

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**SISTEMA DE SILOS DE ARGAMASSA PARA REVESTIMENTO EXTERNO:
ESTUDO DE CASO SOBRE AS VANTAGENS ECONÔMICAS, AMBIENTAIS E DE
PRODUTIVIDADE FRENTE À ARGAMASSA ENSACADA NA CONSTRUÇÃO
CIVIL**

JOÃO PEDRO LUGLI GOMES BENTO

Ilha Solteira - SP
2025

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JOÃO PEDRO LUGLI GOMES BENTO

**SISTEMA DE SILOS DE ARGAMASSA PARA REVESTIMENTO EXTERNO:
ESTUDO DE CASO SOBRE AS VANTAGENS ECONÔMICAS, AMBIENTAIS E DE
PRODUTIVIDADE FRENTE À ARGAMASSA ENSACADA NA CONSTRUÇÃO
CIVIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –
Unesp como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Civil.

Nome do orientador: Prof. Dr. Artur Pantoja
Marques

Ilha Solteira - SP

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

B478s Bento, Joao Pedro Lugli Gomes.
Sistema de silos de argamassa para revestimento externo: estudo de caso sobre as vantagens econômicas, ambientais e de produtividade frente à argamassa ensacada na construção civil / Joao Pedro Lugli Gomes Bento. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2025
70 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2025

Orientador: Artur Pantoja Marques

Inclui bibliografia

1. Revestimento. 2. Fachada. 3. Argamassa. 4. Ensacada. 5. Silo.

JOÃO PEDRO LUGLI GOMES BENTO

**SISTEMA DE SILOS DE ARGAMASSA PARA REVESTIMENTO EXTERNO:
estudo de caso sobre as vantagens econômicas, ambientais e de
produtividade frente à argamassa ensacada na construção civil**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do grau de Engenheiro Civil, junto ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Ilha Solteira

Aprovado em: 23/06/2025

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Artur Pantoja Marques
UNESP - Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira (Orientador)

Prof. Dr. Marco Antônio de Moraes Alcantara
UNESP - Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira (Examinador)

Profa. Dra. Claudia Scoton Antonio Marques
UNESP - Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira (Examinadora)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meus pais, Gisele Maria Lugli Gomes Bento e Marcos Gomes Bento, pessoas incríveis e de bom coração, por todo o amor que ofereceram a mim, por me criarem para ser a pessoa que sou hoje, sempre acreditarem em mim, investirem tudo o que foi possível para que eu tivesse as oportunidades que me fizeram chegar até onde cheguei e saber que tenho uma base para continuar crescendo até onde eu almejar. Aos meus avós Nadir Lugli e Wanda Peria Lugli, pela preocupação e cuidado que sempre demonstraram desde meus primeiros anos. Aos meus tios, Giselda Lugli, Luis Henrique Lugli e Nadir Lugli Junior, por sempre me apoiarem quando havia necessidade. À minha namorada, Maria Vitoria Casagrande, que sempre esteve ao meu lado oferecendo amor, suporte e carinho desde o primeiro dia de namoro e por todos esses anos. Ao meu amigo Igor Saimon Regatieri, que desde a infância tem sido um amigo e irmão que posso contar para todas as horas, independente da distância ou fase da vida em que estamos. Agradeço aos meus companheiros de república por terem se tornado minha segunda família e por podermos crescer juntos. Agradeço aos meus amigos da faculdade, que por incontáveis horas estudamos com o mesmo objetivo e que por fim acabamos forjando um elo de amizade que irei levar para sempre.

Agradeço a Alicerce Empresa Júnior de Engenharia Civil por ter me dado a oportunidade de desenvolver habilidades necessárias para o mundo profissional, tanto no papel de membro como de liderança. Agradeço a orientadora da empresa júnior, a Profa. Dra. Claudia Scoton Marques, por dar apoio técnico em nossos projetos e dedicar seu tempo a desenvolver pessoas e profissionais éticos e brilhantes.

Agradeço a Votorantim Cimentos por ter oferecido a oportunidade de estágio e por ter permitido que minha dedicação e evolução nesse tempo fosse premiada com uma efetivação. Ao time comercial imobiliário de Ribeirão Preto - SP, por tirarem tempo crítico de suas rotinas para compartilhar comigo ensinamentos valiosos sobre o mundo corporativo e da construção civil. Agradeço ao time de Sistemas Matrix pelos dados que foram usados nesse trabalho e me receberem em seu time com toda a estrutura para que eu continuasse crescendo e me aperfeiçoando profissionalmente.

Agradeço à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, ao corpo docente e aos funcionários da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, por todo o conhecimento e estrutura compartilhados durante esses anos. E por fim, agradeço o Prof. Dr. Artur Pantoja Marques, por me orientar neste trabalho, pelos ensinamentos compartilhados durante meu tempo na empresa júnior e por todos os anos que vem inspirando futuros profissionais a se tornarem pessoas de boa índole e conduta.

“Seja água, meu amigo” - *Bruce Lee*

RESUMO

Nos últimos anos, ocorreu uma crescente demanda por soluções tecnológicas capazes de acelerar o ritmo das obras, e torná-las mais sustentáveis, econômicas e eficientes. Nesse cenário, destaca-se o uso de silos de argamassa com sistemas integrados de bombeamento e mistura, que vêm ganhando espaço como uma alternativa viável e vantajosa em relação à tradicional argamassa ensacada. Neste contexto, este trabalho comparou os sistemas de aplicação de argamassa de revestimento externo por meio de argamassa ensacada e por argamassa bombeada armazenada em silo pressurizado, quando aplicados a um mesmo projeto base. A pesquisa buscou difundir, no meio acadêmico e profissional, as vantagens técnicas e operacionais do sistema de silos, ainda pouco utilizado em muitas regiões do Brasil. Através de dados práticos e quantitativos, foram avaliados critérios econômicos, produtivos e ambientais. Os resultados demonstraram que o sistema de silo apresentou desempenho superior: redução de aproximadamente 10,06% nos custos, diminuição no tempo total de execução (173h a menos) e eliminação da geração de resíduos sólidos. Concluiu-se que a adoção do sistema silo contribui para a industrialização da construção civil, promovendo maior eficiência, sustentabilidade e qualidade nos processos de revestimento de fachadas. O estudo propôs, assim, a valorização desse método como alternativa viável e estratégica para obras de médio e grande porte.

Palavras-chave: revestimento; fachada, argamassa, ensacada, silo.

ABSTRACT

In recent years, there has been a growing demand for technological solutions capable of accelerating the pace of construction work and making it more sustainable, economical and efficient. In this scenario, the use of mortar silos with integrated pumping and mixing systems stands out, which have been gaining ground as a viable and advantageous alternative to traditional bagged mortar. In this context, this study compared the systems for applying external coating mortar using bagged mortar and pumped mortar stored in a pressurized silo, when applied to the same base project. The research sought to disseminate, in academic and professional circles, the technical and operational advantages of the silo system, which is still little used in many regions of Brazil. Through practical and quantitative data, economic, productive and environmental criteria were evaluated. The results demonstrated that the silo system presented superior performance: reduction of approximately 10,06% in costs, reduction in total execution time (173h less) and elimination of solid waste generation. It was concluded that the adoption of the silo system contributes to the industrialization of civil construction, promoting greater efficiency, sustainability and quality in facade coating processes. The study therefore proposed the valorization of this method as a viable and strategic alternative for medium and large-scale projects.

Keywords: rendering; facade; mortar; bagged; silo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fábrica de argamassa	19
Figura 2 – Fluxograma de produção das argamassas industrializadas	20
Figura 3 – Argamassa ensacada de revestimento externo fachada	21
Figura 4 – Veículo transportando argamassa ensacada	22
Figura 5 – Armazenamento correto de sacos de argamassa	24
Figura 6 – Caminhão “cebolão”.....	26
Figura 7 – Carregamento de argamassa granel com tromba telescópica.....	27
Figura 8 – Conexão das mangueiras no caminhão para descarga de argamassa ...	28
Figura 9 – Conexão das mangueiras no silo para descarga de argamassa.....	29
Figura 10 – Silos de argamassa	30
Figura 11 – Base do silo, bloco pneumático, compressor e “mangotes”	32
Figura 12 – Misturador sendo operado e ajustando a dosagem.....	33
Figura 13 – Misturador móvel em funcionamento	34
Figura 14 – Misturador móvel e uso de carriola.....	35
Figura 15 – Funil fixado e indícios de despejo da argamassa fresca.....	36
Figura 16 – Funil e balancim.....	37
Figura 17 – Recepção de argamassa fresca no balancim através de um funil	38
Figura 18 – Aplicação manual de argamassa, uso da desempenadeira	39
Figura 19 – Sistema contínuo de projeção de argamassa	40
Figura 20 – Sistema spray de projeção de argamassa	41
Figura 21 – Projeto base: planta baixa (ver ANEXO A).....	44
Figura 22 – Projeto base: Corte AA (ver ANEXO B).....	45
Figura 23 – Projeto base: Corte BB (ver ANEXO C)	46
Figura 24 – Projeto base: Corte CC (ver ANEXO D).....	47
Figura 25 – Projeto base: Corte DD (ver ANEXO E).....	48
Figura 26 – Projeto base: Fachada 1 (ver ANEXO F)	49
Figura 27 – Projeto base: Fachada 2 (ver ANEXO G).....	50
Figura 28 – Mau armazenamento da argamassa ensacada	54
Figura 29 – Silos apoiados sobre bases de concreto.....	57
Figura 30 - Gráfico de comparação de resultados	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dimensionamento de área e espessura da fachada	50
Tabela 2 – Preços unitários de argamassa para revestimento externo por embalagem	55
Tabela 3 – Equipamentos utilizados para execução de fachada com sistema de silos de argamassa	58
Tabela 4 – Dimensões da sacaria	60
Tabela 5 – Massa necessária para cada embalagem	61
Tabela 6 – Investimentos totais no sistema de silos	62
Tabela 7 – Investimentos totais no uso da argamassa ensacada.....	63
Tabela 8 – Tempo de execução da fachada	63

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
2	REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1	ORIGENS HISTÓRICAS DAS ARGAMASSAS INORGÂNICAS	15
2.2	CLASSIFICAÇÃO DAS ARGAMASSAS INORGÂNICAS	16
2.3	NORMAS TÉCNICAS E CONTROLE DE QUALIDADE	18
2.4	PRODUÇÃO INDUSTRIAL DAS ARGAMASSAS INORGÂNICAS	18
2.5	TRANSPORTE DE ARGAMASSA ENSACADA	20
2.6	ARMAZENAMENTO DE ARGAMASSA ENSACADA	23
2.7	TRANSPORTE GRANEL	25
2.8	ARMAZENAMENTO EM SILO	29
2.8.1	Bombeamento e mistura da argamassa de fachada	31
2.9	APLICAÇÃO DA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO EXTERNO	38
2.10	INOVAÇÕES E SUSTENTABILIDADE	42
2.11	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
3	MATERIAL E MÉTODO	42
3.1	MATERIAL	43
3.1.1	Projeto base	43
3.2	MÉTODO	51
3.2.1	Segurança e requisitos técnicos	51
3.2.2	Cálculo de volume e massa da argamassa de revestimento externo	52
3.2.3	Cálculos de investimento econômico	55
3.2.4	Prazo de execução, equipamento e mão de obra disponível	58
3.2.4	Cálculos de impacto ambiental	60
4	RESULTADOS	61
4.1	RESULTADOS ECONÔMICOS	62
4.2	RESULTADOS DE PRODUTIVIDADE	63
4.3	RESULTADOS AMBIENTAIS	63
4.4	DISCUSSÃO DE RESULTADOS	64
5	CONCLUSÃO	66
	REFERÊNCIAS	67
	ANEXO A - Projeto base: planta baixa	70

ANEXO B - Projeto base: Fachada 1..... 70

1 INTRODUÇÃO

A construção civil, embora marcada por sua tradição centenária, está em constante transformação e é considerada um dos setores mais relevantes e ativos da economia mundial. Nos últimos anos, observa-se uma crescente demanda por soluções tecnológicas que sejam capazes de acelerar o ritmo das obras e torná-las mais sustentáveis, econômicas e eficientes. Nesse cenário de inovação, destaca-se o uso de silos de argamassa com sistemas integrados de bombeamento e mistura, que vêm ganhando espaço como uma alternativa viável e vantajosa em relação à tradicional argamassa ensacada. Essa inovação representa mais do que um simples avanço técnico — trata-se de uma mudança de paradigma na forma como a argamassa é transportada, armazenada e aplicada no canteiro de obras.

