



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

REVESTIMENTO INTERNO COM PASTA DE GESSO: PLANO DE APLICAÇÃO
PARA CONTROLE DE PERDAS EM OBRAS PREDIAIS

LARA CARVALHO SIMÕES

VARGINHA
2024

LARA CARVALHO SIMÕES

REVESTIMENTO INTERNO COM PASTA DE GESSO: PLANO DE APLICAÇÃO
PARA CONTROLE DE PERDAS EM OBRAS PREDIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Federal de Educação
Tecnológica de Minas Gerais como requisito
parcial para obtenção do título de Engenheiro
Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Mag Geisielly Alves Guimarães

Coorientadora: Profa. Dra. Denise de Carvalho Urashima

LARA CARVALHO SIMÕES

REVESTIMENTO INTERNO COM PASTA DE GESSO: PLANO DE APLICAÇÃO
PARA CONTROLE DE PERDAS EM OBRAS PREDIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Federal de Educação
Tecnológica de Minas Gerais como requisito
parcial para obtenção do título de Engenheiro
Civil.

Data de aprovação: 03/09/2024

Banca examinadora:

Profa. Dra. Mag Geisielly Alves Guimarães
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) - Unidade
Varginha

Profa. Titular Denise de Carvalho Urashima, Dra.
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) - Unidade
Varginha


Prof. Dr. Aellington Freire de Araújo
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) - Unidade
Varginha

Profa. Me. Flávia Castro de Faria
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) - Unidade
Varginha

DEDICATÓRIA

Com o intuito de ajudar o meio ambiente e, conseqüentemente, as pessoas que nele vivem, desenvolvi este projeto. Por isso, dedico este trabalho a todos que possam ser, de alguma forma, beneficiados por esta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos.

Aos meus pais, agradeço infinitamente, pelo amor, educação, incentivo, cuidado e apoio incondicional durante todos os anos de graduação, que abriram muitas vezes mão de seus sonhos para que o meu fosse realizado e sempre acreditaram em mim independente da circunstância.

A minha irmã por todo amor, incentivo, amizade e carinho, por sempre torcer pelo meu sucesso.

A minha orientadora, Profa. Dra. Mag Geisielly Alves Guimarães, a quem sou profundamente grata pelos conselhos, pela ajuda e, sobretudo, pela paciência com que guiou meu aprendizado. Apesar da sua intensa rotina acadêmica, aceitou o desafio de me orientar nesta monografia, e suas correções e ensinamentos foram fundamentais para que eu pudesse alcançar um melhor desempenho ao longo do meu processo de formação profissional.

Agradeço a empresa DONUM pela oportunidade do estágio, onde aprendi muito e adquiri muita experiência, além de todo o incentivo necessário para a realização desse trabalho. E a empresa VIA SUL ENGENHARIA pela disponibilidade de realizar as visitas, onde foi fornecido dados e materiais que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao grupo ECOVIA/LIMPAVIA pela disponibilidade da visita realizada.

Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período em que me dediquei a este trabalho.

Ao CEFET-MG e a todos os professores pela ajuda e pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado.

Enfim, a todas as pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

EPÍGRAFE

*"Palavras são,
na minha nada humilde opinião,
nossa inesgotável fonte de magia.
Capazes de causar grandes sofrimentos
e também de remediá-los"
J. K. Rowling - Harry Potter*

RESUMO

A busca pelo avanço sustentável e preservação do meio ambiente têm provocado o interesse de pesquisadores que desejam obter recursos que possam ser reutilizáveis. A indústria da construção civil (ICC) é um setor com impactos positivos no Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Contudo, é um segmento econômico gerador de significativos volumes de resíduos sólidos urbanos (RSU), denominados de resíduos da construção civil (RCC), e consumidor de recursos minerais não renováveis. O emprego de pasta de gesso para revestimentos internos tem apresentado crescente aceitação na construção civil devido ao baixo custo e versatilidade, embora com geração de desperdícios em obras. O presente Trabalho de Conclusão de Curso visa propor um plano de aplicação da pasta de gesso com o intuito de mitigar os impactos pela geração destes resíduos. Foram analisados referenciais teóricos e coleta de dados em duas obras residenciais de múltiplos pavimentos, localizadas em Varginha e Três Corações e visita a usina de reciclagem de resíduos da construção civil em Varginha. Como principais resultados, compreendeu-se as propriedades da pasta de gesso e seus requisitos de aplicação, bem como as possibilidades abordadas na literatura em termos de reciclagem e reutilização. Além disso, evidenciou-se a busca emergente por controles de desperdício deste material, o qual deve ocorrer de forma sistêmica e colaborativa dentre todos os profissionais envolvidos. A proposição de plano de aplicação de gesso considerou as atuais dificuldades de reciclagem e reutilização de gesso, necessidade de gestão dos materiais e compreensão sistêmica das etapas de serviços, com vistas a construções mais eficiente, econômica e com menores impactos ambientais a atual e futuras gerações.

PALAVRAS-CHAVE: pasta de gesso; resíduos da construção civil; plano de aplicação; reaproveitamento; reciclagem.

ABSTRACT

The search for sustainable progress and environmental preservation has sparked the interest of researchers who wish to obtain reusable resources, especially in the construction industry, since it is a sector with positive impacts on the national Gross Domestic Product (GDP). However, it is an economic segment that generates significant volumes of urban solid waste (USW), called construction waste, and consumes non-renewable mineral resources. Gypsum paste for internal coatings has shown increasing acceptance in the construction industry due to its low cost and versatility, although it generates waste in construction works. This Final Course Work aims to propose a plan for applying gypsum paste to mitigate the impacts of the generation of this waste. Theoretical references and data collection were analyzed in two multi-story residential construction works in Varginha and Três Corações and a visit to the construction waste recycling plant in Varginha. The main results were the understanding of the properties of the plaster paste and its application requirements, as well as the possibilities addressed in the literature regarding recycling and reuse. In addition, the emerging search for waste control of this material was highlighted, which must occur systemically and collaboratively among all professionals involved. The proposal for a plaster application plan considered the current difficulties of recycling and reusing plaster, the need for material management, and a systemic understanding of the service stages, with a view to more efficient, economical constructions with less environmental impacts for current and future generations.

KEYWORDS: gypsum paste; construction waste; application plan; reuse; recycling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: PIB Brasil X PIB Construção Civil	1
Figura 2: Novos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) globais.....	5
Figura 3: Maiores produtores mundiais de gesso em 2020.....	7
Figura 4: Localização do Polo Gesseiro do Araripe.	8
Figura 5: Macro dos processos produtivos do gesso.	9
Figura 6: Principais etapas de obtenção do gesso pela calcinação de gipsita.....	10
Figura 7: Embalagem final para comercialização.....	11
Figura 8: Tipos de aplicações da pasta de gesso como revestimento.	13
Figura 9: Utilização de taliscas e mestras na aplicação da pasta de gesso.....	15
Figura 10: Principais etapas de aplicação manual da pasta de gesso.	16
Figura 11: Principais etapas de aplicação mecanizada da pasta de gesso.	16
Figura 12: Classificação dos RCC pela Resolução CONAMA.	18
Figura 13: Tipos de resíduos que devem ser coletados e armazenados em local específico nos canteiros.....	20
Figura 14: Armazenagem separada de resíduos de gesso.....	20
Figura 15: Logística de Auto-Reversa de resíduos de gesso.....	21
Figura 16: Fluxograma de reciclagem do gesso.....	22
Figura 17: Localização da obra.	30
Figura 18: Planta baixa dos apartamentos.....	30
Figura 19: Alvenaria estrutural.	31
Figura 20: Registro de desperdício de gesso para revestimento.	32
Figura 21: Vista da fachada em execução da obra localizada em Três Corações....	32
Figura 22: Planta baixa apartamentos Mirante do Rio Verde.....	33
Figura 23: Usina de reciclagem de entulhos.	34
Figura 24: Gesso armazenado em apartamento do Park Sion	37
Figura 25 : Aplicação do gesso no Park Sion.....	38
Figura 26: Registro de desperdícios de gesso.	38
Figura 27: Sujeiras excessivas em materiais e ferramentas de aplicação do gesso.	39
Figura 28: Sacos de gesso com vencimento próximo	39
Figura 29: Gesso armazenado na obra do município de Três Corações.	40
Figura 30: Aplicação de gesso na obra de Três Corações.....	41
Figura 31: Aplicação de gesso por dois gesseiros.	41

Figura 32: Registros de desperdício de gesso na obra de Três Corações.....	42
Figura 33: Resíduos de gesso na usina de reciclagem de entulhos.	44
Figura 34: Localização do aterro de inertes B.....	45
Figura 35: Triagem dos resíduos.....	46
Figura 36: Maquinário para moagem de resíduos de classe A.	46
Figura 37: Fluxograma da etapa de pré-aplicação	48
Figura 38: Fluxograma das etapas de aplicação e pós-aplicação.....	50
Figura 39: Ficha de Verificação de Serviço de revestimento de gesso liso.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produtos do polo gesso por tipo de atividade.....	9
Tabela 2: Comparação entre revestimentos com pasta de gesso e argamassado cimentício.	12
Tabela 3: Classificação de perdas na construção civil.	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO.....	4
1.2.1. <i>Objetivo Geral</i>	4
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i>	4
1.3. JUSTIFICATIVA.....	4
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1. MINERAÇÃO DA GIPSITA.....	7
2.2. PROCESSO PRODUTIVO DO GESSO.....	9
2.3. USO DO GESSO PARA REVESTIMENTO.....	11
2.3.1. <i>Contextualização</i>	11
2.3.2. <i>Aplicação de gesso como revestimento</i>	12
2.4. RESÍDUOS DE GESSO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	17
2.4.1. <i>Panorama geral</i>	17
2.4.2. <i>Geração de resíduos de gesso</i>	18
2.4.3. <i>Alternativas de reciclagem do gesso</i>	22
2.5. CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE PERDA.....	24
2.6. GESTÃO DA QUALIDADE.....	
Erro! Indicador não definido.	
2.6.1. <i>Contrato</i>	25
2.6.2. <i>Ficha de Verificação de Serviço (FVS)</i>	27
2.6.3. <i>Fluxograma</i>	28
3. METODOLOGIA.....	29
3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	29
3.2. APRESENTAÇÃO DAS OBRAS.....	29
3.2.1. <i>Obra 01: Município de Varginha</i>	29
3.2.2. <i>Obra 02: Município de Três Corações</i>	32
3.3. VISITA A USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
4.1. VISÃO MACRO NAS OBRAS.....	36
4.2. Obra 01: MUNICÍPIO DE VARGINHA.....	36

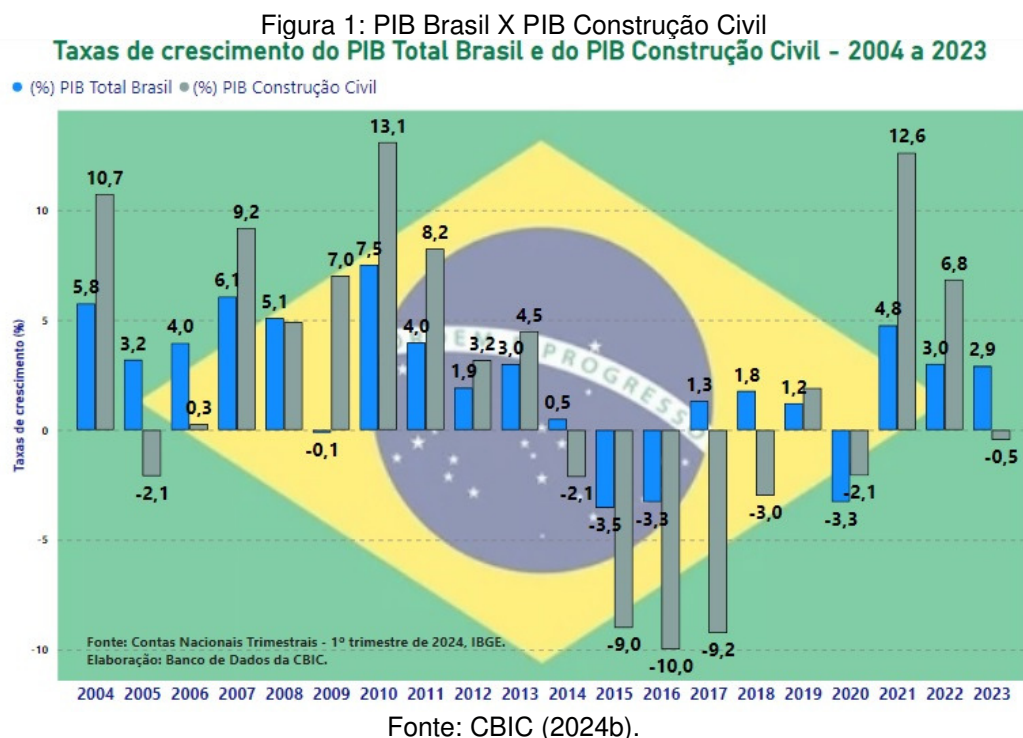
4.3. Obra 02: MUNICÍPIO DE TRÊS CORAÇÕES.....	40
4.4. DESPERDÍCIOS DE GESSO nas obras PREDIAIS.....	43
4.5. VISITA A USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	44
4.6. FLUXOGRAMA.....	46
4.7. FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO (FVS)	51
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	55
5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	57
REFERÊNCIAS.....	58

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Indústria da Construção Civil (ICC) é um dos maiores propulsores de emprego e de desenvolvimento econômico no Brasil, que a torna uma área em constante crescimento. De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), nos primeiros dez meses de 2023 o setor da construção civil representou 6,05% do total de trabalhadores com carteira assinada e com contribuição de 14,23% em empregos gerados (SIENGE, 2023).

Um levantamento realizado pelo CBIC mostra o Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil em comparação com o PIB da Construção Civil entre os anos de 2003 e 2023 (Figura 1), os quais foram diretamente proporcionais, exceto em 2009 em que apenas ocorreu crescimento positivo para o PIB da Construção Civil, cuja divergência foi devido a fatores diversos. Pesquisa recente publicada pelo CBIC apontou o crescimento do PIB da construção civil brasileiro de 3,5% no segundo trimestre de 2024, percentual superior ao crescimento do país (1,4%) ou da indústria (1,8%) neste mesmo período, assim como a geração de 200 mil de empregos entre os meses de janeiro a junho de 2024 (CBIC, 2024a).



De modo controverso ao crescimento econômico, a ICC é um setor responsável pela geração de expressivos volumes de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), tais como Resíduos de Construção Civil (RCC), também denominados de entulhos. Em 2022, foram coletados cerca de 45 milhões de toneladas de RCC no Brasil, cuja quantidade representou a 222 kg/habitante/ano, com destaque para a Região Sudeste, que corresponde a mais de 50% desse total (ABREMA, 2023; Brasil, 2020a).

Esses resíduos geram diversos impactos ambientais, sociais e econômicos provocados pela má gestão de descarte, como contaminação de nascentes e corpos d'água, danos à paisagem, entupimento de canas de drenagem, obstrução de galerias de águas pluviais, poluição visual, obstrução de vias de tráfego, proliferação de vetores nocivos à saúde, dentre outros (Naggali, 2014; Sadati; Khayat, 2016).

O referido contexto adentra-se na demanda emergencial por *Construção Sustentável*, definida como a edificação ou o espaço construído que teve na sua concepção, construção e operação o uso de conceitos e procedimentos reconhecidos de sustentabilidade ambiental, com benefícios a equidade econômica, saúde e bem-estar das pessoas (Casado; Fujihara, 2010). Esta abordagem foi publicada pelo *CIB Report Publication nº 237* (CIB, 1999), relatório que tratou de conceitos, aspectos e desafios apresentados pelo desenvolvimento sustentável para a construção civil. Conforme John, Silva e Agopyan (2001) “[...] não há desenvolvimento sustentável sem construção sustentável [...]” (John; Silva; Agopyan, 2001, pág. 2).

Neste cenário, ainda faz-se necessário o desenvolvimento de técnicas e métodos para reciclagem e reaproveitamento, bem como práticas de gestão dos processos produtivos para o controle nas gerações de RCC. Pesquisas neste âmbito têm sido desenvolvidas e com resultados promissores para diferentes composições de RCC, como a utilização de agregados reciclados em dosagens de argamassas e concretos para fins estruturais, confecção de tijolos prensados de solo-cimento e blocos de concreto composição em estruturas de solo reforçado, dentre outros (Ferreira, 2014).

Com características vantajosas para a construção civil, o gesso é um material que tem apresentado um aumento na demanda como material de construção devido aos menores custos, tempo de execução de projetos e versatilidade, pois o seu emprego requer o uso apenas de gesso em pó, água e, eventualmente, aditivos. A sua utilização é destinada à substituição de revestimentos argamassados em ambientes internos, objeto de estudo deste trabalho, assim como a confecção de

placas de gesso acartonado, ou “*drywall*” (CPRM, 2019). A referida substituição das camadas de revestimento argamassado, como emboço, reboco ou massa única, por pasta de gesso agrega para um viés mais sustentável na ICC, devido aos impactos negativos gerados no processo produtivo do cimento Portland e futura escassez de recursos agregados (Ferreira, 2014).

