com tijolo de concreto) pode indicar a forma de gerenciamento dos resíduos sólidos gerados.

As obras selecionadas e estudadas no presente trabalho foram Felicitta e Amaranto. Maiores detalhes sobre cada um dos empreendimentos estão fornecidos nos itens 4.1.1 e 4.1.2, respectivamente.

3.1.1 Felicitta

O empreendimento Felicitta, médio padrão (Figura 1) localiza-se na Rua Presidente Campos Sales com a Avenida Braz de Pina, no bairro Alto do Ipiranga em Mogi das Cruzes (SP). Felicitta tem área total construída de 17.912,23 m², distribuída em 25 pavimentos, incluindo 3 subsolos, térreo, 19 pavimentos tipo, pavimentos duplex (inferior e superior), casa de máquinas, ático e cobertura geral. No total, foram executados 76 apartamentos (4 por pavimento), servidos por 3 elevadores e uma escadaria. A obra iniciou-se em 2013 e foi finalizada em 2014.

Figura 1 – Edifício Felicitta



Fonte: Disponível em: <https://www.jbianchi.com.br>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

Cada apartamento do pavimento tipo é composto por uma sala de estar, uma sala de jantar, 4 dormitórios (duas suítes e 2 dormitórios), 1 banheiro social, 1 lavabo, uma cozinha integrada com despensa, 1 banheiro de empregada, uma área de serviço e 1 terraço com churrasqueira. Os pavimentos duplex inferiores são compostos por 4 apartamentos (uma sala de estar, uma sala de jantar, uma lareira externa, 1 home office, 1 espaço fitness, 1 lavabo, uma cozinha, 1 dormitório de empregada, 1 banheiro de empregada, uma área de serviço, 1 terraço com churrasqueira e uma escada para acesso ao pavimento superior) por pavimento, também servidos por 3 elevadores e uma escadaria. Por outro lado, os pavimentos duplex superiores são compostos por 3 halls de circulação, 2 elevadores sociais, 1 elevador de serviço, uma caixa de escada e 4 apartamentos (4 dormitórios suítes, 2 closets, uma rouparia, 1 mezanino com pé direito duplo e uma escada para acesso ao pavimento inferior) por pavimento.

Para a construção da estrutura do edifício foram utilizados pilares, vigas e lajes executados em concreto armado, observando-se os projetos específicos, bem como as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). As alvenarias externas e internas de todo o edifício foram executadas em blocos de

concreto ou blocos cerâmicos, assentados com argamassa industrializada, mista de cimento, cal e areia nas proporções devidas ou em placas de gesso acartonado para fechamento de shafts (mochetas ou dutos) de instalações e divisões internas. As paredes das áreas secas foram revestidas com gesso liso ou argamassa produzida em obra ou industrializada. As áreas molhadas foram revestidas com argamassa produzida em obra ou industrializada, recebendo revestimento cerâmico ou pintura acrílica, conforme especificado na seção de acabamentos. Os muros e paredes externas do térreo e mezanino foram revestidos com o acabamento em textura acrílica e a fachada, com argamassa produzida em obra com acabamento em textura acrílica.

Os pisos das áreas comuns foram executados em calçada cimentada ou em pedra decorativa e os outros pisos externos e internos foram confeccionados de acordo com projetos de paisagismo e decorados em pedra, cerâmica esmaltada ou porcelanato, conforme especificado na seção acabamentos. Os pisos dos apartamentos foram executados em contrapiso cimentado, para receber carpete ou piso laminado (nas salas e dormitórios), e piso cerâmico (cozinha, banheiros, área de serviço e banheiro de serviço). Quanto aos forros, estes foram fabricados com placas de gesso e, nos banheiros e no terraço, com painéis de gesso liso, com tabica de borda ou moldura, pintados com látex PVA.

3.1.2 Amaranto

O Empreendimento Amaranto, alto padrão (Figura 2) está localizado no cruzamento das ruas Dona Conceição Malloza e Major Pinheiro Franco em Mogi das Cruzes (SP) e possui área construída de 12.967,87 m². O prédio é composto por 25 pavimentos (2 subsolos, térreo, mezanino, 16 pavimentos tipo, um duplex [inferior e superior], casa de máquinas, ártico e cobertura geral). Há 32 apartamentos tipo e duas coberturas. A obra teve início em 2015 e foi entregue em 2016.

Figura 2 – Edifício Amaranto



Fonte: Disponível em: <https://www.jbianchi.com.br>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

O material utilizado na construção do empreendimento foi alvenaria. As paredes externas e internas foram executadas em blocos de concreto ou blocos cerâmicos, cal e areia, nas proporções devidas, ou em placas de gesso acartonado para fechamento de shafts de instalações de divisões e instalações internas. A esquadilha de madeira e ferragens inclui portas em folhas lisas com acabamento em verniz, batentes e guarnições em madeira maciça com acabamento em verniz, e ferragens de marcas como Arouca, Lafonte, Papaiz ou equivalente. Os revestimentos internos das paredes incluem gesso liso ou argamassa produzida em obra ou industrializada, revestimento cerâmico ou pintura acrílica. O piso e a área comum são compostos por calçada acimentada ou pedra decorativa, e outros tipos de pisos. O piso do apartamento inclui contra piso para assoalho de madeira e piso cerâmico. O forro é composto por placas de gesso ou painéis de gesso liso. O revestimento externo da fachada é de argamassa produzida em obra com acabamento em textura acrílica. O térreo e o primeiro piso incluem muros e paredes com textura acrílica. A impermeabilização é feita com manta asfáltica ou impermeabilizantes. Em resumo, o Empreendimento Amaranto é um edifício de 25 pavimentos com uma área construída de 754,3 m², composto por 32 apartamentos tipo e duas coberturas. A construção utiliza alvenaria como material principal, com paredes executadas

em blocos de concreto ou blocos cerâmicos, cal e areia, ou placas de gesso acartonado. A esquadriha de madeira e ferragens inclui portas, batentes e guarnições em madeira maciça com acabamento em verniz, e ferragens de marcas de alto padrão. Os revestimentos internos incluem gesso liso ou argamassa, revestimento cerâmico ou pintura acrílica. A fachada e as paredes do térreo e primeiro piso possuem textura acrílica. A impermeabilização é feita com manta asfáltica e impermeabilizantes.

3.2 Identificação da quantidade de RCC gerada por m² nas obras avaliadas

A quantidade de RCC gerada nas obras, que não pôde ser reutilizada no local e precisou ser enviada para disposição final ou reciclagem, foi obtida por meio de arquivos de Controle de Transporte de Resíduos (CTR) (também conhecido como Manifesto de Transporte de Resíduos [MTR], seguindo a Lei 12.305/2010 (BRASIL,2010), emitidos para todas as remessas de resíduos que saíram das obras. Uma cópia dos dados encontra-se disponível na empresa A.Azevedo Consulting, cujo autor do trabalho é sócio proprietário. Os dados são públicos e podem ser utilizados para pesquisa.

Neste trabalho, para a quantificação dos resíduos foram consideradas as remessas de resíduos retirada da obra e controlada com o documento de saída, cujo meio acondicionante necessariamente deveria estar completo, para melhor compreensão e resultados mais precisos. Com relação ao transportador, este era a própria empresa recicladora ou transportadora contratada apenas para este fim. Em ambos os casos, o controle de saída de material era realizado. Quanto ao destinador, estes eram empresas recicladoras dos mais variados tipos de materiais ou aterro de resíduos inertes. Os resíduos comuns (resto de alimentos) eram recolhidos pela prefeitura e tinham como destino o aterro sanitário. Por sua vez, a qualidade dos resíduos era aferida por três extratos de visão: (i) vistoria preliminar pelo ajudante geral; (ii) inspeção feita pelo motorista do caminhão e (iii) avaliação realizada pela recicladora.

Após obtido o resultado total da quantidade de RCC gerado em cada obra, este foi dividido pelo m² construído de cada empreendimento.

3.3 Caracterização dos fatores que influenciam no desperdício de RCC em obras na região de Mogi das Cruzes

A identificação dos fatores responsáveis pelo desperdício de RCC em obras na região de Mogi das Cruzes foi realizada cruzando os dados das obras estudadas, o levantamento da quantificação dos resíduos que saiu da obra por meio do controle de transporte de resíduo e se seu destino foi aterro ou reciclagem de acordo com sua classe. Essa análise documental permitiu identificar o perfil das obras quando a geração de resíduos por metro quadrado, diferenciando a que gera mais resíduos e a que destina à reciclagem o material que dela sai, portanto, precisam de mais atenção em relação à gestão dos RCC.

3.4 Elaborar um guia de boas práticas na construção civil

Consiste na elaboração de um guia de boas práticas na construção civil mediante a descrição das experiências e conhecimentos adquiridos em obras estudadas. Com base nessas informações, foram identificados os principais processos, técnicas e ferramentas utilizadas, bem como os desafios e soluções encontradas. As práticas foram organizadas de acordo com as fases do projeto, desde o planejamento até a entrega, foram estabelecidas diretrizes claras e objetivas para cada etapa. Além disso foram feitas recomendações sobre o gerenciamento de recursos humanos, materiais e financeiros, e sobre a adoção de medidas sustentáveis e de segurança no trabalho. Adicionalmente, foram propostas medidas sustentáveis e de segurança no trabalho, visando a promoção de um ambiente construtivo mais seguro e ecologicamente responsável.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Geração e Gerenciamento dos RCC

4.1.1 Felicitta

Na referida edificação, o plano de gerenciamento adotado pela construtora teve como objetivo minimizar a geração dos resíduos e proporcionar aos resíduos gerados a sua reutilização e adequada coleta, armazenamento, tratamento e transporte ao destino final. Para a realização do plano, a empresa contratou os serviços de uma consultoria especializada em meio ambiente, a qual, com base em outras obras, fez uma estimativa da geração de resíduos por fase da construção (i.e., fundação, estruturação, alvenaria e acabamento). Essa estimativa foi feita primeiramente com base na literatura e após o primeiro empreendimento terminado e os resíduos quantificados permitiu compreender as quantidades e os tipos de materiais gerados em cada etapa do processo construtivo, possibilitando a elaboração de estratégias para a redução, reutilização e reciclagem dos RCC.

Conforme pode ser observado na Figura 3 A, em relação à estimativa de resíduos no empreendimento Felicitta, não houve geração de entulho na fase de fundação, houve movimentação pequena de terra que foi realocada dentro do próprio terreno e seu excedente reutilizado para terraplenagem em outra área não sendo quantificada neste trabalho. O entulho, resíduo cinza foi gerados em média (89 m^3), na fase de estruturação da obra (em razão da escavação, das demolições de pilares [i.e., partes do processo de limpeza do terreno] e na concretagem dos pavimentos) e também no acabamento (140 m^3) (em detrimento de recortes e quebras para instalação de portas, janelas, azulejos e piso cerâmico). Na etapa de alvenaria, o volume de entulho gerado (293 m^3) foi significativamente maior comparado com as demais fases iniciais da construção devido à utilização de blocos para a construção das paredes e ambientes dos pavimentos, momento esse que ocorre muitas falhas, retrabalho e erros de construção. Em relação aos resíduos de madeira, verifica-se, na Figura 3A, que ocorreu um pico de geração na fase de estruturação (255 m^3) em decorrência da utilização de diversos materiais à base de madeira para moldar e apoiar as estruturas de concreto. No que tange à quantidade de resíduos de gesso acartonado e gesso liso (Figura 3B), ambos os materiais apresentaram maior geração de resíduos na etapa de

acabamento, na qual ocorreram as atividades de revestimento e instalação de forros e divisórias.