Os silos de argamassa são estruturas metálicas de grande porte desenvolvidas para armazenar, dosar e, em alguns casos, misturar a argamassa de forma automatizada. Eles possibilitam a industrialização da produção da argamassa diretamente no canteiro, eliminando etapas manuais e logísticas associadas ao uso de ensacados. Com isso, há um ganho substancial em organização e limpeza no local da obra, além de benefícios operacionais como a eliminação de resíduos provenientes das embalagens descartáveis e a redução do tempo necessário para o preparo da mistura (MAPA DA OBRA, 2023)

No aspecto econômico, o uso dos silos representa uma solução estratégica. Ao se eliminar a compra fracionada em sacos e optar por aquisição a granel, há aumento dos custos por volume de argamassa adquirida. Apesar disso, como o sistema automatiza etapas da preparação e aplicação, há menor necessidade de mão de obra dedicada exclusivamente à mistura do material. Os desperdícios, que antes ocorriam com frequência durante o manuseio manual, são quase eliminados. A padronização da dosagem também assegura um melhor aproveitamento da argamassa, garantindo mais produtividade por metro cúbico aplicado (MAPA DA OBRA, 2023).

Do ponto de vista ambiental, as vantagens são igualmente expressivas. O sistema elimina completamente o uso de embalagens de papel, que normalmente são descartadas em grandes volumes em obras de médio e grande porte. A economia de recursos como água, geralmente utilizada em excesso no preparo manual, também é um ponto positivo. A precisão na dosagem e na mistura reduz o consumo total de

insumos e evita a geração de resíduos, contribuindo diretamente para práticas mais sustentáveis nos canteiros (MAPA DA OBRA, 2024).

Outro fator relevante é o impacto positivo sobre a produtividade no canteiro. O fornecimento contínuo e controlado da argamassa por meio do silo reduz drasticamente os tempos de espera e os intervalos entre as etapas de aplicação. Com o material sempre pronto para uso, as equipes conseguem manter um ritmo constante de trabalho, o que favorece o cumprimento dos prazos e melhora a organização do cronograma geral da obra (MAPA DA OBRA, 2024). Em empreendimentos de grande escala, esse ganho de produtividade pode resultar em reduções significativas de custos indiretos, como o tempo de permanência de equipamentos alugados e despesas com mão de obra (MAPA DA OBRA, 2023).

No caso específico do revestimento externo das edificações, a argamassa não é usada apenas como elemento de acabamento, mas também como componente essencial para a durabilidade, a estética, o conforto térmico e acústico da construção. A aplicação correta da argamassa nesse contexto garante a proteção das fachadas contra intempéries e contribui para a integridade estrutural da edificação ao longo do tempo (Carneiro, 1993). Nesse sentido, a utilização dos silos de argamassa para esta etapa construtiva representa uma evolução, agregando os benefícios de eficiência, sustentabilidade e desempenho técnico.

Ainda que os benefícios técnicos, econômicos e ambientais do uso de silos de argamassa sejam bem evidentes, a adesão a essa tecnologia ainda é tímida no cenário brasileiro, especialmente entre as grandes construtoras. Parte dessa resistência pode ser atribuída à falta de estudos aprofundados e à escassez de dados práticos que comprovem sua eficácia e viabilidade em diferentes tipos de obras. Sendo assim, este estudo justifica-se pela necessidade de investigar, analisar e apresentar de forma concreta as vantagens proporcionadas por essa solução tecnológica, contribuindo não apenas com o meio acadêmico, mas também com a indústria da construção civil, ao oferecer subsídios confiáveis para decisões estratégicas em obras futuras.

1.1 OBJETIVOS

O presente trabalho é um estudo de caso que teve como objetivo principal avaliar as vantagens econômicas, ambientais e de produtividade oriundas do uso de silos de

argamassa no revestimento externo de edificações em empreendimentos da construção civil. Especificamente, busca-se:

- Realizar um estudo teórico aprofundado sobre os impactos e benefícios da utilização dos silos de argamassa;
- Analisar dados práticos por meio de um estudo de caso aplicado em um projeto real, que servirá como base comparativa;
- Comparar, de forma crítica, o desempenho e a viabilidade dos sistemas de silos em relação à argamassa ensacada convencional, evidenciando os aspectos técnicos, financeiros e sustentáveis.

Com isso, pretendeu-se fornecer uma visão abrangente e atualizada sobre essa tecnologia, contribuindo para o avanço de práticas mais eficientes, racionais e sustentáveis na construção civil contemporânea.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O As argamassas inorgânicas exercem um papel central na construção civil desde os primórdios da civilização humana. Utilizadas como elemento de ligação, revestimento e proteção, essas misturas de ligantes minerais, agregados e aditivos têm sido continuamente aperfeiçoadas ao longo da história.

2.1 ORIGENS HISTÓRICAS DAS ARGAMASSAS INORGÂNICAS

A utilização de argamassas remonta às primeiras civilizações humanas, que, mesmo com conhecimentos técnicos limitados, desenvolveram misturas rudimentares de terra, palha e água para unir elementos construtivos. Evidências arqueológicas apontam que já por volta de 10.000 a.C., nas regiões da Mesopotâmia, do Egito e da Anatólia, já se empregavam composições de ligantes inorgânicos, como argilas naturais e gesso cru, em obras arquitetônicas (Margalha, 2010).

No Antigo Egito, a partir de 2600 a.C., intensificou-se o uso de argamassas de cal e gesso nas construções monumentais, como as pirâmides. Na Grécia Antiga, as argamassas ganharam maior complexidade técnica, sendo aplicadas para unir blocos de pedra e para revestimentos, conferindo maior estabilidade estrutural às edificações (Margalha, 2010).

Os romanos, por sua vez, aperfeiçoaram significativamente a tecnologia das argamassas ao introduzir a pozolana — uma cinza vulcânica natural — às misturas de cal. Esse componente conferiu características hidráulicas às argamassas, permitindo sua aplicação mesmo em estruturas expostas à umidade e à água, como aquedutos, banhos públicos e portos. Obras como o Panteão e o Coliseu são exemplos notórios da durabilidade das argamassas romanas, cuja fórmula permanece objeto de estudo até os dias atuais (Margalha, 2010).

Durante a Idade Média, observou-se uma regressão no uso e na composição das argamassas, com predomínio da cal aérea simples. Contudo, o Renascimento trouxe uma retomada dos conhecimentos clássicos, revitalizando o uso da cal e reintroduzindo técnicas romanas em diversas regiões da Europa. No período moderno, sobretudo a partir do século XVIII, intensificaram-se os estudos sobre os componentes das argamassas e seu comportamento físico-químico.

A verdadeira revolução técnica ocorreu no século XIX, com a invenção do cimento Portland, por Joseph Aspdin, em 1824. Esse novo ligante artificial substituiu progressivamente a cal como componente principal das argamassas, graças à sua elevada resistência mecânica e menor tempo de endurecimento. Desde então, as argamassas passaram a incorporar novas formulações, com aditivos e agregados controlados, marcando o início da era das argamassas modernas (Margalha, 2010).

2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS ARGAMASSAS INORGÂNICAS

As argamassas inorgânicas podem ser classificadas de acordo com sua aplicação e composição, refletindo as exigências técnicas dos diversos elementos construtivos. De forma geral, dividem-se em dois grandes grupos: argamassas básicas e argamassas colantes (MAPA DA OBRA, 2025).

- **Argamassas básicas** são utilizadas em funções tradicionais da construção civil e subdividem-se em:

- **Argamassa de assentamento:** empregada na alvenaria estrutural ou de vedação, unindo blocos cerâmicos ou de concreto;

- **Argamassa de reboco:** aplicada sobre paredes internas, com a função de regularizar e proporcionar acabamento às superfícies;

- **Argamassa de contra piso:** usada para regularização de pisos, formando uma base para o revestimento final;

- **Argamassa de revestimento externo:** utilizada em fachadas, com funções protetivas e estéticas;

- **Graute:** embora não seja uma argamassa no sentido tradicional, é uma mistura fluida com função de preenchimento em elementos estruturais, como blocos vazados e ancoragens.

Por outro lado, tem-se as **argamassas colantes**, cuja aplicação é específica para assentamento de revestimentos cerâmicos. De acordo com a **ABNT NBR 14081-1:2012**, são divididas em três tipos:

- **ACI:** argamassa colante para uso interno, em áreas secas e sem grandes variações térmicas;

- **ACII:** possui maior resistência e é recomendada para áreas úmidas ou externas, como cozinhas, banheiros e fachadas abrigadas;

- **ACIII:** indicada para locais com elevada exigência de desempenho, como fachadas externas expostas, piscinas e ambientes industriais.

Essas classificações visam garantir o desempenho mecânico e a aderência do revestimento ao substrato, considerando fatores como dilatação térmica, absorção de água e movimentações estruturais.

As argamassas industrializadas abrangem todas essas categorias, sendo formuladas com precisão para atender às especificidades de cada uso. Essas misturas apresentam vantagens consideráveis em termos de produtividade e controle de qualidade, eliminando erros comuns na preparação manual em canteiros de obras.

Além disso, argamassas industrializadas podem incluir aditivos específicos, como retentores de água, plastificantes e aditivos incorporadores de ar, que melhoram a trabalhabilidade, a aderência e o desempenho final. A presença desses componentes confere estabilidade dimensional e maior durabilidade às argamassas.

No contexto normativo, a **NBR 13749 (ABNT, 2021)** estabelece critérios específicos para argamassas de revestimento, abrangendo desde requisitos mínimos de desempenho até métodos de ensaio e condições de aplicação. A observância a

essa norma é essencial para garantir que o produto final atenda às exigências de segurança e durabilidade da edificação (ABNT, 2021).

O estudo das diferentes argamassas e suas aplicações mostra que o conhecimento técnico sobre suas propriedades é essencial para o desempenho da edificação como um todo. A especificação correta, aliada ao uso de produtos de qualidade e ao cumprimento das normas técnicas, representa uma prática indispensável para a engenharia contemporânea.

2.3 NORMAS TÉCNICAS E CONTROLE DE QUALIDADE

As normas **NBR 13749 (ABNT, 2021)** e **NBR 13281-1 (ABNT, 2023)** são os principais documentos normativos brasileiros sobre o uso de argamassas inorgânicas para revestimentos. Elas estabelecem requisitos técnicos que incluem:

- Qualidade dos materiais empregados;
- Resistência mecânica e aderência;
- Espessuras recomendadas;
- Procedimentos de aplicação e cura.

A observância a essas diretrizes é essencial para garantir a durabilidade e o bom desempenho das argamassas, prevenindo falhas como fissuras, destacamentos e descolamentos.

2.4 PRODUÇÃO INDUSTRIAL DAS ARGAMASSAS INORGÂNICAS

Com o avanço da industrialização na construção civil, surgiu a necessidade de argamassas com maior qualidade, desempenho técnico e produtividade. Assim, desenvolveram-se as argamassas industrializadas, fabricadas em instalações industriais (Figura 1) onde os componentes são criteriosamente dosados, misturados e embalados.

Figura 1 - Fábrica de argamassa



Fonte: Elaborado pelo autor.

Entre as principais vantagens da produção industrial destacam-se:

- Uniformidade e padronização da qualidade;
- Redução de desperdícios;
- Melhoria nas condições de trabalho;
- Aumento da produtividade nos canteiros de obra.

As argamassas industrializadas podem ser fornecidas nas seguintes formas:

- **Secas**: fornecidas em pó, exigindo apenas adição de água no local de uso.

Podendo ser entregues a granel (MAPA DA OBRA, 2025a) ou ensacada (MAPA DA OBRA, 2025b);

- **Prontas para uso**: já misturadas com água e aditivos, embaladas adequadamente (MAPA DA OBRA, 2025c).