Com o crescimento do consumo de gesso nas obras e a falta de treinamento adequado aos profissionais que aplicam esse material, ocorre um aumento de resíduos deste material, que na maioria das vezes é descartado de forma incorreta. Além dos impactos supramencionados por descartes irregulares de RCC, soma-se a presença de sulfato de cálcio nos resíduos de gesso que, ao entrar em contato com o solo, pode infiltrar-se e atingir o lençol freático, com a sua contaminação (Calixto, 2017).

A Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), publicada em 2002 e alterada pela Resolução nº 469 em 2015, trata diretamente de diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, a qual considera o gesso como material de classe B, ou seja, resíduos que podem ser reciclados e reutilizados (Brasil, 2002; 2015).

Atualmente, algumas formas de reutilização têm sido empregadas. Por exemplo, a utilização de resíduos de gesso como fertilizantes na agricultura, constituição do cimento Portland como retardador de pega, pesquisas em andamento para a obtenção de blocos de gesso para uso em alvenaria na construção civil, dentre outros (Lyra, 2007).

Treinamentos, normativas e diretrizes que promovam práticas sustentáveis são essenciais para instigar uma mudança cultural na indústria da construção. A preservação dos recursos naturais e a redução do impacto ambiental tornam-se metas alcançáveis por meio de uma aplicação mais consciente e responsável do gesso.

Deste modo, pesquisas sobre a forma mais adequada de aplicação de gesso com o intuito de diminuir a geração destes resíduos, controle de tempo de pega, custos despendidos com materiais descartados e treinamento adequado dos profissionais que aplicam esse material se tornaram o foco de discussão desse trabalho.

1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO

1.2.1. Objetivo Geral

Elaborar um plano de aplicação da pasta de gesso, para fins de revestimento, com o intuito de controlar as perdas destes resíduos em obras prediais.

1.2.2. Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, enumeram-se:

- realizar um estudo de literatura para compreender os impactos ambientais causados pelo descarte irregular de resíduos de gesso e explorar alternativas viáveis para sua reciclagem e reutilização;
- avaliar a geração de resíduos de pasta de gesso em obras, por meio de visitas técnicas e acompanhamento da aplicação do material como revestimento em dois empreendimentos prediais;
- visitar uma usina de reciclagem de entulhos para compreender os procedimentos de recebimento e tratamento dos resíduos de gesso;
- desenvolver uma Ficha de Verificação de Serviço e fluxogramas, como ferramentas auxiliares no controle de qualidade, reduzir o desperdício de material e garantir a conformidade com as normas técnicas.
- analisar a gestão do planejamento da aplicação do gesso, identificando os fatores de controle da execução que contribuem para a minimização das perdas de material.

1.3. JUSTIFICATIVA

A ICC é, historicamente, um dos maiores geradores de RSU, principalmente no contexto de obras prediais, o que torna este um assunto emergente e que deve ser ponderado em estudos que visam o seu descarte adequado e com viabilidade de reciclagem (Silva, 2015).

Arelado a isso, é importante destacar os esforços mundiais na busca por uma sociedade sustentável e resiliente. Em 2015, houve a publicação da Agenda 2030 (Figura 2) que compreende um conjunto de 17 (dezessete) objetivos e 169 (cento e sessenta e nove) metas indissociáveis e integradas, denominado de Novos Objetivos

do Desenvolvimento (ODS) globais (Nações Unidas Brasil, 2015), como continuidade a discussões pautadas pela Organização das Nações Unidas (ONU) nas últimas décadas. Citam-se a Conferência de Estocolmo em 1972 e os 8 (oito) Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) que foram lançados em 2000.

Figura 2: Novos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) globais.



Fonte: Nações Unidas Brasil (2015).

No contexto da Engenharia Civil, buscam-se alternativas e quebra de paradigmas construtivos que objetivam a mitigação de impactos negativos que este setor tem causado no meio ambiente, tais como projetos e técnicas construtivas que agregam em “Cidades e Comunidades Sustentáveis (ODS 11)”, “Indústria, Inovação e Infraestrutura (ODS 9)”, bem como “Consumo e Produção Responsáveis (ODS 12)”. Este último, de modo particular, em reduções dos volumes de RCC e a busca por práticas e metodologias que agregam em reciclagem e reutilização das parcelas passíveis deste tratamento e disposição. Conforme reportado por Tinoco (2013), os profissionais da ICC apresentam papel social relevante, uma vez que suas tomadas de decisões impactam diretamente o meio ambiente e a garantia de suas condições a atual e futuras gerações.

Embora a produção do gesso depende da queima da gipsita em fornos com o uso de lenha, principal insumo energético, e energia elétrica (INT, 2023), pode-se considerar que a produção de cimento Portland emite gases do efeito estufa (GEE) em quantidades superiores no seu processo produtivo, pois a queima no processo de gesso ocorre em temperaturas bem inferiores (de cerca de 150°C) em comparação ao processo de cimento Portland, com temperaturas que ultrapassam 1000°C (Pedroso, 2024a).

De acordo com o DNPM (2010), a construção civil consome a produção bruta 68,96% de areia. Demais autores também remetem a percentuais de consumo estimados de 20 a 50% em comparação com a demanda de toda sociedade (Malta; Silva; Gonçalves, 2013; Paz; Lafayette, 2016). A extração de areias dos leitos dos rios causa impactos de ordem ambiental, pela modificação da paisagem, bem como econômicos, pelos custos de transportes (Bessa; Mello; Lourenço, 2019).

Contudo, têm sido observados a geração de resíduos de tais pastas de gesso em volumes significativos em canteiros de obras prediais no Brasil, o qual é controverso ao se balizar as suas vantagens técnicas, ambientais e econômicas frente às camadas de revestimentos argamassados (Freitas, 2021). A redução da geração de resíduos, a reutilização e a reciclagem do gesso são os melhores meios de minimizar o impacto ambiental que este acarreta.

O estudo de adequada produtividade, economia e sustentabilidade, com vistas aos melhores meios de aplicação do gesso liso, com controles de perdas e descartes adequados, se tornam imprescindíveis e com emergencial quebra de paradigmas na cadeia produtiva e, portanto, justifica-se a realização deste trabalho.

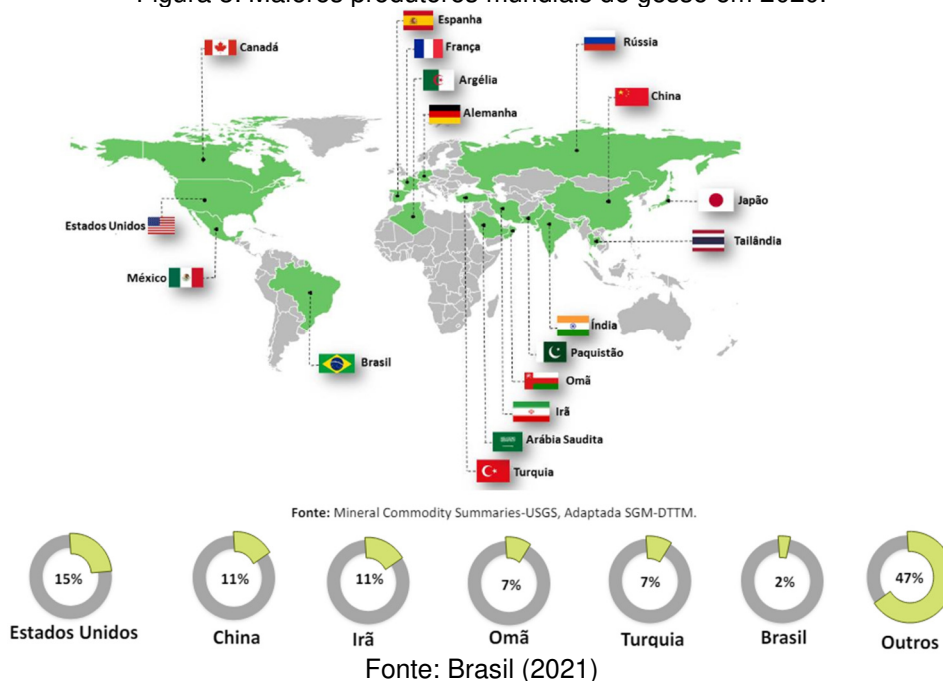
2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. MINERAÇÃO DA GIPSITA

A matéria-prima do gesso, a gipsita, é um dos mais antigos materiais de construção extraídos pelo homem, com registros arqueológicos na Síria e na Turquia que comprovam que a utilização do gesso já acontecia há 8.000 anos a.c. (Peres; Benachur; Santos, 2001).

A gipsita é um mineral abundante na natureza e com diversas jazidas no Brasil e no mundo. O país ocupa a 13ª posição mundial na produção de gesso, que representa apenas 2% da produção mundial (Figura 3). Em 2020, apresentou um acréscimo na produção de 7% em comparação a 2019, com produção de 3,2 milhões de toneladas. Devido a sua baixa produção mundial, o Brasil ainda depende de importações para alimentar o mercado interno em diferentes setores (Brasil, 2021).

Figura 3: Maiores produtores mundiais de gesso em 2020.

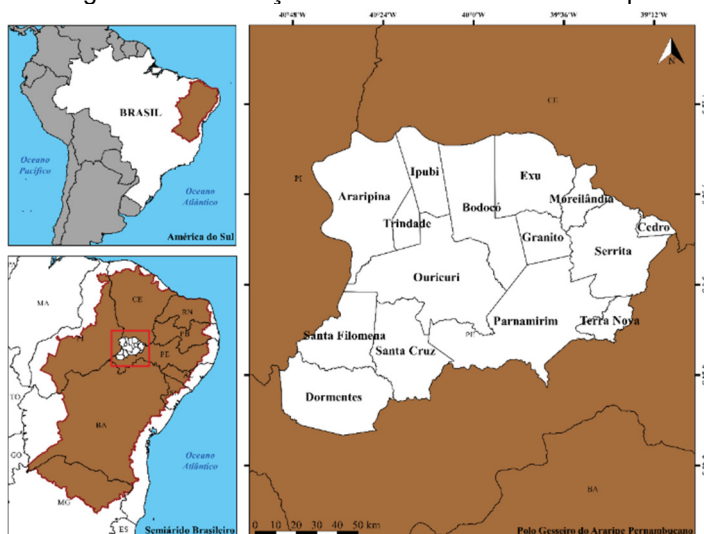


A grande pioneira mineradora de gipsita e produção de gesso no Brasil se encontrava no estado do Rio Grande do Norte (RN) e se manteve por, aproximadamente, 20 anos. A atividade mineradora no RN ficou inviável com a descoberta das jazidas de Pernambuco (PE), que aconteceu na década de 1960.

A referida região é conhecida como Arranjo Produtivo Local (APL) do Gesso, ou Polo Gesseiro do Araripe, Semiárido brasileiro localizada ao extremo oeste de PE

e à 700 km da capital Recife, o qual compreende os municípios pernambucanos indicados na Figura 4 com 35 mineradoras e 150 indústrias de calcinação (Brasil, 2021). Desde então, o estado de PE assumiu e vêm mantendo a posição de maior minerador nacional de gipsita. Suas jazidas apresentam uma maior pureza do minério e, conseqüentemente, melhores condições de lavra, além de uma adequada infraestrutura e maior proximidade do mercado consumidor do que a maioria dos outros estados produtores (Alves, 2007).

Figura 4: Localização do Polo Gesseiro do Araripe.



Fonte: Sabourin *et al.* (2021)

Em 2017, o Estado de Pernambuco (PE) apresentou reserva mineral de gipsita lavrável de 415.109.983 toneladas e produção mineral comercializada bruta de 990.355 toneladas e beneficiada de 699.103 toneladas, com receita total de R\$132.569.807. A principal empresa mineral neste Estado é a Votorantim Cimentos N/NE S.A., com participação de 26,21% da comercialização mineral de gipsita em 2017 (Brasil, 2018).

Além disso, destaca-se o total de 510 empresas em 2022 neste setor, das quais 55 mineradoras de gipsita, 185 produtoras de gesso em pó e 270 fabricantes de produtos pré-moldados de gesso, com a geração de 3.582 empregos diretos e 14.328 indiretos (Sindusgesso, 2024). A Tabela 1 sumariza as principais atividades do Polo Gesseiro do Araripe.

No sudeste do país, principalmente o estado de São Paulo, houve uma demanda reprimida pelo material, quando os empresários perceberam as vantagens econômicas dos produtos derivados da mineração da gipsita como, por exemplo, a produção de pré-moldados e outros derivados do gesso. Isto fez com que empresários

da região fortalecessem o início da produção de gesso no Polo Gesseiro do Araripe e, assim, houve um rápido crescimento das calcinadoras (Lyra, 2007).

Tabela 1: Produtos do polo gesseiro por tipo de atividade

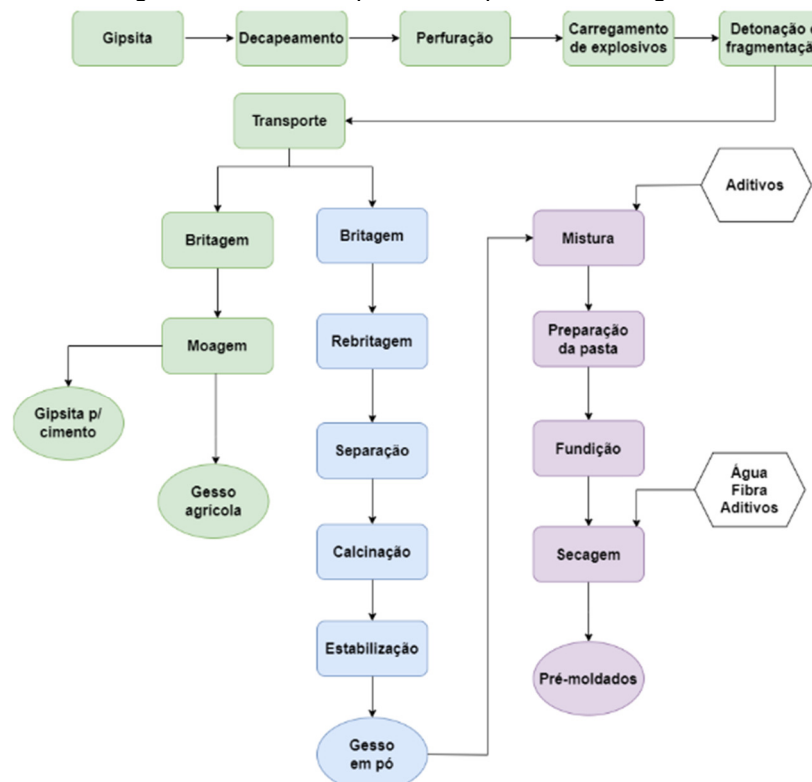
Atividade	Produtos/Finalidade
Mineração	Gipsita: para a produção de cimento, “gesso agrícola” e para fabricação de gesso propriamente dita (nas calcinadoras).
Calcinação	Gesso beta: para a fabricação de pré-moldados, revestimento, gesso cola e gesso projetado, produtos empregados na construção civil e gesso para a fundição. Gesso alfa: para fins odontológicos e ortopédicos.
Fabricação de artefatos	Placas de teto, blocos e gesso acartonado (<i>drywall</i>)

Fonte: INT (2023). Adaptada pela autora.

2.2. PROCESSO PRODUTIVO DO GESSO

O gesso, sulfato hemidratado de cálcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$), é obtido pela calcinação da gipsita, minério de sulfato de cálcio di-hidratado de composição química $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. A mineração, ou lavra da gipsita, apresenta três finalidades básicas: matéria-prima para a produção de cimento Portland, gesso agrícola e fabricação do gesso nas empresas calcinadoras, este último como objeto de estudo deste trabalho (John; Cincotto, 2017; INT, 2023). A Figura 5 apresenta fluxograma macro dos processos produtivos.

Figura 5: Macro dos processos produtivos do gesso.



Fonte: INT (2023).

Após a sua extração por explosões, a gipsita é transportada até as instalações industriais para uma rebitagem em granulometria desejada para a calcinação em fornos rotativos de queima direta ou indireta (John; Cincotto, 2017). A Figura 6 apresenta as principais etapas deste processo produtivo.

Figura 6: Principais etapas de obtenção do gesso pela calcinação de gipsita.



(a) Extração de gipsita

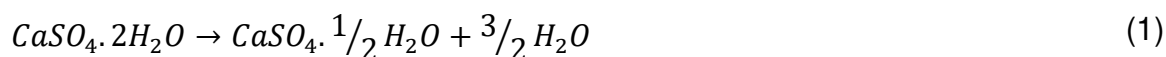


(b) Britagem



(c) Queima em fornos
Fonte: INT (2023).