Figura 3 – Resíduos de (A) entulho e madeira e (B) gesso acartonado e gesso liso estimados para a edificação Felicitta

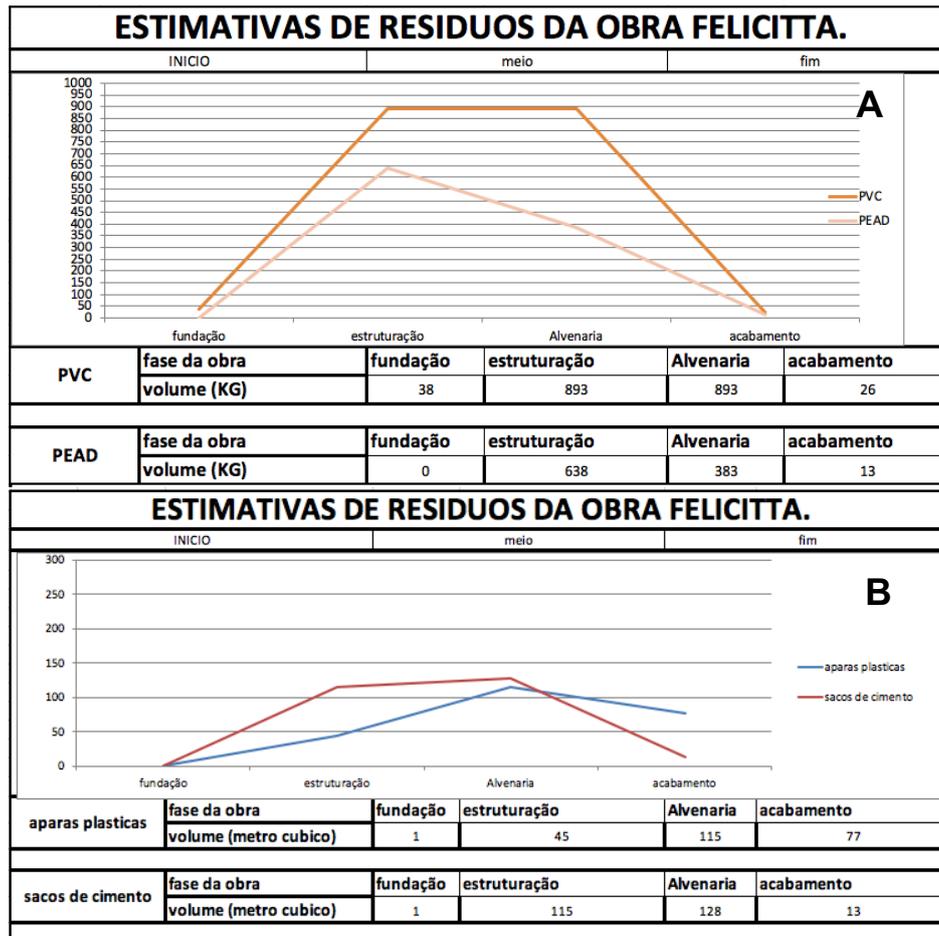


Fonte: Autor (2023)

A estimativa de resíduos gerada é primeiramente realizada por meio de observação de outras obras similares, para a estimativa de PVC e PEAD no edifício Felicitta estão apresentados na Figura 4A. A produção de tais resíduos foi maior durante a fase de estruturação (893 [PVC] e 638 m³ [PEAD]) em função da instalação de tubulações e conexões hidráulicas e elétricas. Por sua vez, as aparas plásticas (Figura 4B) foram mais geradas na alvenaria (115 m³) e no acabamento (77 m³) da obra em razão da utilização de materiais plásticos em diversas aplicações. Já os sacos de cimento e de argamassa (Figura 4B) foram

mais utilizados no revestimento externo após a conclusão da alvenaria (128 m³).

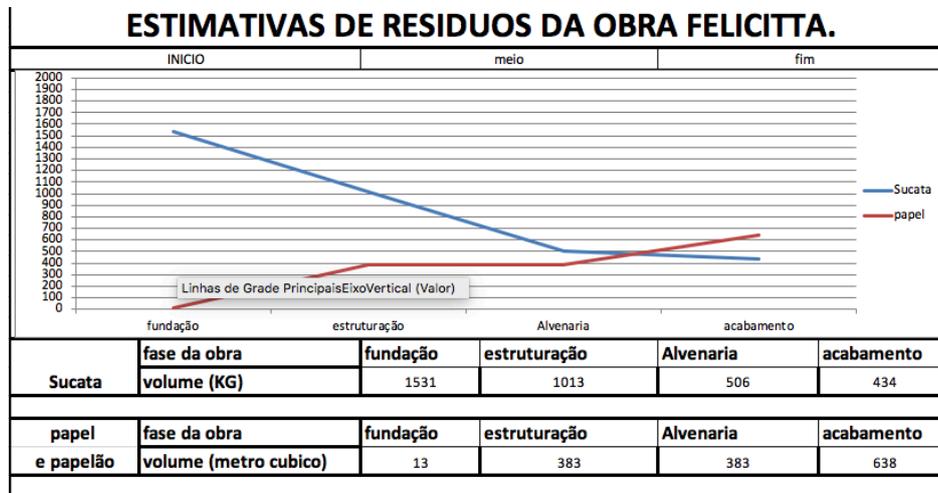
Figura 4 – Resíduos de (A) PVC e PEAD e (B) aparatos plásticos e sacos de cimento estimados para a edificação Felicittá



Fonte: Autor (2023)

Por último, a Figura 5 mostra que o aço teve maior aplicação nas etapas de fundação (1.531 m³) e estruturação (1.013 m³), com consequente maior geração de resíduos, uma vez que o material foi abundantemente empregado em elementos de fixação, ferragens e estruturas metálicas. Por outro lado, a maior ocorrência do uso e geração de resíduos de papel e o papelão (Figura 5) foi na fase de acabamento (638 m³), na qual foram utilizadas embalagens de papel e papelão para transporte e proteção de materiais em geral (e.g., portas, janelas e louça) e equipamentos de grandes dimensões (e.g., elevador e moto gerador).

Figura 5 – Resíduos de sucata de aço e papel/papelão estimados para a edificação Felicitta



Fonte: Autor (2023)

Posteriormente, uma vez conhecida a estimativa da geração de resíduos, foi necessário o treinamento das pessoas envolvidas para o seu correto gerenciamento, atividade relacionada à garantia da manipulação, descarte e reciclagem adequados dos materiais, conforme estabelecido no Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (PGRCC).

Buscando ser eficaz, o treinamento na obra Felicitta visou abranger os seguintes aspectos: (i) conscientização ambiental - é fundamental conscientizar as pessoas sobre o impacto ambiental dos resíduos gerados em diversos processos e a importância de adotar práticas sustentáveis; (ii) legislação e regulamentação - o treinamento deve fornecer informações sobre as leis e regulamentações aplicáveis, garantindo a conformidade e a prevenção de sanções e multas; (iii) identificação e classificação de resíduos - o treinamento deve abordar a classificação dos resíduos e a identificação correta dos materiais, facilitando o processo de separação e destino final; (iv) boas práticas de gerenciamento - é crucial ensinar técnicas e procedimentos adequados para o gerenciamento e descarte de resíduos, incluindo a redução, reutilização e reciclagem; e (v) monitoramento e avaliação - o treinamento deve incluir métodos de monitoramento e avaliação do gerenciamento de resíduos, permitindo a identificação de áreas de melhoria e ajustes necessários.

No empreendimento, o treinamento foi realizado com grupos específicos, uma vez que cada grupo possui responsabilidades e desafios

distintos no gerenciamento de resíduos. Por exemplo, um treinamento para líderes (Figuras 6A e 6B) deve focar na elaboração de políticas, estratégias de logísticas e supervisão geral do gerenciamento de resíduos. Por outro lado, os treinamentos para gesseiros, pedreiros e ajudantes devem enfatizar as práticas específicas dessas atividades, como a segregação e o descarte correto dos resíduos gerados em suas atividades diárias. Já os instaladores elétricos e hidráulicos (Figuras 6C e 6D) precisam receber orientações específicas sobre o descarte de materiais e componentes elétricos e hidráulicos, bem como as práticas seguras de gerenciamento de resíduos nessas áreas.

Figura 6 – (A e B) Treinamento da liderança e (C e D) dos instaladores elétricos e hidráulicos na obra Felicittá



Fonte: Autor (2023)

No total, foram realizados, na obra Felicitta, 4 treinamentos para a liderança e 5 treinamentos para a equipe executante, além de 9 diálogos focados no Desenvolvimento Sustentável e Monitoramento Ambiental (DSMA).

Houve a destinação adequada de diferentes tipos de resíduos gerados durante a construção. Foram enviados 5 m³ de entulho para a recicladora Vidal (~ 10.000 kg de material reaproveitado). Ademais, foram destinados 550 m³ de entulho ao aterro de resíduo inerte Caravelas (~ 1.100.000 kg de resíduos que não puderam ser reutilizados). Outros materiais também foram reciclados, como os 385 m³ (~ 192.500 kg de madeira reciclada), destinados à recicladora de madeira Reciclatec. Os 110 m³ (~ 154.000 kg) de gesso foram reciclados na empresa de cimentos MIZU. A gestão de resíduos da obra destinou 188 m³ (~ 103.325 kg de material reciclado) de resíduos de papel, papelão e aparas plásticas para a empresa de reciclagem Conserv.

Tabela de destinação de Resíduos.

Resíduos de aparas reciclado (kg)	Resíduos Reciclados Entulho (kg)	Resíduos não Reciclados (kg)	Resíduos Reciclados Madeira (kg)	Total de Resíduos Reciclados Gesso(kg)
103.325	10.000	1.100.000	192.000	154.000

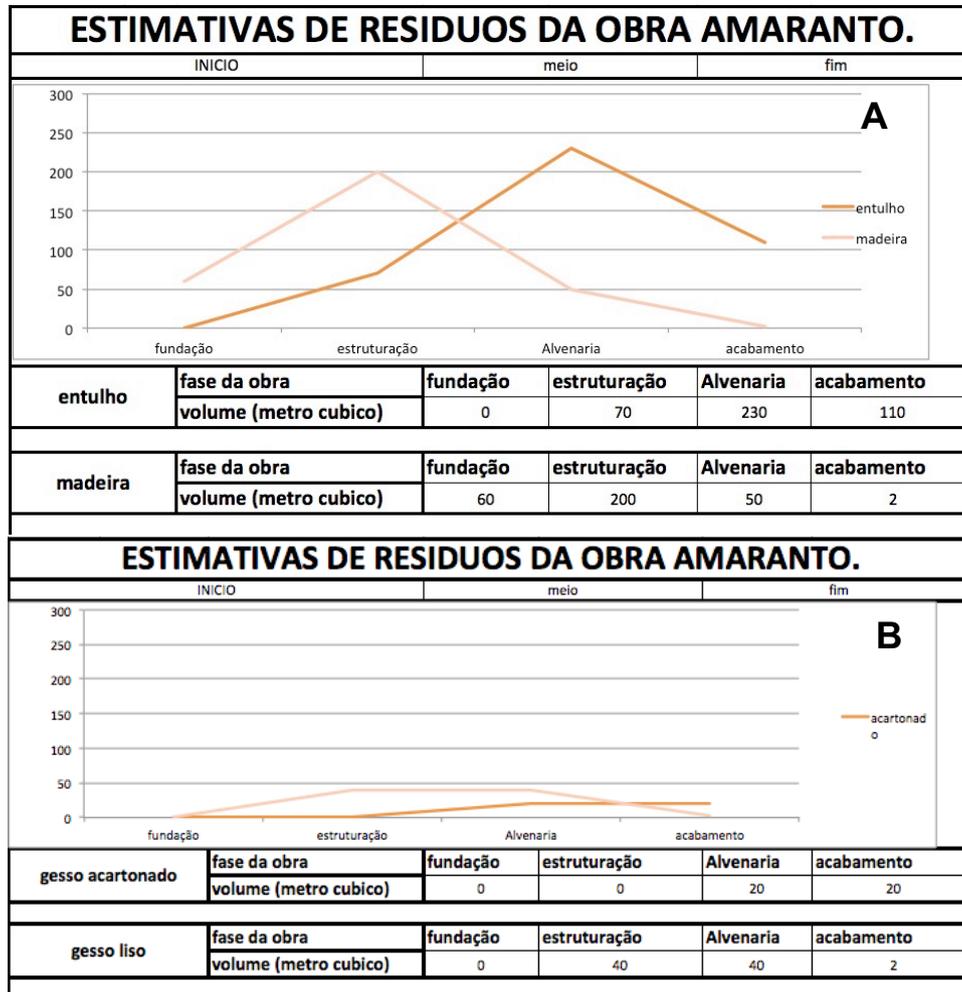
Fonte: Autor (2023)

Tais medidas contribuíram para a redução do impacto ambiental gerado pela construção civil e demonstraram um comprometimento com a sustentabilidade, além de terem promovido a economia circular. A transformação desses resíduos em novos produtos trata-se de uma solução eficiente e econômica para a gestão de resíduos, que pode beneficiar o meio ambiente e a sociedade como um todo.