O processo de produção industrial inclui:

pesos que variam entre 20 kg e 50 kg, deve ser manuseada com cuidado para evitar danos físicos às embalagens, o que pode comprometer sua qualidade por exposição à umidade ou contaminações.

Figura 3 – Argamassa ensacada de revestimento externo fachada



Fonte: Elaborado pelo autor.

O transporte é realizado por meio de caminhões baú ou carrocerias abertas (é utilizada uma lona para proteção em dias chuvosos), como mostrado na Figura 4, garantindo a proteção contra intempéries, especialmente a umidade, que pode endurecer ou hidratar prematuramente o produto. O embarque deve respeitar o empilhamento máximo recomendado pelo fabricante, evitando amassamentos e rasgos nas embalagens (VOTORANTIM CIMENTOS, 2025). Em obras verticais, a logística interna é um ponto crítico: o transporte dos sacos até os pavimentos pode ser feito manualmente, com auxílio de elevadores de carga (cremalheiras) ou guinchos, respeitando sempre as normas de segurança do trabalho e a capacidade de carga dos equipamentos.

Figura 4 – Veículo transportando argamassa ensacada



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para otimizar esse processo, é recomendável utilizar paletes para facilitar a movimentação com empilhadeiras ou carrinhos hidráulicos, o que reduz o tempo e o esforço físico dos operários. Em empreendimentos de médio e grande porte, um planejamento detalhado da logística de transporte interno pode representar ganhos significativos em produtividade e redução de perdas.

Outro aspecto relevante é o controle de recebimento do material. Na chegada à obra, deve-se realizar a conferência dos lotes, checando a integridade das embalagens, a validade dos produtos e o número de sacos entregue, registrando qualquer divergência.

Em resumo, o transporte adequado da argamassa ensacada é essencial para garantir a qualidade do revestimento e deve ser planejado com atenção desde o carregamento na fábrica até sua chegada ao ponto de aplicação. Um sistema de transporte eficiente reduz desperdícios, assegura a durabilidade do material e contribui para o bom andamento da obra.

2.6 ARMAZENAMENTO DE ARGAMASSA ENSACADA

O armazenamento da argamassa ensacada em obra deve seguir boas práticas que assegurem a integridade do material e sua eficiência na aplicação. Como trata-se de um produto industrializado, com formulação precisa, a exposição à umidade, calor excessivo ou contaminação pode comprometer sua qualidade e desempenho.

O local de armazenamento deve ser seco, coberto, ventilado e preferencialmente pavimentado. O chão deve estar nivelado e protegido da umidade do solo, sendo ideal o uso de estrados ou paletes de madeira ou plástico para manter os sacos afastados do piso em pelo menos 15 cm. Além disso, é recomendado manter uma distância de pelo menos 30 cm das paredes para permitir a ventilação e evitar o contato com umidade por condensação ou infiltrações laterais (BENY, 2023).

Os sacos devem ser empilhados respeitando a altura máxima indicada pelo fabricante — normalmente entre 10 e 15 sacos — para evitar o rompimento das embalagens devido ao peso e garantir a estabilidade da pilha. O empilhamento em cruzamento (intercalado) ajuda a manter a estrutura firme e evita quedas, sendo exemplificado na Figura 5.

Figura 5 – Armazenamento correto de sacos de argamassa



Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro ponto crucial é o controle de validade e a rotação dos estoques. Deve-se adotar o método FIFO (first in, first out), utilizando primeiro os sacos mais antigos. A argamassa ensacada possui prazo de validade médio de 3 a 12 meses, e a aplicação de material vencido pode resultar em perda de aderência, fissuras e outras patologias no revestimento (VOTORANTIM CIMENTOS, 2025).

Em canteiros de obras com grande volume de material, é recomendável identificar visualmente os lotes com etiquetas ou plaquetas contendo informações como data de recebimento, validade, tipo de argamassa e fornecedor, facilitando o controle logístico e evitando a aplicação equivocada.

Além disso, o ambiente de armazenamento deve ser seguro e sinalizado, evitando a presença de agentes que possam provocar incêndios, assim como o acesso desnecessário de pessoas não envolvidas com o manuseio do material. A presença de extintores e a capacitação dos trabalhadores para o manuseio adequado são medidas complementares importantes.

O armazenamento correto da argamassa ensacada contribui significativamente para a qualidade do revestimento e para a redução de desperdícios e retrabalhos, garantindo que o produto mantenha suas propriedades até o momento da mistura e aplicação.

2.7 TRANSPORTE GRANEL

O transporte de argamassa a granel, usualmente utilizada em obras de médio e grande porte, exige uma logística especializada, mas apresenta vantagens significativas em relação à argamassa ensacada, como redução de perdas, aumento de produtividade e menor geração de resíduos.

A argamassa granel é transportada em caminhões específicos chamados “graneleiros”, “cebolão” ou caminhões-silo, que são compartimentos pressurizados dotados de sistemas pneumáticos para descarga do material diretamente nos silos instalados na obra, com um exemplo na Figura 6. Esses caminhões devem ser compatíveis com os silos receptores quanto à capacidade de volume e aos sistemas de acoplamento.

Figura 6 – Caminhão “cebolão”



Fonte: TRANSPORTADORA BRAGHINI, 2025

Durante o transporte, é fundamental que o caminhão esteja bem vedado e limpo para evitar contaminações por impurezas ou umidade. O carregamento é feito por uma tromba telescópica que se conecta a carreta e despeja o material de maneira segura e sem perdas, como mostrado na Figura 7:

Figura 7 – Carregamento de argamassa granel com tromba telescópica



Fonte: TRANSPORTADORA BRAGHINI, 2025

Durante o abastecimento, o caminhão graneleiro se conecta ao silo por meio de mangueiras pressurizadas (Figura 8 e Figura 9), e o material é transferido de forma rápida e segura. É fundamental que o operador monitore a capacidade do silo e mantenha o registro de entrada e saída de material, a fim de evitar a falta de insumos e permitir uma programação eficiente de novos carregamentos. Esse processo, além de ser rápido e limpo, elimina o manuseio manual de sacos, reduzindo riscos ergonômicos e acidentes.

Figura 8 – Conexão das mangueiras no caminhão para descarga de argamassa



Fonte: TRANSPORTADORA BRAGHINI, 2025

Figura 9 – Conexão das mangueiras no silo para descarga de argamassa



Fonte: TRANSPORTADORA BRAGHINI, 2025

Apesar de exigir investimento inicial em infraestrutura (silos, bombas e caminhões apropriados), o sistema granel oferece ganhos operacionais significativos ao longo do tempo. O transporte granel deve ser programado com antecedência para evitar interrupções no fornecimento, especialmente em obras com cronogramas apertados e que não conseguem receber mais de um veículo por vez. O agendamento de entregas e a comunicação entre a central fornecedora e o responsável pela obra são essenciais para o bom andamento do serviço.

Portanto, o transporte de argamassa a granel representa uma alternativa moderna e eficiente, contribuindo para uma obra mais limpa, rápida e com maior controle técnico sobre os materiais utilizados.

2.8 ARMAZENAMENTO EM SILO

O armazenamento da argamassa de revestimento em silo representa uma solução prática e eficiente, especialmente em canteiros de obras de médio e grande porte que adotam o sistema granel. Os silos são reservatórios metálicos verticais e

pressurizados com capacidades que podem chegar a até 32 toneladas, projetados para receber e dosar a argamassa seca industrializada, que será bombeada e misturada com água no momento da aplicação. Pode-se ver dois exemplos desse equipamento na Figura 10:

Figura 10 – Silos de argamassa



Fonte: Elaborado pelo autor.

A principal função do silo é proteger o material contra intempéries, contaminação e perdas, mantendo suas propriedades até a dosagem. Os silos são posicionados estrategicamente no canteiro, geralmente próximos às frentes de serviço, para reduzir os deslocamentos e facilitar a logística de bombeamento (VOTORANTIM CIMENTOS, 2025).

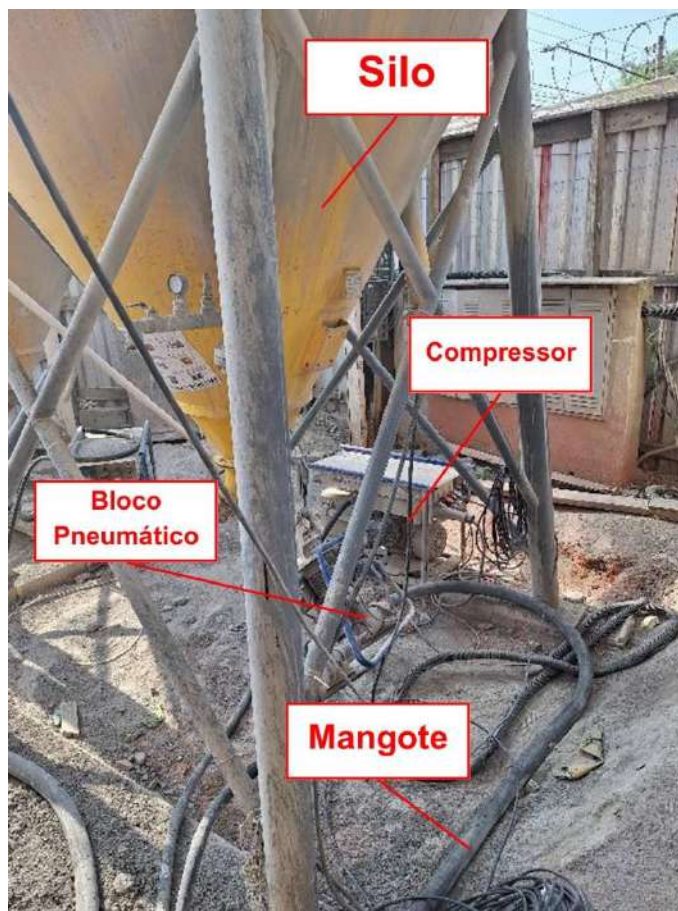
A manutenção preventiva e a limpeza periódica do silo são essenciais para evitar obstruções, acúmulo de resíduos ou segregação do material. A segregação pode comprometer a qualidade da argamassa, especialmente se houver separação dos agregados e ligantes (VOTORANTIM CIMENTOS, 2025).

Além da eficiência operacional, o uso de silo melhora as condições de trabalho no canteiro, reduzindo o número de operários necessários para a preparação da argamassa, minimizando poeira, sacarias e resíduos sólidos. Isso contribui significativamente para um canteiro mais limpo, sustentável e com menor impacto ambiental.

2.8.1 Bombeamento e mistura da argamassa de fachada

A argamassa armazenada no silo, é bombeada por um sistema com bloco pneumático e compressor, para manter o fluxo contínuo da argamassa nos dutos pressurizados. Estes compressores fornecem ar comprimido necessário para pressurização do sistema, sendo essenciais para garantir a fluidez da argamassa até o ponto de aplicação. A argamassa viaja através desses dutos pressurizados, que são mangueiras reforçadas conhecidas como “mangotes”, podendo alcançar grandes alturas, se instalados e manuseados de acordo com as especificações do fornecedor, para que a perda de carga do sistema não seja suficiente para causar entupimentos (VOTORANTIM CIMENTOS, 2025). O conjunto desses equipamentos, conhecido como “kit”, é mostrado na Figura 11:

Figura 11 – Base do silo, bloco pneumático, compressor e “mangotes”



Fonte: Elaborado pelo autor.

No caso das argamassas de revestimento externo de fachada, o ponto final do bombeamento é o misturador móvel localizado no pavimento de maior altura, o misturador móvel também permite o reposicionamento conforme necessidade do canteiro. Esse misturador, operado por um colaborador da obra, dosa a quantidade de argamassa e água para criar uma mistura homogênea, formando a argamassa fresca pronta (VOTORANTIM CIMENTOS, 2025). O misturador sendo operado e ajustando a dosagem é mostrado na Figura 12 e o despejo da argamassa fresca com o misturador em pleno funcionamento é mostrado na Figura 13:

Figura 12 – Misturador sendo operado e ajustando a dosagem



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 13 – Misturador móvel em funcionamento



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a mistura da argamassa, o material é deslocado por carriolas até os chamados “funis”, dutos condutores para transporte de argamassa por gravidade, fixados nas lajes do pavimento de maior altura que funcionam como ponto de recepção e contenção da argamassa fresca, onde é despejado para que alcance a mão de obra nos balancins (andaimes suspensos motorizados), que sempre deve estar utilizando a linha de vida para trabalho em altura e todos os outros EPIs necessários e que executará a fachada (VOTORANTIM CIMENTOS, 2025). Essa etapa do processo é exemplificada pelas Figuras 14, 15, 16 e 17.