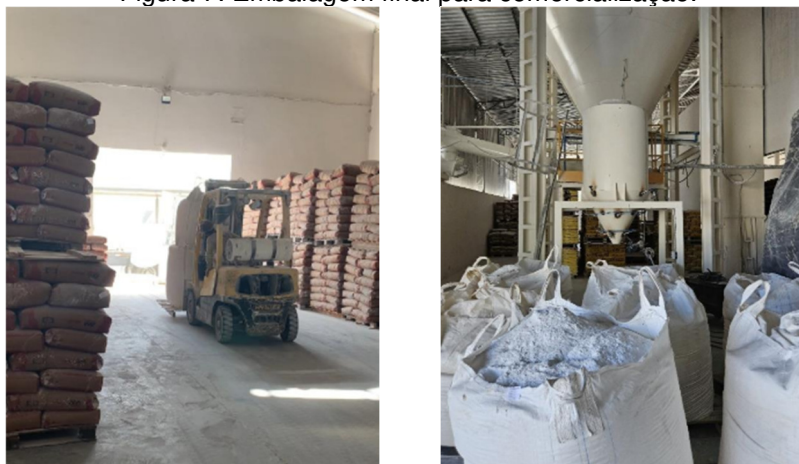
A transformação da gipsita em gesso beta, ou seja, destinada ao emprego na construção civil (Tabela 1), ocorre por calcinação entre 150 e 160 °C, com posterior formação do hemidrato de cálcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$), pela desidratação parcial da gipsita em cerca de 20%, conforme Equação 1 (Brasil, 2018; INT, 2023):



Após a calcinação, o hemidrato de cálcio passa por processos de moagem e peneiramento na faixa de 0,6 mm a 0,8 mm e, em função das condições de calcinação, também é necessário um período de estabilização final para o alcance de maior homogeneidade em sua composição final, que antecede o seu ensacamento em

embalagens de 40 kg ou em “*big bags*” com capacidade de 1 tonelada, exemplificados na Figura 7 (INT, 2023). As embalagens de gesso são armazenadas em local seco e protegido, com pilhas sobre estrados e afastados, no mínimo, 20 cm do piso e 50 cm das paredes e em altura máxima de 1,50 m (ABNT NBR 13207, 2017).

Figura 7: Embalagem final para comercialização.



(a) Sacos de papel de 40 kg

(b) “Big bags”

Fonte: INT (2023).

2.3. USO DO GESSO PARA REVESTIMENTO

2.3.1. Contextualização

Nas duas últimas décadas, o gesso é um material que têm sido largamente empregado na construção civil, com seu consumo em grande escala. Pode-se, inclusive, justificar o aumento pela sua demanda principalmente ao lançamento de programas habitacionais, como o Programa Minha Casa, Minha Vida (MCMV) a partir de 2009 com fins de reduzir o déficit habitacional brasileiro, do qual seguiram-se outros com o mesmo objetivo nos últimos 15 anos (Agência Gov, 2024). Também, a introdução da tecnologia de paredes de gesso acartonado (“*drywall*”) em meados da década de 1990 (Associação Brasileira do Drywall, 2009).

A referida ascensão é evidenciada especialmente nos usos tradicionais do gesso, como revestimento direto de paredes e tetos, e na produção de placas de forro, sancas, molduras e outros elementos de acabamento e não apenas nas vedações internas das edificações. Contudo, como ponto de inflexão, houve um aumento significativo na geração de resíduos advindos da pasta de gesso para revestimentos internos (Freitas, 2021).

2.3.2. Aplicação de gesso como revestimento

O uso do gesso em pasta como material de revestimento tem ganhado destaque devido à sua versatilidade e capacidade de proporcionar um acabamento liso e durável, boa aderência aos vários tipos de substratos, ausência de retração hidráulica, menores tempos de cura, assim como baixo custo em comparação aos revestimentos argamassados cimentícios, tanto em termos de consumo de materiais quanto de recursos físicos da obra (De Milito, 2007; Maeda; Souza, 2000). A Tabela 2 sumariza os principais aspectos comparativos entre a aplicação de pasta de gesso e revestimento argamassado cimentício.

Contudo, apresentam algumas desvantagens que requerem o adequado planejamento e condições de uso, tais como substrato com boa regularidade e precisão geométrica, maior fragilidade a choques e cargas suspensas, provoca corrosão em ligas metálicas não galvanizadas e maior sensibilidade à umidade (De Milito, 2007; Maeda; Souza, 2000).

Tabela 2: Comparação entre revestimentos com pasta de gesso e argamassado cimentício.

Parâmetros	Gesso	Argamassa cimentícia
Fases de aplicação	Pasta de gesso	Chapisco Emboço Reboco
Trabalhabilidade	Maior	Menor
Tempo de aplicação	Menor	Maior
Tempo de cura	Menor	Maior
Massa específica	Menor	Maior
Acabamento (lisura)	Maior	Menor
Comportamento frente ao fogo	Maior	Menor
Durabilidade frente à umidade	Menor	Maior

Fonte: Accorsi (2015). Adaptada pela autora.

Para isso, o uso de um guia com o passo a passo sobre a sua aplicação em paredes e tetos é de suma importância, o qual inclui desde a preparação da superfície até a finalização do acabamento.

A aplicação de revestimentos internos com pasta de gesso é regida pela norma ABNT NBR 13867 (1997) que especifica, dentre outros detalhes, a sua aplicação em superfícies isentas de águas de percolação. Em locais que possam ocorrer, ocasionalmente, uma baixa percolação de água, deve-se preparar a superfície com impermeabilizante apropriado.

Os métodos de aplicação da pasta de gesso incluem aplicação manual ou mecanizada (Figura 8). Esta última apresenta, como principal vantagem, o ganho de

produtividade em comparação a manual. Por exemplo, pode-se alcançar índices em torno de 30% e produção média diária de 200 m²/dia, com o emprego de uma máquina de projeção e o trabalho de quatro profissionais (Nakamura, 2014). Normalmente, o gesso projetado apresenta adições de calcário e aditivos químicos que determinam o tempo de pega, ou endurecimento, aderências aos substratos, dureza e resistência mecânica ao revestimento (Silva, 2011).

Figura 8: Tipos de aplicações da pasta de gesso como revestimento.



Fonte: Autora (2023); Silva (2011).

Antes de iniciar a aplicação do gesso em pasta, é crucial preparar adequadamente a superfície, bem como identificar possíveis problemas, como fissuras ou umidade, que devem ser corrigidos antes do início do processo. Isso envolve a remoção de quaisquer irregularidades, limpeza completa e, se necessário, a aplicação de uma emulsão adesiva para garantir a aderência adequada do gesso (ABNT NBR 13867, 1997). No caso de revestimento sobre estruturas de concreto armado, recomenda-se a aplicação de chapisco rolado como garantia de aderência. Para tanto, é necessário aguardar o tempo de cura do chapisco de 72 horas (Silva, 2011).

Destaca-se a importância da qualidade da mistura do gesso, pelo uso de materiais que estejam dentro das normativas. Para a proporção adequada de água para gesso, geralmente utiliza-se a relação água/gesso de 0,90 L/kg (John; Cincotto, 2017), ou conforme recomendações do fabricante (ABNT NBR 13867, 1997).

Para uma adequada mistura, de modo a evitar grumos e apresentar uma adequada consistência para a aplicação, o gesso deve ser acrescentado de forma gradual, ou seja, polvilhado gradualmente na água. Também, são discutidos aditivos opcionais, como retardadores de pega, para ajustar o tempo de trabalho da pasta.

Diferentes aditivos podem ser incorporados à mistura para melhorar as propriedades físicas e mecânicas da massa de gesso. Os aditivos mais comuns

incluem retardadores de pega, que aumentam o tempo de trabalho da massa, o que permite maior flexibilidade na aplicação. Aditivos aceleradores de pega, que reduzem o tempo de secagem e permitem uma aplicação mais rápida, e plastificantes, que melhoram a trabalhabilidade e a aderência da massa, tornando-a mais fácil de espalhar e alisar. Além disso, adições de reforços fibrosos para aumentar a resistência e a durabilidade do revestimento. A escolha e a combinação de aditivos e adições ajudam a garantir a qualidade e a eficiência do acabamento final (Munhoz, 2008).

O tempo aproximado para o gesso deixar o estado líquido para pastoso é de aproximadamente 5 minutos, que se torna o ponto da mistura para a sua aplicação. É importante lembrar de fazer uma verificação de tempos em tempos sobre como está a textura, pois se o gesso endurecer a mistura é perdida, gerando mais resíduos e desperdícios. Conforme recomendação normativa, [...] “a pasta que se encontrar no estado de endurecimento não se tornará novamente trabalhável com adição de água” (ABNT NBR 13867, 1997, p. 2). Em termos de tempo de pega, o gesso para revestimento (sem aditivos) deverá apresentar início de pega ≥ 10 minutos e fim de pega ≥ 35 minutos. Com aditivos, tais tempos são alterados para ≥ 4 minutos e ≥ 50 minutos, respectivamente (ABNT NBR 13207, 2017).

Antes da primeira camada de gesso, é necessário a aplicação de um pouco de água na parede, com vistas a evitar perda de consistência e trabalhabilidade da pasta de gesso pela absorção da água de dosagem pelo substrato. Também, para que a pasta de gesso se espalhe de maneira uniforme, é recomendado utilizar brocha ou pulverizador (ABNT NBR 13867, 1997).

O gesso em pasta é aplicado uniformemente na superfície preparada e, para garantir uma distribuição homogênea, são abordadas técnicas de aplicação, como o uso de guias-mestras, tais como taliscas e, posteriormente, as mestras. Essas técnicas são fundamentais para auxiliar o nivelamento e o prumo da camada de revestimento e, assim, garantir um acabamento com qualidade e uniformidade (ABNT NBR 13867, 1997).

As taliscas são peças pequenas e planas, geralmente feitas de gesso, madeira ou outro material, que são inseridas temporariamente durante a preparação para a aplicação de gesso (Figura 9a). Estas são usadas como guias para a espessura do gesso e são posicionadas perpendicularmente ao sentido de aplicação da pasta de gesso e em intervalos regulares, geralmente nos cantos e ao longo das paredes e tetos. As camadas regulares e contínuas entre as taliscas são denominadas de guias

ou mestras, que podem ser executadas com a própria pasta de gesso ou em argamassa cimentícia (Figura 9b).

A espessura adequada do revestimento é discutida, de modo a considerar o tipo de substrato e o acabamento desejado. Contudo, deverá ser a mais uniforme possível e com espalhamento adequado (ABNT NBR 13867, 1997). Recomendam-se espessura máxima de aplicação da camada do revestimento de 20 mm. Para superfícies em poliestireno expandido (EPS), como material de preenchimento em lajes treliçadas, a espessura máxima é de 15 mm (Silva, 2011).

Figura 9: Utilização de taliscas e mestras na aplicação da pasta de gesso.



(a) Taliscas



(b) Mestras



(c) Aplicação manual da pasta de gesso entre as guias



(d) Aplicação mecanizada da pasta de gesso entre as guias

Fonte: Trisul Construtora (2017); Nakamura (2014).

Após a aplicação da primeira camada, é essencial permitir a sua secagem adequada. Existem métodos para acelerar ou retardar a secagem conforme necessário, como o uso de aditivos retardantes de pega. Durante esse estágio, são realizados ajustes e correções, que inclui a aplicação de uma segunda camada, ou demão, para garantir uma superfície lisa e uniforme.

A última etapa aborda o acabamento, como lixamento, correção de imperfeições e preparação para a pintura. A execução cuidadosa desses passos garante resultados satisfatórios, com ambientes internos esteticamente agradáveis e duráveis, além da redução da geração de resíduos. A Figura 10 apresenta as

principais etapas da aplicação manual da pasta de gesso. Na Figura 11, tem-se a aplicação por projeção mecânica.

Figura 10: Principais etapas de aplicação manual da pasta de gesso.



Fonte: Pereira; Daré (2017).

Figura 11: Principais etapas de aplicação mecanizada da pasta de gesso.



Fonte: Silva (2011)

2.4. RESÍDUOS DE GESSO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.4.1. Panorama geral

A preocupação quanto aos Resíduos da Construção Civil (RCC) não é apenas quanto ao aumento na quantidade gerada, mas também de sua toxicidade ao meio ambiente (Nogueira *et al.*, 2018). Em 2010, foi sancionada a Lei nº 12.305 sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que trata diretamente de princípios e instrumentos normativos para a gestão integrada de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), além de atribuir responsabilidades compartilhadas aos geradores de tais resíduos sólidos, sejam pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado (Brasil, 2010). Referente a construção civil, no Artigo 13º da PNRS classifica os Resíduos da Construção Civil (RCC) como: “[...] os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis [...]” (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010).

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) do Ministério do Meio Ambiente (MMA), publicou a Resolução nº 307 (Brasil, 2002), alterada pela Resolução nº 469 (Brasil, 2015), que trata diretamente de diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Contempla, resumidamente, a classificação destes resíduos em quatro tipos (Figura 12), atribui responsabilidades ao poder público e aos geradores no que tange a destinação final, além da imposição aos geradores quanto à obrigatoriedade de reduzir, reutilizar e reciclar, nos casos em que, prioritariamente, não se puder evitar a sua geração.

Além disso, a norma ABNT NBR 10.004 (2004) classifica os RCC como resíduos sólidos não perigosos e inertes (Classe IIB) e, portanto, se enquadra nesta periculosidade para a PNRS. Em particular ao gesso, classificado como Classe B a partir da revisão de 2015, os resíduos oriundos deste material requerem descartes em aterros especiais.

Conforme a Resolução nº 307 do CONAMA, o RCC inerte deve ser reciclado ou reutilizado como agregado sempre que possível (Brasil, 2002). Entretanto, a viabilidade econômica da implantação de usinas de reciclagem de RCC é limitada, especialmente em municípios menores. Conforme a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (Abrecon, 2019), apenas

13% das usinas de reciclagem do país estão situadas em municípios com menos de 100 mil habitantes. Para os locais onde a reciclagem não é viável, o CONAMA determina que os resíduos inertes sejam direcionados a aterros específicos, denominados de aterros de inertes, como garantia de sua preservação para futuros usos (Brasil, 2002).

Figura 12: Classificação dos RCC pela Resolução CONAMA.

	CARACTERÍSTICA DO MATERIAL	EMPREENDIMENTO (S) QUALIFICADO (A) A RECEBER
CLASSE A	são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras	 Usina de Reciclagem de RCD ABNT 15114/2004  Aterro de Inertes ABNT 15113/2004  Área de Transbordo e Triagem – ATT ABNT 15112/2004
CLASSE B	são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, EMBALAGENS VAZIAS DE TINTAS IMOBILIÁRIAS e gesso; (Redação Resolução nº 469/15)	 Usina de Reciclagem de RCD ABNT 15114/2004  Área de Transbordo e Triagem – ATT ABNT 15112/2004  Aterro Sanitário ABNT 15849/2010
CLASSE C	são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnológicas ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (redação dada pela Resolução nº 431/11).	 Aterro Sanitário ABNT 15849/2010  Aterro de Resíduos Não Perigosos ABNT 13896/1997
CLASSE D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetivos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (redação dada pela Resolução nº 431/11).	 Aterro de Resíduos Perigosos ABNT 10157/1987
 Observação: § 1º No âmbito dessa resolução consideram-se embalagens vazias de tintas imobiliárias, aquelas cujo recipiente apresenta apenas filme seco de tinta em seu revestimento interno, sem acúmulo de resíduo de tinta líquida.		

Fonte: Abrecon (2017).

Os aterros de inertes são locais destinados ao depósito de resíduos que não sofrem decomposição química ou biológica significativa, como cerâmica, terra e concreto, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA nº307 (Brasil, 2002; 2015). Tais aterros são projetados para minimizar o impacto ambiental, mas a reutilização e reciclagem dos materiais são sempre as melhores práticas para uma gestão sustentável dos resíduos.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) publicou o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares), que representa estratégia de longo prazo em âmbito nacional para operacionalizar as disposições legais, princípios, objetivos e diretrizes da PNRS. Em termos de RCC, o Planares atribuiu como meta o aumento de sua reciclagem, com projeção de alcançar níveis de 25% até o ano de 2040 (Brasil, 2020a).

2.4.2. Geração de resíduos de gesso

A gestão eficiente dos resíduos de gesso exige cuidados específicos em todas as etapas, que inicia desde a seleção do material até a fase final de coleta,

segregação, transporte e destinação adequada dos resíduos. Isto garante não só a conformidade legal, mas também a sustentabilidade ambiental da obra, de modo a contribuir com o meio ambiente, tanto pela gestão de menores quantidades de resíduos quanto em menor utilização de recursos naturais (Associação Brasileira do Drywall, 2009).

O uso inadequado do gesso pode resultar em desperdícios substanciais, tanto do material em si quanto dos recursos financeiros utilizados durante o processo. Erros como cálculos imprecisos, falta de planejamento e falhas de execução contribuem para o desperdício excessivo, que destacam a necessidade de uma abordagem mais consciente desde as fases iniciais do projeto (Tavares *et al.*, 2010).