4.1.2 Amaranto

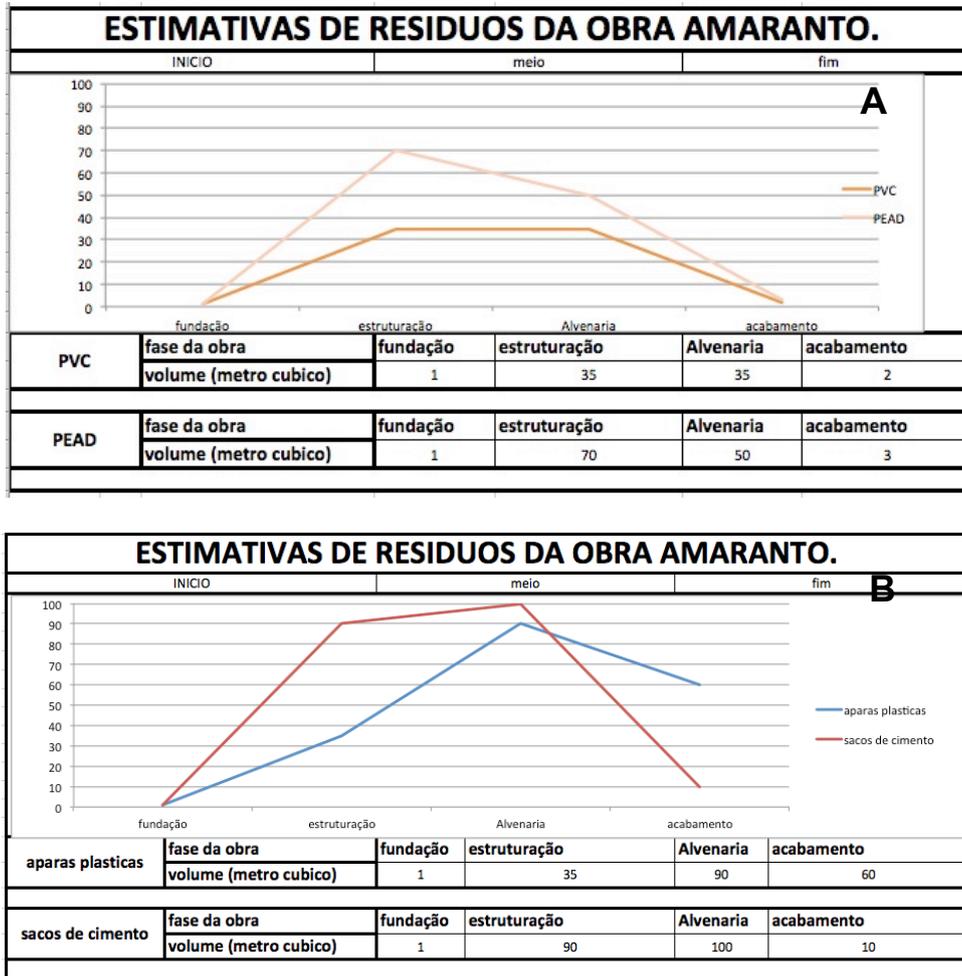
As estimativas da geração de resíduos para o empreendimento Amaranto seguem apresentadas nas Figuras 7, 8 e 9. O perfil e comportamento dos dados obtidos foram discutidos em detalhes no item anterior (5.1.1), uma vez que a geração estimada foi similar nos dois edifícios.

Figura 7 – Resíduos de (A) entulho e madeira e (B) gesso acartonado e gesso liso estimados para a edificação Amaranto



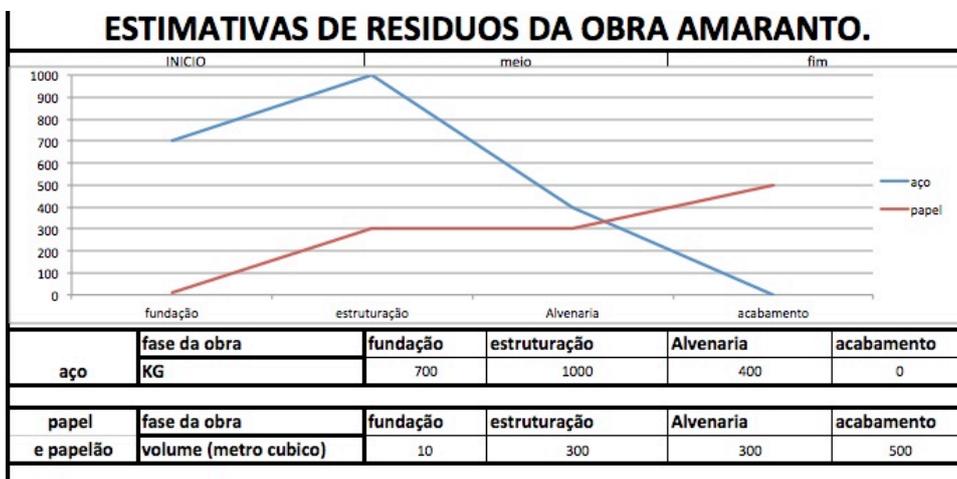
Fonte: Autor (2023)

Figura 8 – Resíduos de (A) PVC e PEAD e (B) aparatos plásticos e sacos de cimento estimados para a edificação Amaranto



Fonte: Autor (2023)

Figura 9 – Resíduos de sucata de aço e papel/papelão estimados para a edificação Amaranto



Fonte: Autor (2023)

Por sua vez, o treinamento na obra Amaranto visou abranger os mesmos aspectos e cumprir os mesmos objetivos que foram apresentados para o empreendimento Felicitta (5.1.1). O treinamento também foi realizado com grupos específicos e algumas imagens estão apresentadas na Figura 10. No total, foram realizados, na obra Amaranto, dois treinamentos para a liderança e 7 treinamentos para a equipe executante. Também foram realizados 17 diálogos focados no DSMA.

Figura 10 – (A) Treinamento da gestão de resíduos, (B) da equipe de gesso e (C) da equipe elétrica



Fonte: Autor (2023)

A gestão de resíduos da obra Amaranto, no geral, apresentou resultados ainda melhores quando comparados com os da obra Felicitta. Observou-se a destinação adequada e um aumento do envio de material para a reciclagem de diferentes tipos de resíduos gerados durante a construção.

Um total de 445 m³ de madeira (~ 222.500 kg) foi destinado à Reciclatec, demonstrando uma melhora em conseguir reaproveitar esse material. Ademais, 320 m³ de entulho (~ 640.000 Kg) foram encaminhados para a recicladora de entulho Vidal, evidenciando um cuidado em separar adequadamente os resíduos e encaminhá-los para o local apropriado. Foram destinados, também, 415 m³ (~ 830.000 kg) de entulho ao aterro de resíduo inerte Caravelas, sem o seu reaproveitamento. Os 70 m³ (~ 98.000 kg de material reciclado para a fabricação de cimento) de gesso foram reciclados na empresa de cimentos MIZU. Além disso, a obra Amaranto também enviou 204 m³ (~ 112.710 kg) de papel, papelão e aparas plásticas para a empresa de reciclagem Conserv, o que demonstra uma preocupação em reduzir a quantidade de resíduos destinados a aterros e fomentar a reciclagem desses materiais.

Tabela de destinação de Resíduos.

Resíduos de aparas reciclado (kg)	Resíduos Reciclados Entulho (kg)	Resíduos não Reciclados (kg)	Resíduos Reciclados Madeira (kg)	Total de Resíduos Reciclados Gesso(kg)
112.710	640.000	830.000	222.500	98.000

Fonte: Autor (2023)

Os benefícios de tais medidas foram amplamente discutidos no item anterior.

4.1.3 Comparação entre as obras

Separando os resíduos não reciclados, enviados para o aterro de resíduo inerte, dos reciclados, tem-se a seguinte comparação entre as obras.

Tabela de comparação das obras.

Empreendimento	Resíduos Reciclados (kg)	Resíduos não Reciclados (kg)	Resíduos Reciclados (%)	Total de Resíduos Gerados (kg)
Felicitta	459.825	1.100.000	29,47	1.559,825
Amaranto	1.903.210	830.000	56,39	1.903.210

Fonte: Autor (2023)

A obra Amaranto apresentou uma maior destinação correta de resíduo gerado comparado com a obra Felicitta, evidenciando que a gestão pode ter sido mais eficiente por diversos fatores como: permanência de mesma equipe administrativa, que foi treinada para a importância da economia de recursos e gerenciamento de resíduos do começo ao final da obra e para estimular a contínua adoção de práticas sustentáveis de economia de recurso, adaptando os procedimentos de qualidade da construção para redução do desperdício de resíduos. Por outro lado a obra Felicitta, segundo os documentos levantados de treinamento e gestão mudou de engenheiro três vezes no decorrer da obra, a equipe não havia sido treinada antes do início da construção, dificultando a implementação das boas práticas de cuidados com os resíduos. Houve um atraso no cronograma da obra devido a um ajuste na fundação, consequentemente reduzindo o prazo das atividades subsequentes.

4.2 Processo produtivo das obras

A construtora responsável pela execução das obras possui fichas de procedimento - PES (Procedimento de Execução de Serviço) -, que descrevem as etapas a serem seguidas em cada fase da construção. Os detalhes estão apresentados na sequência, assim como formas de diminuir a geração de resíduos, de acordo com o que foi observado nos empreendimentos em estudo.

4.2.1 Concretagem

Antes do início dos serviços de concretagem devem ser feitos moldes de madeira ou utilizar moldes pré-fabricados de material resistente em que seja possível reutilizar diversas vezes. É importante garantir que a estrutura

subjacente esteja liberada e as fôrmas estejam executadas e limpas, com desmoldante aplicado e eixos verificados. As armaduras devem estar posicionadas e conferidas, com espaçadores instalados, e as proteções de periferia devem estar instaladas para garantir a segurança dos envolvidos. Além disso, é necessário que todos os equipamentos e equipe de trabalho estejam dimensionados, considerando tempos de ciclo e possíveis interrupções.

As áreas de acesso devem estar delimitadas e desobstruídas e o volume, horário e intervalo entre caminhões devem estar programados junto ao fornecedor de concreto. É importante realizar o controle tecnológico da obra, prevendo a presença de um moldador e, se possível, um tecnólogo para acompanhamento da dosagem. Além disso, as instalações elétricas e equipamentos devem ser testados e o abastecimento de água e energia deve ser garantido. Os gabaritos metálicos ou de madeira para rebaixo de lajes e locação de furos para instalações devem estar posicionados e conferidos, assim como os ganchos para fixação de bandejas de proteção e amarração de equipamentos. Os eletrodutos devem estar posicionados e conferidos e uma equipe de apoio, composta por um armador, um eletricitista e um carpinteiro, deve estar preparada.