Figura 14 – Misturador móvel e uso de carriola



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 15 – Funil fixado e indícios de despejo da argamassa fresca



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 16 – Funil e balancim



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17 – Recepção de argamassa fresca no balancim através de um funil



Fonte: BORPLAS, 2025

O sistema garante que a argamassa chegue ainda fresca e com a consistência ideal ao local de aplicação, mesmo em fachadas com alturas elevadas, sem necessidade de baldeação ou transporte manual do material pulverizado, o que reduz drasticamente as perdas por segregação e acelera o ritmo de produção.

No caso de silos com misturadores fixos, não há a necessidade de bombeamento e a dosagem e mistura é feita embaixo do equipamento principal.

2.9 APLICAÇÃO DA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO EXTERNO

A aplicação da argamassa de revestimento externo é uma das etapas mais importantes na execução de fachadas, pois influencia diretamente no desempenho estético e funcional da edificação. A argamassa tem como função proteger as alvenarias contra intempéries, garantir o nivelamento das superfícies, além de receber os acabamentos finais como pintura ou texturas (ABNT, 2023).

O processo de aplicação pode variar conforme o tipo de argamassa, o método de preparo (manual ou mecanizado) e a tecnologia utilizada (aplicação manual,

projeção mecânica ou bombeamento). Em sistemas mecanizados, especialmente com argamassa bombeada a partir de silos, o rendimento da equipe aumenta significativamente e a qualidade da camada aplicada se torna mais uniforme.

Antes da aplicação, é essencial o preparo adequado da base. A alvenaria deve estar limpa, sem pó, óleo, graxa ou materiais soltos. Superfícies muito lisas ou com baixa absorção devem ser previamente chapiscadas para garantir a aderência da argamassa. A aplicação segue normalmente as etapas de chapisco (quando necessário), emboço e reboco (ou massa única, quando aplicável), com controle rigoroso da espessura de cada camada (ABNT, 1998).

No caso da aplicação manual, a mesma é feita com colher de pedreiro ou desempenadeira (MAPA DA OBRA, 2025), como visto na Figura 18:

Figura 18 – Aplicação manual de argamassa, uso da desempenadeira



Fonte: QUARTZOLIT, 2025

No caso da aplicação mecânica de projeção, método mais rápido e que permite melhor aderência e cobertura da área desejada, pode-se utilizar dois tipos de sistema: contínuo, exemplificado na Figura 19, que possibilita o fluxo contínuo da

projeção em até 150 m² por dia; ou spray, exemplificado na Figura 20, também conhecido como “canequinha”, que exige encher e esvaziar o compartimento a cada ciclo de aplicação (MAPA DA OBRA, 2025).

Figura 19 – Sistema contínuo de projeção de argamassa



Fonte: AECWEB, 2025

Figura 20 – Sistema spray de projeção de argamassa



Fonte: ANVI, 2025

Durante a aplicação, a equipe deve atentar-se à umidificação da base em dias quentes ou secos, à proteção das áreas já aplicadas contra vento e sol excessivo e à execução por etapas controladas para evitar juntas frias e descontinuidade do revestimento. A cura úmida da argamassa é outra etapa essencial, devendo ser realizada por no mínimo três dias após a aplicação para evitar fissuras por retração (ABNT, 1998).

A verificação de prumo, nível e espessura deve ser constante, utilizando régua de alumínio, nível de bolha e fio de prumo. A espessura ideal varia conforme o tipo de revestimento e a planicidade da alvenaria, mas normalmente situa-se entre 10 mm e 35 mm (ABNT, 1998).

Por fim, os testes de controle tecnológico — como ensaio de aderência, absorção de água e resistência à compressão — devem ser realizados periodicamente para assegurar o desempenho do revestimento. A argamassa de fachada, quando corretamente especificada, aplicada e curada, proporciona excelente durabilidade, conforto térmico e estanqueidade ao edifício (ABNT, 2023).

2.10 INOVAÇÕES E SUSTENTABILIDADE

Nos últimos anos, a busca por práticas mais sustentáveis tem impulsionado inovações nas formulações de argamassas. O uso de resíduos industriais e agrícolas — como cinzas de madeira, resíduos de vidro e pozolanas artificiais — tem sido incentivado como alternativa parcial a ligantes tradicionais.

Além disso, a adição de aditivos químicos modernos permite controlar propriedades como tempo de pega, retenção de água e trabalhabilidade, promovendo maior eficiência e qualidade nos canteiros de obras.

A argamassa a granel armazenada em silos, contribui para a diminuição dos resíduos gerados pela obra, uma vez que não necessita das sacas, consideradas resíduos classe II B – Inertes, ou seja, que deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a cooperativas de materiais recicláveis (INIS, 2025).

Tais avanços contribuem para a construção civil sustentável, com redução de impactos ambientais e melhoria no desempenho dos materiais.

2.11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As argamassas inorgânicas acompanham a trajetória da humanidade na construção de habitações, monumentos e infraestrutura. Desde misturas rudimentares de barro até os produtos industrializados atuais, esses materiais passaram por transformações significativas. O domínio técnico sobre sua formulação e aplicação, aliado ao cumprimento das normas, transporte adequado, armazenamento correto e à incorporação de práticas sustentáveis, é fundamental para garantir obras duráveis, eficientes e de qualidade.

A eficiência e qualidade das obras, quando o assunto é argamassa inorgânica para revestimento externo de fachada, tem relação direta com seu método de transporte, armazenamento e aplicação.

3 MATERIAL E MÉTODO

Para a execução do trabalho, foram utilizados estudos teóricos realizados sobre as qualidades do sistema de silos de argamassa e da argamassa ensacada. As etapas que foram executadas estão apresentadas a seguir:

1. Estudo de caso aplicado em um projeto base a fim de comparar dois sistemas de embalagem e armazenamento de argamassa;
2. Comparativo de dados calculados e recebidos sobre as vantagens econômicas, ambientais e de produtividade entre silos de argamassa e argamassa ensacada;
3. Análise de viabilidade técnica de implementação do sistema de silos de argamassa;
4. Análise de dados obtidos e utilizados no decorrer das etapas;
5. Apresentação do trabalho.

3.1 MATERIAL

O trabalho foi desenvolvido utilizando os seguintes materiais:

- Software: SIMVC, simulador de propostas e dados necessários para a instalação do sistema de silos de argamassa da Votorantim Cimentos;
- Materiais de apoio: Normas técnicas ABNT e artigos científicos;
- Projeto base e dados do projeto, disponibilizados pela Bild Desenvolvimento Imobiliário de Uberlândia – MG e pela Votorantim Cimentos.

3.1.1 Projeto base

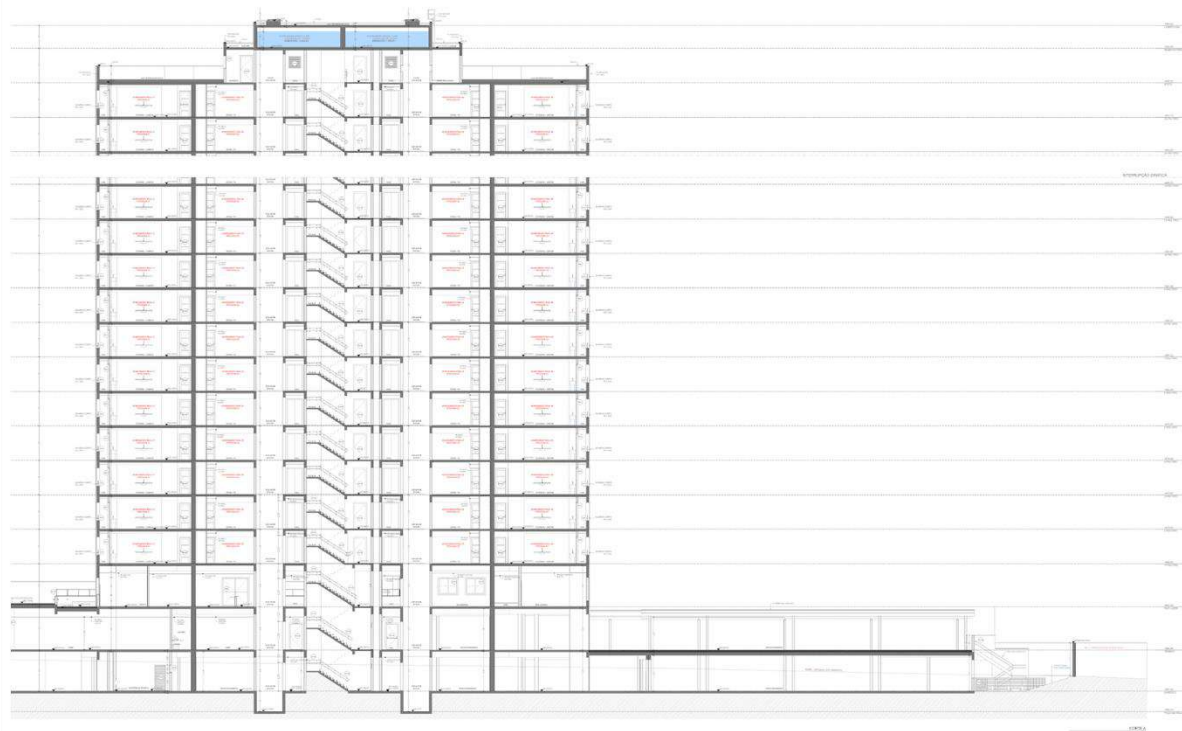
Neste trabalho, foi utilizado o empreendimento Auten como projeto base, cuja planta baixa, cortes e vistas da fachada, representadas nas Figuras 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27, foram disponibilizadas para uso pela Bild Desenvolvimento Imobiliário da cidade de Uberlândia – MG:

Figura 21 – Projeto base: planta baixa (ver ANEXO A)



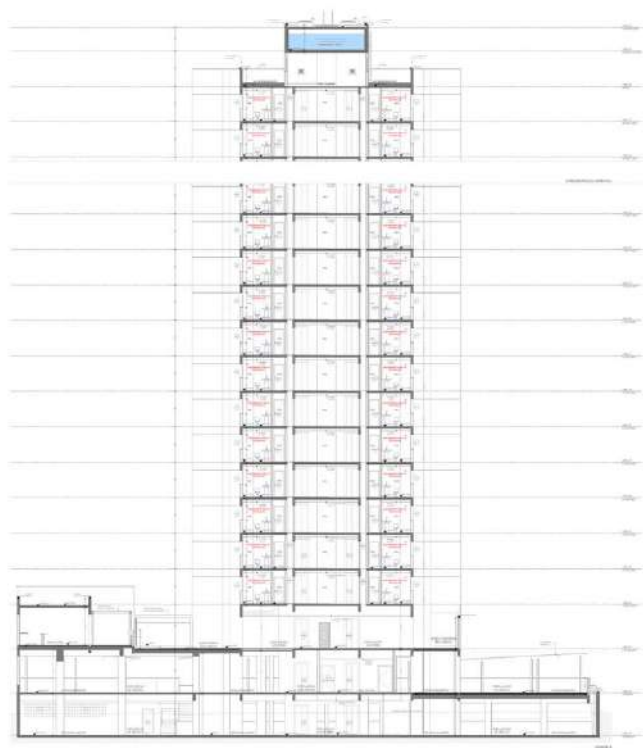
Fonte: BILD, 2022.