Uma vez endurecido, o resíduo de gesso apresenta desafios significativos em termos de reutilização, dada a dificuldade em reciclar ou reutilizar eficazmente esse material (Alves, 2007). Estratégias inovadoras na gestão de resíduos tornam-se essenciais para lidar com o gesso descartado, o que ressalta a importância de práticas que evitem a contaminação do solo e promovam a sustentabilidade (Alves, 2007).

Estudos indicam que, no Brasil, aproximadamente 45% do gesso utilizado em construções é desperdiçado. Além disso, cerca de 3% das placas de gesso acartonado e entre 20% e 25% do gesso adquirido para rebaixamentos e sancas tornam-se resíduos. No setor da construção civil, os principais geradores de resíduos de gesso são o revestimento (88%), as chapas de gesso acartonado (8%) e os componentes pré-moldados (4%). Na cidade de São Paulo, é estimado que a quantidade de resíduos de gesso atinja 120 mil toneladas. Ao se considerar a possibilidade deste material ser devidamente gerido, poderia reduzir o consumo de gipsita em 32.700 toneladas anualmente (Brito *et al.*, 2019).

Devido a classificação dos resíduos de gesso em Classe B pela Resolução CONAMA (Brasil, 2002; 2015), a coleta e a armazenagem destes resíduos devem ser realizadas em locais específicos nos canteiros de obras, separados de outros materiais para facilitar a reciclagem e evitar possíveis contaminações (Figura 13). A coleta seletiva melhora a qualidade dos resíduos destinados à reciclagem e requer o treinamento adequado da mão-de-obra envolvida nos procedimentos com gesso.

Figura 13: Tipos de resíduos que devem ser coletados e armazenados em local específico nos canteiros.



Fonte: Associação Brasileira de Drywall (2009)

Além disso, é fundamental garantir que os locais de armazenagem sejam secos, tais como em baía com piso concretado ou em caçambas (Figura 14), e devem ser protegidos contra intempéries ou quaisquer outros possíveis contatos com água. treinamento adequado da mão-de-obra envolvida nos procedimentos com gesso.

Destaca-se que o grande problema do descarte do gesso hidratado acontece porque a solubilidade em água pode resultar na formação de soluções com íons sulfato capazes de contaminar os solos e os lençóis freáticos. O contato com a matéria orgânica pode ocasionar a formação de gás sulfídrico, que possui um odor desagradável, que faz com que seja proibido a colocação de gesso em aterros sanitários (Calixto, 2017).

Figura 14: Armazenagem separada de resíduos de gesso.



(a) Piso concretado



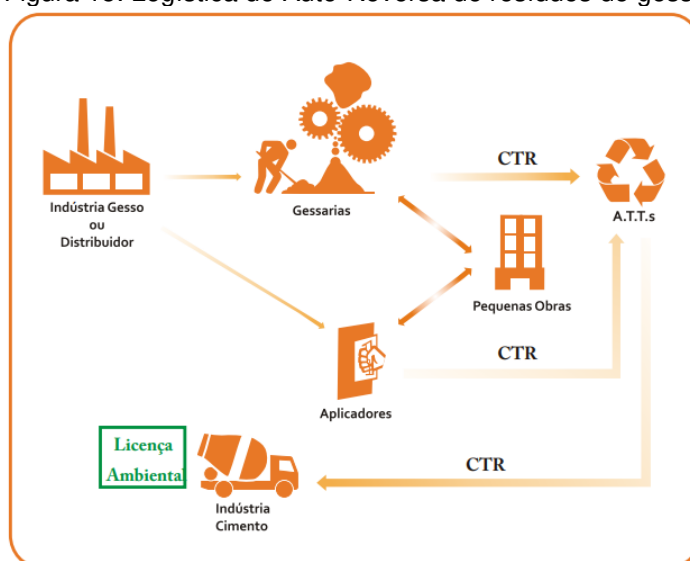
(b) Caçambas

Fonte: Associação Brasileira de Drywall (2009); Trisul Construtora (2017)

O transporte dos resíduos de gesso deve seguir as regulamentações estabelecidas pelos órgãos municipais responsáveis pelo meio ambiente e pela limpeza pública. A destinação apropriada dos resíduos inclui a entrega em Áreas de Transbordo e Triagem (ATTs) licenciadas pelas Prefeituras ou a contratação de empresas especializadas na coleta e reciclagem de resíduos de gesso. A Associação Brasileira de Drywall (2024) mantém um cadastro de unidades de recebimento de resíduos de gesso (ATT) no Brasil que, atualmente, conta com 19 (dezenove) empresas, das quais apenas uma localiza-se em Minas Gerais e que atende a Grande Belo Horizonte¹.

Os resíduos de gesso podem ser reciclados e reintegrados à cadeia produtiva, uma vez que readquirem as características químicas da gipsita. Essa logística contribui para a redução do impacto ambiental e dos custos de produção, assim como facilita o processo de reciclagem e reaproveitamento do gesso na construção civil e é chamada de logística Auto-Reversa, conforme ilustrado na Figura 15 (Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall, 2009).

Figura 15: Logística de Auto-Reversa de resíduos de gesso.



Fonte: Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall (2009).

Ressalta-se que práticas de logísticas reversas de resíduos sólidos urbanos (RSU) são mencionadas e incentivadas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) publicada há 14 anos (Brasil, 2010). Ademais, a partir da publicação da Portaria Nº 280 de 29 de junho de 2020, tornou-se obrigatório a utilização do Manifesto

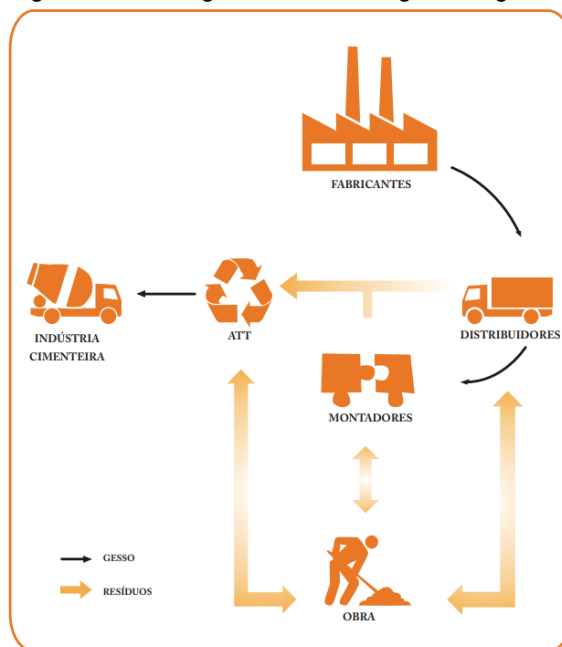
¹ Disponível em: <https://drywall.org.br/sustentabilidade/>. Acesso em: 01 jul. 2024.

de Transportes de Resíduos (MTR), que é um documento numerado que deverá ser emitido e encaminhado juntamente aos resíduos até a sua destinação final a partir de 1º de janeiro de 2021 (Brasil, 2020b). O MTR deverá ser enviado pelo gerador dos RCC ao Ministério do Meio Ambiente por meio do Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR²).

2.4.3. Alternativas de reciclagem do gesso

Os métodos de reciclagem do gesso têm sido pesquisados desde o final da década de 1990, com avanços significativos em três áreas principais. A primeira é nas indústrias cimenteiras, onde o gesso é um ingrediente essencial, como retardante de pega (Figura 16). A segunda é no setor agrícola, onde o gesso é utilizado como corretivo da acidez do solo e para melhorar suas características. Por fim, nas indústrias de transformação do gesso, que podem reincorporar parte de seus resíduos aos processos produtivos, porém essa é pouco utilizada na prática (Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall, 2009).

Figura 16: Fluxograma de reciclagem do gesso.



Fonte: Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall (2009)

A reciclagem do gesso possui um processo mais complicado do que o de produção, pois requer maior consumo de energia. Estudos realizados mostram que o gesso reciclado apresenta perda de plasticidade, redução no tempo de pega, aumento

² Disponível em: <https://sinir.gov.br/sistemas/mtr/>. Acesso em: 01 jul. 2024.

da porosidade e permeabilidade, e menor capacidade de adensamento, em comparação ao gesso comercial. No entanto, apresentam maiores valores de resistência à tração, compressão e dureza superficial (Apolinário, 2015).

Pesquisa realizada por Silvio (2012) indica que os resíduos de gesso podem ser reaproveitados diversas vezes, sem perdas de suas propriedades, após passar por duas etapas, como moagem e calcinação. Se submetido somente a moagem, o pó do gesso pode ser utilizado na agricultura ou até como retardador de pega na produção de cimento Portland, com ressalva que este material não pode ser utilizado junto ao aço por conta da corrosão.

No Brasil, o gesso pode ser reutilizado de diversas formas em obras, como fragmentos de gesso para reaproveitamento em novas misturas em aplicações não estruturais, bem como a sua reciclagem na fabricação de blocos, placas de gesso acartonado e peças ornamentais. Por último, o gesso reciclado pode ser aplicado como condicionador de solo, com melhorias na estrutura do solo e na retenção de água (Munhoz, 2008).

Apesar das possibilidades supramencionadas, diversas dificuldades comprometem a eficácia dessas práticas, como a contaminação. Normalmente o gesso proveniente de demolições ou reformas encontra-se contaminado com outros materiais, o que dificulta a sua reutilização. Outro ponto importante é a questão da logística e infraestrutura, a coleta e transporte de resíduos de gesso são desafios significativos, especialmente em áreas urbanas que são densamente povoadas (Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall, 2009).

Além disso, deve-se levar em consideração a falta de conhecimento técnico que muitas empresas e profissionais da construção civil desconhecem sobre reciclagem e reutilização do gesso, bem como a ausência de regulamentações claras e incentivos financeiros, que desestimulam a prática da reciclagem (Souza *et al.*, 2020).

Diante das dificuldades mencionadas, a abordagem mais eficaz é o planejamento adequado do uso do gesso para minimizar a geração de resíduos. Isso inclui um planejamento desde a etapa de projeto, treinamento e capacitação dos profissionais com técnicas de aplicações que reduzam o desperdício, uso de tecnologias como BIM (*Building Information Modeling*) para um melhor planejamento e monitoramento do uso desse material, implementação de sistema de gestão de resíduos, que contempla o seu armazenamento adequado para possíveis

reutilizações, dentro outras alternativas que ajudam a reduzir os impactos ambientais e também a promover a sustentabilidade e a eficiência na construção civil (Lima, 2015).

A reutilização de resíduos de gesso na construção civil enfrenta diversas dificuldades que tornam essa prática pouco viável. O gesso é um material que possui características específicas que dificultam sua reciclagem e reutilização pois, uma vez endurecido, dificilmente é possível garantir propriedades compatíveis ao seu estado original. Também, as práticas de descarte de gesso, normalmente misturados a outros resíduos da construção civil, dificultam a sua destinação final ou direcionamento a reuso ou reciclagem.

Conforme abordado na literatura, a reciclagem do gesso implica em processos complexos que envolvem a separação de impurezas, moagem, calcinação e reidratação, o que exige equipamentos especializados e de altos custos energéticos. Além disso, a contaminação por outros materiais presentes nos resíduos de gesso, como tintas, colas e papéis, aumenta a complexidade do processo de reciclagem, muitas vezes inviabilizava a reutilização economicamente (Tavares *et al.*, 2010). Portanto, a mitigação de impactos pela geração excessiva de tais resíduos requer a conscientização dentre os gesseiros e os responsáveis técnicos pelas obras prediais.

2.5. CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE PERDA

A classificação de perdas na construção civil é uma abordagem essencial para a compreensão e controle de desperdícios, especialmente no contexto da gestão de processos e da eficiência operacional (Andrade; Mileo, 2016). Existem diferentes tipologias para classificação de perdas, o que permite uma análise detalhada e estratégica para mitigação.

De acordo com Souza (2005), a classificação das perdas de acordo com suas causas oferece uma perspectiva orientada para a solução, uma vez que permite identificar fatores externos, como falhas na cadeia de suprimentos, ou internas, como ineficiências operacionais (Souza, 2005). A Tabela 3 apresenta as principais classificações de perdas na construção civil.

Tabela 3: Classificação de perdas na construção civil.

Grupo	Tipo	Descrição
Consumo ou recurso	Recursos físicos	Mão-de-obra, equipamentos e materiais
	Recursos financeiros	Estritamente monetários e decorrentes das perdas de recursos físicos
Mensuráveis	Dados quantitativos	Quilogramas de material desperdiçado
	Dados qualitativos	Horas de trabalho improdutivo
Ciclo de vida do empreendimento	Planejamento	Decisões incorretas
	Execução	Falhas operacionais
	Finalização	Falhas nos produtos acabados
Natureza	Furto ou extravio	Alguém se apossa de algo em seu local de estocagem, ou quando o material é entregue em quantidade inferior
	Entulho	Geração de resíduos que devem ser descartados
	Incorporação	Material permanece na própria construção de forma equivocada como, por exemplo, quando se faz uma espessura maior do que a necessária
Origem	Humanas	Erros operacionais ou decisões precisas
	Técnicas	Falhas em máquinas ou equipamentos
	Ambientais	Fatores externos ao controle da empresa, como desastres naturais ou flutuações econômicas
Possibilidades de controle	Controláveis	Prevenidas ou mitigadas por meio de ações corretivas
	Incontroláveis	Protegidas no processo e não podem ser completamente evitadas, mas sim minimizadas, que exige uma abordagem mais cuidadosa da gestão de riscos

Fonte: Da autora. Baseado em Souza (2005).

A padronização na medição das perdas é fundamental para a análise e controle, pois permite uma comparação mais precisa ao longo do tempo. Para o ciclo de vida do empreendimento, vale destacar que cada uma destas possui características únicas de riscos e desafios, o que faz com que as perdas variem de natureza e intensidade. Todavia, a identificação do momento específico em que as perdas ocorrem é vital para a implementação de estratégias de melhoria contínua (Souza, 2005).

Por último, ao se organizar as perdas de acordo com seu tipo, torna-se possível desenvolver estratégias específicas para sua mitigação a partir dos pontos de falhas dentro do processo produtivo e, portanto, aumentar a eficiência e a sustentabilidade das operações (Souza, 2005).

2.6. GESTÃO DA QUALIDADE

2.6.1. Contrato

Na gestão da qualidade aplicada ao uso do gesso em obras, a formalização de um contrato bem estruturado, a criação de um fluxograma que detalha o passo a

passo da aplicação e a utilização de uma Ficha de Verificação de Serviço (FVS) são elementos essenciais para garantir um planejamento eficiente e a minimização de desperdícios (Lima, 2015).

Um contrato bem elaborado define com clareza as responsabilidades e expectativas de cada parte, com prevenção de conflitos e garantia de conformidades com os padrões de qualidade estabelecidos. No contexto da construção civil, a formalização de contratos entre a construtora e a empresa terceirizada responsável pela aplicação do gesso é de suma importância para o planejamento adequado do uso desse material e para a minimização de desperdícios. Isto se estende a demais fornecimentos e aplicações de insumos via prestações de serviços (Oliveira, 2009).

A definição clara das responsabilidades e obrigações de ambas as partes no contrato impacta diretamente a eficiência dos processos e a redução dos resíduos gerados. Neste âmbito, Oliveira (2009) discorre sobre os principais pontos de atenção nos contratos de prestação de serviços para a aplicação de pasta de gesso para fins de revestimentos, listados sumariamente a seguir:

- Limpeza da obra após a aplicação do gesso: estabelecer de forma explícita quem será o responsável pela remoção dos resíduos e pela organização do ambiente é essencial para evitar o acúmulo de perdas excessivas e garantir que os resíduos sejam manejados de maneira adequada. Isso contribui significativamente para a redução de desperdícios e para o correto descarte ou reciclagem;
- Definição da responsabilidade pelo fornecimento do gesso: especificar se a construtora ou a empresa terceirizada irá fornecer o material, uma vez que isso impacta no controle de estoque, o fluxo de trabalho e a gestão dos custos. O fornecimento adequado e o controle rigoroso sobre a quantidade de gesso disponível podem evitar tanto o excesso quanto a falta do material, com prevenção de perdas e interrupções desnecessárias no processo de aplicação;
- Especificação da espessura do revestimento: definir a espessura da pasta de gesso aplicada e do seu controle por taliscas e mestras, pois tais detalhes técnicos, quando devidamente normatizados, garantem a padronização do serviço e a qualidade do acabamento final, ao mesmo tempo em que evitam o uso desnecessário de material. O controle da espessura é particularmente importante, pois um revestimento excessivamente espesso pode gerar não

apenas desperdício de gesso, mas também custos adicionais com mão de obra e tempo de execução;

- Medição do serviço prestado: definir se será realizado por metragem ou volume de material utilizado. A escolha do método de medição influencia diretamente o cálculo do serviço e dos materiais empregados, o que assegura maior transparência e igualdade nas relações contratuais. Uma medição inadequada ou ambígua pode gerar conflitos entre as partes e resultar em prejuízos para uma ou ambas;
- Previsão da taxa de desconto ou penalização para casos em que ocorra desperdício excessivo de material: incentivar práticas mais eficientes na gestão de estoques e aplicação do gesso por parte da empresa prestadora de serviços, com vistas a reduzir desperdício e alinhar-se às boas práticas de sustentabilidade. Ao impor essa penalização, a construtora promove um uso mais responsável dos recursos e, ao mesmo tempo, reforça o compromisso com a execução de um serviço de qualidade.