Durante a concretagem, é importante proteger as áreas a serem concretadas, sinalizar o trânsito e molhar as fôrmas abundantemente antes da concretagem. O concreto deve ser lançado logo após o batimento, sem intervalo superior a uma hora entre a mistura e o lançamento, e deve ser espalhado com auxílio de pás e enxadas. Caso haja necessidade de um intervalo maior, convém especificar um aditivo retardador de pega, com assessoria de um tecnologista de concreto. A Figura 11 mostra uma concretagem de pavimento.

Figura 11 – Concretagem de Pavimento



Fonte: Autor (2023)

Um produto importante na etapa de concretagem é o desmoldante, comprado, na maioria das vezes, em volume de 200 L, em tambores metálicos, e presente na obra desde o começo da concretagem. Para diminuir o desperdício deste material deve ser criado um cavalete com um registro para que o líquido seja aproveitado ao máximo, reduzindo também riscos ergonômicos no manuseio. A Figura 12 mostra como os tambores, contendo desmoldante, eram armazenados no início da obra Felicitta, onde era comum o derramamento de produto e riscos ergonômicos no momento do manuseio.

Figura 12 – Tambores metálicos espalhados na obra



Fonte: Autor (2023)

A Figura 13 apresenta tambores contendo desmoldante em um cavalete de madeira. É fundamental adotar boas práticas no armazenamento de produtos químicos desde o começo da obra. O desmoldante é um produto bastante viscoso e que pode causar alteração da qualidade do solo e à saúde humana caso não seja armazenado de forma que este produto não fique em superfície impermeável, o contato com outros materiais não tem muito problema pois a composição deste produto é base água. A utilização dos suportes tipo cavalete para armazenar os tambores de desmoldante foi uma boa alternativa para evitar o grande desperdício que ocorre no manuseio deste tipo de produto. Além disso, a utilização de suportes como este é uma maneira eficiente de se evitar a contaminação do solo ou do lençol freático. Isso porque, em caso de vazamento ou ruptura dos tambores, o conteúdo fica contido no cavalete e pode ser facilmente removido sem afetar o meio ambiente.

Figura 13 – Cavalete de suporte de tambores metálicos



Fonte: Autor (2023)

Em relação à madeira, este é um material muito utilizado na fase de concretagem. Com a madeira são feitos os moldes e formas onde futuramente serão as vigas, pilares, escadas, piso, entre outros. Contudo na maioria dos casos as madeiras são utilizadas apenas uma vez. Isso se dá devido ao momento de desforma onde os danos, trincas e quebras acontecem, principalmente em placas de compensado (Figura 14A). Para evitar o desperdício nesta fase, algumas obras optaram por substituir o compensado de

madeira por formas de plástico preto resistente (Figura 14B).

Figura 14 – (A) Resíduo de madeira no pavimento e (B) procedimento de concretagem com formas plásticas



Fonte: Autor (2023)

Para evitar o desperdício e melhorar a qualidade do resíduo de madeira é importante que a madeira não seja suja de tintas e concreto, as quais não poderão ser enviadas diretamente para as caldeiras, necessitando ser enviadas para o beneficiamento em uma usina de reciclagem de madeira. Outro ponto a ser considerado é criar uma baia para pequenos e médios pedaços de madeira que são muito utilizados no decorrer da obra, muitas vezes como escoramento provisório, de preferência na própria oficina de carpintaria que geralmente tem nas obras, com uma serra de bancada, conforme demonstrado na Figura 15.

Figura 15 – Carpintaria e baia de madeira



Fonte: Autor (2023)

No mais, o acondicionamento de grandes volumes de madeira dentro de caçambas deve ser feito de forma organizada e compacta para otimizar o espaço dentro das caçambas, otimizando o espaço e garantindo a segurança no transporte. Tais medidas diminuem o custo com transporte e aumentam o reaproveitamento dos resíduos de madeira.

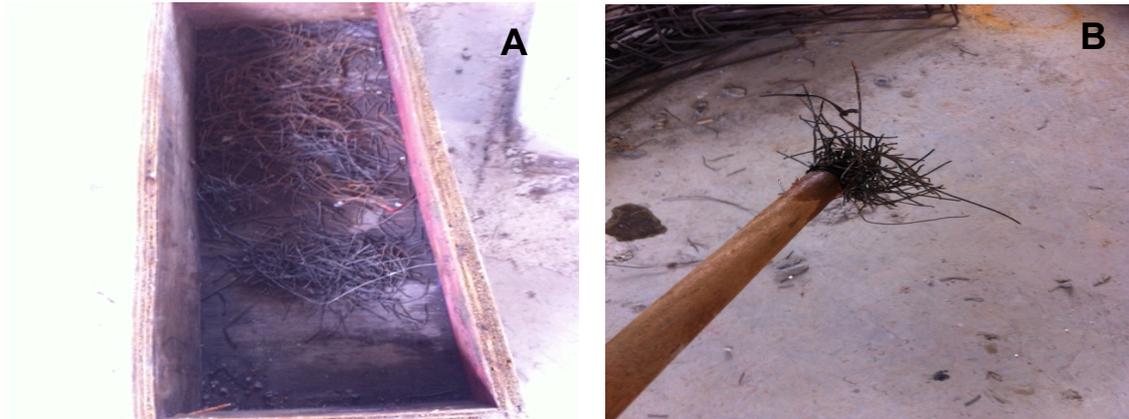
Entende-se que no momento de preparação das formas de madeira é utilizada uma quantidade grande de pregos e arames. É comum que este resíduo fique espalhado em todos os pavimentos. Uma maneira de resolver o problema de desperdício de prego nas obras em estudo foi entregar uma quantidade limitada de prego para cada carpinteiro e distribuir um porta-prego (Figura 16). Ademais, foi colocado nos pavimentos uma caixa de madeira para acondicionar estes pedaços metálicos, restos de arame e pregos (Figura 17A). Para demonstrar o desperdício de pregos e facilitar o recolhimento nos andares foi improvisado um cata-prego com o auxílio de um ímã de neodímio preso a um cabo de vassoura (Figura 17B).

Figura 16 – Cinto de suporte de ferramentas de marceneiro



Fonte: Autor (2023)

Figura 17 – (A) Caixa de prego e (B) cata-prego



Fonte: Autor (2023)

Para finalizar o tópicos de concretagem, ressalta-se que as caçambas de entulho precisam ser preservadas para que o resíduo não seja contaminado com outros. Quando a obra não possui espaço as caçambas, estas são estacionadas na rua e ficam a merce de contaminação por vizinhos, pedestre e outras pessoas que a vem, em muitos dos casos, como uma grande lata de lixo (Figuras 18A e B). Nas obras em estudos, para evitar que este resíduo fosse misturado com outros, o que impossibilitaria a sua reciclagem, as caçambas foram cobertas com uma lona plástica e foram providencias tampas de madeira com a correta identificação do resíduo nela contido (Figuras 18C e 18D),

Figura 18 – (A e B) Caçamba contendo mix de resíduos e (C e D) caçamba de resíduo coberta





Fonte: Autor (2023)

4.2.2 Instalação hidráulica

Antes de iniciar os serviços hidráulicos nas obras, é indispensável verificar se os equipamentos e ferramentas de produção estão em boas condições e de acordo com as normas da NR 10. É importante, ainda, orientar a equipe operacional para seguir este procedimento e informar o engenheiro da obra em caso de divergência com o projeto. O próximo passo diz respeito ao preparo do local para a realização das atividades previstas, cortando os tubos na medida correta entre os pontos de derivação e fazendo a junta com conexão. É preciso fixar as prumadas na laje com concreto e, utilizar braçadeiras para fixação. Para a fixação de ramais na laje, é necessário tomar cuidado com a instalação sob a laje, utilizando apoio intermediário para evitar aquecimento de tubos de PVC. A instalação de ramais sobre áreas impermeabilizadas deve ser feita após a impermeabilização. É importante, também, fechar a tubulação com "caps" feitos na obra para evitar que sujeiras e restos de argamassa entrem na tubulação. Ademais, a parede deve ser preparada para a instalação, executando cortes e aguardando que seja taliscada e esquadrada para o posicionamento correto do ponto acabado.

Os pontos de água devem ser executados de acordo com o projeto hidráulico, a instalação em alguns de pontos servem apenas para fixação e posicionando os pontos de água de acordo com o acabamento final. É preciso fechar a alvenaria das prumadas e garantir que o fechamento seja estanque, especialmente no caso de prumadas de gás. No mais, se especificado em projeto, deve ser executada proteção térmica nas tubulações de cobre.

Na instalação hidráulica para água quente, é importante limpar as

conexões e os tubos, para garantir uma soldagem eficiente, e verificar o ajuste entre a ponta do tubo e a bolsa da conexão antes de executar a junta soldável. Aplica-se uma camada fina e uniforme de adesivo específico para CPVC na bolsa da conexão e na ponta do tubo e encaixar as duas peças (i.e., dar $\frac{1}{4}$ de volta e pressioná-las por aproximadamente 30 s). Por fim, precisa-se remover o excesso de adesivo com um pano e deixar secar. Em caso de junta roscáveis, limpar os produtos, verificar se o padrão de rosca das peças é compatível, aplicar veda rosca no sentido horário sobre a rosca a ser unida e executar a junta roscáveis, realizando aperto manual.

Na instalação hidráulica de água fria, é fundamental preparar os tubos, cortando e chanfrando a ponta, e limpar as superfícies lixadas com solução limpadora, eliminando as impurezas que podem impedir a ação do adesivo. Aplicar-se, com pincel, uma camada fina e uniforme de adesivo, na parte interna da bolsa, cobrindo apenas um terço da mesma e uma camada igual. Juntar as duas peças, forçando o encaixe até o fundo da bolsa, sem torcer, remover o excesso de adesivo e deixar secar. Depois, aguardar uma hora para liberar o fluxo de água e 12 horas para submeter a tubulação à pressão.

Sobre o desperdício de resíduos hidráulicos (PCV), um dos principais motivos na obra é a falta de planejamento adequado, que muitas vezes resulta em cortes excessivos ou em medidas incorretas dos materiais. Quando os pedaços de PVC não são dimensionados corretamente, há aumento na quantidade de resíduos gerados, o que pode impactar negativamente o meio ambiente e aumentar os custos da obra. Além disso, a falta de conscientização dos profissionais envolvidos na construção também contribui para o desperdício do material. Muitas vezes, o PVC é tratado como descartável e sem valor, o que acaba resultando em sua eliminação desnecessária. A falta de informação sobre as possibilidades de reutilização do PVC também é um fator que contribui para o seu descarte desnecessário. A Figura 19 mostra duas maneiras diferentes de acondicionar o resíduo de PVC que ainda podem ser reutilizados na obra.

Figura 19 – Acondicionamento de resíduo de PVC



Fonte: Autor (2023)

4.2.3 Instalação elétrica

No processo de instalação elétrica, é preciso seguir o projeto elétrico/telefônico e complementares, fixando as caixas de passagem de forma estável, garantindo que não se movam durante a concretagem. Além disso, todas as tubulações devem ser presas com arame à armação e a ponta das tubulações deve ser travada dentro das caixas de passagem para evitar que escapem durante a concretagem. As caixas de passagem devem ser preenchidas com serragem ou outro sistema de proteção, para evitar que fiquem cheias de concreto, e limpas após a desforma, quando necessário. É importante prever aberturas na laje para descidas de quadro de luz ou tubulações de prumada e, após a execução do trabalho, limpar o local.