Figura 22 – Projeto base: Corte AA



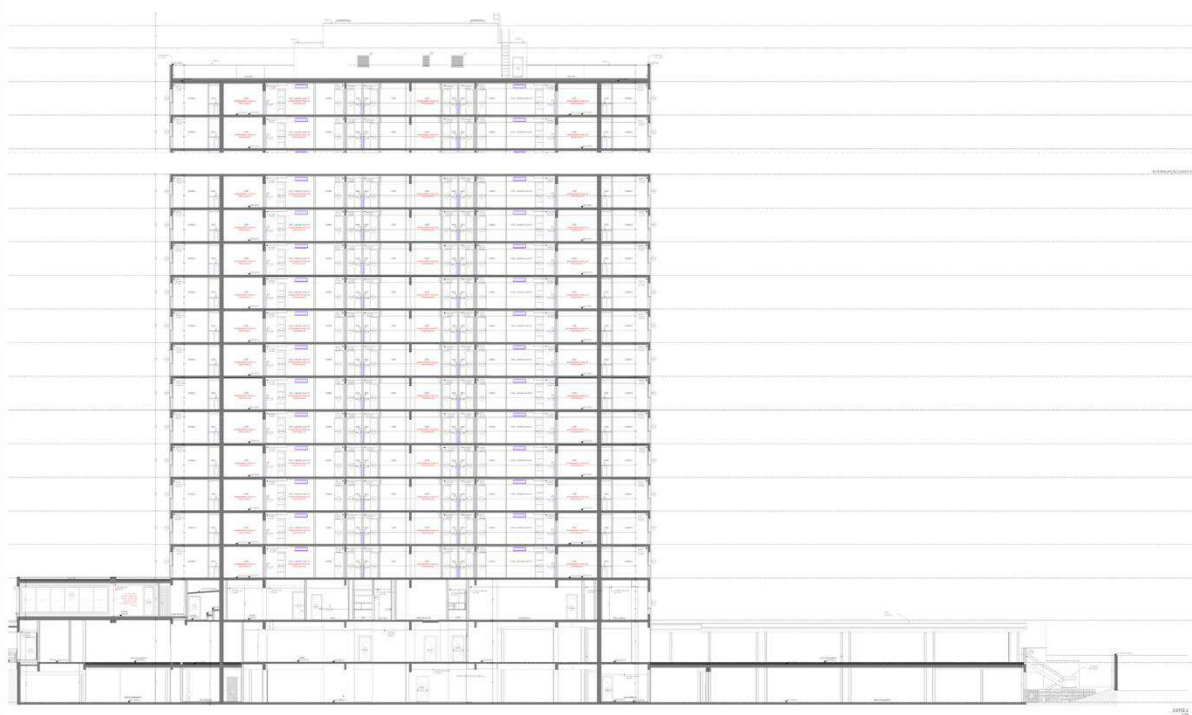
Fonte: BILD, 2022.

Figura 23 – Projeto base: Corte BB



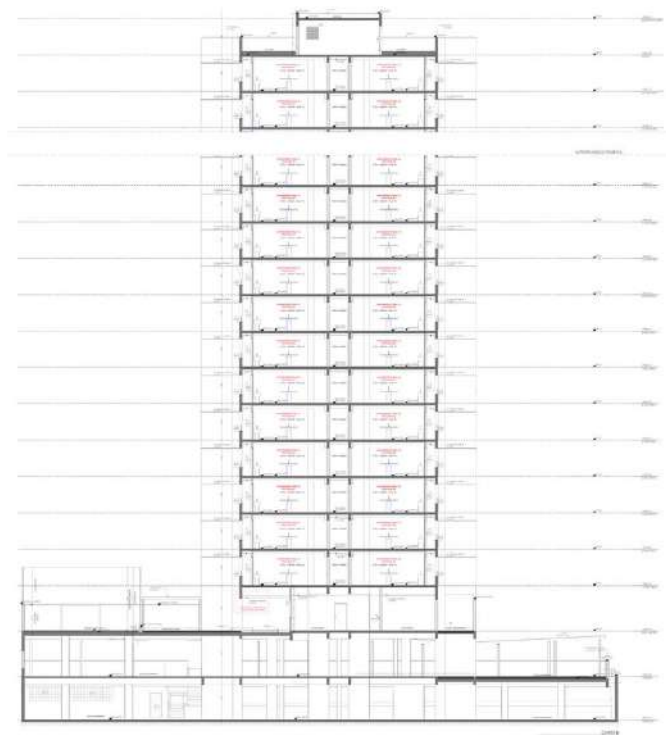
Fonte: BILD, 2022.

Figura 24 – Projeto base: Corte CC



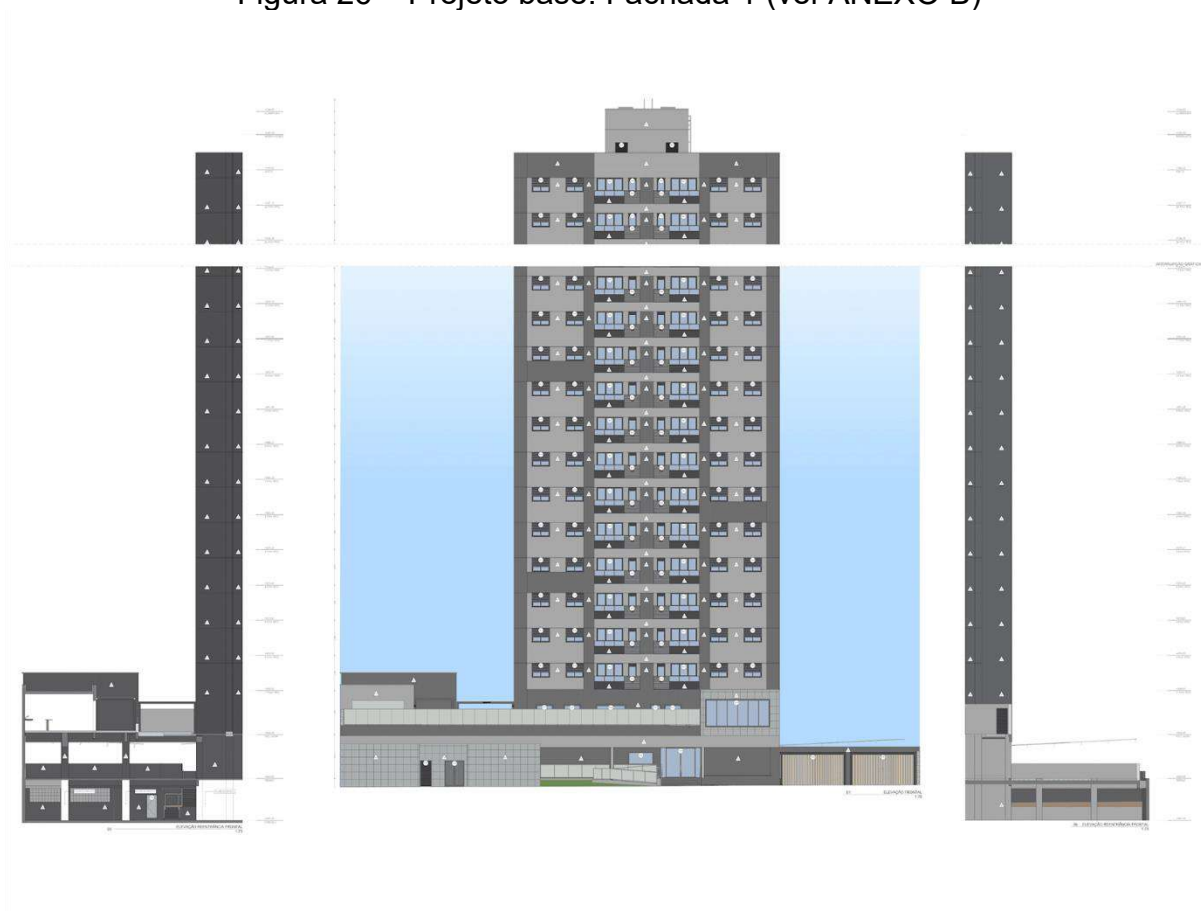
Fonte: BILD, 2022.

Figura 25 – Projeto base: Corte DD



Fonte: BILD, 2022.

Figura 26 – Projeto base: Fachada 1 (ver ANEXO B)



Fonte: BILD, 2022.

Figura 27 – Projeto base: Fachada 2



Fonte: BILD, 2022.

O empreendimento Auten é um edifício residencial de grande porte que se destaca pelo seu projeto arquitetônico contemporâneo e pela adoção de tecnologias modernas na construção civil. Com 25 pavimentos e 75 metros de altura, o prédio representa uma construção vertical expressiva, projetada para atender altos padrões de qualidade e conforto. O dimensionamento da área da fachada e da aplicação da argamassa foram disponibilizadas pela Bild e seguem na Tabela 1:

Tabela 1 – Dimensionamento de área e espessura da fachada

Dimensionamento de área e espessura da fachada	
Tipo	Dimensionamento
Área	8500m ²
Espessura	0,035m

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 MÉTODO

Os métodos utilizados foram:

- Cálculo para dimensionamento das grandezas volumétricas e de massa necessária para executar a fachada do projeto base, tanto com argamassa armazenada em silo, quanto ensacada;
- Cálculo do investimento necessário para a execução com cada uma das embalagens;
- Cálculo do tempo necessário para execução da fachada com argamassa ensacada, utilizando o tempo real de execução com argamassa em silo e a produtividade encontrada na referência;
- Cálculo do impacto ambiental relacionado entre a argamassa em silo e a argamassa ensacada.

3.2.1 Segurança e requisitos técnicos

Em relação a segurança dos colaboradores que irão executar a fachada, é necessário que a obra siga a NR 6 (MTE, 2022) para equipamentos de proteção individual e a NR 35 (MTE, 2022) para trabalhos em altura.

Em ambos os casos, mas principalmente para os ensacados, é necessário reforçar a NR 17 (MTE, 2022) de ergonomia, que estabelece que o colaborador não deve levantar pesos que possam comprometer sua saúde.

Para operação do sistema de silo, é necessário que a mão de obra receba um treinamento de 4h antes de começar a operação, para garantir que o sistema funcione corretamente e a segurança dos colaboradores seja garantida (VOTORANTIM CIMENTOS, 2025).

Os requisitos técnicos para a instalação do sistema de silos, de acordo com a VOTORANTIM CIMENTOS, são:

- Base de concreto 3,00 x 3,00 x 0,15 (m), para suporte do silo;
- Portão de acesso com largura superior a 3,0m, para entrada do caminhão;
- Altura da fixação do poste superior a 4,0m, para que o silo não entre em contato com a fixação;

- Distância da fiação do poste a 7,0m da possível localização da base, para garantir a segurança;
- Área livre para basculamento igual a um raio de 8,0m, para garantir a manobra de instalação e desmobilização do silo;
- Área para acesso da carreta: raio de 20,0m, para manobra da carreta;
- Distância máxima de 15,0m do caminhão até o centro do silo, para garantir um abastecimento seguro;
- Distância horizontal total do silo até o misturador: inferior a 20,0m, para garantir que a perda de carga no sistema não cause entupimentos;
- Próximo a cremalheira, para garantir uma fácil movimentação dos misturadores móveis para os pavimentos mais altos;
- Água disponível próximo ao misturador, para habilitar a dosagem;
- Distância do painel elétrico: inferior a 10,0m do silo, para garantir o abastecimento de energia aos equipamentos que compõe o sistema.

Esses requisitos técnicos, garantem o bom funcionamento e a segurança do sistema de silos.

3.2.2 Cálculo de volume e massa da argamassa de revestimento externo

Para o cálculo de volume e massa da argamassa necessária para executar toda a fachada do empreendimento, considerou-se uma espessura de aplicação de 0,035m e a densidade da mesma igual a 1,5t/m³ (SIMVC, 2025). Logo o cálculo base do volume total é dado pela Equação 1:

$$V_t = A \times z (1)$$

Sendo:

V_t = Volume total;

A = Área;

z = espessura.

A compra de material de construção civil, costuma ser de acordo com a massa do produto, logo, com o volume calculado, pode-se calcular a massa de argamassa necessária pela Equação 2:

$$m_t = V_t \times d \quad (2)$$

Sendo:

m_t = Massa total;

V_t = Volume total;

d = Densidade.