2.6.2. Ficha de Verificação de Serviço (FVS)

Uma abordagem promissora para se atingir o objetivo de mitigação de desperdício é a implementação de Ficha de Verificação de Serviço (FVS), que atua como um controle de qualidade adicional por documentação dos requisitos e identificação de possíveis falhas na execução, o que possibilita correções imediatas e evita retrabalho.

A FVS é um documento utilizado para garantir que as etapas de um determinado processo ou serviço sejam realizadas de acordo com um padrão pré-estabelecido e que todos os profissionais envolvidos sigam os mesmos critérios e procedimentos. As inspeções feitas com FVS facilitam na identificação de não conformidades e ações corretivas necessárias, manutenção de registro detalhado de todas as inspeções, bem como possibilita a rastreabilidade de atividades, que podem facilitar auditorias e revisões futuras, e mitigação de retrabalhos e erros operacionais (Armani, 2021).

Este tipo de documento apresenta uma estrutura padrão e requer os seguintes itens: identificação do serviço, data de início e fim de verificação, descrição das atividades, critérios de aceitação e parâmetros de qualidade para cada atividade,

nome do responsável pela verificação e assinatura do mesmo, assinatura do responsável pela execução do serviço, observações e comentários (Armani, 2021).

2.6.3. Fluxograma

A metodologia de fluxograma é uma ferramenta visual e eficaz no planejamento e execução de serviços. Constitui-se em representação gráfica de um processo ou sistema, que idealiza as etapas sequenciais por meio de símbolos padronizados. Cada símbolo representa uma ação, decisão ou evento, conectados por setas que indicam a ordem das operações. Esta ferramenta facilita a visualização clara e organizada dos processos, ajuda na identificação de pontos críticos e oportunidades de melhoria (Santos, 2004). Portanto, permite uma compreensão dos fluxos de trabalhos por parte dos profissionais envolvidos e, assim, um planejamento otimizado.

No contexto deste trabalho, o fluxograma facilita na identificação de áreas nas quais os recursos podem ser otimizados, como a quantidade de gesso preparada ou a técnica de aplicação utilizada. Além disso, a clareza proporcionada pode reduzir a probabilidade de erros durante a aplicação do gesso e permitir uma identificação rápida e precisa de pontos onde as falhas ocorrem com maiores incidências (Santos, 2004).

3. METODOLOGIA

3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A apresentação do plano de aplicação de gesso, com o objetivo de minimizar o desperdício desse material, foi elaborada por meio de uma revisão da literatura para estabelecer a base teórica do estudo. Além disso, levou-se em consideração a experiência profissional da autora.

Para isso, a metodologia adotada baseou-se na realização de um estudo de caso em duas obras residenciais de múltiplos pavimentos, ambos executados em alvenaria estrutural. Uma obra a autora realizou o acompanhamento por um período de 7 meses³, durante o seu estágio curricular obrigatório. Já a segunda obra foi realizada visitas para a coleta de dados. Além disso, foi feita uma visita à Ecovia Reciclagem de Resíduos da Construção Civil, para compreender o processo de coleta e destinação dos resíduos de gesso para em um Aterro de Inerte.

Após as etapas da metodologia, foi possível elaborar um plano de aplicação de gesso que contemplou duas ferramentas dos tipos informativa e de verificação, que são fluxogramas de processos e Ficha de Verificação de Serviço, que auxiliam tanto na transparência da representação visual das etapas e cuidados na aplicação do gesso para revestimento, quanto na minimização na geração de resíduos de gesso.

Os tópicos seguintes descrevem as etapas da metodologia realizada.

3.2. APRESENTAÇÃO DAS OBRAS

3.2.1. Obra 01: Município de Varginha

A Obra 01 compreende um empreendimento residencial localizado na cidade de Varginha, Minas Gerais, bairro Parque Imperial (Figura 17), no qual a autora atuou como estagiária durante um período de sete meses, de julho de 2022 a janeiro de 2023. A referida obra se enquadra no programa habitacional Minha Casa Minha Vida, com a missão de construir e vender residências de alta qualidade de acabamento que promovem o conforto e a acessibilidade aos seus compradores.

³ Todas as figuras que apresentam inscrição na parte inferior direita são apresentadas como “da autora”, pois foram registros feitos durante sua atividade na obra, com uso autorizado pela empresa.

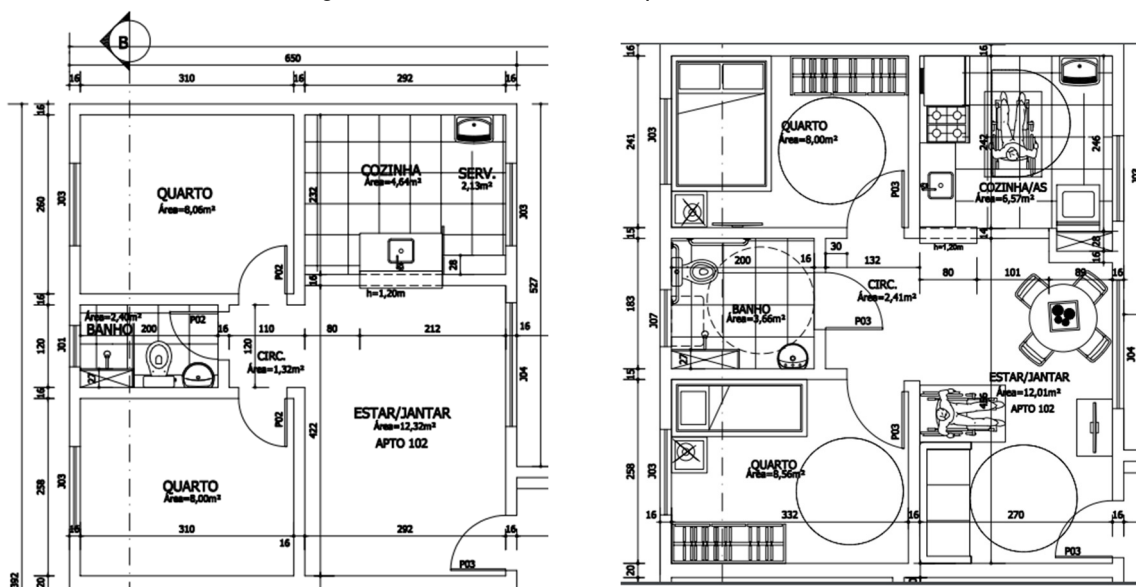
Figura 17: Localização da obra.



Fonte: Google Earth (2024).

O empreendimento é composto por um total de 80 (oitenta) apartamentos, distribuídos em cinco blocos de quatro pavimentos cada, com um total de 16 (dezesesseis) apartamentos por bloco. Dentre esses, alguns são destinados a portadores de necessidades especiais (PNE). Cada apartamento é composto por dois quartos, uma cozinha conjugada com lavanderia, uma sala e um banheiro (Figura 18). Além disso, o mesmo oferece instalações externas como áreas comuns, como espaço *gourmet*, *playground*, espaço fitness e espaço pet.

Figura 18: Planta baixa dos apartamentos.



(a) Planta baixa apartamento comum

(b) Planta baixa apartamento PNE

Fonte: Donum Construtora (2024).

Os edifícios, ilustrados na Figura 19, foram construídos em alvenaria estrutural, predominantemente com blocos cerâmicos. A parede que faz divisa com o apartamento vizinho, localizada no maior quarto do apartamento, é composta de blocos de concreto.

Figura 19: Alvenaria estrutural.



Fonte: Autora (2022).

Os acabamentos dos apartamentos incluem piso laminado na sala e nos quartos, piso cerâmico nos demais cômodos, e revestimentos cerâmicos combinados com textura nas paredes do banheiro, da cozinha e da lavanderia, ambos em cor branca. Nos demais cômodos de áreas secas, o revestimento das paredes e teto é formado por gesso liso e pintura. Nas áreas comuns, como os halls, o acabamento adotado também é em gesso liso e pintura. Destaca-se que todo o revestimento em gesso liso foi executado por empresa terceirizada e, durante o período de verificação do serviço de aplicação de gesso liso, foi notada uma considerável incidência de desperdício de gesso, como exemplificado na Figura 20). A percepção predominante é que a empresa terceirizada mostrou-se negligente em relação ao controle do desperdício gerado. Os impactos destes desperdícios serão analisados e discutidos no trabalho.

Figura 20: Registro de desperdício de gesso para revestimento.



Fonte: Autora (2022).

3.2.2. Obra 02: Município de Três Corações

Outra obra analisada neste trabalho também é um empreendimento residencial, localizada na cidade de Três Corações. Realizou-se algumas visitas a obra no mês de setembro de 2023 de modo a avaliar a aplicação de gesso liso, bem como compreender os desperdícios gerados e a sua disposição. O empreendimento também é composto por alvenaria estrutural em blocos de concreto, o qual também se enquadra no programa habitacional Minha Casa Minha Vida (Figura 21).

Figura 21: Vista da fachada em execução da obra localizada em Três Corações.



Fonte: Autora (2023).

A obra predial é formada por 19 (dezenove) blocos com 20 (vinte) apartamentos por bloco, dividido em 5 (cinco) andares, todos em alvenaria estrutural, com total de 380 apartamentos de dois quartos, uma sala, uma cozinha americana e um banheiro. Tais apartamentos são denominados de “Apartamento Tipo”. Também, o empreendimento apresenta o diferencial de apartamentos para PNE, com elevador, e outros com áreas privativas, denominados de “Apartamento Garden” (Figura 22).

Figura 22: Planta baixa apartamentos Mirante do Rio Verde



(c) Apartamento PNE
Fonte: ViaSul Engenharia (2024).

Na fase inicial do empreendimento, compõe-se a entrega de 5 (cinco) blocos, com 20 (vinte) apartamentos PNE e 80 (oitenta) apartamentos tipo, na qual realizou-se visitas para a composição deste trabalho. Durante as visitas, verificou-se tanto a quantidade de resíduos de gesso descartados quanto os métodos adotados para o seu armazenamento.

3.3. VISITA A USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Para uma visão da realidade dos resíduos de gesso descartados, foi realizado uma visita na Ecovia Reciclagem de Resíduos da Construção Civil, usina de reciclagem de resíduos da construção civil localizada no município de Varginha e que pertence ao grupo Limpavia, empresa fornecedora de caçambas para remoção de entulhos em Varginha (Figura 23). Este grupo atua desde 2008 na região para o descarte adequado de entulhos e preservação do meio ambiente, com particular início operacional da usina de reciclagem de entulhos no final de 2015.

O objetivo da visita na usina de reciclagem de entulhos foi conhecer os processos macro de recebimento, triagem e moagem dos resíduos e, de modo particular, sobre o recebimento de resíduos de gesso e sua destinação final na usina. Além disso, conversou-se com o responsável pela usina para entender os desafios e benefícios associados à reciclagem e para explorar as possíveis aplicações dos produtos reciclados.

Figura 23: Usina de reciclagem de entulhos.



(a) Recebimento de caçamba e triagem de resíduos



(b) Vista do britador de resíduos e esteiras para depósito de materiais granulares obtidos na moagem

Fonte: Autora (2024).

3.4. ELABORAÇÃO DE FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇOS E FLUXOGRAMAS

Neste trabalho, foi elaborada uma Ficha de Verificação de Serviço (FVS) como proposta para análise do serviço de revestimento em gesso liso, com o intuito de reduzir o desperdício e melhorar a eficiência no processo de aplicação deste material. A sua estruturação baseou-se em experiências preliminares da autora na Obra 01, que possui FVS própria da construtora e cujos itens presentes auxiliaram na

elaboração da FVS apresentado neste trabalho, assim como de leituras de materiais bibliográficos para se contemplar os principais itens de inspeções e, assim, disponibilizar requisitos de suma relevância para os profissionais e gestores da construção civil interessados em implementar estratégias de redução de desperdício na aplicação de gesso.

Ademais, também foram elaborados fluxogramas para facilitar a identificação de etapas ineficientes ou redundantes que podem ocasionar desperdícios de pasta de gesso, garantir que todos os trabalhadores sigam os mesmos procedimentos e práticas e, assim, reduzir variações que podem resultar em desperdícios. As etapas contempladas nos fluxogramas foram de pré-aplicação, aplicação e pós-aplicação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. VISÃO MACRO NAS OBRAS

Em ambas as obras analisadas, foi observado um padrão preocupante de elevado desperdício de pasta de gesso durante o processo de aplicação. Assim, foi realizado um estudo sobre as possíveis causas desse desperdício e de soluções que possam ser aplicadas para fins de mitigação. Neste contexto, inclui-se desde a preparação inadequada da superfície até a aplicação excessiva do material. Tais percepções reforçaram a importância de se implementar estratégias eficazes para reduzir o desperdício e melhorar a eficiência no uso do gesso.

As referidas experiências práticas foram de suma relevância como ponto de partida para se investigar as causas do desperdício de gesso e explorar possíveis soluções, com vistas a contribuir não somente na otimização dos processos na construção civil, mas também promover práticas sustentáveis, com redução de impactos ambientais e econômicos.

4.2. OBRA 01: MUNICÍPIO DE VARGINHA

Especificamente em relação a esta obra, cuja autora acompanhou todo o processo de aplicação de gesso durante sete meses de experiência profissional, e na maioria das grandes obras atuais, o serviço de aplicação de gesso foi realizado por empresas terceirizadas do polo gesseiro do Nordeste brasileiro. Isso se deve à disponibilidade atual de produtos e mão-de-obra especializada.

O gesso utilizado na obra foi comprado pela própria empresa terceirizada, com custos mais acessíveis devido a sua origem. De modo controverso, todo o desperdício estimado foi previamente calculado com base na quantidade de gesso adquirida e no valor proposto para a construtora.

O gesso foi armazenado em dois apartamentos do primeiro andar, dispostos sobre paletes para evitar o contato com o piso. Esses apartamentos foram os últimos a serem finalizados devido à realização dos demais serviços (Figura 24). A escolha dos apartamentos para armazenamento considerou a melhor disposição para estocagem e distribuição dos materiais nos apartamentos que estariam próximos aos gesseiros prestadores de serviços.

Figura 24: Gesso armazenado em apartamento do Park Sion



Fonte: Autora (2022).

Previamente a liberação dos serviços de aplicação do gesso, os estagiários da construtora eram os responsáveis em verificar às condições da alvenaria e possíveis necessidades de reparos no substrato. Após isto, os serviços de revestimento em gesso eram liberados para execução. Nesta obra, havia cerca de 10 (dez) gesseiros, cada um destes responsável por um apartamento no mesmo bloco, ou torre, com fins de coordenação dos serviços em etapas.

A aplicação do gesso foi feita de forma manual (Figura 25) e mistura realizada com um misturador mecânico para se obter um produto mais homogêneo em menos tempo. O único cuidado necessário durante a mistura foi em não perder o ponto da pasta, ou seja, se a mistura for excessiva, o gesso endurece rapidamente, o que ocasiona desperdícios.

No contrato entre a empresa terceirizada e a construtora, foi estipulada a execução de taliscas e mestras nas áreas de acesso ao banheiro e aos quartos dos apartamentos. Nesses locais, havia uma dificuldade para aplicar e sarrafear com régua de alumínio devido ao tamanho reduzido das paredes, o que visava minimizar erros de espessura. Quanto à espessura do revestimento, não foi padronizado um valor específico a ser seguido, porém, foi garantida a uniformidade e a linearidade final dos revestimentos com pasta de gesso.

Figura 25 : Aplicação do gesso no Park Sion



Fonte: Autora (2022).

Como percepções deste serviço, observou-se uma quantidade significativa de resíduos gerados, conforme alguns registros apresentados na Figura 26. Nos últimos apartamentos a serem concluídos, os gesseiros da empresa terceirizada, com necessidade em finalizar o serviço em menor tempo, negligenciaram alguns aspectos do serviço.

Figura 26: Registro de desperdícios de gesso.



(a) Em sacos de gesso



(b) Sobre o piso

Fonte: Autora (2022).

A conferência do serviço de aplicação de gesso nos apartamentos foi de responsabilidade dos estagiários, feita com o uso de uma régua para verificar a planeza das paredes, rodapés e cantos. Nos pontos com necessidades de correções, eram feitas marcações vermelhas de “X” diretamente na parede. Toda a verificação

foi registrada em ficha de verificação de serviço (FVS), com anotações de pontos atendidos e os não atendidos. Os resíduos de gesso gerados nos últimos apartamentos foram em maiores quantidades. Ao final, muitos materiais e ferramentas encontravam-se com sujeiras excessivas (Figura 27). Além disso, a quantidade de sacos de gesso adquirida foi superdimensionada, o que resultou em um excedente de aproximadamente duzentos e cinquenta sacos de gesso próximos à data de validade, deixados na obra pela empresa terceirizada (Figura 28).