Os pontos de tomada e interruptores, bem como outros elementos definidos em projeto, devem ser marcados na parede, quando aplicável. A abertura da parede, conforme definido em projeto, e/ou alterações solicitadas pelo engenheiro responsável devem ser realizadas para a instalação da tubulação,. É nesse momento que a geração de resíduo de concreto, após a parede pronta, acontece, uma vez que a parede é quebrada para a instalação da infraestrutura elétrica. Por sua vez, para a fixação das caixas de passagem, faz-se necessário prever a espessura do revestimento a ser utilizado na parede. No caso de existirem mais de uma caixa de passagem na mesma altura em uma parede, estas devem ser niveladas e alinhadas. A colocação da tubulação no sulco aberto na alvenaria deve ser realizada após o chumbamento das caixas de

passagem, para economizar material de conduíte e a fixação deve ser feita com argamassa de cal e cimento e/ou gesso, quando necessário. As caixas devem ser preenchidas com papel molhado ou outro sistema de proteção, para evitar entupimentos durante o revestimento, e o local de trabalho deve ser limpo após a execução do serviço.

No que lhe concerne, a etapa de fiação envolve a limpeza de todas as caixas de passagem, tanto do teto quanto da parede, e a passagem da fiação, conforme definido nos projetos de elétrica/telefônico ou complementares. Quando existentes, as emendas devem ser realizadas apenas nas caixas de passagem, sendo bem isoladas e, quando aplicável, utilizando solda de estanho. Posteriormente, a montagem dos quadros exige que estes sejam fixados em prumo e nível, seguindo as especificações de projetos e/ou alterações solicitadas pelo engenheiro responsável. Os quadros devem acompanhar o alinhamento das paredes e a montagem interna deve seguir as orientações do projeto de elétrica e/ou alterações solicitadas pelo engenheiro responsável. A fixação dos cabos e terminais deve ser executada de forma que fiquem bem apertados, sendo reapertados após a conclusão do serviço. O local de trabalho deve ser limpo após a execução do serviço.

Por fim, a colocação dos acabamentos deve ocorrer após a execução do acabamento das paredes e tetos, com a instalação dos acabamentos de elétrica, como tomadas e interruptores. Estes devem ser fixados com parafusos e alinhados corretamente. Em seguida, é necessário testar a instalação com energia para verificar o seu perfeito funcionamento. O quadro de distribuição deve ser identificado e o local de trabalho deve ser limpo após a execução.

Usado com frequência na etapa de instalação elétrica, a redução na geração de desperdícios de PEAD (mangueiras pretas) pode ser obtida pela colocação de molas. O uso de molas torna a modelagem destas mais simples e práticas, evitando que ocorra um vinco na mangueira, o que pode resultar em sérios danos, dificultando a passagem futura dos fios da instalação elétrica (Figura 20). No mais, ao colocar uma espuma no fim das tubulações, conforme a Figura 21, pode-se evitar que as mangueiras sejam entupidas ou contaminadas com o concreto próximo do bocal, evitando perda de material.

Figura 20 – Dobra de mangueira com auxílio de mola



Fonte: Autor (2023)

Figura 21 – Utilização de Espuma Plástica na Instalação Elétrica.



Figura 22 – Mangueira com grande excedente (motivo do desperdício de PEAD)



Fonte: Autor (2023)

No mercado da reciclagem, o PEAD vale mais do que o plástico comum. Portanto, se possível tecnicamente, deve-se separar o PEAD do PVC e conduites. Desta forma, o PEAD pode ser melhor vendido em peso para as empresas de reciclagem.

O fio de cobre (Figura 23), é um material de grande interesse da construtora em razão do alto custo. Os desperdícios podem ocorrer por diversos motivos, tais como a utilização de medidas maiores que as necessárias (os eletricitistas acabam cortando fios com tamanhos maiores do que o necessário para o projeto, pois muitos profissionais preferem trabalhar com medidas maiores para evitar que os fios fiquem esticados demais ou muito curtos, o que pode dificultar a instalação ou a manutenção), sobras muito grandes (pode ser gerada por diversos motivos, como a utilização de fios com tamanhos maiores, erros de cálculo ou falhas no processo de instalação, e, quando acontece, muitos profissionais acabam descartando os fios que sobram), retrabalho e mudanças no projeto (à medida que o projeto avança, é comum que ocorram alterações em relação às especificações iniciais, o que pode gerar a necessidade de novos fios ou até mesmo o descarte dos fios que já foram instalados). Para evitar esse tipo de desperdício, é fundamental que os profissionais envolvidos na instalação elétrica sejam capacitados e estejam atentos a esses fatores, adotando práticas mais conscientes, que saibam ler e entender o projeto e sejam sempre amparados por outros profissionais.

Figura 23 – Resíduos de Fio de Cobre



Fonte: Autor (2023)

Quando enviado para as empresas que compram os resíduos que contém cobre, é comum que seja pago pelo peso total do material, o cobre reciclado vale até 90% do custo do cobre original (DINÂMICA AMBIENTAL, Disponível em: URL. Acesso em: Acesso em: 4 de março de 2023). No entanto, o valor pode ser baixo devido ao revestimento isolante dos fios. Para obter melhor valor na venda do cobre, é recomendável separar o involucro isolante com o auxílio de uma máquina descascadora de fio. Todavia, a maioria das construtoras preferem evitar este tipo de trabalho.

4.2.4 Revestimento interno e externo

O revestimento da fachada acontece após conclusão de toda a alvenaria e os contra marcos chumbados, bem como as instalações elétricas e hidráulicas. A fachada precisa estar protegida com tela de náilon e devem ser instaladas bandejas de proteção. Com o auxílio de uma vassoura de piaçaba e escova de aço, deve ser feita a remoção de sujeiras, tais como materiais pulverulentos, graxas, óleos, desmoldantes, fungos, musgos e eflorescências. Para evitar desperdício de RCC, é importante que, após a realização desta fase, seja realizada uma limpeza completa nas bandejas de proteção. O acúmulo de resíduos diversos impossibilita o reaproveitamento de resíduos na obra, bem como sua reciclagem.

No caso das obras em estudo (Felicitta e Amaranto), a construtora optou pelo processo industrializado das argamassas de revestimento. Neste, com o auxílio de um misturador, a massa semi-pronta é homogeneizada com água e jateada com mangueira de alta pressão. Primeiramente, os furos e rasgos, depressões localizadas de pequenas dimensões e quebra parcial de blocos e ninhos (bicheiras) de concretagem são preenchidos. Ao iniciar o processo sobre a estrutura de concreto, a base deve ser umidecida e deve ser coberta totalmente, de forma que a textura final do chapisco resulte numa película rugosa, aderente resistente e contínua. Já para revestimento sobre a alvenaria, a base deve ser umidecida, se necessário, e coberta parcialmente, para que a textura final também permaneça rugosa, aderente e resistente. Em seguida, é necessário transferir os eixos principais de locação do edifício para a laje de cobertura e locar os arames de fachada para a realização do mapeamento.

A posição do revestimento apurado deve ser expressa como uma

distância fixa, em mm, a partir dos arames de fachada. Nos locais em que aparecerem pontos mais salientes, devem ser adotadas soluções alternativas, tais como descascar o concreto, garantindo o cobrimento mínimo da armadura. É recomendável fazer o taliscamento um pouco antes da execução do emboço, com pedaços de azulejo ou cacos cerâmicos, fixando-os com a mesma argamassa utilizada no revestimento e espaçados de 1,5 m a 1,8 m em ambas as direções, em função do comprimento da régua de alumínio e da altura do trecho sobre o madeiramento do andaime. Nas proximidades das quinas e dos vãos de janela, prever sempre a colocação de taliscas, distanciadas de 10 cm a 15 cm, medidas do eixo da topo até a quina ou vão em questão. Na sequência, é necessário retirar os arames de fachada e substituí-los pelos arames de diedro, que são colocados paralelamente ao eixo das quinas, ao alinhamento das janelas ou outros detalhes construtivos, afastados 5 cm da platibanda.

No que lhes concernem, os andaimes com argamassa devem ser abastecidos, de forma que o tempo de vida útil da mistura não se esgote. De modo geral, o emboço deve ser iniciado executando as mestras entre taliscas, com faixas de argamassa de cerca de 15 cm de largura. Logo após a execução das mestras, é preciso chapar a argamassa, obedecendo uma espessura máxima de 3 cm. É indispensável espalhar e comprimir fortemente a camada de argamassa com o verso de uma colher de pedreiro. Caso a espessura seja superior a 3 cm, o revestimento deve ser executado em etapas. Para espessuras entre 3 cm e 5 cm, recomenda-se chapar a argamassa em duas cheias; para espessuras entre 5 cm e 8 cm, a argamassa deve ser chapada em três cheias, encasquilhando-se as duas primeiras. Posteriormente, é preciso aguardar pelo menos 16 h entre as cheias, executando-se a mestra imediatamente antes da última cheia.

Em seguida, iniciar-se o sarrafeamento de baixo para cima, mantendo a régua de alumínio sempre limpa. Caso o emboço receba posteriormente uma camada de 4 mm a 5 mm de reboco, o acabamento final deve ser simplesmente sarrafeado. Para outros tipos de acabamento, recomenda-se desempenar a superfície, seguindo as orientações específicas de acordo com o tipo de desempenho necessário.

Nos cantos, utilizar um dos panos até 5 cm da quina. Quando da execução da

outra face, apoiar uma régua-guia de alumínio na fachada ainda não revestida e fazer a complementação do revestimento da face adjacente. Na sequência, recomenda-se transferir a régua para a face revestida anteriormente e, a partir dela, executar o enchimento e o sarrafeamento do segundo pano. É preciso, também, desempenar o pano nas duas faces simultaneamente, utilizando desempenadeira de canto para a quina.

Por fim, é necessário executar as juntas de trabalho a cada pavimento, logo após o desempenho, com profundidade igual à metade da espessura do emboço e largura de 1,5 cm a 2 cm. No fundo da junta, a largura deve ser de, no mínimo, 1 cm. Para a execução correta das juntas, utilizar o nível de mangueira para marcar sua posição no emboço, assegurando a horizontalidade. Após a marcação, posicionar a régua-gabarito de juntas e cortar o revestimento com um frisador. A régua faz o papel de guia enquanto o frisador funciona como molde da junta. As juntas estruturais de concreto devem aflorar na camada de revestimento, garantindo-se sua vedação pela aplicação de mastiques apropriados junto à superfície acabada da fachada da fachada.

É importante ressaltar que, durante o procedimento de revestimento externo de um prédio, há o risco de desperdício de material. Por exemplo, o excesso de umedecimento da base pode resultar em uma camada de chapisco com textura inadequada, causando a necessidade de refazê-la e, conseqüentemente, aumentando o consumo de materiais. Além disso, a má execução das mestras, o sarrafeamento incorreto e o uso inadequado de taliscas e frisadores podem gerar perda de material. Por isso, é importante que os profissionais responsáveis pela execução do revestimento tenham habilidade e conhecimento técnico para evitar desperdícios desnecessários.

Sabe-se que as argamassas pré-fabricadas mais utilizadas em obras são as embaladas em sacos de 50 kg. Para reduzir o volume e permitir a correta reciclagem, este material, nas obras monitoradas, foi embalado em fardos (Figura 24), amarrados com arame e colocados dentro de big-bags (1 m³) para facilitar o transporte até a recicladora.