Para o sistema de silos de argamassa com bombeamento de material, desconsiderou-se qualquer perda por qualidade, uma vez que a argamassa industrializada é testada criteriosamente antes de ser liberada do centro de produção, e qualquer perda por armazenamento, uma vez que a argamassa é armazenada em um silo pressurizado e é mantida fora de contato com agentes externos. Como as cargas granel expedidas pela fábrica são de acordo com a necessidade, não é preciso de adequar a massa calculada nesse sistema.

Para a argamassa ensacada, iremos novamente desconsiderar a perda por qualidade, sendo que, mais uma vez, a argamassa industrializada segue um criterioso teste de qualidade antes de ser liberado do centro de fabricação, mas agora iremos considerar uma perda de 15,5% de material, oriunda do mau armazenamento das sacas (Silva; Nanni; Carniatto; Hennrich; Lima, 2015). O mau armazenamento da argamassa ensacada, contrariando todas as recomendações citadas na revisão da bibliografia (distância de 15cm do chão e 30cm da parede), pode ser observada na Figura 28:

Figura 28 – Mau armazenamento da argamassa ensacada



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pensando nisso, podemos calcular a massa real necessária de acordo com a Equação 3:

$$m_{\text{ensacada real}} = m_t + (m_t \times 15,5\%) \quad (3)$$

Sendo:

$m_{\text{ensacada real}}$ = Massa ensacada real;

m_t = Massa total.

Considerando que as sacas são de 50kg cada uma, temos a quantidade de sacas necessárias pela Equação 4:

$$Qtd_{sacas} = m_{ensacada\ real} \div 0,05ton \quad (4)$$

Sendo:

Qtd_{sacas} = Quantidade de sacas;

$m_{ensacada\ real}$ = Massa ensacada real;

3.2.3 Cálculos de investimento econômico

De acordo com a consulta de mercado, o preço unitário com frete incluso, em R\$/ton, da argamassa para revestimento externo em cada embalagem estudada neste trabalho é descrito pela Tabela 2:

Tabela 2 – Preços unitários de argamassa para revestimento externo por embalagem

Preços de argamassa para revestimento externo por embalagem	
Embalagem	Preço (R\$/ton)
Granel	415,00
Ensacado	360,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

A diferença percentual entre os preços unitários pode ser encontrada por um cálculo de porcentagem simples, apresentado na Equação 5:

$$P_{\%} = (P_g \times P_e) \div (P_e \times 100) \quad (5)$$

Sendo:

$P_{\%}$ = Diferença percentual de preço;

P_g = Preço da argamassa granel;

P_e = Preço da argamassa ensacada.

O Investimento total em argamassa granel para silo, levando em consideração a massa calculada para execução da fachada na Equação 2, pode ser calculada pela Equação 6:

$$I_{Tg} = P_g \times m_T \quad (6)$$

Sendo:

I_{Tg} = Investimento total em argamassa granel;

P_g = Preço da argamassa granel;

m_T = Massa total.

O investimento total na argamassa granel para abastecimento dos silos não sofrerá acréscimos de valor pelos equipamentos utilizados, uma vez que todos são disponibilizados em comodato pela empresa fornecedora do material e do sistema. Mas sofrerá um pequeno acréscimo por conta do concreto necessário para a construção da base requisitada para estabilização do silo. Sendo assim, de acordo com o dimensionamento da base, citada nos requisitos técnicos, é necessário calcular o volume de concreto pela Equação 7:

$$V_c = x_b \times y_b \times z_b \quad (7)$$

Sendo:

V_c = Volume de concreto;

x_b = Comprimento da base de concreto;

y_b = Largura da base de concreto;

z_b = Espessura da base de concreto.

Logo, o investimento necessário para a base será dado pela Equação 8:

$$I_b = n \times V_c \times P_c \quad (8)$$

Sendo:

I_b = Investimento na base de concreto;

n = Número de silos;

V_c = Volume de concreto;

P_c = Preço unitário do concreto.

O preço unitário utilizado para o cálculo, foi de R\$473,00/m³, uma vez que essa é a cotação atual média de mercado (sem bomba) para o concreto usinado C25 com brita mista (01) e slump 10 ±2. A base de concreto pode ser observada na Figura 29:

Figura 29 – Silos apoiados sobre bases de concreto



Fonte: Elaborado pelo autor.

O investimento total em argamassa ensacada, levando em consideração a massa calculada para execução da fachada na Equação 3, pode ser calculada pela Equação 9:

$$I_{Te} = P_e \times m_{\text{ensacada real}} \quad (9)$$

Sendo:

I_{Te} = Investimento total em argamassa ensacada;

P_e = Preço da argamassa ensacada;

$m_{\text{ensacada real}}$ = Massa ensacada real.

3.2.4 Prazo de execução, equipamento e mão de obra disponível

A fachada do empreendimento Auten foi executada em 2022 em 5 meses, sendo 44 horas de trabalho semanais, ou seja, a fachada foi executada em 924 horas utilizando o sistema de silos de argamassa, abastecidos por argamassa granel.

A fachada foi executada com 20 pedreiros trabalhando em tempo integral.

Foram utilizados os equipamentos descritos na Tabela 3:

Tabela 3 – Equipamentos utilizados para execução de fachada com sistema de silos de argamassa

Equipamentos utilizados para execução de fachada com sistema de silos de argamassa	
Equipamento	Quantidade de Equipamentos
Silo com saída dupla	2
Compressor	4
Bloco pneumático	2
Misturador móvel	4
Colher	20
Carriola	4

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com o estudo realizado pelo DAHER em 2015, para executar a mesma fachada com um mesmo número de colaboradores compondo a mão de obra e os mesmo equipamentos (menos os silos e kit), a execução com argamassa ensacada leva 18,71% a mais de tempo. Logo, o tempo de execução pode ser calculada pela Equação 10:

$$t_e = t_g + (t_g \times 18,71\%) \quad (10)$$

Sendo:

t_e = Tempo de execução com argamassa ensacada;

t_g = Tempo de execução com argamassa granel.

De acordo com os dados apresentados em SALARIO, 2025, podemos concluir que o salário mensal médio de um pedreiro que trabalha 44 horas semanais em Minas

Gerais, é de R\$2735,00. Logo, considerando que um mês possui 176 horas, podemos encontrar o salário médio por hora pela Equação 11:

$$S_h = S_m \div h_m \quad (11)$$

Sendo:

S_h = Salário médio por hora;

S_m = Salário médio por mês.

h_m = Horas totais trabalhadas no mês.

Com o salário médio por hora calculado, utilizou-se a Equação 11 para calcular o investimento em mão de obra para o sistema de silo, pela Equação 12:

$$I_{mão\ de\ obra\ g} = S_h \times t_g \times n_p \quad (12)$$

Sendo:

$I_{mão\ de\ obra\ g}$ = Investimento em mão de obra utilizando o sistema de silo;

S_h = Salário médio por hora;

t_g = Tempo de execução com argamassa granel;

n_p = Número de pedreiros.

Utilizando novamente o resultado da Equação 11, encontra-se o investimento em mão de obra para a argamassa ensacada pela Equação 13:

$$I_{mão\ de\ obra\ e} = S_h \times t_e \times n_p \quad (13)$$

Sendo:

$I_{mão\ de\ obra\ e}$ = Investimento em mão de obra utilizando a argamassa ensacada;

S_h = Salário médio por hora;

t_e = Tempo de execução com argamassa ensacada;

n_p = Número de pedreiros.

Os gastos com os equipamentos colher e carriola foram desconsiderados pois normalmente a construtora ou empreiteira já possui os mesmos.

3.2.4 Cálculos de impacto ambiental

De acordo com o MAPA DA OBRA, 2024, as argamassas industrializadas já possuem um impacto ambiental menor do que as chamadas “viradas em obra”, as quais são produzidas e tem seus insumos misturados no canteiro, como a economia de 1 milhão de m³ de água, diminuição de 68% das emissões de gases de efeito estufa e redução de 13,5% do consumo de recursos naturais em sua produção no período de 1 ano.

Porém, quando as duas embalagens foram comparadas neste trabalho, a argamassa granel para silos apresenta vantagens quando comparada a ensacada, entre elas a redução de resíduos, devido à falta de necessidade das sacarias e o do reaproveitamento da base de concreto, podendo ser considerado zero.

De acordo com SODIMAC, 2025 e FLEXFILM, 2025, as dimensões da sacaria podem ser descritas na Tabela 4:

Tabela 4 – Dimensões da sacaria

Dimensões da sacaria	
Dimensão	Dimensionamento (m)
Comprimento	0,6
Largura	0,4
Espessura	0,0002

Fonte: Elaborado pelo autor.

O volume em m³ de uma saca de argamassa, pode ser calculada pela Equação 14:

$$V_s = x_s \times y_s \times z_s \quad (14)$$

Sendo:

V_s = Volume da sacaria em m³;

x_s = Comprimento da sacaria;

y_s = Largura da sacaria;

z_s = Espessura sacaria.

Sendo assim, podemos considerar a quantidade de resíduos criados pela argamassa ensacada como sendo igual ao número de sacos calculados na Equação 5 e calcular o volume desses resíduos pela Equação 15:

$$V_{Re} = Qtd_{sacas} \times V_s \quad (15)$$

Sendo:

V_{Re} = Volume de resíduo de ensacados em m^3 ;

Qtd_{sacas} = Quantidade de sacas;

V_s = Volume da sacaria em m^3 .

Com esses dados, tem-se o volume em litros, a Equação 16 deve ser usada:

$$V_{RL} = V_{Re} \times 1000 \quad (16)$$

Sendo:

V_{RL} = Volume de resíduos em litros;

V_{Re} = Volume de resíduo de ensacados em m^3 ;

4 RESULTADOS

Os resultados foram calculados de acordo com as equações descritas no item referente a metodologia.

O volume calculado (Equação 1) de argamassa necessária para executar a fachada do projeto base foi igual $297,50m^3$, logo, as massas totais para a execução com cada embalagem, de acordo com as Equações 2 e 3, podem ser observadas na Tabela 5:

Tabela 5 – Massa necessária para cada embalagem

Massa necessária para cada embalagem	
Embalagem	Massa (t)
Granel	446,25
Ensacado	515,71

Fonte: Elaborado pelo autor.

A quantidade de sacas necessárias para a execução da fachada, é de aproximadamente 10315 unidades (Equação 4), apresentando um desafio logístico para o armazenamento e acompanhamento das remessas entregues. Enquanto o sistema de silos ocupa um espaço pequeno na obra (18m²) e requer apenas uma boa precisão de consumo para que as cargas sejam pedidas no tempo certo e o silo não fique desbastecido.

4.1 RESULTADOS ECONÔMICOS

O preço unitário (R\$/ton) da argamassa granel, de acordo com a Equação 5, é 4,15% maior que o valor que o preço unitário da argamassa ensacada. O que pode ser explicado pelo serviço de manutenção e o acompanhamento mais próximo que a empresa fornecedora precisa ter com essa embalagem.

A Tabela 6 apresenta os dados consolidados de todos os investimentos necessários para o sistema de silos abastecidos com argamassa granel:

Tabela 6 – Investimentos totais no sistema de silos

Investimentos totais no sistema de silos	
Tipo de Investimento	Investimento (R\$)
Argamassa de Revestimento Externo Granel	185.193,75
2 silos	0,00
4 compressores	0,00
2 blocos pneumáticos	0,00
4 misturadores	0,00
Concreto	1.277,10
Mão de obra	287.179,20
Total	473.650,05

Fonte: Elaborado pelo autor.

O custo dos silos e kits foram considerados 0, uma vez que as empresas fornecem os equipamentos em comodato.

Como foi exposto, o valor total do investimento no sistema com 2 silos e 4 misturadores para armazenamento, bombeamento e mistura de argamassa de revestimento externo, é de R\$473.650,05.

A Tabela 7 apresenta os dados consolidados de todos os investimentos necessários para utilizar a argamassa ensacada:

Tabela 7 – Investimentos totais no uso da argamassa ensacada

Investimentos totais no uso da argamassa ensacada	
Tipo de Investimento	Investimento (R\$)
Argamassa de Revestimento Externo Ensacado	185.193,75
Mão de obra	340.974,60
Total	526.603,20

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como foi exposto, o valor total do investimento no uso da argamassa ensacada de revestimento externo, é de R\$526.603,20.