Figura 27: Sujeiras excessivas em materiais e ferramentas de aplicação do gesso.



(a) Visão ampla

(b) Detalhes dos paletes

Fonte: Autora (2022).

Figura 28: Sacos de gesso com vencimento próximo



Fonte: Autora (2022).

A empresa prestadora de serviço também deixou na obra algumas placas de gesso acartonado, os quais foram destinados a terceiros. No entanto, dos sacos de gesso restantes, a construtora conseguiu dispor apenas cem destas unidades para terceiros com obras em execução. Devido à proximidade da data de vencimento,

cerca de cento e cinquenta sacos de gesso foram desperdiçados, que equivaleu a aproximadamente seis mil quilos de pó de gesso. Com base no valor médio por saco de gesso de R\$37,00⁴ (trinta e sete reais), a estimativa de custo desperdiçado com as 150 unidades é de R\$5.550,00 (cinco mil e quinhentos e cinquenta reais).

Os resíduos de gesso em saco foram descartados em uma caçamba separada apenas para esse material. Contudo, alguns funcionários da própria construtora descartaram outros tipos de materiais junto ao gesso na caçamba. Esse material foi recolhido pela empresa de caçamba LimpaVia e destinado ao aterro da Ecovia Reciclagem de Resíduos da Construção Civil.

4.3. OBRA 02: MUNICÍPIO DE TRÊS CORAÇÕES

Na obra localizada no município de Três Corações, foram realizadas diversas visitas para analisar o desperdício de gesso. A construtora contratou uma empresa terceirizada especializada em aplicação de gesso para executar o serviço, com origem de Piauí e, portanto, próximo ao polo gesseiro da região do Araripe, Pernambuco.

A construtora adquiriu 800 sacos de gesso para a execução do serviço nos cinco primeiros blocos. Esses sacos foram distribuídos dentro dos próprios apartamentos onde o serviço foi realizado, aproximadamente 20 sacos por apartamento, dispostos sobre paletes para evitar o contato com o contrapiso (Figura 29). O gesso foi estocado na área de cozinha, por ser um local mais amplo e que receberia acabamento em gesso apenas no teto.

Figura 29: Gesso armazenado na obra do município de Três Corações.



Fonte: Autora (2023).

⁴ Custo médio obtido no município de Varginha em agosto de 2024.

Antes de iniciar a aplicação do gesso, um funcionário da construtora verificou, previamente, todos os apartamentos e áreas de acesso internos para remover rebarbas e excessos das paredes e tetos. O serviço foi executado aproximadamente três meses após a finalização da alvenaria estrutural.

Durante as visitas à obra, quatro funcionários da empresa terceirizada estiveram envolvidos na aplicação do gesso. Dois gesseiros trabalharam juntos em um mesmo apartamento até finalizar todo o bloco (Figura 30), enquanto os outros dois trabalharam individualmente em apartamentos diferentes até finalizar outro bloco de suas responsabilidades (Figura 31).

Figura 30: Aplicação de gesso na obra de Três Corações.



Fonte: Autora (2023).

Os dois gesseiros que trabalharam juntos demandaram um dia para concluir um apartamento (Figura 31), enquanto o tempo de execução individual foi de dois dias.

Figura 31: Aplicação de gesso por dois gesseiros.



Fonte: Autora (2023).

Tanto a aplicação do gesso quanto a mistura de gesso e água foram feitas manualmente. Para a mistura, utilizou-se 3 baldes de 18 litros de água para 2 sacos de gesso de 40 quilos, ou seja, a relação água/gesso de 0,68L/kg.

No contrato entre a construtora e os gesseiros, não constavam critérios de taliscas, mestras e espessura específica para a massa de gesso. No entanto, a construtora solicitou seguir-se a linha da esquadria.

A conferência do serviço realizado incluiu a inspeção dos rodapés, cantos, portas e aberturas das caixas de passagem elétricas, além de uma conferência manual de inspeção das paredes para detectar a existência de rebarbas. Também, foi realizada verificação da aplicação de chapisco com material adesivo no teto. Nesta obra, a empreiteira destinou um ajudante para realizar a limpeza nos apartamentos após a finalização deste serviço e, assim, retirar todos os resíduos gerados.

A quantidade de resíduos de gesso gerada nesta obra pode ser considerada padrão, em comparação a demais obras (Figura 32 (b)). Os resíduos foram separados externamente aos blocos em pilhas que, em algum momento, foram descartados juntamente com outros resíduos gerados na obra (Figura 32 (a)).

Figura 32: Registros de desperdício de gesso na obra de Três Corações.



(a) Depósitos externos



(b) Resíduos internos

Fonte: Autora (2023).

4.4. DESPERDÍCIOS DE GESSO NAS OBRAS PREDIAIS

Sabe-se que a ausência de adequado planejamento pode resultar em aumento do desperdício. Um planejamento bem elaborado permite uma estimativa precisa dos custos totais da obra com materiais, mão de obra, equipamentos e outros recursos necessários. Um cronograma detalhado de execução, com marcos importantes e prazos para cada etapa do projeto, auxilia em manter a obra dentro do prazo e alocar eficientemente os recursos ao longo do tempo (Lima, 2015).

Conforme observado na Obra 02, a aquisição de gesso e sua distribuição para uso ocorreram de forma planejada, ao contrário da Obra 01, com registros de desperdícios que poderiam ter sido evitados junto a conscientização dos fornecedores e prestadores de serviços.

Neste contexto, a gestão de recursos desempenha um papel crucial na identificação e aquisição dos recursos necessários para a obra, como materiais, equipamentos e mão de obra, bem como na destinação adequada dos resíduos. Planejar a aquisição e contratação com antecedência evita a escassez de recursos durante a execução da obra e a acumulação excessiva de entulho.

Identificar e avaliar tais riscos permitem a implementação antecipada de medidas de mitigação, que reduz a probabilidade de atrasos e custos adicionais durante a execução do projeto. Um plano de obra bem elaborado assegura que os padrões de qualidade sejam atendidos e que o trabalho seja executado conforme as expectativas do cliente. Em suma, a coordenação entre as equipes envolvidas na obra, como arquitetos, engenheiros e empreiteiros, garante um trabalho eficiente e colaborativo, evita-se conflitos e permite uma integração assertiva para o alcance dos objetivos do projeto.

Outro fator que pode contribuir para o desperdício é o erro humano, como a aplicação excessiva de gesso ou danos acidentais durante a manipulação. A falta de treinamento adequado dos trabalhadores pode resultar em desperdício significativo. Portanto, o conhecimento da execução dos serviços por parte das equipes técnica e mão de obra agregam positivamente na mitigação de desperdícios, qualidade de sua execução, limpeza e organização do canteiro de obras, que são requisitos essenciais inclusive para a segurança de todos os envolvidos.

Outro ponto relevante, abordado na literatura e diretamente aplicado ao contexto deste trabalho, é como as variações e alterações no padrão de construção

podem desencadear desperdício. Tais cenários podem ser motivados por mudanças nas especificações do projeto, ajustes necessários devido a condições imprevistas no local da construção, solicitações do cliente, seja para atender regulamentações ou normas atualizadas (Lima, 2015).

O armazenamento inadequado do gesso pode levar à deterioração do material, assim como a aquisição de quantidades excessivas sem um planejamento quantitativo, conforme observado na Obra 01, o que o torna impróprio com fins técnicos após os prazos de validade do material, por ser um aglomerante perecível. Isso pode ocorrer devido à exposição a umidade, temperatura inadequada ou danos durante o transporte e manuseio.

4.5. VISITA A USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Durante a visita, foi observado o processo de tratamento dos resíduos de gesso recebidos da cidade de Varginha. De acordo com informações fornecidas pelo responsável técnico da usina, a empresa recebe, em média, 60 caçambas de resíduos de construção civil (RCC) por dia. Em termos qualitativos, afirmou-se que apenas uma pequena parcela desses resíduos é composta por gesso (Figura 33). Ressalta-se que a ausência de registros quantitativos das composições gravimétricas de RCC recebidos na usina impede uma análise detalhada sobre a quantidade, em massa, de fato recebido diariamente na usina, cujo contexto também é realidade em demais usinas.

Figura 33: Resíduos de gesso na usina de reciclagem de entulhos.



Fonte: Autora (2024).

Após a separação dos resíduos, o gesso é destinado ao aterro de materiais inertes próprio para esse fim (Figura 34). Embora a disposição de resíduos de gesso em aterros de inertes seja feita em condições ambientalmente adequadas, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece uma hierarquia para a gestão e gerenciamento de resíduos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos⁵ (Brasil, 2010).

Figura 34: Localização do aterro de inertes B.



Fonte: Autora (2024).

Como cadeia de gestão integrada dos RCC, ressalva-se que a condição mais adequada é se obter meios de reutilização deste material para se evitar a sua devolução ao meio ambiente e, ao mesmo tempo, conservar as reservas minerais e mitigar os impactos de sua extração. No município de Varginha, os resíduos de gesso têm sido destinados em aterros inertes, cuja realidade também pode ser extrapolada a muitos outros municípios brasileiros.

Com destaque em particular, os resíduos de classe A pela Resolução CONAMA nº307 (Brasil, 2002; 2015), ou seja, de composição cimentícia e os cerâmicos, são os de maiores volumes recebidos na usina visitada e são separados (Figura 35) e moídos em maquinário próprio (Figura 36) para a obtenção de bica corrida, ou brita graduada simples, que, atualmente, é destinada a melhorias de estradas rurais.

⁵. Rejeitos são definidos como resíduos que, após esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação, não têm outra destinação além da disposição final (Brasil, 2010).

Figura 35: Triagem dos resíduos.



Fonte: Autora (2024).

Figura 36: Maquinário para moagem de resíduos de classe A.



Fonte: Autora (2024).

4.6. FLUXOGRAMA

Para uma melhor compreensão do planejamento do uso de gesso nas obras foram elaborados fluxogramas a partir das principais etapas da aplicação de gesso liso, mapeamento as atividades e instrumentos necessários para a execução adequada desse material, com o foco de um trabalho bem-feito com o mínimo de desperdício.

A Figura 37 apresenta o fluxograma para os serviços de pré-aplicação da pasta de gesso. Essa etapa consiste em verificação de início de serviços, em que será confirmado se todos os serviços preliminares foram feitos adequadamente e se nenhum ajuste deverá ser feito antes da aplicação do gesso. Além disso, tem-se o

planejamento dos materiais que serão utilizados na aplicação e organização dos locais que serão início de serviço e qual profissional será responsável pela área.

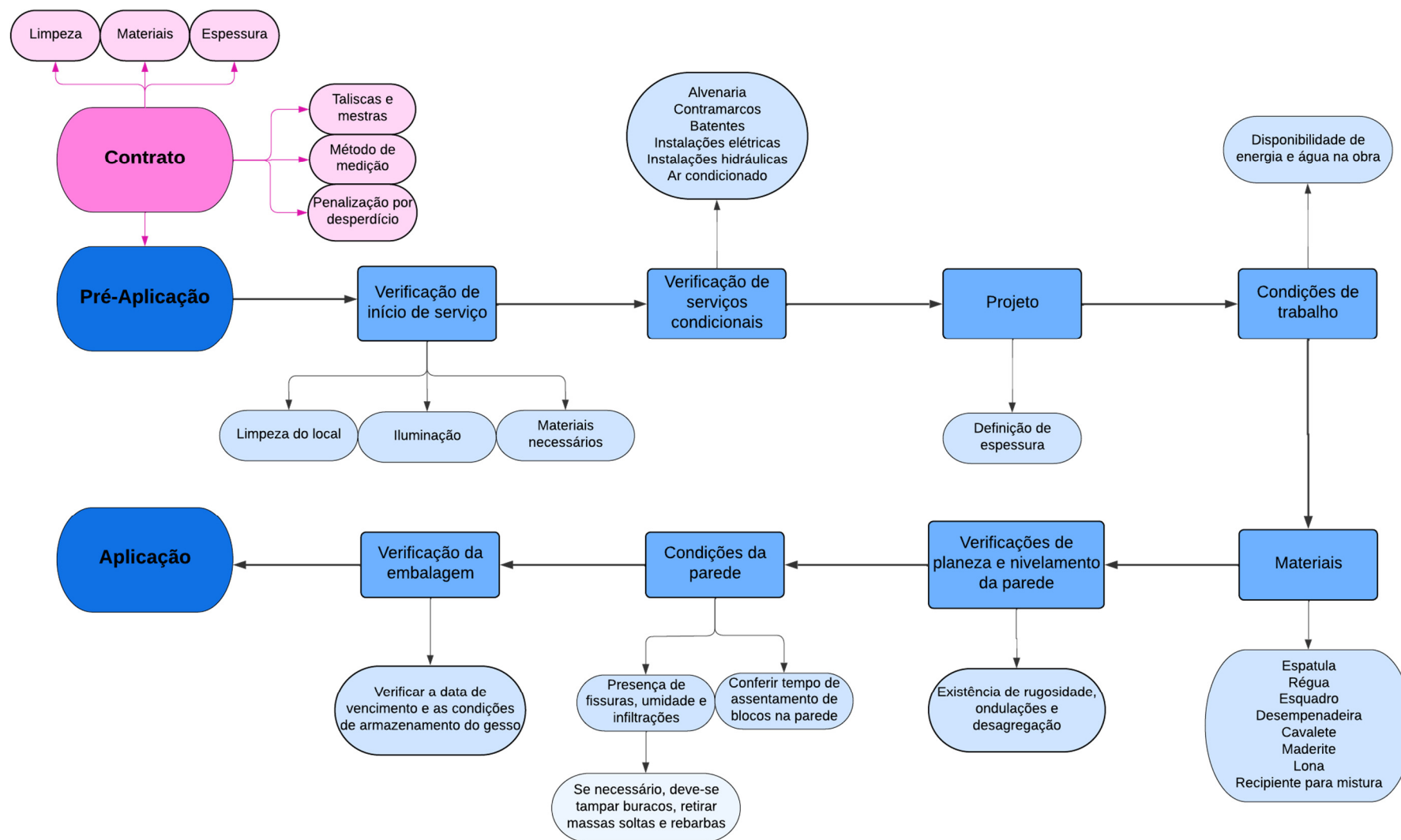
A pré-aplicação do gesso é uma etapa fundamental no processo de aplicação deste material, com o objetivo principal de minimizar o desperdício e garantir a eficiência e qualidade do serviço. A adequada preparação garante que o gesso seja aplicado de forma uniforme e aderente, resulta em acabamentos de alta qualidade. Ademais, a organização e o planejamento prévios aumentam a produtividade da equipe, isso otimiza o tempo e os recursos disponíveis.

A etapa de formalização do contrato é fundamental antes da pré-aplicação do gesso, pois exerce um papel crucial na mitigação de desperdícios. Ao incluir itens como limpeza do ambiente, fornecimento e controle dos materiais, e definição da espessura adequada, por taliscas e mestras, o contrato garante clareza e padronização nas exigências de qualidade do serviço.

O método de medição acordado possibilita o acompanhamento rigoroso da execução, o que permite a identificação de falhas ou excessos de material. A aplicação de penalizações por desperdícios, prevista no contrato, atua como um incentivo para que a mão de obra se mantenha atenta ao uso eficiente dos recursos, com execução mais controlada e sustentável.

Dessa forma, o contrato se consolida como uma ferramenta de suma relevância para a gestão do processo de aplicação do gesso, com vistas a mitigação de perdas e promoção de eficiência no uso do material.

Figura 37: Fluxograma da etapa de pré-aplicação



Fonte: Autora (2024).

É recomendado analisar o projeto para se obter informações sobre espessura da camada de gesso, relação água/gesso e se há especificação de aditivo. Além disso, destacam-se as condições climáticas extremas, que podem afetar a aplicação e a secagem do gesso. É importante monitorar a temperatura e a umidade do ambiente de trabalho e, se necessário, a proposição de ajustes neste planejamento.

Também, deve-se verificar a disponibilidade de energia e água na obra, conferência dos equipamentos de proteção individual e coletiva para a utilização de todos os envolvidos na aplicação do gesso. Outro ponto essencial, é a data de vencimento do gesso especificada na embalagem.

Antes de iniciar a aplicação, é necessário realizar um levantamento detalhado das áreas que receberão o revestimento em gesso. Isso inclui medições precisas e a avaliação das condições das paredes e tetos. As superfícies que serão revestidas com a pasta de gesso devem estar limpas, livres de poeira, tinta, cimento e outras impurezas que possam comprometer a aderência do gesso.