Figura 24 – Sacos de argamassa empilhados

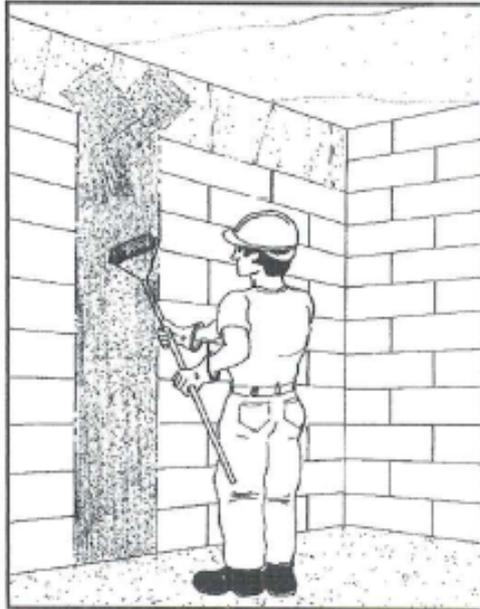


Fonte: Autor (2023)

Além disso, a execução da fachada dos prédios residenciais pode gerar uma quantidade significativa de resíduos acumulados nas bandejas. Esses resíduos são compostos por diferentes materiais, como cimento, argamassa, tinta, entre outros, que são utilizados no processo de construção ou reforma das fachadas. Porém, nestes resíduos também são encontrados outros tipos de materiais, como bitucas de cigarro, garrafas pet de água, pedaços de pano e ferramentas quebradas. Para melhor eficiência na gestão dos resíduos no momento da execução da fachada, efetuar a limpeza periódica das bandejas e instruir os colaboradores para evitar despor naquele local resíduos que não sejam exclusivos daquela atividade.

Após certificar-se que todas as rebarbas, argamassa e ferros expostos em tetos tenham sido removidos, deve ser aplicada uma demão de chapisco rolado com rolo de poliéster ou broxa, preparado com resina de PVA, diluída em água na proporção recomendada pelo fabricante (Figura 25). As caixas de passagem das instalações elétricas, pontos hidráulicos e demais aberturas que necessitem deste cuidado devem ser protegidas.

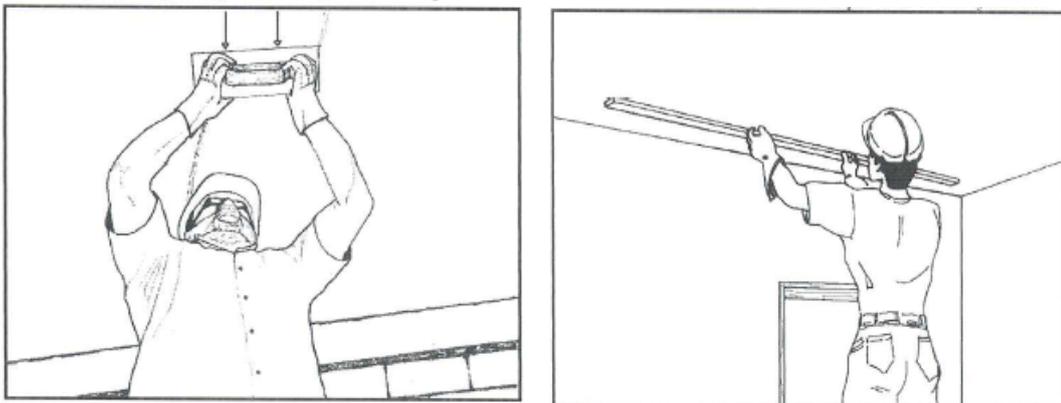
Figura 25 – Procedimento de aplicação de gesso em parede



Fonte: Disponível em: <https://www.jbianchi.com.br>. Acesso em: 2 de junho de 2022.

Depois da preparação homogênea da argamassa de gesso é preciso deixar que ela descanse por cerca de 15 min e utiliza-la num prazo máximo de 25 min após o descanso. Aplicar o gesso de maneira uniforme, conforme a Figura 26, espalhando com uma desempenadeira de PVC em três ou quatro demãos cruzadas. Na última demão, é fundamental retirar eventuais falhas que fiquem nos cantos, sarrafeando esses locais com uma régua de alumínio, conforme Figura 26. Por fim, aguardar 5 min e retirar o excessos e fazer o alisamento da superfície.

Figura 26 – Aplicação de gesso em parede e retirada de falhas



Fonte: Disponível em: <https://www.jbianchi.com.br>. Acesso em: 2 de junho de 2022.

Para evitar o desperdício de resíduo de gesso é necessário aplicar uma logística exclusiva para esse tipo de material, evitando qualquer contaminação com os demais RCC. Nas obras estudadas, as embalagens de gesso foram utilizadas também para acondicionar o resíduo. Tal limpeza foi realizada diariamente, para evitar que outros materiais se juntassem ao gesso. No mais, uma caçamba foi colocada na obra, exclusivamente para o gesso (Figura 27).

Figura 27 – Caçamba com gesso



Fonte: Autor (2023)

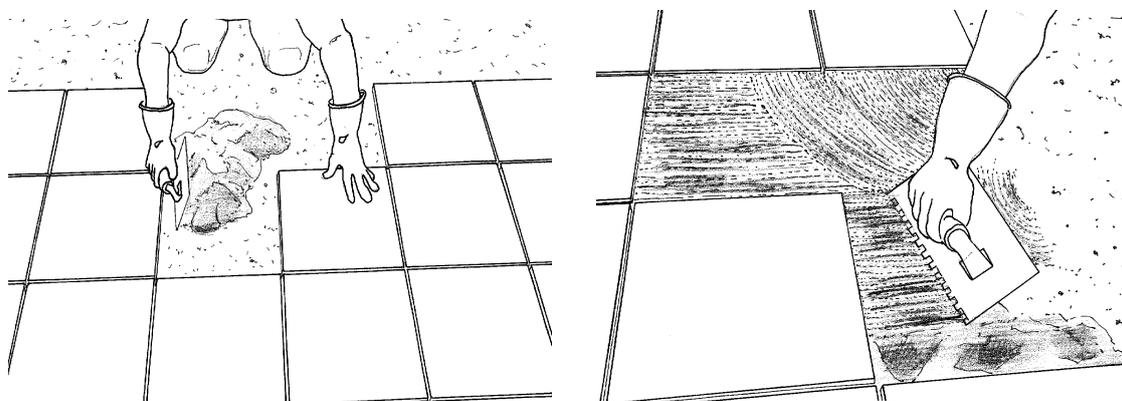
4.2.5 Material cerâmico

O procedimento para o assentamento de material cerâmico em uma obra deve seguir algumas condições iniciais. Os emboços e contra pisos a serem revestidos devem estar concluídos há pelo menos 14 dias e apresentar textura áspera obtida com sarrafeamento e leve desempeno com madeira na fase de execução. Os contramarco e batentes devem estar chumbados e as instalações hidráulicas e elétricas concluídas e testadas. A cerâmica deve ser conferida em termos de calibre das peças, tonalidade e quantidade, garantindo-se que seja suficiente para executar o serviço, considerando um percentual adicional para eventuais quebras, arremates ou reparos futuros.

Para a execução de pisos cerâmicos (Figura 28), é preciso verificar a

igualdade do nível do contrapiso em todo o perímetro da área a ser revestida, definindo o nível do piso acabado. A superfície deve ser preparada removendo poeira, partículas soltas, graxas e outros resíduos com o auxílio de lixas, escovas e vassouras. Se necessário, pode ser lavada com água ou soluções desengordurantes à base de soda cáustica e água sanitária, aguardando a completa secagem do contrapiso para continuar o assentamento. É necessário verificar o esquadro e dimensões do ambiente para definição da espessura das juntas e verificar os caimentos para ralos ou canaletas, nunca inferiores a 0,5%.

Figura 28 – Execução do piso cerâmico



Fonte: Disponível em: <https://www.jbianchi.com.br>. Acesso em: 2 de junho de 2022.

As larguras mínimas das juntas devem seguir a orientação dos fabricantes, considerando as variações de calibre das peças, ou pode-se utilizar medidas como junta de piso interno com 2 mm para área dos componentes até 400 cm², de 400 cm² a 600 cm² com 3 mm, de 600 cm² a 900 cm² com 5 mm e acima de 900 cm² com 6 mm. As juntas de expansão ou movimentação devem alcançar a superfície do contrapiso, sendo preenchidas com material elástico. É preciso esticar uma linha de nylon nos dois sentidos do ambiente, demarcando a primeira fiada a ser assentada, preparar a argamassa colante, 57plica-la com o lado liso da desempenadeira de aço ou PVC, passando em seguida o lado dentado, formando cordões, e assentar as peças antes que se inicie a formação de uma película esbranquiçada sobre os cordões.

Para o assentamento das peças cerâmicas, o ajuste de posicionamento e a fixação podem ser realizados por meio de pequenas batidas com um martelo de borracha ou com o cabo de madeira de um martelo comum ou uma colher de

pedreiro. Caso seja necessário, o posicionamento também pode ser garantido com o uso de espaçadores plásticos. Os cortes das peças devem ser devidamente estudados e executados antes da aplicação da argamassa colante. Após o período mínimo de 24 horas do assentamento, inicia-se o rejuntamento das peças, procedendo com a limpeza das juntas, a umedecimento das juntas

Para a fixação dos azulejos, utilizar argamassa colante adequada para este fim, espalhando-a com a desempenadeira dentada em uma área não superior a 1,5 m². É preciso posicionar os azulejos sobre a argamassa, garantindo o nivelamento, esquadro e espaçamento adequado entre eles, utilizando espaçadores plásticos. É importante observar que os azulejos devem ser molhados antes da aplicação da argamassa, para evitar que absorvam a umidade da argamassa e prejudiquem a aderência. Os cortes necessários para o encaixe dos azulejos devem ser realizados previamente, antes da aplicação da argamassa. Após a aplicação dos azulejos, aguardar pelo menos 24 horas para iniciar o rejuntamento. Para isso, limpar as juntas com uma escova ou vassoura de piaçava, umedecê-las e preparar a argamassa de rejunte, aplicando-a com uma espátula de borracha, preenchendo completamente as juntas. Frisar as juntas com uma espátula ou régua metálica e remover o excesso de rejunte com uma esponja úmida. Por fim, para a limpeza final do revestimento, lavar com água e detergente líquido neutro. É importante evitar o trânsito sobre o revestimento por pelo menos 24 horas após a aplicação do rejunte.

Durante o assentamento de material cerâmico, é importante estar atento a alguns cuidados para garantir a qualidade do trabalho. Alguns desses cuidados incluem: (i) verificar a qualidade e tonalidade das peças antes de iniciar o assentamento; (ii) garantir a planicidade e nivelamento da superfície a ser revestida; (iii) utilizar argamassa colante adequada para cada tipo de revestimento; (iv) observar a espessura e largura das juntas entre as peças; (v) utilizar espaçadores plásticos para garantir o espaçamento adequado entre as peças; (vi) realizar cortes precisos para encaixe das peças, utilizando ferramentas adequadas; (vii) aguardar o tempo de secagem adequado antes de iniciar o rejuntamento; (viii) utilizar argamassa de rejunte adequada para cada tipo de revestimento; (ix) remover o excesso de rejunte com uma esponja úmida; e (x) realizar a limpeza final com água e detergente líquido neutro.

Guimarães et al. (2019) analisaram a geração de resíduos cerâmicos no

processo de construção de edifícios, a partir da observação de duas construtoras, denominadas Construtora A e Construtora B, e a relação desta geração de resíduos com a qualidade da mão-de-obra empregada. Os autores obtiveram que no processo de assentamento cerâmico, os resíduos gerados geralmente são compostos por placas cerâmicas (pisos e azulejos), argamassa e poeira. A pesquisa quantificou os resíduos gerados por subempreiteiros de ambas as construtoras, sendo quatro subempreiteiros da Construtora A e três da Construtora B. De acordo com os resultados obtidos, a Construtora A apresentou uma média aritmética de geração de resíduos de $0,68 \pm 0,08 \text{ kg/m}^2$, enquanto a Construtora B apresentou uma média de $1,58 \text{ kg/m}^2$. Essa diferença significativa na geração de resíduos cerâmicos entre as duas construtoras sugere que a Construtora B gera mais do que o dobro de resíduos por m^2 em comparação à Construtora A no processo de assentamento cerâmico. Além disso, a pesquisa de Guimarães et al. (2019) relacionou a geração de resíduos com a classificação da mão-de-obra. Na Construtora A, foi constatado que a geração de resíduos era diretamente proporcional à qualidade técnica da mão-de-obra: quanto melhor a qualidade, menor a geração de resíduos. Já na Construtora B, apesar de todos os subempreiteiros serem classificados como mão-de-obra de maior nível técnico, foram observadas variações na geração de resíduos entre eles.