Logo, escolhendo o sistema de silos sobre a argamassa ensacada, seria possível obter uma economia de R\$52.953,15

4.2 RESULTADOS DE PRODUTIVIDADE

Na Tabela 8 são expostos os dados de tempo de execução da fachada com cada embalagem e a diferença total:

Tabela 8 – Tempo de execução da fachada

Tempo de execução da fachada	
Tipo de embalagem	Tempo (h)
Ensacado	1097
Granel	924
Diferença	173

Fonte: Elaborado pelo autor.

Logo, escolhendo o sistema de silos sobre a argamassa ensacada, seria possível executar a fachada em 924 horas, ou seja, 173h a menos que a execução com argamassa ensacada.

4.3 RESULTADOS AMBIENTAIS

Enquanto o sistema de silo possui uma criação de resíduo insignificante, caso seja mantido em bom estado e a base de concreto seja reaproveitada e não demolida, a argamassa ensacada cria 0,50m³ ou 500 litros de resíduo de construção civil. Mostrando que o sistema de silo possui mais uma vantagem sobre a argamassa ensacada.

4.4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A análise comparativa entre os sistemas de aplicação de argamassa de revestimento externo — ensacado tradicional e bombeado por silo pressurizado — permitiu avaliar com profundidade os impactos diretos de cada método nas dimensões econômica, produtiva e ambiental de uma obra. Os resultados obtidos neste trabalho evidenciaram, de forma inequívoca, que o sistema baseado em silos pressurizados representa uma solução técnica e operacional superior, especialmente em obras de médio e grande porte, como a do projeto estudado.

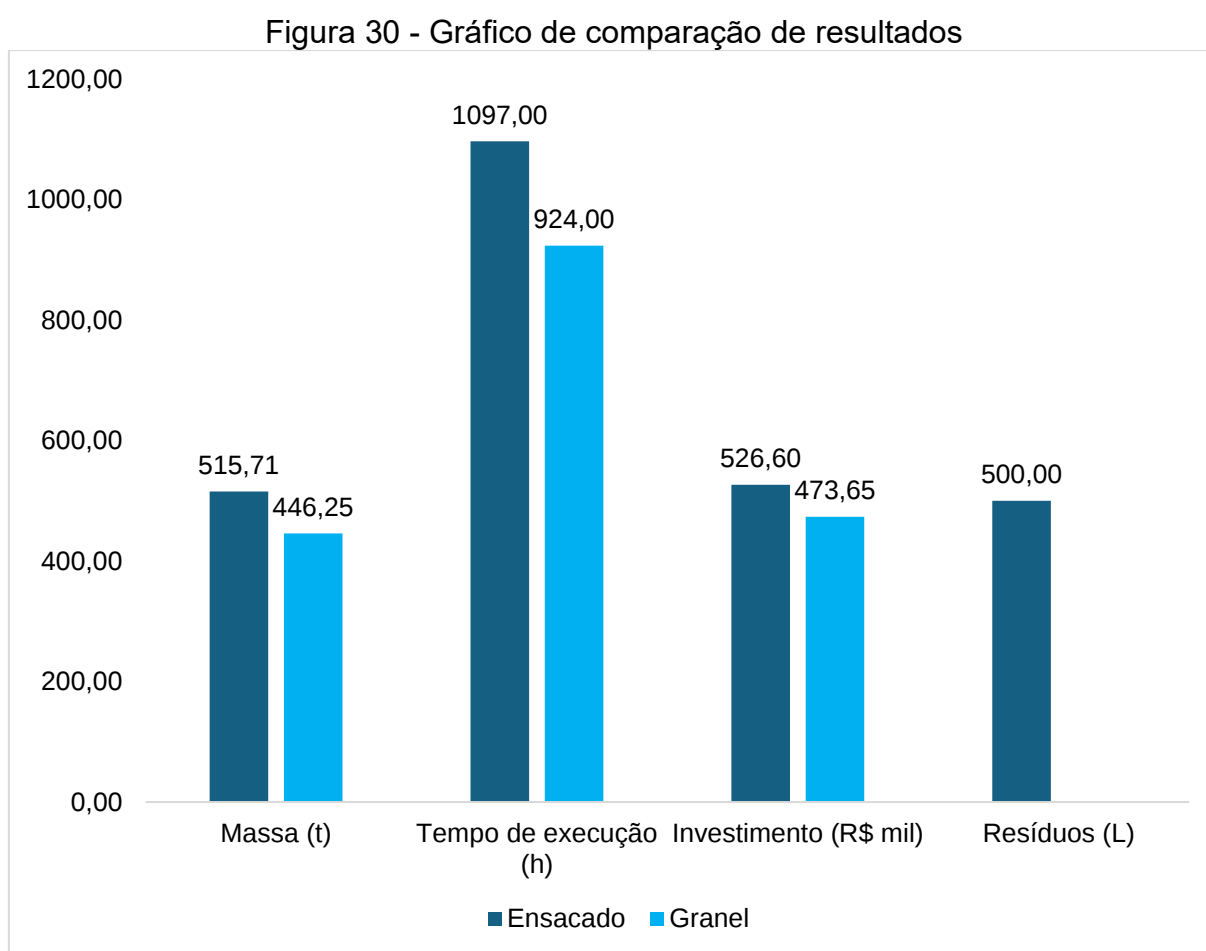
Logo de início, o sistema de silo já mostra uma vantagem ao realizar uma economia de 69,46 toneladas de argamassa por conta da sua habilidade de eliminar as perdas por mau armazenamento, o que influenciou o resultado de todos os aspectos estudados neste trabalho.

No aspecto econômico, os dados demonstraram uma economia expressiva de R\$ 52.953,15, aproximadamente 10,06% do valor total do investimento em argamassa ensacada, ao se optar pelo sistema de silo em substituição ao sistema tradicional com argamassa ensacada. Essa economia resulta da redução no tempo de execução, da eliminação de perdas com sacarias, da menor necessidade de mão de obra para transporte e mistura dos materiais, e da logística mais enxuta e eficiente promovida pelo sistema de bombeamento contínuo. Essa vantagem se revela especialmente relevante em um cenário no qual os custos de mão de obra e materiais representam grande parte do orçamento das obras verticais.

Do ponto de vista da produtividade, o sistema de silo mostrou-se notavelmente mais eficiente. O tempo total de execução com esse método foi 173 horas menor que o sistema com argamassa ensacada, mesmo considerando a mesma área de aplicação e as mesmas condições operacionais. A redução no tempo decorre da eliminação da etapa de mistura manual e da logística interna de transporte de argamassa, além da garantia de abastecimento contínuo da frente de serviço por meio de mangueiras diretamente conectadas aos misturadores e o rápido transporte do material fresco para os funis que alimentam os balancins. Essa melhoria na produtividade não apenas impacta diretamente no custo da mão de obra, mas também permite antecipar prazos e reduzir interferências com outras frentes de trabalho na obra.

No quesito ambiental, o sistema de silo apresentou também desempenho superior. Enquanto o sistema ensacado gerou um volume estimado de 500 litros de resíduos sólidos, provenientes principalmente de sacarias de papel, o sistema de silo não gerou resíduos significativos, uma vez que todo o material é armazenado a granel, protegido de intempéries e utilizado integralmente. Isso representa uma vantagem significativa em termos de sustentabilidade, alinhando-se às boas práticas ambientais e às exigências cada vez mais rigorosas de canteiros de obra limpos, seguros e sustentáveis.

É possível comparar os resultados e observar as diferenças de desempenho na Figura 30:



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, o sistema de silos contribui para melhores condições ergonômicas de trabalho, já que elimina o esforço repetitivo do transporte manual de sacos e reduz o manuseio do material por parte dos operários. A centralização da mistura na base

da obra e a utilização de equipamentos pressurizados eliminam fontes comuns de desperdício, retrabalho e variações na qualidade da argamassa aplicada.

5 CONCLUSÃO

Portanto, com base nos critérios avaliados neste trabalho — econômico, produtivo e ambiental —, conclui-se que o sistema de silo pressurizado para argamassa de revestimento externo deve ser considerado a solução preferencial para obras que buscam aliar eficiência operacional, economia de recursos e compromisso ambiental. A adoção desse sistema representa um avanço tecnológico significativo na racionalização dos processos de revestimento de fachadas, reforçando a tendência de industrialização e mecanização dos métodos construtivos na construção civil brasileira.

REFERÊNCIAS

AECWEB. **Bombeio e projeção de argamassa racionaliza trabalho na obra.**

Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/bombeio-e-projecao-de-argamassa-racionaliza-trabalho-na-obra/13146>. Acesso em: 25 maio 2025.

ANVI. **Vantagens do uso de projetores de argamassa em obras.** Disponível em:

<https://www.anvi.com.br/noticias/vantagens-do-uso-de-projetores-de-argamassa-em-obras>. Acesso em: 25 maio 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13281-1:2023:**

Argamassas inorgânicas — Requisitos e métodos de ensaios — Parte 1: Argamassas para revestimento de paredes e tetos. Rio de Janeiro: ABNT, 2023. Acesso em: 12 mar. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13749:2013:**

Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. Acesso em: 12 mar. 2025.

MAPA DA OBRA. **Argamassas Matrix.** Mapa da Obra. Disponível em:

<https://www.mapadaobra.com.br/produtos/argamassas-matrix/>. Acesso em: 12 mar. 2025a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14081-1:2012:**

Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas — Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012. Acesso em: 12 mar. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7200:1998:**

Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS FABRICANTES DE ARGAMASSAS E ETICS

(APFAC). **Argamassas de construção.** Disponível em:

<https://www.apfac.pt/argamassas-de-construcao/>. Acesso em: 12 mar. 2025.

BENY LAR E CONSTRUÇÃO. **Como armazenar corretamente a sua argamassa.**

Beny Lar e Construção, 2023. Disponível em:

<https://www.beny.com.br/loja/noticia.php?loja=861603&id=111>. Acesso em: 18 mar. 2025.

BILD DESENVOLVIMENTO IMOBILIÁRIO. **Projeto arquitetônico do**

empreendimento Auten. Uberlândia: Bild Desenvolvimento Imobiliário, 2022.

BORPLAS SUPRIMENTOS INDUSTRIAIS. **Mangueira para argamassa**. Disponível em: <https://www.borplas.com.br/produto/mangueira-para-argamassa>. Acesso em: 25 maio 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 17 – Ergonomia**. Portaria MTb n.º 3.214, de 8 de junho de 1978. Atualizada em 03 jan. 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 35 – Trabalho em altura**. Portaria MTPS n.º 593, de 28 de abril de 2014. Atualizada em 03 jan. 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 6 – Equipamento de Proteção Individual – EPI**. Portaria MTb n.º 3.214, de 8 de junho de 1978. Atualizada em 03 jan. 2022.

CARNEIRO, A. M. P. **Revestimento externo em argamassa de cimento, cal e areia: sistemática das empresas de construção civil de Porto Alegre**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/71552>. Acesso em: 28 ago. 2024.

DAHER. **Relatório Técnico – Controle de Produção por Embalagem de Argamassa**. Curitiba: DAHER Tecnologia em Engenharia LTDA, 2015.

FLEXFILM INDÚSTRIA DE ISOLANTES. **Filme de Polietileno Stretch 50cm x 100 metros**. Disponível em: https://flexfilm.com.br/produto_detalhado.php?Produto=50. Acesso em: 25 maio 2025.

INSTITUTO ITAJAÍ SUSTENTÁVEL (INIS). **Resíduos da construção civil – RCC**. Disponível em: <https://inis.itajai.sc.gov.br/c/rcc>. Acesso em: 25 maio 2025.

MAPA DA OBRA. **Argamassa industrializada tem aplicação mais rápida e segura em fachadas**. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/argamassa-industrializada-tem-aplicacao-mais-rapida-e-segura-em-fachadas/>. Acesso em: 25 maio 2025.