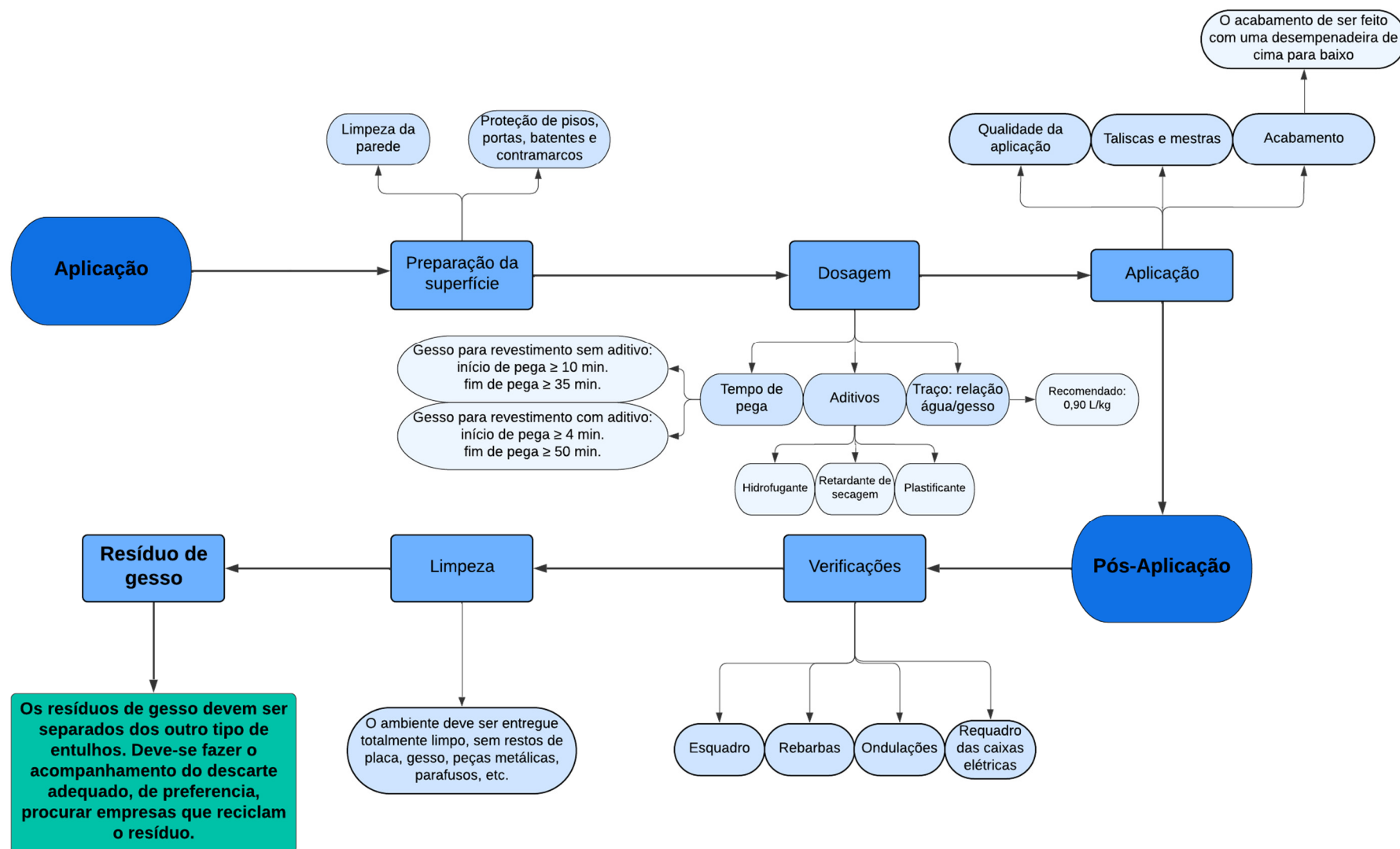
Deve-se analisar a necessidade de pequenos reparos, como a correção de fissuras ou buracos, também devem ser analisados a existência de umidades e desagregação.

O espaço de trabalho deve ser organizado, com áreas designadas para a preparação do gesso e armazenamento de ferramentas, isso facilita a aplicação e reduz o risco de desperdício. A distribuição do gesso nos locais de aplicação deve ser feita cuidadosamente, pois não podem entrar em contato com umidade. Por isso, as embalagens devem ser alocadas em plataformas que inibem o contato com o solo, como paletes.

A Figura 38 apresenta as etapas de aplicação de gesso e pós-aplicação. Na etapa da aplicação deve-se determinar a quantidade de gesso necessária, evita-se a preparação de volumes excessivos que possam ser desperdiçados. O gesso deve ser preparado em recipientes menores e manejáveis para controlar a quantidade utilizada em cada seção.

A preparação da mistura de gesso deve seguir rigorosamente as recomendações do fabricante, bem como respeitar as proporções indicadas de água e pó de gesso. Uma mistura adequada evita desperdícios causados por inconsistências na textura ou na secagem.

Figura 38: Fluxograma das etapas de aplicação e pós-aplicação



Fonte: Autora (2024).

O gesso preparado deve ser utilizado dentro do tempo de trabalhabilidade indicado pelo fabricante para evitar endurecimento prematuro e, conseqüentemente, perdas. Se necessário, o uso de aditivos, que devem estar pré-determinados e preparados para serem inseridos na mistura no momento certo. Os pisos, portas, batentes e contramarco devem ser protegidos com fita crepe, lonas ou outros materiais.

Para um melhor acabamento é recomendado a utilização de taliscas e mestras que ajudam a garantir a qualidade e a uniformidade do acabamento, obter uma superfície lisa, plana e bem nivelada. Essas ferramentas simples, mas eficazes, não só facilitam o trabalho dos aplicadores, como também contribuem para a redução de desperdícios e para a obtenção de acabamentos de alta qualidade.

Na etapa de pós aplicação do gesso, o ambiente deve estar limpo e todos os resíduos gerados devem ser segregados de outros tipos de entulhos para o descarte de forma adequada.

Com os fluxogramas da aplicação de gesso, foi possível listar todas as etapas envolvidas no seu uso, desde a aquisição do material até a aplicação final. As atividades, materiais e ferramentas necessárias foram descritas de forma sucinta e clara. Os símbolos foram padronizados para representar diferentes ações e todas as etapas foram localizadas de forma que estejam conectadas de maneira lógica e clara, como meio de indicar uma sequência correta das operações.

Se o processo for analisado com o auxílio do fluxograma, é possível identificar ineficiências ou pontos com maiores incidências de desperdícios e, assim, implementar melhorias baseadas na análise. Após isto, também é possível ajustar o fluxograma conforme necessário.

Para uma melhor implementação do fluxograma nas obras, é recomendado a realização de um treinamento para a equipe que irá aplicar o gesso, de modo que compreendam como utilizá-lo de maneira eficaz e a sua importância no processo.

4.7. FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO (FVS)

O monitoramento do processo deve ocorrer de forma regular de acordo com as indicações feitas em Ficha de Verificação de Serviço (FVS), que auxilia no controle e na qualidade de diversos serviços executados na construção civil. A Figura 39 apresenta a FVS elaborada no contexto deste trabalho que foi adaptada de uma ficha de verificação de serviço utilizada na obra 01. A elaboração de uma nova teve como

foco principal a conferência do serviço de revestimento em pasta de gesso com vistas a qualidade e mínimo desperdício, bem como o acompanhamento do descarte dos resíduos gerados.

A FVS elaborada apresenta três principais etapas, a pré-aplicação, aplicação e a pós-aplicação. Dentro destas etapas, a FVS tem o objetivo de garantir que o gesso utilizado atenda aos padrões de qualidade especificados. Para tanto, é importante analisar alguns pontos que estão na ficha. Na etapa de pré-aplicação, deve-se analisar os registros do lote de fabricação e datas de validade do gesso utilizado e confirmação de que os materiais se encontram dentro do prazo de validade e são apropriados para uso.

Alguns outros itens também devem ser analisados antes da aplicação do gesso, como os resultados das inspeções das superfícies, indicação de que todas as superfícies foram devidamente limpas e niveladas, verificação do tratamento de fissuras, umidade e outras imperfeições nas superfícies, que inclui materiais e métodos utilizados. A limpeza da área de trabalho pela remoção de poeiras e detritos que possam comprometer a qualidade do acabamento.

Na pós-aplicação do gesso, outras verificações devem ser levadas em consideração, como a inspeção da superfície revestida, para garantir que o gesso tenha sido aplicado de maneira uniforme, sem ondulações, bolhas ou falhas. Deve-se verificar se o gesso está firmemente aderido à base, sem sinais de descolamento ou rachaduras, medir a espessura da camada de gesso em diversos pontos para assegurar que esteja dentro das especificações do projeto, para evitar áreas com material em excesso ou insuficiente.

Algumas observações devem ser feitas após o preenchimento da FVS, como o tempo de cura e secagem do gesso, para garantir se as condições ambientais são adequadas, avaliação da eficiência dos trabalhadores na aplicação do gesso, como isso tempo gasto e uso de técnicas adequadas, verificação do desempenho dos equipamentos utilizados na aplicação do gesso, como misturadores e aplicadores.

Ademais, observar a medição da quantidade de gesso desperdiçado durante o processo de aplicação e, se possível, fazer uma comparação com os índices de desperdício aceitáveis, assim como identificar as principais causas do desperdício de material e sugestões de melhorias.

Figura 39: Ficha de Verificação de Serviço de revestimento de gesso liso.

 CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA EM MINAS GERAIS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL APLICAÇÃO DE GESSO LISO DISCENTE: LARA CARVALHO SIMÕES															
Ficha de Verificação de Serviço (FVS) - EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE GESSO LISO															
INÍCIO DE SERVIÇO:		TÉRMINO DE SERVIÇO:		RESPONSÁVEL PELA VISTORIA:				TIPO DE APLICAÇÃO:		MANUAL		MECANIZADO			
				RESPONSÁVEL PELO SERVIÇO:											
OBRA:				LOCAL DE INSPEÇÃO:				TIPO DE MISTURA:		MANUAL		MECANIZADO			
ETAPAS		MÉTODO DE VERIFICAÇÃO		ITEM		PRIMEIRA VERIFICAÇÃO		VISTO		DATA		OBSERVAÇÕES			
1. Pré-aplicação	Verificações preliminares	Visualmente: verificar a rugosidade, ondulação, presença de fissuras, umidade e/ou desagregação.	- Limpeza do local; - Verificar condições das paredes (se necessário tampar buracos, retirar massas soltas e rebarbas); - Materiais necessários; - Serviços condicionais; - Análise de informações do projeto; - Disponibilidade de energia e água; - Verificação da embalagem; - Conferir tempo de assentamento de blocos na parede;	Local:	5%										
					5%										
					5%										
					5%										
					5%										
					5%										
					5%										
					5%										
2. Aplicação	Preparação da superfície	Visualmente	- Limpeza da parede; - Proteger pisos, portas, batentes e contramarcos;	Local:	5%										
					5%										
	Dosagem	Acompanhamento da realização da pasta de gesso	- Traço; - Aditivo; - Tempo de pega;	Local:	5%										
					5%										
	Aplicação	Acompanhamento da aplicação do gesso	- Taliscas e mestras; - Qualidade da aplicação; - Acabamento;	Local:	5%										
					5%										
3. Pós-aplicação	Confêrencia final do serviço	Visualmente: verificar a linearidade, regularidade, ondulação, presença de fissuras ou desagregação, utilizando uma régua de alumínio de 2m em sentidos cruzados.	- Esquadro nos cantos; - Planeza; - Quinas e Cantos; - Requadro das caixas; elétricas; - Acabamento;	Local:	4%										
					4%										
					4%										
					4%										
					4%										
					4%										
			Visualmente: o ambiente deve estar totalmente limpo sem restos de placas, gesso, peças metálicas, parafusos, etc. Os resíduos de gesso devem ser descartados sepapradamente de outros entulhos	- Limpeza Final - Descarte correto dos resíduos	Local:	5%									
						5%									
						5%									
						5%									
Legenda		Não inspecionado: em branco		APROVADO: A				REPROVADO: R				REINSPECIONADO E APROVADO: OK			

Fonte: Autora (2024).

É necessária uma discussão sobre a conformidade do gesso utilizado e da aplicação com as especificações técnicas do projeto, análise do impacto de qualquer erro na qualidade final do revestimento de gesso, descrição das medidas implementadas para prevenir o desperdício de gesso, como treinamento da equipe e controle de quantidade misturada, recolher e destinar adequadamente os resíduos gerados durante a aplicação, como sobras de gesso e recortes. E, posteriormente, avaliar a eficácia destas medidas com base nos resultados obtidos. Isto inclui qualquer redução observada no desperdício de material.

Também, deve-se levar em consideração o desempenho da equipe de aplicação, como aderência aos procedimentos de qualidade e eficiência no uso do tempo e material, identificação de oportunidades de melhoria no desempenho da equipe e nos procedimentos de aplicação do gesso, problemas identificados durante a aplicação, como inconsistências na espessura, cura inadequada ou problemas com os equipamentos.

No final dessa análise é possível elaborar propostas para soluções dos problemas identificados, que inclui as alterações nos procedimentos, treinamento adicional para a equipe ou ajustes nos equipamentos. Tem-se como ponto principal a discussão sobre a eficácia das práticas implementadas para reduzir a geração de resíduos de gesso e fazer uma avaliação do impacto ambiental deste desperdício e das medidas adotadas para mitigá-lo, além de dar sugestões de práticas adicionais que possam ser implementadas para aumentar a sustentabilidade do processo de aplicação do gesso.

A FVS do gesso é uma ferramenta essencial para a redução do desperdício em planos de aplicação. Sua adoção não só promove a eficiência e qualidade nos processos construtivos, mas também contribui para práticas mais sustentáveis e econômicas. A implementação desta ferramenta requer um esforço conjunto de desenvolvimento, capacitação e monitoramento, mas os benefícios resultantes justificam amplamente esse investimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação consciente e responsável da pasta de gesso, com fins de revestimento, é uma temática que requer discussões na indústria da construção civil (ICC), uma vez que é emergencial a busca por aprendizados para reduzir os impactos ambientais decorrentes de desperdícios e descartes inadequados. Profissionais da construção, engenheiros e empreiteiros desempenham um papel relevante na busca por práticas e gestões construtivas mais sustentáveis, com vistas à preservação do meio ambiente, redução de desperdícios e seus custos envolvidos.

Para mitigar desperdícios e reduzir impactos ambientais, é crucial adotar estratégias eficientes, como o uso racional do material, o emprego de tecnologias que minimizem perdas e a implementação de métodos de medição para evitar excessos. Portanto, a conscientização e responsabilidade dos profissionais da construção são fundamentais nesse processo.

O caminho mais eficaz e sustentável para lidar com os resíduos de gesso é a redução da sua geração na fonte. É um consenso que os desperdícios na ICC são desafios significativos que impactam não apenas os custos financeiros e a sustentabilidade ambiental, mas também a eficiência operacional.

Diante disso, o foco em reduzir o desperdício de gesso na construção civil por meio de um plano de aplicação leva em conta as diversas dificuldades associadas à reutilização dos resíduos de gesso. Entre esses desafios está a falta de informação dos profissionais e construtores sobre o descarte adequado, dificuldades financeiras e técnicas na reutilização dos resíduos, e outros fatores críticos. Tais barreiras, em grande parte, resultam no descarte inadequado de material, o que pode levar à contaminação do solo e dos lençóis freáticos.

A partir deste trabalho, foi possível perceber o quanto é importante planejar adequadamente as etapas relativas à aplicação do gesso liso. Como efeitos positivos, destaca-se a compreensão pelos profissionais no direcionamento por todas as fases do serviço, assim como a realização de anotações e registros das verificações realizadas desde a pré-aplicação até a pós-aplicação, e também nas inspeções dos serviços.

A metodologia adotada neste trabalho permitiu uma compreensão abrangente das práticas atuais e das oportunidades de melhoria do setor. Ademais, a elaboração de fluxogramas de planejamento e ficha de verificação de serviço ajudou a sistematizar e propor um padrão de qualidade para a aplicação de gesso, que pode ser empregado para minimizar erros e desperdícios e garantir uma execução mais eficiente e controlada deste serviço, presente na quase totalidade de obras prediais.

Como principais percepções no contexto analisado, sumariza-se que:

- o estágio de sete meses na Obra 01 proporcionou uma visão detalhada e prática profissional dos processos de aplicação de gesso, que foi crucial para identificar as etapas com maiores desperdícios e compreender as dificuldades enfrentadas pelos profissionais no dia a dia;
- as visitas a Obra 02 permitiram uma análise comparativa dos métodos de aplicação e gerenciamento de resíduos de gesso;
- a identificação da relação entre a quantidade de resíduos gerados e o comprometimento das empresas executoras do serviço, por acompanhamento do processo e análise das técnicas e cuidados na aplicação;
- a relevância na busca por padronização dos serviços e de treinamento da mão-de-obra executora, em conjunto aos gestores de obras e toda a equipe envolvida;
- a disposição de resíduos de gesso em aterro de inerte, visualizada na visita a usina de reciclagem de resíduos da construção civil, demonstra uma lacuna de conhecimentos acerca da reciclagem efetiva deste material. Esse dado reforça a importância de minimizar desperdícios desde a origem.