Dessa forma, a comparação de Guimarães et al. (2019) evidencia a importância de se avaliar a geração de resíduos cerâmicos no processo de construção, assim como a qualidade técnica da mão-de-obra empregada. Esses aspectos podem impactar a quantidade de resíduos gerados durante a obra e, consequentemente, a sustentabilidade e eficiência do processo construtivo.

4.2.6 Desperdício de modo geral

4.2.6.1 Armazenamento inadequado

A troca de informações ineficiente entre os funcionários das construtoras é um problema, podendo resultar na desorganização no canteiro de obras por meio, por exemplo, da compra repetida de materiais, devido à má armazenagem. O armazenamento adequado de materiais de construção é uma etapa crucial para garantir que esses materiais mantenham suas propriedades físicas e químicas e sejam utilizados na obra sem apresentar problemas. Abaixo, serão exemplificados os problemas que podem ocorrer com alguns dos principais

materiais de construção civil e como armazená-los de maneira correta:

Areia e pedra: esses materiais são bastante sensíveis à umidade. Se forem armazenados de maneira inadequada, podem absorver água e, assim, perder suas propriedades. Além disso, se forem empilhados de forma incorreta, podem se deformar e perder sua capacidade de compactação. Para armazená-los corretamente, é importante mantê-los em local seco, protegido da chuva e em estruturas elevadas, como pallets, por exemplo.

Gesso: o gesso é um material bastante frágil e pode se quebrar facilmente se for empilhado de forma incorreta ou se for exposto à umidade. Para armazená-lo corretamente, é importante mantê-lo em local seco, longe da umidade e em superfície plana e firme.

Madeira: é um material muito sensível à umidade e à exposição ao sol. Se for armazenada em local inadequado, pode ser danificada por cupins e outros insetos, além de sofrer deformação. Para armazená-la corretamente, é necessário mantê-la em local seco, longe da umidade, e em locais sombreados. Além disso, é importante protegê-la da chuva e empilhá-la de forma organizada, sem sobrecarregar as peças.

Azulejos e pisos cerâmicos: esses materiais são muito sensíveis a impactos e podem quebrar facilmente se não forem armazenados de maneira adequada. Para armazená-los corretamente, é importante empilhá-los de forma organizada, sem sobrecarregar as peças e evitar o contato direto com o solo. Além disso, é importante protegê-los da umidade e da exposição ao sol.

Tinta: a tinta é um material bastante sensível à temperatura e à umidade. Se for armazenada em local inadequado, pode perder sua qualidade e não apresentar a cobertura e a aderência necessárias. Para armazená-la corretamente, é necessário mantê-la em local seco e em temperatura ambiente, longe da umidade e da exposição ao sol.

Argamassa e cimento: esses materiais são sensíveis à umidade e, se forem armazenados de maneira inadequada, podem perder suas propriedades físicas e químicas, o que pode comprometer sua qualidade na obra. Para armazená-los corretamente, é importante mantê-los em local seco e em estruturas elevadas, como pallets, por exemplo, para evitar o contato com o solo.

Portas, janelas e esquadrias: esses materiais são bastante sensíveis a impactos e deformações. Se forem armazenados de maneira inadequada,

podem perder sua qualidade e apresentar problemas na obra. Para armazená-los corretamente, é importante empilhá-los de forma organizada, utilizando materiais de proteção, como papelão, espuma ou plástico bolha, para evitar o contato direto com outras peças e protegê-los de possíveis impactos.

Louças e pias: esses materiais são bastante frágeis e podem quebrar facilmente se forem empilhados de forma incorreta ou expostos a impactos. Para armazená-los corretamente, é importante empilhá-los de forma organizada, sem sobrecarregar as peças, e utilizar materiais de proteção, como papelão, espuma ou plástico bolha, para evitar o contato direto com outras peças e protegê-los de possíveis impactos.

Blocos: São materiais que precisam ser descarregados do caminhão individualmente, quando a obra não possui uma empilhadeira ou ferramenta que retire do caminhão um conjunto palletizado. A superfície deve ser nivelada e não poderá ser colocada em terreno que pode ceder ou afundar com o peso. Também é importante que não esteja a merce de intemperes como vento e chupa para não alterar as propriedades do bloco. Outro ponto importante é fazer o pedido de blocos que sejam metade do tamanho convencional, para que em momentos de necessidade evite que quebre o bloco na própria obra, gerando resíduo de entulho desnecessário.

Em resumo, o armazenamento adequado de materiais de construção civil é essencial para garantir a qualidade e a durabilidade desses materiais. Cada material possui características e necessidades específicas de armazenamento e é importante conhecer e seguir as recomendações dos fabricantes. Manter os materiais em local seco, arejado e protegido da exposição ao sol, chuva e umidade, além de empilhá-los de forma organizada e utilizando materiais de proteção, são medidas importantes para garantir que os materiais sejam utilizados na obra com segurança e qualidade.

4.2.6.2 Resíduo de lata de tinta

A reutilização das latas de tinta dentro da obra é comum, mas precisa de alguns cuidados para não se tornar um grande problema. As latas comumente são reutilizadas na obra para acondicionar material líquido como água, concreto, argamassa e material sólido como areia, brita e até mesmo entulho (Figura 29). Porém, o desperdício deste material é comum neste momento quando as latas

não tem o cuidado devido, como, por exemplo, quando o entulho ou argamassa é esquecida dentro da lata e este material se solidifica, tornando a lata inutilizada e impossível sua reciclagem. A maneira encontrada na obra Amaranto para evitar este tipo de situação nas obras em estudo foi escrever o nome do trabalhador que utilizou a lata nas suas atividades. Isso coibiu e praticamente acabou com este tipo de problema, tornando as latas reutilizáveis por muito tempo e depois descartada de maneira que a torna possível de reciclagem.

Figura 29 – Lata de tinta mas obras monitoradas



Fonte: Autor (2023)

4.2.6.3 Resíduos mistos

A inviabilidade da reciclagem de resíduos mistos em caçambas (Figura 30) decorre de diversos fatores técnicos e econômicos, que tornam o processo mais custoso e menos eficiente. A principal razão reside na dificuldade em separar adequadamente os materiais depois que foram misturados, uma vez que a mistura pode ser agravada se for resíduos orgânicos e inorgânicos, bem como a presença de diversos tipos de materiais recicláveis e não recicláveis, implicando em um aumento significativo no tempo e nos recursos humanos necessários para a triagem. Além disso, a contaminação cruzada entre os materiais pode reduzir a qualidade dos recicláveis, diminuindo seu valor no mercado e elevando os custos associados à sua limpeza e processamento.

Figura 30 – Resíduos mistos em caçambas



Fonte: Autor (2023)

4.3 Destino dos resíduos

No caso de Mogi das Cruzes (SP), há empresas como a Usina de Triagem/Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil - VIDAL, a Reciclatec - Reciclagem e Comércio de Resíduos Industriais Ltda. , a Polimix Concreto Ltda. e a Conserv Comércio de Aparas de Papel Ltda-EPP, que atuam como opções para os diferentes tipos de resíduos gerados na construção civil. A proximidade entre as obras e as empresas destinadoras de resíduos em Mogi das Cruzes (SP) desempenha um papel crucial na gestão eficiente e sustentável dos resíduos sólidos da construção civil, promovendo a redução dos impactos ambientais e dos custos associados à destinação desses materiais, bem como o desenvolvimento de uma cadeia produtiva mais sustentável no setor.

A Usina de Triagem/Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil, localizada na Av. Joaquim Pereira de Carvalho "Zito", no bairro da Ponte Grande, é um exemplo de empresa que facilita a gestão dos resíduos sólidos da construção civil na cidade. Sua localização estratégica contribui para a redução dos custos com transporte e a otimização do processo de destinação dos resíduos. Outro exemplo é a Reciclatec, que atua na reciclagem de resíduos de madeira. Esta empresa, situada na Rua António Pinto Guedes, no bairro de Cezar de Souza, produz madeira picada a partir dos resíduos de madeira coletados, colaborando com a redução do impacto ambiental associado ao descarte inadequado desse material. Por sua vez, a Polimix Concreto Ltda., localizada na Estrada Eng.º Abílio Gondim Pereira, KM 1,9, no bairro do Taboão, é responsável pelo gerenciamento dos resíduos de gesso reciclável. Esta empresa fabrica cimento Portland e contribui para a sustentabilidade da cadeia produtiva da construção civil ao reutilizar materiais que, de outra forma, seriam descartados em aterros. No que lhe concerne, a Conserv Comércio de Aparas de Papel Ltda-EPP, localizada na Rua Francisco Ferreira Lopes, nº 4412, no bairro Vila Jundiá, é uma empresa especializada na separação e triagem de resíduos de aparas de papel e plástico. A proximidade dessa empresa com as obras em Mogi das Cruzes é fundamental para a eficiência na gestão desses resíduos. Por fim, a Empresa de Mineração Caravelas, situada na Rua David Bobrow, 500, no bairro Vila São Francisco, opera um aterro de resíduos inertes, destino final adequado para esse tipo de material. A localização da empresa próxima às obras facilita a implementação de políticas e programas de gestão

ambiental e a disseminação de boas práticas no setor.

4.4 Guia de boas práticas na construção civil

Após a análise do desperdício de RCC nas obras estudadas, observou-se que um conjunto de resíduos principais são responsáveis por uma grande quantidade de matérias desperdiçadas. Por outro lado, nota-se pelo estudo realizado a necessidade de que uma fonte geradora de RCC envolva um elemento fundamental que é a prevenção da geração. Neste contexto este guia trás um conjunto de recomendações para que o tomador de decisões na área de resíduos possa se orientar no planejamento ou no gerenciamento dos resíduos de uma obra. Além disso, é importante em uma obra a reutilização dos RCC que foram gerados, ou parte deles, mas que não é o foco deste guia, assim como a reciclagem destes materiais. A seguir, são descritas abaixo as recomendações de prevenção de geração para os principais RCC que foram observados nas obras analisadas.

a) Resíduo de Madeira

- Planeje o corte e dimensionamento das peças de madeira conforme as necessidades do projeto.
- Separe e armazene diferentes tipos de madeira em áreas designadas para facilitar a reutilização e reciclagem.
- Capacite os trabalhadores para identificar e separar resíduos de madeira contaminados e não contaminados.
- Estabeleça parcerias com empresas que realizem reaproveitamento ou reciclagem de resíduos de madeira.

b) Aparas de Papel

- Promova a digitalização e o armazenamento de documentos eletrônicos para reduzir o uso de papel.
- Armazene aparas de papel em containers próprios para facilitar a reciclagem.