MAPA DA OBRA. **Argamassa pronta: Sistema Matrix proporcionou 27% a mais de produtividade**. Mapa da Obra, 2023. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/argamassa-pronta-sistema-matrix-proporcionou-27-a-mais-de-productividade/>. Acesso em: 28 ago. 2024.

MAPA DA OBRA. **Argamassas Votomassa**. Mapa da Obra. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/produtos/argamassas-votomassa/>. Acesso em: 12 mar. 2025b.

MAPA DA OBRA. **Engemassa - Argamassas**. Mapa da Obra. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/produtos/argamassas-engemix/engemassa/>. Acesso em: 12 mar. 2025c.

MAPA DA OBRA. **Sistema Matrix**. Mapa da Obra, 2024. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/lp/sistema-matrix/>. Acesso em: 20 ago. 2024.

MARGALHA, M. G. **Argamassas**. Universidade de Évora, 2010. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/4969/1/Argamassas.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2025

QUARTZOLIT. **Argamassa pronta: 4 vantagens de usar na obra**. Disponível em: <https://www.quartzolit.weber/blog/argamassa-pronta-vantagens>. Acesso em: 25 maio 2025.

SALARIO. **Pedreiro: MG - Salário**. Disponível em: <https://www.salario.com.br/profissao/pedreiro-cbo-715210/mg/>. Acesso em: 25 maio 2025.

SILVA, G. A.; NANNI, G.; CARNIATTO, I.; HENNRICH JUNIOR, E. J.; LIMA, J. R. **Reduzindo perdas oriundas do armazenamento e no manuseio de materiais na construção civil**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 6, n. 1, p. 1–17, 2015.

SILVA, R. A.; OLIVEIRA, M. F.; SANTOS, L. G. **Estudo das propriedades físicas, mecânicas e da durabilidade de argamassas sustentáveis com resíduos de vidro e cinzas de madeira**. Ambiente Construído, v. 25, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/crMj7jgN5yKH5TTYxHCjzHF/?lang=pt>. Acesso em: 25 maio 2025.

SIMVC. **Simulador de Sistemas Matrix**. São Paulo: Votorantim Cimentos, 2025.

SODIMAC. **Argamassa Multi Uso Matrix, Cinza, 50kg**. Disponível em: <https://www.sodimac.com.br/sodimac-br/product/636914/argamassa-multi-uso-matrix-cinza-50kg/636914/>. Acesso em: 25 maio 2025.

TRANSPORTADORA BRAGHINI. **Biblioteca de imagens**. Brasília: Rodofam Transportes LTDA, 2025.

VOTORANTIM CIMENTOS. **Biblioteca de imagens**. São Paulo: Votorantim Cimentos SA, 2025.

VOTORANTIM CIMENTOS. **Procedimentos**. São Paulo: Votorantim Cimentos SA, 2025

ANEXO A - Projeto base: planta baixa

ANEXO B - Projeto base: Fachada 1

LEGENDAS DE ALVENARIA E DEMAIS CONVENÇÕES	
ARQUITETURA	CONVENÇÕES
 BLOCO DE 10cm  BLOCO DE 10cm - VARIAÇÃO ORÇÃO DE PLANTA  BLOCO DE 14cm - VARIAÇÃO ORÇÃO DE 14cm (GRAUATADO)  BLOCO DE 14cm - VARIAÇÃO ORÇÃO DE 14cm (PLASTADO)  BLOCO DE 10cm - VARIAÇÃO ORÇÃO DE 10cm (GRAUATADO)  BLOCO DE 14cm - VARIAÇÃO ORÇÃO DE 14cm (PLASTADO)	TODOS OS ELEMENTOS REPRESENTADOS NESTA COLUNA PERTENCEM AO PROJETO DE ESTRUTURA
 ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO  BITS, SOLARIAS E PETILOS EM GRANITO / MÁRMORE  FORMO DE GESSO  ENCOIMADOS  PLACA DE GESSO STANDARD  PLACA DE GESSO RESISTENTE À UMIDADE (RUI)  PLACA DE GESSO RESISTENTE AO FOGO (RF)  PLACA CIMENTICA  SHWITS / FUROS NA LAJE  EXO HIERÁLICO  CHAMADA DE DETALHE  PROJEÇÃO DE VISTA  PROJEÇÃO DE PLANTA	TODOS OS ELEMENTOS REPRESENTADOS NESTA COLUNA PERTENCEM AO PROJETO DE ELÉTRICA
 NÍVEL EM PLANTA  NÍVEL EM PLANTA - NÍVEL ACABADO  NÍVEL EM CORTES / ELEVACÕES NÍVEL EM	

02	04/10/2021	REVISÃO HORMEOLÓGICA ELÉTRICA	REBECA COLARES
22	22/07/2021	ALINHAMENTO DAS QUERENQUILHAGENS DAS VEREADAS	ROSÁ FURRÃO
27	03/05/2021	EMISSÃO INICIAL	ROSÁ FURRÃO
REV	DATA	MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
REFERÊNCIA	ARQUIVO		



1:50, 1:300

PLANTA
TIPO

FASE	FOLHA
------	-------

LIBERADO PARA OBRA	005
--------------------	-----

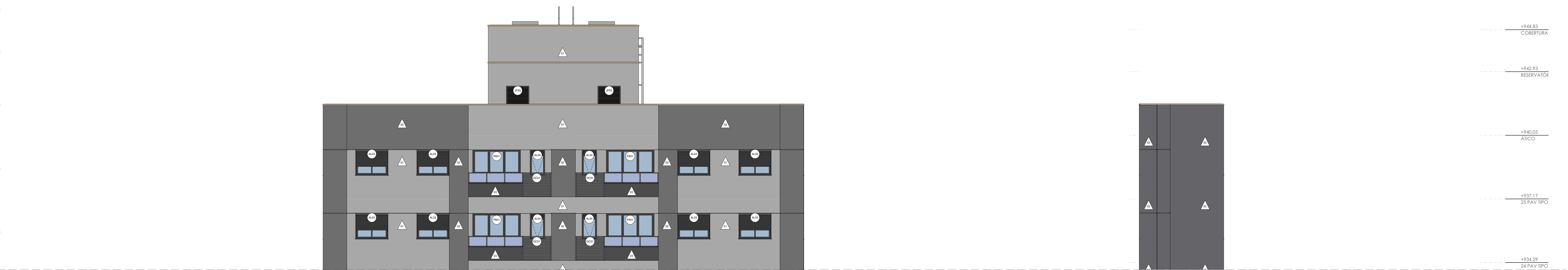
DISCIPLINA	REVISÃO DESENHO	REVISÃO MODELO
ARQUITETURA	R02	R00

ARQUIVO	DATA
B067 ARQ LO 005 TIPO B03	

B067-ARQ-LO-005-TIPO-R02 08/11/2021

B067-ARQ-LO-PLN-R00		
RESPONSÁVEL	COORDENAÇÃO	DESENHO

JULIANA BREDÁ	ALINE PATRÍCIA D. GONÇALVES	ROSA FURIGO
---------------	-----------------------------	-------------



LEGENDA DE MATERIAIS

01 - ELEFANTE - SUVINIL CUI	05 - AZUL GRISALHO - SUVINIL
02 - CINZA SUVINIL (ESCOLHA FEITA IN LOCO)	06 - LAMATO - CINZA URBANO
03 - PATATIVA - SUVINIL	07 - REVESTIMENTO CETIM BÁSICO ACETINADO
04 - CONCRETO APARENTE 60x60cm - DECORTILES	40x30cm BOLD - PORTOBELLO

NOTAS

- 01 - MEDIDAS EM RESPOSTA.
- 02 - MEDIDAS EM RESPOSTA.
- 03 - ATENDER PARA REPRESENTAÇÃO DE COTAS EM TODO O PROJETO - NÃO SUPLENÇÃO DO ZERO ANTES DA VIRGULA E DA VIRGULA (POR EXEMPLO: 0,90 EM VEZ DE 0,9).
- 04 - VERIFICAR ENTENDIMENTO DAS CONDIÇÕES PARA ENTENDIMENTO DOS DETALHES DO PROJETO DE VEDAÇÕES.
- 05 - PARA POSICIONAMENTO DE ENCRUAMENTO DE VÃO DE PORTO DOS ELEVADORES, SEGUIR ESPECIFICAÇÕES DO FORNECEDOR / FABRICANTE ANTES DA EXECUÇÃO.
- 06 - VERIFICAR SE O PROJETO DE VEDAÇÃO DEVE SER EXECUTADO EM AMOSTRAS DAS CERCAS DE TAMANHO MÍNIMO DE 10 x 10 CM EM LUGAR REPRESENTATIVO PARA OBTENÇÃO DE RESULTADOS.
- 07 - LOCALIZAÇÃO E AMPLAÇÃO POR BLOCOS DE 30cm, SEM SE DE LARGURA.
- 08 - VERIFICAR SE O PROJETO DE VEDAÇÃO DEVE SER EXECUTADO EM AMOSTRAS DAS CERCAS DE TAMANHO MÍNIMO DE 10 x 10 CM EM LUGAR REPRESENTATIVO PARA OBTENÇÃO DE RESULTADOS.
- 09 - GRUPELAS DEVEM TER VÁZIOS MÚLTIPLOS DE 10CM SENDO TANTO PARA ACIMA QUANTO PARA ABAIXO.
- 10 - ATENDER NORMA DE ACESSIBILIDADE PARA PARALAXIS TATO DE FLETA DE 180 GRADOS, CONFORME NBR 9050 E NBR 16337, VER SE O PROJETO DE VEDAÇÃO DEVE SER EXECUTADO EM AMOSTRAS DAS CERCAS DE TAMANHO MÍNIMO DE 10 x 10 CM EM LUGAR REPRESENTATIVO PARA OBTENÇÃO DE RESULTADOS.
- 11 - VERIFICAR EXIGÊNCIAS DE NECESSIDADE DE ÁREA DE RESERVA PARA VENTILAÇÃO, PARA PROJETO DE PRESSURIZAÇÃO E CASQUEIO DE TETO-INTERNO.
- 12 - FORNECER 05 PROTO TIPO DE SUPORTE PARA TELA DE PROTEÇÃO ESPECIAL, SUPERFÍCIE ABAIXO DE 20CM DE FOLHA DE POSSESSÃO INCLINAÇÃO MÁXIMA DE 1:1000, 1500MM CIMA, QUANDO NECESSÁRIO, DEVEM SER CONDIÇÕES COMO DEGRADUE.
- 13 - PRETÓRIO DE ANÁLISES DE INFERÊNCIAS EM PLANTA BASE REFEREM-SE A COTA DO PISO INTERNO ACABADO E A COTA EXTERIOR DO QUADRO-ARMADO.
- 14 - NÚMERO DE MÚLTIPLOS, NÚMEROS E FÓRMULAS INCLINADAS EM PLANTA INCLINADA DE COTA DO PISO INTERNO ACABADO E A COTA EXTERIOR DO QUADRO-ARMADO.

01	07/12/2022	ACÓRDEO DE PLANTAS		ANA MASTRA	
02	08/02/2023	DESENO/PLANTA		RODOLFO	
REV	DATA	MODIFICAÇÃO		RESPONSÁVEL	
REFERÊNCIA		ARQUIVO			
EMPENHAMENTO:					
AUTEN					
ENDEREÇO					
URUBANDIA MG					
INCORPORACAO E CONSTRUÇÃO		PROJETISTA		EMPENHAMENTO	
 Desenvolvimento imobiliário		 Desenvolvimento imobiliário			
CONTEUDO				ESCALA	
ELEVACÃO 01 FRONTAL				1:75, 1:50, 1:20	
FASE				FOLHA	
LIBERADO PARA OBRA				101	
DISCIPLINA		REVISÃO DESENHO		REVISÃO MODELO	
ARQUITETURA		R01		R00	
ARQUIVO				DATA	
B007-ARQ-LO-101-ELE1-R01				07/12/2022	
EXTRATO DO MODELO					
B007-ARQ-LO-PLN-R00.gps					
RESPONSÁVEL		COORDENACAO		DESENHO	
JULIANA BREDA		ALINE PATRICIA D. GONÇALVES		ROSA FURIGO	