Os resultados encontrados mostraram que o controle de desperdícios de gesso é uma tarefa complexa, mas viável, que exige uma abordagem sistemática e colaborativa. Por meio da implementação de processos bem definidos e do envolvimento de todos, é possível reduzir significativamente a quantidade de resíduos gerados e, assim, contribuir para uma construção mais sustentável. A conscientização e o treinamento dos profissionais são essenciais para a implementação de práticas sustentáveis. E é evidente que, sem uma mudança de cultura e a adoção de novas práticas, será difícil alcançar uma redução significativa dos resíduos de gesso, assim como de demais resíduos da construção civil.

A busca por práticas mais sustentáveis na aplicação do gesso não apenas beneficia o meio ambiente, mas também promove uma construção mais eficiente, econômica e responsável. Portanto, a referida abordagem é crucial para enfrentar os desafios atuais e promover um futuro mais sustentável na indústria da construção civil.

5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como forma de continuidade neste tema, são apresentadas algumas sugestões para trabalhos futuros:

- aplicar a ficha de verificação de serviço (FVS) e fluxogramas em obras prediais, com intuito de avaliar os itens contemplados e possíveis alterações;
- elaborar cartilhas educativas a serem disponibilizadas em construtoras e prestadores de serviços de gesso para fins de conscientização;
- realizar pesquisas mais aprofundadas sobre as tecnologias disponíveis para a reciclagem de gesso, bem como análises de viabilidade econômica e ambiental, inclusive de possíveis práticas de reciclagem no canteiro de obras;
- estruturar programas de treinamento específicos para gesseiros e outros profissionais da construção civil focados em técnicas de aplicação que minimizem perdas, além de boas práticas de gestão de resíduos;
- implementar sistemas de monitoramento contínuo do uso de gesso nas obras, por meio de ferramentas que contemplem a metodologia BIM (*Building Information Modeling*) para a gestão dos resíduos.

REFERÊNCIAS

ACCORSI, C.L. Comparativo do desempenho de revestimento argamassado e revestimento com pasta de gesso. **Revista Especialize On-Line IPOG**. Edição nº 10, v. 01, dezembro de 2015.

AGÊNCIA BRASIL. **Conheça as regras do Minha Casa, Minha Vida, maior programa de habitação do Brasil**. Agência Gov, 01/04/2024. Disponível em: [https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202404/conheca-as-regras-do-minha-casa-minha-vida-maior-programa-de-habitacao-do-brasil#:~:text=e%20Pol%C3%ADticas%20P%C3%BAblicas-,Conhe%C3%A7a%20as%20regras%20do%20Minha%20Casa%2C%20Minha%20Vida%2C%20maior,programa%20de%20habita%C3%A7%C3%A3o%20do%20Brasil&text=Comprar%20uma%20casa%20se%20tornou,%2C%20Minha%20Vida%20\(MC%20MV\)](https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202404/conheca-as-regras-do-minha-casa-minha-vida-maior-programa-de-habitacao-do-brasil#:~:text=e%20Pol%C3%ADticas%20P%C3%BAblicas-,Conhe%C3%A7a%20as%20regras%20do%20Minha%20Casa%2C%20Minha%20Vida%2C%20maior,programa%20de%20habita%C3%A7%C3%A3o%20do%20Brasil&text=Comprar%20uma%20casa%20se%20tornou,%2C%20Minha%20Vida%20(MC%20MV).). Acesso em: 01 jul. 2024.

ALVES, D.C. **Reciclagem e Reutilização do Gesso Descartado na Construção Civil**. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Civil. Universidade São Francisco. 2007.

ANDRADE, F.E.S.A.; MILEO, S.G. Planejamento para redução de perdas na construção civil. **Revista Científic@ Universitatis**, v. 3, n. 2, 2016.

APOLINARIO, G.M. **Reutilização do resíduo de gesso da construção civil**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), UNIJUÍ, Ijuí, 2015. ARMANI, M. Estudo sobre a utilização desta ferramenta de qualidade para melhorar o desempenho pós-obra em um empreendimento de construção civil. **Universidade Estadual Paulista – UNESP**. Monografia. Graduação em Engenharia Civil. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. ABNT, Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12128**: gesso para Construção: Determinação das Propriedades Físicas da Pasta. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13207**: gesso para construção civil: requisitos. ABNT, Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13867**: revestimento interno de paredes e tetos com pasta de gesso: materiais, preparo, aplicação e acabamento. ABNT, Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023**. São Paulo: ABREMA, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL. **Resíduos de Gesso na Construção Civil: Coleta, armazenagem e destinação para reciclagem**. Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO. **Tabela ABRECON. Resolução CONAMA N° 307, 05 de julho de 2002.** ABRECON: 15 de agosto de 2019. Disponível em: <https://abrecon.org.br/documentos-e-informa/tabela-conama>. Acesso em: 01 jul. 2024.

BESSA, S.A.L.; MELLO, T.A.G.; LOURENÇO, K.K. Análise quantitativa e qualitativa dos resíduos de construção e demolição gerados em Belo Horizonte/MG. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 16 p. 2019.

BRASIL. **Anuário Estatístico: Setor de Transformação de Não Metálicos.** Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Brasília: SGM, 2021.

BRASIL. **Anuário Mineral Estadual - Pernambuco. Ano base 2017.** Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Brasília: DNPM, 2018.

BRASIL. **Anuário Mineral Brasileiro.** Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2010.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 02 de Agosto de 2020. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, Casa Civil, Superintendência para Assuntos Jurídicos, 2010.

BRASIL. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos.** Brasília: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Secretaria de Qualidade Ambiental. Brasília, 2020a. 187 p.

BRASIL. **Portaria nº 280, de 29 de junho de 2020.** institui o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional, como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos, dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e complementa a Portaria nº 412, de 25 de junho de 2019. 30 de junho de 2020. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Gabinete do Ministro, Edição 123, Seção 1, Página 95. 2020b.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002.** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. DOU nº 136, de 17/07/2002, págs. 95-96. Julho de 2002. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Brasília, DF. 2002.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 469, de 30 de julho de 2015.** Altera a Resolução CONAMA no 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. DOU nº 144, de 30/07/2015, págs. 109-110. Julho de 2015. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015. BRASIL. NRB 13207: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Gesso para Construção Civil: Requisitos.** Rio de Janeiro, 2017.

BRITO, J. R.; RAMOS, M. M. S.; MELO, F. J. S. A.; ALTIDIS, M. E. D.; STEFANUTTI, R. **Avaliação do Resíduo de Gesso Proveniente de Peças Pré-Moldadas no Processo Produtivo por Meio da Reciclagem.** 63º Congresso Brasileiro de Cerâmica. Bonito: 2019. Disponível em: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://www.metallum.com.br/63cbc/anais/PDF/06-057.pdf. Acesso em: 18 abr. 2024.

CALIXTO, J.R.M.G.; REIS, E.A.P. **Estudo das Propriedades dos Resíduos de Gesso Descartados em Obras em Construção Civil Visando sua Possível Reutilização para Produção de Novos Artefatos**. Encontro de Iniciação Científica (ETIC). 2017.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Deu na mídia: Crescimento da Construção fica acima do PIB no 2º trimestre de 2024**. CBIC. 2024. 06/09/2024. Disponível em: <https://cbic.org.br/deu-na-midia-crescimento-da-construcao-fica-acima-da-alta-do-pib-no-2o-trimestre-de-2024/>. Acesso em: 15 set. 2024a.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Balanço de dados CBIC**. CBIC. 2024. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/home/>. Acesso em: 23 jul. 2024b.

CASADO, M.; FUJIHARA, M.C. **Guia para uma Obra mais Verde**. Green Building Council Brasil. 2010.

CAVALCANTE, C.F.B.; MIRANDA, A.C.P. **Estudo Sobre Alternativas Para Gestão dos Resíduos de Gesso Oriundos da Construção Civil**. Encontro Internacional de Produção Científica VII (EPCC). 2011.

CAVALCANTE, H.; RODRIGUES, M.; SANTANA, C. **Perspectivas sustentáveis do gesso reciclado: Uma análise acerca de práticas ecológicas visando a preservação ambiental**. In: III SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA: SINGEORB, 2021, Maceió. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 187-192.

DONUM CONSTRUTORA. **Residencial Park Sion, Varginha, Minas Gerais**. Disponível em: <https://construtoradonum.com.br/imovel/residencial-park-sion/>. Acesso em: 09 jun. 2024.

DE MILITO, J. A. **Avaliação do desempenho de Aglomerante à Base de Gesso com Cimento Portland de alto forno e sílica ativa**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, 2007.

FEICON. **Entendendo a participação da construção civil no PIB brasileiro ao longo dos anos**. Disponível em: <https://www.feicon.com.br/pt-br/blog/construtores---engenheiros---projetistas/entendendo-a-participacao-da-construcao-civil-no-pib-brasileiro-.html>. Acesso em: 07 set. 2024.

FERREIRA, E.M.; CRUVINEL, K.A.S. **Utilização do Gesso de Entulho na Produção de Cimento**. Centro Científico Conhecer. Goiânia: Enciclopédia Biosfera, 2014.

FREITAS, C.M. **Panorama da Gestão dos Resíduos de Gesso na Construção Civil: Um estudo de Cso no Município de Tabuleiro do Norte – CE.** Monografia, Engenharia Civil. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 2021.

HARARA, E.; PIMENTEL, L.L. **Estudo da Viabilidade do reaproveitamento de Gesso – Queima Lenta.** Anais do XIV Encontro de Iniciação Científica da PUC-campinas. 2009.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (CIB). *Agenda 21 on Sustainable Construction. CIB Report Publication 237.* Rotterdam, CIB, 1999.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA. **Panorama Atual do Arranjo Produtivo Local (APL) Gesseiro da Região do Araripe-PE.** Ministério Nacional de Tecnologia (INT). Rio de Janeiro: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), 2023.

JOHN, V.M.; CINCOTTO, M.A. **Gesso de construção civil.** In: Capítulo 23. ISAÍÁ, G.C. *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais*, Volume 1. 3ª Edição Revisada e Atualizada. São Paulo: IBRACON, 2017.

JOHN, V.M.; SILVA, V.G.; AGOPYAN, V. *Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro.* In: ANTAC – ENCONTRO NACIONAL E I ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, Canela, RS, **Anais [...]**. 2001.

LIMA, L.E.C. **A importância do planejamento nos canteiros de obra para garantia da segurança e redução do desperdício.** Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Monografia. Curso de Especialização em Construção Civil. 2015.

LORENÇON, A.C. **Descarte de resíduos de gesso.** Revista Equipe de Obras. São Paulo: PINI. Edição 36, maio de 2011.

LYRA, A.C.P.S. *et al.* **Balanço Mineral Brasileiro 2001.** Ministério das Minas e Energia. Brasília. 2002a.

LYRA, A.C.P.S. **O mercado de gipsita e gesso no Brasil.** SEBRAE. Relatório técnico, 2002b.

MAEDA, F.M.; SOUZA, U.E.L. **Produtividade da mão-de-obra e materiais na execução de revestimento em pasta de gesso aplicado sobre paredes internas de edificações.** In: 8º ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Salvador, Bahia, **Anais [...]**. 2000.

MALTA, J.O.; SILVA, V.S.; GONÇALVES, J.P. Argamassa contendo agregado miúdo reciclado de resíduo de construção e demolição. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v.1, n.2, p. 176-188. 2013.

MUNHOZ, F.C. **Utilização do Gesso para Fabricação de Artefatos Alternativos, no Contexto de Produção Mais Limpa.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação, Engenharia de Produção. Universidade Estadual Paulista. 2008.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** 15 setembro 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 08 mar. 2024.

NAGGALI, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil.** São Paulo: Oficina de textos, 2014.

NAKAMURA, J. **Produtividade real: Aplicação mecanizada de gesso ajuda construtora a reduzir atrasos na construção de torre residencial no Distrito Federal e a obter ganho de produtividade em torno de 30%.** Revista Construção & Mercado. São Paulo: PINI. Edição 157, agosto de 2014.

NOGUEIRA, J.C.; MIRANDA, M.G.; AVELAR, K.E.S.; DUSEK, P.M. Resíduos sólidos: impactos gerados pela construção civil. **Sustentare**, v. 2, n. 2, pp. 47-57. 2018.

OLIVEIRA, M.B. **Gestão de Processos e Contratos de Serviços na Construção Civil.** V Congresso Nacional de Excelência e Gestão. 2009.

PAZ, D.H.; LAFAYETTE, K.P. Forecasting of construction and demolition waste in Brazil. **Waste Management & Research**, [S.L.], v. 34, n. 8, p. 708-716, 11 jul. 2016. SAGE Publications.

PEDROSO, H. **7 maneiras de usar o gesso na construção civil.** AECWeb, 04/01/2024. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/uso-gesso-construcao-civil/25031>. Acesso em: 01 jul. 2024a.

PEDROSO, H. **Primeira e única recicladora de gesso está em operação no Ceará.** AECWeb, 06/02/2024. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/primeira-e-unica-recicladora-de-gesso-esta-em-operacao-no-ceara/25082>. Acesso em: 01 jul. 2024b.

PEREIRA, M.; FERREIRA, J.; OLIVEIRA, M. **Resíduos de gesso na construção civil – Reutilização e/ou reciclagem no RN.** In: XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: ENTAC 2014, Maceió. **Anais ...** Maceió: ENTAC, 2014, p. 3152-3160, 2014.

PEREIRA, R.S.; DARÉ, M.E. **Estudo da produtividade da mão de obra na aplicação de pasta de gesso como revestimento interno para uma edificação em alvenaria estrutural com blocos de concreto.** Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Civil. Universidade do Extremo Sul Catarinense. 2017.

PERES, L.; BENACHOUR, M.; SANTOS, W.A. **O Gesso: Produção e Utilização na Construção Civil.** Edições Bagaço. Recife, 156p. 2001.

SÁ, N.H.R.; PIMENTEL, L.L. **Avaliação do Desperdício de gesso Aplicado Como Revestimento.** Anais do XIV Encontro de Iniciação Científica da PUC-campinas. 2009.

SABOURIN, E.; OLIVEIRA, L.M.R.; GOULET, F.; MARTINS, E.S. **A ação pública de adaptação da agricultura à mudança climática no nordeste semiárido brasileiro**. Rio de Janeiro: E-papers, 2021. 282p.

SADATI, S.; KHAYAT, H.H. Field performance of concrete pavement incorporating recycled concrete aggregate. **Construction and Building Materials**. Vol. 126, pp. 691-700. 2016.

SANTOS, D.G. Modelo de Gestão de Processos na Construção Civil para Identificadores de Atividades Facilitadoras. **Universidade Federal de Santa Catarina**. Monografia. Pós-graduação em Engenharia de Produção. 2004.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Gipsita no Sudoeste da Bacia Sedimentar do Araripe, estados de Pernambuco e Piauí**. Programa Geologia, Mineração e Transformação Mineral - Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil. Recife: CPRM, 2019.

SIENGE. **Balanco da Construção Civil 2023 | Confira os dados anuais apresentados pela CBIC**. 2023. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/balanco-da-construcao-civil-2023/>. Acesso em: 23 jul. 2024.

SILVA, F.B. **Revestimento de gesso projetado: Método de revestimento com gesso aditivado para aplicação sobre alvenaria**. Revista Técnica. São Paulo: PINI. Edição 178, dezembro de 2011.

SINDUSGESSO. **Dados do Setor**. Sindicato das Indústrias do Gesso do Estado de Pernambuco. Sindusgesso. Disponível em: <https://sindusgesso.org.br/dados-do-setor/>. Acesso em: 27 jun. 2024.

SOUSA, H.C.; OLIVEIRA, K.E.G. **Estudo de Viabilidade de Reciclagem dos resíduos de Gesso Gerados em Obras Comerciais**. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Civil. Unievangélica. 2020.

SOUZA, U.E.L. **Como Reduzir Perdas nos Canteiros: Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil**. 2ª. ed. São Paulo: PINI, 2005. 128 p. v. 1.

TAVARES, Y.V.P.; JÚNIOR, A.C.L.; SCHMITZ, I.B.T.A.; JOHN, V.M. **Reaproveitamento do Resíduo de Gesso na execução de Revestimento Interno de Vedação Vertical**. Ambiente Construído. Porto Alegre. 2010.

TINOCO, H.F.F. **Responsabilidade social na construção civil**. BT 10 - Hênio Tinoco. ALCONPAT Internacional, 2013.

TRISUL CONSTRUTORA. **Revestimento interno de gesso. Saiba como fazer**. Universidade Trisul., 20/06/2017. Disponível em: <https://www.universidadetrisul.com.br/etapas-construtivas/revestimento-interno-em-gesso>. Acesso em: 01 jul. 2024.

UNICAMP. **Em Busca do Gesso Sustentável.** Disponível em: <https://unicamp.br/unicamp/ju/550/em-busca-do-gesso-sustentavel>. Acesso em: 13 Mai. 2023.

VIASUL ENGENHARIA. **Mirante do Rio Verde, Três Corações, Minas Gerais.** Disponível em: <https://viasul.com/imovel/mirante-do-rio-verde/>. Acesso em: 09 jun. 2024.