- Estabeleça parcerias com empresas de reciclagem de papel.
- Incentive a reutilização de papel quando possível.

c) Aparas Plásticas

- Realize a separação das aparas plásticas de acordo com o tipo de material.
- Armazene aparas plásticas em recipientes adequados para facilitar a reciclagem.
- Colabore com empresas de reciclagem de plásticos.
- Dê preferência ao uso de plásticos reciclados ou biodegradáveis sempre que possível.

d) Latas de Tinta

- Armazene latas de tinta vazias e com resíduos em locais específicos, separados de outros materiais.
- Promova o uso de tintas à base de água ou com baixo teor de COV para reduzir a poluição ambiental.
- Estabeleça parcerias com empresas que reciclem ou processem latas de tinta e resíduos.

e) Sucata

- Separe e armazene a sucata de acordo com o tipo de material (ferro, aço, alumínio, etc.).
- Implemente parcerias com empresas de reciclagem de metais.
- Incentive a reutilização de materiais metálicos sempre que possível.

f) Blocos Quebrados e Cerâmica

- Separe e armazene os blocos quebrados e cerâmica em local específico, evitando mistura com outros resíduos.
- Capacite os trabalhadores para identificar materiais reutilizáveis.
- Estabeleça parcerias com empresas que reciclem ou reaproveitem blocos e cerâmica.

g) Gesso

- Planeje a quantidade de gesso necessária para cada etapa da obra, evitando excessos que possam gerar desperdício.
- Treine os trabalhadores para a aplicação correta do gesso, minimizando falhas e retrabalho.
- Separe e armazenar os resíduos de gesso em locais específicos, evitando a contaminação com outros tipos de resíduos da construção civil.
- Limpe diariamente dos locais onde o gesso é aplicado, facilitando a coleta e separação do material.
- Utilize embalagens de gesso para acondicionar os resíduos gerados, facilitando seu transporte e descarte.
- Disponha de caçamba exclusiva para resíduos de gesso, garantindo a destinação correta e a possibilidade de reciclagem.
- Estabeleça parcerias com empresas especializadas na reciclagem de gesso, possibilitando o reaproveitamento do material em novos produtos.
- Incentive a reutilização de gesso reciclado sempre que possível, reduzindo a demanda por recursos naturais e promovendo a economia circular.

h) PEAD (Polietileno de Alta Densidade)

- Planeje a quantidade e as dimensões necessárias de PEAD para cada etapa da obra, evitando cortes e desperdícios excessivos.

- Treine os trabalhadores para a correta manipulação e instalação de PEAD, minimizando falhas e retrabalho.
- Utilize molas e outros acessórios que facilitem a modelagem e instalação de mangueiras de PEAD, evitando vincos e danos ao material.
- Proteja as extremidades das tubulações de PEAD com espuma ou outros materiais que evitem o entupimento e a contaminação com concreto.
- Separe e armazenar os resíduos de PEAD em locais específicos, evitando a mistura com outros tipos de resíduos da construção civil.
- Estabeleça parcerias com empresas especializadas na reciclagem de PEAD, possibilitando o reaproveitamento do material em novos produtos.

i) PVC (Policloreto de Vinila)

- Planeje a quantidade e as dimensões necessárias de PVC para cada etapa da obra, evitando cortes e desperdícios excessivos.
- Treine os trabalhadores para a correta manipulação e instalação de PVC, minimizando falhas e retrabalho.
- Conscientize os profissionais envolvidos na construção sobre a importância da redução do desperdício de PVC e as possibilidades de reutilização e reciclagem do material.
- Separe e armazenar os resíduos de PVC em locais específicos, evitando a mistura com outros tipos de resíduos da construção civil.
- Estabeleça parcerias com empresas especializadas na reciclagem de PVC, possibilitando o reaproveitamento do material em novos produtos.
- Incentive a reutilização de PVC reciclado sempre que possível, reduzindo a demanda por recursos naturais e promovendo a economia circular.
- Opte por materiais alternativos, como PVC reciclado ou materiais biodegradáveis, sempre que possível, para reduzir o impacto ambiental.

E por ultimo é a e mais importante para todos estes pontos é a capacitação dos trabalhadores, que é fundamental na gestão de resíduos da construção civil. Essa prática envolve a educação e o treinamento dos trabalhadores para a correta separação dos resíduos, a identificação dos materiais recicláveis e a adoção de boas práticas de gestão de resíduos. Sendo necessário um treinamento diferente para cada tipo de atividade e mesmo após efetuado o treinamento é preciso que conversas constantes aconteçam para que o tema ambiental esteja sempre presente na atividade diária de todos os trabalhadores.

5. CONCLUSÕES

Foram selecionadas duas obras com características diferentes para este estudo com relação ao tamanho e padrão da obra.

Ao analisar a quantidade de resíduos gerados por m² construído nas obras Felicitta e Amaranto, observou-se uma diferença significativa entre elas em relação ao desperdício de materiais. A obra Amaranto (alto padrão) apresentou um maior volume de resíduos com um total de 146,77kg por m² construído em comparação à obra Felicitta (médio padrão) que gerou um volume total de resíduos de 87,07kg por m² construído. Porém a obra Amaranto foi especialmente maior na redução do desperdício de RCC no que diz respeito ao envio de seu material à recicladora de madeira, recicladora de entulho Vidal e papel e aparas plásticas totalizando 56,39% dos seus resíduos gerados. Por outro lado, a obra Felicitta demonstrou um maior índice de desperdício de gesso e outros materiais por m² construído, enviando para aterro 70,53% do resíduo gerado, mostrando que pequena parcela dos resíduos gerada é reaproveitada. É importante destacar a contribuição de ambos os projetos para a sustentabilidade e a redução do impacto ambiental por meio da reciclagem e do reaproveitamento dos materiais gerados durante a construção civil.

A obra Felicitta, incorporou o sistema de gestão dos resíduos com a obra já iniciada, onde houveram três trocas de engenheiros durante sua construção e não foi disponibilizado o espaço correto para criação das baias e caçambas dentro da obra.

As lições aprendidas em cada caso indicaram um grupo de RCC principais como alvo do desperdício. Estes resíduos referem-se à: madeira, aparas de papel, aparas plásticas, latas de tinta, sucata, gesso, PEAD, PVC. Com base nestas informações foi possível elaborar um guia contendo recomendações podem contribuir para se evitar o desperdício em obras da construção civil. Estas recomendações se referem à ações que vão desde o planejamento até a execução da obra, contribuindo para o avanço na busca para a redução da perda ou não aproveitamento dos materiais antes e após o uso. É relevante considerar que este estudo pode não abranger todas as nuances da construção civil devido à seleção específica das obras.

A análise de desperdício de RCC evidencia a importância da atenção e do planejamento no manejo desses materiais e melhoria da qualidade da mão

de obra em todos os níveis para promover a sustentabilidade e reduzir o impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

ABBAD, G.S.; BORGES, J.E. Aprendizagem humana em organizações de trabalho. In ZANELLI, J. C.; BORGES-ANDRADE, J.E.; BASTOS, A. V. B. (Orgs.). Psicologia, organização e trabalho no Brasil. Porto Alegre: Artmed, 2004

ABRECON. Resíduos da construção civil e demolição (RCD). Disponível em: <https://abrecon.org.br>. Acesso em: 15 fev. 2023.

ABNT NBR 10004:2004. Resíduos Sólidos - Classificação. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).** Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. **Diário Oficial da União**, Brasília, 200

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).** Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Diário Oficial da União, Brasília, 2010.

BRUNDTLAND, G. et al. **Our Common Future.** Oxford e Nova York: Oxford University Press, 1987.

BRANDLI, Luciana L. A estratégia de subcontratação e as relações organizacionais na construção civil de Florianópolis. 1998. 147 f. Dissertação de Mestrado, curso de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. Construção é responsável por mais de 50% dos investimentos no País. 20 de fevereiro de 2019. Disponível em: <https://cbic.org.br/construcao-e-responsavel-por-mais-de-50-dos-investimentos-no-pais/>. Acesso em: 14 de abril de 2019.

CARBONARI, M. E. E.; PEREIRA, A. C.; SILVA, G. Z. Sustentabilidade, responsabilidade social e meio ambiente. 1ª Ed., São Paulo: Editora Saraiva, 2012.

CONSTRUBUSINESS. Habitação Social – Moradia para Todos. In: Quarto Seminário da Indústria Brasileira da Construção, 2001, São Paulo: FIESP/CIESP, 2001.

CHILD, J. ; SMITH, C. The National Network for the UK. Research futures: academic responses to industry challenges. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 24., Boston, 2016.

DINÂMICA AMBIENTAL. Conheça a importância da reciclagem do cobre. Dinâmica Ambiental, Data de publicação (se disponível). Disponível em: <https://dinamicambiental.com.br/blog/reciclagem/conheca-a-importancia-da-reciclagem-do-cobre/>. Acesso em: 4 de março de 2023.

GARAY, A. C. et al. Identificação das causas da geração de resíduos na construção civil e sua relação com o Plano de Gerenciamento de Resíduos. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 21, n. 2, p. e24663, 2021.

GIBSON, R. B. "Beyond the pillars: Sustainability assessment as a framework for effective integration of social economic and ecological considerations in significant decision-making." Journal of Environmental Assessment Policy and Management, v. 8, n. 3, p. 259-280, 2006.

J. Bianchi. Venda de Apartamento em Mogi das Cruzes. J.bianchi.com.br. Disponível em: <https://jbianchi.com.br/venda/apartamento/mogi-das-cruzes/>. Acesso em junho 2021

JOHNSEN, C. A; DREVLAND, F. Lean ad Sustainability: three pillars thinking in the production prosses. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 24., Boston, 2016.

KARPINSKI, L. Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental. 1ª Ed., PUCRS, 2009.

LEITE, Márcia M. Gerenciamento de resíduos da construção civil: orientações para a gestão de resíduos na construção civil. Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2014.

MATTOS, ALINE MUKAI, Logística na construção civil, Campinas, 2014

MATTAR, Fauze N. Pesquisa de marketing. Editora Atlas, São Paulo, 2010.

Mendoza, F. J. C., Altabella, J. E., Izquierdo, A. G. Application of inert wastes in the construction, operation and closure of landfills: Calculation tool. Espanha: Waste Management, Mechanical Engineering and Construction, Universidad Jaume I, 2016.

NASCIMENTO, J. A. Terceirização e contratação de empreiteiras: aspectos jurídicos, trabalhistas e fiscais. São Paulo: Atlas, 2018.

NASCIMENTO, M. A. S. et al. Análise do desperdício de materiais em obras de construção civil. Revista Tecnologia em Ciência e Engenharia, v. 10, n. 2, p. 63-68, 2020.

OLIVEIRA, C. A. et al. Estudo de caso sobre a geração de resíduos de construção civil em uma obra de pequeno porte. Revista Brasileira de Engenharia de Produção, v. 9, n. 2, p. 1-13, 2019.

OLIVEIRA, Mariana B. Estudo de caso em pesquisa qualitativa: uma modalidade de investigação científica. Revista Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 221-236, 2017.

Pinho, S. A. C. Desenvolvimento de programa de indicadores de desempenho para tecnologias construtivas à base de cimento: perdas, consumo e

produtividade (Dissertação de mestrado). Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2013

SOUZA, Carlos Aurélio M. O Contrato de empreitada e a teoria do risco. Disponível em: http://www.academus.pro.br/professor/carlosaurelio/artigos_oco
Acesso em 10 fev. 2021.

SOUZA, Roberto. de. Integração e cooperação da cadeia produtiva: uma estratégia para elevar a qualidade produtividade da construção. 8 Prêmio Pini Melhores da Construção 2002. São Paulo: Pini nov. 2002

Souza, U. B. L., Paliari, J. C., Andrade, A. C., Agopyan, V. (1998). Perdas de materiais nos canteiros de obras: a quebra do mito. Qualidade na Construção, 2(13), 1-11

Vieira, C. R., Rocha, J. H. A., Lafayette, K. P. V., & Silva, D. M. (2019). Análise dos fatores de influência e diagnóstico da gestão dos resíduos da construção civil (RCC) nos canteiros de obra da cidade do Recife-PE. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v.11, e20180176. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180176>

WU, J.; WU, T. Sustainability indicators and indices: An overview. Handbook of Sustainability Management, p. 65–86, 2012.

YIN, Robert K. Estudo de caso: planejamento e métodos. Editora Bookman, Porto Alegre, 2015.